„Hütte“

Справочная Книга для Инженеров.

НТБ ДНУЖТ

„HÜTTE“

СПРАВОЧНАЯ КНИГА

ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВЪ,

АРХИТЕКТОРОВЪ, МЕХАНИКОВЪ и СТУДЕНТОВЪ,

съ дополненіями

ДЛЯ РУССКИХЪ ТЕХНИКОВЪ,

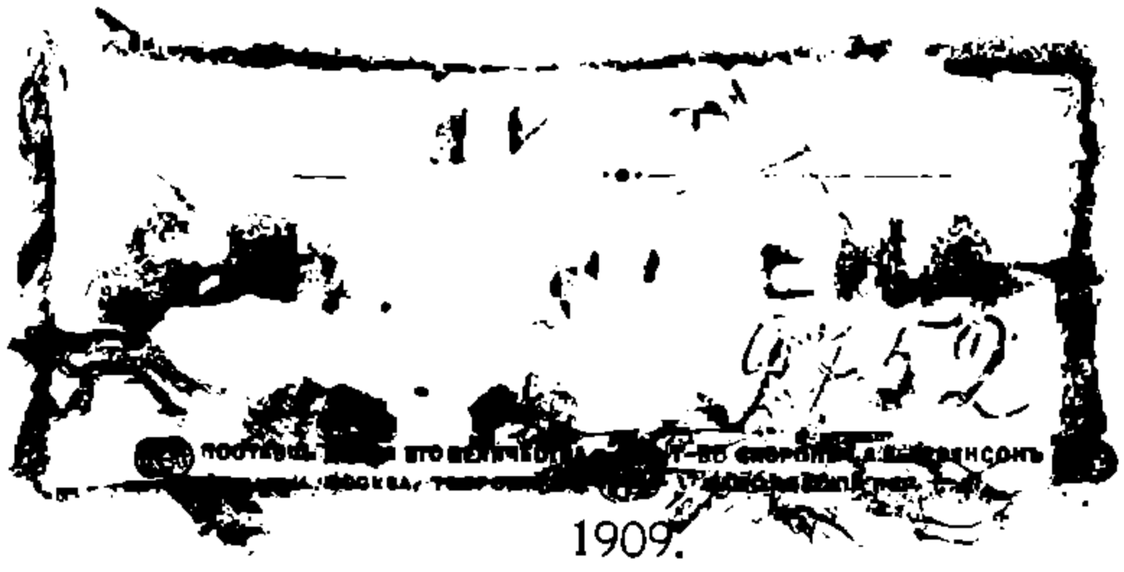
подъ редакціей

инженера Г. П. Зандберга.

Седьмое изданіе, переработанное, исправленное и значительно дополненное.

Болѣе 1650 чертежей въ текстѣ, рѣзанныхъ на деревѣ.

Часть II.



1909.

НТБ
ДНУЖКТ

СПРАВОЧНАЯ КНИГА

для

ИНЖЕНЕРОВЪ, АРХИТЕКТОРОВЪ,

МЕХАНИКОВЪ и СТУДЕНТОВЪ.

НТБ
ДНУЖТ

ОГЛАВЛЕНІЕ

ВТОРОЙ ЧАСТИ.

ДЕВЯТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Стр.

Геодезія 1

ДЕСЯТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Строительное искусство.

I. Основанія сооруженій 61
II. Каменная кладка 72
III. Крыши 90
IV. Внутреннее устройство зданій 113
V. Особыя сооруженія 121
VI. Правила полученія разрѣшеній на производство строительныхъ работъ 124
VII. Приблизительный разсчетъ стоимости строеній 127

ОДИНИАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Вентиляція и отопленіе.

I. Вентиляція 129
II. Отопленіе 143

ДВѢНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Водоснабженіе 167

ТРИНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Отведеніе сточныхъ водъ 210

НТБ ДНУЖТ

II

ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Сооруженіе дорогъ.

	Стр.
I. Общія данныя	230
II. Проѣзжія дороги, шоссе и улицы	239

ПЯТНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Строительная механика.

I. Общія данныя	271
II. Мостовыя и строительныя фермы .	308
III. Давленіе земли и подпорныя стѣнки .	365
IV. Своды	372
V. Желѣзо-бетонъ	390

ШЕСТНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Сооруженіе мостовъ

СЕМНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Судостроеніе.

I. Корпусъ судна и принадлежности	111
II. Судовыя машины и двигатели	538

ВОСЕМНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Желѣзнодорожное дѣло.

I. Постройка желѣзной дороги	595
II. Подвижной составъ . . .	779
III. Движеніе	905
IV. Канатно-проволочныя дороги .	914
V. Городскія желѣзныя дороги . .	925

ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Металлургія желѣза.

I. Желѣзныя руды	933
II. Производство доменнаго чугуна	936
III. Производство сварочнаго и литого желѣза	948
IV. Прокатныя мастерскія .	955

НТБ ДНУЖТ

ДВАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

Электротехника.

	Стр.
I. Общія данныя	959
II. Гальваническіе элементы .	971
III. Динамомашины	975
IV. Преобразователи и трансформаторы	1012
V. Распредѣленіе и регулированіе источниковъ тока . .	1018
VI. Свойства различныхъ системъ. Выборъ системы тока	1029
VII. Провода	1032
VIII. Электрическое освѣщеніе	1046
IX. Электрическія городскія дороги	1055
X. Правила для электрическихъ установокъ	1060
XI. Нормы для проводовъ	1070
XII. Таблицы исполненныхъ динамомашинъ и электродвигателей	1077

ДВАДЦАТЬ ПЕРВЫЙ ОТДѢЛЪ.

Газовое производство

. 1080

Приложеніе.

A. Таблица монетъ	1102
B. Мѣра и вѣса различныхъ странъ	1106
C. Таблицы перевода мѣръ	1112
D. Таблицы взаимнаго перевода русскихъ мѣръ	1122
E. Законы о привилегіяхъ въ Россіи	1132

Алфавитный указатель къ I и II части . . 1139

НТБ
ДНУЖТ

Замѣченныя опечатки II-й части.

Стран.	*Строка.*	*Напечатано.*	*Должно быть.*
43	7 сверху	Въ виду того:	Въ виду того, что:
226	12 »	$Qv:E(1+c)>5,$	$Qv:E(1+c)<5,$
326	12 »	$\mathfrak{M}^0m$	$\mathfrak{M}^0{}_m$
518	13 снизу	собиратель	воздушный аккумуляторъ
529		$P^2/_3$	$P^2/_3$
642	11 сверху	$\beta', \beta'', \beta'''$	$\beta_1, \beta_2, \beta_3$
650	Въ таблицѣ	напечатано отъ $^{14}_{16^0}$	должно быть отъ $^{24^0}_{16^0}$
695	» »	1903 (типы I, II, III и IV)	» » 1908 (типы Ia, IIa, IIIa и IVa)

НТБ ДНУЖТ

ДЕВЯТЫЙ ОТДѢЛЪ.

ГЕОДЕЗІЯ.

А. Измѣреніе длины.

а. Инструменты для измѣренія длины прямыхъ.

1. **Измѣрительная рейка**, или **деревянная сажень**, представляетъ призматическій или цилиндрическій брусокъ, длиною въ 1 саж., изъ хорошо просушеннаго дерева и снабженный на концахъ желѣзными башмаками; брусокъ покрывается масляною краскою для предохраненія отъ вліянія сырости. Дѣленія на рейкѣ наносятся черезъ 0,1 саж., а концевыя десятыя доли сажени дѣлятся на сотки и полусотки сажени. Отсчетъ съ точностью до полусотокъ для полевыхъ измѣреній достаточенъ. Для измѣренія необходимо имѣть, по крайней мѣрѣ, двѣ рейки. Болѣе точныя измѣренія (базиса и магистралей) производятся пятью рейками, изъ которыхъ четыре рейки лежатъ въ рядъ, а пятая перекладывается; этимъ по возможности уменьшается вліяніе длины укладываемой рейки на рейки, уже уложенныя для измѣренія данной прямой. Если въ предѣлахъ длины измѣряемой прямой часто происходитъ измѣненіе ея уклона, то измѣряютъ длину горизонтальной проекціи уклона, причемъ необходимо обращать вниманіе на горизонтальность положенія рейки, что достигается ватерпасомъ, уровнемъ или отвѣсомъ. Если же уклонъ измѣряемой прямой постоянный, то измѣряютъ непосредственно длину самаго уклона и умножаютъ эту длину на косинусъ угла наклоненія.

2. **Мѣрная цѣпь**, длиною 10 саж. Состоитъ изъ отдѣльныхъ звеньевъ длиною 0,1 саж. изъ мягкой желѣзной проволоки, соединенныхъ между собою небольшими желѣзными кольцами. Разстояніе между центрами сосѣднихъ колецъ 0,1 саж. Черезъ каждую сажень кольца имѣютъ нѣсколько большій діаметръ и снабжены мѣдными бляхами для указанія числа саженъ. Оба конца цѣпи оканчиваются кольцами, въ которыя могутъ проходить дубовые колья (длиной $^3/_4$ саж.), снабженные у концовъ поперечными желѣзными перекладинами, а

НТБ ДНУЖТ

на концахъ острыми желѣзными башмаками. Два кола съ помощью перекладинъ служатъ для держанія цѣпи при ея перемѣщеніи и натяженіи ея вдоль прямой, а острые башмаки на концахъ — для втыканія кольевъ въ землю. Для производства измѣреній служатъ десять шпилекъ, при началѣ измѣренія передаваемыя переднему рабочему, который каждый разъ втыкаетъ въ землю шпильку, когда пройдено 10 саженъ; шпильки эти соотвѣтственно вынимаются заднимъ рабочимъ.

Когда задній рабочій имѣетъ всѣ 10 шпилекъ, то пройдено цѣпью 100 саженъ; только тогда шпильки снова передаются обратно переднему рабочему. Въ полевомъ журналѣ производится отмѣтка измѣряемыхъ длинъ непрерывно, а не отдѣльными отрѣзками прямой (какъ это принято въ гражданскихъ и искусственныхъ сооруженіяхъ или въ машиностроеніи); этимъ достигается нанесеніе каждой точки прямой вполнѣ независимо отъ предыдущей точки. Увеличеніе разстоянія между центрами колецъ, вслѣдствіе ихъ истиранія, и задѣваніе звеньевъ за выступающіе камни представляютъ неудобство измѣренія цѣпью; вслѣдствіе этого цѣпь употребляется нынѣ рѣдко, а для кадастровыхъ съемокъ примѣнять цѣпи не слѣдуетъ вовсе.

3. **Лента** стальная, длиною 10 саж., изъ стальной полосы шириною 15 mm и толщиною 0,5 mm. Десятыя доли сажени, сажени и пять саженъ означаются приклепанными къ лентѣ бронзовыми дощечками различной величины. На обоихъ концахъ ленты—кольца для пропуска въ нихъ кольевъ съ перекладинами (см. выше, 2). Эти кольца устраиваются вращающимися около двухъ взаимно-перпендикулярныхъ валиковъ для того, чтобы можно было гладко натянуть ленту въ любомъ ея положеніи, въ противномъ случаѣ лента легко выворачивается и при натяженіи легко разрывается.

Измѣненіе длины ленты отъ измѣненія температуры обыкновенно въ разсчетъ не принимается. Температура принимается въ разсчетъ только при измѣреніи базиса въ большихъ тріангуляціяхъ (приборъ Бесселя для измѣренія базиса).

Лента и цѣпь примѣняются съ удобствомъ только въ горизонтальной мѣстности или при равномѣрномъ наклонѣ. Въ послѣднемъ случаѣ измѣряютъ длину по наклону и опредѣляютъ величину наклона, для каковой цѣли въ концѣ цѣпи или ленты каждый разъ устанавливаютъ **ватерпасъ** (или дугу съ дѣленіями и отвѣсомъ) и при помощи таблицъ опредѣляютъ соотвѣтствующее данному уклону горизонтальное разстояніе. Этотъ способъ употребляется преимущественно для непосредственнаго измѣренія длины сторонъ многоугольниковъ. При съемкѣ ординатами, когда требуется измѣрять большое количество ординатъ, рекомендуется еще слѣдующій способъ. Каждый рабочій, натягивающій ленту, получаетъ линейку длиною въ 0,75 саж., раздѣленную на полусотки. Когда лента натянута и приведена въ наклонное положеніе, то землемѣръ, опредѣливши при помощи ватерпаса и таблицъ уменьшеніе длины, сообщаетъ эту величину переднему рабочему, послѣдній откладываетъ эту длину при помощи линейки въ горизонтальномъ направленіи **впередъ**, отчего измѣренная длина по горизонтали будетъ 10 саженъ.

НТБ ДНУЖТ

4. **Точность измѣренія рейкой, цѣпью и лентой.** Средняя ошибка M при измѣреніи длины пропорціональна корню квадратному изъ этой длины, и, слѣд.,

$$M = m\sqrt{l},$$

гдѣ m средняя ошибка при измѣреніи единицы длины. Имѣемъ

$$M : m = \sqrt{l} : \sqrt{1}, \text{ и поэтому}$$

$\frac{1}{l}$ называютъ вѣсомъ p измѣренія длины l по сравненію съ вѣсомъ 1, соотвѣтствующимъ измѣренію 1 длины. Обыкновенно принимаютъ:

для измѣренія рейкой	$m = 0{,}002$,
» » стальной лентой	$m = 0{,}003$,
» » цѣпью.	$m = 0{,}008$.

При желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ допускается для съемовъ многоугольниками на длинѣ l ошибка въ $0{,}003\sqrt{l}$.

5. При значительныхъ разстояніяхъ примѣняется **фортепіанная проволока**. При измѣреніи **пролетовъ Фортскаго моста** (1883): двухъ среднихъ по 518 m и двухъ боковыхъ по 207 m надъ глубиной воды въ 60 m пользовались телеграфною проволокою вѣсомъ 4 kg; стрѣла прогиба 7,33 m. Достигнутая при этомъ точность была весьма велика. При измѣненіи длины на 6 mm стрѣла прогиба измѣнялась на 71 mm *).

6. **Дальномѣры** см. стр. 42 и слѣд.

7. **Измѣрительное колесо**. Колесо, снабженное рукояткою и счетчикомъ числа оборотовъ (окружность колеса 0,5 до 2,0 m), катается по измѣряемой прямой. Средняя ошибка для длины l равна $0{,}02\sqrt{l}$ (достаточно точно).

8. **Опредѣленіе разстояній шагами и по времени хода.** При измѣреніи шагами можно достичь точности измѣренія отъ 1 до 2%. Обыкновенно принимаютъ 100 метровъ = 122 шагамъ. Болѣе цѣлесообразно опредѣлять длину шага изъ ряда опытовъ.

9. **Шагомѣръ (измѣритель числа шаговъ **).** Молотокъ вращается около неподвижной оси и при помощи особой пружины ударяетъ въ остановочный штифтъ. Происходящій при каждомъ шагѣ ударъ преодолѣваетъ упругость пружины, а движеніе молотка передается счетному механизму. Послѣ удара молотка объ остановъ пружина снова приводитъ молотокъ въ первоначальное положеніе. Колебанія молотка, соотвѣтствующія отдѣльнымъ шагамъ при помощи храпового колеса передаются стрѣлкамъ циферблата.

Средняя скорость движенія человѣка при ходьбѣ 5 km въ часъ.

Для экспедицій принимаютъ: скорость каравана верблюдовъ 4 km въ часъ, телѣгъ съ волами 4,6 km въ часъ.

b. Разбивка и измѣреніе прямыхъ въ полѣ.

1. Для **обозначенія точекъ** въ полѣ служатъ сигналы въ формѣ вертикальныхъ прямыхъ, напр. крестъ церкви, ребро

---

*) См. R. E. Middleton, Triangulation & Measurements at the Forth Bridge, London, 1887.

**) Усовершенствованіе см. герм. прив. 5475.

НТБ ДНУЖТ

дома, дымовая труба, дерево **(естественные знаки и сигналы)**; то же достигается при помощи вѣхъ длиною 3 до 4 m **(искусственные знаки и сигналы)**. Болѣе важныя точки, напр. вершины треугольниковъ или многоугольниковъ, обозначаются особыми сигналами, какъ-то: мачты вышиною 8 до 10 m, очищенныя отъ коры съ надѣтыми на нихъ пучками соломы или покрытыя соломенной крышей. Для **большихъ тріангуляціонныхъ** съемовъ возводятся особыя сооруженія въ формѣ **четырехгранныхъ пирамидъ** одно- и двухъэтажныхъ, обшитыхъ досками и снабженныхъ мачтами съ цѣлью; послѣднія представляютъ квадратный щитъ, раздѣленный разными красками на 4 поля съ пересѣченіемъ въ центрѣ щита. Пирамида можетъ служить также и для установки на платформѣ второго этажа угломѣрнаго прибора. Для подачи сигнала на большія разстоянія пользуются **геліотропами**; въ нихъ отраженіе солнца (см. ниже, стр. 9) служитъ сигналомъ.

При геодезическихъ измѣреніяхъ между маяками Саре Мау въ Нью-Йоркѣ Джерсей и Point Arena въ Калифорніи поперекъ всего американскаго континента (1871—1898) на длинѣ 2625,6 англ. миль наибольшая длина визированія была 183 англ. мили=300 km.

2. **Провѣшиваніе** прямой, проходящей черезъ двѣ точки A и B, внѣ точки A или точки B производится, въ случаѣ если по направленію AB или BA можно свободно визировать, при помощи вѣхъ длиною 3 до 4 m. Вѣхами могутъ служить въ полѣ палки для бобовъ, снабженныя пучками соломы, а въ **городахъ** цилиндрическіе или призматическіе бруски, окрашенные поперемѣнно въ красный и бѣлый цвѣтъ.

3. Для **отысканія промежуточной между A и B точки однимъ лицомъ** необходимо при свободномъ визированіи между A и B отыскать при помощи вѣхи точку C на продолженіи прямой AB внѣ точки B, и тогда для отысканія промежуточныхъ точекъ между A и B достаточно оріентироваться по направленію BC.

Если невозможно продолжить прямую AB внѣ A или B, или если визированіе по AB и BA несвободно, или если точки A и B находятся другъ отъ друга на значительномъ разстояніи, то отысканіе промежуточной между A и B точки производится **двумя лицами** C и D, снабженными вѣхами такимъ образомъ, что C оріентируетъ D по точкѣ B, а D оріентируетъ C по точкѣ A до тѣхъ поръ, пока, наконецъ, C увидитъ вѣхи D и B на одной прямой и одновременно D увидитъ C и A на одной прямой.

Отысканіе промежуточныхъ точекъ на прямой, обозначенной двумя вѣхами A и B, ясно видимыми, производится **однимъ лицомъ** при помощи **зеркалъ подъ угломъ** или **призмъ подъ угломъ**, если между A и B возможно свободное визированіе (см. 8 и 9).

4. Для **провѣшиванія весьма длинныхъ прямыхъ**, если концевыя точки прямой A и B взаимно видимы, всего лучше пользо-

НТБ ДНУЖТ

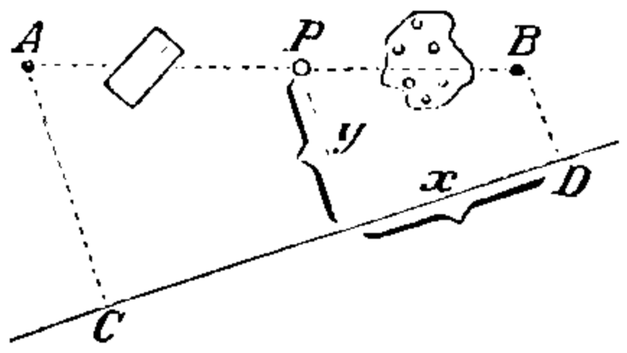
ваться теодолитомъ (стр. 17 и слѣд.), провѣшивая прямую отдѣльными отрѣзками. Теодолитъ устапавливается въ A, оріентируется по B, и отмѣчается вѣхой промежуточная точка a; представляетъ теодолитъ въ a, оріентируютъ трубу по направленію A, поворачиваютъ алидаду на 180° при помощи дѣленій на лимбѣ (а не переводятъ трубу черезъ зенитъ въ виду возможной коллимаціонной ошибки), и назначаютъ точку b и т. д.

Если требуется провѣшеніе длинной прямой, концевыя точки которой взаимно **невидимы**, и если требуется въ A назначить направленіе AB и въ B — направленіе BA, напр. при проведеніи дороги или улицы, соединяющей точки A и B, или **туннеля** (въ послѣднемъ случаѣ требуется также опредѣлить разность высотъ точекъ A и B), то точки A и B соединяются между собою при помощи многоугольника или сѣти треугольниковъ. Опредѣленіе направленія на основаніи картъ не рекомендуется.

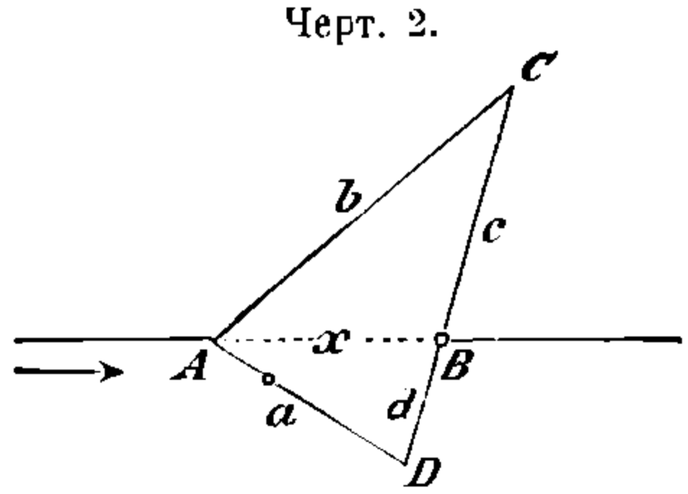
c. Провѣшиваніе и измѣреніе прямыхъ, на которыхъ имѣются препятствія.

1. Пусть между точками A и B, опредѣляющими направленіе данной прямой (черт. 1), находится препятствіе, мѣшающее свободному визированію (лѣсъ, дома). Провѣшиваемъ сбоку вспомогательную прямую CD, опускаемъ на нее перпендикуляры AC и BD, измѣряемъ ихъ длину, тогда для промежуточныхъ точекъ $P\ldots$ имѣемъ $y = BD + x\frac{AC - BD}{CD}$.

Черт 1.



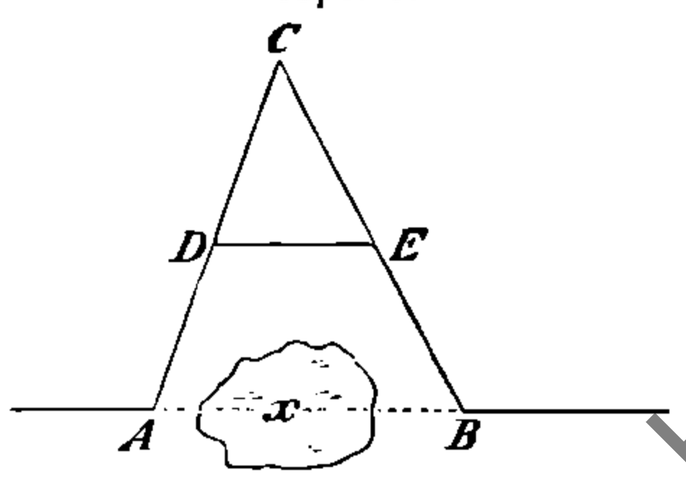
Черт. 2.



2. Если препятствіе такого рода, что оно свободному визированію не препятствуетъ (болото, озеро), то выбираемъ точки D и C произвольно при томъ лишь условіи, чтобы онѣ находились съ B на одной прямой (черт. 2), измѣряемъ длину отрѣзковъ a, b, c, d; тогда будемъ имѣть

$$x = \sqrt{\frac{a^2 c + b^2 d}{c + d} - cd}.$$

Черт. 3.



НТБ ДНУЖТ

Если точки D и C выбрать такъ, чтобы $c=d$, что легко возможно, то имѣемъ: $x=\sqrt{\frac{a^2+b^2}{2}-c^2}$, или (черт. 3) выбираютъ C внѣ AB, измѣряютъ AC, BC и $CD=\frac{1}{n}AC$ и $CE=\frac{1}{n}BC$, тогда имѣемъ

$$x=n\cdot DE,$$

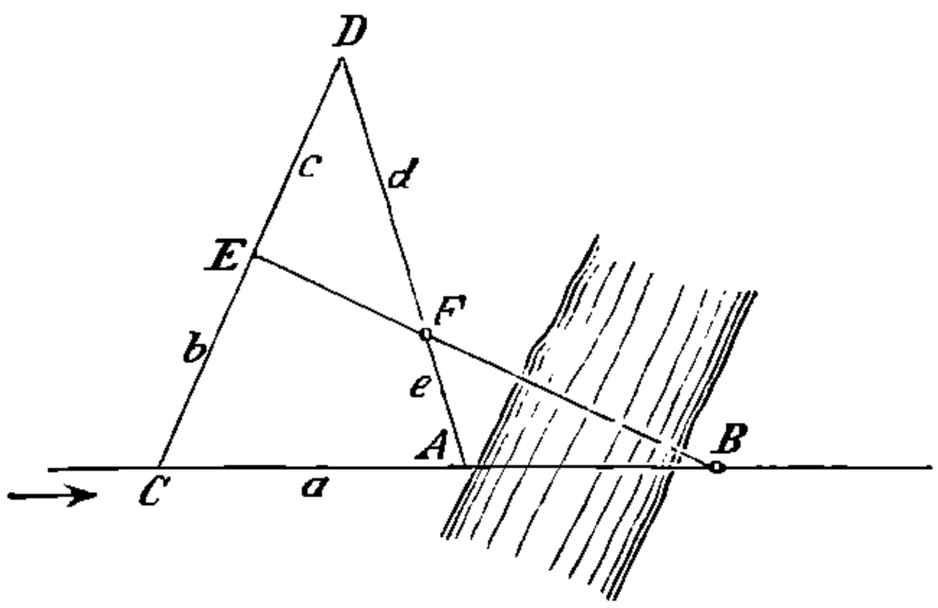
или (черт. 4) означаемъ по направленію AB точку C, выбираемъ точку D внѣ AB, выбираемъ на CD произвольную точку E и опредѣляемъ точку пересѣченія F прямой EB съ AD, измѣряемъ a, b, c, d и e, тогда имѣемъ

$$AB=x=\frac{a\,c\,e}{b\,d-c\,e}.$$

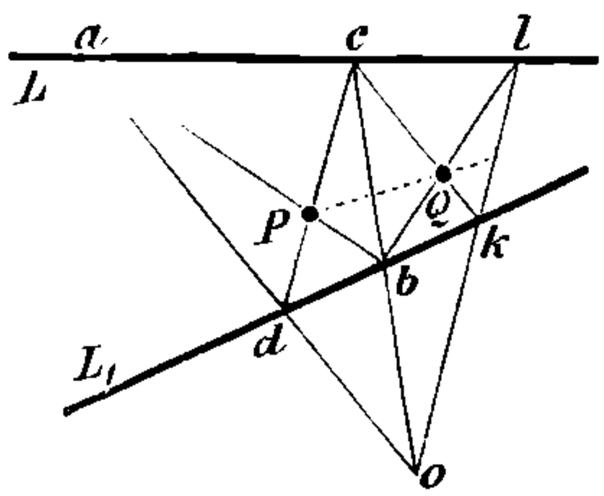
Если при этомъ E средина CD, то

$$x=\frac{a\,e}{d-e}=\frac{{}^1/_2\,a\,e}{\frac{d+e}{2}-e}.$$

Черт. 4.



Черт.



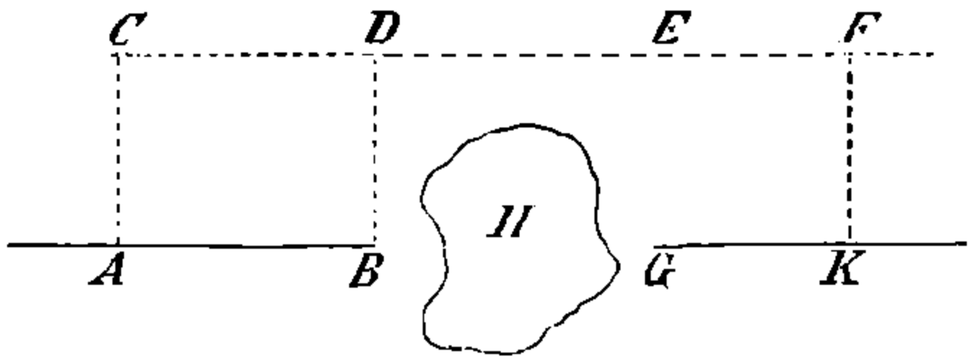
3. Если (черт. 5) L и L_1 два направленія, точка пересѣченія которыхъ недоступна, и если требуется черезъ данную точку P провести прямую, продолженіе которой должно проходить черезъ точку пересѣченія прямыхъ L и L_1, то черезъ точку P проводимъ двѣ произвольныя прямыя и опредѣляемъ точки a, b, c и d пересѣченія этихъ прямыхъ съ L и L_1, а равно и точку пересѣченія o прямыхъ ad и cb, проводимъ черезъ o произвольную прямую $o\,k\,l$ и опредѣляемъ точку пересѣченія Q прямыхъ $b\,l$ и $k\,c$, тогда PQ представляетъ искомое направленіе.

4. Если требуется продолжить направленіе AB по другую сторону препятствія, мѣшающаго визированію (черт. 6), то въ точкахъ A и B возстановляютъ два перпендикуляра одинаковой длины AC и BD, въ точкахъ E и F параллельной

НТБ ДНУЖТ

AB прямой CD возстановляемъ перпендикуляры $EG = FK = AC = BD$, тогда точки G и K находятся на продолженіи направленія AB.

Черт. 6.



B. Инструменты для нанесенія угловъ.

a. Инструменты, неподвижно подпертые на штативахъ.

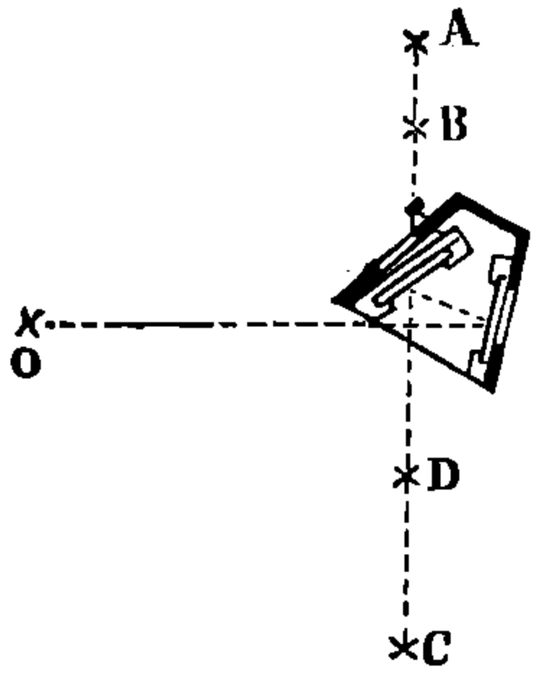
Экеръ представляетъ вычерненный внутри полый цилиндръ, призму, конусъ или шаръ, на боковой поверхности котораго имѣются прорѣзы, параллельные оси цилиндра; число прорѣзовъ 4 или 8. Прямыя, соединяющія противоположные прорѣзы, пересѣкаются между собой подъ угломъ 90° или соотв. 45°. Каждая пара прорѣзовъ представляетъ діоптры, изъ которыхъ одинъ съ болѣе широкой щелью и натянутымъ волоскомъ, а другой, визирный, представляетъ тонкую щель. Экеръ считается вѣрнымъ, если перпендикуляры, возстановленные одною и тою же парой діоптровъ изъ данной точки прямой въ двѣ противоположныя стороны, образуютъ одну прямую. Экеръ служитъ лишь для возстановленія перпендикуляровъ, а не для опусканія ихъ.

Средняя ошибка при нанесеніи угловъ экеромъ около 3 минутъ (на 50 m около 5 cm).

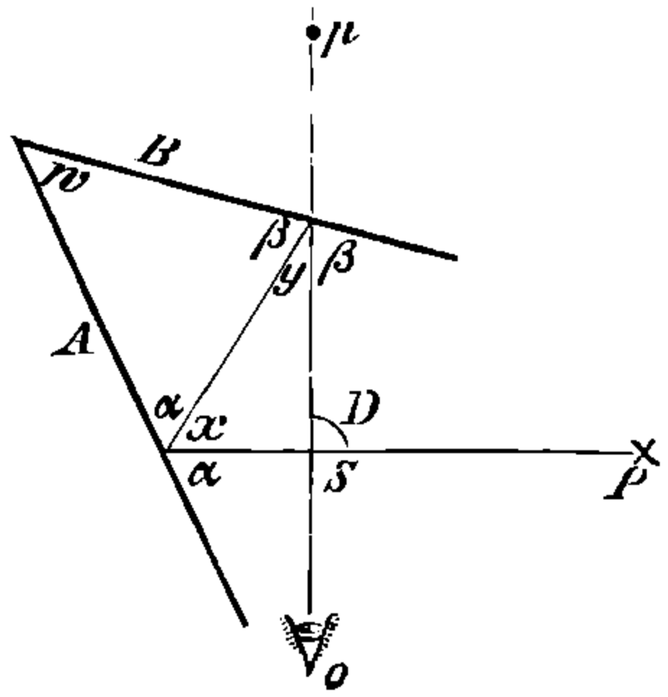
b. Ручные угломѣрные приборы.

1. **Двухзеркальный экеръ** (черт. 7) состоитъ изъ двухъ зеркалъ, расположенныхъ въ оправѣ подъ угломъ 45° другъ къ другу. Онѣ примѣняются какъ для опусканія перпендикуляровъ, такъ и для возстановленія ихъ.

Черт. 7.



Черт. 8.



НТБ ДНУЖТ

Если требуется изъ точки P (черт. 8) опустить перпендикуляръ на направленіе, заданное вѣхами p, p_1, то наблюдатель перемѣщается съ инструментомъ въ рукахъ, по направленію $p\,p_1$, такимъ образомъ, чтобы открытая сторона прибора была обращена къ глазу и къ той точкѣ (P), изъ которой долженъ быть опущенъ перпендикуляръ, и смотритъ въ зеркало B (мимо грани зеркала A). Наблюдатель съ инструментомъ будетъ находиться у подошвы искомаго перпендикуляра тогда, когда онъ увидитъ въ зеркалѣ B изображеніе точки P, послѣ двойного ея отраженія въ зеркалахъ A и B на продолженіи обѣихъ вѣхъ p и p_1, видимыхъ внѣ прибора и перекрывающихъ другъ друга.

$D = x + y$. Въ виду того, что $x = 2R - 2\alpha$, а $y = 2R - 2\beta$, и затѣмъ $\alpha + \beta = 2R - w$, имѣемъ $D = 2w$. Слѣд., при $w = 45^0$ уголъ D будетъ прямой.

Въ виду того, что уголъ D не зависитъ отъ α и β, т.-е. отъ расположенія зеркалъ относительно глаза, то при вращеніи прибора около своей оси, если только отраженіе въ обоихъ зеркалахъ возможно, мѣсто изображенія остается неизмѣннымъ. Для обозначенія подошвы перпендикуляра въ полѣ достаточно простого отвѣса, шнуръ котораго прикрѣпленъ у рукоятки зеркала, а гирька упирается въ землю.

Если требуется при помощи двухзеркальнаго экера возстановить перпендикуляръ изъ данной точки S прямой, заданной нѣсколькими вѣхами p, p_1, то наблюдатель становится въ точкѣ S такъ, чтобы вѣхи p, p_1 закрывали другъ друга. Открытая сторона инструмента направляется къ глазу наблюдателя и къ той сторонѣ поля, по направленію которой долженъ быть возстановленъ перпендикуляръ. Вѣха P, которую наблюдатель увидитъ отраженною въ зеркалѣ B справа или слѣва прямой p, p_1, перемѣщается до тѣхъ поръ, пока наблюдатель увидитъ изображеніе этой вѣхи въ зеркалѣ на продолженіи вѣхъ p, p_1, видимыхъ непосредственно внѣ прибора и перекрывающихъ другъ друга.

Двойное отраженіе въ зеркалахъ происходитъ въ плоскости, перпендикулярной къ прямой пересѣченія этихъ зеркалъ; отсюда слѣдуетъ, что вѣхи P, p и p_1 должны быть, приблизительно, на одной высотѣ, если прямая пересѣченія обоихъ зеркалъ должна соотвѣтствовать вертикали. По этой причинѣ двухзеркальнымъ экеромъ пользуются только въ ровной мѣстности.

Приборъ считается вѣрнымъ, если основаніе перпендикуляра, опущеннаго изъ P на Op (черт. 8), падаетъ въ одну и ту же точку какъ при опредѣленіи для направленія Op, такъ и для направленія pO. Невѣрность въ положеніи одного или обоихъ зеркалъ исправляется установительнымъ винтомъ или клиномъ. Средняя ошибка при разбивкѣ составляетъ 2 до 3′.

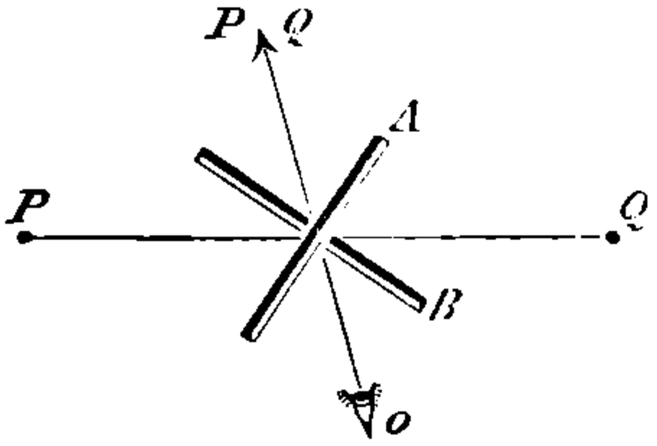
2. **Пересѣкающія зеркала, или зеркальный крестъ** (черт. 9), состоятъ изъ двухъ взаимно перпендикулярныхъ плоскихъ зеркалъ A и B, расположенныхъ другъ надъ другомъ, и служатъ для нанесенія промежуточныхъ точекъ прямой, заданной двумя точками P и Q. Если пересѣченіе зеркалъ находится на данномъ направленіи PQ, то наблюдатель въ O видитъ отраженныя обоими зеркалами изображенія точекъ P и Q, совпадающими по направленію стрѣлки.

НТБ ДНУЖТ

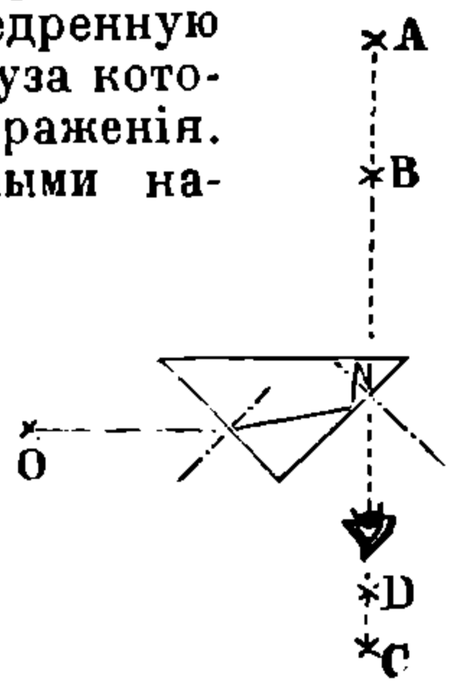
Геліотропъ Гауса представляетъ пересѣкающіяся зеркала, при помощи особой трубы надѣваемыя на объективъ трубы нивеллира и притомъ такъ, что система зеркалъ можетъ вращаться.

3. **Призматическій экеръ** (черт. 10 и 11) представляетъ равнобедренную стеклянную призму, гипотенуза которой служитъ плоскостью отраженія. Уголъ между двумя заданными на-

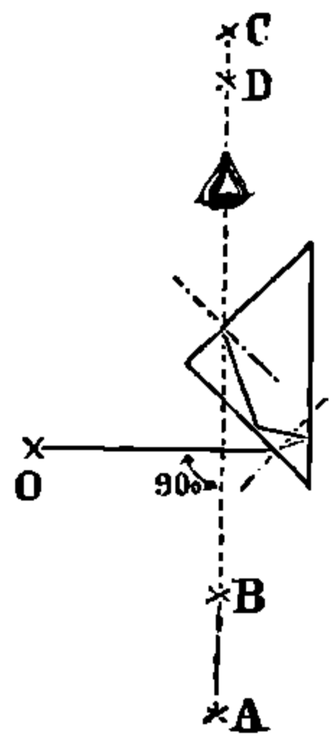
Черт. 9.



Черт. 10.



Черт. 11.



правленіями будетъ прямой, если лучъ, идущій отъ точки *O* одного направленія, дважды преломленный и дважды отраженный въ призмѣ, выйдетъ изъ нея по тому же направленію, какъ и лучъ, прямо видимый отъ точекъ *B* и *A* другого направленія. Примѣненіе и повѣрка такія же, какъ и двухзеркальнаго экера. Исправленіе ошибки невозможно.

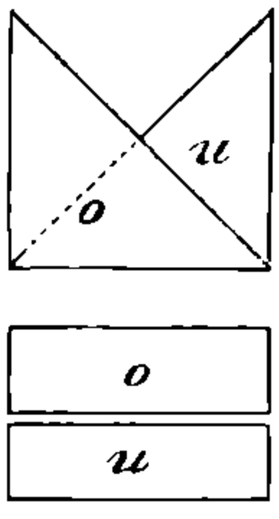
Каждая трехгранная призма *ABC*, у которой уголъ $A = 2B$ и сторона *BC* служитъ плоскостью отраженія, даетъ при двухкратномъ отраженіи внутри постоянное отклоненіе луча, равное *A*. Призматическій экеръ представляетъ поэтому частный случай для $A = 90^0$ и $B = 45^0$. Другіе типы трехгранныхъ призмъ Дергенса:

60-градусная призма: $A = 60^0$, $B = 30^0$ для разбивки угловъ 60^0,

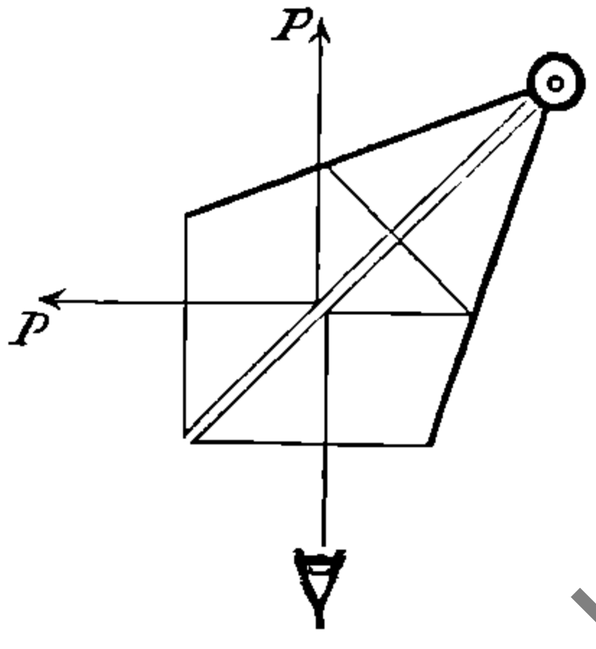
45-градусная призма: $A = 45^0$, $B = 22^1/_2{}^0$ для разбивки угловъ 45^0.

4. **Двухпризменный экеръ Бауернфейнда** (черт. 12). Состоитъ изъ двухъ призмъ, наложенныхъ одна на другую, и служитъ для нанесенія промежуточныхъ точекъ между двумя сигналами *A* и *B* заданнаго направленія, а равно и для нахожденія подошвы перпендикуляра, опущеннаго изъ данной точки *P* на это направленіе.

Черт. 12.



Черт. 13.



5. **Поворотный двухпризменный экеръ Дехера.** Одна изъ призмъ экера Бауернфейнда

НТБ ДНУЖТ

(см. 4) устраивается вращающеюся. Примѣняется для разбивки кривыхъ.

6. **Двухпризменный энеръ Дергенса** (черт. 13) для разбивки угловъ 45° и 90°. Соединеніе двухъ 45°-хъ призмъ на шарнирѣ. Каждая призма даетъ отклоненіе въ 45°, обѣ призмы, вмѣстѣ сложенныя, даютъ отклоненіе въ 90°.

C. Инструменты для измѣренія угловъ.

a. Общія части.

1. **Лупа.** Двояко-выпуклое стекло, у котораго фокусное разстояніе меньше разстоянія яснаго зрѣнія (около 25 cm для нормальнаго глаза).

2. **Зрительная труба.** Для геодезическихъ работъ увеличеніе 10 до 40 разъ. Увеличеніе трубы опредѣляется такимъ образомъ, что раздѣленную на дѣленія рейку наблюдаютъ однимъ глазомъ при помощи трубы, а другимъ, невооруженнымъ, сравниваютъ число дѣленій, видимыхъ обоими глазами въ промежуткѣ между двумя волосками трубы (или если волосокъ одинъ, то между волоскомъ и краемъ трубы).

Поле зрѣнія, т.-е. коническое пространство β, которое можно сразу видѣть при помощи зрительной трубы, опредѣляется посредствомъ визированія трубы на рейку, установленную на разстояніи D отъ трубы. Если l отрѣзокъ рейки, соотвѣтствующій діаметру діафрагмы, то имѣемъ

$$\beta = \frac{l}{D - F}\ 206\,265 \text{ секундъ } (F \text{ фокусное разстояніе объектива}).$$

Сѣтка устанавливается въ томъ мѣстѣ, гдѣ получается изображеніе предмета отъ объектива (толщина нитей 0,0025 mm); точка пересѣченія нитей (центръ сѣтки) образуетъ вмѣстѣ съ оптическимъ центромъ трубы **визирную линію, оптичесную** или **коллимаціонную ось** зрительной трубы.

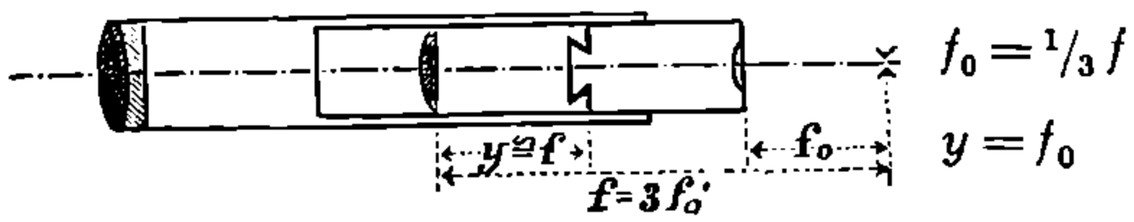
Труба считается наведенной или визированной на данную точку предмета, если ясно видимое изображеніе этой точки совпадаетъ съ пересѣченіемъ нитей или т. наз. центромъ сѣтки. Если плоскость изображенія не совпадаетъ съ плоскостью сѣтки, то имѣетъ мѣсто **параллаксъ нитей.** Въ существованіи параллакса легко убѣдиться, если при перемѣщеніи глаза передъ трубою по направленію, перпендикулярному къ оси трубы, происходитъ взаимное перемѣщеніе центра сѣтки и изображенія.

Установка зрительной трубы требуетъ двухъ операцій: 1. Установки окуляра по отношенію къ сѣткѣ такъ, чтобы послѣдняя была ясно видна (зависитъ отъ дальности зрѣнія наблюдателя), и 2. Установки всего окуляра съ сѣткой до тѣхъ поръ, пока визируемый предметъ будетъ ясно виденъ (зависитъ отъ удаленія предмета).

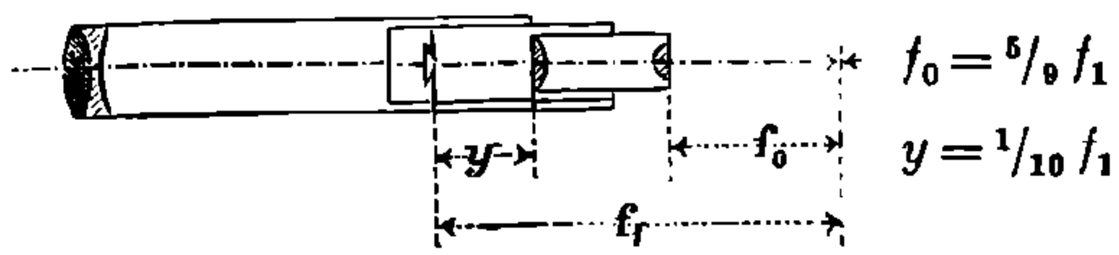
НТБ ДНУЖТ

Для возможности измѣнять положеніе коллимаціонной оси трубы сѣтка съ волосками можетъ быть при помощи установительныхъ винтиковъ перемѣщаема по двумъ взаимно-перпендикулярнымъ направленіямъ. Часто сѣтка перемѣщается также и по направленію оси трубы, насколько это допускаютъ боковые прорѣзы въ стѣнкахъ окуляра; этимъ перемѣщеніемъ пользуются для установки сѣтки на ясное зрѣніе.

Черт. 14.



Черт. 15.



Наиболѣе употребительные окуляры Гюйгенса (черт. 14) и Рамсдена (черт. 15) имѣютъ по сравненію съ Кеплеровой астрономической подзорной трубой слѣдующія значенія:

Окуляръ по:	Кеплеру	Гюйгенсу	Рамсдену
Увеличеніе .	V	$^2/_3 V$	$^{10}/_9 V$
Поле зрѣнія	β	$^3/_2 \beta$	$^9/_{10} \beta$
Ясность .	H	$^9/_4 H$	$^{31}/_{100} H$

Хорошая зрительная труба для нивеллира должна давать вполнѣ ясное и рѣзкое изображеніе миллиметреннаго дѣленія на разстояніи 50 m $\left(\frac{1}{50\,000}\ 206\,265 = 4\ \text{секундамъ}\right)$.

Центрированіе зрительной трубы состоитъ въ томъ, чтобы привести въ совпаденіе коллимаціонную и геометрическую (механическую) оси трубы.

Положеніе объектива считается правильнымъ, когда при вращеніи зрительной трубы около геометрической (механической) ея оси въ поддерживающихъ трубу подшипникахъ изображеніе предмета не перемѣщается; положеніе центра сѣтки считается правильнымъ, когда этотъ центръ при томъ же вращеніи трубы всегда покрываетъ одну и ту же точку наблюдаемаго предмета. Положеніе объектива обыкновенно не можетъ быть исправлено, и предполагаютъ, что объективъ установленъ правильно.

НТБ ДНУЖТ

3. **Ноніусъ** представляетъ небольшой масштабъ, перемѣщающійся вдоль главнаго масштаба—прямолинейнаго или кругового (лимба). Если при помощи ноніуса требуется измѣрить n-ую часть единицы дѣленія L главнаго масштаба (n находится въ зависимости отъ абсолютной величины дѣленія главнаго масштаба), то раздѣляютъ на n равныхъ частей либо длину $(n-1)\,L$, либо $(n+1)\,L$. Если одно дѣленіе ноніуса $= N$, то имѣемъ:

$$(n-1)\,L = n\,N, \qquad N = L - \frac{1}{n}\,L \qquad \text{(I)}$$

$$(n+1)\,L = n\,N, \qquad N = L + \frac{1}{n}\,L \qquad \text{(II)}$$

$\frac{1}{n}\,L$ — **точность ноніуса (или данность ноніуса)** есть та величина, которою производятъ измѣреніе. Цифровое обозначеніе дѣленій ноніуса (I) совпадаетъ съ порядкомъ цифръ дѣленій главнаго масштаба, а для ноніуса (II) имѣетъ направленіе обратное.

Если m-ая черта ноніуса, считая отъ нулевой его точки, совпадаетъ съ какимъ-либо дѣленіемъ главнаго масштаба, то разстояніе нулевого дѣленія ноніуса отъ предыдущаго дѣленія масштаба равно m-разъ взятой точности ноніуса, т.-е $= m\,\frac{1}{n}\,L$; для угломѣрныхъ приборовъ примѣняется только ноніусъ (I) (концентрически съ кругомъ лимба). Наиболѣе употребительныя дѣленія:

окружность лимба въ полуградусахъ, точность ноніуса 1 мин.,
» » » третяхъ градуса, точность ноніуса 30 сек.,
» » » шестыхъ доляхъ градуса, точность ноніуса 10 секундъ.

4. **Микроскопъ** въ соединеніи съ установительнымъ винтомъ—**винтовой микроскопъ**; въ соединеніи съ микрометреннымъ винтомъ замѣняетъ ноніусъ въ весьма точныхъ угломѣрныхъ приборахъ.

5. **Уровень. Круглый уровень** наполняется теплымъ эеиромъ или смѣсью эеира съ алкоголемъ. Образующійся при охлажденіи пузырекъ представляетъ собою пары эеира.

Если пузырекъ находится посрединѣ, т.-е. онъ концентриченъ съ кругами на стеклѣ, то ось его и, слѣд., плоскость, на которой уровень находится, горизонтальны. Круглый уровень служитъ для скораго приведенія досокъ, мензулъ въ горизонтальное положеніе; для установки вертикально: осей вращенія, нивеллирныхъ реекъ и т. п. Чувствительность незначительна, 1 до 5 минутъ. Для повѣрки уровня приводятъ пузырекъ его на средину и затѣмъ поворачиваютъ его на своей подставкѣ или около вертикальной оси на 180°. Ошибка соотвѣтствуетъ половинѣ отклоненія пузырька. Для

НТБ ДНУЖТ

исправленія спиливаютъ нижнюю плоскость подставки или пользуются установительными винтами.

Трубчатый уровень. На трубкѣ уровня имѣются дѣленія = 1 париж. линіи. Нулевая точка уровня можетъ находиться посрединѣ трубки или на концѣ ея. **Ось уровня** есть касательная къ нулевой точкѣ его дѣленій.

Длина воздушнаго пузырька должна равняться $^1/_3$ длины трубки. **Реверсіонный уровень** имѣетъ двѣ системы дѣленій, расположенныя другъ противъ друга на каждомъ концѣ трубки, такъ что оси параллельны, а радіусы, проведенные къ нулевымъ точкамъ, либо совпадаютъ, либо параллельны. **Отклоненіемъ** пузырька назыв. разстояніе его средины отъ нулевой точки. Пузырекъ находится на срединѣ, когда оба его края одинаково удалены отъ нулевой (наивысшей) точки по обѣ стороны послѣдней; тогда уровень приведенъ въ горизонтальное положеніе—ось уровня горизонтальна. **Чувствительность уровня** назыв. отношеніе величины отклоненія пузырька a къ углу наклоненія α оси уровня къ горизонту. Если r радіусъ кривизны уровня, то имѣемъ $\alpha = \frac{a}{r}\ 206\,265$ секундъ.

Чувствительность уровня возрастаетъ съ увеличеніемъ радіуса кривизны стеклянной трубки. Обыкновенно чувствительность уровня дается, напр., отклоненію пузырька на одно дѣленіе соотвѣтствуетъ наклоненіе оси уровня къ горизонту въ 20 секундъ.

Уровни для главныхъ нивеллировъ .	.	5 секундъ,
» » большихъ теодолитовъ .		10 »
» » землемѣрныхъ теодолитовъ .	.	20 до 30 сек.

Повѣрка уровня съ плоской подставкой. На доскѣ, подпертой тремя установительными винтами, уровень приводится въ горизонтальное положеніе и затѣмъ **переставляется** на этой доскѣ на 180°. Если послѣ перестановки пузырекъ не пришелъ обратно въ среднее положеніе, то отклоненіе a пузырька отъ средняго положенія соотвѣтствуетъ двойному углу наклоненія (2α) оси уровня къ подставкѣ.

Если уровень насаженъ на зрительную трубу, то чувствительность его опредѣляется слѣдующимъ образомъ. На нѣкоторомъ разстояніи d устанавливается рейка и отсчитывается тотъ отрѣзокъ рейки l, который соотвѣтствуетъ отклоненію пузырька на n дѣленій уровня; тогда чувствительность составитъ

$$\alpha = \frac{l}{n\,d}\ 206\,265 \text{ секундъ.}$$

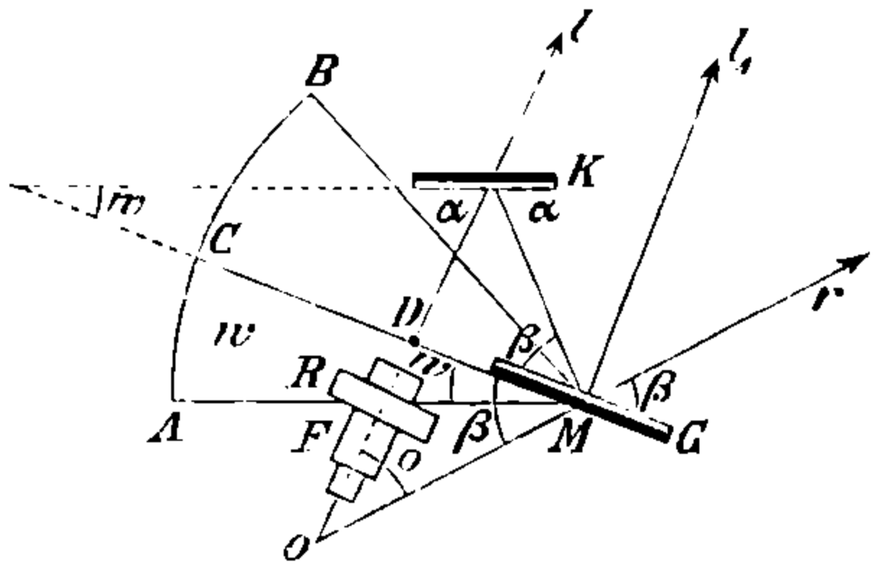
6. **Приборы для приведенія въ горизонтальное положеніе.** Сюда относятся: шаровой шарниръ, треножникъ и штативы. Они служатъ для установки измѣрительныхъ приборовъ въ горизонтальное положеніе при помощи уровня.

НТБ ДНУЖТ

b. Угломѣрные приборы безъ неподвижныхъ штативовъ (отражательные угломѣрные приборы).

Секстантъ (черт. 16) состоитъ изъ кругового сектора *A B M*, на плоскости котораго установлено, параллельно нулевой линіи дѣленій и нормально къ плоскости сектора, малое зеркало *K*, въ верхней половинѣ котораго подводка снята. Второе, такъ наз. большое, зеркало *G* установлено также нормально къ плоскости прибора на вращающейся около точки *M* алидадѣ *M C* съ ноніусомъ. Противъ малаго зеркала *K* установлено нормально къ плоскости секстанта кольцо *R*, въ которое ввинчена астрономическая труба (безъ сѣтки), такъ что глазъ наблюдателя въ *o* видитъ по направленію *o l* сквозь верхнюю непокрытую часть малаго зеркала непосредственно предметъ *l*, а въ нижней покрытой части того же зеркала отраженное изображеніе праваго предмета *r* послѣ двухкратнаго его отраженія въ зеркалахъ *G* и *K*. Если оба изображенія *l* и *r* совпадаютъ, то уголъ *l o r* равенъ двойному углу *w*, на который необходимо было повернуть алидаду отъ нулевого ея положенія для того, чтобы это совпаденіе имѣло мѣсто.

Черт. 16.



Дѣленія на секстантѣ указываютъ прямо двойные углы. Если зеркала *G* и *K* параллельны, въ каковомъ случаѣ нуль ноніуса долженъ совпадать съ нулемъ лимба (отклоненіе наз. **ошибкой указателя**), то $\alpha = \beta$, $w = 0$; въ этомъ случаѣ мы увидимъ двукратно отраженное въ зеркалахъ изображеніе безконечно удаленной точки (напр. звѣзды) совпадающимъ съ прямо-видимой сквозь верхнюю часть зеркала *K* звѣздой. Это даетъ средство для опредѣленія ошибки указателя (нуль лимба). Если предметъ *l* находится на конечномъ разстояніи отъ прибора, то при параллельномъ положеніи обоихъ зеркалъ изображеніе предмета не можетъ быть видимо совпадающимъ съ самымъ предметомъ, видимымъ непосредственно, ибо лучи, идущіе отъ предмета *l* при отраженіи въ обоихъ зеркалахъ, образуютъ между собою небольшой уголъ (**параллаксъ предмета**). Для того, чтобы привести ихъ въ совпаденіе, т.-е. опредѣлить величину этого малаго угла, необходимо повернуть большое зеркало назадъ внѣ нулевой линіи лимба. Параллаксъ будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше разстояніе *M D*. Если оно равно 5 cm, $o l = 1000$ m, то уголъ равенъ 10 секундамъ.

НТБ ДНУЖТ

Ошибку указателя въ секстантѣ всего лучше опредѣлять измѣреніемъ двойного діаметра солнца; для этого отраженное изображеніе солнца приводятъ въ соприкосновеніе сначала съ однимъ краемъ, а затѣмъ съ другимъ краемъ непосредственно видимаго солнечнаго диска; отраженное изображеніе солнца при этомъ пройдетъ путь, равный двойному діаметру солнца.

Если ошибка указателя равна нулю, то показанія, отсчитываемыя по обѣ стороны отъ нулевой точки, должны быть равны между собой и равны діаметру солнца.

На теоріи секстанта основаны еще слѣдующіе инструменты: **катоптрическій циркуль, рефлекторъ Дугласа, отражательный кругъ Мейеръ-Борда, двойной секстантъ** для рѣшенія задачи Потенота, **зеркальный кругъ** Пистора и Мартенса.

Кромѣ того, на теоріи секстанта основаны разные дальномѣры безъ рейки.

Секстантъ съ удобствомъ примѣняется въ тѣхъ случаяхъ, когда установка штативовъ представляетъ затрудненія, напр. во время экспедицій, на судахъ. При измѣреніи угловъ въ наклонной плоскости слѣдуетъ держать секстантъ такимъ образомъ, чтобы его плоскость совпадала съ наклонною плоскостью измѣряемаго угла.

Отнесеніе находящагося въ наклонной плоскости угла къ горизонту его вершины. Если α измѣренная величина угла, β и γ углы, образуемые сторонами угла съ горизонтомъ, A проекція угла α на горизонтальную плоскость, проходящую черезъ вершину угла, то имѣемъ:

$$\sin\frac{A}{2}=\sqrt{\frac{\sin\frac{\alpha+\beta-\gamma}{2}\sin\frac{\alpha-\beta+\gamma}{2}}{\cos\beta\cos\gamma}},$$

c. Угломѣрные приборы съ неподвижными штативами.

1. Буссоль. Буссолью измѣряютъ отклоненіе визирныхъ линій отъ магнитнаго меридіана даннаго мѣста.

1. **Буссоль съ діоптрами,** или **геодезическая буссоль,** состоитъ изъ собственно компаса, въ которомъ нормально къ оси установленъ кругъ (лимбъ) съ дѣленіями (нумерація дѣленій по направленію, обратному часовой стрѣлкѣ). На стальномъ остріѣ посрединѣ лимба повѣшена при помощи агатовой шляпки магнитная стрѣлка, концы которой съ обѣихъ сторонъ доходятъ до дѣленія на лимбѣ. Компасъ прикрѣпленъ къ продолговатой мѣдной полосѣ, которая на противоположныхъ концахъ снабжена двумя парами діоптровъ, вращающимися на шарнирахъ; визирная плоскость этихъ діоптровъ нормальна къ плоскости лимба и проходитъ черезъ его діаметръ 0^0—180^0. При помощи особой втулки снизу компаса послѣдній надѣвается на шарнирную шаровую цапфу

НТБ ДНУЖТ

штатива. Горизонтальное положеніе достигается при помощи круглаго уровня, устанавливаемаго на стеклянной крышкѣ компаса.

2. **Въ буссоли** со **зрительною трубою** компасъ устанавливается въ двухъ вертикальныхъ подставкахъ, находящихся на особой плитѣ; эти же подставки образуютъ подшипники для оси зрительной трубы, причемъ ось трубы можетъ перекладываться въ подшипникахъ; визирная плоскость трубы проходитъ черезъ діаметръ 0^0—180^0 буссоли. Вслѣдствіе постояннаго колебанія въ склоненіи стрѣлки устройство ноніуса здѣсь безполезно.

3. **Повѣрка буссоли.** 1. Цилиндрическая коробка буссоли не должна содержать въ себѣ ни желѣза ни никеля. По удаленіи магнитной стрѣлки изъ буссоли приближаютъ къ инструменту магнитную стрѣлку и наблюдаютъ, происходитъ ли отклоненіе этой стрѣлки. 2. Магнитная стрѣлка должна быть чувствительна. Отклоняютъ стрѣлку при различныхъ положеніяхъ коробки, стрѣлка должна всегда возвращаться обратно въ первоначальное положеніе. 3. Стрѣлка должна находиться въ центрѣ. Разность показаній обоихъ концовъ стрѣлки должна оставаться неизмѣнной. 4. Плоскость мѣдной доски, на которой прикрѣплена буссоль, должна быть перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія. На стеклянную крышку компаса устанавливаютъ круглый уровень и приводятъ его въ горизоптальное положеніе; при поворотѣ инструмента на 180^0 пузырекъ уровня долженъ оставаться на срединѣ; кромѣ того, магнитная стрѣлка должна всегда колебаться въ плоскости лимба. 5. Повѣрка перпендикулярности визирной плоскости (діоптровъ) въ плоскости лимба производится приведеніемъ инструмента въ горизонтальное положеніе и визированіемъ діоптровъ на свободно повѣшенный отвѣсъ.

Обыкновенно принимаютъ, что въ теченіе всего времени измѣренія буссолью склоненіе магнитной стрѣлки во времени и пространствѣ остается неизмѣннымъ, т. е. что магнитные меридіаны всѣхъ точекъ между собою параллельны. Буссоль представляетъ поэтому то удобство, что при съемкѣ многоугольника объ $2n$ сторонахъ достаточно сдѣлать только n установокъ инструмента. Съемка буссолью производится для нанесенія лѣсныхъ площадей; кадастровыя съемки и опредѣленіе границъ участковъ не слѣдуетъ производить буссолью. Длина прямыхъ, визируемыхъ при помощи буссоли, не должна превосходить 100 m.

4. **Нанесеніе на планъ буссольной съемки** можетъ быть произведено вычисленіемъ угловъ или опредѣленіемъ координатъ; лучше, однако, пользоваться чертежомъ. На картонѣ вычерчивается кругъ (діам. 15 до 20 cm), раздѣленный на полуградусы, и при помощи кнопокъ прикрѣпляется къ бумагѣ. Діаметръ 0^0—180^0 обозначаетъ направленіе магнитнаго

НТБ ДНУЖТ

меридіана. Отдѣльныя направленія сторонъ напосятся, пользуясь записанными углами, при помощи треугольника и линейки, перемѣщая данное буссолью направленіе параллельно самому себѣ до требуемой точки.

5. Видоизмѣненныя конструкціи буссоли представляютъ:

Призматическій компасъ, или **буссоль Шмалькальдера, подвѣсной компасъ Маркшейдера, корабельный компасъ.**

2. Теодолитъ представляетъ важнѣйшій инструментъ для измѣренія угловъ въ вертикальной и горизонтальной плоскостяхъ.

α. **Главныя части теодолита.**

1. **Треножникъ.**

2. **Лимбъ** представляетъ круглый дискъ (сплошной или съ вырѣзами, на окружности котораго, близъ края, нарѣзаны дѣлительною машиною дѣленія: цѣлыя, половины, трети или шестыя части градуса). Лимбъ можетъ быть неподвижно связанъ съ треножникомъ (обыкновенный теодолитъ) или можетъ вращаться обыкновенно при помощи полой цапфы; послѣдняя наружною своею поверхностью пригнана въ соотвѣтствующую втулку трепожника, а во внутреннюю полую часть ея входитъ цапфа алидады (репетиціонный или повторительный теодолитъ).

3. **Алидада** въ большинствѣ случаевъ представляетъ сплошной круговой дискъ, нѣсколько меньшаго діаметра, чѣмъ діаметръ лимба, и вращающійся около центра лимба. Конечныя точки одного или двухъ діаметровъ алидады обозначаются нулемъ,—у этихъ точекъ и имѣются ноніусы.

4. **Зажимательный и микрометренный винты** служатъ для скрѣпленія алидады съ лимбомъ и для незначительныхъ перемѣщеній алидады относительно лимба или послѣдняго относительно треножника.

5. **Зрительная труба.** Зрительная труба располагается либо между поддерживающими ее подставками, надъ осью вращенія инструмента (теодолитъ съ центральной трубой), или на концѣ оси вращенія, сбоку и внѣ подставки (теодолитъ съ внѣцентренной трубой для астрономическихъ наблюденій). Въ теодолитахъ, служащихъ для измѣренія угловъ въ вертикальной плоскости, со стороны глухого подшипника (обоймицы поддерживающей ось трубы) прикрѣпленъ наглухо къ оси зрительной трубы вертикальный кругъ, тогда какъ къ подшипнику (обоймицѣ) прикрѣплены двѣ спицы, имѣющія на концахъ ноніусы. Перевести трубу черезъ зенитъ—значитъ повернуть трубу около оси ея вращенія (или оси качанія такъ чтобы окуляръ и объективъ помѣнялись мѣстами. Компенсаціоннымъ теодолитомъ наз. теодолитъ, у котораго высота подшипниковъ; поддерживающихъ ось вращенія трубы, настолько значительна, что переводъ трубы черезъ зенитъ можетъ быть произведенъ непосредственно. Переложитъ трубу—значитъ повернутъ ее

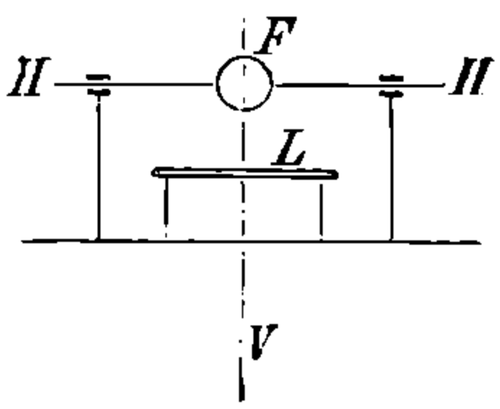
НТБ ДНУЖТ

около оптической оси такъ, чтобы цапфы оси вращенія помѣнялись мѣстами (для геодезическихъ цѣлей не примѣняется).

6. **Уровни.** a) Круглый уровень на алидадѣ, либо трубчатый уровень на алидадѣ или на одной изъ двухъ подставокъ, устанавливается по направленію визированія и притомъ такъ, чтобы ось уровня (и описываемая имъ плоскость) была перпендикулярна къ вертикальной оси прибора. b) Съемный трубчатый уровень устанавливается на цапфахъ оси вращенія зрительной трубы. Для измѣренія угловъ только въ горизонтальной плоскости достаточенъ круглый уровень въ алидадѣ. Для тахеометрическихъ измѣреній цѣлесообразно имѣть трубчатый уровень, установленный параллельно оптической оси зрительной трубы. Инструментъ служитъ тогда и нивеллиромъ, если горизонтальная визирная линія встрѣчаетъ рейку, по которой непосредственно можетъ быть отсчитано возвышеніе точки.

β. **Повѣрка теодолита и исправленіе погрѣшностей.** Три оси теодолита должны удовлетворять нижеслѣдующимъ условіямъ (черт. 17).

Черт 17.



1. Оптическая или коллимаціонная ось зрительной трубы *F* должна быть перпендикулярна къ оси ея вращенія *H*.
   Ось вращенія трубы *H* должна быть горизонтальна или перпендикулярна къ вертикальной оси инструмента *V*
3. Ось *V* инструмента должна быть точно вертикальна.

Если условіе 1 не соблюдено, то ось *F* описываетъ поверхность конуса; если условіе 2 не соблюдено, то визирная ось *F* хотя и описываетъ плоскость, но не вертикальную; если, наконецъ, условіе 3 не соблюдено, то горизонтальная ось *HH* при поворотѣ около оси *V* не остается болѣе горизонтальной. Въ каждомъ изъ трехъ указанныхъ случаевъ углы не могутъ быть проектированы на горизонтальную плоскость.

Повѣрка 1, независимо отъ расположенія уровня.

a) Визируютъ трубу на неподвижную точку *P*, перекладываютъ трубу, тогда ось *F* должна снова проходить черезъ точку *P*; если этого совпаденія нѣтъ, то отсчитываемое отклоненіе по лимбу соотвѣтствуетъ двойной величинѣ коллимаціонной ошибки.

b) Визируютъ на неподвижную точку *P*, переводятъ трубу черезъ зенитъ, поворачиваютъ алидаду на 180°, тогда *F* должна снова проходить черезъ *P*. Отклоненіе, какъ и выше.

НТБ ДНУЖТ

c) По оси *F* устанавливаютъ въ полѣ два кола, переводятъ трубу черезъ зенитъ и по направленію оптической оси ставятъ третій колъ. Если коллимаціонная ошибка равна нулю, то установленный третій колъ долженъ находиться на направленіи двухъ выставленныхъ ранѣе кольевъ. Во всѣхъ трехъ слуяаяхъ исправленіе ошибки достигается боковымъ перемѣщеніемъ кольца съ сѣткой.

Повѣрка 2 и 3, въ зависимости отъ расположенія уровня.

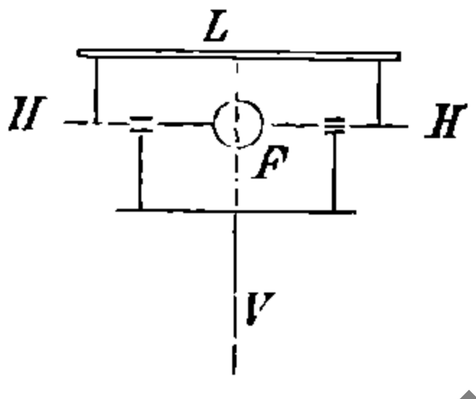
A. Круглый или трубчатый уровень на алидадѣ.

Уровень приводятъ въ горизонтальное положеніе и поворачиваютъ алидаду на 180°; если пузырекъ уровня пе мѣняетъ своего положенія, то ось уровня *L* перпендикулярна къ *V*; въ противномъ случаѣ половина отклоненія пузырька устраняется при помощи установительныхъ винтовъ при уровнѣ. Если *L* перпендикулярна къ *V* и ось *V* при помощи *L* установлена вертикально, то зрительную трубу, у которой предварительно исправлена коллимаціонная ошибка, визируютъ на вертикальную прямую (ребро зданія или отвѣсъ). Если во все время качанія трубы около ея оси центръ сѣтки остается на этой вертикальной прямой, то ось *H* горизонтальна. При помощи искусственнаго горизонта сравниваютъ отраженное въ этомъ горизонтѣ изображеніе возвышенной точки съ этою же точкой, видимой непосредственно. Или при помощи трубы проектируютъ высоко лежащую точку на горизонтально расположенную рейку съ дѣленіями, переводятъ трубу черезъ зенитъ, визируютъ на ту же точку и снова проектируютъ на рейку; если показанія рейки въ обоихъ случаяхъ l_1 и l_2, ,то показаніе, соотвѣтствующее дѣйствительной вертикальной проекціи точки, будетъ $^1/_2\ (l_1+l_2)$. Исправленіе ошибки производится поднятіемъ или опусканіемъ одного изъ двухъ подшипниковъ, поддерживающихъ ось трубы.

B. Трубчатый уровень *L* накладывается на цапфы оси вращенія *H* трубы.

Предварительно слѣдуетъ выяснить, не пересѣкаются ли оси *L* и *H* (черт. 18), и въ случаѣ надобности пользуются для бокового перемѣщенія уровня особыми установительными винтами сбоку уровня. Затѣмъ дѣлаютъ повѣрку параллелизма *L* и *H* перекладываніемъ уровня на оси вращенія трубы (для исправленія пользуются винтами при уровнѣ, расположенными другъ надъ другомъ). Діаметры обѣихъ цапфъ могутъ быть приняты равными. Наконецъ, повѣряютъ перпендикулярность

Черт. 18.



НТБ ДНУЖТ

оси вращенія инструмента V къ установленнымъ параллельно другъ къ другу осямъ L и H; для этого ставятъ уровень по направленію, параллельному двумъ установительнымъ винтамъ треножника, и приводятъ пузырекъ его на средину, поворачиваютъ алидаду на 180°. Исправленіе производится измѣненіемъ длины одной или обѣихъ подставокъ трубы.

Совпаденіе осей алидады и лимба. Если въ повторительномъ теодолитѣ устаповить при помощи уровня ось алидады въ вертикальное положеніе и затѣмъ повернуть лимбъ съ закрѣпленной на немъ алидадой, то пузырекъ уровня долженъ быть снова на срединѣ. Поправка невозможна. Ошибка при опредѣленіи направленій безвредна.

Повѣрка вертикальности вертикальнаго волоска сѣтки. У теодолита, установленнаго горизонтально, вертикальный волосокъ сѣтки долженъ быть вертикаленъ. Это имѣетъ мѣсто, когда визированная точка при качаніи трубы около своей оси не сходитъ съ вертикальнаго волоска. Поправка производится поворотомъ всего окуляра около оптической оси.

Внѣцентренность алидады и лимба имѣетъ мѣсто, если ось вращенія инструмента не проходитъ черезъ центръ лимба. Тогда разность показаній на двухъ противоположныхъ ноніусахъ перемѣнная. Вліяніе этой внѣцентренности устраняется, если брать среднее показаніе обоихъ ноніусовъ.

Внѣцентренность зрительной трубы обыкновенно обусловливается тѣмъ, что оптическая ось трубы F (черт. 18) и вертикальная ось вращенія инструмента V между собой не пересѣкаются. Плоскости качанія зрительной трубы обертываютъ собою вертикальный круговой цилиндръ, радіусъ котораго равенъ кратчайшему разстоянію между обѣими осями. Вліяніе этой внѣцентренности можетъ быть устранено измѣреніемъ одного и того же угла при обоихъ положеніяхъ зрительной трубы (переводится черезъ зенитъ) и опредѣленіемъ средняго показанія. Этимъ же путемъ можетъ быть устранено вліяніе коллимаціонной ошибки и ошибки горизонтальной оси вращенія трубы; только неправильности въ вертикальной оси вращенія этимъ способомъ измѣренія устранены быть не могутъ.

Для разбивки угловъ на мѣстѣ погрѣшности во всѣхъ осяхъ теодолита должны быть провѣрены и устранены.

γ. Измѣреніе угловъ.

1. **Измѣреніе угла** можетъ быть произведено простымъ измѣреніемъ и повторно простымъ измѣреніемъ. Для простого измѣренія устанавливаютъ трубу въ первомъ ея положеніи послѣдовательно на всѣ предметы справа налѣво, а при второмъ положеніи трубы (переводится черезъ зенитъ) визируютъ послѣдовательно на тѣ же предметы въ обратномъ направленіи.

НТБ ДНУЖТ

Журналъ простого измѣренія угла ведется по слѣдующему образцу:

Мѣсто стоянки	Наблюдаемая точка	Положеніе зрительной трубы I. Ноніусъ 1	Ноніусъ 2	Среднее	Положеніе зрительной трубы II. Ноніусъ 1	Ноніусъ 2	Среднее	Наблюденный уголъ	Среднее
		0 ′ ″	′ ″	0 ′ ″	0 ′ ″	′ ″	0 ′ ″	0 ′ ″	0 ′ ″
o	*l*	12 15 0	16 0	42 15 30	222 15 30	16 0	222 15 45	28 12 0	28 12 23
	r	70 28 0	27 0	70 27 30	250 29 0	28 0	250 28 30	28 12 45	

Повторно простое измѣреніе заключается въ томъ, что по измѣреніи всѣхъ угловъ, какъ указано выше, лимбъ поворачивается на нѣкоторый произвольный уголъ (для треугольниковъ I. порядка на 15^0, для треугольниковъ II. порядка на 30^0), и все измѣреніе угловъ повторяется такимъ же порядкомъ снова. Этимъ устраняется вліяніе ошибокъ въ дѣленіяхъ.

2. **Нанесеніе даннаго угла на мѣстности съ принятіемъ въ разсчетъ внѣцентренности алидады.**

Направленіе AB дано; требуется нанести направленіе AC подъ угломъ $\alpha = 40^0\,12'$ къ AB. Устанавливаемъ теодолитъ въ A (вершинѣ угла) центрально и горизонтально, визируемъ по B и отсчитываемъ Ноніусъ I a ($20^0\,16'$), Ноніусъ II b ($200^0\,15'$), ставимъ ноніусъ I на показаніе $a+\alpha$ ($60^0\,28'$), причемъ показаніе ноніуса II будетъ $b+\beta$ ($240^0\,26'$), тогда разности будутъ α ($40^0\,12'$), β ($40^0\,11'$), алидада въ этомъ случаѣ повернута на $\frac{\alpha+\beta}{2}$ ($40^0\,11'\,30''$) и ошибка

$$2\delta = \alpha - \beta = (1'\,0'')$$

Если поставить ноніусъ I на $a+\alpha+\delta = 60^0\;28'\;30''$, то показаніе ноніуса II будетъ $b+\beta+\delta = 240^0\;26'30'' = b+\alpha-\delta$ (ибо при такихъ небольшихъ поворотахъ внѣцентренность алидады вліянія не имѣетъ, и дѣйствительный уголъ поворота будетъ:

$$\frac{a+b+\alpha+\beta+2\delta}{2} - \frac{a+b}{2} = \frac{\alpha+\beta}{2} + \delta = \alpha = 40^0\;12'.$$

Указанный способъ примѣняется въ томъ предположеніи, что оси всѣ повѣрены и ошибки исправлены. Для того, чтобы въ этомъ убѣдиться, обозначаемъ найденное направленіе AC при помощи кола C, переводимъ трубу черезъ зенитъ и повторяемъ измѣреніе по вышеизложенному; если вмѣсто точки C получится точка C', то вѣрное направленіе будетъ находиться между C и C' посрединѣ. При весьма точномъ нане-

НТБ ДНУЖТ

сеніи угловъ на мѣстности рекомендуется назначать точку C приблизительно при помощи поворота ноніуса I на уголъ α, затѣмъ точно измѣряютъ предварительный уголъ BAC. При помощи полученной разницы въ величинѣ угла противъ требуемой опредѣляютъ то разстояніе, на которое долженъ быть передвинутъ предварительно установленный колъ C (для чего должно быть измѣрено разстояніе AC).

3. **Измѣреніе теодолитомъ угловъ наклоненія прямыхъ къ горизонту.** Теодолитъ для этой цѣли долженъ быть снабженъ чувствительнымъ трубчатымъ уровнемъ, установленнымъ по направленію горизонтальной проекціи визирной линіи. Когда пузырекъ уровня находится на срединѣ и нули ноніусовъ совпадаютъ съ 0 и 180 (или 90 и 270) вертикальнаго лимба, то визирная линія должна быть горизонтальна. Отклоненіе отъ этого положенія наз. ошибкой указателя. Если измѣрять уголъ наклоненія къ горизонту въ обоихъ положеніяхъ зрительной трубы, то средняя ариеметическая представляетъ дѣйствительную величину такъ называемаго кажущагося угла наклоненія къ горизонту, свободную отъ ошибки указателя; половина разницы и есть ошибка указателя.

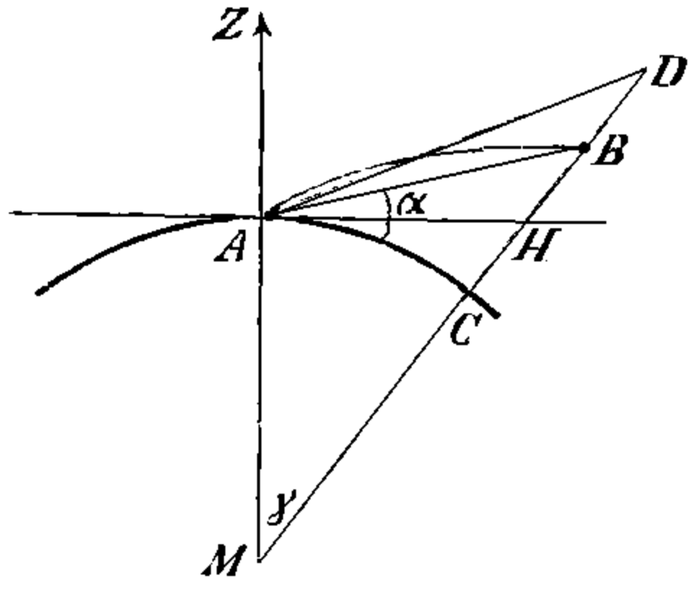
По измѣренной теодолитомъ дѣйствительной величинѣ кажущагося угла наклоненія прямой къ горизонту $DAH = a$ (черт. 19) найдемъ дѣйствительный уголъ наклоненія прямой къ горизонту $BAC = \alpha$, соотвѣтствующій разности высотъ BC, если къ измѣренному углу a прибавить соотвѣтствующій кривизнѣ земной поверхности уголъ $HAC = {}^1/_2\,\gamma$ и отнять уголъ $DAB = 0{,}0653\,\gamma$ (по Гауссу), соотвѣтствующій преломленію лучей въ воздухѣ, т.-е.

$$\alpha = a + 0{,}5\,\gamma - 0{,}0653\,\gamma.$$

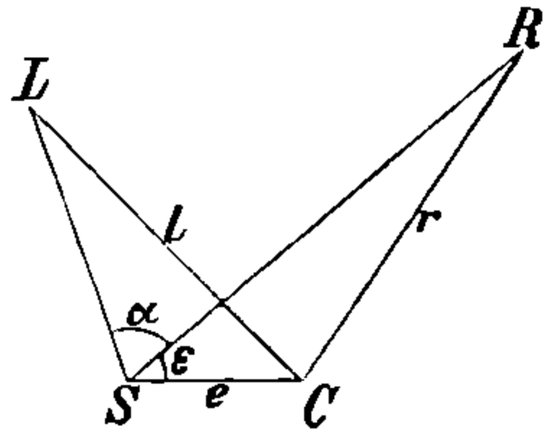
Эти поправки требуются, однако, лишь для большихъ разстояній. Для $AC = 1$ km имѣемъ $\gamma = 30$ sk.

4. **Внѣцентренная установка теодолита.** Если нѣтъ возможности установить теодолитъ въ вершинѣ угла C (черт. 20) (напр. если вершина угла совпадаетъ съ крестомъ церкви), то измѣряютъ изъ нѣкоторой точки S уголъ $LSR = a$ и относятъ его къ стоянкѣ въ точкѣ C, путемъ измѣренія отрѣзка e и угла ϵ, для чего требуется хотя

Черт. 19.



Черт. 20.



НТБ ДНУЖТ

бы приблизительное опредѣленіе длинъ $LC=l$ и $RC=r$, тогда имѣемъ:

$$LCR=\alpha+\left(\frac{e}{l}\sin(\alpha+\varepsilon)-\frac{e}{r}\sin\varepsilon\right)206\,265\ \text{sk}.$$

δ. **Задачи.**

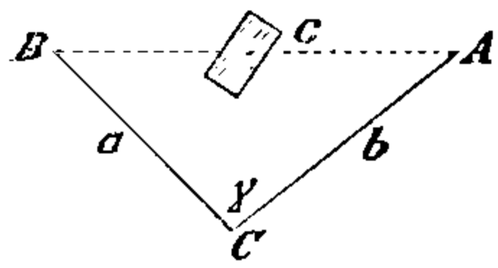
1. **Длина прямой** $AB=c$, **которая непосредственно не можетъ быть измѣрена** (черт. 21), находится, если измѣрить a, b и уголъ γ между ними:

$$c=\sqrt{a^2+b^2-2\,a\,b\cos\gamma}.$$

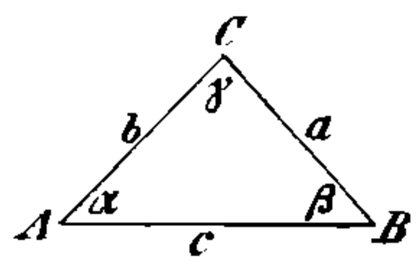
2. При помощи **прямыхъ засѣчекъ** положеніе недоступной точки C (черт. 22) относительно двухъ доступныхъ точекъ A и B, разстояніе между которыми C извѣстно, опредѣляется измѣреніемъ обоихъ угловъ α и β слѣдующимъ образомъ:

$$a=\frac{c\sin\alpha}{\sin(\alpha+\beta)};\qquad b=\frac{c\sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)}.$$

Черт. 21.



Черт. 22.



Треугольникъ ABC наносится на бумагу при помощи угловъ α и β и длины прямой AB геометрическимъ построеніемъ, а лучше при помощи вычисленія координатъ точки C относительно AB, какъ оси x-овъ, и A, какъ начала координатъ:

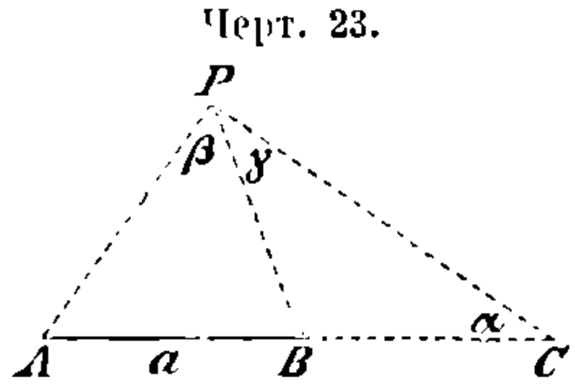
$$y_c=b\sin\alpha=a\sin\beta\quad\text{и}\quad x_c=b\cos\alpha=c-a\cos\beta.$$

3. **Способъ боковыхъ засѣчекъ** примѣняется въ тѣхъ случаяхъ, когда точка P (черт. 23) доступна, а A и B недоступны, причемъ инструментъ можетъ быть установленъ только на продолженіи AB въ точкѣ C. Величины α, β, γ и a даны.

$$AP=\frac{a\sin(\alpha+\gamma)}{\sin\beta},$$

$$BP=\frac{a\sin(\alpha+\beta+\gamma)}{\sin\beta}.$$

Черт. 23.

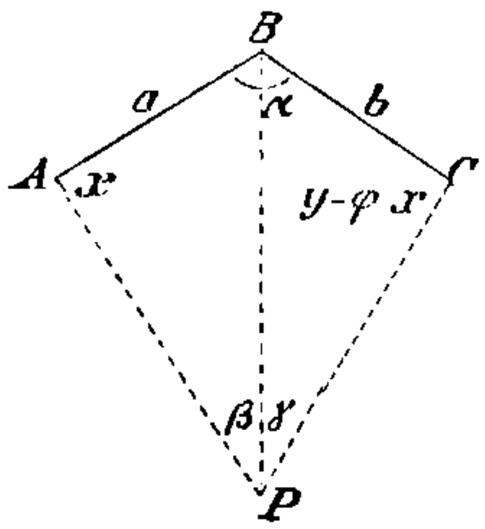


4. **Обратными засѣчками** опредѣляется положеніе доступной точки P (черт. 24) относительно трехъ заданныхъ по положенію точекъ A, B, C, но недоступныхъ; это достигается из-

НТБ ДНУЖТ

мѣреніемъ угловъ β и γ (задача Снелліуса или Потенота). Задача неопредѣленная, если точка P находится на окружности круга, проходящаго черезъ точки A, B, C. Необходимо опредѣлить углы x и $y = \varphi - x$, гдѣ $\varphi = 4R - (\alpha + \beta + \gamma)$.

Черт. 24.



$$\operatorname{ctg} x = \frac{a \sin \gamma}{b \sin \beta \sin \varphi} + \operatorname{ctg} \varphi, \text{ или также}$$

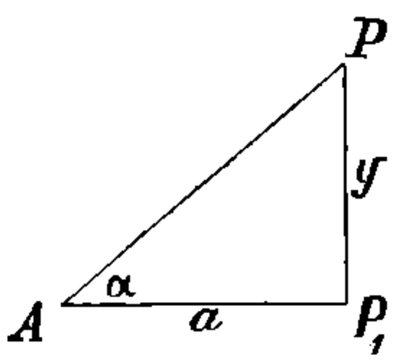
$$\operatorname{tg} \frac{x-y}{2} = \operatorname{tg} (45 - v) \operatorname{tg} \frac{x+y}{2},$$

$$\operatorname{tg} v = \frac{a \sin \gamma}{b \sin \beta} \text{ и}$$

$$\frac{x+y}{2} = \frac{4R - (\alpha+\beta+\gamma)}{2}.$$

По вышеизложенному возможно вычисленіе разстояній точки P отъ трехъ точекъ A, B, C изъ треугольниковъ $A\,B\,P$ и $B\,C\,P$.

Черт. 25.



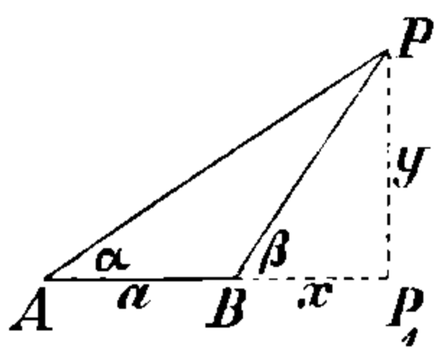
5. **Если P точка, расположенная на высотѣ y надъ P_1** (напр. шпицъ башни), и если a горизонтальное основаніе, α вертикальный уголъ (возвышеніе надъ горизонтомъ) (черт. 25), то, не принимая во вниманіе кривизны земли и преломленія свѣта, будемъ имѣть:

$$y = a \operatorname{tg} \alpha.$$

Если разсматривать α какъ премѣнную, a какъ постоянную, то $dy = a \frac{da}{\cos^2 \alpha}$ есть уравненіе, которое выражаетъ соотношеніе между небольшими измѣненіями $d\alpha$ и dy.

6. **Если основаніе P_1 недоступно** (черт. 26), прямая $A\,B$ лежитъ въ одной вертикальной плоскости съ точкой P и α и β вертикальные углы, то имѣетъ:

Черт. 26.



$$y = x \operatorname{tg} \beta \text{ и } y = (x+a) \operatorname{tg} \alpha,$$

$$x = \frac{a \sin \alpha \cos \beta}{\sin (\beta - \alpha)} \text{ и } y = a \frac{\sin \alpha \sin \beta}{\sin (\beta - \alpha)},$$

откуда, если α и β разсматривать какъ перемѣнныя, и, кромѣ того, положить $d\alpha = d\beta$, то

$$dx = a \frac{\cos (\beta + \alpha)}{\sin (\beta - \alpha)} d\alpha \text{ и}$$

$$dy = a \frac{\sin (\beta + \alpha)}{\sin (\beta - \alpha)} d\alpha.$$

3. Мензула. Служитъ для съемки горизонтальныхъ проекцій угловъ и длинъ въ полѣ, въ уменьшенномъ масштабѣ. Мен-

НТБ ДНУЖТ

зула состоитъ изъ мензульной доски и кипрегеля. Если труба кипрегеля служитъ дальномѣромъ, то сюда относится еще дистанціонная рейка; кромѣ того: готовальня, иголки, вилка съ отвѣсомъ и зонтикъ, вставляемый въ землю и укрѣпляемый вантами. **Мензульная доска**, квадратная, изъ дерева (60 cm въ сторонѣ квадрата). Приводится въ горизонтальное положеніе при помощи круглаго уровня. **Кипрегель**—приспособленіе для черченія на доскѣ горизонтальныхъ проекцій визируемыхъ прямыхъ, состоитъ изъ линейки (раньше концы линейки снабжались **діоптрами**) и вращающейся въ вертикальной плоскости зрительной трубы съ трубчатымъ уровнемъ и вертикальнымъ кругомъ (лимбомъ); къ линейкѣ прикрѣплена оріентиръ-буссоль. Въ кипрегелѣ Брейтгаупта ось трубы кипрегеля имѣетъ подшипникъ съ одной стороны; кипрегели датскіе имѣютъ ось трубы, подпертую съ двухъ сторонъ; въ послѣднемъ случаѣ труба не можетъ быть переводима черезъ зенитъ. Обыкновенно зрительную трубу снабжаютъ дальномѣромъ. Мензульная доска должна представлять плоскость и быть перпендикулярна къ вертикальной оси прибора. Повѣрка при помощи круглаго уровня. Зрительная труба должна быть перпендикулярна къ оси вращенія трубы, а послѣдняя должна быть горизонтальна. Для измѣренія угловъ въ вертикальной плоскости требуется, чтобы нуль ноніуса совпадалъ съ нулемъ вертикальнаго лимба въ то время, когда пузырекъ лежащаго на трубѣ уровня находится на срединѣ, а оптическая ось зрительной трубы была горизонтальна. Повѣрка—какъ у теодолита. Нѣтъ необходимости, чтобы вертикальная плоскость качанія оптической оси трубы проходила черезъ край линейки; у кипрегелей датскаго типа это невозможно.

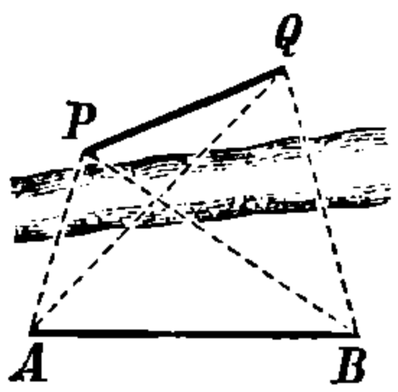
Мензула считается оріентированной по направленію линіи $A\,B$ въ полѣ (прямая $a\,b$ на мензульной доскѣ), если точка a на мензульной доскѣ находится въ точности надъ точкой A въ полѣ (что достигается при помощи вилки съ отвѣсомъ) и когда въ зрительной трубѣ приложенной по $a\,b$ грани кипрегельной линейки будетъ виденъ пунктъ B на пересѣченіи волосковъ, что достигается сначала грубымъ поворачиваніемъ мензульной доски, а затѣмъ точной микрометренной ея установкой.

Примѣненія мензулы.

1. **Прямая засѣчка** точекъ P, Q отъ базиса $A\,B$ (черт. 27). На мензульной доскѣ чертятъ по предыдущему $a\,b = \frac{1}{n}\,A\,B$. Оріентируемъ въ A мензульную доску по $A\,B$, прикладываемъ линейку кипрегеля къ a и визируемъ по направленію P,

НТБ ДНУЖТ

Черт. 27.



а затѣмъ по направленію Q и чертимъ визирныя линіи. По перестановкѣ мензульной доски въ точку B оріентируемъ ее по $B\,A$ и проводимъ визирныя линіи отъ точки b къ точкамъ P и Q. Искомыя точки p и q получаются какъ точки пересѣченія. Недоступное разстояніе $P\,Q$ тогда $= n \cdot p\,q$.

2. **Обратныя засѣчки** по тремъ заданнымъ на мензульной доскѣ недоступнымъ точкамъ A, B и C (задача Потенота, стр. 24). На листѣ мензульной доски (масштабъ 1 : 25 000) длиной 10 минутъ (около 11 km) и шириною 6 минутъ (около 11 km), т. е. площадью около 120 qkm, приходится въ среднемъ около 15 тригонометрическихъ пунктовъ. На этихъ пунктахъ основывается топографическая съемка. Тригонометрическіе пункты выбираются обыкновенно какъ точки стоянія мензульной доски (причемъ оріентируютъ мензульную доску по вышеизложенному); но этихъ пунктовъ обыкновенно недостаточно. Въ каждой новой стоянкѣ топографъ долженъ оріентировать мензульную доску, т. е. придавать ей такое положеніе, чтобы точки a, b, c. на мензульной доскѣ имѣли положеніе, подобное точкамъ A, B и C. . въ натурѣ, такъ что прямыя $a\,A$, $b\,B$, $c\,C$. . ., соединяющія соотвѣтствующія точки на мензулѣ, и въ натурѣ пересѣкаются въ такъ называемой подобной точкѣ p. Если при помощи вилки съ отвѣсомъ перенести точку p съ мензулы на поле, то можно быть увѣреннымъ, что $p\,a$, $p\,b$. . . $= \frac{1}{n} P\,A, \frac{1}{n} P\,B$. . ., если масштабъ чертежа равенъ $1 : n$ Пунктъ p представляетъ тогда ту точку мензульной доски, изъ которой необходимо производить визированіе на новыя подлежащія нанесенію на планъ точки M, N. Если мензула оріентируется подобно предыдущему для нѣкоторой другой точки стоянія, т. е. получена, подобно предыдущему, вторая точка q, то каждый изъ подлежащихъ вновь нанесенію пунктовъ m, n. . вполнѣ опредѣляется прямыми засѣчками изъ точекъ P и Q, при помощи паръ лучей pm и qm, pn и qn. Кромѣ того, необходимо на мензульной доскѣ измѣрить разстояніе между обѣими точками стоянія $P\,Q = npq$. Если зрительная труба кипрегеля имѣетъ дальномѣръ, то достаточно для каждой изъ наносимыхъ точекъ M, N проводить по одному лучу. Мензула считается оріентированной по всѣмъ точкамъ A, B, C. . ., если она оріентирована по тремъ изъ нихъ. Въ каждой новой точкѣ стоянія топографъ долженъ рѣшить задачу оріентированія мензулы по тремъ точкамъ, для того чтобы отыскать въ полѣ такую точку p, изъ которой слѣдуетъ проводить новыя визирныя линіи; треугольникъ $A\,B\,C$ въ полѣ долженъ быть приведенъ въ положеніе, подобное треугольнику $a\,b\,c$ на мензуль-

НТБ ДНУЖТ

ной доскѣ, т. е. приведенную въ горизонтальное положеніе доску вращать до тѣхъ поръ, пока стороны обоихъ указанныхъ треугольниковъ не будутъ соотвѣтственно параллельны, или прямыя $a\,A$, $b\,B$ и $c\,C$, соединяющія соотвѣтственныя точки въ полѣ и на доскѣ, не будутъ пересѣкаться въ одной точкѣ p. Если указанныя прямыя пересѣкаются въ трехъ точкахъ x, y, z, то эти точки образуютъ треугольникъ погрѣшностей. Различные способы для устраненія треугольника погрѣшностей основаны на томъ, что мензульная доска въ полѣ можетъ быть разсматриваема какъ точка (въ масштабѣ 1 25 000, величина 60 cm = 0,02 mm), и что поэтому безразлично, отъ какой бы точки ни чертить углы, которыми опредѣляются направленія $A\,B$, $B\,C$ и $A\,C$. Оріентированіе мензулы невозможно, если она находится на окружности круга, проходящаго черезъ точки A, B, C въ полѣ. Наивыгоднѣйшее положеніе мензулы внутри снимаемаго треугольника на мѣстности.

4. Дальномѣрная труба съ рейкой.

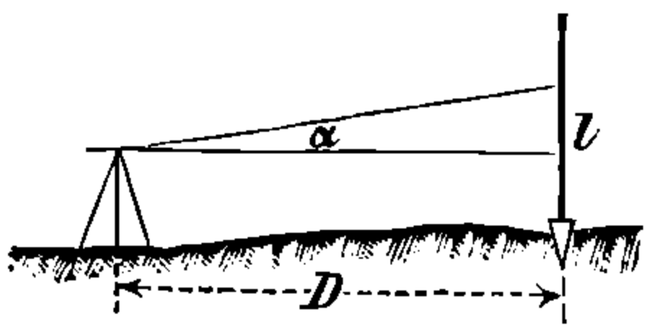
1. **Горизонтальное разстояніе** D опредѣляется изъ продолговатаго треугольника (черт. 28), въ которомъ даны короткая сторона l и противолежащій острый уголъ α.

$$D = \frac{1}{\sin \alpha}.$$

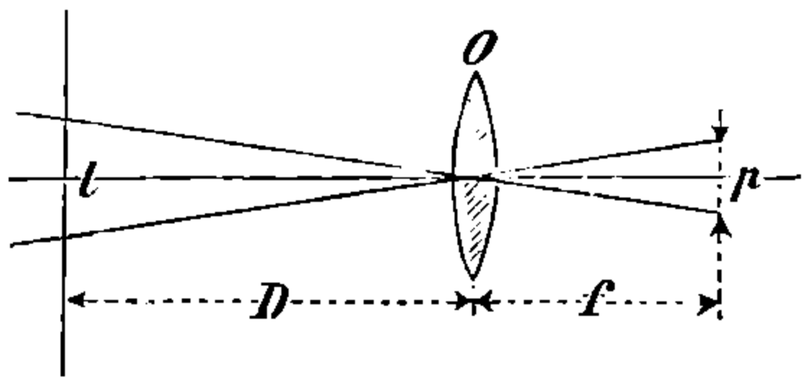
Дальномѣры устраиваются такъ, чтобы либо величина l перемѣнная, а α постоянная (дальномѣры Рейхенбаха и Порро), или l постоянная, а α перемѣнная (дальномѣры Штампфера, А. Мейсснера). Въ зрительной трубѣ дальномѣра Рейхенбаха имѣются два неподвижныхъ волоска, параллельные среднему горизонтальному волоску. О разстояніи судятъ по величинѣ того отрѣзка рейки, который помѣщается между двумя вышеуказанными волосками.

Пусть (черт. 29) O объективъ съ фокуснымъ разстояніемъ F, которымъ визируемъ на вертикально установленную рейку

Черт. 28.



Черт. 29.



на разстояніи D отъ объектива; тогда, если l отрѣзокъ рейки, видимый между волосками, p разстояніе между волосками

НТБ ДНУЖТ

сѣтки и f разстояніе изображенія предмета до объектива, будемъ имѣть:

$$\frac{p}{f}=\frac{l}{D} \text{ и } \frac{1}{D}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}, \text{ откуда } D-F=\frac{F}{p}l \text{ или}$$

$$D=F+kl.$$

Эта формула относится непосредственно къ окуляру Рамсдена. У зрительной трубы съ окуляторомъ Гюйгенса (сѣтка независима отъ окуляра) изображеніе падаетъ между собирательнымъ стекломъ и окуляромъ. Если F_1 фокусное разстояніе собирательнаго стекла и e разстояніе сѣтки отъ собирательнаго стекла, то:

$$D-F=\frac{F}{p}\left(1-\frac{e}{F_1}\right)l \text{ или}$$

$$D=F+kl, \text{ гдѣ } k=\frac{F\left(1-\frac{e}{F_1}\right)}{p}.$$

Постоянная величина k опредѣляется посредствомъ опытовъ и должна находиться между 100 и 200. Значеніе k можетъ быть измѣняемо при измѣненіи разстоянія между горизонтальными волосками сѣтки или, проще, при окулярѣ Гюйгенса измѣненіемъ разстоянія e путемъ премѣщенія плоскости сѣтки. Если обозначимъ черезъ δ разстояніе объектива до оси вращенія инструмента (въ теодолитахъ около $0{,}5\,F$) и назовемъ разстояніе отъ мѣста стоянки рейки до этой оси черезъ E, то

$$E=\delta+F+kl=c+kl,$$

гдѣ k при окулярѣ Рамсдена $=\frac{F}{p}$, а при окулярѣ Гюйгенса $=\frac{F}{p}\left(1-\frac{e}{F_1}\right)$. При съемкахъ въ маломъ масштабѣ можно величиною c пренебрегать.

Въ зрительной трубѣ дальномѣра Порро величина $c=0$, т. е. точка, отъ которой слѣдуетъ отсчитывать разстоянія, если желательно принимать, чтобы эти разстоянія были пропорціональны отрѣзку длины рейки между горизонтальными волосками трубы, такъ называемая аналитическая точка должна совпадать съ осью вращенія инструмента; это достигается тѣмъ, что объективъ соединяется съ особой собирательной чечевицей, такъ назыв. аналитической чечевицей; послѣдняя удалена отъ объектива на неизмѣнномъ, но поддающемся регулированію, разстояніи d. Если F_1 фокусное разстояніе этого собирательнаго стекла и F — объектива, то равнозначащее фокусное разстояніе

НТБ ДНУЖТ

$$F_2 = \frac{F\,F_1}{F + F_1 - p} \text{ и } E = \frac{F_2}{p}\,l = k\,l.$$

(k измѣняется при измѣненіи d.)

2. **Наклонныя визирныя линіи.** Рейка устанавливается либо нормально къ визирной линіи, либо устанавливается вертикально (послѣднее лучше).

При вертикально установленной рейкѣ отсчитываемый на послѣдней отрѣзокъ l соотвѣтствуетъ длинѣ $l_1 = l \cos \alpha$, гдѣ α уголъ въ вертикальной плоскости; поэтому

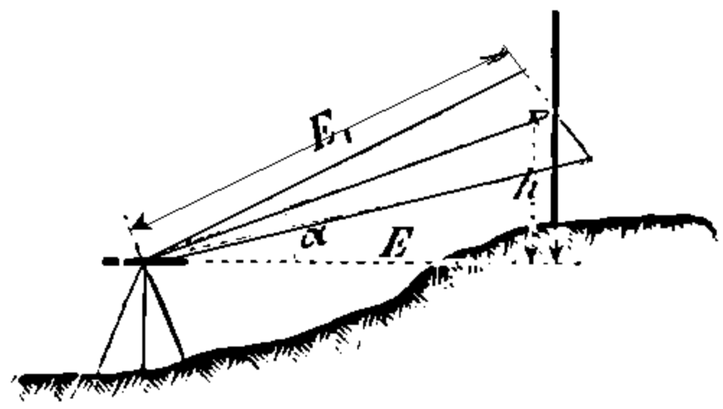
для дальномѣра Рейхенбаха:

$$E_1 = c + k\,l \cos \alpha,$$

для дальномѣра Порро:

$$E_1 = k\,l \cos \alpha,$$

Черт. 30.



отсюда горизонтальное разстояніе:

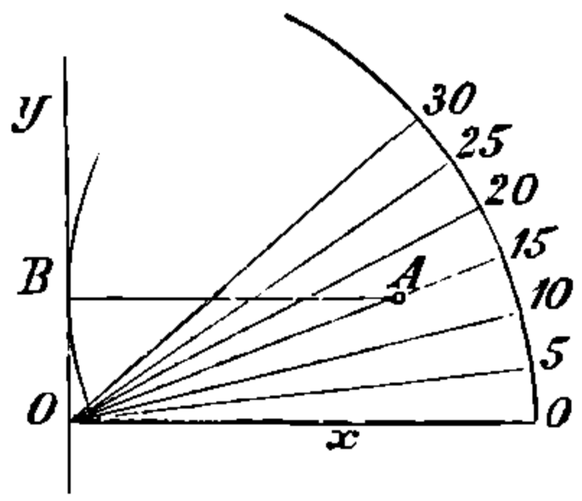
$$E = c \cos \alpha + k\,l \cos^2 \alpha \text{ и, соотв.,}$$
$$E = k\,l \cos^2 \alpha. \qquad (1).$$

Въ большинствѣ случаевъ величиною $c \cos \alpha$ можно пренебрегать. Если h (черт. 30) высота средней визирной точки надъ горизонтомъ инструмента, то имѣемъ

$$h = E \operatorname{tg} \alpha = {}^1/_2\, k\,l \sin 2\alpha \qquad . . (2).$$

Опредѣленіе выраженій (1) и (2) производится либо логариемически, либо примѣненіемъ вспомогательныхъ таблицъ*), либо при помощи счетной линейки, или же при помощи и такъ наз. лучевыхъ діаграммъ. Для отнесенія даннаго разстоянія къ горизонту по формулѣ $E = k\,l \cos^2 \alpha$ можно проектировать діаграмму, въ которой для луча съ указателемъ α уголъ наклоненія φ къ лучу 0 опредѣляется по уравненію $\cos \varphi = \cos^2 \alpha$. Такъ, напр., лучу 10° соотвѣтствуетъ уголъ наклоненія $\varphi = 14^0\,6'$. Вычисленные углы φ наносятся при помощи таблицы тангенсовъ въ возможно крупномъ масштабѣ. Если требуется вычислить $E = k\,l \cos^2 15^0$, то откладываютъ $O\,A = k\,l$ (черт. 31), и тогда $AB = E$. Для вычисленія высоты $h = E \operatorname{tg} \alpha$ пользуются тангенціальнымъ масштабомъ, съ десятернымъ масштабомъ для высотъ.

Черт. 31.



α	φ
5	7° 4′
10	14 6
15	21 6
20	27 59
25	34 46
30	41 25

*) Наиболѣе подробныя: Jordan, Hülfstafeln zur Tachymetrie.

НТБ ДНУЖТ

D. Инструменты для опредѣленія высотъ и способы для измѣренія высотъ.

Четыре различныхъ рода нивеллировки.

При геометрическомъ нивеллированіи разность высотъ двухъ точекъ A и B на мѣстности опредѣляется какъ разница въ отклоненіи отъ горизонта одной изъ этихъ точекъ (нивеллированіе изъ одной конечной точки) или отъ горизонта нѣкоторой третьей точки (нивеллированіе изъ средины); эта разность получается непосредственно въ единицахъ длины на особой рейкѣ съ дѣленіями.

При тригонометрическомъ нивеллированіи разность высотъ опредѣляется предварительно по углу возвышенія надъ горизонтомъ точки A надъ B или B надъ A. Отсюда разность высотъ въ линейной мѣрѣ опредѣляется уже вычисленіемъ.

При барометрическомъ нивеллированіи разность высотъ двухъ точекъ опредѣляется какъ функція одновременно наблюдаемыхъ въ этихъ точкахъ стояній барометра; отсюда затѣмъ вычисляется разность высотъ въ линейной мѣрѣ, принимая въ разсчетъ температуру, влажность и измѣненіе силы тяжести.

При гипсометрическомъ нивеллированіи наблюдаютъ температуру кипѣнія воды въ данныхъ точкахъ A и B и на основаніи этого опредѣляютъ стоянія барометра въ этихъ точкахъ.

a. Геометрическое нивеллированіе.

Разница A между кажущимся горизонтомъ (касательная плоскость въ шаровоїї поверхности земли) и дѣйствительнымъ горизонтомъ (шаровая поверхность) опредѣляется для разстоянія d, принимая во вниманіе преломленіе лучей въ воздухѣ, по формулѣ:

$$A = 434{,}7\,\frac{d^2}{r}\,;$$

разстояніе d въ m и $r = 6\,370\,000$ m радіусъ земли.

$d =$	0	1 0	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	7500 m
$A =$	0	1	3	6	11	17	25	33	44	55	68	3830 mm

A принимается въ разсчетъ только при нивеллированіи изъ одной данной точки.

Обыкновенно производятъ нивеллировку изъ средины разстоянія между данными точками, т.-е. при условіи одинаковой длины визирныхъ линій, ибо при этомъ:

1) поправка вслѣдствіе кривизны земной поверхности и отъ преломленія лучей въ воздухѣ не требуется; 2) измѣреніе

НТБ ДНУЖТ

высоты инструмента излишне; 3) ошибка отъ не вполнѣ горизонтальнаго направленія визирной линіи пропадаетъ, и не требуется перестановка окуляра въ зрительной трубѣ; 4) вслѣдствіе оріентированія по противоположнымъ направленіямъ ошибки въ наблюденіяхъ взаимно сокращаются съ большею вѣроятностью.

Инструменты для нивеллированія подраздѣляются на: 1) ватерпасы или приборы съ отвѣсомъ; 2) гидростатическіе приборы, и 3) приборы съ уровнями.

1. Ватерпасы или приборы съ отвѣсомъ.

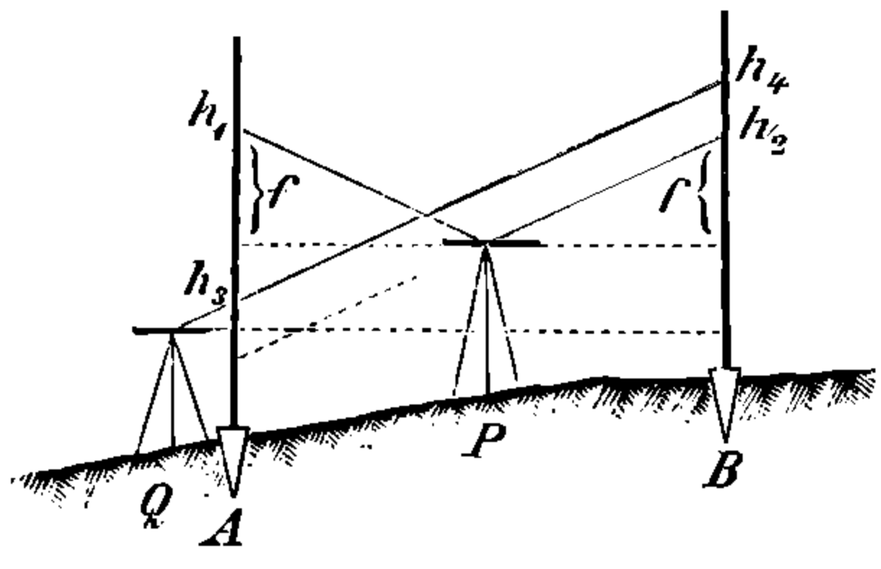
Къ числу старѣйшихъ приборовъ этого рода принадлежитъ **ватерпасъ съ отвѣсомъ** въ соединеніи съ линейкой (рейкой); служитъ для приведенія въ горизонтальное положеніе балокъ, фермъ, при возведеніи каменной кладки, при сооруженіи мостовыхъ. Для повѣрки ватерпаса переставляютъ его на 180° при неизмѣнномъ положеніи линейки; линейка повѣряется поворачиваніемъ на 180° при неизмѣнномъ положеніи ватерпаса. Вмѣсто ватерпаса въ послѣднее время часто примѣняютъ **линейку** (рейку) **съ уровнемъ**, прикрѣпленнымъ вдоль рейки; примѣняется для снятія поперечныхъ профилей, причемъ рейка служитъ одновременно для измѣренія длины. Вспомогательные приборы для обозначенія промежуточныхъ точекъ при проведеніи дорогъ: **визирка** (рейки въ видѣ буквы **Т**, одинаковой вышины); **горный ватерпасъ** или ватерпасъ для откосовъ — полукруглый ватерпасъ съ дугой, раздѣленной на градусы, неподвижно прикрѣпленъ къ линейкѣ; дуга снабжается отвѣсомъ, который можетъ быть замѣненъ и алидадой, къ послѣдней укрѣплены указатель и уровень. Если нитка отвѣса находится на нулѣ дѣленій дуги или пузырекъ алидаднаго уровня находится на срединѣ при положеніи указателя алидады на нулѣ дуги, то нижняя грань рейки должна быть горизонтальна. Высотомѣръ Шмалькальдера представляетъ сплошной, круглый, съ дѣленіями, дискъ, могущій вращаться около горизонтальной оси, проходящей черезъ его центръ; дискъ снабженъ эксцентрически укрѣпленнымъ на немъ грузомъ, положеніе котораго относительно неподвижнаго визирнаго приспособленія (діоптровъ) можетъ быть отсчитываемо на кругѣ. Высотомѣры типа Цугмайера, Зиккера и Касалла, примѣняемые при измѣреніи лентой по наклону, имѣютъ конструкцію, подобную высотомѣрамъ Шмалькальдера. Въ **высотомѣрѣ Мейера (измѣритель уклоновъ)** визирнымъ приспособленіемъ служитъ небольшая зрительная труба безъ увеличенія. Фокусныя разстоянія объектива и окуляра одинаковы и меньше разстоянія яснаго зрѣнія; кольцо съ сѣткой находится посрединѣ. Каждое изъ двухъ стеколъ можетъ служить, по желанію, боъективомъ и окуляромъ, такъ что при одномъ и томъ же

НТБ ДНУЖТ

положеніи трубы можно визировать впередъ и назадъ. Весьма удобны для разбивки линій опредѣленнаго уклона. Дѣленія на кругѣ указаны въ процентахъ уклона. Въ приборахъ для измѣренія уклона А. Мейсснера дискъ, раздѣленный на градусы или проценты, замѣненъ скалой, раздѣленной по тангенсамъ, такъ какъ уклонъ или подъемъ часто выражается въ тангенсахъ. Въ Швеціи и Норвегіи въ большомъ употребленіи для измѣренія уклоновъ и разбивки уклоновъ на мѣстѣ **подвѣсное зеркало** Вреде *). **Карманный уровень** Бона (герм. прив. 12182) представляетъ, подвѣшенный на шарнирѣ Кардана, отвѣсъ (**маятникъ**), перпендикулярно къ которому прикрѣплена Галилеева зрительная труба.

Повѣрка высотомѣровъ. При вертикальномъ положеніи отвѣса или расположеніи пузырька уровня посрединѣ соотвѣтствующая визирная линія должна быть горизонтальна. Инструментъ устанавливаютъ въ точкѣ P на одинаковомъ разстояніи отъ точекъ A и B (разстояніе 20 m), обозначенныхъ на землѣ кольями (черт. 32). Пусть показанія реекъ въ A и B будутъ h_1 и h_2. (Тогда, несмотря на невѣрность f, разность высотъ точекъ A и B будетъ $h_1 - h_2$.) Устанавливаютъ послѣ этого инструментъ по возможности ближе къ точкѣ A въ Q и отсчитываютъ дѣленія h_3 и h_4. Тогда двойная погрѣшность

Черт. 32



$$2f = h_1 - h_3 + h_4 - h_2$$

(откуда получается условіе вѣрности инструмента: $h_1 - h_3 = h_2 - h_4$). Отклоненіемъ (отъ горизонтали) визирной линіи изъ Q на рейку въ точкѣ A, въ виду незначительности разстоянія, можно пренебречь, поэтому при визированіи изъ Q на рейку въ B на послѣдней должно было бы получиться показаніе $h_4 - 2f$. На этомъ основаніи производится исправленіе погрѣшности.

2. Гидростатическіе приборы

основаны на законѣ сообщающихся сосудовъ. Старѣйшіе приборы этого рода представляютъ двѣ **вертикальныя трубы, сообщающіяся между собою горизонтальною трубой**; нивеллирная рейка снабжена цѣлью. Разстояніе между точками A и B

НТБ ДНУЖТ

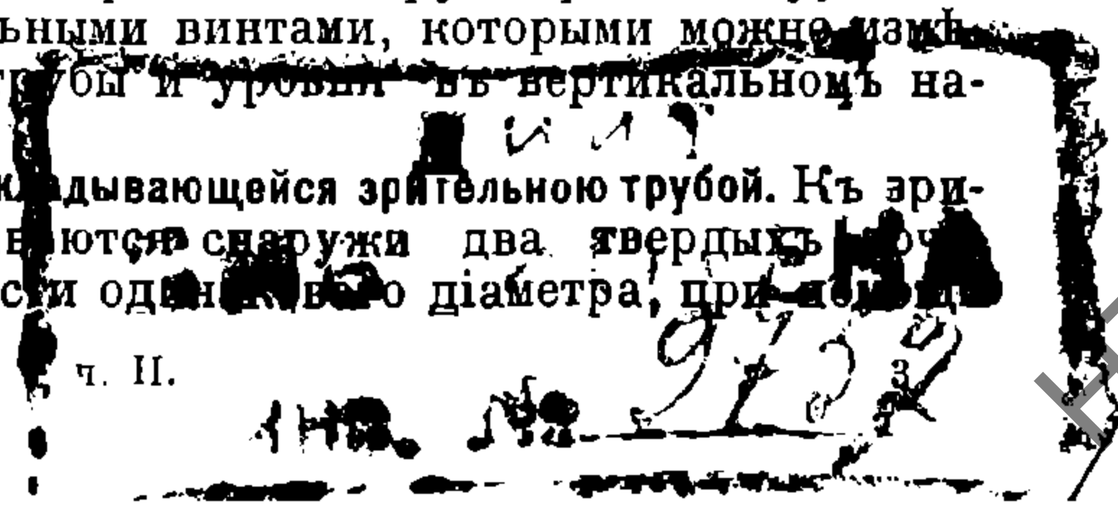
принимается не болѣе 20 m. Выпуклая поверхность уровня (воды) въ вертикальныхъ трубкахъ дѣлаетъ визирную линію ненадежной. Въ **ртутномъ уровнѣ** визирная линія опредѣляется двумя діоптрами, плавающими на поверхности ртути. Повѣрка визирной линіи производится по вышеизложенному. Въ **конструкціяхъ съ соединительнымъ рукавомъ** (указаны Ламбертомъ еще въ 1770 году) разность горизонтовъ двухъ точекъ опредѣляется непосредственно. Двѣ вертикальныя цилиндрическія стеклянныя трубки, длиною около 1 m, имѣютъ по всей длинѣ дѣленія и заключены въ нижней своей части въ мѣдные цилиндры съ плоскимъ дномъ. Обѣ вертикальныя трубы сообщаются между собою резиновымъ рукавомъ, длиною въ 20 до 25 m. Наполненіе водой. Мѣста установки стеклянныхъ цилиндровъ находятся на одной высотѣ, когда вода стоитъ въ вертикальныхъ трубкахъ на одномъ уровнѣ. Этимъ приборомъ пользуются, когда необходимо при установкѣ машинъ, находящихся въ разныхъ помѣщеніяхъ, вывести фундаменты на одной или на разныхъ высотахъ.

3. Инструменты съ уровнями.

α. **Нивеллиръ со зрительною трубой** состоитъ главнымъ образомъ изъ трехъ частей: трубчатаго уровня, зрительной трубы и постамента (треножникъ или шаровой шарниръ). Уровень и зрительная труба располагаются такимъ образомъ, что ихъ оси параллельны. Зрительная труба поддерживается двумя подставками, которыя устанавливаются на продолговатой балочкѣ, къ нижней поверхности которой прочно прикрѣпляется вертикальная цапфа (ось вращенія), пригнанная во втулку треножника. Необходимо различать три оси: ось уровня L, оптическую ось зрительной трубы F и вертикальную ось вращенія V. Если L параллельна F и V перпендикулярна къ обѣимъ осямъ, то при вращеніи соединенныхъ между собою зрительной трубы и уровня около оси V оптическая ось трубы описываетъ горизонтальную плоскость (кажущійся горизонтъ или горизонтъ инструмента, общее горизонтальное положеніе инструмента). Необходимо различать двѣ **основныя формы** нивеллировъ со зрительными трубами.

1. **Нивеллиръ съ глухой трубой.** Зрительная труба наглухо соединена съ поддерживающими ее подшипниками (или труба можетъ вращаться въ подшипникахъ около своей геометрической оси, но не можетъ быть вынимаема изъ подшипниковъ). Уровень прикрѣпляется наглухо либо къ трубѣ, или къ подставкамъ трубы. Зрительная труба равно и уровень снабжены установительными винтами, которыми можно измѣнять положеніе осей трубы и уровня въ вертикальномъ направленіи.

2. **Нивеллиры съ перекладывающейся зрительною трубой.** Къ зрительной трубѣ припаиваются снаружи два твердыхъ [illegible] ных кольца въ точности одинакового діаметра, при [illegible]



НТБ ДНУЖТ

которыхъ труба опирается на поддерживающія со обѣ подставки. (При подшипникахъ клинообразной формы V и когда поверхность подшипниковъ выпуклая, достаточно одной общей балочки для обѣихъ подставокъ, при цилиндрическихъ подшипникахъ требуется двойная балочка.) Труба въ подшипникахъ можетъ не только поворачиваться около оси подшипниковыхъ колецъ, но можетъ быть вынимаема изъ подшипниковъ и перекладываема въ нихъ на 180°. Уровень можетъ быть наглухо прикрѣпленъ къ зрительной трубѣ или къ подставкамъ или же можетъ быть устроенъ съемнымъ и перекладнымъ на 180°; въ послѣднемъ случаѣ уровень становится на подшипниковыя кольца зрительной трубы. Зрительная труба и уровень снабжаются установительными винтами для перемѣщенія осей трубы и уровня въ вертикальномъ и горизонтальномъ направленіяхъ. Одна изъ обѣихъ подставокъ имѣетъ приспособленіе для поднятія и опусканія подшипника.

Винтовой зажимъ съ микрометреннымъ винтомъ для вращенія трубы около вертикальной оси, а равно и зубчатое колесо съ рейкой для продольнаго перемѣщенія окуляра весьма цѣлесообразны. Горизонтальный кругъ (лимбъ) примѣняется только въ ровной мѣстности для измѣренія угловъ.

Штативъ для нивеллировъ съ однимъ сквознымъ становымъ винтомъ считается наилучшимъ.

Между чувствительностью уровня и увеличеніемъ зрительной трубы должно быть слѣдующее соотношеніе:

Нивеллиръ	Чувствительность уровня	Увеличеніе зрительной трубы
для съемки поперечныхъ профилей . .	20 — 30 sk	8 — 10 разъ,
» » продольныхъ »	10 — 20 »	10 — 30 »
» исполненія самыхъ точныхъ нивеллировокъ .	5 »	30 — 40

Болѣе чувствительные уровни не могутъ быть приведены въ полѣ въ горизонтальное положеніе, а зрительная труба съ болѣе сильнымъ увеличеніемъ нецѣлесообразна вслѣдствіе дрожанія изображенія.

3. Повѣрка и поправка глухихъ нивеллировъ.

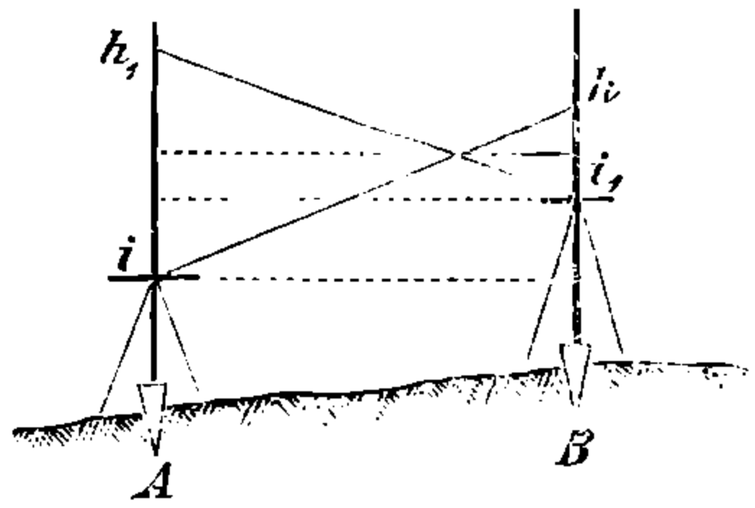
Ось уровня *L* должна быть перпендикулярна къ вертикальной оси *V*. Устанавливаемъ приборъ горизонтально, для чего трубу вмѣстѣ съ уровнемъ ставимъ по направленію линіи, соединяющей два установительныхъ винта штатива, приводимъ пузырекъ уровня вращеніемъ этихъ винтовъ на средину, поворачиваемъ трубу съ уровнемъ на 180°. Если вышеупомянутое условіе соблюдено, то воздушный пузырекъ уровня своего положенія не мѣняетъ. Въ противномъ случаѣ устраняютъ полученное отклоненіе пузырька на половину установительнымъ винтомъ при уровнѣ, а на половину при помощи установительныхъ винтовъ штатива. Послѣ этого обѣ оси будутъ перпендикулярны другъ къ другу. Для того чтобы затѣмъ поставить ось вращенія прибора вертикально, поворачиваемъ трубу съ уровнемъ на

НТБ ДНУЖТ

90° и полученное отклоненіе пузырька устраняемъ третьимъ установительнымъ винтомъ штатива.

Ось зрительной трубы F должна быть параллельна оси уровня L. Повѣрка и исправленіе производятся при помощи рейки въ полѣ, какъ указано на стр. 32 (при этомъ принимается, что ходъ окуляра исправенъ) или какъ указано на черт. 33. Разстояніе $AB = 25$ до 50 m. Сначала устанавливаютъ приборъ въ A, а рейку въ B. Высота инструмента, т. е. разстояніе отъ центра окуляра до вбитаго въ землю кола, пусть будетъ i, показаніе рейки h; затѣмъ устанавливаютъ приборъ въ B (i_1), рейку въ A (h_1), тогда погрѣшность:

Черт. 33.



$$f = \frac{h_1 - i}{2} + \frac{h - i_1}{2} = \frac{h + h_1}{2} - \frac{i + i_1}{2}.$$

Если f положительно, то читаемое показаніе рейки слишкомъ велико; если f отрицательно, то отсчитываемое показаніе рейки слишкомъ мало. Условіе вѣрности показанія:

$$h + h_1 = i + i_1.$$

Если изъ послѣдняго показанія h_1 вычесть величину f, то получимъ то показаніе $h_1 - f$, на которое необходимо установить, визируя изъ B, центръ сѣтки вертикальнымъ ея перемѣщеніемъ въ трубѣ при условіи, что пузырекъ уровня находится на срединѣ; обѣ оси тогда между собой параллельны. Этотъ способъ имѣетъ то преимущество, что при немъ нѣтъ необходимости перемѣщать окуляръ.

Для изслѣдованія хода окуляра повѣряютъ предварительно приборъ для опредѣленнаго положенія окуляра по вышеуказанному, причемъ одновременно опредѣляютъ разность высотъ точекъ A и B. Затѣмъ устанавливаютъ приборъ, какъ указано на стр. 32, причемъ требуется перемѣщеніе окуляра. Разность высотъ обѣихъ точекъ должна получиться такая же, какъ и при первомъ измѣреніи, если ходъ окуляра правиленъ.

Для повѣрки горизонтальности одного волоска сѣтки у установленнаго горизонтально инструмента визируемъ трубу на ясно видимую черту и поворачиваемъ трубу около оси, тогда горизонтальный волосокъ долженъ покрывать ту же черту. Исправленіе достигается легкимъ поворачиваніемъ окулярной головки.

Пересѣченіе осей трубы и оси уровня не оказываетъ вліянія на точность измѣренія, если вертикальная ось

НТБ ДНУЖТ

вращенія прибора установлена въ точности вертикально. Если ось инструмента установлена не точно вертикально, и особенно если при каждомъ направленіи визированія (взглядѣ) пузырекъ уровня устанавливается на срединѣ при помощи установительныхъ винтовъ штатива, то косое направленіе обѣихъ осей (пересѣченіе ихъ) можетъ давать замѣтныя ошибки въ отсчитываніи дѣленій на рейкѣ.

4. **Повѣрка и поправка нивеллировъ съ перекладывающимися трубами.**

Зрительная труба должна быть центрирована, см. стр. 11. Для приведенія въ совпаденіе коллимаціонной оси трубы съ осью поддерживающихъ ее колецъ направляютъ зрительную трубу на удаленную рейку и отсчитываютъ показанія рейки для каждаго изъ обоихъ волосковъ въ двухъ положеніяхъ трубы, разнящихся на 180° (вращеніе трубы около ея геометрической оси). Если показанія различны, то перемѣщаютъ при помощи установительныхъ винтовъ кольцо съ волосками (на одну половину найденной разницы), такъ чтобы пересѣченіе волосковъ при вращеніи трубы указывало всегда одну и ту же точку рейки. Такимъ образомъ коллимаціонная ось приведена въ положеніе, параллельное оси поддерживающихъ колецъ. Разстояніе между обѣими осями соотвѣтствуетъ возможной внѣцентренности объектива. Для того, чтобы убѣдиться въ степени этой внѣцентренности, необходимо произвести тѣ же наблюденія, но при рейкѣ, расположенной вблизи прибора.

Коллимаціонная ось и ось уровня должны быть параллельны. Если уровень соединенъ съ трубой наглухо, то производятъ повѣрку по стр. 19 и 20 въ томъ предположеніи, что кольца имѣютъ одинаковые діаметры, оси пересѣкаются и параллельны. Если кольца имѣютъ неодинаковые діаметры, то при углѣ между касательными къ кольцамъ (коничность) 2α уголъ между осью трубы и осью уровня будетъ α. Чтобы въ этомъ убѣдиться, приводятъ ось уровня L въ положеніе, перпендикулярное оси вращенія V (см. 3), и пользуются нивеллиромъ, какъ таковымъ, съ глухой зрительной трубой, для чего производятъ повѣрки, указанныя на стр. 34.

Если соединенный съ трубою уровень представляетъ реверсіонный уровень, то, въ предположеніи параллелизма осей трубы и уровня при одинаковыхъ діаметрахъ колецъ, пузырекъ долженъ находиться на срединѣ въ двухъ разнящихся другъ отъ друга на 180° положеніяхъ трубы. Для того, чтобы убѣдиться въ правильности этого предположенія, повторяютъ эту повѣрку съ переложеннымъ на трубѣ реверсіоннымъ уровнемъ.

Если уровень свободно накладывается на кольца трубы (накладной уровень), то устанавливаютъ его параллельно

НТБ ДНУЖТ

верхней производящей цилиндрической (или конической) поверхности, образуемой обоими кольцами, для чего уровень перекладывается на трубѣ; вмѣстѣ съ тѣмъ также должно быть устранено пересѣченіе осей. Перекладывая (на подставкахъ) зрительную трубу вмѣстѣ съ уровнемъ, можно убѣдиться въ томъ, имѣютъ ли оба кольца одинаковые діаметры. Получаемое отклоненіе пузырька соотвѣтствуетъ углу наклоненія 4α оси уровня къ горизонту.

Если при помощи послѣдующей обточки нельзя достичь, чтобы оба кольца были одного діаметра, то нивеллиръ разсматриваютъ, какъ нивеллиръ съ глухою трубой.

Ось уровня L и оптическая ось трубы должна быть перпендикулярна къ вертикальной оси прибора V (см. стр. 19).

Если уровень прикрѣпленъ наглухо къ подставкѣ, а зрительная труба перекладная (система А. Мейсснера), то приводятъ сначала ось уровня въ положеніе, перпендикулярное къ вертикальной оси вращенія V, и устанавливаютъ эту ось вертикально (стр. 34). Визируютъ предварительно центрированную зрительную трубу на установленную вертикально рейку и отсчитываютъ показаніе h_1, затѣмъ перекладываютъ трубу и отсчитываютъ показаніе h_2. Тогда при одинаковомъ діаметрѣ колецъ показаніе $^1/_2(h_1+h_2)$ будетъ соотвѣтствовать горизонтальному положенію оптической оси трубы. Соотвѣтственно этой величинѣ необходимо исправить положеніе трубы вертикальнымъ перемѣщеніемъ одного изъ двухъ поддерживающихъ ее подшипниковъ. Для того, чтобы убѣдиться, имѣютъ ли оба кольца одинаковые діаметры, разсматриваютъ нивеллиръ, какъ таковой, съ глухою зрительною трубою.

5. Указанные въ 1. и 2. типы нивеллировъ предназначаются для достиженія общаго горизонтальнаго положенія. Въ тѣхъ приборахъ, гдѣ зрительная труба при каждомъ отдѣльномъ визированіи приводится въ горизонтальное положеніе установкой пузырька уровня на средину (причемъ не требуется, чтобы ось вращенія прибора была вертикальна), вмѣсто винта, служащаго для вертикальнаго перемѣщенія одного или двухъ подшипниковъ зрительной трубы, примѣняется особый установительный **подъемный винтъ**, называемый иногда **качающимъ винтомъ**, или **винтомъ наклоненія**. Точка вращенія зрительной трубы и уровня находится обыкновенно на концѣ балочки, поддерживающей подшипники, а лучше посрединѣ этой балочки, такъ чтобы ось вращенія (или качанія) пересѣкалась съ вертикальною осью; въ этомъ послѣднемъ случаѣ высота горизонта инструмента не мѣняется. Если подобнымъ нивеллиромъ желаютъ пользоваться для общаго горизонтальнаго положенія, то подъемнымъ винтомъ пользуются, какъ установительнымъ, въ нивеллирахъ типа 1 и 2.

НТБ ДНУЖТ

Въ нивеллирахъ типовъ Штампфера, Брейтгаупта, А. Мейсснера подъемный винтъ имѣетъ приспособленіе для измѣренія небольшихъ угловъ въ вертикальноіі плоскости, а именно: у Штампфера этотъ винтъ измѣряетъ хорду (особый способъ нивеллированія при помощи наклоннаго визированія), а у Брейтгаупта и А. Мейсснера—измѣряетъ тангенсъ.

Для скорой нивеллировки при работахъ канализаціонныхъ, дренажа и т. п. примѣняютъ компенсаціонные нивеллиры Брейтгаупта, небольшой перекладной нивеллиръ съ накладнымъ уровнемъ и подъемнымъ винтомъ, а равно и тангенціальные приборы для тахеометрическихъ съемокъ А. Мейсснера.

β. **Нивеллирная рейка,** длиною 3 до 5 m, прямоугольнаго, одно- или двутавроваго сѣченія. Большею частью вдвижного типа. Наименьшее дѣленіе $^1/_{200}$ сажени. Дѣленія наносятся въ формѣ черточекъ, расположенныхъ другъ надъ другомъ полей, поперемѣнно окрашенныхъ въ разные цвѣта, или полей; расположенныхъ въ шахматномъ порядкѣ. Цифры римскія и арабскія написаны въ обратномъ видѣ для того, чтобы при вертикальной установкѣ рейки нулевой точкой книзу онѣ были видны въ астрономической трубѣ въ прямомъ видѣ. Обыкновенно нулевая точка находится на концѣ рейки. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ рейки имѣютъ двоякое цифровое обозначеніе дѣленій: одно снизу вверхъ, а другое сверху внизъ (рейки съ дополненіемъ до 100), такъ что для каждаго наблюденія отсчеты, дѣлаемые сверху и снизу, даютъ въ суммѣ, 100. Для обыкновенныхъ нивеллировокъ достаточно устанавливать рейку непосредственно на землю, т.-е. на торцевой обрѣзъ кола, забиваемаго на уровнѣ земли; для болѣе точныхъ нивеллировокъ примѣняютъ чугунныя плиты, въ которыя вставляются шипы рейки. Реверсіонная рейка имѣетъ дѣленія съ обѣихъ сторонъ, причемъ дѣленія эти сдвинуты другъ относительно друга. Измѣненіе длины деревянной рейки отъ дѣйствія температуры весьма незначительно (для рейки въ 3 m при 10° всего 0,1 mm); большое вліяніе оказываетъ сырость.

Установка рейки, обыкновенно удерживаемой рукой, въ вертикальное положеніе можетъ быть достигнута на глазъ, при помощи отвѣсовъ прикрѣпленныхъ къ рейкѣ круглыхъ уровней, качаніемъ рейки взадъ и впередъ (по направленію визированія), причемъ наименьшее показаніе соотвѣтствуетъ вертикальному положенію рейки. Для нивеллированія въ штольняхъ и туннеляхъ вдвижныя рейки снабжаются круглымъ уровнемъ и имѣютъ лампу съ рефлекторомъ. Для путешествій весьма удобны такъ наз. нивеллирныя ленты изъ особо приготовленной клееночной матеріи, которыя имѣютъ длину 3, 4 и 5 m и свиваются.

НТБ ДНУЖТ

4. Нивеллировочныя работы.

Нивеллировочныя работы распадаются на продольную нивеллировку (продольныя профили), поперечную нивеллировку (поперечныя профили) и нивеллировку площадей. Въ зависимости отъ степени точности нивеллированія, различаютъ нивеллировку для техническихъ цѣлей и точную нивеллировку; первая для желѣзныхъ дорогъ, проѣзжихъ дорогъ, улицъ, каналовъ и т. п., а вторая для научныхъ цѣлей, опредѣляетъ такъ наз. постоянные пункты, служащіе основой для техническихъ нивеллировокъ.

1. Для съемки **продольныхъ профилей** необходимо измѣреніе горизонтальныхъ разстояній и опредѣленіе высотъ. Линія нивеллировки обозначается кольями (пикетами) на разстояніи 50 саж. въ послѣдовательномъ порядкѣ номеровъ, такъ что число пикетовъ, умноженное на 50, даетъ разстояніе отъ начальной точки въ саженяхъ. Промежуточныя между пикетами точки обозначаются номеромъ предыдущаго пикета съ прибавленіемъ соотвѣтствующаго разстоянія; напр., № 21 + 13,82 означаетъ точку, удаленную на 13,82 саж. отъ пикета № 21. Независимо отъ пикетовъ необходимо еще вводить находящіяся сбоку и легко доступныя, постоянныя по высотѣ точки, какъ-то: верстовые камни шоссе, цоколи домовъ, мосты, отмѣтки уровня водъ и т. п. Переходными точками называются такія, въ которыхъ отсчитываются показанія однимъ взглядомъ впередъ и однимъ взглядомъ назадъ. Визированіе производится изъ средины разстоянія между ними. Если взгляды назадъ обозначимъ черезъ h_r, а взгляды впередъ черезъ h_v, то разницы высотъ отдѣльныхъ точекъ будутъ:

$$u_1 = h_{r1} - h_{v1}, \qquad u_2 = h_{r2} - h_{v2}$$

и общая разница высотъ начальной и конечной точекъ нивеллировки:

$$U = \Sigma h_r - \Sigma h_v.$$

Журналъ нивеллировки № 1.

Точки	Показанія	Отмѣтка визирной плоскости	Отмѣтка точки	Примѣчанія
	m	m	m	
10,5	1,046	37,586	36,540	№
Плинтусъ	0,422		37,464	
11,0	1,858		35,728	
11,0	1,342	37,070	35,728	
11,5	1,230		35,840	

НТБ ДНУЖТ

Журналъ нивеллировки № 2.

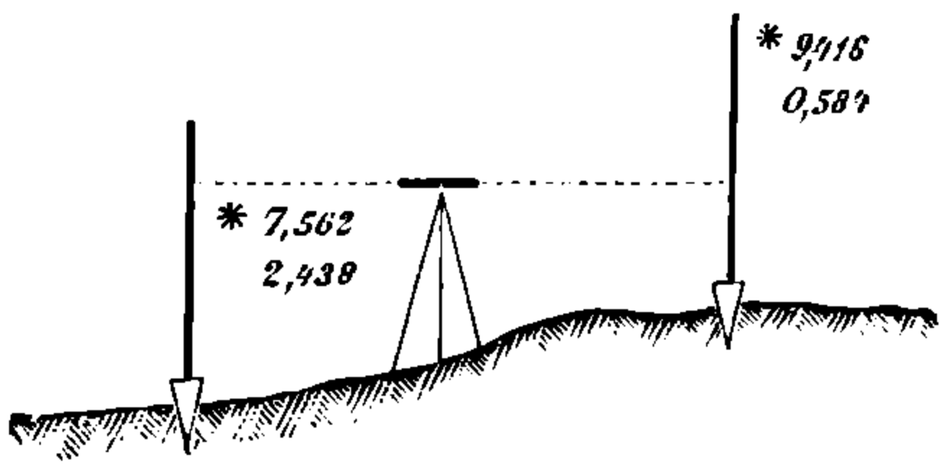
Установка между точками	Длина саж.	Взгляды задніе m	Взгляды передніе m	Взгляды средніе m	Результаты повышенія m	Результаты пониженія m	Точки	Отмѣтка m	Примѣчанія
10,5—11,0	50	1,046					10,5	36,540	№№
				0,422				37,164	Плинт.
			1,858			0,812	11,0	35,728	
11,0—11,5	50	1,342	1,230		0,112		11,5	35,840	
Повѣрка	Сумма	2,388	3,088 2,388		0,112	0,812 0,112			
		Разность 0,700				0,700			

На практикѣ примѣняются оба журнала, какъ № 1, болѣе новый, такъ и № 2. Указанный способъ нивеллировки, при которомъ инструментъ устанавливается горизонтально и производится отчетъ по рейкѣ, наиболѣе общеупотребительный для техническихъ цѣлей. Часто пользуются двумя рейками, такъ что однимъ и тѣмъ же инструментомъ производятъ двѣ нивеллировки съ различными переходными точками или пользуются реверсіонной рейкой съ двумя дѣленіями, начинающимися отъ различныхъ нулевыхъ точекъ. Если примѣняется рейка, у которой на однихъ и тѣхъ же дѣленіяхъ имѣются различныя обозначенія (см. выше, рейки съ дополненіемъ до 100), то пользуются слѣдующей повѣркой (черт. 34):

$$u = 2{,}438 - 0{,}584 = 1{,}854,$$
$$= 2{,}438 + {}^{*}9{,}416 - 10 = 1{,}854,$$
$$-u = {}^{*}7{,}562 - 10 + 0{,}584 = -1{,}854.$$

Установка пузырька весьма чувствительныхъ уровней на срединѣ представляетъ въ полѣ затрудненіе, почему подобные уровни устанавливаются лишь приблизительно; при этомъ отсчитывается показаніе краевъ воздушнаго пузырька, и на основаніи полученнаго отклоненія вводится поправка (отсчетъ по уровню и отсчетъ по рейкѣ). Способъ Зейбта *) для точной нивеллировки состоитъ въ томъ, что горизонтальный волосокъ зрительной трубы наводится на средину ближай-

Черт. 34.



*) Способъ Зейбта и употребляемаго для него инструмента см. C. d. B. 1893, стр. 509.

НТБ ДНУЖТ

шаго дѣленія рейки и отсчитывается соотвѣтствующее положеніе пузырька уровня (установка по рейкѣ и отсчетъ по уровню); способъ основанъ на томъ, что при опредѣленіи показанія рейки на глазъ ошибка будетъ наименьшая, когда волосокъ покрываетъ средину дѣленія, и наибольшая, когда волосокъ находится въ предѣлахъ $^1/_4$ до $^3/_4$ длины дѣленія.

Допускаются (въ Германіи) нижеслѣдующіе предѣлы погрѣшностей при нивеллировкѣ на разныхъ разстояніяхъ:

0—0,020—0,045—0,10—0,25—0,5—1,0—2—3—4—5—6—7,5 km
$f=4$ 6 9 14 20 28 40 49 56 63 69 77 mm.

Для точныхъ нивеллировокъ вѣроятная ошибка на 1 km не должна быть болѣе 3 mm, а въ гористыхъ мѣстахъ не болѣе 5 mm. При одинаковой длинѣ визирныхъ линій ошибка F для l km равна $F=f\sqrt{l}$, если f ошибка для 1 km. Дневная производительность при нивеллированіи дорогъ съ незначительными уклонами 6 до 7,5 km.

При нивеллированіи строящихся желѣзныхъ дорогъ $f=6$ до 10 mm.

2. **Поперечныя профили** снимаются обыкновенно во всѣхъ пикетахъ и, гдѣ это требуется, въ промежуточныхъ между пикетами точкахъ. Эти профили разбиваются при помощи экера нормально къ направленію линіи продольной нивеллировки на длинѣ 200 до 300 m съ каждой стороны. Высота точекъ поперечныхъ профилей опредѣляется въ ровной мѣстности посредствомъ нивеллира, а при значительныхъ неровностяхъ при помощи ватерпаса и рейки, подвѣснаго зеркала и т. п. или тахеометромъ. Для этой же цѣли также съ успѣхомъ примѣняются ручные нивеллирные инструменты.

Приборъ Р. Вагнера (герм. прив. 17209). При помощи особаго плоскаго зеркала и дополнительной чечевицы въ окулярѣ можно видѣть уровень въ полѣ зрѣнія трубы. Г. Бутеншенъ (герм. прив. 36795). Нивеллиръ, въ зрительной трубѣ котораго можно одновременно видѣть уровень, сѣтку и предметъ. О. Феннель (герм. прив. 67357). Измѣритель уклона, въ зрительной трубѣ котораго можно видѣть уровень. Устройство этихъ приборовъ основано на томъ, что внутри зрительной трубы подъ угломъ въ 45° въ ея оси прикрѣплено неподвижно плоское зеркало, при помощи котораго можно видѣть внутри трубы по направленію визирной линіи изображеніе уровня, расположеннаго параллельно трубѣ, и, въ зависимости отъ положенія пузырька, придавать трубѣ горизонтальное положеніе, или при вращающемся уровнѣ опредѣляется отклоненіе отъ горизонтали. Эта идея осуществлена уже давно въ измѣрителѣ уклоновъ Абнея, весьма распространенномъ въ Англіи и Америкѣ*).

При съемкѣ поперечныхъ профилей всѣ измѣренія записываются на сдѣланные отъ руки эскизы съ обозначеніемъ номеровъ пикетовъ, при этомъ профиль наносится такъ, какъ она представляется наблюдателю, идущему по направленію нумераціи пикетовъ.

3. Для производства нивеллировки площадей (горизонталями) пользуются нивеллиромъ, мензулой съ дальномѣрнымъ кипрегелемъ, тахеометромъ и металлическимъ барометромъ.

*) См. D. B. 1877, стр. 379.

НТБ ДНУЖТ

Журналъ тахеометрической съемки.

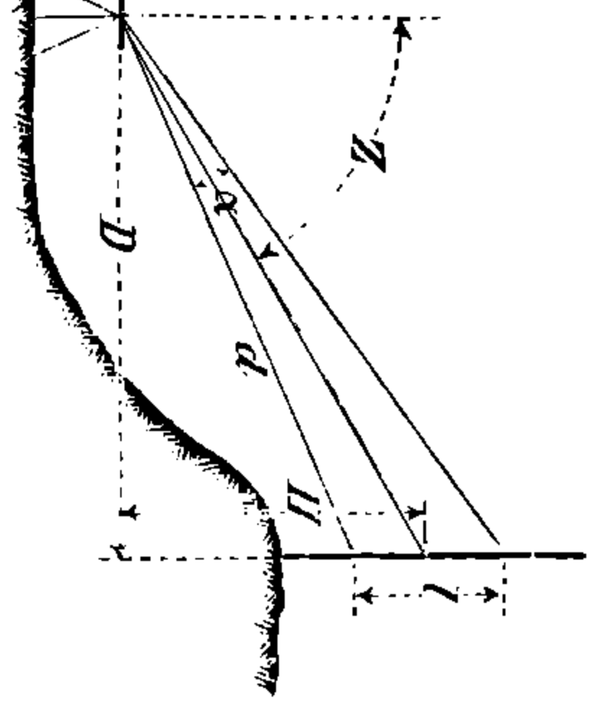
№ по порядку	Уголъ: азимутъ	Уголъ: зенитное разстояніе Z	Показаніе волосковъ		Горизонтальное разстояніе $d = (100\,l)\sin^2 Z$ m	Высота средней визирной точки надъ: основаніемъ рейки m m	Высота средней визирной точки надъ: горизонтомъ $H = D\,\mathrm{ctg}\,Z$ m	$h - m$ + m	$h + m$ − m	Горизонтъ инструмента m	Отмѣтка m
Стоянка инструмента № 0, отмѣтка 314,60, высота инструмента 1,42 m.											
1	50—30	65—30	268 150 32	236	195,41	1,50	89,05	87,55		316,02	403,57

b. Тахеометрическая съемка

Тахеометръ представляетъ въ общемъ репетиціонный теодолитъ съ дальномѣрной зрительной трубой и буссолью, при помощи котораго изъ точки стоянія инструмента опредѣляется какъ положеніе подлежащей нанесенію точки, такъ и ея высота, если въ этой точкѣ установить дальномѣрную рейку.

Къ этимъ приборамъ могутъ быть причислены нивеллиры Эртеля, или нивеллиръ-теодолиты; послѣдніе отличаются отъ типовъ 1 и 2, з равно отъ нивеллировъ съ установительнымъ (качающимся) винтомъ, тѣмъ, что труба, перекладываемая въ подшипникахъ, одновременно можетъ вращаться около горизонтальной оси подобно зрительной трубѣ теодолита.

1. **Круговой тахеометръ Л.** Моано. Горизонтальные углы не слѣдуетъ измѣрять по способу измѣренія кратнаго угла. Двойная система вертикальныхъ осей имѣетъ только цѣлью придавать горизонтальному лимбу при помощи буссоли такое направленіе, чтобы его діаметръ 0—180 соотвѣтствовалъ положенію магнитнаго меридіана для мѣста стоянки прибора; такимъ образомъ отсчитываемыя на лимбѣ показанія представляютъ одновременно и магнитные азимуты. Зрительная труба по Порро ($^1/_{200}$ или $^1/_{100}$). На вертикальномъ кругѣ отсчитываются



Черт. 35.

НТБ ДНУЖТ

зенитныя разстоянія. Дальномѣрная рейка длиною 4 m; слѣд., вся длина рейки будетъ видна между горизонтальными волосками при разстояніи отъ инструмента до рейки 800 m. Но показанію рейки тахеометра и зенитному разстоянію (черт. 35) горизонтальное разстояніе (длина) и разность высотъ опредѣляются слѣдующимъ образомъ.

Въ виду того:

$$d = \frac{l \sin (Z - {}^1/_2\,\alpha)}{\sin \alpha} \text{ и}$$

$D = d \sin (Z + {}^1/_2\,\alpha)$, имѣемъ $D = \frac{l}{\sin \alpha} (\sin^2 Z - \sin^2 {}^1/_2\,\alpha)$,

а подставляя $\sin \alpha = {}^1/_{200}$ (или ${}^1/_{100}$), а также $\sin^2 {}^1/_2\,\alpha \backsim 0$, находимъ $D = 200\ l \sin^2 Z$.

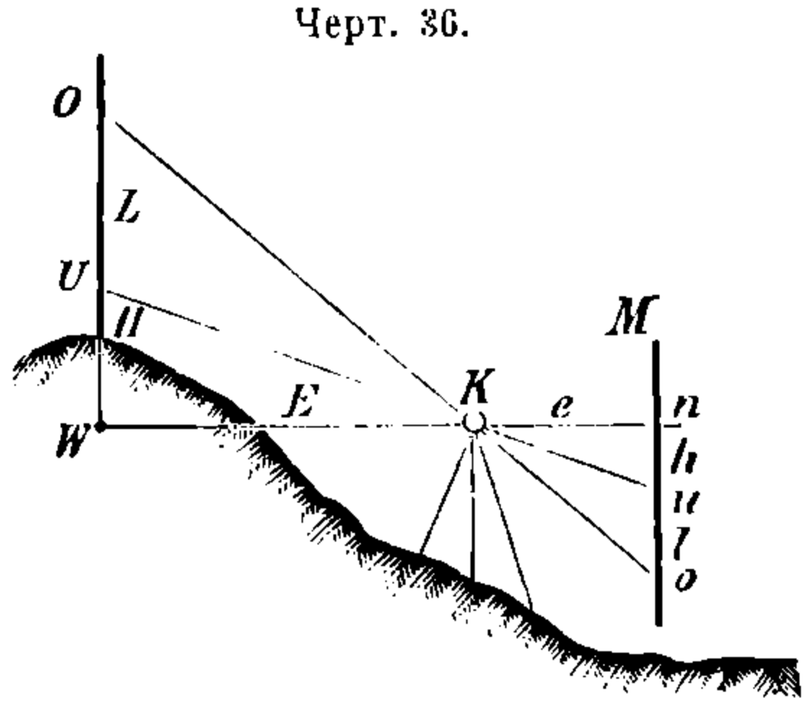
$$H = D \operatorname{ctg} Z \text{ (при } Z < 90),$$

или $$H = D \operatorname{tg} (Z - 90) \text{ (при } Z > 90).$$

Для производства вычисленій пользуются счетною линейкой.

Въ такъ наз. передвижныхъ тахеометрахъ Крейцера и Вагнеръ-Феннеля нѣтъ необходимости производить вычисленія. Горизонтальныя разстоянія и высоты указываются непосредственно самимъ приборомъ. Дальномѣрная рейка ставится перпендикулярно къ средней визирной линіи. Въ тахеограеометрѣ Крейцера вертикальный кругъ замѣняется системой изъ трехъ прямыхъ масштабовъ-линеекъ. Одинъ изъ масштабовъ прикрѣпленъ къ зрительной трубѣ параллельно оптической ея оси, дѣленія этого масштаба соотвѣтствуютъ отсчитываемымъ при помощи волосковъ трубы наклоннымъ разстояніямъ. Второй горизонтальный масштабъ прикрѣпленъ въ балочкѣ, поддерживающей зрительную трубу. Третій масштабъ имѣетъ вертикальное положеніе и перемѣщается, скользя по обоимъ предыдущимъ масштабамъ. Если этотъ послѣдній масштабъ установить по наклонному разстоянію (на масштабѣ у зрительной трубы) согласно показанія дальномѣра, то на немъ можно будетъ отсчитать возвышеніе точки, а на горизонтальномъ масштабѣ — горизонтальное разстояніе до инструмента. Приборъ Вагнеръ-Феннеля основанъ на томъ же принципѣ, но устроенъ болѣе совершенно. Примѣненіемъ вышеуказанныхъ приборовъ въ значительной мѣрѣ сокращаются необходимыя мелкія вычисленія, но требуются весьма точныя и продолжительныя измѣренія, почему уходъ за ними требуетъ больше времени, которое весьма дорого при полевыхъ работахъ.

Черт. 36.



НТБ ДНУЖТ

2. **Тахеометръ съ тангенціальнымъ винтомъ** Ф. Рейнеке (герм. прив. 44 449). Если K представляетъ горизонтальную ось вращенія зрительной трубы, пересѣкающуюся съ этою послѣднею подъ прямымъ угломъ (черт. 36), M вертикальный масштабъ, наглухо прикрѣпленный къ прибору, e кратчайшее разстояніе масштаба до K, то отсчитываемыя на этомъ вертикальномъ масштабѣ показанія соотвѣтствуютъ тангенсамъ вертикальныхъ угловъ, описываемыхъ визирною линіею зрительной трубы. Если установить вертикально мѣрную рейку W на нѣкоторомъ разстояніи E отъ прибора, то имѣемъ:

$l \quad e = L \quad E$ и $l : h = L : H$, откуда: 1) $E = \frac{eL}{l}$ и 2) $H = \frac{hL}{l}$.

Если L постоянно (рейка, снабженная двумя чертами), то l перемѣнно и отсчитывается на масштабѣ. Если, наоборотъ, l постоянно, то перемѣнная величина L должна быть отсчитываема на дальномѣрной рейкѣ съ дѣленіями. Приборъ этотъ представляетъ въ общемъ теодолитъ, труба котораго устроена по типу нивеллировъ Эртеля (нивеллиръ-теодолиты). Масштабъ M представляетъ вертикальный винтъ, прочно прикрѣпленный къ одной поддержкѣ зрительной трубы и дѣйствующій на зрительную трубу; положеніе этого винта относительно неподвижной точки отсчитывается на круглой головкѣ винта по неподвижному указателю. Винтъ имѣетъ 90 ходовъ высотою 0,5 mm каждый. Разстояніе $e = 100$ mm, такъ что отношеніе высоты одного винтового хода къ этому разстоянію равно $^1/_{200}$. Головка винта раздѣлена на 100 частей, и десятыя доли каждаго дѣленія могутъ быть еще отсчитываемы на глазъ; такимъ образомъ можно отсчитывать показанія, соотвѣтствующія разности въ длинахъ тангенсовъ до $^1/_{20000}$ (около 10 сек.), а на глазъ можно опредѣлять разницы до $^1/_{200000}$ (около 1 сек.). При визированіи горизонтальномъ отсчитывается на головкѣ показаніе нуль. По обѣ стороны горизонтальной плоскости имѣется по 45 ходовъ винта. Это соотвѣтствуетъ вертикальному углу около $\pm 12^0 40'$.

Если t_w, t_u и t_o показанія головки винта, соотвѣтствующія горизонтальному визированію и визированію на U и O, причемъ t_w обыкновенно будетъ нуль, то уравненія 1. и 2. переходятъ въ:

$$3) \quad E = \frac{eL}{(t_o - t_u)s} = \frac{Lk}{t_o - t_u}, \quad 4) \quad H = \frac{(t_u - t_w)s}{(t_o - t_u)s} L = \frac{t_u - t_w}{t_o - t_u} L,$$

гдѣ $t_u - t_w$ и $t_o - t_u$ означаютъ дѣленія головки и k постоянная прибора (около 20000). Въ случаѣ постояннаго L (рейка съ двумя постоянными указателями) необходимо для полученія горизонтальнаго разстоянія E постоянное для каждаго прибора произведеніе Lk раздѣлить на опредѣляемую каждый разъ разность показаній головки $t_o - t_u$; а для полученія высоты H необходимо коэффиціентъ $\frac{t_u - t_w}{t_o - t_u}$ умножить на L.

НТБ ДНУЖТ

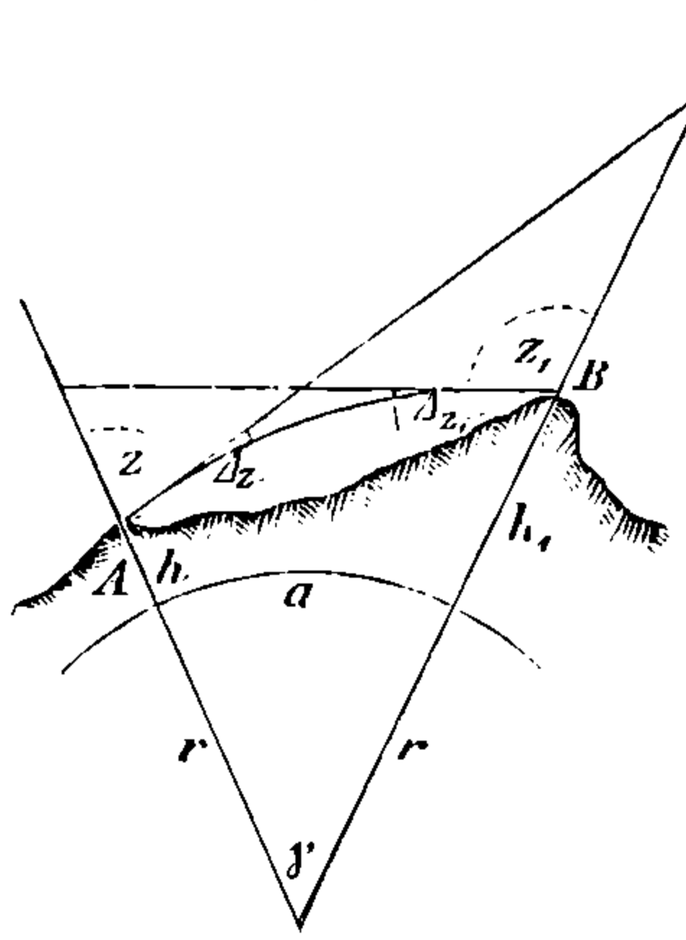
При употребленіи рейки W съ дѣленіями соотношенія получаются еще проще, если отсчитывать показаніе отрѣзка рейки при одномъ полномъ оборотѣ головки.
Тогда имѣемъ: 5) $E = Lk$ и 6) $H = (t_u - t_w)\ L$*).

3. **Универсальный приборъ для небольшихъ тахеометрическихъ съемокъ** по Дергенсу изготовляется А. Мейсснеромъ въ Берлинѣ. Кругъ (діаметромъ 8 cm) раздѣленъ на полуградусы и можетъ служить, какъ горизонтальный и вертикальный кругъ. Дальномѣрная зрительная труба (12 cm) имѣетъ 8-кратное увеличеніе. Для установки вертикальной оси вращенія инструмента служитъ круглый уровень. Трубчатый уровень параллеленъ зрительной трубѣ. Съ кругомъ, раздѣленнымъ на полуградусы, наглухо соединена буссоль, какъ въ тахеометрѣ Моано. При горизонтальномъ положеніи круга приборъ служитъ для измѣренія горизонтальныхъ угловъ и магнитныхъ азимутовъ, равно и вертикальныхъ угловъ до $\pm 30^0$. При вертикальномъ положеніи круга приборъ служитъ для измѣренія вертикальныхъ угловъ до $\pm 90^0$ и для нивеллировки. Весь приборъ вмѣстѣ съ мѣднымъ штативомъ вѣситъ 4,5 kg. Для путешествій весьма удобенъ**).

c. Тригонометрическое опредѣленіе высотъ.

Если A и B (черт. 37) двѣ точки земной поверхности, высота которыхъ надъ уровнемъ моря h и h_1, и если разсматривать вертикальное сѣченіе, проходящее черезъ $A\ B$ и, соотв., $B\ A$, какъ дугу круга радіуса $r = \sqrt{\varrho_1 \varrho_2}$ (гдѣ ϱ_1 и ϱ_2 главныя значенія радіусовъ кривизны эллипсоида вращенія соотвѣтственно средней широтѣ φ того мѣста, гдѣ производится измѣреніе), если затѣмъ измѣренныя въ A и B зенитныя разстоянія Z и Z_1, а углы, образуемые касательными къ кривой AB распространенія свѣта въ воздухѣ (свѣтовая кривая) съ хордой AB, обозначимъ черезъ ΔZ и ΔZ_1, то, въ предположеніи $\Delta Z + \Delta Z_1 = k\gamma$ (гдѣ k постоянная отъ пре-

Черт. 37.



*) См. C. d. B. 1893.
**) См. D. B. 1893, № 32.

НТБ ДНУЖТ

ломленія лучей въ воздухѣ), т.-е. $\Delta Z = \Delta Z_1 = {}^1/_2\ k\gamma$, и, кромѣ того, полагая дугу a равной хордѣ $= 2r \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$ и $\gamma = \frac{a}{r} 206\,265 = \frac{a}{r} w$, для разности высотъ $H = h_1 - h$ будемъ имѣть:

$$H = h_1 - h = a\left(1 + \frac{h + h_1}{2r}\right) \operatorname{ctg} \left(Z - \frac{1-k}{2r} a w\right)$$

$$= -a\left(1 + \frac{h + h_1}{2r}\right) \operatorname{ctg} \left(Z_1 - \frac{1-k}{2r} a w\right) \quad (1),$$

откуда $$1 - k = \frac{r}{a w} (Z + Z_1 - 180) \quad (2)$$

и $$H = a\left(1 + \frac{h + h_1}{2r}\right) \operatorname{tg} \frac{Z_1 - Z}{2} \quad (3)$$

Уравненіе 2 показываетъ, что при сдѣланныхъ предположеніяхъ k можетъ быть опредѣлено взаимнымъ и одновременнымъ измѣреніемъ зенитныхъ разстояній. Уравненіе 3 показываетъ, что при этомъ H получается независимо отъ преломленія лучей. Изъ уравн. 1 при помощи преобразованій получается:

$$H = a \operatorname{ctg} Z + \frac{1-k}{2r} a^2 + \frac{h_1^2}{2r} - \frac{h^2}{2r}$$

или, пренебрегая послѣдними весьма малыми членами и принимая для k значеніе, данное Гауссомъ, $k = 0{,}1306$, будемъ имѣть:

$$H = a \operatorname{ctg} Z + 0{,}4347 \frac{a^2}{r} = a \operatorname{tg} \alpha + 0{,}4347 \frac{a^2}{r}, \quad (4)$$

гдѣ $0{,}4347 \frac{a^2}{r}$ разница между кажущимся и дѣйствительнымъ горизонтомъ (см. стр. 30) и α вертикальный уголъ.

Если изъ точки A, высота которой $= h$, визировать на горизонтъ моря (предѣльная линія между воздухомъ и водой), причемъ свѣтовая кривая въ B будетъ, слѣд., соприкасаться съ горизонтомъ, для чего необходимо положить $h_1 = 0$, $Z_1 = 90$, то получимъ изъ уравн. 1:

$$\operatorname{ctg}\left(Z - \frac{1-k}{2r} a w\right) = -\operatorname{ctg}\left(90^0 - \frac{1-k}{2r} a w\right), \quad \text{откуда}$$

$$Z - 90^0 = \frac{1-k}{r} a w \quad \text{и} \quad 1 - k = (Z - 90^0) \frac{r}{a w} \quad . (5)$$

(Равнымъ образомъ служитъ для опредѣленія преломленія свѣта.)

НТБ ДНУЖТ

Изъ уравн. 3, пренебрегая $\frac{h}{2r}$, слѣдуетъ:

$$h = a \operatorname{tg} \frac{Z - 90^0}{2} \qquad (6)$$

Уравненія 5 и 6 даютъ значеніе дальности зрѣнія a на горизонтъ моря, а равно и наклоненіе видимаго горизонта $(Z - 90^0)$ въ функціи отъ h.

$$a = \sqrt{\frac{2rh}{1-k}} = 3831 \sqrt{h} \text{ и } Z - 90^0 = W \sqrt{\frac{(1-k)\,2h}{r}} = 107{,}7 \sqrt{h}\ \text{sk},$$

причемъ $r = 6\,370\,000$ m и $k = 0{,}1306$.

Значенія для дальности зрѣнія на горизонтъ моря въ km.

(Высота въ m.)

h	a	h	a	h	a
	km	m	km	m	km
	3,8	20	17,1		27,1
	8,6	30	21,0		38,3
	12,1	40	24,2		121,0

Если, напр., наблюдатель находится на мачтѣ на высотѣ 20 m, то свѣтящійся маякъ высотою 100 m будетъ виденъ на разстояніи 17,1 + 38,3 = 55,4 km, или около 30 морскихъ миль.

Значенія для наклоненія видимаго горизонта, при данномъ h.

h	$Z - 90^0$		h	$Z - 90^0$		h	$Z - 90^0$	
m	′	″	m	′	″	m	′	″
1	1	48	20	8	2	50	12	42
	4	1	30	9	50	100	17	57
	5	40	40	11	22	1000	56	44

Если изъ нѣкоторой точки, высотою h, наблюдать другую точку на поверхности моря (напр. ватерлинію судна), которая удалена на разстояніе d меньшее, чѣмъ дальность зрѣнія a для свободнаго горизонта моря, то **депрессіонный уголъ** δ будетъ больше, нежели $Z - 90^0$. Изъ уравн. 4 слѣдуетъ:

$$-h = d \operatorname{tg}(-\delta) + \frac{1-k}{2r} d^2.$$

Полагая $\operatorname{tg}(-\delta) = -\delta \frac{1}{206\,265} = -\frac{\delta}{w}$, найдемъ

$$\delta = \frac{h}{d} w + \frac{1-k}{2r} w d; \qquad \left(\lg \frac{1-k}{2r} w = 8{,}14878 \right)$$

НТБ ДНУЖТ

Обратно, разстояніе d можетъ быть найдено, если путемъ измѣренія опредѣленъ уголъ δ. Рѣшеніе послѣдняго уравненія относительно d даетъ

$$d = \frac{r}{(1-k)\,w}\left(\delta - \sqrt{\delta^2 - \frac{2\,h\,(1-k)\,w^2}{r}}\right) =$$

$$= 35{,}5\ (\delta - \sqrt{\delta^2 - 116{,}22}).$$

δ °	d m	δ °	d m	δ °	d m
0 20	23890	0 40	9080	1 0	5870
0 30	12730	0 50	7110	2 0	2880

На этомъ основанъ способъ опредѣленія разстояній судовъ путемъ наблюденія съ берега. Въ виду того, что въ этомъ случаѣ отклоненія отъ горизонтали весьма незначительны, то для опредѣленія подобныхъ разстояній всего лучше пользоваться надежно установленнымъ нивеллиромъ, съ измѣрительнымъ установительнымъ (качающимся) винтомъ или тахеометромъ съ тангенціальнымъ винтомъ (стр. 43).

d. Барометрическое нивеллированіе.

Давленіе воздуха по направленію вертикальному уменьшается по закону Маріотта-Гей-Люссака. Барометръ измѣряетъ это давленіе и въ этомъ смыслѣ служитъ приборомъ для опредѣленія высотъ.

1. Барометры съ жидкостью (Ртутные барометры).

1. Переносный барометръ Фортена съ чашкой. Чашка снабжена кожанымъ дномъ, которое можетъ перемѣщаться въ вертикальномъ направленіи особымъ установительнымъ винтомъ; послѣдній служитъ для того, чтобы во время пользованія барометромъ уровень ртути въ чашкѣ приводить въ соприкосновеніе съ остріемъ штифта изъ слоновой кости. Для переноски дно поднимается винтомъ настолько, что ртуть заполняетъ всю чашку и всю барометрическую трубку. Тогда барометръ переносится въ перевернутомъ положеніи. Въ барометрѣ съ чашкой необходимо принимать въ разсчетъ не только температуру ртути, но и депрессію отъ капиллярности послѣдней.

2. Сифонный барометръ представляетъ согнутую колѣномъ стеклянную трубку, длинный конецъ которой запаянъ. Для переноски барометра требуется запоръ, который не допускалъ бы проникновенія воздуха въ трубку, допуская, однако, возможность расширенія ртути при температурѣ 30 до 40°.

НТБ ДНУЖТ

3. Нормальный контрольный барометръ системы Фюеса представляетъ соединеніе сифоннаго барометра и барометра съ чашкой. Концы сифонной трубки одинаковаго діаметра (12 mm) разъединены и вставлены въ одну общую чашку, снабженную кожанымъ дномъ. Поднимая дно, можно поднять оба столба ртути до заполненія трубокъ. Это даетъ средство для точной повѣрки вакуума.

Приведеніе стоянія барометра въ 0^0 С. Линейное расширеніе ртутнаго столба на 1^0 С $= {}^1/_{5550} = 0{,}000\,180$. Линейное расширеніе латунной шкалы, дѣйствующее въ направленіи, обратномъ предыдущему, $= 0{,}000\,018$. Показаніе барометра B при t^0 С, приведенное къ 0^0 стоянія ртутнаго столба B_0, будетъ поэтому:

$B_0 = B - 0{,}000\,162\ Bt$. Для этого имѣются таблицы.

Для техника ртутный барометръ имѣетъ по преимуществу значеніе какъ постоянный неподвижный приборъ и служитъ для опредѣленія постоянныхъ величинъ въ барометрахъ металлическихъ.

2. Металлическіе барометры (пружинные и анероиды).

Въ анероидѣ системы Види давленію воздуха противодѣйствуетъ витая цилиндрическая пружина, а системы Нодэ— волнообразная дисковая пружинящая пластинка, которая соединена съ одной стороны съ дномъ барометрической коробки, а съ другой стороны съ крышкой, такимъ образомъ, что давленіе воздуха и упругость пружины взаимно уравновѣшиваются. Въ металлическомъ барометрѣ Гольдшмидта нѣтъ стрѣлки, а при помощи весьма чувствительнаго микрометреннаго винта наблюдается на особой продольной шкалѣ малѣйшія движенія рычага, соединеннаго съ крышкой коробки.

Отнесеніе показанія B металлическаго барометра къ показанію Q_0 приведеннаго къ нулю ртутнаго барометра въ то же время и въ томъ же мѣстѣ.

t температура металлическаго барометра. Приравниваютъ Q_0 нѣкоторой линейной функціи отъ B и t:

$$Q_0 = a + b\ B + c\ t.$$

Принимая $a = x + 760\ z$, $b = 1 - z$ и $c = -y$, будемъ имѣть:

$$Q_0 = B - y\ t + x + z\ (760 - B).$$

1. $y\ t$ — представляетъ поправку на температуру, т.-е. то число дѣленій шкалы, на которое слѣдуетъ уменьшить показаніе барометра B при постоянномъ давленіи для того, чтобы получить стояніе барометра, соотвѣтствующее температурѣ 0^0. Опытами выяснено, что эта поправка пропорціональна температурѣ. y — коэффиціентъ температуры.

НТБ ДНУЖТ

2. $z\ (760 - B)$ представляетъ поправку на дѣленія скалы, т.-е. ту поправку, которая должна быть сдѣлана (послѣ приведенія къ 0°) для того, чтобы части шкалы были выражены въ mm. При этомъ исходятъ изъ нормальнаго стоянія барометра (760 mm). z—коэффиціентъ для величины дѣленій (большею частью весьма малъ).

3. x — представляетъ, поправку на стояніе барометра, на которую необходимо (по введеніи поправокъ на температуру и дѣленія скалы) измѣнить показаніе металлическаго барометра для того, чтобы получить приведенное къ 0° стояніе ртутнаго барометра въ то же время и въ томъ же мѣстѣ.

Къ 1. Сравниваютъ при возможно постоянномъ давленіи (отъ 9 до 10 час. утра) показаніе металлическаго барометра при различныхъ температурахъ (зимою—въ комнатѣ и на дворѣ). Результатъ обоихъ измѣреній даетъ:

$$Q_0 = B - y\,t + x + s\,(760 - B),$$
$$Q_0' = B' - y\,t' + x + s\,(760 - B').$$

Въ виду того, что B почти равно B' и s весьма мало, имѣемъ

$$s\,(760 - B) = s\,(760 - B') \quad \text{и}$$
$$Q_0' - Q_0 = B' - B - y\,(t' - t),$$

откуда получается y.

Когда вычислено y, то величины B могутъ быть приведены къ 0°, какъ и стоянія ртутныхъ барометровъ $B_0 = B - y\,t$. Это даетъ средство находить поправки на стояніе, когда B_0 мало отличается отъ 760 mm. Тогда уравненіе

$$Q_0 = B_0 + x + s\,(760 - B_0) \text{ переходитъ въ}$$
$$Q_0 = B_0 + x.$$

Обыкновенно поправки 2 и 3 опредѣляются путемъ постоянныхъ сравненій металлическаго барометра съ барометромъ ртутнымъ при весьма различныхъ давленіяхъ воздуха. При этомъ наблюдаютъ:

1. Стояніе ртутнаго барометра и соотвѣтствующую температуру.
2. Стояніе металлическаго барометра и соотвѣтствующую температуру.

Эти сравненія даютъ уравненія вида

$$Q_0 = B_0 + x + s\,(760 - B_0),$$

изъ которыхъ при помощи чертежа или по методу наименьшихъ квадратовъ получаются величины x и s.

Поправка на температуру мѣняется у новыхъ приборовъ, поправка на стояніе барометра мѣняется при пользованіи барометромъ во время путешествій и отъ сотрясеній. Необходимо поэтому поправки эти отъ времени до времени опредѣлять вновь.

Барометрическая формула (формула Гаусса, исправленная Бауернфейндомъ):

$$h = 18404{,}9\left(1 + 0{,}00366\,\frac{t_1 + t_2}{2}\right)(1 + 0{,}0026\cos 2\varphi)\left(1 + \frac{2z + h}{r}\right)$$
$$\left[1 + \frac{3}{16}\left(\frac{\sigma'}{B_0} + \frac{\sigma''}{b_0}\right)\right]\left\{\lg\frac{B_0}{b_0} + 2\lg\left(1 + \frac{h}{r}\right)\right\},$$

гдѣ обозначаютъ:

h разность высотъ двухъ пунктовъ въ m,

НТБ ДНУЖТ

постоянное число $18\,404{,}9 = \frac{0{,}76 \quad 13{,}596}{0{,}001\,293\ M}$, гдѣ 13,596 уд. вѣсъ ртути и 0,001 293 уд. вѣсъ воздуха при 0° и давленіи 760 mm на широтѣ $\varphi = 45^0$ относительно воды, $M = 0{,}434\,295$ модуль бригговой системы логариемовъ,

φ географическая широта мѣста наблюденія,

z высота нижняго пункта надъ уровнемъ моря,

r радіусъ земли около 6 400 000 m,

B_0 и b_0 приведенныя къ 0° и одновременно наблюдаемыя стоянія барометровъ въ обоихъ пунктахъ,

0,003 66 коэффиціентъ расширенія воздуха для 1° C,

t_1 и t_2 температуры воздуха въ обоихъ пунктахъ въ град. C,

σ' и σ'' давленія паровъ въ обоихъ пунктахъ, вычисленныя по даннымъ психрометра Августа, при помощи таблицъ Августа или Зуле.

Упрощеніе формулы. Полагая $\frac{\sigma' + \sigma''}{2} = \sigma$, а для B_0, равно и для b_0, величину $\frac{B_0 + b_0}{2}$, будемъ имѣть:

$$\frac{3}{16}\left(\frac{\sigma'}{B_0} + \frac{\sigma''}{b_0}\right) = \frac{3}{4}\,\frac{\sigma}{B_0 + b_0}.$$

Кромѣ того, можно положить:

$$2\ \lg\left(1 + \frac{h}{r}\right) = 2\ M\,\frac{h}{r} = 0{,}868\,59\,\frac{h}{r},$$

такъ что

$$h = 18\,404{,}9\left(1 + 0{,}001\,83\ (t_1 + t_2)\right)(1 + 0{,}0026\cos 2\,\varphi)\left(1 + \frac{2\,z + h}{r}\right)$$
$$\cdot\left(1 + \frac{3}{4}\,\frac{\sigma}{B_0 + b_0}\right)\lg\left(\frac{B_0}{b_0} + 0{,}868\,59\,\frac{h}{r}\right)$$

Подставляемъ для приближенія

$$h = 18\,404{,}9\,[1 + 0{,}001\,83\ (t_1 + t_2)]\ \lg\,\frac{B_0}{b_0},$$

и поэтому

$$0{,}868\,59\,\frac{h}{r} = \frac{0{,}868\,59 \cdot\ 18\,404{,}9}{6\,400\,000}\left[1 + 0{,}001\,83\ (t_1 + t_2)\right]\lg\,\frac{B_0}{b_0} =$$
$$= \left[0{,}0025 + 0{,}000\,004\,6\ (t_1 + t_2)\right]\lg\,\frac{B_0}{b_0};$$

НТБ ДНУЖТ

прибавляя затѣмъ съ обѣихъ сторонъ $\lg \frac{B_0}{b_0}$, будемъ имѣть

$$\lg h = \underbrace{\lg 18404{,}9 + \lg\,[1{,}0025 + 0{,}0000046\,(t_1+t_2)] + \lg\,[1 + 0{,}00183\,(t_1+t_2)] +}_{A}$$

$$\underbrace{+\lg(1+0{,}0026\cos 2\varphi)}_{G} + \underbrace{\lg\left(1+\frac{2z+h}{r}\right)}_{Z} + \underbrace{\lg\left(1+\frac{3}{4}\,\frac{\sigma}{B_0+b_0}\right)}_{S} + \underbrace{\lg\left(\lg\frac{B_0}{b_0}\right)}_{u}$$

такъ что $\lg h = \lg u + A + G + Z + S$.

Для значеній A, G, Z и S вычислены нижеслѣдующія четыре таблицы*). (Для металлическихъ барометровъ поправка на силу тяжести не требуется.)

Таблица 1.

Значенія A; аргументъ (t_1+t_2) °C.

t_1+t_2	A	t_1+t_2	A	t_1+t_2	A	t_1+t_2	A
— 10°	4,25792	5	4,26998	20	4,28167	35	4,29307
— 9	4,25873	6	4,27077	21	4,28244	36	4,29381
— 8	4,25954	7	4,27156	22	4,28321	37	4,29455
— 7	4,26035	8	4,27234	23	4,28398	38	4,29529
— 6	4,26116	9	4,27313	24	4,28475	39	4,29603
— 5	4,26197	10	4,27392	25	4,28552	40	4,29677
— 4	4,26278	11	4,27470	26	4,28628	41	4,29752
— 3	4,26359	12	4,27548	27	4,28703	42	4,29826
— 2	4,26439	13	4,27626	28	4,28779	43	4,29901
— 1	4,26520	14	4,27704	29	4,28854	44	4,29975
0	4,26601	15	4,27783	30	4,28929	45	4,30049
1	4,26681	16	4,27860	31	4,29005	46	4,30122
2	4,26760	17	4,27937	32	4,29080	47	4,30195
3	4,26840	18	4,28014	33	4,29156	48	4,30267
4	4,26919	19	4,28091	34	4,29231	49	4,30340
5	4,26998	20	4,28167	35	4,29307	50	4,30413

*) Подробныя таблицы: 1. Jelinek, Anleitung zur Ausführung meteorologischer Beobachtungen, nebst einer Sammlung von Hülfstafeln von Hann, Wien, 1884.

2. Tables Meteorological and Physical prepared for the Smithsonian Institution by Arnold Guyot, Washington 1858.

8. Tables meteorologiques internationales, publiees conformement a une décision du congres tenu a Rom 1879. Paris, Gautier-Villars 1890.

Послѣднее сочиненіе на трехъ языкахъ: французскомъ, англійскомъ и нѣмецкомъ, съ предисловіемъ E. Mascart, Парижъ, и Г. Вильдъ, въ С.-Петербургѣ.

НТБ ДНУЖТ

Таблица 2.

$G = \lg (1 + 0{,}0026 \cos 2\varphi)$, въ единицахъ пятаго десятичнаго знака.

φ	G	φ	G	φ	G	φ	G	φ	G	φ	G	φ	G	φ	G
45 ±		45 ±		45 ±		15 ±		45 ±		45 ±		45 ±		45 ±	
0	0	5	20	10	39	15	57	20	73	25	87	30	99	35	107
1	4	6	24	11	43	16	60	21	76	26	90	31	101	38	111
2	8	7	28	12	46	17	64	22	79	27	92	32	103	40	112
3	12	8	31	13	50	18	67	23	82	28	95	33	104	42	113
4	16	9	35	14	54	19	70	24	85	29	97	34	106	45	114

G отрицательно при $\varphi > 45$ и положительно при $\varphi < 45$. Для $\varphi = 75^0$ имѣемъ $G = 9{,}999\,01 - 10$, для $\varphi = 15$ имѣемъ $G = 0{,}000\,99$.

Таблица 3.

$Z = \lg \left(1 + \frac{2z + h}{r}\right)$, въ единицахъ пятаго единичнаго знака.

lg h	z = 0	200	400	600	800	1000	1200	1500	2000
2,0	1	3	6	9	12	14	17	21	28
2,5	2	5	8	11	13	16	19	23	29
3,0	7	10	12	15	18	20	23	27	34
3,2	11	14	16	19	22	25	27	31	38
3,4	17	20	22	25	28	31	34	38	44
3,6	27	30	33	35	38	41	44	48	54
3,8	43	46	48	51	54	56	59	64	70
4,0	68	71	73	76	79	82	85	89	95

Таблица 4.

$S = \lg \left(1 + \frac{3}{4} \frac{\sigma}{B_0 + b_0}\right)$, въ единицахъ пятаго десятичнаго знака.

$\frac{B_0 + b_0}{2}$	σ въ миллиметрахъ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
500 mm	34	65	97	129	161	192	224	256	288	321	353	386
550	30	59	89	118	148	177	207	236	266	295	325	354
600	27	54	81	108	136	163	190	217	244	270	297	323
650	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
700	23	46	70	93	116	139	163	186	209	232	255	278
760	21	43	64	86	107	128	150	171	193	214	236	257

НТБ ДНУЖТ

Примѣры для барометрическаго нивеллированія.

Путешествіе по Сиріи и Палестинѣ (Дергенса).

Инструментъ: Сифонный барометръ І. Г. Грейнера, Берлинъ.

Верхняя станція:

Тель ель-Клебъ (Гемранъ) | заливъ у Іерихона.

Нижняя станція:

Дамаскъ $Z=696{,}5$ m | Бейрутъ $Z=3{,}0$ m.

Время:

1860, мая 26, 8 час. 30 мин.
$B_0=311.36$ пар. лин. $t_1=22^0{,}2$ C.
$b_0=276{,}12$ » » $t_2=12^0{,}5$ »

$$\sigma=\frac{\sigma'+\sigma''}{2}=6{,}4 \text{ mm}$$

$$\frac{B_0+b_0}{2}=650 \text{ mm}$$

$$t_1+t_2=34^0{,}7 \text{ C.}$$

$$\varphi=\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}=33^0{,}0$$

$\lg B_0=2{,}49326$
$\lg b_0=2{,}44110$

$u=5216$
$\lg u=8{,}71731$
$A=4{,}29281$
$G=46$
$Z=17$
$S=160$

$\lg h=3{,}01241$
$h=1029{,}0$
$Z=696{,}5$

$Z+h=1725{,}5$ m

1860, іюня 7, 7 час. 30 мин.
$B^0=335{,}77$ пар. лин. $t_1=25^0{,}6$ C.
$b^0=350{,}55$ » » $t_2=30^0{,}6$ »

$$\sigma=\frac{\sigma'+\sigma''}{2}=12{,}0 \text{ mm}$$

$$\frac{B_0+b_0}{2}=774 \text{ mm}$$

$$t_1+t_2=56^0{,}2 \text{ C.}$$

$$\varphi=\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}=33^0{,}0$$

$\lg B_0=2{,}52604$
$\lg b_0=2{,}54475$

$n=-1871$
$\lg u=8{,}27207\,n$
$A=4{,}30866$
$G=46$
$Z=2$
$S=245$

$\lg h=2{,}58366\,n$
$h=-383{,}4$
$Z=+3{,}0$

$Z+h=-380{,}4$ m.

Для многихъ цѣлей достаточно вводить среднія значенія для φ, $2z+h$, σ и $\frac{B_0+b_0}{2}$, такъ что поэтому $G+Z+S$ будетъ величиной постоянной, на которую необходимо увеличивать каждую цифру табл. 1, стр. 52, т.-е. $A_1=A+(G+Z+S)$. Разсчетъ производится тогда по формулѣ:

$$\lg h=\lg u+A_1.$$

Соотвѣтствующія наблюденія. Если требуется произвести барометрическую нивеллировку нѣкоторыхъ точекъ, расположенныхъ на извѣстной площади, то наиболѣе цѣлесообразнымъ является опредѣленіе стояній постоянныхъ (ртутныхъ) барометровъ въ предѣлахъ этой площади черезъ короткіе промежутки времени (черезъ 1 часъ); по этимъ показаніямъ можно опредѣлять соотвѣтствующія наблюденія путемъ интерполяціи или при помощи дневной кривой измѣненія стоянія барометра даннаго мѣста. Въ большинствѣ случаевъ можно пользоваться данными близко рас-

НТБ ДНУЖТ

положенныхъ метеорологическихъ станцій. Въ мѣстахъ мало изслѣдованныхъ отысканіе цѣлесообразно расположенныхъ соотвѣтственныхъ пунктовъ представляетъ весьма большія затрудненія. При небольшой разницѣ высотъ и когда время наблюденія не очень различно, можно принимать, что измѣненія въ стояніи барометра обратно пропорціональны измѣненіямъ высотъ, такъ что высота точки, находящейся между двумя другими точками, расположенными выше и ниже ея, и высоты которыхъ извѣстны, могутъ быть опредѣлены прямо по интерполяціи. Такимъ образомъ можно пользоваться металлическимъ барометромъ какъ интерполяціоннымъ приборомъ. Наблюденія, производившіяся въ опредѣленномъ мѣстѣ продолжительное время, выяснили для стояній барометра извѣстную дневную и годовую періодичность. Первая достигаетъ своего максимума ранѣе наступленія наиболѣе высокой температуры дня, а минимума — передъ восходомъ солнца. Годовая періодичность состоитъ въ томъ, что полученное стояніе барометра лѣтомъ слишкомъ высоко, а зимою слишкомъ низко. Наиболѣе благопріятное время дня 9 часовъ утра и 8 часовъ вечера; наиболѣе благопріятное время года апрѣль и октябрь.

e. Гипсометрическое опредѣленіе высотъ.

Для этой цѣли требуются весьма точно раздѣленные термометры и особые кипятильные сосуды. Разница въ температурѣ кипѣнія на одну десятую долю градуса соотвѣтствуетъ разницѣ въ стояніи барометра на 2,7 mm. Термометръ, указывающій температуру кипѣнія, не даетъ независимыхъ данныхъ для опредѣленія давленія воздуха, ибо его дѣленія также зависятъ отъ давленія воздуха; но термометръ этотъ имѣетъ практическое значеніе въ томъ смыслѣ, что при измѣреніи высотъ во время путешествій его указанія можно принимать менѣе перемѣнными, чѣмъ показанія металлическаго барометра.

Таблицу стоянія барометра въ зависимости отъ температуры кипѣнія см. ч. I, III отд. Теплота, I.

Вычисленія производятся по барометрической формулѣ; поправка на силу тяжести не требуется.

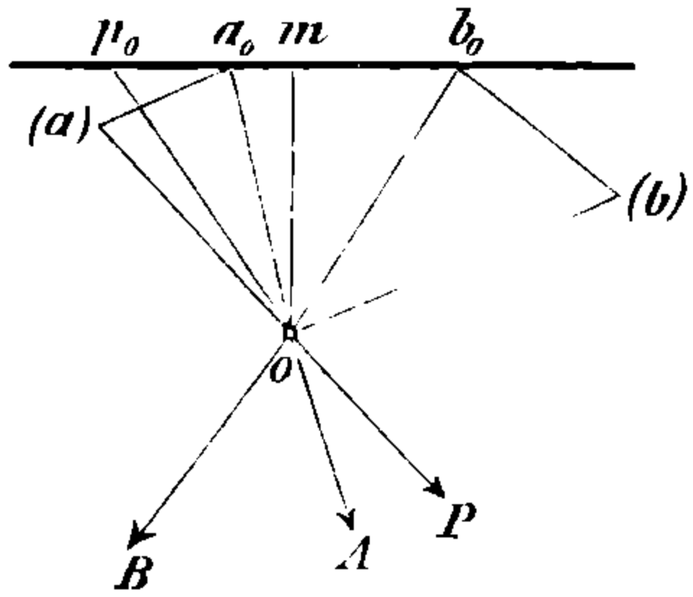
f. Фотографическій планшетъ.

На штативѣ теодолитнаго типа устанавливается фотографическая камера, которая, подобно зрительной трубѣ, находящейся по оси прибора, можетъ поворачиваться около двухъ взаимно-перпендикулярныхъ (горизонтальной и вертикальной) осей. Оптическая ось камеры перпендикулярна къ плоскости изображенія и проходитъ черезъ центръ сѣтки, волоски которой имѣютъ положеніе, соотвѣтствующее сред-

НТБ ДНУЖТ

нимъ линіямъ на чувствительной пластинкѣ (планшетѣ). Разстояніе плоскости изображенія отъ оптическаго центра (фокусное разстояніе) постоянно. Плоскость, опредѣляемая оптическою осью и горизонтальнымъ волоскомъ сѣтки, можетъ при помощи уровня и установительныхъ винтовъ штатива быть установлена горизонтально (плоскость изображенія вертикальна). Наклоненіе оптической оси къ горизонту можетъ быть отсчитываемо на вертикальномъ кругѣ (плоскость изображенія наклонна). Оптическій центръ есть точка встрѣчи всѣхъ визирныхъ линій на предметы A, B, C... (черт. 38), причемъ принимаютъ, что соотвѣтственныя изображенія тѣхъ же точекъ a, b, c... составляютъ пересѣченіе продолженія этихъ визирныхъ линій съ плоскостью изображенія (чувствительной пластинкой). Получаемое на чувствительной пластинкѣ изображеніе сѣтки представляетъ систему прямоугольныхъ координатныхъ осей, къ которой и относятъ полученное изображеніе визированныхъ предметовъ. При вертикальной плоскости изображенія горизонтальная проекція угла, заключеннаго между двумя направленіями визированія oA и oB, будетъ получена, если по планшету взять разстояніе изображеній точекъ a и b до вертикальнаго волоска (a_0m и b_0m); эти разстоянія откладываются въ такомъ же направленіи на перпендикулярѣ (представляетъ горизонтальный волосокъ) къ неизмѣнному фокусному разстоянію om. Искомый горизонтальный уголъ и будетъ a_0ob_0. Для опредѣленія вертикальныхъ угловъ откладываемъ разстояніе изображеній точекъ a и b до горизонтальнаго волоска перпендикулярно къ гипотенузамъ oa_0 и ob_0; $(a)oa_0$ представляетъ вертикальный уголъ для A (возвышеніе надъ горизонтомъ для точки o, а $(b)ob_0$ тотъ же уголъ для B. Если o одна изъ конечныхъ точекъ нѣкоего базиса oP, другой конецъ котораго находится въ P и даетъ изображеніе на чувствительной пластинкѣ въ p, то по вышеприведенному находимъ горизонтальныя проекціи всѣхъ угловъ между визирными линіями, исходящими изъ точки o на отдѣльные предметы, и базисомъ oP. Если такую же съемку сдѣлать по вышеприведенному на другомъ концѣ базиса въ P, то находимъ тамъ горизонтальныя проекціи угловъ между исходящими изъ точки P визирными линіями на тѣ же предметы и базисомъ oP. При помощи прямыхъ засѣчекъ, подобно мензульной съемкѣ, можно опредѣлить путемъ чертежа положеніе точекъ A, B, C... относи-

Черт. 38.



НТБ ДНУЖТ

тельно oP, а равно и высоты этихъ же точекъ относительно горизонтальныхъ плоскостей, проходящихъ черезъ o и P *).

Е. Тріангуляціи.

Для топографическихъ съемокъ большихъ владѣній и странъ покрываютъ страну сѣтью треугольниковъ. Треугольники раздѣляются на треугольники: четвертаго, третьяго, второго и перваго порядка; треугольники четвертаго порядка имѣютъ длину стороны до 3000 m, третьяго порядка 3000 до 6000 m; указанные треугольники разсматриваются какъ треугольники плоскіе. Треугольники второго и перваго порядка, имѣющіе большую длину сторонъ, должны быть разсматриваемы какъ треугольники, находящіеся на кривой земной поверхности. Каждые два треугольника должны имѣть одну общую сторону. Вершина треугольника третьяго порядка должна одновременно быть вершиной треугольника четвертаго порядка. Удобно расположенная короткая сторона сѣти, базисъ, измѣряется весьма точно металлическими базисными приборами съ принятіемъ въ разсчетъ температуры. Въ каждомъ треугольникѣ измѣряются всѣ углы. Когда установлены путемъ наблюденій географическое положеніе, по меньшей мѣрѣ, одной вершины треугольника и азимутъ одной изъ сторонъ, то другія стороны треугольниковъ, а равно и координаты вершинъ треугольниковъ находятся путемъ вычисленій, послѣ того какъ произведено уравненіе ошибокъ при наблюденіяхъ при помощи составленія условныхъ уравненій для всей сѣти.

Условныя уравненія для треугольниковъ 1. и 2. порядка двоякаго рода: 1. **Условныя уравненія угловъ**, т.-е. въ каждомъ треугольникѣ сумма угловъ должна быть равна $2R + \varepsilon$, гдѣ ε сферическій избытокъ $= \frac{f}{r^2}\,206265$ (f площадь плоскаго треугольника, стороны котораго равны сторонамъ сферическаго); въ сферическомъ треугольникѣ, у котораго каждая сторона имѣетъ длину 1 геогр. мили, величина $\varepsilon = 0{,}11$ секунды. 2. **Условныя уравненія сторонъ**, т.-е. всѣ направленія, проведенныя изъ n точекъ къ одной точкѣ, должны пересѣкаться въ одной точкѣ. Число условныхъ уравненій: если p точекъ соединены между собою l прямыми, то существуетъ $l - p + 1$ условныхъ уравненій угловъ и $l - 2p + 3$ условныхъ уравненій сторонъ.

Треугольники главной тріангуляціи разсматриваются всегда какъ сферическіе треугольники, причемъ за радіусъ шара

*) О фотографической съемкѣ см. «C. Koppe, die Photogrammetrie, Weimar, 1889»; кромѣ того: «Vorarbeiten für die Jungfraubahn, Schweiz. Bauztg. 1896, T. 27, № 24», а также «Ueber Photogrammetrie und über die Thätigkeit des Feld-Photographiedetachements im Kriege 1870/71, Doergens, Weimar 1897

НТБ ДНУЖТ

принимаютъ обыкновенно средній радіусъ измѣряемой поверхности:

$$r = \sqrt{\varrho_m \varrho_v} = \frac{a\sqrt{1-e^2}}{1-e^2\sin^2\varphi}, \text{ гдѣ}$$

$\varrho_m = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2\sin^2\varphi)^{3/2}}$, радіусъ кривизны экватора,

$\varrho_v = \frac{a}{(1-e^2\sin^2\varphi)^{1/2}}$, радіусъ кривизны перваго меридіана.

Условныя уравненія составляются для всей сѣти, исправленіе погрѣшностей производится по способу наименьшихъ квадратовъ.

Вычисленіе сфероидальныхъ треугольниковъ сводится къ вычисленію треугольниковъ сферическихъ, а вычисленіе этихъ послѣднихъ сводится къ вычисленію плоскихъ треугольниковъ. Законъ Лежандра: если a, b, c стороны и α, β, γ углы сферическаго треугольника, a_1, b_1, c_1 стороны плоскаго треугольника, имѣющія такую же длину, α_1, β_1 и γ_1 углы плоскаго треугольника, то имѣемъ:

$$\alpha_1 = \alpha - {}^1/_3\,\varepsilon, \qquad \beta_1 = \beta - {}^1/_3\,\varepsilon, \qquad \gamma_1 = \gamma - {}^1/_3\,\varepsilon.$$

Геодезическая линія представляетъ кратчайшее разстояніе между двумя точками A и B на земной поверхности. Соединительная линія между точками A и B на плоскости будетъ прямая, на поверхности шара — дуга большого круга, проходящая черезъ точки A и B, а для эллипсоида вращенія — кривая двойной кривизны между точками A и B. Въ каждой точкѣ геодезической линіи плоскость кривизны представляетъ одновременно вертикальную плоскость. Для поверхностей вращенія имѣемъ условіе, что въ каждой точкѣ геодезической линіи произведеніе изъ разстоянія точки до оси вращенія на синусъ азимута есть величина постоянная.

При **измѣреніи участка**, площадь котораго не превосходитъ 5 qkm, можно разсматривать сѣть треугольниковъ (треугольники 4-го, а быть-можетъ и 3-го порядка), какъ плоскіе треугольники. Для измѣренія базиса длиною 1 до 2 km удобно пользоваться шоссе. Измѣреніе повторяется и въ противоположномъ направленіи. Разница не должна превосходить ${}^1/_{5000}$. Въ каждой вершинѣ треугольника необходимо измѣрять всѣ углы при обоихъ положеніяхъ зрительной трубы. При опредѣленіи угловъ въ треугольникѣ сумма угловъ должна отличаться отъ $2R$

въ треугольникахъ 3 порядка не болѣе чѣмъ на ${}^3/_4$ минуты,
» » 4 » » » » » ${}^1/_2$ »

Условныя уравненія, которыя должны быть составлены для сѣти изъ плоскихъ треугольниковъ.

1. Круговое уравненіе, по которому сумма угловъ, расположенныхъ вокругъ одной точки, равна $4R$.

2. Уравненіе угловъ, по которому въ каждомъ треугольникѣ сумма угловъ должна составлять $2R$.

НТБ ДНУЖТ

3. Уравненіе длины соотвѣтственно уравненію сторонъ см. выше.

Исправленіе производится по группамъ, не строго по способу наименьшихъ квадратовъ.

F. Измѣреніе многоугольниковъ.

Стороны измѣряются два раза; оба измѣренія должны различаться другъ отъ друга на $^2/_{1000}$ и не болѣе, чѣмъ на $^3/_{1000}$ длины. Если начало и конецъ многоугольника представляютъ точки тріангуляціи, то необходимо измѣрять углы между исходящими изъ этой точки сторонами многоугольника и стороной треугольника. Отклоненіе суммы угловъ многоугольника отъ требуемой $(2n-4)R$ распредѣляется равномѣрно на каждый уголъ. Поправка не должна, однако, превосходить $^1/_2$ минуты для каждой вершины многоугольника. При вычисленіи координатъ вершинъ многоугольника относительно системы прямоугольныхъ координатныхъ осей необходимо предварительно опредѣлить наклоненіе каждой стороны многоугольника относительно оси $+x$ по слѣдующему правилу: наклоненіе α_n любой стороны a_n, a_{n+1} многоугольника въ оси $+x$ получается, если къ наклоненію α_{n-1} предыдущей стороны прибавить уголъ a_n между обѣими сторонами многоугольника и изъ этой суммы вычесть 180^0. $\alpha_n = \alpha_{n-1} + a_n - 180$. Для сомкнутаго многоугольника должно получиться $\pm 180^0$. Затѣмъ вычисляютъ отрѣзки ординатъ и абсциссъ, которыя получаются частью положительными, частью отрицательными:

$$\Delta y_n = a_n a_{n-1} \sin \alpha_{n-1}, \qquad \Delta x_n = a_n a_{n-1} \cos \alpha_{n-1}.$$

Въ сомкнутомъ многоугольникѣ должно быть

$$\Sigma \Delta y = 0 \quad \text{и} \quad \Sigma \Delta x = 0.$$

Отклоненіе суммы $+\Delta y$ отъ суммы $-\Delta y$ распредѣляется на всѣ Δy въ отношеніи ихъ длинъ къ суммѣ всѣхъ Δy, не обращая вниманія на знакъ, но вездѣ, однако, со знакомъ, обратнымъ знаку отклоненія. Точно такъ же поступаютъ съ Δx. Послѣ этого производятъ вычисленіе полныхъ ординатъ и полныхъ абсциссъ:

$$y_n = y_{n-1} + \Delta y_n; \qquad x_n = x_{n-1} + \Delta x_n.$$

G. Съемка межевыхъ плановъ.

Со снимаемаго участка дѣлается отъ руки на глазъ эскизъ, либо до съемки (что затруднительно), либо во время измѣренія. Примѣрный масштабъ 1 : 500 до 1 1000. На этомъ эскизѣ должны быть обозначены отдѣльные участки и вписаны размѣры длины; послѣдніе записываются обыкновенно перпендикулярно къ направленію измѣренія. Измѣ-

НТБ ДНУЖТ

реніе длины производится непрерывно. Полная (общая) длина подчеркивается два раза. Кривыя линіи разсматриваются какъ ломаныя; точки перелома опредѣляются по ординатамъ. При съемкѣ межевыхъ плановъ особенно важно измѣрять длины сторонъ, опирающихся на стороны многоугольника общей съемки.

H. Нанесеніе и вычисленіе измѣреній.

Выборъ масштаба зависитъ отъ размѣра снимаемыхъ площадей. При составленіи отдѣльныхъ планшетовъ для картъ принимаютъ для площадей: a) болѣе 50 аръ (1000 кв. саж.) масштабъ 1 2000, b) между 50 и 5 аръ (1000 и 100 кв. саж.) масштабъ 1 1000, c) менѣе 5 аръ (100 кв. саж.), особенно въ городахъ, деревняхъ — 1 : 500. Для картъ большихъ лѣсныхъ площадей, выгоновъ, болотъ, озеръ допускается масштабъ 1 4000. Для предварительныхъ общихъ изысканій желѣзныхъ дорогъ 1 : 10000, въ особыхъ случаяхъ 1 2500. Вершины треугольниковъ и многоугольниковъ наносятся по ихъ координатамъ при помощи желѣзной линейки и такого же прямоугольнаго треугольника. Нанесеніе большихъ длинъ цѣлесообразно производить штангенциркулемъ.

Для нивеллировочныхъ плановъ обыкновенно принимаютъ масштабъ для высотъ больше, чѣмъ для горизонтальныхъ разстояній (10 до 25 разъ).

Опредѣленіе площадей. Опредѣленіе площадей, фигуръ, ограниченныхъ прямыми линіями, производится: 1. раздѣленіемъ фигуры на треугольники и вычисленіемъ площадей этихъ треугольниковъ, пользуясь масштабомъ и циркулемъ; 2. по координатамъ вершинъ фигуры, пользуясь формулой:

$$2J = \Sigma (x_n - x_{n-1})(y_n + y_{n-1}) = \Sigma (y_{n-1} - y_n)(x_n + x_{n-1}),$$

откуда:

$$2J = \Sigma x_n (y_{n+1} - y_{n-1}) = \Sigma y_n (x_{n-1} - x_{n+1}),$$

причемъ:

$$\Sigma (y_{n+1} - y_{n-1}) = 0 \quad \text{и} \quad \Sigma (x_{n-1} - x_{n+1}) = 0.$$

Фигуру, ограниченую кривою линіей, превращаютъ на глазомѣръ въ многоугольникъ съ большимъ числомъ прямолинейныхъ сторонъ, а этотъ послѣдній при помощи параллельнаго перемѣщенія (превращеніе площади четырехугольника въ равновеликій треугольникъ при помощи параллельнаго перемѣщенія его діагонали) — въ многоугольникъ съ меньшимъ числомъ сторонъ; послѣдній уже разбивается на треугольники, площадь которыхъ вычисляется, или измѣряютъ общую площадь плана планиметромъ.

НТБ ДНУЖТ

ДЕСЯТЫЙ ОТДѢЛЪ.

СТРОИТЕЛЬНОЕ ИСКУССТВО.

I. ОСНОВАНІЯ СООРУЖЕНІЙ.

Сооруженіе, представляющее одно цѣлое, должно имѣть во всѣхъ своихъ частяхъ основаніе по возможности одного и того же типа.

Глубина заложенія основаній должна быть ниже глубины, на которую промерзаетъ грунтъ, каковая глубина принимается отъ 1,5 до 2 аршинъ, въ сѣверныхъ странахъ отъ $2^3/_4$ до 3 аршинъ. Всегда необходимо выводить основанія на надежномъ и хорошо сопротивляющемся грунтѣ, а если это дорого или невозможно, то соотвѣтственно мѣстнымъ условіямъ сооружается искусственное основаніе, согласно стр. 64 и слѣд.

а. Изслѣдованіе грунта.

Для небольшихъ построекъ достаточно изслѣдованіе посредствомъ зондировки прутомъ, въ большихъ сооруженіяхъ производится буреніе, а если возможно, то роется колодезь.

Надежный грунтъ, или материкъ: 1) Скалистый грунтъ достаточной площади; туффъ, каменистая порода, предохраненная отъ скольженія; гальки, гравій, крупнозернистый песокъ.

2) Мелкозернистый песокъ и сухіе слои суглинка и глины, смѣшанные съ пескомъ только при мощности 4 до 6 m считаются надежнымъ грунтомъ; при меньшей толщня грунтъ укрѣпляется посредствомъ укатаннаго слоя щебня, слоя бетона или лежнями на сваяхъ; для предохраненія отъ выпучиванія грунта въ бока — шпунтовыя стѣнки.

НТБ ДНУЖТ

Ненадежный грунтъ. Мокрая глина и суглинокъ, хотя бы и смѣшанные съ пескомъ; песокъ съ примѣсью глины (синеватой), наносный песокъ, очень мокрый песокъ, плывучее болото, мергель, торфъ, обыкновенная растительная луговая земля, насыпная земля и строительный мусоръ, хотя бы и слежавшіеся въ теченіе столѣтій.

b. Основанія на надежномъ грунтѣ.

Если: t **сопротивляемость** грунта сжатію въ kg/qcm,
γ_e вѣсъ (песчанаго) грунта въ kg/cbm,
h глубина заложенія фундамента въ m,
ϱ уголъ естественнаго откоса грунта (въ среднемъ $\varrho = 30^0$ до $37^1/_2{}^0$),

то, по опытамъ Янковскаго, приблизительно:

$$t = 0{,}0002\,\gamma_e h \left(\frac{1+\sqrt{2}\sin\varrho}{1-\sqrt{2}\sin\varrho}\right)^2 = 0{,}0002\,\gamma_e h n^2.$$

Для $\varrho =$	15^0	20^0	25^0	30^0	35^0	$37^1/_2{}^0$	40^0	45^0
$n^2 =$	4,6427	8,2578	15,769	33,971	91,987	179,03	440,66	∞.

t зависитъ далѣе отъ величины и формы площади подошвы F основанія и увеличивается съ увеличеніемъ F *). Давленіе на подошву основанія должно быть по возможности нормально къ ней и распредѣлено равномѣрно. **Допускаемая нагрузка** k для разныхъ родовъ грунта должна быть принимаема всегда меньше, чѣмъ t; при прочномъ **скалистомъ грунтѣ** k составляетъ до $^1/_{10}$ временнаго сопротивленія сжатію; обыкновенно допускаютъ для k отъ 5 до 15 kg/qcm. Для плотно слежавшагося **гравія и песка** большею частью допускаютъ для хорошаго строительнаго грунта 2,5 kg/qcm, хотя можно итти и до 10 kg/qcm; точно такъ же и для **сухой глины**, если исключена возможность просачиванія воды, можно допускать 2 до 3 kg/qcm. Во всѣхъ случаяхъ, при выборѣ k слѣдуетъ принимать во вниманіе глубину заложенія фундамента h (k возрастаетъ вмѣстѣ съ h, см. формулу выше), а также возможность постояннаго или перемѣннаго отсыренія грунта.

---

*) См. F. Engesser, Zur Theorie, das Baugrundes, Centralbl. d. Bauverw. 1893, стр. 306; кромѣ того, тамъ же 1893, стр. 455.

НТБ ДНУЖТ

Кромѣ средняго напряженія на сжатіе k, необходимо изслѣдовать также и распредѣленіе давленія на подошву основанія и наибольшее давленіе въ ребрахъ, особенно когда сооруженіе должно противостоять также и дѣйствію горизонтальныхъ силъ (давленіе вѣтра, распоръ сводовъ и т. д.). Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ не должна выходить изъ предѣловъ средней трети ширины подошвы основанія (см. ч. I, отд. 4, Сопротивленіе матеріаловъ, сложное сопротивленіе), и наибольшее давленіе въ ребрахъ фундамента не должно превосходить наибольшаго допускаемаго давленія на соотвѣтствующій грунтъ k (обыкновенно 0,75 до 1,5 kg).

c. Огражденія для основаній

требуются въ тѣхъ случаяхъ, когда мѣсто, предназначенное для основанія, покрыто водой, или вода просачивается черезъ грунтъ. Огражденіе производится водоудержательными плотинами и шпунтовыми стѣнками.

Водоудержательныя плотины. Обыкновенныя водоудержательныя плотины для горизонтовъ воды до 1,5 m. Забиваются круглыя сваи въ разстояніи 1,25 до 1,5 m, которыя связываются вверху насадками; къ насадкамъ вплотную прислоняется стѣнка изъ досокъ съ перекрытыми стыками, доски опущены въ грунтъ на 50 до 60 cm. Водонепроницаемость достигается земляной отсыпью или насыпкой навоза снаружи. — **Коробчатыя водоудержательныя плотины** для горизонтовъ воды бо́льшихъ 1,5 m. По Эйтельвейну, при высотѣ, меньшей 2,5 m, ширина равна высотѣ; при большихъ высотахъ ширина равна половинѣ высоты + 1,25 m. Наружная стѣнка ящика образуется изъ свай, забиваемыхъ на глубину 1,3 до 2 m и соединенныхъ схватками; внутренняя стѣнка представляетъ шпунтовый рядъ; обѣ стѣнки соединены между собою схватками на разстояніи 1,25 m другъ отъ друга. Къ схваткамъ наружной стѣнки по предыдущему прислоняется стѣнка изъ досокъ въ закрой или щиты изъ горизонтальныхъ досокъ длиною 4 до 6,5 m, скрѣпленныхъ шпонками и раскосами. Для заполненія ящиковъ употребляется глинистая, по возможности сухая земля или песокъ съ глиной (безъ растительныхъ волоконъ или корней), плотно утрамбованные. Плотины изъ бетона (1:7) насыпаются между двумя деревянными стѣнками; бетонъ трамбуется и можетъ впослѣдствіи служить какъ основаніе для сооруженія.

Шпунтовыя стѣнки. Для одного пог. метра шпунтовой стѣнки требуется 5 полусвай, діаметромъ 24 cm, или столько же полныхъ свай, діам. 25 cm, или 3 до 4 брусьевъ 11 cm толщины и 31 cm ширины и 1 пог. метръ цѣльныхъ брусьевъ для прогоновъ.

НТБ ДНУЖТ

d. Основанія на надежномъ грунтѣ.

Выборъ системы основаній *).

Вода.	Грунтъ ниже поверхности прочный.	Грунтъ прочный на нѣкоторой глубинѣ (достижимой).	Прочный грунтъ на глубинѣ недостижимой.
1. Воды нѣтъ. (Дерево употреблять нельзя.)	Возведеніе кладки основанія непосредственно въ грунтѣ, ниже глубины замерзанія.	1) Рытье до прочнаго грунта и возведеніе на немъ каменной кладки. 2) Тоже, но, вмѣсто сплошной кладки, отдѣльныя опоры со сводами на землѣ. 3) Опускные колодцы или ящики. 4) Желѣзныя сваи. 5) Бетонныя сваи.	1) Уширеніе кладки основанія. 2) Насыпка песка. 3) Обратныя арки. 4) Широкій слой бетона. 5) Сухая каменная кладка, трамбованная.
2. Присутствіе грунтовой воды или воды на поверхности, вода можетъ быть удержана. (Дерево подъ водой допускается.)	1) Непосредственное возведеніе кладки. 2) Отдѣльныя опоры со сводами на землѣ. 3) Слабый бетонъ (для заглушенія ключей). 4) Вполнѣ погруженныя желѣзныя или деревянныя водоудержат. плотины.	1) Опускные колодцы. 2) Глубоко заложенный ростверкъ на сваяхъ. 3) Сваи съ заполненіемъ промежутковъ бетономъ или камнями. 4) Бетонъ (только для заглушенія ключей).	1) Насыпка песка. 2) Основаніе на лежняхъ. 3) Широкій слой бетона. 4) Обратныя арки. 5) Уплотненіе грунта слоемъ утрамбованнаго бабой щебня или короткими сваями. 6) Ростверкъ на сваяхъ.
3. Присутствіе воды, которая не можетъ быть удержана. (Дерево подъ водой допускается.)	1) Бетонъ при водоудерж. плотинахъ изъ желѣза или дерева, съ заполненіемъ или безъ заполненія. 2) Основанія посредствомъ сжатаго воздуха; водоудержат. плотины. 3) Опускные колодцы. 4) Понтонные ящики. 5) Каменная отсыпь или опускные камни (массивы).	1) Опускные колодцы. 2) Основанія сжатымъ воздухомъ. 3) Лежни на сваяхъ. 4) Желѣзныя сваи. 5) Землечерпательныя работы и бетонировка. 6) Опускные ящики съ ростверкомъ на сваяхъ. 7) Сваи съ бетономъ или камнями. 8) Основаніе при помощи замораживанія. 9) Землечерпательныя работы и каменная отсыпь или каменные массивы.	1) Лежни на сваяхъ для уплотненія грунта; на нихъ опускные ящики. 2) Широкіе опускные ящики, замѣняющіе лежни, и полый фундаментъ. 3) Насыпка песка для удаленія или уплотненія слабаго грунта. 4) Нагрузка грунта вокругъ зданія и уширеніе каменной кладки.

*) По Handb. d. Bankde., Grundbau, стр. 100.

НТБ ДНУЖТ

При устройствѣ нижеслѣдующихъ основаній рекомендуется примѣнять **пробную нагрузку**.

1. **Уплотненіе грунта** достигается для легкихъ сооруженій лишь при однородномъ строеніи материка, непосредственною нагрузкою или забивкою свай.

2. **Трамбованный бетонъ.** Грунтъ уплотняется ударами бабы, и на него кладется слой щебня, гравія, строительнаго мусора и т. п., толщиною 0,3 m, который снова уплотняется бабой, и такимъ образомъ продолжаютъ наслоеніе до тѣхъ поръ, пока получается слой 1 до 1,25 m толщиной. Также примѣняется только для легкихъ сооруженій. Трамбованный бетонъ можетъ быть замѣненъ кладкою изъ лещадныхъ камней, промежутки между которыми заполняются жидкимъ цементнымъ растворомъ.

3. **Насыпка** изъ крупнаго, чистаго, гравистаго, острограннаго **песка** должна быть значительно шире основанія фундамента; тѣмъ не менѣе, при разсчетѣ площади, на которую передается грузъ сооруженія, необходимо принимать лишь площадь основанія фундамента. Толщина насыпки не менѣе 0,8 m, обыкновенно отъ 1,5 до 2 m, наносится слоями въ 0,1 до 0,15 m; уплотненіе и равномѣрная усадка достигается насыщеніемъ каждаго слоя водой и укатываніемъ каткомъ. Трамбованіе не допускается. Такая насыпка можетъ быть подвержена давленію 2 до 3 kg/qcm. Въ случаѣ грунтовой воды производятъ насыпку до поверхности земли и откачиваютъ воду въ надлежащемъ мѣстѣ; въ этомъ случаѣ насыщеніе слоя водой не требуется.

Толщина d (въ m) слоя песка или бетона (см. ниже 4), которымъ долженъ быть покрытъ мягкій грунтъ, по Ранкину:

$$d = \frac{10\,000\, p\, c^2}{\gamma - \gamma_e c^2},$$

гдѣ p наибольшее давленіе сооружаемаго зданія на площадь основанія въ kg/qcm, γ вѣсъ 1 cbm песка и соотв. бетона въ kg ($\gamma = 1600$ до 2000 и соотв. $\gamma = 1800$ до 2200 kg въ 1 cbm, $\gamma_e = 1600$ kg/cbm вѣсъ мягкаго грунта), и

$$c^2 = \left(\frac{1 - \sin \varrho}{1 + \sin \varrho}\right)^2$$

ϱ уголъ естественнаго откоса земли. Въ большинствѣ случаевъ можно принимать $\varrho = 30^0$ до $37^1/_2{}^0$.

Для $\varrho =$	15^0	20^0	25^0	30^0	35^0	$37^1/_2{}^0$	40^0	45^0
имѣемъ $c^2 =$	0,346	0,240	0,165	0,111	0,073	0,059	0,047	0,0296

При насыпкѣ слоя песка надъ грунтовою водою **допускаемая нагрузка на грунтъ** опредѣляется по:

$$k = \frac{P}{b + 1{,}678\, d} + 1800\,(d + t);$$

НТБ ДНУЖТ

если насыпка слоя песка производится ниже уровня грунтовыхъ водъ, то

$$k = \frac{P}{b + 0{,}89\,d} + 2000\,(d + t),$$

гдѣ P нагрузка сооруженія на 1,0 m длины фундамента на уровнѣ грунта, b ширина каменной подошвы основанія, t глубина фундамента отъ поверхности грунта и d толщина песчанаго слоя. Величина k опредѣляется путемъ пробной нагрузки.

4. **Насыпка бетона** также производится значительно шире подошвы фундамента; цѣлесообразно примѣнять при высокомъ уровнѣ воды или при расположеніи материка на большой глубинѣ. Въ случаѣ притока воды достаточно обнести котлованъ для фундамента шпунтовою стѣнкой. Бетонъ опускается при помощи воронокъ или ящиковъ изъ брусьевъ 5 до 8 cm толщиною, на краяхъ, обитыхъ желѣзомъ, или посредствомъ двухъ желѣзныхъ сосудовъ, представляющихъ четверти цилиндра, вращающіяся около горизонтальной оси; длина цилиндра 1 m, ширина 0,4 до 0,6 m, вышина 0,4 до 0,6 m; вмѣстимость 0,3 до 0,6 cbm бетона. Насыпка производится слоями, причемъ матеріалъ долженъ опускаться по возможности скоро и въ большомъ количествѣ. Необходимо избѣгать смѣшиванія бетона съ водой во время насыпки, равно какъ и выравниванія и трамбовки бетона.

Толщина d, опредѣленная по формулѣ стр. 65, должна быть нѣсколько увеличена въ виду неизбѣжной неточности работъ подъ водой.

Слой бетона толщиною въ 1 m можетъ при мало сжимаемомъ грунтѣ нести грузъ въ 4 до 5 kg/qcm площади основанія; при грунтѣ, сжимаемомъ и неравномѣрномъ,—только 2,5 kg/qcm. Толщину слоя меньше 0,5 m слѣдуетъ избѣгать. Слой бетона долженъ выступать изъ-за края основанія фундамента не болѣе, чѣмъ на $^3/_4$ своей толщины.

5. **Насыпка бетона съ желѣзными связями** представляетъ соединеніе насыпки сухого бетона съ основаніемъ на лежняхъ (стр. 68). Въ одинъ или нѣсколько слоевъ бетона закладываютъ, въ большемъ или меньшемъ числѣ, тонкія полосы плоскаго или круглаго желѣза; полосы эти перекрещиваются; бетонное основаніе въ этомъ случаѣ лучше сопротивляется растягивающимъ усиліямъ, появляющимся вслѣдствіе неравномѣрности грунта; или же по направленію длины стѣнъ кладутся двутавровыя балки, со всѣхъ сторонъ вполнѣ окружаемыя бетономъ; число рядомъ лежащихъ балокъ зависитъ отъ толщины стѣны внизу. Соединеніе балокъ въ стыкахъ и на концахъ, равно и перекрещиваніе ихъ, излишне. Желѣзныя связи въ бетонѣ позволяютъ уменьшать толщину бетоннаго слоя и, слѣд., сокращаютъ работу.

Вмѣсто бетонировки для распредѣленія давленія отъ осно-

НТБ ДНУЖТ

ванія на бо́льшую площадь кладутъ гранитныя плиты, стыки которыхъ находятся подъ I балками; концы послѣднихъ нагружаются стѣнами основанія.

6. **Основанія на столбахъ** употребляются въ единичныхъ случаяхъ, когда прочный надежный грунтъ лежитъ неглубоко и нѣтъ грунтовыхъ водъ. Столбы перекрываются сводами.

7. **Основанія на опускныхъ колодцахъ,** если надежный грунтъ находится на большой глубинѣ (6 m и болѣе). Форма колодцевъ въ планѣ преимущественно круглая. При діаметрѣ 1 до 2 m толщина стѣнокъ — въ 1 кирпичъ и до $1^1/_2$ кирпича. Для главныхъ стѣнъ (смотря по расположенію осей постройки) разстояніе между осями колодцевъ принимается 2,5 до 3,75 m; колодцы опускаются въ надежный грунтъ на глубину 0,6 до 1 m. Размѣры колодцевъ опредѣляются въ зависимости отъ сопротивленія грунта. Колодцы соединяются сводами, толщиною не менѣе двухъ кирпичей. Въ углахъ зданій устраиваются два, а часто и три колодца, связанные между собою сводами и якорями. Передъ сооруженіемъ колодца вырывается котлованъ 4 m въ квадратѣ и глубиною 1,5 m, и въ немъ на двойномъ или тройномъ вѣнцѣ изъ брусьевъ выводится кладка колодца. Колодцы заполняются въ нижней части бетономъ, послѣ чего откачивается грунтовая вода, и колодезь заполняется въ верхней части бутовой кладкой на растворѣ. На высотѣ 0,3 до 0,6 m надъ уровнемъ воды кладутся опоры изъ прочныхъ камней, образующія пяты для принятія давленія отъ сводовъ. Равномѣрное погруженіе колодцевъ достигается нагрузкой колодца балластомъ и удаленіемъ грунта изнутри. Наклонъ наружныхъ стѣнокъ $^1/_{50}$ до $^1/_{20}$. Примѣняются для глубины погруженія свыше 18 m.

8. **Опускные колодцы изъ бетона,** прямоугольной формы, примѣняются для стѣнокъ набережныхъ, длина 5 до 6 m, ширина 2,5 m и болѣе съ одною среднею поперечною перегородкою. Толщина стѣнокъ около 0,7 m. Стѣнки колодца выводятся на вѣнцѣ изъ брусьевъ, средняя перегородка — на сводчатыхъ кружалахъ; подъ среднею стѣнкою получается такимъ образомъ соединеніе между обѣими половинами опускного колодца, отчего облегчается производство кладки внутри колодца. Стѣнки колодца трамбуются изъ бетона въ промежуткѣ между двумя досчатыми стѣнками, связанными между собою якорями; послѣдніе могутъ быть удаляемы при окончаніи бетонировки; бетонъ имѣетъ смѣсь 1 : 7. Наружныя стѣнки выглаживаются цементнымъ молокомъ. Удаленіе деревянной формы черезъ 3 дня. Начало погруженія по крайней мѣрѣ черезъ 8 дней. Послѣ окончанія погруженія ящики заполняются бетономъ *).

*) См. C. d. B. 1902, стр. 9.

НТБ ДНУЖТ

9. **Опускные ящики** (вмѣсто колодцевъ). Форма въ планѣ прямоугольная или квадратная. 4 угловыхъ стойки, толщиною 12 до 20 cm, снаружи обшиваются при помощи гвоздей брусьями толщиною 5 до 8 cm. Высота ящика не болѣе 5,5 до 7,0 m; при двухъ ящикахъ, расположенныхъ одинъ надъ другимъ, можно достигнуть глубины заложенія 12,5 до 15 m. Какъ и въ опускныхъ колодцахъ, ящики до уровня грунтовыхъ водъ заполняются бетономъ, выше — бутовой кладкой на растворѣ и перекрываются сводами.

Небольшимъ уменьшеніемъ размѣровъ ящика вверху (1 : 50 до 1 : 25) достигается болѣе легкое его опусканіе. На высотѣ пять свода ящики должны быть связаны между собой желѣзными тягами. Опускные колодцы и ящики употребляются преимущественно (какъ замѣна лежней на сваяхъ) для несвободно стоящихъ сооруженій, гдѣ забивка свай представляетъ затрудненія по установкѣ и перемѣщеніи копра, а равно когда забивка свай дорога́ и сотрясенія могутъ вредить сосѣднимъ постройкамъ. При большой глубинѣ колодцевъ и ящиковъ можно допускать болѣе высокое напряженіе грунта; см. формулу стр. 62.

10. **Основанія на лежняхъ.** Всѣ брусья и бревна должны лежать по меньшей мѣрѣ на 0,3 до 0,5 m подъ наинизшимъ уровнемъ воды.

α. Лежни изъ брусьевъ состоятъ изъ долевыхъ лежней, расположенныхъ на поперечныхъ брусьяхъ, толщиною 8 до 10 cm, разстояніе между которыми 1 до 1,25 m.

β. Ростверкъ. Поперечныя короткія шпалы, 24 до 30 cm шириной и 16 до 24 cm вышиной, располагаются на разстояніи 1 до 1,5 m. Долевыя шпалы, толщиною 20 до 30 cm, располагаются на разстояніяхъ не болѣе 1,1 m. Крайнія долевыя шпалы удалены отъ концовъ поперечныхъ шпалъ на 0,3 до 0,5 m. Поперечныя шпалы располагаются надъ или подъ продольными брусьями. Промежутки между шпалами слѣдуетъ заполнять камнемъ или, лучше, бетономъ (смѣсь 1 : 10). Ростверкъ покрывается брусчатымъ настиломъ; послѣдній толщиной 8 до 10 cm и на концахъ выступаетъ на 5 cm. Допускаемая нагрузка зависитъ отъ сопротивляемости грунта.

11. **Лежни на сваяхъ** сосновыхъ или дубовыхъ. Верхніе концы свай должны лежать на 60 cm ниже наинизшаго уровня грунтовыхъ водъ. Толщ. свай (въ m): $d = 0{,}12 + 0{,}03\,l$ или $d = 0{,}15 + 0{,}0275\,l$, гдѣ l длина сваи въ m. Разстояніе между срединами свай 0,75 до 1,0 m; разстояніе между рядами свай 0,8 до 1,25 m, т.-е. по одной сваѣ на каждые 0,60 до 1,25 qm площади основанія. Шипы 16 cm длины, 8 cm ширины и 5 cm толщины. Насадки (брусья ростверка) не менѣе 26 cm въ квадратѣ, стыки располагаются на сваѣ. Схватки (поперечные брусья) толщиною 14 до 26 cm расположены въ разстояніи 2,5 до 3 m и нарубаются на насадки.

НТБ ДНУЖТ

Настильные брусья толщиною 8 до 10 cm укрѣпляются деревянными или желѣзными гвоздями. Заостренный конецъ сваи имѣетъ длину въ $1^1/_2$ до 2 разъ больше нижняго діаметра сваи.

12. **Лежни на сваяхъ съ бетономъ.** Толщина слоя бетона не менѣе 75 cm (смѣсь не болѣе 1 : 7). Головки свай вмѣсто насадокъ и брусчатаго настила закрыты бетономъ на 15 до 30 cm. Для предохраненія бетона отъ вымыванія должны быть съ боковъ шпунтовыя стѣнки. При достаточной толщинѣ бетона можно принимать, что вся покрытая бетономъ поверхность воспринимаетъ давленіе отъ фундамента.

13. **Бетонныя сваи** квадратнаго сѣченія или лучше треугольнаго съ притупленными углами; длинныя стороны сѣченія около 38 cm, короткія стороны — около 6 cm. Внутри снабжаются желѣзнымъ остовомъ, составленнымъ изъ трехъ вертикальныхъ полосъ круглаго желѣза діам. 26 mm съ надвинутыми на нихъ поперечными анкерными связями толщиною 6 mm, расположенными на разстояніяхъ въ 20 cm. Вертикальныя полосы въ нижней части при помощи сварки соединяются въ прочное остріе. Длина свай до 8 m. Бетонъ (смѣсь 1 : 3) трамбуется слоями высотою въ 20 cm; соотвѣтственно вставляются поперечныя анкерныя связи. Удаленіе деревянныхъ формъ производится черезъ 8 дней. Забивка не ранѣе 4 недѣль. Вѣсъ бабы до 2500 kg, высота паденія 1,5 до 1,7 m. Головки свай предохраняются при помощи нѣсколькихъ слоевъ свинца, желѣза и деревянныхъ досокъ *).

Свайный башмакъ съ 2 до 4 ушками вѣситъ 2,5 до 7 kg.

14. **Желѣзныя сваи и трубы (винтовыя сваи).** Часто весьма удобны при устройствѣ основаній, хотя и нѣсколько дороги. Для мягкаго грунта діаметръ нарѣзки винта при одномъ ходѣ дѣлается большимъ; при плотной глинѣ, смѣшанной съ камнями, двойная нарѣзка. Соединеніе трубъ посредствомъ муфтъ **).

15. **Уплотненіе грунта** при помощи забивки свай на небольшомъ разстояніи другъ отъ друга. Длина свай до 2,5 m. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ грунтѣ дѣлается рядъ одинаковыхъ углубленій при помощи заостренной книзу круглой бабы соотвѣтствующей длины и заполненіемъ полученныхъ углубленій бетономъ; этотъ способъ примѣняется лишь для легкихъ построекъ и для временныхъ сооруженій ***).

---

*) См. C. d. B. 1902, стр. 560, и D. B. 1901, стр. 141.

**) Болѣе подробно см. Бреннеке, Der Grundbau, въ Handbuch d. Baukunde, стр. 146; затѣмъ Centralbl. der Bauverw 1885, стр. 279 и слѣд.

***) См. Süddeutsche Banz. 1898, стр. 222.

НТБ ДНУЖТ

e. Забивка свай.

Сопротивленіе свай. Если свая дошла до плотнаго грунта (материка), то она можетъ быть нагружена грузомъ, соотвѣтствующимъ сопротивленію дерева продольному изгибу, которое обыкновенно принимается $k = 20$ до 40 kg/qcm площади сѣченія сваи (20 kg для свай длинныхъ въ рыхломъ грунтѣ и 40 kg для короткихъ свай въ прочномъ грунтѣ). Длина опредѣляется забивкою пробныхъ свай. Сваи подъ основаніями забиваются въ материкъ на 2 до 3 m. Длина свай не болѣе 20 m; цѣлесообразно не превосходитъ размѣра 12 до 15 m, такъ какъ другія системы основаній могутъ тогда оказаться болѣе выгодными. Сваи, забитыя вершиною книзу, стоятъ прочнѣе тѣхъ, у которыхъ острый конецъ затесанъ на корневой сторонѣ сваи. Чѣмъ материкъ прочнѣе, тѣмъ бо́льшій наклонъ можетъ быть допущенъ для острія сваи. Для песка, торфа и т. п. заостреніе достаточно на длинѣ 1,5 до 2,0 діаметровъ сваи внизу d, причемъ нижній тупой конецъ сваи имѣетъ діаметръ $^1/_3$ до $^1/_4 d$. Желѣзные башмаки съ осталеннымъ остріемъ выгодны только для гравистаго или каменистаго грунта или когда приходится проходить черезъ находящіяся въ грунтѣ бревна. Загонка свай при помощи вымыванія изъ-подъ нея грунта струей воды (безъ послѣдующей забивки бабой или съ забивкой бабой) рекомендуется для слоевъ песка и гравія, когда необходимо избѣгать сильныхъ сотрясеній. Воду для этой цѣли можно брать изъ городскихъ водопроводовъ, гдѣ имѣется достаточное давленіе. Для вымыванія грунта служитъ газовая труба діам. около 50 mm, закладываемая въ желобокъ на цилиндрической поверхности сваи и укрѣпляемая у острія. При движеніи книзу свая вращается въ разныя стороны.

Если конецъ сваи не доходитъ до плотнаго грунта, то свая передаетъ при помощи тренія о грунтъ свою нагрузку на окружающую землю. Въ этомъ случаѣ необходимо руководствоваться результатами, полученными при забивкѣ пробныхъ свай, потому что треніе мѣняется въ зависимости отъ разстоянія между сваями, отъ глубины и отъ сырости грунта. По вѣсу сооруженія опредѣляютъ нагрузку на одну сваю и наибольшую допускаемую осадку (нѣсколько cm), которую должна давать свая подъ дѣйствіемъ этой нагрузки. Короткія тѣсно поставленныя сваи въ этомъ случаѣ лучше, чѣмъ длинныя и далеко разставленныя.

Если Q вѣсъ бабы въ kg, h высота паденія бабы въ cm, s разстояніе (въ cm), на которое опустилась свая въ грунтъ при послѣднемъ ударѣ, R сопротивленіе на пути s въ kg, $a = 20600$ kg/cm, то, по Бреннске*):

$$s = \frac{Q\,h}{R} - \frac{R}{a} \qquad \text{откуда } R = 0{,}5\,a\left(-s + \sqrt{s^2 + \frac{4\,Q\,h}{a}}\right).$$

*) См. Бреннске, Der Grundbau въ II. d. B., стр. 145.

НТБ ДНУЖТ

Наибольшая допускаемая нагрузка сваи $P = R : n$, гдѣ, въ зависимости отъ важности сооруженія, принимаютъ $n = 4$ до 10.

Этотъ разсчетъ основанъ на условіи, чтобы допущенное давленіе на сваю > сопротивленія отъ тренія, и составленъ на основаніи опытовъ Гуртцига, измѣрявшаго сопротивленіе отъ тренія при выдергиваніи свай*).

Для свай шпунтовыхъ стѣнокъ (треніе только съ трехъ сторонъ) въ вышеприведенной формулѣ слѣдуетъ принимать $a = 13\,000$ kg/cm.

Ручная баба для 1 до 4 рабочихъ. Высота подъема 1 m. На каждаго рабочаго грузъ бабы 15 kg.

Коперъ ручной. Баба 150 до 600 kg изъ чугуна. Вѣсъ 15 kg на одного рабочаго. Въ день 4000 до 5000 ударовъ. Шкивъ для каната деревянный или чугунный 0,5 и 0,6 m діаметромъ; канатъ толщиною 4 до 5 cm, тяговыя веревки толщиною 1 до 1,3 cm; ударовъ въ минуту 30; высота подъема 1,2 до 1,5 m. Примѣняется для небольшихъ работъ, когда требуется частая перестановка копра, для рыхлаго грунта и шпунтовыхъ стѣнокъ. Не слѣдуетъ примѣнять для упругой глины, при забивкѣ свай на значительную глубину, для очень плотнаго песка и гравія.

Механическій коперъ съ лебедкой. Баба чугунная, вѣсомъ 600 до 800 kg, высота подъема 2 до 8 m. У **ручной лебедки** требуется для подъема бабы 4 до 5 рабочихъ. На одного рабочаго приходится 14 до 16 kg силы. При скорости 0,8 m въ секунду производительность рабочаго составляетъ 11 до 13 mkg/sk.

Ручная лебедка примѣняется для плотнаго песка, гравія и упругой глины; не слѣдуетъ примѣнять для наноснаго песка, ила и болотъ. **Механическій коперъ съ паровой лебедкой** при работахъ на пловучихъ подмостяхъ (Шварцкопфъ, Шраммъ, Менкъ и Гамброкъ).

Сопротивляемость сваи считается достаточною, если она при послѣднихъ 10 ударахъ бабой въ 500 kg съ высоты 6 m погружается не болѣе 10 cm.

Паровые копры (Насмитъ, Шварцкопфъ, Риггенбахъ, Левицкій). Баба 2500 kg, высота подъема 0,8 до 1 m; ударовъ въ минуту 75 до 100. При бабѣ 750 до 1000 kg высота подъема 2 до 6 m; ударовъ въ минуту 3 до 10. Машина въ 4 до 6 ЛС. Примѣняются для шпунтовыхъ стѣнокъ, рыхлаго наноснаго песка и болотистаго грунта, перемѣшаннаго со слоями песка и гравія.

---

*) См. также Kreusser и Bubeudey въ C. d. B. 1896, стр. 145, 190, 533, 515; 1897, стр. 46 и 160.

НТБ ДНУЖТ

II. КАМЕННАЯ КЛАДКА.

а. Данныя для составленія растворовъ въ каменной кладкѣ.

1. Таблица I,

опредѣляющая взаимное отношеніе объемовъ негашеной извести (кипѣлки), гашеной въ порошокъ (пушонки), тѣста и песку и количество получаемаго раствора изъ извести различнаго качества (по **У. П.** § 357).

Для извести, принимающей на объемъ тѣста песку	Негашен. (ѣдкой) извести	Гашеной въ порошокъ	Тѣста	Песку	Раствору	Для изнести, принимающей на объемъ тѣста песку	Негашен. (ѣдкой) извести	Гашеной въ порошокъ	Тѣста	Песку	Раствору
объемовъ	куб. с.	куб. с.	куб. с.	куб. с.	куб. с.	объемовъ	куб. с.	куб. с.	куб. с.	куб. с.	куб. с.
4	1,000	3,000	1,800	7,200	7,200		1,000	1,750	1,190	2,380	2,776
	0,330	1,000	0,600	2,400	2,400		0,571	1,000	0,680	1,360	1,586
	0,550	1,650	1,000	4,000	4,000		0,840	1,470	1,000	2,000	2,333
	0,139	0,417	0,250	1,000	1,000		0,420	0,735	0,500	1,000	1,166
							0,360	0,630	0,429	0,860	1,000
3,5	1,000	2,750	1,680	5,88	5,88		1,000	1,500	1,050	1,575	2,100
	0,363	1,000	0,610	2,135	2,135		1,666	1,000	0,700	1,050	1,400
	0,595	1,636	1,000	3,500	3,500		0,952	1,430	1,000	1,500	2,000
	0,170	0,467	0,286	1,000	1,000		0,628	0,942	0,666	1,000	1,333
							0,476	0,714	0,500	0,750	1,000
3	1,000	2,500	1,550	4,650	4,650		1,000	1,150	0,830	0,830	1,383
	0,400	1,000	0,620	1,860	1,860		0,870	1,000	0,720	0,720	1,200
	0,645	1,612	1,000	3,000	3,000		1,200	1,380	1,000	1,000	1,660
	0,215	0,537	0,333	1,000	1,000		0,725	0,834	0,602	0,602	1,000
2,5	1,000	2,330	1,480	3,675	3,920		1,000	1,110	0,820	0,410	1,093
	0,429	1,000	0,630	1,575	1,680		0,900	1,000	0,740	0,370	0,990
	0,680	1,584	1,000	2,500	2,66	0,5	1,22	1,354	1,000	0,500	1,333
	0,272	0,634	0,400	1,000	1,066		2,44	2,700	2,000	1,000	2,266
	0,256	0,596	0,377	0,942	1,000		0,917	1,018	0,752	0,376	1,000
						Неприни- мающей песку	1,000	1,050	0,800	0	0,800
							0,952	1,000	0,760	0	0,670
							1,250	1,312	1,000	0	1,000

По **У. П.** § 358. Для **сложнаго раствора** изъ жирной извести, песку и портландскаго цемента принимаютъ, что объемъ сложнаго раствора равенъ объему известковаго тѣста, сложенному съ двумя третями суммы объемовъ песку и цемента въ порошкѣ, количество воды назначается по примѣчанію къ табл. стр. 73. Напр., если на 1 куб. с. раствора предполагается употребить песку 0,7 куб. с. (объемъ B), цемента въ порошкѣ 0,35 куб. с. (объемъ C), то, означая черезъ A объемъ известковаго тѣста, имѣемъ: 1 куб. с. раствора $= A + {}^2/_3 (B + C) = A + {}^2/_3 (0{,}7 + 0{,}35)$ и, слѣд., $A = 1 - 0{,}7 =$ 0,3 куб. с.

НТБ ДНУЖТ

2. Таблица II,

опредѣляющая количество цемента, песка и воды для составленія 1 куб. с. раствора (утверждена для строит. работъ вѣдомства Главнаго Инженернаго Управленія). **У. II.** § 357.

№ раствора	Пропорція песка	Портландскій цементъ		Цементъ Роше		Песка	Воды
		куб. ф.	пуд.	куб. ф.	пуд.	куб. с.	бочекъ
	Чистый цементъ безъ песка.	437	1092	437	786	—	12,6
	На 1 объемъ цемента песка:						
2	1/2 объема	292	730	292	525	0,44	9,5
3	1 »	219	547	219	394	0,65	8,14
4	1 1/2 »	175	437	175	315	0,78	7,24
5	1 »	146	365	146	263	0,87	6,66
6	2 1/2 »	125	312	—	—	0,93	6,22
7	3 »	109	272	—	—	0,98	5,90
8	3 1/2 »	97	242	—	—	1,02	5,67
9	4 »	88	220	—	—	1,05	5,50

Примѣчаніе. Въ этой таблицѣ принято:

a) 1 куб. ф. цемента вѣситъ 2,5 пуда, а цемента Роше—1,8 пуда;
b) объемъ воды равенъ суммѣ изъ 1/2 объема цемента и 1/7 объема песка и, смотря по сырости песка, можетъ уменьшаться до 1/10 объема песка;
c) на раструску цемента принято 2%;
d) на потерю песка отъ просѣиванія принято 5%.

3. Расходъ матеріаловъ для цементнаго раствора въ кирпичной, бутовой и бетонной кладкѣ *).

Объемное отнош. цемента и песка въ растворѣ	Колич. воды для раствора, объемъ	Объемъ цементнаго раствора	Объемъ портландъ-цемента въ куб. единицѣ цементнаго раствора	На 1 к. саж. цементнаго раствора требуется		На 1 к. саж. кирп. кладки на цементн. растворѣ требуется		На 1 к. саж. бутовой кладки на цементн. растворѣ требуется		На 1 куб. саж. бетонныхъ стѣнъ требуется			
				норм. бочекъ цемента	песку куб. с.	норм. бочекъ цемента	песку куб. с.	норм. бочекъ цемента	песку куб. с.	при составѣ бетона	норм. бочекъ цемента	песку куб. с.	щебня куб. с.
1 : 1	0,55	1,50	0,666	46,240	0,666	13,87	0,200	17,11	0,25	1:1:4	18,50	0,27	1,05
1 : 2	0,75	2,25	0,444	30,830	0,888	9,25	0,270	11,41	0,33	1:2:6	12,33	0,36	1,05
1 : 3	1,00	3,00	0,333	23,127	1,000	6,94	0,300	8,56	0,37	1:3:8	9,25	0,40	1,05
1 : 4	1,25	4,00	0,250	17,347	1,000	5,20	0,300	6,42	0,37	1:4:10 1/2	6,94	0,40	1,05
1 : 5	1,50	5,00	0,200	13,880	1,000	4,16	0,300	5,14	0,37	1:5:13	5,55	0,40	1,05

*) По даннымъ архит. Ч. Доманевскаго.

НТБ ДНУЖТ

b. Различные роды каменной кладки.

1. Бутовая кладка.

1. Наименьшая толщина стѣнъ жилыхъ построекъ 45 до 65 cm.

2. **Бученіе фундаментовъ** по **У. П.** § 366—370. На 1 куб. с. бута требуется:

a) При кладкѣ изъ крупнаго булыжнаго или въ неправильныхъ кускахъ (бутоваго) камня на известковомъ растворѣ съ расщебенкой: булыжнаго и бутоваго камня 1,11 куб. с., кирпичнаго или каменнаго щебня 0,14 куб. с., раствора 0,37 куб. с., каменщиковъ 5, рабочихъ 4.

b) При кладкѣ изъ бутовой плиты на известковомъ растворѣ съ защебенкою заусенковъ: плиты бутовой 1,16 куб. с., раствора 0,37 куб. с., каменщиковъ 5, рабочихъ 4.

c) При тщательномъ бученіи фундамента или кладки за цоколемъ плитою на известковомъ растворѣ правильными рядами въ значительныхъ сооруженіяхъ: бутовой плиты 1,2, раствора 0,37 и щебня 0,1 куб. саж., каменщиковъ 8, рабочихъ 4.

d) При бученіи фундамента изъ отборной бутовой плиты, правильными притесанными рядами подъ ватерпасъ для сооруженій, подверженныхъ фильтраціи, ударамъ волнъ, сотрясеніямъ, а также при значительномъ давленіи на фундаментъ: плиты отборной съ утратой отъ обтески 1,33, раствора 0,37 куб. с., каменщиковъ 10, рабочихъ 6.

e) При бученіи фундамента по глинѣ или по землѣ изъ бутоваго камня, плотно укладываемаго на свои постели съ заливкою известковымъ растворомъ только верхняго ряда: камня бутоваго 1,14, щебня 0,14, глины мятой съ пескомъ 0,35, известковаго раствора на заливку 0,037 куб. с., каменщиковъ 3, рабочихъ 4.

Бученіе фундаментовъ кирпичомъ см. стр. 75.

3. **Кладка цоколя и стѣнъ** по отвѣсу и ватерпасу:

a) Изъ отборной бутовой плиты съ расщебенкою: плиты бутовой отборной 1,2, раствора 0,37, шебня каменнаго или кирпичнаго 0,04 куб. с.

b) Та же кладка изъ крупнаго булыжнаго или бутоваго камня съ околкою лица, заусенковъ и постелей и расщебенкой лицевыхъ швовъ осколками камня: камня булыжнаго крупнаго 1,25, раствора 0,38 куб. с.

2. Бетонная кладка.

Примѣняется главнымъ образомъ для фундаментовъ. Наиболѣе употребительны инжеслѣдующія смѣси:

НТБ ДНУЖТ

1 ч.	портл.	цем.,	0,60 ч.	песка,	0,70 ч.	грав.,	0,8 ч.	изв.	и 1 ч.	щебн.	= 2,0 ч.	бет.,
1 »	»	»	2,00 »	»	2,50 »	»	. . .	.	.		= 3,2 »	»
1 »	»	»	2,00 »	»	4,00 »	»	.				= 4,4 »	»
1	»	»	3,00 »	»	6,00 »	»	. .				= 6,6 »	»
1 »	»	»	4,00 »	»	8,00 »	»				. .	= 8,8 »	»
1 »	»	»	4—6 »	»	4—8 »	»				.	= 4,5—9,0 »	»

На приготовленіе (по **У. II.** § 363) 1 куб. с. бетона требуется, смотря по крупности щебня, 0,37 до 0,4 куб. с. гидравлическаго раствора и 1 куб. с. мелкаго камня или щебня, каменщиковъ 1, рабочихъ 16.

На 1 куб. с. бетонной кладки требуется бетона:

a) въ безводномъ пространствѣ—1,05 куб. с., каменщиковъ 1, рабочихъ 6.

b) въ водѣ—1,12 куб. с., каменщиковъ 1, рабочихъ 8.

3. Кладка изъ тесаныхъ камней.

Горизонтальные швы образуются при помощи подкладыванія въ углахъ отдѣльныхъ камней плитокъ изъ свинца, цинка или кровельнаго толя. Взаимному удаленію другъ отъ друга отдѣльныхъ камней препятствуютъ скобы изъ бронзы, красной мѣди или оцинкованнаго желѣза. Отогнутые концы скобъ имѣютъ длину 2,5 до 4 cm; лучше всего заливать концы въ сухой дырѣ свинцомъ; послѣдній послѣ охлажденія загоняется въ дыру ударами молотка; обыкновенно заливаютъ растворомъ. Для тесаной подводной кладки берутъ на заливку портландскій цементъ, а въ другихъ случаяхъ гидравлическую известь (съ примѣсью въ обоихъ случаяхъ мелкаго остраго песка) или воздушный растворъ (съ примѣсью кирпичной муки). Для заливки также цементный растворъ, гидравлическая известь и гипсъ (послѣдній только въ сухомъ мѣстѣ).

Относительному боковому сдвиганію камней препятствуютъ особые якоря изъ желѣза, камня или бронзы; якоря круглаго квадратнаго или въ формѣ ласточкинаго хвоста сѣченія, длина 8 cm, толщина 2,4 до 5 cm. Для соединенія облицовочной тесовой кладки съ бутовой кладкой для послѣдней берутъ растворъ, не уменьшающійся въ объемѣ (цементный или известково-цементный); бутовая кладка вблизи облицовки укладывается возможно плотнѣе.

4. Кирпичная кладка.

1. Бученіе фундамента кирпичомъ по раствору съ расщебенкою и заливкою каждаго ряда прыскомъ на куб. с.: кирпича 3150 шт., раствора 0,305 куб. с. (**У. II.** § 411).

2. Для правильной кладки стѣнъ съ расщебенкою и заливкою прыскомъ (не считая на изломъ кирпича) расходъ матеріала и рабочей силы (по **У. II.** § 412), составляетъ:

НТБ ДНУЖТ

При толщинѣ стѣны въ	На кв. саж. стѣны				Каменщиковъ	
	Кирпича	Раствора куб. с.	Каменщиковъ	Вѣсъ кладки въ пуд.	На куб. с. кладки	На 1000 кирпичей
1/2 кирп.	205	0,02	1,44	72,65	21,52	7
1 »	410	0,04	2,05	145,3	15,37	5
1 1/2 »	615	0,06	2,21	217,9	11,07	3,6
2 »	820	0,08	2,30	288,6	8,61	2,8
2 1/2 »	1025	0,10	2,46	363,2	7,38	2,4
3 »	1230	0,12	2,76	435,9	6,92	2,25
3 1/2 »	1435	0,14	3,01	508,6	6,45	2,10
4 »	1640	0,16	3,28	581,2	6,15	2,00
4 1/2 кирп.	1845	0,18	3,50	653,9	5,84	1,9
5 »	2050	0,20	3,70	726,5	5,53	1,8
5 1/2 »	2255	0,22	3,83	599,2	5,22	1,7
6 »	2460	0,24	3,93	871,8	4,92	1,6
6 1/2 »	2665	0,26	4,00	944,5	4,61	1,5
7 »	2870	0,28	4,02	1007,1	4,3	1,4
7 1/2 »	3075	0,30	4,00	1089,8	4,0	1,3
1 саж. толщ.	3120	0,304	3,90	1105,3	3,9	1,25

Въ таблицѣ принято: 1000 кирпичей вѣсятъ 250 пуд., 1 куб. саж. раствора вѣситъ 1070 пудовъ.

Для кладки каждой тысячи кирпича принимается раствора 0,0975 куб. саж.

При выводѣ кирпича на кв. с. стѣны принято, что на 1 пог. с. укладывается 7,6 ложковъ, 15,2 тычковъ и въ вышину 27 рядовъ кирпичей съ окружающимъ ихъ растворомъ, принимая толщину швовъ около 0,3 вершка (**У. П.** § 412).

Для опредѣленія количества кирпича и раб. силы по **У. П.** § 413 принимаютъ:

Въ стѣнахъ, имѣющихъ обыкновенныя отверстія, квадратное ихъ содержаніе можно не исключать изъ общей площади стѣнъ и потому къ исчисленному для кладки количеству кирпича на изломъ не прибавляется. Въ стѣнахъ же глухихъ, или съ малымъ числомъ отверстій, или съ большими арками количество кирпича опредѣляется по объему кладки, прибавляя на изломъ 5%, а для сводовъ и особо-тщательной кладки стѣнъ—8%. Если же кирпичъ лежалъ на открытомъ воздухѣ болѣе двухъ лѣтъ, то на потерю полагается 10%.

Для кладки значительнаго числа столбовъ и арокъ, въ которыхъ требуются трехъ-четвертные кирпичи, полагать на изломъ кирпича, смотря по толщинѣ столбовъ, отъ 15 до 20%.

Назначенное въ вышеприведенной таблицѣ число каменщиковъ увеличивается:

а) для кладки стѣнъ съ большимъ числомъ отверстій и съ простѣнками малой величины отъ 10 до 15%;

б) для кладки сводовъ, смотря по ихъ сложности, отъ 20 до 30% противъ стѣнъ соотвѣтственной имъ толщины;

в) для кладки арокъ и перемычекъ, сообразно ихъ толщинѣ, до 30%.

При кладкѣ новыхъ стѣнъ для перемычекъ и малыхъ арокъ, равно какъ и для установки и обдѣлки кирпичомъ закладныхъ рамъ, особыхъ каменщиковъ не полагается;

г) для кладки столбовъ, полагая число каменщиковъ то же самое, какое назначено для кладки стѣнъ соотвѣтствующей толщины, прибавлять на пог. с. каждаго у столба угла по 0,33 каменщика;

НТБ ДНУЖТ

д) для кладки колоннъ, обдѣлки амбразуръ, бойницъ, отдушинъ и вообще для мелочныхъ работъ, требующихъ не болѣе 100 кирпичей въ одномъ мѣстѣ, полагается на 1000 кирпичей 10 каменщиковъ;

е) для самой тщательной кладки кирпича на известковомъ или цементномъ растворѣ, особенно въ сооруженіяхъ безъ оштукатурки съ расшивкой наружныхъ швовъ, прибавляется каменщиковъ къ каждому изъ вышеозначенныхъ подраздѣленій отъ 25 до 30%.

5. Облицовочная кладка.

На 1 кв. саж. облицовочной кладки (безъ отверстій) изъ половинокъ и цѣльныхъ кирпичей (выводится одновременно съ остальной кладкой) требуется 286 кирпичей и 0,037 куб. саж. раствора.

На 1 кв. саж. облицовки безъ отверстій, выложенной изъ половинокъ и четвертей кирпича (выводится впослѣдствіи у готовой уже кладки), требуется 187 кирпичей и 0,024 куб. саж. раствора.

Швы у облицовочной кладки имѣютъ толщину $^3/_8''$ (10 mm).

6. Штукатурка и расшивка швовъ.

1. Расшивка швовъ на кв. с. лица: каменщиковъ для стѣнъ 0,45, для сводовъ 0,75, раствора 0,003 до 0,005 куб. с. (по **У. П.** § 414).

2. Для покрытія 1 кв. саж. поверхности свода скатовъ надбутокъ или стѣнъ, прилегающихъ къ земляннымъ насыпямъ, и т. п. слоемъ гидравлическаго раствора толщ. не менѣе 1 дюйма требуется (при толщ. слоя 1″) гидравлическаго раствора 0,013 куб. с.

3. По **У. П.** § 483 штукатурка плоскостей подраздѣляется на три слѣдующіе отдѣла:

А. простая или обыкновенная, Б. гладкая или обыкновенная и В. самая чистая по отвѣснымъ и ватерпаснымъ маякамъ съ наметомъ верхняго слоя изъ процѣженной извести съ примѣсью чистаго мелкаго песку и просѣяннаго черезъ частое сито алебастра; такая штукатурка предназначается лишь для зданій особой важности.

Средняя толщина штукатурки предполагается отъ 0,3 и не болѣе 0,45 вершка. Табл. штукатурныхъ работъ см. стр. 78 и 79.

с. Толщина стѣнъ.

Толщины стѣнъ относятся между собою, при различныхъ матеріалахъ, слѣдующимъ образомъ:

тесов. камни,	кирпичи,	бутовыя плиты.
5 до 6 :	8 :	10.

(Табл. толщины стѣнъ см. стр. 79).

НТБ ДНУЖТ

Таблица

для опредѣленія матеріаловъ и рабочей силы на 1 кв. с. штукатурныхъ работъ.

Наименованіе работъ	Штукатуровъ	Известковаго раствора куб. с.	Алебастра сырого пуд.	Драни одинаковой шт.	Гвоздей штукатурныхъ шт.	Примѣчаніе
Штукатурка наружн. и внутр. стѣнъ гладью (заборы, сараи, магазины, хозяйственныя строенія). . . .	0,45	0,007				
Гладкая штукатурка стѣнъ и переборокъ въ жилыхъ строеніяхъ:						
по отд. А. .	0,55	0,008	—	—	—	
	0,7	0,008	3,0	60	550	
Б. . .	0,87	0,0093	—	—	—	
	1,2	0,0093	3,15	70	600	
В. .	1,2	0,012	—	—	—	
	1,6	0,012	4,0	80	700	
Штукатурка потолковъ:						
по отд. А. . .	—	—	—	—	—	
	0,9	0,012	3,5	80	650	
Б. . .	—	—	—	—	—	
	1,3	0,013	4	90	700	
В. .	—	—	—	—	—	
	1,96	0,015	4,5	100	750	
Штукатурка отдѣльныхъ столбовъ и пилястръ:						
по отд. А. . .	0,8	0,0093	0,9	—	—	
	0,9	0,0107	4	80	650	
Б. .	1,0	0,0107	1	—	—	
	1,25	0,012	4,2	90	700	
В. .	1,75	0,012	1,5	—	—	
	2,00	0,014	4,7	100	750	
Обдѣлка гладкихъ прямыхъ софитовъ, оконныхъ и дверныхъ откосовъ, притолокъ и арокъ:						
	1	0,011	0,5			
по отд. А. .	1,25	0,011	3			
	1,5	0,013	0,7			
Б. .	1,87	0,013	3,8			
	2	0,014	1,3			
В. .	2,5	0,014	4,5			

Верхнія цифры относятся до штукатурки по кирпичу.
Нижнія » » » дереву.

НТБ ДНУЖТ

Наименованіе работъ	Штукатуровъ	Известковаго раствора куб. с.	Алебастра сырого пуд.	Драни одинаковой шт.	Гвоздей штукатурныхъ шт.	Примѣчаніе
Штукатурка сводовъ: 1) плоскихъ, полукруглыхъ, коробовыхъ, монастырскихъ и купольныхъ:						
по отд. А. .	0,7	0,011	1	—	—	Верхнія цифры относятся до штукатурки по кирпичу. Нижнія цифры относятся до штукатурки по дереву.
	0,95	0,011	3,6	80	700	
Б. .	1,25	0,013	1,15	—	—	
	1,47	0,013	4,5	90	750	
В. .	1,78	0,014	1,3	—	—	
	2,00	0,014	5,5	100	800	
2) Очерченныхъ изъ трехъ и болѣе центровъ:						
по отд. А. .	1,25	0,011	1,2	—	—	
	1,56	0,011	4,6	80	700	
Б. .	1,75	0,013	1,68	—	—	
	2,2	0,013	5,30	90	750	
В. . .	2,45	0,014	2,35	—	—	
	3,00	0,014	6,00	100	800	

Для Берлина принимается толщина стѣнъ въ сантиметрахъ.

Указаніе этажей	Жилыя помѣщенія: Фронтовая стѣна съ отверстіями и грузомъ отъ балокъ	Средняя стѣна съ отверстіями и грузомъ отъ балокъ	Фронтовая стѣна безъ отверстій и безъ груза отъ балокъ	Высокая стѣна безъ отверстій и съ грузомъ отъ балокъ	Фронтовая стѣна, съ отверстіями и ненагруженная	Стѣна для лѣстницы	Фабричныя зданія: Фронтовая стѣна съ отверстіями и грузомъ отъ балокъ	Средняя стѣна съ отверстіями и грузомъ отъ балокъ	Фронтовая стѣна безъ отверстій и ненагруженная	Высокая стѣна безъ отверстій и безъ груза	Стѣна для лѣстницы
Чердачное помѣщеніе. .	25-38	.	25	25	25	25	25-38		25	25	25
V этажъ. .	38	38	25	38	25	25	38	38	25	38	25
IV » .	38	38	25	38	25	25	51	38	25	38	25
III » .	51	38	25	38	38	25	51	38	38	51	25
II » . . .	51	38	38	51	38	25	64	51	38	51	38
I » (партеръ.	64	51	38	51	51	38	77	51	51	64	38
Подвальн. этажъ.	77	51	51	64	51	38	90	64	51	77	51

НТБ ДНУЖТ

Подошва фундамента разсчитывается по среднему давленію на грунтъ 2,5 kg/qcm.

1. **Свободностоящія стѣны** должны имѣть минимальную толщину = $^1/_{12}$ до $^1/_{10}$, а при бутовой кладкѣ $^1/_8$ высоты.

Стѣны съ контрфорсами (не массивныя стѣны). При высотѣ контрфорсовъ въ 3 m, разстояніи между ними 4,5 m и толщинѣ ихъ въ 2 кирпича промежутокъ заполняется кладкой въ 1 кирпичъ; при разстояніи между контрфорсами 2 m, заполненіе между ними $^1/_2$ кирпича на хорошемъ растворѣ.

2. **Фронтовыя (фасадныя)** стѣны, при высотѣ этажа въ 4,2 m, имѣютъ въ самомъ верхнемъ этажѣ $1^1/_2$ кирпича (въ Россіи, въ сѣверныхъ климатахъ не менѣе $2^1/_2$ кирпичей). Каждый этажъ нижележащій имѣетъ стѣны на $^1/_2$ кирпича толще вышележащаго. При высотѣ этажей въ 6 m толщина фронтовыхъ стѣнъ увеличивается по всей высотѣ на $^1/_2$ кирпича, а при болѣе высокихъ этажахъ на 1 кирпичъ. Стѣны подвальныхъ этажей вездѣ на $^1/_2$ кирпича толще стѣнъ перваго этажа. Стѣны мансардъ, если онѣ поддерживаютъ массивные карнизы, не менѣе $1^1/_2$ кирп.

Фронтовыя стѣны небольшихъ лѣтнихъ жилыхъ построекъ и одноэтажныхъ строеній, сараевъ и т. п. дѣлаются въ $1^1/_2$ или 1 кирпичъ, причемъ подъ каждой стропильной фермой (особенно при стѣнахъ въ 1 кирпичъ) стѣна должна быть усилена, на длинѣ 2 до $2^1/_2$ кирпичей, на $^1/_2$ кирпича въ толщину.

3. **Стѣны фронтоновъ,** если онѣ поддерживаютъ крышу (вальмовую), разсчитываются какъ фасадныя стѣны.

4. **Свободностоящіе замыкающіе фронтоны** поперечныхъ стѣнъ строеній дѣлаются въ чердачномъ помѣщеніи въ 1 кирпичъ съ усиленіемъ подъ конькомъ и прогонами на $^1/_2$ кирпича въ толщину и 2 кирпича въ длину. Въ верхнемъ этажѣ $1^1/_2$ кирпича, въ слѣдующемъ подъ нимъ $1^1/_2$ или 2, въ третьемъ 2, въ четвертомъ $2^1/_2$ кирпича. Бо́льшіе размѣры относятся до большей высоты этажей. Въ Россіи, въ сѣверныхъ климатахъ, толщина вверху не менѣе $2^1/_2$ кирпичей.

5. **Среднія (промежуточныя) стѣны** для поддержанія балокъ при 4-этажныхъ постройкахъ дѣлаются вверху въ $1^1/_2$ кирпича, а въ каждомъ послѣдующемъ книзу — 2 кирпича. Для коридоровъ, покрытыхъ сводами, толщина должна быть не менѣе 2 кирпичей. Стѣны для лѣстницъ и свѣтовыхъ дворовъ дѣлаются одинаковой толщины по всей высотѣ снизу до самой крыши, толщина 1 кирпичъ, а для массивныхъ лѣстницъ $1^1/_2$ кирп.

6. **Высокія стѣны для односкатныхъ крышъ.** Свободностоящія съ утолщеніями — въ 1 кирпичъ. Массивныя для трехъ этажей — $1^1/_2$ кирпича, а сверхъ трехъ этажей на каждые два этажа прибавляется въ толщинѣ $^1/_2$ кирпича. Несвободностоящимъ стѣнамъ придается толщина фронтонныхъ стѣнъ.

НТБ ДНУЖТ

7. **Перегородки** идутъ обыкновенно черезъ три этажа зданія и имѣютъ толщину $^1/_2$ кирпича, а въ нижележащихъ этажахъ 1 кирпичъ. Для сѣней и большихъ помѣщеній дѣлаются въ 1 до $1^1/_2$ кирпича, часто фахверковыя съ заполненіемъ кирпичомъ или изъ поставленныхъ на ребро пористыхъ кирпичей на цементномъ растворѣ, или досчатыя со штукатуркой съ обѣихъ сторонъ. Послѣднія перегородки могутъ быть установлены на неподпертыхъ частяхъ потолка.

Перегородки или **переборки** (по **У. П.** § 182 и 183). Верхнія и нижнія обвязки и стойки изъ 5-вершк. бревенъ. Требуется на 1 кв. с.: досокъ получистыхъ толщ. въ 1″, шир. $4^1/_2$ вершка—22 пог. с., гвоздей двоетесу 4″ — 88 шт.; желѣзныхъ закрѣпъ въ 4 вершка для укрѣпленія обвязокъ — 4 шт., бревенъ 5-вершк. — 3,2 пог. с. Плотниковъ 0,85.

Для перегородокъ изъ пластинъ или накатника съ пригонкой въ шпунтъ требуется на кв. с.: пластинъ изъ 6-вершк. бревенъ—10 пог. с., накатника 4-вершк.—13 пог. с., закрѣпъ 4-вершк.—4 шт. Плотниковъ 0,8.

8. **Брандмауеры** для локализаціи пожара не менѣе, чѣмъ въ 1 кирпичъ; печныя трубы образуются особыми стѣнками, выкладываемыми въ $^1/_2$ кирпича. Стѣны эти внутри зданія располагаются черезъ 40 m длины фасада и идутъ во всю ширину зданія и черезъ всѣ этажи. Брандмауеры въ 1 кирпичъ должны выступать надъ крышею не менѣе, чѣмъ на 20 cm. Соединеніе съ деревянными частями строенія крыши только при помощи желѣзныхъ якорей, т.-е. по обѣ стороны брандмауера по одной стропильной фермѣ. Въ чердачномъ помѣщеніи должны быть въ брандмауерѣ двойныя, самозапирающіяся несгораемыя двери (изъ желѣзо-бетона Монье).

9. **Выступающія стѣны** цоколя выступаютъ наружу на 4 до 5 cm, устраиваются со стокомъ съ нихъ воды. Въ случаѣ подвальныхъ помѣщеній дѣлаются высотой не менѣе 1,3 до 1,6 m. Обыкновенно стѣны эти дѣлаются на $^1/_2$ кирпича толще, чѣмъ стѣны расположеннаго надъ ними перваго этажа.

10. **Стѣны, подверженныя давленію со всѣхъ сторонъ (стѣны фундаментовъ).** Толщина вверху дѣлается на $^1/_2$ кирпича больше толщины цоколя; толщина внизу — въ зависимости отъ допускаемой нагрузки на грунтъ.

Вся высота стѣны дѣлится на части высотой около 1,5 m (банкеты); нижней части стѣны придаютъ высоту 0,4 до 0,5 m. Уступы имѣютъ ширину $^1/_2$ кирпича, а при бутовой кладкѣ 15 cm съ обѣихъ сторонъ. Во всякомъ случаѣ, при уступахъ съ одной стороны ширина уступа должна быть 0,6 до 0,8 его высоты.

НТБ ДНУЖТ

d. Производительность при производствѣ каменныхъ работъ.

(По Готей.)

Дневная производительность каменщика въ cbm (= 0,1 куб. саж.).

	Выломка камней	Околка камней	Каменная кладка	Черно-рабочіе
Сухая кладка	0,85		1,33	0,67
Кирпичная кладка { обыкновен.			1,20	1,20
Кирпичная кладка { въ сводахъ			0,80	0,80
Обыкновен. кладка слоями изъ бута.	0,85	.	1,20	1,20
Бутовая кладка	1,20	2,00	1,20	1,20
Бутовая кладка въ сводахъ	1,20	3,00	1,20	1,20
Кладка изъ лещадныхъ камней (мягкій песчаникъ) { отъ	2,40	3,30	1,33	1,33
Кладка изъ лещадныхъ камней (мягкій песчаникъ) { до.	3,30	8,00	2,70	2,70

Работа, потребляемая на выломку и околку болѣе твердыхъ породъ:

Твердый песчаникъ = 2 × мягкаго песчаника.

Твердый известнякъ, мраморъ, гранитъ = 3 до 4 × мягкаго песчаника.

$$\text{Кривыя поверхности} = \text{плоскимъ} \times \left(1 + \frac{^3/_4}{\text{радіусъ въ m}}\right).$$

Сносъ и уборка старой кладки: на куб. саж. кладки одинъ рабочій употребляетъ 6,7 рабоч. дней.

Лѣса для возведенія обыкновенной кладки: на 1 куб. саж. кладки одинъ рабочій употребляетъ 2,7 рабоч. дней.

e. Отверстія въ стѣнахъ.

1. Окна.

Наименьшая ширина 0,3 m; обыкновенно 0,9 m до 1,25 m; двухстворчатыя окна жилыхъ строеній 0,9 m до 1,5 m; трехстворчатыя окна 1,5 до 2,5 m. Высота двухстворчатаго окна въ 2 до $2^1/_3$ разъ больше ширины или равна діагонали прямоугольника, длинныя стороны котораго равны одиночной и двойной ширинѣ окна.

Разстояніе отъ верха окна до потолка въ массивныхъ постройкахъ не менѣе 25 cm, у фахверковыхъ 16 cm.

Оконный парапетъ или высота подоконника надъ поломъ 75 до 90 cm, обыкновенно 78 до 84 cm.

НТБ ДНУЖТ

2. Двери.

Ширина дана для отверстія въ свѣту каменной кладки.

Гумна .	. 3,2 до 4,5 m	Двери для жи-	
Сараи .	. 2,5 » 3,2 »	лыхъ комнатъ	
Конюшни . . .	1,25 » 2,0 »	одностворч.	1,0 до 1,25 m
Ворота для про-		» для неболь-	
ѣзда	2,5 » 3,5 »	шихъ жилыхъ	
Двери жилыхъ по-		комнатъ . .	0,9 » 1,1 »
мѣщеній . .	1,5 » 2,25»	» для кухонь	0,9 » 1,1 »
» больш. залъ	1,5 » 2,25»	» для кладов.	
» гостиныхъ		и чулановъ.	0,7 » 0,9 »
комн. (двух-		» изъ обоевъ.	0,6 » 0,7 »
створчатыя)	1,25 » 1,5 »		

Высота равна, примѣрно, двойной ширинѣ; во всякомъ случаѣ никогда не менѣе 2 m. Въ воротахъ для проѣзда высота въ свѣту равна 2,8 m. Толщина перемычекъ 25 до 38 cm. Отверстія для внутреннихъ дверей дѣлаются на 10 cm шире и на 5 cm выше, чѣмъ размѣры двери, которая будетъ вставлена въ это отверстіе.

f. Своды.

Вычисленіе объема сводовъ см. ч. I, стр. 125. Статическій разсчетъ см. 15 отдѣлъ, Строительная механика (своды).

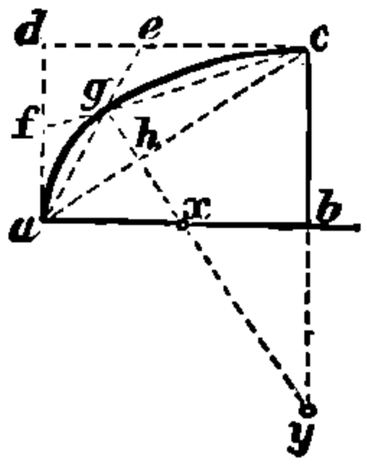
1. Построеніе коробчатыхъ кривыхъ*).

Коробчатая кривая состоитъ изъ нечетнаго числа сопряженныхъ между собою дугъ. Дается пролетъ и подъемъ.

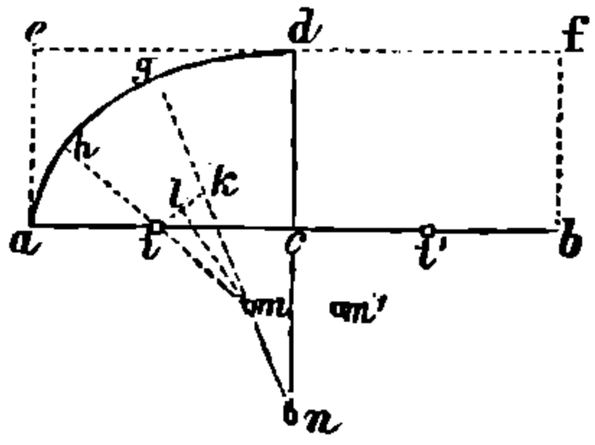
α. Пяты лежатъ въ одной горизонтальной плоскости.

1. (Черт. 1.) Дѣлимъ пополамъ въ $abcd$ углы acd и cad и черезъ точку пересѣченія g линій, дѣлящихъ эти углы пополамъ, проводимъ $gh \perp ac$; продолженіе gh пересѣкаетъ ab и продолженіе прямой cb въ точкахъ x и y, которыя представляютъ центры дугъ ag и cg. Возможно только одно рѣшеніе.

Черт. 1.



Черт. 2.



2. (Черт. 2.) Проводимъ $ef \parallel ab$, а также ae и $bf \parallel cd$, если даны cd и ab; описываемъ произ-

*) См. также Puller, Berechnung von Korbbögen, Centralbl. d. Bauverw. 1894, стр. 170.

НТБ ДНУЖТ

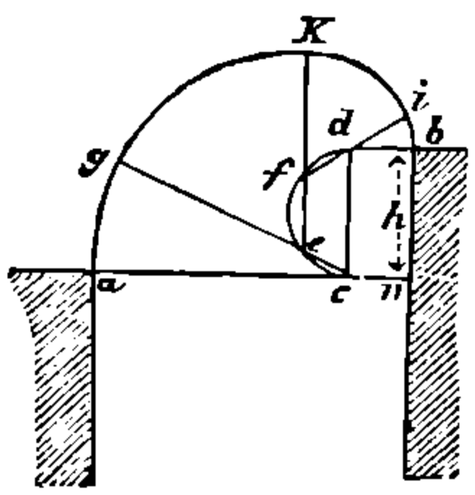
вольнымъ радіусомъ nd дугу круга до g и соединяемъ g съ n. На ac принимаемъ произвольный центръ i, радіусомъ ai описываемъ дугу круга ah, откладываемъ $gk=hi=ai$, соединяемъ i съ k, въ точкѣ l дѣлимъ пополамъ ik, проводимъ $lm \perp ik$, тогда i, m, n (соотв. m', i') представляютъ центры дугъ, h и g точки перехода.

Возможно произвольное число рѣшеній. Рекомендуется выбирать положеніе точекъ i и n, по возможности, соотвѣтственно центрамъ кривизны M и N по черт. 8, ч. I, стр. 97.

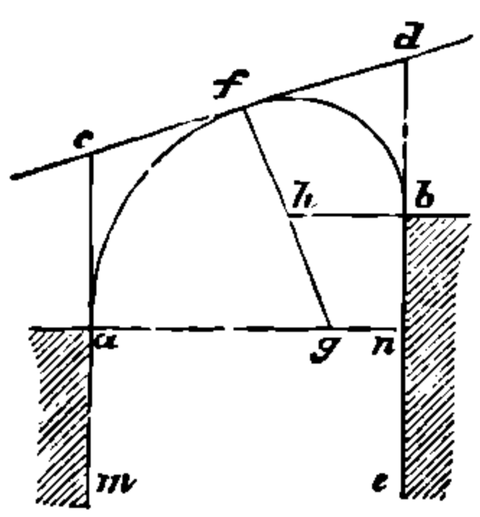
β. Пяты свода въ различныхъ горизонтальныхъ плоскостяхъ (ползучія арки).

1. (Черт. 3.) Данъ пролетъ an и высота nb точки b надъ a. Дѣлаемъ $nc={}^1/_2\,na-{}^3/_4\,nb$; cd параллельно и равно nb; на cd описываемъ полуокружность и дѣлаемъ $df=fe=ec$; проводимъ fd, ef и ce, тогда d, f, e, c будутъ центрами дугъ bi, ki, kg и ga.

Черт. 3.



Черт. 4.



2. (Черт. 4.) Дана точка пяты a, пролетъ an и направленіе касательной cd въ ключѣ. Опорныя стѣны am и be попрежнему параллельны. Продолжаемъ am до c и be до d. Дѣлаемъ $cf=ca$ и, откладывая $df=bd$, находимъ b; въ точкѣ f возставляемъ перпендикуляръ fg къ cd, который пересѣкается съ an въ точкѣ g; проводимъ bh параллельно an, тогда h и g будутъ центрами дугъ bf и fa.

2. Эмпирическія формулы для толщины сводовъ и ихъ опоръ и расходъ матеріала.

Точное опредѣленіе по кривой давленія см. отдѣлъ 15, Строительная механика.

1. Цилиндрическіе (бочарные) своды.

Обозначимъ, по Ронделе, черезъ:
l пролетъ свода въ m,
s толщину свода въ ключѣ въ m,
w толщину опоръ въ m.

α) **Кирпичные своды.** Для круговыхъ сводовъ (полуциркульныхъ):

1. которые срѣзаются горизонтально надъ самымъ ключомъ, $s={}^1/_{48}\,l$; $w={}^1/_{11}\,l$,

НТБ ДНУЖТ

2. только на половинѣ высоты имѣютъ забутовку и у ключа срѣзаются параллельно внутренней направляющей, $s = {}^1/_{36}\, l$; $w = {}^1/_9\, l$,

3. до половины высоты имѣютъ забутовку, а далѣе къ ключу срѣзаются по наклоннымъ касательнымъ плоскостямъ, $s = {}^1/_{49}\, l$ (въ пятахъ $s = {}^1/_{32}\, l$); $w = {}^1/_{10}\, l$.

β) Размѣры сводовъ изъ **бутовыхъ камней** увеличиваются противъ вышеприведенныхъ въ 1,5 до 1,6 раза.

γ) Своды изъ **тесаныхъ камней**. Для круговыхъ и эллиптическихъ сводовъ, въ предположеніи, что въ пятахъ толщина свода равна двойной толщинѣ въ ключѣ, имѣемъ:

1. для сильно-нагруженныхъ мостовыхъ сводовъ . . . . . $s = 0{,}04\, l + 0{,}32$ m.
2. для средне-нагруженныхъ сводовъ $s = 0{,}02\, l + 0{,}16$ m.
3. для ненагруженнаго свода . . . . . $s = 0{,}01\, l + 0{,}08$ m.

(По Перроне, имѣемъ для мостовыхъ сводовъ $s = 0{,}035\, l + 0{,}16$ m, при $l < 24$ m; для бо́льшихъ пролетовъ $s = {}^1/_{24}\, l$. Здѣсь предположено, что толщина свода въ пятахъ увеличивается до двойной толщины его въ ключѣ.)

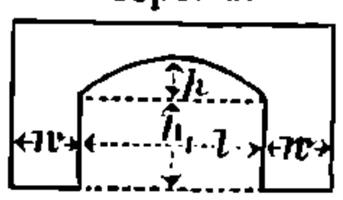
Если опоры (устои) оканчиваются у пятъ и не продолжаются выше ключа, то толщина ихъ опредѣляется:

для полуциркульныхъ сводовъ . . . . . $w = {}^1/_5\, l$,
» коробчатыхъ сводовъ, сплюснутыхъ на ${}^1/_4\, l$ $w = {}^1/_4\, l$,
» » » » болѣе ${}^1/_4\, l$ $w = {}^2/_7\, l$,

Толщина опоръ для сводовъ, которые срѣзаны горизонтально на высотѣ ключа (черт. 5), опредѣляется:

$$w = \frac{l}{8}\,\frac{3\,l - h}{l + h} + {}^1/_6\, h_1 + 0{,}3 \text{ m};$$

Черт. 5.



для полукруга имѣемъ $h = {}^1/_2\, l$ и, слѣдов.:

$$w = {}^5/_{24}\, l + {}^1/_6\, h_1 + 0{,}3 \text{ m}.$$

Фундаментъ для опоръ (устоевъ) дѣлается въ нѣсколько уступовъ, ширина которыхъ равна 15 до 20 cm, а высота равна двойной ширинѣ. Общее уширеніе фундамента равно ${}^1/_4$ до ${}^1/_3$ толщины устоя w.

Цилиндрическіе своды. 1 кв. саж. свода (измѣреннаго въ планѣ) требуетъ, со включеніемъ забутовки, при толщинѣ свода въ ${}^1/_2$ кирпича, 361 кирпичъ; при толщинѣ свода въ 1 кирпичъ требуется 722 кирпича. Эллиптическая или коробчатая арка 342 и, соотв., 684 кирпича. Для стрѣльчатыхъ арокъ необходимъ подсчетъ. Укрѣпляющія ребра, шириною $1{}^1/_2$ кирпича и толщ. 1 кирп. или $1{}^1/_2$ кирп., располагаются на разстояніи 1,5 до 2,5 m. Толщина опоръ полуциркульныхъ сводовъ $w = {}^1/_4$ до ${}^1/_5\, l$, для сплюснутыхъ арокъ $w = {}^1/_2$ до ${}^1/_4\, l$, для возвышенныхъ и стрѣльчатыхъ $w = {}^1/_5$ до ${}^1/_6\, l$.

НТБ ДНУЖТ

Пологіе своды.

Если: P общая нагрузка свода въ kg,
l пролетъ въ cm, h стрѣла свода въ cm,
L длина свода (измѣренная перпендикулярно къ плоскости пролета) въ cm,
$z_0 = P : l$ нагрузка свода въ ключѣ, на единицу длины пролета въ kg/qcm,
ϱ средній радіусъ свода въ cm,
k допускаемая нагрузка матеріала свода въ kg/qcm,

то **горизонтальный распоръ** H, дѣйствующій на длинѣ L, опредѣлится изъ: $$H = \frac{P\,l}{8\,h} = \varrho\, z_0 = \varrho\, \frac{P}{l} \text{ (въ kg)},$$

необходимая **толщина въ ключѣ:** $$s = \frac{H}{k\,L} \text{ (въ cm)},$$

» » » **пятахъ:** $$s_1 = s\,\frac{l^2 + 4\,h^2}{l^2 - 4\,h^2} \text{ (въ cm)}.$$

На разстояніяхъ 1,25 до 1,50 m помѣщаются желѣзныя **сквозныя тяги,** которыя принимаютъ часть горизонтальнаго распора H, соотвѣтственно выбранному разстоянію между тягами.

Пологимъ сводамъ, толщиной въ ключѣ $^1/_2$ кирпича придается пролетъ не свыше 2,5 m. Если сводъ перекинутъ между двумя желѣзными балками, то опорными плоскостями должны служить нижнія горизонтальныя полки балокъ; подобные своды имѣютъ высоту не менѣе $^1/_8$ пролета. Наибольшій пролетъ рекомендуется въ 1,5 m. Пологіе своды въ 1 кирпичъ могутъ имѣть пролетъ до 5 m. Своды изъ трамбованнаго бетона см. стр. 99. Толщина опоръ пологихъ сводовъ $w = {}^1/_4$ до $^1/_5\ l$.

При толщинѣ въ $^1/_2$ кирпича на 1 кв. саж. свода (измѣреннаго въ планѣ) требуется безъ реберъ 285 кирпичей, а съ укрѣпляющими ребрами $1^1/_2$ кирпича шириною и 1 кирпичъ высотою, расположенными на разстояніи въ 3 m,—312 кирп.

Объемъ свода см. ч. I, стр. 131, **13.**

3. Разныя другія формы сводовъ.

Монастырскіе своды. Толщина въ ключѣ какъ въ цилиндрическихъ сводахъ. Толщина въ пятахъ $= {}^2/_3$ толщины пятъ у цилиндрическихъ сводовъ того же пролета, если сводъ въ планѣ представляетъ квадратъ, и $= {}^3/_4$ той же толщины, если одна сторона свода вдвое длиннѣе другой. Опоры необходимы вокругъ всего свода.

Купольные своды. Толщина пятъ на половину меньше, чѣмъ у сводовъ цилиндрическихъ того же пролета, или равна $^1/_6$ до $^1/_8$ діаметра свода d. Располагаются круговыми слоями въ видѣ полнаго полушара надъ кругомъ, описаннымъ или

НТБ ДНУЖТ

вписаннымъ въ многоугольникъ плана; забутовка вокругъ всего свода. Основаніе свода образуется горизонтальными свѣшивающимися слоями. Толщина свода у опоры $s_1 = {}^1/_{20}\ d$ (не менѣе 1 кирпича), а у ключа $s = {}^1/_{30}\ d$ (не менѣе $^1/_2$ кирпича). Если сводъ сверху не закрытъ, то свѣтовое отверстіе (фонарь) можетъ имѣть какіе угодно размѣры. Послѣдній слой кладется тогда изъ тесаныхъ камней.

Парусный сводъ — пологій купольный сводъ съ большимъ радіусомъ шара, большею частью надъ квадратною или прямоугольною площадью. Подъемъ равенъ $^1/_8$ до $^1/_{12}$ большей стороны свода (въ планѣ) при пролетахъ до 5 m; толщина въ ключѣ равна большей частью $^1/_2$ кирпича.

Расходъ матеріала. Сводъ, толщиною въ $^1/_2$ кирпича, требуетъ, кромѣ забутовки, на 1 кв. саж. (въ планѣ) 214 кирпичей; при толщинѣ въ $^1/_4$ кирпича—107 кирпичей.

Крестовые своды. Толщина опоръ $^1/_4$ до $^1/_6\ l$ при полуциркульныхъ или пологихъ сводахъ и $s = {}^1/_5$ до $^1/_7\ l$ для стрѣльчатыхъ арокъ, если l пролетъ въ сѣченіи кругового свода діагональною плоскостью. Опоры требуются только въ углахъ Толщина распалубокъ обыкновенно $^1/_2$ кирпича, а въ плоскости пересѣченія двухъ распалубокъ 1 до $1^1/_2$ кирпичей; пролетъ до 6 m. Свыше 6 m—1 кирп., $1^1/_2$ и 2 кирп. Подъемъ свода $^1/_{60}$ до $^1/_{30}\ l$.

Расходъ матеріала. На полуциркульный крестовый сводъ при толщинѣ распалубокъ $^1/_2$ кирпича, а въ плоскости пересѣченія обѣихъ распалубокъ $1^1/_2$ кирпича (высота 1 кирпичъ), требуется для 1 кв. саж. свода (въ планѣ) 361 до 475 кирпичей, въ зависимости отъ величины подъема. Опредѣленіе объема прямоугольнаго крестоваго свода см. ч. I, стр. 131, **14.**

Плоскія арки въ стѣнахъ разсчитываются какъ каменная кладка, въ которой сдѣланъ вычетъ пролета въ свѣту.

Во всѣхъ аркахъ очертаніе кривой поверхности можетъ быть также достигнуто выдвиганіемъ на нѣкоторую величину горизонтальныхъ слоевъ кладки, начиная отъ плоскости пятъ до той горизонтальной плоскости, которая образуетъ уголъ 30° съ нормалью къ кривой очертанія свода.

3. Усадка кружалъ и усадка сводовъ.

Усадка (f) кружалъ для кладки сводовъ. Если l пролетъ, h высота свода въ ключѣ, то для подвѣсныхъ кружалъ:

при среднемъ исполненіи $f = 0{,}02\ (l - h)$,
» хорошемъ » $f = 0{,}01\ (l - h)$,

для кружалъ на столбахъ, при хорошемъ ихъ исполненіи, $f = 0{,}005\ (l - h)$.

Усадка сводовъ, независимо отъ конструкціи кружалъ, можетъ

НТБ ДНУЖТ

быть принята для полуциркульныхъ сводовъ въ $^1/_{144}$, а для сплюснутыхъ (коробчатыхъ) сводовъ въ $^1/_{100}$ пролета.

Расходъ матеріала для кружалъ на 1 кв. с. (по **У. П.** § 133):

а) **Коробовыхъ сводовъ** въ одну доску съ установкой на мѣсто на разстояніяхъ 1 до 1,5 арш. съ опалубкою на кв. с.: плотниковъ 0,5, досокъ получистыхъ, толщ. $2^1/_2''$, на кружала — 4,5 пог. с., досокъ получистыхъ на опалубку, толщ. 1″—12 пог. с., гвоздей 7″ для сколачиванія кружалъ—8, гвоздей однотесу—48, бревенъ 5-вершк. на прогоны, стойки и подкосы—5 пог. с.

Для большихъ сводовъ кружальныя ребра сколачиваются изъ 2 и 3 рядовъ досокъ. Для сводовъ изъ тесанаго камня кружала изъ 3″ досокъ, а при большихъ камняхъ—изъ брусьевъ; на опалубку доски толщ. $2^1/_2''$, прибиваемыя вплотную одна къ другой.

b) **Для стрѣльчатыхъ и другихъ сводовъ**: досокъ получистыхъ, толщ. $2^1/_2''$, на кружала—5,25 пог. с., досокъ получистыхъ на опалубку—14 пог. с., гвоздей брусковыхъ 6″—10 шт., гвоздей однотесу—56 шт.

Забутовка сводовъ, при опредѣленіи количества необходимаго матеріала для цилиндрическихъ сводовъ, въ разсчетъ не принимается; для остальныхъ формъ сводовъ принимается въ разсчетъ лишь въ томъ случаѣ, когда толщина опоръ выше пятъ свода уменьшается и когда эти опоры продолжаются вверхъ до высоты ключа; а именно: у цилиндрическихъ сводовъ принимается произведеніе изъ длины пролета и $^1/_4$ до $^1/_5$ высоты, у крестовыхъ сводовъ—произведеніе $^2/_3$ ихъ длины, ширины и $^1/_4$ высоты свода.

Покрытіе сводовъ. При толщинѣ въ $^1/_2''$ слоя, которымъ покрывается сводъ, требуется для 1 кв. саж. площади покрытія 6,3 пуда асфальтовой мастики, 3,2 пуда мелкаго гравія или 9,5 пуд. чистой асфальтовой мастики.

g. Деревянныя стѣны.

Деревянныя стѣны, по **У. П.** § 153, образуются вѣнцами, составленными изъ бревенъ толщиною въ отрубѣ отъ 5 до 6 вершковъ. Нижній вѣнецъ, составленный изъ бревенъ сращенныхъ (въ стыкахъ) зубомъ кладется на шипы стульевъ фундамента, а остальные вѣнцы на шипы, расположенные на разстояніи не болѣе 3 арш. другъ отъ друга. У каждаго косяка по одному вставному шипу, діам. не меньше 1″ и не короче 5″, съ притеской комлей и прокладкой пакли. На 1 кв. с. стѣны требуется съ прибавкой на стыки, припазовку и осадку бревенъ: 5 вершк. въ отрубѣ 11, 6 вершк. — 9,7 вершк.—7,4 погонныхъ саженъ.

h. Фахверковыя стѣны.

1. Деревянныя фахверковыя стѣны.

Размѣры. Продольные лежни располагаются на высотѣ 0,5 m надъ землей и въ легкихъ постройкахъ имѣютъ разм. 16 × 12 cm, а въ среднихъ 20 × 16 cm. Разстояніе между срединами стоекъ 1 до 1,5 m; разм. 12 × 12 cm до 12 × 16 cm. Угло-

НТБ ДНУЖТ

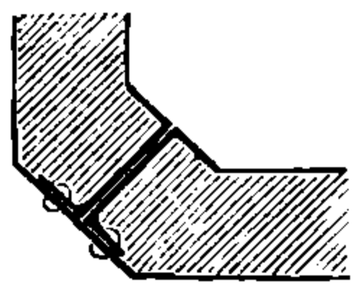
выя стойки отъ 16 до 20 cm въ квадратѣ. Между брусьями (поля) 1,2 до 1,5 qm. Угловое поле съ раскосомъ имѣетъ ширину 1,3 до 1,6 m. Наклонъ раскоса $^1/_6$.

Расходъ матеріала безъ вычета объема дерева. На заполненіе промежутковъ одной квадратной сажени фахверковой стѣны идетъ 137 кирпичей съ 0,009 куб. саж. раствора; а если должны быть закрыты и брусья, то необходимо 286 кирпичей и 0,018 куб. саж. раствора. Для заполненія промежутковъ съ закрытіемъ брусьевъ (на $^1/_2$ кирп.) требуется 346 кирп. и 0,027 куб. саж. раствора.

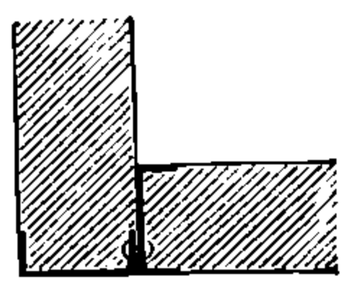
2. Желѣзныя фахверковыя стѣны.

При кирпичномъ заполненіи столбы и ригеля изъ двутаврованаго желѣза № 14, прогоны, рамы и отверстія для дверей и оконъ изъ корытнаго желѣза № 14. Ригеля изъ углового желѣза, если кладка держится достаточно крѣпко у столбовъ При разстояніи между столбами меньшемъ 1,25 m ригеля располагаются лишь для помѣщенія оконъ и дверей и служатъ для послѣднихъ рамами. Для принятія горизонтальнаго распора требуются затяжки. Устройство угловъ см. черт. 6 и 7. Вѣсъ 1 qm желѣзной фахверковой стѣны въ $^1/_2$ кирпича, въ среднемъ, 265 kg.

Черт. 6.



Черт. 7.



i. Изоляціонные слои.

Высота не менѣе 0,15 до 0,3 m надъ поверхностью земли.

Асфальтъ $1^1/_2$ до 2 cm толщиною. Естественный асфальтъ смѣшивается съ пескомъ. На 1 qm слоя, толщиною 1 cm, требуется 15 kg асфальтовой мастики, $1^1/_2$ до 3 kg гудрона и 6 до 10 частей крупнаго песка.

Листы изъ войлочнаго асфальтоваго толя, 7 до 10 mm толщиною, 81 cm длиною, изготовляются по ширинѣ стѣнъ. Вѣсъ 10,5 до 15 kg/qm. Войлокъ кладется непосредственно на стѣны фундамента, причемъ листы перекрываютъ другъ друга на 5 cm. Связи между листами не требуется.

Для **покрытія сводовъ** листы изготовляются 10 до 13 mm толщиною, 81 cm шириною и 3 до 4 m длиною. Вѣсъ 15 до 17 kg/qm. Перекрышка листовъ 8 до 10 cm, причемъ, соотвѣтственно наклону свода, верхній листъ перекрываетъ нижній. Возвышенія въ швахъ избѣгаются утоненіемъ перекрывающихся краевъ листа на половину. Края листовъ неразрывно между собою соединяются посредствомъ покрытія ихъ горячей асфальтовой замазкой; покрытіемъ шва той же замазкой достигается прочный и плотный шовъ. Весь слой

НТБ ДНУЖТ

войлочнаго толя, кромѣ того, окрашивается еще смѣсью изъ каменноугольной смолы и асфальта. Для окраски требуется 2 kg/qm асфальта и столько же каменноугольной смолы.

Прокатные свинцовые листы, толщина 1,6 mm, вѣсъ около 18,2 kg/qm. Изоляція Зибеля: прокатный свинцовый листъ, толщиною въ бумажный листъ, между двумя слоями асфальтоваго картона.

Два слоя **клинкера** (покрытаго глазурью) или черепицы, окруженные цементнымъ растворомъ: 1 ЕО цемента и 1 до 2 ЕО песка.

Кровельный толь. Свертки шириною 1 m и длиною 7,5 до 20 m.

Фундаментныя стѣны для предохраненія отъ проникапія сырости съ наружной стороны покрываются окраской изъ гудрона или штукатуркой цементнымъ растворомъ (см. выше); лучше, однако, оставлять внутри фундаментной стѣны слой воздуха толщиной 4 до 6 cm; этотъ слой воздуха сообщается съ наружнымъ воздухомъ и, если возможно, съ дымовыми трубами; образующаяся въ послѣднемъ случаѣ тяга препятствуетъ потѣнію стѣнокъ.

Для предупрежденія проникапія (по **У. П.**) сырости изъ грунта подъ набивку землею подпольнаго пространства употребляется слой въ 4 вершка изъ мятой жирной глины и разсыпанной кирпичной щебенки, залитой гидравлическимъ растворомъ; для этого на 1 кв. с. требуется: глины жирной 0,09, кирпичнаго щебня 0,042, гидравлическаго раствора 0,025 куб. саж.

III. КРЫШИ.

Статическій разсчетъ, нагрузку отъ собственнаго вѣса, давленія вѣтра, снѣга см. отдѣлъ 15, Строительная механика.

Собственный вѣсъ крышъ и кровель см. стр. 101 и слѣд.

A. Стропила съ принадлежностями.

a. Общія данныя.

Для аспидныхъ и гладкихъ металлическихъ кровель досчатая обшивка дѣлается сплошною съ прозорами въ 1 cm. Обшивочныя доски прикрѣпляются по направленію стропильныхъ ногъ къ долевымъ прогонамъ, расположеннымъ на ногахъ въ разстояніяхъ 1 до 1,25 m (въ желѣзныхъ крышахъ встрѣчаются на прогонахъ еще брусья 3 m одинъ отъ другого), или непосредственно къ стропильнымъ ногамъ, перпендикулярно къ послѣднимъ, и прибиваются къ нимъ гвоздями. Волнистый цинкъ (профиль *E*) часто вмѣсто обрѣ-

НТБ ДНУЖТ

шетинъ кладется на доскахъ, шириной 15 до 20 cm, съ промежутками такой же ширины или на сплошную обшивку.

Для цементныхъ крышъ досчатая обшивка шпунтуется. Толщина обшивки 2,5 до 3,5 cm. Также шпунтуется досчатая подшивка, толщиною 2,5 cm, для толевыхъ кровель.

Стропильныя ноги. Свободная длина 3,5 до 5 m, обыкновенно 3,8 m. При этой длинѣ и при нижеприведенномъ разстояніи между стропильными ногами большею частью достаточенъ размѣръ ногъ въ 12 14 cm; для цементныхъ крышъ 14 16 cm. При легкомъ матеріалѣ кровель толщина ногъ въ 16 cm допускается и при свободной длинѣ ноги 5 m.

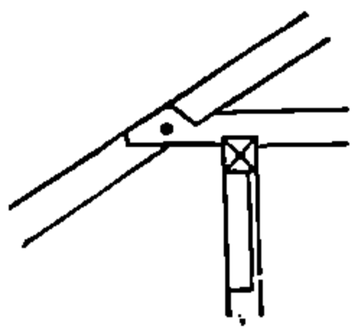
Разстояніе **между срединами стропильныхъ ногъ:**

для плоской и голландской черепицы	1,0 до 1,1	m;
» двойного, тройного ряда плоскихъ черепицъ, а равно и для римской черепицы .	0,9 » 1,0	
» аспидной кровли. . .	1,0	m;
» металлической кровли.	1,0 до 1,25	m;
» толевой кровли.	1,0 » 1,25	»
» деревянно-цементной кровли .	0,7 » 0,9	»

b. Стропила деревянныхъ крышъ.

Двускатныя крыши съ затяжками (наслонныя стропила) (черт. 8).

Черт. 8.



Стропильныя ноги каждой фермы соединяются въ вершинѣ фермы между собою посредствомъ сквознаго шипа, а нижнимъ концомъ нарубаются на долевой прогонъ, поддерживающій стропильныя ноги всѣхъ фермъ; по высотѣ, кромѣ того, обѣ стропильныя ноги схватываются одною или двумя горизонтальными затяжками (вторая назыв. тогда коньковой затяжкой). Соединеніе горизонтальныхъ затяжекъ со стропильными ногами производится въ ласточкинъ хвостъ.

При слишкомъ большой длинѣ нижней затяжки у главныхъ стропильныхъ фермъ ставятся для поддержанія ногъ въ плоскости фермъ, обыкновенно надъ оконными простѣнками, на разстояніяхъ 4 до 5 m, вертикальныя стойки, соединенныя между собой вверху на шипахъ долевыми прогонами (стулья); прогоны стульевъ поддерживаютъ нижнія затяжки всѣхъ промежуточныхъ стропильныхъ фермъ. Этими прогонами (вдоль крыши) достигается неизмѣняемость всего строенія крыши въ продольномъ направленіи. Стойки, поддерживающія прогоны промежуточныхъ фермъ, ставятся на нижній прогонъ въ томъ случаѣ, если послѣдній имѣетъ опоры еще и на промежуточныхъ стѣнахъ или поддерживается шпрен-

НТБ ДНУЖТ

гелемъ. Такимъ образомъ стулъ представляетъ два прогона (верхній и нижній), соединенные между собою вертикальными или наклонными стойками.

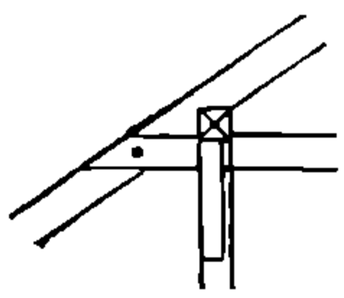
Если же промежуточныхъ опоръ установить нельзя, то ставится особая подвѣсная система, которая поддерживаетъ нижній прогонъ и стулья съ лежащими на нихъ долевыми прогонами, образуя такимъ образомъ ферму.

Затяжки имѣютъ размѣры 12 · 16 до 14 · 18 cm при свободной длинѣ между ихъ опорными точками 4,5 m. Длина затяжекъ при двойныхъ стульяхъ не болѣе 7 до 7,25 m, а при тройныхъ — не болѣе 10 до 10,5 m. Разстояніе затяжки отъ пола чердачнаго помѣщенія не менѣе 1,9 m. Прогоны на стульяхъ при пролетѣ 3,8 до 4,5 m, размѣрами 18 · 20 cm, также и 20 · 24 cm до 24 · 26 cm. Стулья (стоiки) 16 · 18 cm, а также 18 · 18 cm до 20 · 24 cm. Верхнія затяжки 10 · 12 cm, обыкновенно 12 16 cm и 14 · 18 cm, въ зависимости отъ размѣровъ стропильныхъ ногъ. Свободная длина ноги между верхнею затяжкою и конькомъ не болѣе 2,5 m.

Двускатныя крыши со стропилами и долевыми прогонами (черт. 9)

(см. 15 отдѣлъ, Строительная механика). Стропильныя ноги лежатъ непосредственно на прогонахъ, къ которымъ прибиваются гвоздями. Прогоны поддерживаются (при легкихъ конструкціяхъ) стульями, опирающимися на подпертые нижніе прогоны стула (см. выше), причемъ стулья могутъ быть вертикальные или наклонные съ ригелемъ. Въ болѣе значительныхъ сооруженіяхъ долевые прогоны поддерживаются особыми подвѣсными системами или фермами соотвѣтствующей конструкціи. Верхніе концы стропильныхъ ногъ часто соединяются между собой коньковымъ брусомъ. Для большихъ пролетовъ эта система состоитъ изъ надлежащимъ образомъ подпертаго прогона у конька и прогона у подошвы ноги; между ними распредѣляются промежуточные прогоны, въ зависимости отъ степени сопротивленія стропильныхъ ногъ.

Черт. 9.



Прогоны, размѣрами 18 · 20 cm, могутъ быть располагаемы при черепичныхъ кровляхъ на разстояніяхъ (отъ средины до средины) 3,8 до 4 m, при асфальтовыхъ и металлическихъ кровляхъ 4 до 4,7 m, при соломенныхъ кровляхъ 4,7 до 5,4 m. Затяжки размѣрами 18 20 m, при неподпертомъ конькѣ, свободная длина ноги между наивысшимъ прогономъ и конькомъ не болѣе 2,5 m.

Ноги (наклонные стулья), поддерживающія прогоны, дѣлаются 18 · 18 cm.

Колодки, служащія для удержанія прогоновъ, прикрѣ-

НТБ ДНУЖТ

пляются къ опорамъ этихъ прогоновъ посредствомъ длинныхъ гвоздей; лучше укрѣплять ихъ на шипахъ.

Четырехскатныя крыши. Въ общемъ можно относительно размѣровъ пользоваться вышеприведенными данными. Уклонъ вальмъ равенъ уклону долевыхъ скатовъ крыши. Въ большинствѣ случаевъ ставятся еще наклонныя фермы въ плоскостяхъ пересѣченія скатовъ. Прогоны въ горизонтальныхъ плоскостяхъ вокругъ всей крыши.

Мансардовыя крыши. Каждая плоскость крыши (скатъ) состоитъ изъ двухъ плоскостей, которыя пересѣкаются подъ тупымъ угломъ. Наивыгоднѣйшими стропилами для такихъ крышъ являются стропила съ затяжками и наклонными стульями. Уклонъ нижнихъ стропилъ къ горизонту = 60°. Верхнія стропила имѣютъ произвольный наклонъ.

Односкатныя крыши представляютъ половину двускатной крыши. При проектированіи необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы отъ дѣйствія нагрузки на крышу вертикальная стѣна не подвергалась бы давленію наружу. То же соблюдается и для мансардовыхъ односкатныхъ крышъ.

c. Стропила изъ дерева и желѣза.

Всѣ части, работающія на изгибъ,—изъ дерева, работающія на сжатіе—изъ дерева и чугуна, работающія на растяженіе—изъ литого желѣза.

Въ обыкновенной подвѣсной системѣ подвѣсные столбики (стойки или бабки) и затяжки замѣняются тягами изъ круглаго желѣза; соединеніе у концовъ раскосовъ (стропильныхъ ногъ) при помощи чугунныхъ башмаковъ.

Употребляются формы: треугольная и Полонсо (см. отдѣлъ XV).

Въ простой **треугольной системѣ** стропильныя ноги изъ дерева съ чугунными башмаками (или безъ нихъ) на концахъ, также и затяжка. Вмѣсто подвѣсныхъ столбиковъ (бабокъ)—распорки съ винтовою натяжною муфтою. Допускаются пролеты для треугольной системы 18 до 25 m. Лучше дѣлать сжатыя стойки чугунными и только стропильныя ноги изъ дерева.

Ферма Полонсо состоитъ изъ двухъ, упирающихся другъ въ друга, наклонныхъ деревянныхъ подкосовъ (вверху и внизу снабжаются чугунными башмаками), которые укрѣплены въ срединѣ, какъ шпренгельныя балки, короткими, чугунными, сжатыми стойками; свободный конецъ этихъ стоекъ соединяется желѣзными тягами (внутренними и наружными) съ чугунными башмаками на концахъ стропильныхъ ногъ. Средняя тяга соединяетъ между собой свободные концы стоекъ обоихъ подкосовъ и образуетъ вмѣстѣ съ наружными наклонными тягами (идущими къ нижнимъ концамъ подкосовъ) линію, ломаную въ узлахъ, а иногда и прямую. Эта тяга имѣетъ

НТБ ДНУЖТ

для натяжки особую гайку, расположенную въ срединѣ (лучше на одномъ изъ концовъ). Такая же натяжная гайка помѣщается и на другихъ тягахъ при большой ихъ длинѣ.

На конькѣ, для расположенія коньковаго прогона, долженъ быть чугунный башмакъ, или же по обѣ стороны конька располагаются два прогона.

Долевая общая связь всей крыши достигается посредствомъ крестовъ изъ полосового желѣза между сосѣдними деревянными стропильными ногами. Въ большинствѣ случаевъ достигаемое прогонами и обшивкой скрѣпленіе въ этомъ направленіи достаточно. Пролетъ 12 до 18 m.

d. Стропила желѣзныя *).

Формы крышъ:

1) Двускатныя, односкатныя и мансардовыя.

2) Сводчатыя, самыхъ разнообразныхъ формъ (для вокзаловъ жел. дор., выставочныхъ помѣщеній и т. д.).

3) Шатровыя крыши (для зданій, имѣющихъ въ планѣ многоугольную форму: башни, цирки, паровозныя зданія, свѣтовые дворы, манежи и т. д.).

4) Купольныя (для газгольдеровъ, круглыхъ паровозныхъ зданій, церквей, панорамъ и т. д.).

5) Пилообразныя крыши (для мастерскихъ, заводовъ, выставочныхъ помѣщеній); остекленная сторона этихъ крышъ должна быть направлена на сѣверъ.

6) Крыши для навѣсовъ (подъѣзды, платформы, базары и т. п.).

Въ стропилахъ формы 2) и 4) верхніе пояса фермъ изогнуты или представляютъ ломаную линію; у остальныхъ формъ пояса прямые; у формъ 3) и 4) стропильныя фермы сходятся лучами въ одной точкѣ, а у остальныхъ онѣ параллельны или почти параллельны, какъ, напр., у кольцеобразныхъ паровозныхъ зданій или покрытій въ кривыхъ частяхъ желѣзнодорожнаго пути.

Обрѣшетка кладется обыкновенно непосредственно на стропильныя ноги, передавая давленіе на узлы фермъ, или на прогоны, равномѣрно распредѣленные по длинѣ стропильной ноги. Досчатая обшивка прикрѣпляется непосредственно къ ногамъ или къ долевымъ прогонамъ. Стеклянныя кровли передаютъ нагрузку большею частью непосредственно на узлы стропильныхъ ногъ, а кровли волнистаго желѣза почти всегда непосредственно на долевые прогоны, распредѣляя это давленіе по всей длинѣ стропильной ноги.

Наслонныя стропила. Разстояніе между ногами см. стр. 91. Въ небольшихъ односкатныхъ крышахъ ноги поддерживаются стѣнами, окружающими зданіе, въ другихъ случаяхъ доле-

*) См. Брейманъ, Bankonstruktionslehre, III ч., 1890. — Baukunde d. Architekten. I томъ, 1 ч., 1890. — Handbuch der Architektur, I томъ, 1 ч. (Th. Landsberg), 1890; III ч., 1 томъ, 1886. — Шаровскій, Musterbuch f. Eisenkonstr. 1895.

НТБ ДНУЖТ

выми прогонами, разстояніе между которыми опредѣляется въ зависимости отъ сопротивленія стропильныхъ ногъ. Прогоны опираются либо непосредственно на стѣны, либо (при большихъ пролетахъ) представляютъ особую ферму.

Крыши съ прогонами. Разстояніе между прогонами меньше, нежели у крышъ съ наслонными стропилами, и зависитъ отъ сопротивленія матеріала кровли. Опорныя точки прогоновъ, а слѣдов. и узлы стропильныхъ ногъ при этомъ сближаются, или части стропильной ноги между узловыми точками подвергаются мѣстному изгибу отъ расположенныхъ между узлами прогоновъ. Крыши на прогонахъ выгодны только при хорошо сопротивляющемся матеріалѣ покрытія (волнистое желѣзо), допускающемъ возможно большее разстояніе между прогонами, или для легкихъ кровель, допускающихъ нагрузку верхняго пояса стропильной ноги между узловыми точками ноги, а равно и при круговыхъ фермахъ, въ которыхъ напряженіе фермы на изгибъ незначительно.

1. Промежуточныя стропильныя ноги.

Подвергаются только изгибу; изготовляются изъ желѣза и дерева, въ зависимости отъ матеріала кровли. Деревянныя ноги квадратнаго сѣченія, см. стр. 91. Ноги нарубаются на желѣзные прогоны на глубину 1,5 до 2 cm и укрѣплены, кромѣ того, шурупами. Желѣзныя ноги имѣютъ сѣченіе двутавровое или **T**; въ пилообразныхъ стеклянныхъ крышахъ также настильное желѣзо; прикрѣпленіе ногъ сбоку прогоновъ или на прогонахъ посредствомъ углового желѣза.

Досчатая обшивка, или обрѣшетка, прикрѣпляется къ полкѣ стропильной ноги шурупами или гвоздями. Лучше прикрѣплять обшивку или обрѣшетку къ особымъ планкамъ, прикрѣпленнымъ къ ногамъ болтами. Деревянная обрѣшетка замѣняется небольшими угольниками (45 45 · 7 mm). Для черепичныхъ кровель этотъ угольникъ прикрѣпляется такъ, что вертикальная полка направлена кверху; въ случаѣ аспидныхъ кровель вертикальная полка виситъ книзу, и часть этой полки противъ стропильной ноги вырѣзается.

2. Прогоны.

При разстояніи между фермами въ 3—4 m достаточны деревянные прогоны, къ которымъ и прикрѣпляется досчатая обшивка. Деревянные прогоны нарубаются на 1,5 до 2,0 cm на верхній поясъ фермы и прикрѣпляются къ верхнему поясу фермы при помощи угольниковъ (75 · 50 · 7 mm) и болтовъ (діам. 16 до 20 mm).

При большомъ разстояніи между фермами для прогоновъ берутъ прокатанныя профили **L, C, Z** и двутаврованаго желѣза. Разстояніе между прогонами зависитъ только отъ сво-

НТБ ДНУЖТ

боднаго пролета промежуточныхъ стропильныхъ ногъ, а при кровляхъ изъ волнистаго желѣза — отъ длины листовъ этого послѣдняго. При волнистыхъ кровляхъ изъ цинка прогоны изъ углового (Г) желѣза, расположенные на разстояніи 0,65 до 1,10 m; въ кровляхъ изъ волнистаго желѣза двутавровое или лучше Z желѣзо на разстояніяхъ отъ 1,75 до 2,25 m; нижняя полка этихъ профилей приклепывается на верхнемъ поясѣ стропильныхъ фермъ, или, для достиженія большей жесткости крыши (въ долевомъ направленіи), прогоны кладутся между верхними поясами фермъ, къ которымъ прикрѣпляются угловыми накладками.

Прогоны у основанія крыши и двойные коньковые прогоны большею частью [сѣченія. Въ круглыхъ крышахъ прогоны еще удерживаются въ наклонномъ положеніи при помощи особыхъ угловыхъ накладокъ, прикрѣпляемыхъ къ верхнему поясу фермы. Прогоны изъ желѣза Z должны быть помѣщены такимъ образомъ, чтобы верхняя наклонная полка была направлена къ коньку, а въ [желѣзѣ наклонная верхняя полка должна быть направлена къ основанію крыши; это необходимо для предотвращенія возможности образованія каналовъ, въ которыхъ можетъ собираться вода. На послѣднее обстоятельство должно быть также обращено вниманіе въ прогонахъ L или двутавроваго желѣза.

Когда прогоны сквозные, то стыки ихъ (для простоты соединеній) располагаются сбоку фермъ. Въ случаѣ длинныхъ прогоновъ стыки должны допускать возможность (соединеніе болтами съ овальными дырами) расширенія отъ теплоты въ соединеніяхъ.

При увеличеніи разстоянія между фермами до 10 m, вмѣсто прокатнаго желѣза, употребляются фермы рѣшетчатыя или раскосныя (съ параллельными или параболическими поясами). Верхній и нижній пояса изъ углового желѣза, а раскосы и стойки изъ полосового или углового желѣза. Также двѣ отдѣльныя фермы, имѣющія общій верхній поясъ: одна ферма параллельна плоскости крыши, а другая ей перпендикулярна; нижніе пояса фермъ соединяются связями изъ углового желѣза. Пояса изъ углового желѣза.

3. Стропильныя фермы (главныя фермы).

Онѣ проектируются въ видѣ рѣшетчатыхъ фермъ (см. отд. 15, Строительная механика). Выборъ системы фермъ зависитъ отъ системы и устройства прогоновъ; только при большихъ пролетахъ поступаютъ наоборотъ, т.-е. устанавливаютъ систему покрытія въ зависимости отъ выбранной системы стропилъ. Къ напряженіямъ отъ усилій, передаваемыхъ прогонами, въ нѣкоторыхъ случаяхъ прибавляются еще другія внѣшнія силы (горизонтальный распоръ сводовъ, находящихся подъ стропильной фермой, вѣса потолковъ, висящихъ

НТБ ДНУЖТ

на фермахъ, приводныхъ валовъ, катучихъ крановъ и т. д.), имѣющія вліяніе на соотвѣтственную форму стропильной фермы. Разстояніе между фермами см. **2.** Вѣсъ главныхъ фермъ отъ 15 до 30 kg на 1 qm площади крыши въ планѣ.

Линіи центровъ тяжести отдѣльныхъ, сходящихся между собою частей фермы должны пересѣкаться **въ одной точкѣ;** незначительныя отступленія отъ этого правила допускаются для мелкихъ частей фермы, когда это требуется для упрощенія соединеній.

Верхній поясъ, по очертанію соотвѣтствующій формѣ крыши, прямой или изогнутый, образуется изъ ⌝⌜ или ⌋⌊ профилей. Для удобства соединеній съ другими частями, а также для увеличенія сопротивленія продольному изгибу, оба ⌜ или ⌊ удаляются другъ отъ друга на нѣкоторую величину, что́ достигается прокладкой между этими частями планокъ, которыя склепываются вмѣстѣ съ частями пояса; разстояніе между этими планками 1,0 до 1,5 m въ зависимости отъ J_{min} отдѣльныхъ ⌝ или ⌋ профилей. На каждую прямоугольную прокладку 2 заклепки.

Для пролетовъ до 25 m употребляютъ большею частью угловое желѣзо. Верхній поясъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ проектируется, какъ самостоятельная ферма.

Нижній поясъ для двускатныхъ крышъ средняго наклона дѣлается большей частью прямымъ или съ незначительнымъ подъемомъ къ срединѣ между опорами. При крутыхъ крышахъ нижнему поясу ноги, для уменьшенія высоты фермы, придается выгибъ кверху по дугѣ, а при пологихъ крышахъ выгибъ дѣлается книзу. Въ послѣднемъ случаѣ употребляютъ ферму съ опорными стойками, и опоры располагаютъ ниже, и тогда нижнему поясу снова придается выгибъ кверху. Нижній поясъ изъ ⌋⌊ или двойного полосового желѣза.

Стойки и раскосы (на сжатіе и растяженіе) изъ углового желѣза; а если они подвергаются только вытягиванію, то также изъ полосового желѣза — одиночнаго или двойного. Вытянутыя части фермы, состоящія изъ двойныхъ частей, черезъ каждые 1,0 до 1,5 m скрѣпляются заклепкою, проходящею черезъ шайбу.

Треугольныя фермы пролетомъ до 25 m. При увеличеніи отношенія высоты фермы къ ея пролету невыгодны. Для пролетовъ свыше 25 m выгоднѣе проектировать серпообразныя или круговыя фермы. Вѣсъ треугольныхъ стропильныхъ фермъ около 10 до 25 kg/qm площади крыши въ планѣ.

Для односкатныхъ крышъ, при небольшихъ пролетахъ и небольшомъ разстояніи между фермами, достаточны двутавровыя профили; для большихъ пролетовъ фермы трапецоидальной формы или параболическія. Верхняя опора этихъ фермъ неподвижна на консоли, прочно прикрѣпленной къ

НТБ ДНУЖТ

стѣнѣ якорями, тогда какъ нижняя опора должна быть подвижная.

Узлы образуются въ вертикальныхъ листахъ, проходящихъ въ промежуткѣ между двойными частями фермы. Сѣченіе доски, число заклепокъ и ихъ діаметръ опредѣляются въ зависимости отъ дѣйствующихъ усилій.

Опоры фермъ. Частью неподвижныя и частью подвижныя; послѣднія устраиваются для возможности расширенія отъ температуры и также на случай односторонней нагрузки крыши отъ снѣга и вѣтра, а равно и для увѣренности въ томъ, что разсчетныя предположенія о направленіи дѣйствія силъ будутъ имѣть мѣсто въ дѣйствительности. Измѣненіе длины фермы отъ температуры принимается въ $^1/_{1000}$ до $^1/_{1250}$ пролета. Когда фермы обладаютъ достаточною упругостью и могутъ изгибаться, обѣ опоры устраиваются неподвижными, но качающимися; въ другихъ случаяхъ одна изъ опоръ всегда должна быть подвижная.

Неподвижныя опоры для большихъ пролетовъ всегда прочно укрѣпляются якорями или болтами. Опорная плоскость чугунныхъ подушекъ всегда слегка выпукла или, по типу качающихся опоръ, на валикѣ. При легкихъ стропильныхъ фермахъ, пролетомъ до 20 m, подвижная опора устраивается въ видѣ плоской скользящей доски; опорная подушка укрѣплена въ кладкѣ болтами и имѣетъ съ боковъ два прилива, между которыми скользитъ верхняя подушка, прикрѣпленная къ нижнему поясу фермы; для тяжелыхъ фермъ большихъ пролетовъ опора на одномъ или нѣсколькихъ каткахъ или катки въ соединеніи съ качающеюся опорой, валикъ качающейся опоры изъ чугуна или литой стали, катки твердой стали; въ этомъ случаѣ неподвижная опора устраивается качающеюся. Разсчетъ и устройство опоры на каткахъ см. ч. I, 6 отдѣлъ.

Опорныя подушки тщательно подливаются слоемъ цемента, толщиною 1 cm, или слоемъ твердаго свинца (свинецъ съ примѣсью 5 до 10% сурьмы), толщиной 3 до 6 mm.

При большихъ крышахъ, подвергающихся значительному давленію вѣтра, необходимо повѣрять **устойчивость стѣнъ**, на которыя опираются фермы. Если въ зданіи нѣтъ поперечныхъ стѣнъ (на случай бокового вѣтра), то фермы должны быть опущены по возможности ближе къ фундаменту (большія арочныя покрытія для станцій жел. дор.), или боковыя стѣны должны быть подъ самыми фермами значительно усилены для принятія на себя горизонтальнаго распора отъ стропильныхъ фермъ. Въ случаѣ фахверковыхъ стѣнъ или отдѣльныхъ опоръ (колонны) необходимо части, несущія стропила, соединять якорями съ фундаментомъ.

Продольныя стѣны зданія, несущія стропильныя фермы, принимаютъ на себя черезъ вѣтровыя связи распоръ отъ давленія вѣтра, дѣйствующаго по направленію длины зданія

НТБ ДНУЖТ

на крышу, на фонарь, на фронтонную стѣну и другія выступающія части, и противодѣйствуютъ такимъ образомъ опрокидыванію фермъ. Если сплошныя стѣны замѣняются свободно стоящими отдѣльными опорами (колонны), то послѣднія должны быть достаточно жестки по направленію длины крыши и быть неизмѣнно соединены съ фундаментомъ.

Связь частей крыши **по направленію длины (вѣтровыя связи)** достигается соединеніемъ опорныхъ точекъ долевыхъ прогоновъ одной пары сосѣднихъ стропильныхъ фермъ (прежде всего коньковаго и нижняго прогоновъ) посредствомъ діагональныхъ связей изъ плоскаго желѣза, а при большой длинѣ изъ углового или круглаго желѣза, съ натяжнымъ приборомъ.

Долевые прогоны, а въ особенности рѣшетчатые и прокатные, должны быть соединены съ фронтонными стѣнами посредствомъ якорей. Досчатая обшивка, особенно шпунтовая, въ случаѣ косого направленія досокъ, значительно способствуетъ жесткости крыши въ продольномъ направленіи.

e. Стропила для массивныхъ крышъ.

1. **Плоскія (пологія) крыши.** Основаніе: желѣзныя двутавровыя балки, на разстояніи 1,0 до 2,5 m; между балками пологіе кирпичные своды, толщиною 12 cm и высотою въ $^1/_8$ пролета, или своды изъ трамбованнаго бетона (1 ЕО цемента, 5 до 6 ЕО песка, съ примѣсью гравія, или 1 ЕО цемента, 2 ЕО песка, 4 до 6 ЕО щебня), высотою $^1/_{10}$ пролета и менѣе и толщинѣ въ ключѣ 6 до 12 cm; въ обоихъ случаяхъ своды должны имѣть горизонтальную забутовку на уровнѣ верхней полки двутавровой балки.

Также употребляются: сводчатые или плоскіе потолки по системѣ Монье на желѣзныхъ балкахъ, или обожженныя глиняныя плиты, толщиною 5 до 6 cm; послѣднія кладутся на I балкахъ, удаленныхъ другъ отъ друга на 0,5 m. На это основаніе кладется кровля (одинъ слой кровельнаго толя, поверхъ котораго два слоя картона).

Вмѣсто сводовъ волнистое желѣзо съ высокими волнами, углубленія котораго заполняются известковымъ растворомъ или бетономъ, желѣзо кладется на балки; покрытіе деревянно-цементною кровлей. Балки должны быть укрѣплены на концахъ якорями. Наклонъ крыши 1 : 18 до 1 : 25. Полная безопасность отъ пожара, особенно если желѣзныя части будутъ оштукатурены.

2. **Крутыя крыши (шпицы).** Крыши для башенъ съ квадратнымъ или многоугольнымъ основаніемъ изъ лещадей или кирпича (клинкера). Подъемъ 1 : 3 до 1 : 10. Швы горизонтальные или перпендикулярны къ направленію подъема. Толщина стѣнокъ внизу $^1/_{10}$ до $^1/_{15}$ длины одной изъ сторонъ въ планѣ, а кверху толщина уменьшается (какъ для свободно стоящихъ дымовыхъ трубъ) до 25 cm при пористомъ и 12 cm при

НТБ ДНУЖТ

плотномъ матеріалѣ. Въ вершинѣ кладка дѣлается сплошною, причемъ толщина кладки внизу около 60 cm. Верхняя часть изъ тесанаго камня или металла*).

B. Кровли**).

Данныя о **наклонѣ кровли представляютъ lg угла наклоненія** плоскостей крыши. Данныя о вѣсѣ отнесены къ одному qm наклонной поверхности.

a. Обрѣшетка стропилъ и настилка подъ кровли.

1. Для **обрѣшетки стропилъ** (по **У. П.** § 161) требуется:

1. На прибивку брусковъ для желѣзной, черепичной и гонтовой кровли на 1 кв. саж.: брусковъ толщ. $2^1/_2''$—8 пог. саж., гвоздей брусковыхъ 6″—11 штукъ, плотниковъ — 0,13. Вмѣсто брусковъ иногда употребляютъ жерди толщ. до 2 вершк.

2. Для досчатой, драничной, толевой и картонной кровли на 1 кв. саж.: брусковъ толщ. $2^1/_2''$—2,5 пог. саж., гвоздей брусковыхъ 6″—3 шт., плотниковъ 0,04.

3. Для соломенной и тростниковой кровли на 1 кв. с.: брусковъ толщ. $2^1/_2''$ — 6 пог. с., гвоздей брусковыхъ 6″—8 шт., плотниковъ—0,1.

4. На прибивку досокъ толщ. $2^1/_2''$ на пог. с. доски: плотниковъ—0,08, гвоздей брусковыхъ 6″ въ каждомъ пересѣченіи со стропилами—2 шт.

2. Для **настилки** къ стропиламъ (по **У. П.** § 162—165) требуется:

1. Подъ желѣзную крышу доски толщ. $2^1/_2''$ должны быть прибиты: a) по коньку крыши съ каждой стороны въ 1 рядъ, b) по карнизу подъ настѣнные желоба, смотря по ихъ подъему, отъ 3 до 5 рядовъ, c) въ разжелобкахъ такое же число рядовъ, но чтобы въ углу разжелобка всегда приходилась средина доски.

2. Обрѣшетка стропилъ подъ цинковыя кровли дѣлается изъ досокъ, толщ. 2″, въ 1 рядъ по коньку и въ три ряда по карнизу и рѣшетинъ изъ такихъ же, но расколотыхъ пополамъ досокъ, прибиваемыхъ другъ отъ друга на разстояніи 10″, гвоздями длиною 5″, плотниковъ на кв. с. 0,15.

3. Для покрытія крыши **досками,** шир. $4^1/_2$ вершка, **въ два ряда,** съ установкой по коньку и ребрамъ крыши отливинъ требуется на кв. с. досокъ чистыхъ обрѣзныхъ въ 1″, шир. $4^1/_2$ верш., съ прибавленіемъ на отливы, 24 пог. саж.

4. Настилка подъ картонную или войлочную крышу

*) Подробнѣе см. Handbuch d. Architektur, 2 изд., стр. 350, Штутгартъ, 1899.

**) Тамъ же, о кровляхъ, часть III, томъ 2, 5 вып., 2 изд.

НТБ ДНУЖТ

въ одинъ рядъ досками съ продорожкою и обтескою кромокъ на кв. с.: плотниковъ — 0,6, досокъ чистыхъ, толщ. 1″, шир. 5 вершк.— 11 пог. с., гвоздей однотесу — 44 шт.

5. Настилка досокъ въ одинъ рядъ и въ **разбѣжку** съ обстрожкой, продороженіемъ, на кв. с.: досокъ чистыхъ толщ. 1″, шир. 5 вершк. — 13 пог. саж., гвоздей двоетесу — 6 шт., троетесу — 39 шт.

b. Деревянныя кровли.

Въ Россіи для деревянныхъ покрытій примѣняется:

a) Тесъ — сосновыя доски безъ сучьевъ и заболони, толщина ихъ 1 до $1^1/_2$ дюйма, длина досокъ должна быть по возможности равна ширинѣ ската. Доски располагаются въ два ряда со стыками вперемежку. Наружная поверхность досокъ строгается, а близъ стыковъ выбираются дорожки (канавки), чтобы отклонить воду отъ стыковъ. Рѣшетины на разстояніи 1,5 аршинъ. Наклонъ 60^0.

b) Гонтъ, колотыя дощечки, длиною $12^1/_2$ вершк., шириною $2^1/_2$ вершка; одинъ край гонтины обдѣлывается острымъ ребромъ, а другой шпунтомъ, въ который входитъ по направленію ската ребро смежной гонтины; сухой гонтъ передъ употребленіемъ погружается на нѣсколько часовъ въ воду. Гонтины располагаются горизонтальными рядами, каждый рядъ перекрываетъ $^2/_3$ нижележащаго ряда, прикрѣпляется гонтовыми гвоздями; кровля служитъ около 20 лѣтъ, а окрашенная вареною смолою или масляною краскою (возобновляется черезъ 3 — 4 года) служитъ до 40 лѣтъ.

c) Драницы — колотыя сосновыя дощечки, длиною 3 арш., шириною 2 вершка, сосновыя. Располагаются горизонтальными рядами и прижаты сверху рѣшетинами, прикрѣпляемыми къ нижнимъ рѣшетинамъ деревянными нагелями или гвоздями.

По **У. П.** § 166, на покрытіе 1 кв. с. **гонтомъ**:

a) **гладкимъ** въ два ряда: гонтинъ въ чистой отдѣлкѣ, длин. $12^1/_2$ и шир. $2^1/_2$ вершка, 154 шт., гвоздей гонтовыхъ 185 шт., плотниковъ 0,5;

b) **шпунтовымъ** въ два ряда: гонтинъ въ чистой отдѣлкѣ, $12^1/_2 \times 2^1/_2$ вершка, 175 шт., гвоздей 195 шт., плотниковъ 0,58;

c) въ три ряда: гонтинъ 250, гвоздей 275, плотниковъ 0,75;

d) въ четыре ряда: гонтинъ 320, гвоздей 350, плотниковъ 0,85.

На покрытіе крыши **дранью** подъ планку на кв. с.: дранинъ, длин 1 саж. шир. до 2 вершк., 75 шт., гвоздей однотесу 150 шт., плотниковъ 0,1.

Покрытіе досками см. стр. 100 (обрѣшетки).

c. Каменныя и стеклянныя кровли.

1. Черепичныя кровли.

Наклонъ не менѣе 1 : 1,25. Размѣры гладкой черепицы: длина 36,5 cm, ширина 15,5 cm, толщина 1,2 cm, вѣситъ отъ 1,4 до 2,1 kg. Допускаются отступленія въ длинѣ и ширинѣ не болѣе 0,5 cm, а въ толщинѣ не болѣе 0,3 cm.

НТБ ДНУЖТ

Служатъ около 25 лѣтъ.

Черепица для конька (желобчатая), длина 38 до 40 cm, большій діаметръ 16 до 20 cm, меньшій діаметръ 12 до 16 cm, толщина 1,3 до 2 cm, вѣситъ около 2,3 до 2,6 kg.

Деревянныя планки дли покрытій дубовыя или сосновыя; длина 30 cm, ширина 5 cm, толщина 0,3 cm, пропитываются креозотомъ или карболинеумомъ.

По **У. П.** § 422. Покрытіе кровли черепицей:

a) желобчатою съ подмазкой известковымъ растворомъ, смѣшаннымъ съ шерстью, на кв. с.: черепицы желобчатой 5 × 9 вершк. — 81 шт., раствора 0,015 куб. с., шерсти коровьей битой 0,01 пуда;

b) прямою съ замазкой швовъ на кв. с.: черепицы прямой, 8 × 4 вершка, 150 шт., раствора 0,024 куб. с., шерсти коровьей битой 0,017 пуд.

2. Аспидныя кровли.

Вѣсъ со включеніемъ стропилъ 85 kg/qm, обшивка при этомъ имѣетъ толщину 2 cm. Наклонъ для англійскаго аспида 1 : 1,5 до 1 : 2, для нѣмецкихъ плитъ — 1 : 1 до 1 : 1,25.

Аспидныя кровли кроются обыкновенно по досчатой обшивкѣ изъ узкихъ досокъ, на которыхъ кладется слой кровельнаго толя для предотвращенія проникапія пыли, снѣга и сажи. Для укрѣпленія плитокъ гвозди красной мѣди или, по крайней мѣрѣ, гвозди оцинкованные или покрытые красною мѣдью.

Приводимыя ниже данныя относятся до наклона 1 : 1,5 до 1 : 2; въ очень высокихъ крышахъ расходъ матеріала уменьшается на $^1/_8$, а въ малыхъ круглыхъ куполахъ увеличивается на 10 до 12%.

Прямоугольныя англійскія аспидныя плиты укладываются на досчатой обшивкѣ или обрѣшеткѣ. Укрѣпленіе гвоздями или крюками красной мѣди. Расходъ матеріала на 1 qm опредѣляется по нижеслѣдующей таблицѣ.

При косыхъ рядахъ перекрышка аспидныхъ плитъ вверху на 2,5 cm менѣе половины доски, а съ боковъ на 8 cm; при прямыхъ рядахъ перекрышка вверху дѣлается на 2,5 cm болѣе половины доски, а сбоку плиты укладываются въ притыкъ.

Величина аспидныхъ плитъ		Разстояніе между обрѣшетинами		Обрѣшетинъ	Вѣсъ 1200 плитъ	Число гвоздей
		при прям. рядахъ	при косыхъ рядахъ			
cm	дюймы	cm	cm	m	kg	
61 · 36	10,5	35	28,5	2,90 — 3,70	3000	24
61 · 30	12,4				2600	28
56 · 30	13,7	30	23,5	3,35 — 4,50	2450	31
51 · 25	18,3				1675	40
46 · 23	23,0	28	21	3,65 — 5,00	1350	50
41 · 20	30,0	25,5	18	3,95 — 5,85	1050	64

НТБ ДНУЖТ

3. Стеклянныя кровли*).

Вѣсъ 1 qm стеклянной кровли вмѣстѣ съ перекладинами, поддерживающими стекло, 20, 25, 30 kg, при толщинѣ стекла 4, 5, 6 mm; разстояніе между перекладинами 0,45 до 0,55 m.

Уклонъ стеклянныхъ листовъ не менѣе 1 : 3,5; лучше 1 : 2 до 1 1. Обыкновенно кровельное стекло имѣетъ толщину 5 до 8 mm. Размѣръ листовъ 50 до 100 cm въ длину и шириной въ зависимости отъ разстоянія между перекладинами. Укладка производится на замазкѣ съ перекрышкой листовъ на 6 до 7 cm.

Листы укладываются на особыхъ соотвѣтственно профилированныхъ перекладинахъ (разстояніе 40 до 60 cm), расположенныхъ параллельно стропильнымъ ногамъ и укрѣпленныхъ къ прогонамъ. Перекладины изъ цинка или желѣзныя прокатныя (профили ⊥ или I). Легкія перекладины состоятъ изъ кусковъ плоскаго желѣза, обложеннаго цинковымъ листомъ, который выгибается такъ, что съ обѣихъ сторонъ стеклянные листы легко въ него укладываются, а снизу образуется желобъ для стока скопляющейся отъ потѣнія воды. Такія планки при желѣзной полосѣ сѣченіемъ 45 · 4 mm могутъ имѣть пролетъ до 2,5 m. Стеклянные листы большаго размѣра, хотя и даютъ меньше швовъ, но непрактичны, ибо легко разбиваются градомъ. Хорошо сопротивляющіяся профили перекладинъ состоятъ изъ плоскаго желѣза съ приклепкой къ нему съ двухъ сторонъ угольниковъ 25 · 25 · 3 mm.

d. Металлическія кровли.

Наклонъ 1 5 до 1:7,5. Необходимо разсчитывать на расширеніе отъ теплоты, особенно при свинцѣ и цинкѣ. Формы: гладкіе листы, фасонные листы, литыя плиты и волнистые листы (см. ч. I, отдѣлъ 5, Строительные матеріалы).

1. Свинцовыя кровли.

Свинецъ, несмотря на масляную окраску, постепенно разрушается отъ окисленія. При выборѣ свинца матеріаломъ для кровель необходимо имѣть въ виду его легкоплавкость въ случаѣ пожара. Свинцовыя кровли кроются по доскамъ. Наклонъ ≷ 1 : 3,5.

Длина листовъ до 10 m; ширина 1,0 до 2,45 m; толщину берутъ 1,5 до 2,5 mm.

Планки дѣлаются шириной 4 до 5 cm и сверху закругляются. Перекрышка листовъ на планкахъ 4 cm; перекрышка

*) Болѣе подробно объ этомъ см. Т. Ландебергъ, Кровли стеклянныя и волнистаго желѣза, Дармштадтъ 1887, а также и H. d. A. III часть, 2 томъ, 5 тетр., 2 изд., Штутгартъ, 1899.

НТБ ДНУЖТ

листовъ въ горизонтальномъ направленіи 5 до 6 cm дѣлается съ запайкой шва. Разстояніе между гвоздями въ планкахъ 30 cm.

На покрытіе одной кв. саж. свинцовыми листами (по **У. П.** § 594), шириною 2,66 фута и длиною 10 фут., требуется: кровельщиковъ 1, листовъ свинцовыхъ 2,15, гвоздей цинковыхъ $1^1/_4''$ 200. На запайку швовъ до $4^1/_4$ пог. саж. для 1 кв. саж. покрытія фунтовъ: олова 1,75, свинцу 2,5, гарпіусу 0,25, нашатырю 2, угля древеснаго четвертей 0,45.

2. Кровли красной мѣди.

Самая долговѣчная, но и дорогая кровля (немного, однако, дороже свинца). Кроется по доскамъ. Подъемъ кровли при двускатныхъ крышахъ $^1/_{12}$ ширины, покрытіе на фальцахъ. Размѣры листовъ 0,8 до 2,0 qm, при ширинѣ не болѣе 1,0 m и толщинѣ не болѣе 0,5 до 1 mm. Для покрытія карнизовъ и т. п. уклонъ дѣлается 4 cm на 1 m. Клямеры (планки) имѣютъ длину 7 до 9 cm, ширину 2,5 до 5 cm, расположены на концахъ каждаго листа и въ разстояніяхъ 0,6 до 0,9 m. Для стоячихъ фальцевъ (въ вертикальной плоскости) необходимо 9 cm, а для горизонтальныхъ (лежачихъ) 4 cm ширины каждаго листа.

Мѣдные листы для кровельныхъ работъ (по **У. П.** § 593) шириною до 3 ф., а длиною отъ 3 до 10 и болѣе футовъ; вѣсъ мѣняется отъ 1 до $1^1/_4$ фунта въ кв. футѣ.

На клямеры берутъ обрѣзки листовъ шир. отъ 1 до 2″ и длиною отъ 3 до $3^1/_2''$ и прикрѣпляютъ ихъ къ обрѣшеткѣ двумя плоскошляпными мѣдными гвоздями. 12 клямеровъ и 24 гвоздя вмѣстѣ вѣсятъ около фунта. Клямеры располагаются по одному на углахъ листа и въ промежуткахъ во взаимномъ разстояніи отъ 2 до 3 футъ.

На покрытіе одной кв. саж. мѣдными листами:	Мѣдныхъ листовъ		Клямеровъ	Гвоздей	Вѣсъ клямеровъ и гвоздей пуды	Кровельщиковъ
	число	вѣсъ кв. ф. въ фунт.				
a) Шириною и длиною 3 фута . .	6,95	$^1/_2$ до $^3/_4$	42	84	0,084	1,5
b) Шириною 3 и длиною 6 футъ .	3,32	1 до $1^1/_4$	21	42	0,042	1,4
c) Шириною 3 фута и длиною 10 футъ.	1,95	$1^1/_2$ до $1^3/_4$	16	32	0,032	1,3

При покрытіи куполовъ, пирамидальныхъ и другихъ сложныхъ поверхностей прибавляется матеріаловъ 5 до 8% и рабочихъ 20 до 40%.

3. Желѣзныя кровли.

α. **Кровли изъ гладкаго желѣза.** Кровельное желѣзо соединяется вертикальными стоячими фальцами и горизонтальными лежачими, подобно кровлямъ красной мѣди. Большею частью изъ желѣзныхъ листовъ оцинкованныхъ или покры-

НТБ ДНУЖТ

тыхъ свинцомъ: размѣры: до 1,6 m длины, 0,8 до 1,0 m ширины и 0,5 до 0,7 mm толщины. Клямеры длиной 16 cm, шириной 6 cm, толщ. 1 mm, на разстояніи 50 cm другъ отъ друга. Кровля кроется по доскамъ или обрѣшеткѣ. Клямеры и укрѣпленіе какъ въ цинковыхъ кровляхъ.

Кровли дешевле цинковыхъ, лучше сопротивляются дѣйствію на нихъ силъ, но не такъ долговѣчны, какъ цинковыя. Незначительное расширеніе отъ теплоты ± 0,5 mm/m, при разницѣ температуръ ± 40°. Оцинковка, въ зависимости отъ содержанія дыма, держится 10 до 15 лѣтъ (масляная окраска возобновляется каждые 2—3 года). Вѣсъ кровли со стропильными ногами 40 kg/qm наклонной поверхности. При толстыхъ листахъ затрудняется образованіе фальцевъ.

Въ таблицѣ (стр. 106) приведены данныя по **У. П.** § 577, 580 и 584, установленныя для кровельныхъ работъ. Размѣры листовъ 1 × 1 арш. и 1 × 2 арш.

β. **Кровли волнистаго желѣза.** Удобства: небольшой собственный вѣсъ, безопасность въ пожарномъ отношеніи, хорошее отведеніе воды, большое разстояніе между прогонами, при большихъ листахъ мало швовъ, обрѣшетки или подшивки не требуется. Неудобства: большая теплопроводимость, почему зимой холодно, лѣтомъ жарко, образованіе потоковъ отъ потѣнія и шумъ во время дождя. Оцинкованное желѣзо, окрашенное или безъ окраски, сопротивляется дѣйствію дымовыхъ газовъ паровозовъ только нѣсколько лѣтъ *).

Кровли на прогонахъ. Большею частью оцинкованное полого или балочное волнистое желѣзо (см. I ч., 5 отд., Матеріалы). Желѣзные прогоны изъ углового, тавроваго, двутавроваго, зетоваго или корытнаго желѣза на разстояніи 1,75 до 2,25 m; больше 2,5 m дѣлать не слѣдуетъ; выгнутое балочное волнистое желѣзо допускаетъ, однако, разстояніе между прогонами до 3,5 m. Допускаемое напряженіе волнистаго желѣза на изгибъ $k_b = 500$ до 600 kg/qcm. Вѣсъ со включеніемъ прогоновъ 20 до 25 kg на 1 кв. метръ наклонной поверхности крыши. Толщина листовъ (неоцинкованныхъ) $\geqq 1$ mm, листы длиной 1,40 до 3,00 m и шириной 0,60 до 1,30 m. Профили: длина волны 100 до 120 mm и глубина волны 50 до 70 mm наиболѣе употребительны. *J* и *W* см. ч. I, отдѣлъ 5, Матеріалы.

Уклонъ обыкновенно 1:2,5 до 1:3. Заклепки оцинкованы, а въ лучшихъ сооруженіяхъ—изъ красной мѣди, діам. 5 до 6 mm; между каждою заклепочною головкой или головкой болта и листомъ кладется шайба. Болты діам. 7 до 8 mm. Стыки нормальны къ коньку, большею частью безъ перевязки, т.-е. сквозные отъ конька до основанія крыши, располагаются въ высокой части волны и имѣютъ перекрышку

*) См. Berlin u. seine Bauten 1896, I, стр. 234; C. d. B. 1897, стр. 200.

НТБ ДНУЖТ

листовъ 5 до 7 cm. Разстояніе между заклепками 25 до 30 cm, а близъ красвъ листовъ — 15 до 20 cm. Стыки горизонтальныхъ рядовъ съ перекрышкой 8 до 18 cm и располагаются надъ прогонами (при наклонѣ 1 : 1,5 до 1 : 4).

Наименованіе работъ	Изъ какихъ листовъ	Желѣза кровельнаго листовъ	Кровельщиковъ	Гвоздей кровельныхъ 3″	Гвоздей кругло-шляпныхъ 3″	Костылей желѣзныхъ 8-фунт.	Крючьевъ желѣзныхъ 2-фунт.	Проволоки кровельной фунт.
1. Желѣзное покрытіе по готовой обрѣшеткѣ **гладкой крыши** со включеніемъ настѣнныхъ желобьевъ, карниза и открытія около трубъ **новымъ** листовымъ желѣзомъ, съ проолифкой, изготовленіемъ картинъ и укрѣпленіемъ клямерами. . . . . на 1 кв. с.	Аршинныхъ	12	0,5	36	18	3	3	
	2-хъ аршин.	5,33	0,45	26,6	—	—	—	—
2. Изъ **стараго желѣза**, со включеніемъ выправки стараго желѣза, обрѣзки негодныхъ фальцевъ и всѣхъ работъ, упомянутыхъ въ 1.. на 1 кв. с.	Арш.	14,5 до 17	0,6 до 1,0	72,5 до 85	—	—	—	
	2-хъ арш.	6,5 до 7,5		52 до 60	—	—	—	—
3. Покрытіе обыкновенныхъ крышъ въ замокъ бѣлымъ аршиннымъ желѣзомъ съ запайкой листовъ*)	Арш.	12	1,5	36	—	—	—	
4. Отдѣльное покрытіе карниза подъ желобьями . . . . на 1 пог. с.	2-хъ аршинныхъ листовъ	1,56	0.35	—	9	3	—	—
5. Изготовленіе и установка, независимо отъ крыши, настѣнныхъ желобовъ. . . . . на 1 пог. с.		1,75	0,4	—	9	—	3	—
6. Изготовленіе и установка подвѣсныхъ желобьевъ съ лотками при деревянныхъ и толевыхъ крышахъ на 1 пог. с.		0,8	0,35		6	—	2	0,4
7. Изготовленіе водосточныхъ трубъ съ колѣнами и установкой на мѣсто, безъ воронки**) . . . на 1 пог. с.		1,08	0,4	—	—	—		0,187

Въ случаѣ возможнаго давленія вѣтра на кровлю снизу листы верхнею кромкою прикрѣпляются къ прогону заклепками, черезъ каждыя 4 или 5 волнъ по одной заклепкѣ; у нижней кромки листа укрѣпленіе скобами изъ оцинкованнаго листового желѣза, толщиною 3 до 5 mm, шириною 3 до 5 cm и длиной въ зависимости отъ профили прогона и волнистаго желѣза. Скобы эти обхватываютъ полку прогона снизу на 3,5 cm; эта полка должна быть, по возможности, параллельна

*) На клямеры прибавляютъ, сверхъ того, $^1/_{20}$ часть всего вычисленнаго на крышу числа листовъ.

*) Для запайки каждаго листа фунтовъ: олова 0,5 свинцу 0,15, наштырю 0,05, гарпіусу 0.15.

**) Стремянъ желѣзныхъ фунта—1,5.

НТБ ДНУЖТ

плоскости крыши. Скобы приклепываются двумя или тремя заклепками къ каждой второй или третьей волнѣ въ возвышенной ея части.

Если давленія вѣтра на кровлю снизу ожидать нельзя, то верхняя кромка листа къ прогону не приклепывается, а придерживается перекрытіемъ непосредственно вышележащаго листа.

При двойномъ коньковомъ прогонѣ конекъ образуется особыми коньковыми сводчатыми листами изъ волнистаго желѣза, а при одиночномъ коньковомъ прогонѣ — изъ выгнутаго листа обыкновеннаго волнистаго желѣза; листъ этотъ приклепывается къ смежнымъ волнистымъ листамъ скатовъ и при-крѣпляется къ коньковому прогону болтами; при употребительныхъ размѣрахъ волнистыхъ листовъ достаточно ставить по четыре болта на каждый листъ. Потѣніе кровли должно быть устранено устройствомъ внутри зданія покрытія изъ плохо проводящихъ тепло матеріаловъ. Покрытіе это поддерживается нижними полками прогоновъ.

Бочарныя крыши*) изъ загнутаго (по формѣ бочарнаго свода) волнистаго желѣза съ высокими волнами. Стыки по направляющей свода (кривые), какъ въ кровляхъ на прогонахъ, а стыки прямые горизонтальные о двухъ, лучше о трехъ рядахъ заклепокъ (діам. заклепокъ 6 mm). Для предохраненія отъ горизонтальнаго распора, на длинѣ каждыхъ 3 до 4 m, устанавливаются горизонтальныя тяги, которыя подвѣшиваются къ кровлѣ. Исполнены для пролетовъ до 30 m. Стропильныхъ фермъ и прогоновъ не требуется. Опоры: сквозная корытная желѣзная балка на столбахъ, удаленныхъ на разстояніи 3 до 4 m. При пролетѣ до 20 m дешевле, нежели крыши со стропилами.

4. Цинковыя кровли **).

Вѣсъ 1 qm наклонной поверхности, со включеніемъ досчатой обшивки (толщиною 2,5 cm) и стропильныхъ ногъ, 40 kg. Выгодный наклонъ крыши 1:3 и, во всякомъ случаѣ, не меньше 1:6, лучше—не менѣе 1:4. Размѣры листовъ 1·2 m. Для гражданскихъ построекъ достаточна толщина № 12 или № 13, а для сооруженій монументальныхъ не менѣе № 14. Для крутыхъ крышъ поперечные швы фальцуются, а при наклонѣ меньшемъ 18° пропаиваются; при болѣе нирокомъ фальцѣ пайки, однако, можно избѣжать. Загибъ верхняго листа 32 mm, а входящій въ него загибъ нижняго листа 28 mm. Для прикрѣпленія къ досчатой обшивкѣ служатъ клямеры

---

*) См. A. Böllinger, Zeitschr. d. V d. Ing. 1890, №№ 46 и 47; 1891, № 10.

**) Болѣе подробно см. Ф. Шголь, Das schlesische Zinkblech und seine Verwendung im Baufache, 2 изд., 1885, и общество Vieille Montagne, Zinkbedachungen. Люттихъ, 1886.

НТБ ДНУЖТ

изъ толстыхъ цинковыхъ листовъ. О цинковыхъ листахъ см. I ч., 5 отдѣлъ.

Эти кровли, будучи изготовлены изъ хорошаго матеріала и уложены тщательно, съ разсчетомъ на свободное расширеніе ихъ отъ теплоты, весьма легки, дешевы и долговѣчны. Въ мѣстахъ, гдѣ много заводскихъ трубъ, работающихъ на каменномъ углѣ, однако, не рекомендуются, ибо цинкъ весьма скоро разрушается отъ дымовыхъ угольныхъ осадковъ. Равнымъ образомъ, цинкъ нельзя крыть по свѣжему известковому или цементному раствору (для раздѣленія служитъ кровельный толь). Кровля кладется безъ окраски прямо на досчатую обшивку. Для расширенія отъ теплоты необходимо принимать $\pm 1{,}2$ mm/m для отклоненій отъ средней температуры $+10^0$ на $\pm 40^0$.

1. **Системы соединеній на фальцахъ.** На 10 кв. саж. кровли требуется около 11 кв. саженъ листовъ.

α) Одиночные фальцы дѣлаются со всѣхъ четырехъ сторонъ листа, на наклонныхъ сторонахъ кверху, а на горизонтальныхъ — книзу. Употребляются рѣдко для кровель, чаще для покрытія стѣнъ.

β) Вертикальные двойные фальцы по направленію ската, а горизонтальные (поперечные) швы съ одиночными фальцами или пропаиваются.

2. **Системы соединеній на планкахъ.** Допускаетъ большую подвижность листовъ кровли. На каждые 10 qm площади кровли требуется 10,5 qm листовъ, 1,1 qm полосъ и 10 пог. m деревянныхъ планокъ.

α) Бельгійская система. Планки вверху шире, чѣмъ внизу; клямеры, входящіе въ фальцъ соединенія, проходятъ подъ планкой.

β) Французская система. Планки вверху у́же, чѣмъ внизу; клямеры, какъ въ *α*).

3. **Покрытіе фасонными листами.** Квадратныя или ромбическія доски съ полукруглыми высадками на краяхъ. Діагонали досокъ расположены по направленію ската.

α) Квадратныя доски. Для 10 qm поверхности кровли требуется 13,3 qm листовъ, при размѣрахъ досокъ 0,6 qm, 0,2 qm для припайки клямеровъ у верхняго угла доски и 0,8 qm для непripаянныхъ клямеровъ у боковыхъ фальцевъ.

β) Ромбическія доски укрѣпляются двумя гвоздями безъ клямеровъ. На 10 qm поверхности крыши требуется 135 досокъ длиною 58 cm, шириною 29 cm. Вѣсъ при доскахъ изъ цинка № 12 около 8,2 kg/qm.

4. **Чешуйчатыя покрытія.** Чешуйки прессуются. Укрѣпляются подобно фасоннымъ доскамъ (см. 3 или перекрываютъ другъ друга и спаиваются. Преимущественно употребляются для мансардовыхъ крышъ, купольныхъ сводовъ и т. п.

5. **Системы покрытій волнистыми листами.** Таблицу цинковыхъ волнистыхъ листовъ см. ч. I, 5 отдѣлъ, Матеріалы. Разстоя-

НТБ ДНУЖТ

ніе между прогонами 0,65 до 1,10 m, въ зависимости отъ употребленныхъ профилей *A* до *D*, для листовъ № 15. Меньшая толщина листовъ (№ 12 до № 14) не рекомендуется. Вѣсъ со включеніемъ прогоновъ 25 до 30 kg на qm (наклонной поверхности).

Стыки соединеній не имѣютъ, одна волна перекрываетъ другую въ наивысшей точкѣ на длинѣ 5 до 7 cm. Стыки отдѣльныхъ рядовъ располагаются надъ прогонами и перекрываются поперекъ волнъ на 8 до 18 cm для уклоновъ 1 : 1,5 до 1 : 3. Укрѣпленіе на желѣзныхъ прогонахъ при помощи клямеровъ изъ цинковыхъ листовъ № 16 до № 18, припаянныхъ снизу къ волнистымъ листамъ покрытія; клямеры захватываютъ, по меньшей мѣрѣ, на длинѣ 35 mm верхнюю полку прогона снизу. При деревянныхъ прогонахъ вмѣсто клямеровъ крючки, захватывающіе за ушки, припаянные къ листамъ; черезъ каждыя двѣ или три волны одинъ клямеръ или одно ушко.

Волнистый цинкъ профили *E* кроется по обрѣшеткѣ или досчатой обшивкѣ; въ продольныхъ и поперечныхъ стыкахъ пропаивается, если волны расположены вдоль ската; у листовъ съ волнами параллельно длинѣ крыши пропаиваются лишь стыки въ рядахъ листовъ, а швы листовъ одного ряда остаются открытыми.

Русскіе цинковые листы (по **У. П.** § 595) бываютъ двухъ размѣровъ: a) 4,71×1,88 фут., вѣсомъ 11,65 фунта, и b) 7,08×3,16 фута, вѣсомъ 30 фунтовъ; 1 кв. футъ вѣситъ 1,3 фунта.

На 1 кв. саж. покрытія вышеуказанными листами требуется при соединеніи листовъ круглыми фальцами безъ запайки: цинковыхъ листовъ съ клямерами и фальцами пуд. 2,613, кровельщиковъ 0,75, гвоздей $1^1/_2$″ луженыхъ (цинкованныхъ)—150. На припайку клямеръ къ узкимъ сторонамъ листовъ, на запайку листовъ по коньку и подъ желобами на кв. саж. крыши, фунт.: олова 0,75, свинцу 1, нашатырю 1, гарпіусу 0,12, угля древеснаго четвертей 0,45.

e. Кровли изъ смолистыхъ матеріаловъ.

1. Асфальтовыя кровли.

Только для покрытій террасъ, балконовъ и т. п., почему имѣютъ весьма малый наклонъ. Слой асфальта двойной, каждый слой толщиною 1 cm; подъ асфальтомъ всего лучше слой бетона толщиною 13 до 15 cm, или асфальтъ непосредственно на сводахъ. Нижній слой шероховатый, верхній выглаживается. У стѣнъ выступы для стока воды въ 1 до 1,5 cm. Стыковъ слѣдуетъ избѣгать.

2. Толевыя кровли.

Вѣсъ 35 kg/qm крыши, со включеніемъ стропильныхъ ногъ. Наклонъ обыкновенно отъ 1 : 10 до 1 : 20, обыкновенно 1 : 15. Досчатая обшивка толщиною въ 2,5 cm; шпунтованіе обшивки выгодно, но необязательно. Доски шириною до 20 cm при-

НТБ ДНУЖТ

биваются со стыками въ перевязку. При незначительномъ разстояніи между стропильными ногами (0,9 до 1,0 m) нешпунтованныя доски толщиною 2 cm.

Покрытіе толемъ производится посредствомъ планокъ **треугольнаго сѣченія:** основаніемъ 6,5 cm и высотою 3,3 cm, которыя прибиваются непосредственно къ доскамъ проволочными гвоздями на разстояніи 0,75 m (между гвоздями). Планки прикрѣпляются по прямымъ линіямъ въ разстояніи другъ отъ друга 0,98 m, и между ними кладется толь, шириною 1 m, такъ чтобы края толя, при незначительномъ загибѣ кверху, легли на внутреннія наклонныя плоскости треугольныхъ планокъ, къ которымъ и прикрѣпляются.

Края листовъ перекрываются полосами толя, шириною 10 cm, которыя прикрѣпляются проволочными толевыми оцинкованными гвоздями съ крупными головками на разстояніяхъ 5 до 6 cm.

У конька и въ мѣстахъ соединенія двухъ кусковъ (лентъ) толя по длинѣ (наклонный стыкъ) послѣдніе перекрываются на 8 cm.

Полосы картона, равно какъ и всѣ швы, покрываются смѣсью каменноугольной смолы и асфальта, которая по затвердѣваніи обладаетъ тягучестью мягкой обыкновенной смолы. Затѣмъ вся поверхность крыши покрывается кипящею каменноугольной смолой, къ которой прибавляютъ немного асфальта; посыпка пескомъ не рекомендуется. Возобновленіе окраски каменноугольной смолой производится тогда, когда старая начинаетъ трескаться и картонъ обнажается.

Покрытіе толемъ безъ планокъ допускается только для временныхъ построекъ. Свертки накладываются на крышу въ горизонтальномъ (по длинѣ) направленіи съ перекрышкой краевъ въ 4 cm, съ прикрѣпленіемъ гвоздями черезъ каждые 5 cm и въ разстояніи 2 cm отъ края. Швы, какъ и выше, покрываются асфальтовой смолой, и вся крыша осмаливается и покрывается сухимъ острымъ пескомъ.

Лучшія постройки покрываются толемъ въ два ряда; въ этомъ случаѣ свертки нижняго ряда располагаются вдоль крыши длиной параллельно коньку, съ перекрышкой 6 до 8 cm; верхній край полосъ толя прибивается гвоздями на разстояніи 8 до 10 cm. Надъ этимъ первымъ слоемъ прибивается отъ основанія крыши до конька проволока рядами; разстояніе между рядами 92 до 94 cm. Поверхъ этого ряда проволокъ дѣлается толстая окраска изъ изоляціонной массы, на которую наклеивается параллельно коньку второй рядъ листовъ; при этомъ первый листъ второго ряда половинной ширины, отчего стыки выходятъ перекрытыми. Листы второго ряда прибиваются такъ же, какъ и листы перваго ряда. Поверхъ всего окраска, какъ и у одиночной кровли.

Кровельный толь (по **У. П.** § 597) употребляется **войлочный** и **картонный. Войлочный** толь кусками или полотнищами 11 саж. × 1 арш. 2 вершка (площ.

НТБ ДНУЖТ

4,125 кв. с.). **Картонный толь** — квадратными листами въ 17 вершк., вѣсъ листа 3 фунта. Гвозди для войлочнаго толя съ широкими шляпками длиною $2^1/_2$″ по 3500 шт. въ пудѣ, а для картоннаго — толевые не длиннѣе $1^1/_4$″ по 8000 шт. въ пудѣ.

Для покрытія квадр. саж. крыши войлочнымъ толемъ:

a) въ **фальцъ**: листовъ или полотнищъ 77 × 2,625 фут. 0,305, кровельщиковъ 0,2, гвоздей 152 шт.:

b) въ **полуфальцъ**: листовъ вышеприведенныхъ размѣровъ 0,286, кровельщиковъ 0,15, гвоздей 143;

c) въ **закрой**: листовъ 0,275, кровельщиковъ 0,1, гвоздей 130 шт.

Для покрытія кв. саж. крыши картоннымъ толемъ въ закрой: листовъ квадратныхъ 17-вершковыхъ 10, кровельщиковъ 0,15, гвоздей толевыхъ 284 шт.

Для осмоленія квадр. сажени толевой крыши за два раза съ приготовленіемъ состава: кровельщиковъ 0,03, смолы жидкой 0,22, смолы пику 0,02, графитнаго порошка 0,1 пуд.

3. Деревянно-картонныя кровли.

Вѣсъ 1 qm крыши 180 kg, со включеніемъ стропильныхъ ногъ и обшивки. Употребительный наклонъ крыши 1 18 до 1 : 25.

Разстояніе между ногами 0,7 до 0,8 m, размѣры сѣченія ноги 12 16 до 14 · 18 cm. Досчатая обшивка шпунтуется, толщина ея 2,5 до 3,5 cm. Обшивка предварительно покрывается (просѣиваніемъ) слоемъ сухого и весьма мелкаго песка, толщ. 1 до 2 mm. Слой песка покрывается, параллельно коньку, четырьмя рядами картона или однимъ рядомъ толя и тремя рядами картона. Листы картона (рольнаго) имѣютъ ширину 1 до 1,05 m, кладутся въ перевязку и въ швахъ перекрываютъ другъ друга на 15 cm. Каждый слой картона сплошь покрывается особо препарированной каменноугольной смолой и наклеивается на слѣдующій слой.

Четвертый слой картона покрывается болѣе толстымъ слоемъ смолы, и на него снова насыпается (просѣиваніемъ) слой мелкаго сухого песка, толщиною въ 1 cm до 1,5 cm. Затѣмъ накладывается слой глины, толщиной 3 cm, и еще слой крупнаго песка, толщиной 6 до 10 cm, къ которому для предохраненія отъ вымыванія примѣшивается глина. Настѣнный желобъ вклеивается между слоями картона и прибивается гвоздями.

Прочная цинковая планка (съ дырами), укрѣпленная припаянными къ ней цинковыми треугольниками (изъ цинка № 14 или № 15), удерживаетъ на мѣстѣ слой песка передъ желобомъ; дыры служатъ фильтромъ. Подъ досчатой обшивкой должна быть хорошая вентиляція.

f. Желоба и водосточныя трубы *).

Уклонъ **желобовъ** около 1 120. Для небольшихъ зданій шириной 15 до 20 cm и глубиною не менѣе 7 cm; для большихъ зданій шириною 20 до 25 cm и глубиною не менѣе 10 cm. Среднее сѣченіе желоба на 1 qm поверхности крыши

*) См. II. d. A. часть III, томъ 2, тетр. 2, и часть III, томъ 2, тетр.

НТБ ДНУЖТ

отъ 0,8 до 1,0 qcm. Желоба укрѣпляются крюками, расположенными черезъ каждые 0,8 до 1,25 m. Передній край желоба долженъ быть расположенъ ниже задняго, съ тѣмъ, чтобы при переполненіи трубы во время ливней избытокъ воды падалъ съ передняго края желоба и не стекалъ бы по направленію къ крышѣ.

Водосточныя трубы располагаются на разстояніяхъ 15 до 25 m. Діаметръ трубъ 13 до 15 cm, площадь сѣченія равна 1,0 до 1,2 qcm на qm поверхности крыши въ планѣ. Укрѣпленіе водосточныхъ трубъ крюками черезъ 1,5 до 3,0 m.

См. также табл. стр. 106.

g. Громоотводы *).

1. **Остріе громоотвода (пріемникъ)**, длиною 2 до 4 m, оцинкованнаго или покрытаго оловомъ квадратнаго или круглаго желѣза, поперечное сѣченіе не менѣе 0,7, лучше 1,5 qcm. На концѣ штанги припаяна шляпка красной мѣди. Число и высота острій зависитъ отъ величины охраняемой ими площади. Половина угла β при вершинѣ предохраняемаго коническаго объема, вершина котораго на концѣ острія (при вертикальной оси конуса):

a) для наиболѣе высоко расположенныхъ угловъ зданія $\beta = 45^0$ до 55^0, для болѣе низкихъ $\beta = 68^0$;

b) для наиболѣе высоко расположенныхъ граней зданія $\beta = 65^0$, а для болѣе низкихъ $\beta = 71^0$;

c) для всѣхъ частей наиболѣе высоко расположенной поверхности крыши $\beta = 71^0$, или, если онѣ защищены воздушнымъ проводомъ, $\beta = 76^0$;

d) всѣ небольшія выдающіяся части зданія должны быть снабжены отдѣльными остріями (длиною, по меньшей мѣрѣ, 25 cm, при этомъ $\beta = 45^0$).

Неподвижные флагштоки при помощи провода, оканчивающагося остріемъ одновременно, обращаются въ острія громоотвода.

2. **Воздушные провода** изъ желѣза (покрытаго цинкомъ или оловомъ) или мѣди, въ видѣ проволочныхъ канатовъ или стержней. Сѣченіе желѣзнаго проводника съ отвѣтвленіями не менѣе 50 qmm, безъ отвѣтвленій не менѣе 100 qmm. Сѣченіе мѣди—на половину меньше. Проводъ долженъ итти по кратчайшему пути отъ пріемника къ подземному проводу:

---

*) Подробнѣе см. C. Grawinkel и K. Strecker, Hülfsbuch f. d. Elektrotechnik, 6 изд., Berlin, 1900 (имѣется въ русскомъ переводѣ). Findelsen: Ratschläge über den Blitzschutz der Gebäude. El. Z. 1901, стр. 331, а также El. Z. 2 мая 1901, стр. 389.

НТБ ДНУЖТ

его не слѣдуетъ укрѣплять на изоляторахъ; проводники не должны закрѣпляться въ поддержкахъ; осмотръ долженъ быть удобный. Отдѣльныя острія (пріемники) соединяются между собою особымъ проводомъ. Металлическія массы (крыши, большія металлическія украшенія, желѣзныя насадки дымовыхъ трубъ и т. д.) соединяются съ близлежащей къ нимъ частью провода, а газо- и водопроводы съ наивысшей точкой провода.

3. **Земляные провода,** изъ покрытой оловомъ мѣди или желѣза, оканчиваются въ видѣ пластинъ, полосъ, стержней, трубъ или проволочныхъ сѣтокъ, погружаются въ грунтовую или въ стоячую либо проточную воду. Пластины изъ желѣза толщиною 5 mm, изъ мѣди толщиною 2 mm, величиною въ 1 qm. Стержни или трубы, въ качествѣ земляного провода, должны находиться въ грунтовой водѣ на глубинѣ не менѣе 5 m. Если до воды трудно добраться, то закладываютъ пластину въ 2 qm въ слой изъ мелкаго кокса; также устраиваютъ въ этомъ случаѣ нѣсколько земныхъ проводовъ, пластины которыхъ имѣютъ въ суммѣ площадь не менѣе 2 qm и должны имѣть между собою металлическое соединеніе.

4. **Мѣста соединенія** должны обладать одинаковою проводимостью съ проводомъ и быть прочно спаяны. Пробы и осмотръ лучше всего производить весною при помощи подзорной трубы. Острія пріемниковъ слѣдуетъ при этомъ тщательно осматривать.

IV. ВНУТРЕННЕЕ УСТРОЙСТВО ЗДАНІЙ *).

a. Лѣстницы **).

Весьма удобны **для подъема** по лѣстницѣ слѣдующія соотношенія: проступь + 2 раза взятый подступенокъ = 62 до 64 cm или, лучше: $^4/_3$ подступенка + проступь = 52 cm.

Главныя лѣстницы: въ жилыхъ помѣщеніяхъ 1,3 до 2 m, а въ публичныхъ зданіяхъ 3 m шириной; при этомъ обыкновенно подступенокъ 16 до 17 cm, а проступь 31 до 29 cm. Лѣстницы шириною болѣе 3 m : 15 cm подступенокъ и 32 cm проступь. Обыкновенныя лѣстницы имѣютъ размѣры 18 и 28 cm для подступенка и проступи (въ Берлинѣ принимаютъ 6 ступеней на 1 m высоты). **Лѣстницы черныя** 20 и $25^1/_2$ cm при ширинѣ 1 до 1,2 cm.

Выбранное соотношеніе должно быть сохранено во всѣхъ этажахъ. Между двумя маршами высота не должна быть ме-

---

*) Болѣе подробно см. Вандерлей, Baukonstruktion; Baukunde d. Architekten; Готтгетрей, Hochbau-Konstruktionen, т. I и II, Берлинъ.

**) См. Berechnung freitragender Steintreppen, Centralbl. d. Bauverw. 1891, стр. 288 и 380.

НТБ ДНУЖТ

нѣе 2,2 m. Въ лучшихъ лѣстницахъ послѣ каждыхъ 10 до 12 ступеней устраивается площадка (подестъ), обыкновенно квадратной формы. Маршъ не болѣе 18 и не менѣе 3 ступеней; обыкновенно 12 до 15. Помѣщенія для лѣстницъ (клѣтки) должны быть хорошо освѣщаемы. Лѣстницы должны снабжаться перилами.

Щеки деревянныхъ лѣстницъ имѣютъ обыкновенно толщину 5 до 8 cm. Ступеньки врубаются въ щеки на 2,5 cm. Пазъ для ступеньки начинается отъ края щеки на разстояніи 4 до 5 cm. Наименьшая ширина щеки 15 cm.

Въ винтовыхъ лѣстницахъ или при забѣжныхъ ступеняхъ выбранная ширина проступи должна быть сохранена по линіи всхода, совпадающей съ серединою ступеней. Въ лѣстницахъ двойныхъ сумма ширины обоихъ боковыхъ маршей не должна быть больше 1,5 ширины средняго марша.

Черезъ каждыя 25 m длины зданія должна быть лѣстница. Деревянныя лѣстницы покрываются снизу штукатуркой или предохраняются отъ пожара какимъ-либо другимъ способомъ.

Несгораемой считается лѣстница, поддерживающія части которой (косоуры и т. д.) и ступеньки массивныя или изготовлены изъ желѣза и камня или одного изъ этихъ матеріаловъ. При этомъ ступеньки, если онѣ массивныя или сплошныя желѣзныя безъ сквозныхъ отверстій, должны быть обложены деревомъ.

b. Потолки.

Нагрузка потолковъ см. отд. 15, Строительная механика.

1. Деревянные потолки.

α. Балки.

Въ жилыхъ помѣщеніяхъ считаютъ на 1 qm потолка около 1,6 до 0,8 пог. m балокъ.

Разстояніе между балками. Смотря по прочности балокъ и устройству половъ, разстояніе между балками принимается для магазиновъ, въ которыхъ находятся тяжелые предметы, не болѣе 0,8 m, въ жилыхъ помѣщеніяхъ 0,8 и не болѣе 1,05 m. Обыкновенно разстояніе между балками 0,95 m. Для общей нагрузки 500 kg на qm, при k_b для дерева = 80 kg/qcm, имѣемъ размѣры балокъ въ слѣдующей таблицѣ.

Свободная длина	Разстояніе между балками отъ средины до средины 0,9 m	1,0 m	Свободная длина	Разстояніе между балками отъ средины до средины 0,9 m	1,0 m
2,5	12 · 16 cm	12 · 16 cm	4,5	18 · 22 cm	18 · 24 cm
3,0	14 · 16 »	14 · 18 »	5,0	18 · 24 »	20 · 24 »
3,5	14 · 18 »	14 20 »	5,5	20 · 26 »	20 · 26 »
4,0	16 · 20 »	16 · 22 »	6,0	22 · 28 »	22 · 28 »

По А. Красовскому, размѣщеніе деревянныхъ балокъ въ жилыхъ помѣщеніяхъ въ Россіи производится поперекъ этого

НТБ ДНУЖТ

помѣщенія на разстояніяхъ 1,5 арш. между срединами балокъ. Высота балки $= {}^1/_{24}$ пролета. Ширина опредѣляется по высотѣ. У балокъ, обтесанныхъ на 4 канта, ширина высоту $= 5 : 7$, а при обтескѣ на 2 канта, ширина = діаметру бревна. По этимъ даннымъ составлена слѣдующая таблица:

Длина балки въ аршинахъ .	3	6	9	10	11	12	13	14
Діаметръ бревна въ вершкахъ. .	$2^1/_2$	5	$7^1/_2$	8	9	10	11	12
Высота балки, вершки . .	2	4	6	6,6	7,3	8	8,6	9,3
Ширина балки, вершки .	$1^1/_2$	2,9	4,2	4,7	5,1	5,5	6,1	6,6

Свободный пролетъ балки долженъ быть не болѣе 6 m, лучше 5,6 m.

Составные брусья на зубьяхъ. Высота $= {}^1/_{15}$ до $^1/_{12}$ пролета, обратный прогибъ $^1/_{60}$ длины. Высота зубьевъ $^1/_{10}$ до $^1/_8$ высоты балки, длина зуба < 1 m.

Составные брусья на шпонкахъ. Шпонки, изъ твердаго дерева, расположены на разстояніяхъ h до $2h$, гдѣ h высота балки; высота ихъ $= 0{,}1h$, ширина $= 0{,}5h$. Такія балки по длинѣ цѣлесообразно скрѣплять болтами. У опоръ должно быть по нѣскольку болтовъ; разстояніе между скрѣпляющими болтами въ срединѣ уменьшается *).

Укрѣпленіе и подпоры деревянныхъ потолковъ.

Скрѣпленіе крестами. Между двумя балками, расположенными одна надъ другой, помѣщаются кресты изъ брусковъ, сѣченіемъ 4 2,5 cm; эти бруски врубаются на шипахъ въ верхній и нижній брусъ; кресты помѣщаются на разстояніяхъ 2 до 2,3 m; обѣ балки скрѣпляются поперекъ болтами (струнами).

Двѣ балки соединяются вертикальными шпонками, высотою равною высотѣ балки и шириной въ 5 cm (со скошенными краями). Обѣ балки скрѣпляются болтами.

Прибавленіемъ къ балкѣ второй балки по высотѣ въ видѣ **нижняго пояса** можно, пользуясь балками наибольшихъ размѣровъ, перекрывать пролеты до 9,5 m. **Стойки** для подобныхъ балокъ располагаются на разстояніяхъ 3 — 4 m. Примѣненіемъ раскосовъ подъ угломъ 45° или горизонтальныхъ подбалокъ можно расположить опору такой составной балки на 2 m отъ стойки, а разстояніе между стойками можетъ быть увеличено до 8 m.

---

*) О разсчетѣ составныхъ балокъ (зубъ и шпонки) см. Ph. Forschheimer, Z. d. V. d. I. 1892, стр. 100, также W. d. ö. A. u. I. V. 1891.

НТБ ДНУЖТ

Толщина деревянныхъ столбовъ принимается, при квадратномъ ихъ сѣченіи, $(16+h)$ cm до $(16+1{,}3\,h)$ cm, если h высота столба въ m.

Лучше производить разсчетъ на сжатіе или продольный изгибъ; см. ч. I, отдѣлъ 4, Сопротивленіе матеріаловъ.

γ. Деревянные потолки большихъ пролетовъ.

1. **Шпренгельныя балки.** Простыми шпренгельными балками (оба подкоса шпренгельной системы врѣзаются безъ ригеля въ общую главную горизонтальную балку, несущую потолочныя балки) могутъ быть перекрываемы пролеты отъ 7,5 до 9 m.

Двойная шпренгельная система съ ригелемъ (распоркой); ригель расположенъ между верхними концами подкосовъ, подпирающихъ балку. Перекрываются пролеты до 12 m. Подкосы упираются въ ригель безъ врубки (въ притыкъ); чугунные башмаки рекомендуются.

2. **Подвѣсная система.** Простая подвѣсная система примѣняется для пролетовъ 6 до 10 m; двойная подвѣсная система — для пролетовъ до 15 m. Обѣ стойки располагаются другъ отъ друга на разстояніи $^1/_3$ общаго пролета балки. При легкихъ конструкціяхъ главная балка поддерживается подвѣсными стойками чрезъ промежутки въ 5 до 6 m, а при болѣе тяжелыхъ конструкціяхъ — чрезъ каждые 4 до 5 m. Подвѣски должны быть натяжныя.

Наивыгоднѣйшій уклонъ подкосовъ въ шпренгельныхъ и подвѣсныхъ балкахъ равенъ 30° до 45°; предѣльные уклоны 25° и 60° къ горизонту.

Разсчетъ шпренгельныхъ и подвѣсныхъ системъ см. отд. 15, Строительная механика.

Опоры балокъ.

Длина опоры должна быть равна высотѣ балки, обыкновенно 25 до 30 cm. Концы балокъ не должны прикасаться непосредственно къ кирпичной кладкѣ; между торцемъ дерева и кладкой долженъ оставаться зазоръ въ 2,5 до 4 cm. Концы балокъ обиваются кровельнымъ толемъ или окрашиваются карболинеумомъ, либо креозотовымъ масломъ, въ предположеніи, что дерево сухое.

Для **мауерлатовъ,** располагаемыхъ на обрѣзахъ стѣнъ, только цѣльные несоставные брусья. Они имѣютъ сѣченіе 10 12 cm и не болѣе 12 12 cm. Мауерлатъ кладется прямо на кирпичную кладку вровень съ краемъ стѣны.

Для **связи фронтовыхъ стѣнъ** употребляются отдѣльныя балки, перекинутыя съ одной стѣны на другую. Балки эти должны по всей своей длинѣ лежать въ кирпичной кладкѣ. Желѣзные якоря, прикрѣпляемые къ деревяннымъ балкамъ, имѣютъ

НТБ ДНУЖТ

длину 1 до 1,25 m, 1 cm толщины и 4 до 5 cm ширины; прикрѣпленіе посредствомъ скобъ и гвоздей. На другомъ концѣ якоря имѣется ушко для стержня, длина стержня 1 m, сѣченіе 1,5 4 cm; вѣсъ якоря 5 до 10 kg.

2. Массивные (желѣзо-каменные) потолки.

У сводчатыхъ потолковъ должны быть поперечныя скрѣпленія между двутавровыми балками. Опорные концы желѣзныхъ балокъ, длиною 0,25 или, лучше, 0,30 m, кладутся на чугунныя **опорныя плиты,** если площадь нижней полки балки недостаточна для непосредственной передачи давленія на кладку. Допускаемое давленіе для обыкновенной кирпичной кладки и для кладки изъ клинкера на цементномъ растворѣ см. ч. I, отд. 6. По этому давленію находимъ необходимые размѣры опорныхъ плитъ; послѣднія имѣются въ продажѣ (соотвѣтственно толщинѣ стѣнъ) прямоугольной формы разнообразныхъ размѣровъ. Двѣ или нѣсколько (соединенныхъ болтами) балокъ располагаются всегда на общей опорной плитѣ. Подъ плитой кладутъ нѣсколько рядовъ клинкера на цементномъ растворѣ. Стѣны, на которыя опираются балки, должны быть толщиною не менѣе 1 или, лучше, $1^1/_2$ кирпича.

Сводчатые потолки, перекрывающіе промежутки между двутавровыми балками. Устройство см. стр. 85 и слѣд., собственный вѣсъ см. 15 отдѣлъ.

Для опоръ балокъ, непосредственно лежащихъ на разгрузныхъ балкахъ или балкахъ, перекрывающихъ дверные и оконные пролеты, не требуется опорныхъ плитъ, но эти послѣднія балки должны имѣть плиты.

Потолки Монье *). **Сводчатые потолки** между двутавровыми балками состоятъ изъ желѣзнаго остова, окруженнаго цементнымъ растворомъ; вложенная въ массу проволочная ткань значительно увеличиваетъ сопротивленіе. При пролетѣ 4,5 m подъемъ свода составляетъ только 0,4 m при толщинѣ свода 5 cm; собственный вѣсъ 115 kg/qm; допускаемая нагрузка (хотя бы односторонняя) 1500 kg/qm. При пролетѣ 8 m подъемъ свода только 0,75 m при толщинѣ 5 cm въ ключѣ и 8 cm въ пятахъ; собственный вѣсъ 140 kg/qm; допускаемая полезная нагрузка 2500 kg/qm.

По опытамъ, произведеннымъ въ Будапештѣ (1890), сводъ Монье обладаетъ сопротивленіемъ въ 5,2 раза большимъ, чѣмъ бетонный сводъ такихъ же размѣровъ. Кромѣ того, плоская доска Монье обладаетъ сопротивленіемъ въ 12 разъ большимъ, нежели бетонная доска такой же толщины.

*) F. Rehbein, Ausgewählte Monier- und Betonbauwerke, 2 изд., Berlin, 1894.

НТБ ДНУЖТ

Балки надъ окнами обыкновенно въ этихъ случаяхъ не ставятся. Ряды колоннъ (разстояніе между колоннами около 4 m), поддерживающихъ балки, соединяются тягами.

Плоскіе ненагруженные потолки обыкновенно изъ твердаго гипса или цементные.

При деревянныхъ потолкахъ (вмѣсто смазки) слой гипса или цемента 5 до 7 cm; какъ штукатурка (вмѣсто досчатой обшивки и т. п.), толщиною 2,5 до 3,0 cm; при сводчатыхъ потолкахъ кладется на нижнюю полку двутавровыхъ балокъ и имѣетъ толщину 5 до 7 cm.

Гипсовые потолки на желѣзной сѣткѣ употребляются для достиженія плоскихъ поверхностей потолка при кирпичныхъ сводчатыхъ потолкахъ. Кладутся на нижнія полки двутавроваго желѣза, на которыхъ поддерживаются плоскимъ желѣзомъ 60 · 8 mm (черезъ промежутки 0,75 m).

Бетонные потолки, трамбованные между двутавровыми балками.

Потолки волнистаго желѣза изъ плоскаго или сводчатаго волнистаго желѣза, лежащаго на двутавровыхъ балкахъ. — Волны заполняются цементнымъ бетономъ.

Потолки Клейне. Между желѣзными балками или ограничивающими помѣщеніе стѣнами кладется на рабочій настилъ плоскій потолокъ пролетами въ 1,0 до 2,0 m, изъ обыкновеннаго, пористаго или пустотѣлаго кирпича. Швы располагаются перпендикулярно къ балкамъ или ограничивающимъ стѣнамъ, и въ нихъ вставляются (между балками или балками и стѣнами) на ребро желѣзныя полосы, заложенныя цементомъ. Поверхъ кирпича слой золы или бетона вровень съ верхней полкой двутавровой балки. На слоѣ бетона кладется полъ. Собств. вѣсъ потолка = 220 kg/qm *).

Потолки Шюрманна. Между балками кладутся на ребро желѣзныя полосы 60 $1^1/_4$ и 60 · $1^1/_2$ mm, снабженныя выпуклостями, поперемѣнно то на одну, то на другую сторону; разстояніе между полосами 30 cm, свободный пролетъ 1,5 m. Три слоя кирпича, находящіеся между полосами, образуютъ сводикъ.

Бетонные потолки утрамбовываются между двутавровыми балками (см. стр. 66).

Потолки Гольцера. Между двутавровыми балками укладываются на взаимныхъ разстояніяхъ отъ 10 до 25 cm поперечныя балочки вышиною около 2 cm; полученныя узкія поля заполняются бетономъ по плетенію изъ тростника; послѣднее прикрѣпляется проволокою къ поперечнымъ балочкамъ.

НТБ ДНУЖТ

c. Полы.

1. Досчатые полы.

Обыкновенно половыя доски прикрѣпляются къ потолочнымъ балкамъ. Если же досчатый полъ долженъ быть уложенъ на сводѣ или на землѣ, то половыя (подпольныя) балки, размѣрами 10 · 12 cm до 12 · 16 cm, укладываются на разстояніи 0,8 до 1,1 m другъ отъ друга, съ заполненіемъ промежутковъ матеріаломъ, въ которомъ нѣтъ частицъ, подверженныхъ гніенію. Всего лучше укладывать балки на отдѣльныя каменныя опоры съ прокладкой кровельнаго толя и посредствомъ отверстій въ стѣнахъ, связанныхъ съ печнымъ отопленіемъ или вентиляціонной трубой, устроить непрерывную вентиляцію подполья.

Полы въ сараяхъ и конюшняхъ настилаются пластинами или досками съ притескою кромокъ; по **У. П.** § 186 требуется на кв. с.: пластинъ шириною 5 вершк. — 11 пог. саж., гвоздей брусковыхъ 7″ — 22 шт., плотниковъ — 0,5.

Для чистыхъ половъ съ пригонкой кромокъ и постановкой шиповъ (по **У. П.** § 189) требуется на кв. с.: досокъ полуобрѣзныхъ $2^1/_2$″, шир. 5 вершк., — 11 пог. с., гвоздей брусковыхъ 6″ — 33 до 35 шт., плотниковъ — 0,9.

2. Мостовыя для дворовъ и т. п.*).

Обыкновенная каменная мостовая должна имѣть камни, по возможности, одинаковой величины и твердости, подъ ними слой песка толщиною 10 до 15 cm на сильно утрамбованномъ грунтѣ.

Мостовая изъ полевыхъ камней (булыжная). Для 10 qm мостовой толщиною 21 cm требуется 2 cbm камня и 1,6 до 0,4 cbm гравія; для 10 qm мостовой толщиной 13 до 16 cm требуется 1,6 cbm камня.

Мостовыя изъ лещадныхъ камней и плитъ кладутся на известковомъ, гипсовомъ или (особенно на открытомъ воздухѣ) цементномъ растворѣ. На 10 qm требуется 0,25 cbm раствора и 0,8 до 1,6 cbm песка для постели.

Деревянная торцовая мостовая. Безшумная мостовая для проѣзда. Основаніе бетонное (цементный бетонъ 1 : 7), толщиною 10 до 20 cm, надъ нимъ для выравниванія слой песка въ 1 cm толщиною или тонкій слой асфальта.

Мостовая состоитъ изъ кубиковъ (буковыхъ или мелкослойныхъ хвойныхъ породъ), высотою и шириною 8 до 10 cm, длиною 15 до 16 cm. Торцы колодокъ образуютъ рабочую поверхность мостовой и ту поверхность, которою колодка

*) См. Премированное сочиненіе E. Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstrassen. Berlin.

НТБ ДНУЖТ

устанавливается на фундаментѣ. Установка колодокъ на слоѣ цемента толщиною 10 до 20 cm вплотную одна къ другой.

Вся поверхность мостовой посыпается слоемъ мелкаго гравія или крупнаго песка высотой 1 cm или лучше слоемъ толченаго кварца.

Кирпичная мостовая. Для равномѣрнаго изнашиванія поверхности мостовой кирпичъ и отвердѣвшій растворъ должны обладать одинаковой твердостью.

Выстилка половъ и тротуаровъ кирпичомъ въ елку (по **У. II.** § 421) съ разравниваніемъ земли, подсыпкой пескомъ и заливкой известковымъ растворомъ на 1 кв. саж.: каменщиковъ 0,75 до 1,2, рабочихъ 1 до 2, кирпича 200, раствора 0,015, песку на подсыпку 0,062 куб. саж.

3. Каменные полы.

Асфальтовый полъ. Полы въ погребахъ, кухняхъ, амбарахъ, конюшняхъ, клѣткахъ для птицъ и т. д., если они изъ кирпича, уложеннаго плашмя или на ребро, или изъ бетона, толщиной 8 до 15 cm, покрываются асфальтомъ, толщиною 2 cm. На 1 qm при толщинѣ слоя асфальта 2 cm требуется: асфальта 40 kg, гудрона 2 kg и песка (гравія) 20 kg. При большей толщинѣ расходъ матеріала соотвѣтственно увеличивается. При серьезныхъ сооруженіяхъ асфальтъ кладется въ два слоя: сначала слой половинной толщины и затѣмъ на него второй слой. (Объ асфальтѣ см. ч. I, 5 отд.)

Полы изъ известковаго раствора. На 1 qm требуется:

Толченой черепицы cbm	Мелкаго тертаго кирпича cbm	Кусковъ мрамора kg	Гашеной извести cbm	Красокъ земляныхъ kg	Льняного масла kg
	0,04	14	0,96	0,4 до 0,5	0,2

Растворъ наносится въ два слоя: нижній слой въ 10 cm состоитъ изъ $3^1/_2$ ЕО грубо истолченной черепицы, 1 ЕО гашеной извести и 1 до 2 ЕО мелкаго тертаго кирпича; надъ этимъ кладется другой такой же слой; въ смѣсь, составленную изъ этихъ частей, втыкаются куски мрамора и укатываются каткомъ. Черезъ 12 дней производится шлифовка и полировка.

Набивные изъ глины полы по готовому земляному полотну; по **У. II.** § 465, на кв. с. требуется: мусору строительнаго 0,035, кирпичнаго щебня 0,05, глины и песку 0,025, известковаго раствора на заливку трещинъ послѣ просушки пола 0,005 куб.с.; рабочихъ 1,25.

Лещадные полы. Выстилка подъ ватерпасъ 1 кв. саж. половъ или тротуаровъ лещадною плитою съ подсыпкой песка тол-

НТБ ДНУЖТ

щиною 3 вершка и съ заливкою растворомъ, при размѣрѣ плитъ 15 · 15 верш.; по **У. П.** § 404, требуется: плитъ 12 шт., песку на подсыпку 0,062, раствора 0,005 куб. саж.

Бетонный полъ толщиною 10 cm (8 cm бетонировка и 2 cm слой цементнаго раствора) требуетъ на 1 qm 50 литр. раствора.

Папиролитъ. Папиролитовая масса наносится слоемъ въ 2 cm по деревяннымъ доскамъ или по бетону. По истеченіи недѣли по такому полу можно ходить и ѣздить, не покрывая его досками. Полъ безъ швовъ, теплый, не проводитъ звука, не пропускаетъ воды и огнепостояненъ.

d. Дверные и оконные переплеты.

Оконный переплетъ двухстворчатый шириною 0,5 до 0,8 m и толщиною 3 до 5 cm.

Кресты оконныхъ переплетовъ: толщина 4 до 5 cm, высота 5 до 8 cm.

Окраска оконъ. Отношеніе площади отверстія окна въ свѣту (безъ подоконника) къ общей площади окраски составляетъ:

$1 : 2^1/_2$		въ двухстворчатыхъ окнахъ,
$1 : 2$ до $1 : 2^1/_2$	»	четырехстворч. »
$1 : 1^1/_2$	»	шестистворч. »

Ширина деревянныхъ частей не должна превосходить 6,5 cm.

Оконныя стекла. Съ цѣлью уменьшенія стоимости содержанія слѣдуетъ избѣгать стеколъ больше 50 · 70 cm. Для стеколъ до 30 40 cm достаточна толщина 1,5 mm (полубѣлое стекло), при размѣрахъ больше 30 · 40 cm до 40 · 70 cm толщина 2 mm (ординарное стекло) и при размѣрахъ большихъ 40 · 70 до 80 100 толщина 3 mm (полуторное стекло). Для еще бо́льшихъ размѣровъ стекло толщиною 4 mm (двойное стекло), а также зеркальное стекло. См. ч. I, 5 отд.

V. ОСОБЫЯ СООРУЖЕНІЯ.

Школы. Площадь, приходящаяся на каждаго ученика, мѣняется въ зависимости отъ возраста ученика и рода школы. Въ Германіи отъ 0,70 до 0,90 qm, причемъ разсчитываютъ на число учениковъ въ классѣ отъ 70 до 80. Объемъ воздуха не менѣе 2,25 cbm, а въ высшихъ школахъ до 4,0 cbm на 1 ученика. Для деревенскихъ школъ предписаны наименьшіе размѣры площади помѣщеній на каждаго ученика: въ Вюртембергѣ 0,636 qm, въ Саксоніи 0,591 до 0,690 qm, въ Баваріи 0,310 до 0,445 qm. Площадь оконъ (свѣтовая) принимается около $^1/_5$ требуемой площади класса. Простѣнки между окнами шириною не болѣе 1,2 m.

НТБ ДНУЖТ

Разстояніе отъ передней скамьи до стѣны не менѣе 1,70 m, проходъ у оконной стѣны не менѣе 0,4 m, средній проходъ не менѣе 0,5 m, проходъ у внутренней продольной стѣны не менѣе 0,60 m, проходъ у печи не менѣе 0,6 до 0,8 m, между спинкой послѣдней скамьи и стѣной 0,30 m, ширина прохода всего лучше > 0,70 m.

Длина скамьи, приходящаяся на одного ученика, мѣняется, въ зависимости отъ возраста и рода занятій, отъ 0,47 до 0,70 m, всего чаще 0,56 m. На одной скамьѣ не болѣе 5 учениковъ. Длина классной комнаты L должна быть опредѣлена съ такимъ разсчетомъ, чтобы письмо на классной доскѣ было ясно видно отъ каждаго сидѣнья ученика; съ этою цѣлью длина комнаты не должна превосходить 9,5 m. Ширина комнаты B опредѣляется изъ соотношенія $B:L=2:3$ и не болѣе 3:4. Обыкновенно B принимается отъ 5,5 до 7,5 m. Высота классныхъ комнатъ: предѣльныя величины 3,2, 3,4 и 4,5 m. Верхній край окна долженъ быть по возможности ближе къ потолку; откосы оконъ должны быть по возможности больше. Перекрытій оконъ сводами слѣдуетъ избѣгать. Высота подоконника 1,0 до 1,2 m. Панель должна покрываться масляною краскою *).

Залы для гимнастики. На 1 человѣка приходится площадь не менѣе 4,0 qm. Залы для 50 взрослыхъ гимнастовъ имѣютъ размѣры: 22 m длины, 11 m ширины и 5,5 m высоты; или 25 · 12,5 · 6,5 m**). Наименьшіе размѣры 15,0 · 7,5 5,0 m.

Для прусскихъ общественныхъ школъ на:	50	гимнастовъ:	15,7 9,5 · 5,0 m,
	75	»	20,4 · 11,0 5,7 m,
	100	»	22,0 · 12,5 · 6,3 m.

Ванныя. Отдѣленія для ваннъ длиною 2 до 4 m и шириною 1,8 m. Размѣры ванны вверху 1,5 до 1,8 m длины, 0,8 m ширины и 0,7 m высоты. Бассейны на 1 человѣка 2 до 4 qm.

Театры ***). Ширина сидѣній 0,50 до 0,60 m; разстояніе между рядами 0,80 m до 0,90 m, при самооткидывающихся сидѣньяхъ по крайней мѣрѣ 0,70 m. Для стоящей публики не болѣе 3 человѣкъ на 1 qm площади. Число рядомъ расположенныхъ сидѣній (у бокового или промежуточнаго прохода) въ паркетѣ и 1 ярусѣ не больше 14, въ остальныхъ ярусахъ не болѣе 12. Число ярусовъ не болѣе 4. Потолокъ верхняго яруса вездѣ не менѣе 2,5 m надъ поломъ послѣдняго ряда сидѣній. Ступени: проступь 26 cm, подступенокъ 18 cm. Чердачное помѣщеніе надъ сценой по крайней мѣрѣ

---

*) S. W. Schulz, Der Verwaltungsdienst der Kgl. Preus. Kreis- und Wasserbauinspektoren. Berlin, 2 изд. и прибавл. 1897 года.

**) Тамъ же у S. W. Schulz'a.

***) См. preussische Polizei-Verordnung, betreffend die bauliche Anlage und die innere Einrichtung von Theatern, Zirkusgebäuden und öffentlichen Versammlungsräumen vom 12. Oct. 1889, mit Nachtrag vom 18. März 1891 (C. d. B. 1889, стр. 417, и 1891, стр. 173) имѣется у Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

НТБ ДНУЖТ

3 m выше потолка зрительнаго зала. Въ зрительномъ залѣ считаютъ на каждыхъ 70 человѣкъ по 1 m ширины проходовъ и наружныхъ дверей, ширина не менѣе 0,90 m. У перваго ряда креселъ проходъ не менѣе 0,65 m. Входы наружные: на каждыхъ 80 человѣкъ по 1 m ширины, наименьшая ширина 3 m.

Залы. Для столовыхъ принимаютъ на одного человѣка не меньше 0,75 qm, а въ большихъ помѣщеніяхъ 1 qm; въ роскошныхъ залахъ считаютъ 1,25 qm. Въ залахъ собраній, гдѣ всѣ собирающіеся сидятъ, принимаютъ не менѣе 0,5 qm, и если сидитъ только часть посѣтителей, то 0,4 qm.

Тюрьмы. Камеры для продолжительнаго одиночнаго заключенія объемомъ не менѣе 25 cbm; длиною 4 до 4,2 m, шириною 2,2 до 2,4 m и не менѣе 3,8·2,2 m. Камеры для ночного одиночнаго заключенія: объемъ 12 cbm, размѣры 1,2·2,2 m. Общія спальни: объемъ 10 cbm на одного человѣка. Закрытыя рабочія помѣщенія: 8 cbm на одного человѣка.

Больницы*). Наивыгоднѣйшее число кроватей въ одной залѣ принимается 10 до 12. Ширина залъ для двухъ рядовъ кроватей 7,5 до 8,0 m; высота 4,0 до 4,5 m; разстояніе между кроватями не менѣе 1 m. Площадь для одной кровати 7 до 10 qm. Объемъ воздуха на 1 кровать около 36 cbm. Общая площадь всего участка земли подъ больницу при большихъ сооруженіяхъ около 160, а при малыхъ 200 qm на одну кровать.

Сараи для разнаго рода повозокъ. Коляска имѣетъ длину 3,0 до 3,2 m, ширину 1,5 до 2 m, съ дышлами длина 6,25 m.

Пожарный насосъ: длина 2,8 m, ширина 1,5 m; съ дышломъ длина 5,3 m.

Ворота, въ которыя можетъ проѣхать кучеръ, сидя на козлахъ: ширина 2,5 m, высота 3,4 m.

Конюшни. Площадь для:

1 рабочей лошади:	длина	2,5 до 2,8 m,	шир.	1,25 до 1,50 m,
1 верхов. или экипажи.	»	3,1 » 3,5 m,	»	1,7 m
1 лошади	»	3,5 m,	»	2,2 до 2,5 m,
1 кобылы съ жеребенк.	»	3,7 » 5,0 m	въ длину и ширину,	
1 жеребенка	»	3,6 » 4,0 qm.		

Ширина бокового прохода 1,5 до 2,8 m, средняго прохода— 3,7 до 5,0 m. Высота малыхъ конюшенъ 3,0 до 3,5 m, большихъ 3,5 до 4,7 m. Потолокъ сводчатый.

Двери обыкновенно шириной 1,25 до 1,5 m и высотой 2,2 до 2,5 m, для въѣзда верхомъ шириною 2,5 m и высотою 3,0 m. Окна 1,4 до 1,6 m шириной и 0,8 до 0,9 m высотой. Подоконникъ 2,0 до 3,0 m надъ поломъ. Полъ въ передней половинѣ горизонтальный, а въ задней съ подъемомъ 30‰, съ деревянною мостовой, асфальтированный или каменный,

*) См. P. Böttger, Grundsätze für den Bau von Krankenhäusern: Berlin, 1894.

НТБ ДНУЖТ

со сточными канавами 0,30 m шириной и 0,25 m глубиной.

Ясли (верхній край) 1,20 m надъ поломъ.
Ширина яслей внизу 0,25 m, вверху 0,35 m (въ свѣту),
рѣшетка для закладки сѣна 0,3 до 0,5 m надъ яслями,
коновязь 0,95 m надъ поломъ.

Заборы. Досчатые заборы: столбы располагаются въ разстояніяхъ 2 до 2,5 m и возвышаются обыкновенно на 2 m надъ поверхностью земли и на 0,9 m зарыты въ землю.

Рѣшетчатые заборы: сѣченіе столбовъ 15 до 18 qcm; располагаются на разстояніяхъ 2 m; два ригеля (связи) по высотѣ сѣченіемъ 10 до 13 qcm.

VI. ПРАВИЛА ПОЛУЧЕНІЯ РАЗРѢШЕНІЙ НА ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХЪ РАБОТЪ.

Прошенія на полученіе разрѣшеній на производство строительныхъ работъ подаются въ Городскую управу.

Чертежи должны имѣть форматъ полулиста писчей бумаги или 13 × 8 дюймовъ и быть исполнены въ установленномъ масштабѣ: планъ двора или мѣстности — 5 саженъ, фасады и разрѣзы — 1 сажень, а планы строеній — 2 сажени въ дюймѣ.

Общія правила къ исполненію при постройкахъ.

(Извлеченіе.)

1) Никакихъ другихъ работъ, кромѣ дозволенныхъ, не производить, подъ опасеніемъ взысканія по законамъ.

2) **Присмотръ за работами** имѣть архитектору, получившему свидѣтельство на право построекъ, каковое свидѣтельство, до начатія работъ, должно быть предъявлено вмѣстѣ съ утвержденнымъ планомъ участковому архитектору, который на планѣ дѣлаетъ надпись и возвращаетъ владѣльцу; затѣмъ планъ сей долженъ быть предъявленъ мѣстному полицейскому начальству.

3) **Линію для построекъ** отводить землемѣру С.-Петербургской городской управы въ присутствіи архитектора участка.

4) Во время производства постройки владѣлецъ обязывается утвержденный планъ имѣть всегда при работахъ.

5) Каждый **выданный планъ** съ разрѣшеніемъ производства работъ имѣетъ силу:

а) для каменныхъ строеній — на пять лѣтъ;
б) для деревянныхъ строеній, подземныхъ и водосточныхъ трубъ — на три года.

6) На сосѣдніе дворы оконъ **не** дѣлать.

7) **Балконы** должны быть обнесены металлическими перилами.

8) **Оштукатурку стѣнъ** производить не прежде, какъ на другой годъ по окончаніи построекъ.

9) Владѣльцы незастроенныхъ дворовыхъ мѣстъ могутъ дѣлить ихъ на участки вполнѣ по своему усмотрѣнію, съ тѣмъ лишь условіемъ, чтобы каждый участокъ имѣлъ **выѣздъ на улицу**, шириною не менѣе, какъ въ 6 аршинъ.

10) Владѣльцы уже застроенныхъ дворовыхъ мѣстъ могутъ дѣлить ихъ на участки также вполнѣ по своему усмотрѣнію, но съ тѣмъ условіемъ, чтобы каждый участокъ имѣлъ выѣздъ на улицу шириною не менѣе, какъ въ 6 арш., и чтобы расположеніе строеній, находящихся на каждомъ участкѣ, вполнѣ соотвѣтствовало всѣмъ правиламъ какъ о разрывахъ между суще-

НТБ ДНУЖТ

ствующими строеніями и новыми границами участка, и о размѣрахъ дворовъ и проѣздовъ около строеній.

11) **Лѣвая и правая межи** въ дворовыхъ участкахъ опредѣляются при входѣ во дворъ съ улицы (въ С.-Петербургѣ).

12) **Проѣзжая часть дворовъ** въ домахъ, выходящихъ на замощенныя улицы, должна быть вымощена камнемъ, асфальтомъ или инымъ, не подверженнымъ быстрому дѣйствію огня, матеріаломъ.

Примѣчаніе. Проѣзжая часть дворовъ должна быть шириною не менѣе $1^1/_2$ саж.

13) **Проѣзжая часть дворовъ** въ домахъ, выходящихъ на незамощенныя улицы, должна быть вымощена въ теченіе двухъ лѣтъ по окончаніи устройства мостовой на улицѣ, матеріалами, указанными въ п. 12.

То же обстоятельство относится и къ устройству во дворахъ подземныхъ **водосточныхъ трубъ.**

14) На **дровяныхъ и лѣсныхъ дворахъ** проѣзды внутри двора должны имѣть не менѣе 3 саж. ширины и быть вымощены матеріалами, указанными въ п. 12.

Тѣ же изъ лѣсныхъ дворовъ, кои выходятъ на улицы, по которымъ проложены водопроводныя трубы, должны имѣть, по крайней мѣрѣ, одинъ пожарный кранъ.

15) Во всякомъ отдѣльномъ участкѣ долженъ быть, по крайней мѣрѣ, **одинъ дворъ**, пространствомъ не менѣе 30 кв. саж., причемъ наименьшая ширина его не должна быть менѣе 3 саж.; остальные дворы могутъ быть и менѣе 30 кв. саж., но должны сообщаться проѣздами, шириною не менѣе $4^1/_2$ арш., съ улицею или другими дворами.

Кромѣ обыкновенныхъ дворовъ, дозволяется устраивать, исключительно для освѣщенія лѣстницъ, коридоровъ, отхожихъ мѣстъ, кладовыхъ, чулановъ и т. п. помѣщеній, **свѣтовые дворики.**

Наименьшій размѣръ **свѣтовыхъ двориковъ**, какой бы формы они проектированы ни были, долженъ быть таковъ, чтобы въ площади его можно было вписать квадратъ въ сажень.

Со свѣтовыхъ двориковъ должны быть устроены открытые проходы на другіе дворы, для возможности очистки могущихъ попадать на нихъ нечистотъ, грязи, снѣга и т. п.

Устройство помойныхъ и выгребныхъ ямъ на нихъ воспрещается.

16) **Высота надворныхъ строеній** не должна превышать 11 саж., измѣряя сію высоту отъ поверхности двора до начала крыши; кромѣ того, если дворъ имѣетъ форму правильнаго прямоугольника, она не должна превышать болѣе какъ $1^1/_2$ раза линейной мѣры разстоянія отъ наружной стѣны этого строенія до ближайшаго противоположнаго строенія или сосѣдней межи; если же дворъ имѣетъ неправильную форму, то для опредѣленія предѣльной высоты надворнаго строенія берется $1^1/_2$ средняя ширина всего двора; впрочемъ, если домовладѣлецъ пожелаетъ возвести надворныя строенія различной высоты, то для опредѣленія предѣльной высоты каждаго изъ этихъ строеній берется не вышеупомянутая $1^1/_2$ средняя ширина всего двора, а только той его части, противъ которой предполагается возвести строеніе.

Строенія, выходящія **болѣе чѣмъ на одинъ дворъ**, относительно высоты подчиняются размѣру наибольшаго изъ этихъ дворовъ.

18) **Вдоль временныхъ заборовъ**, вплотную къ нимъ со стороны улицы, должны быть устраиваемы изъ прочныхъ матеріаловъ мостки, шириною не менѣе $^1/_2$ аршина и вышиною отъ земли не болѣе 4 вершковъ.

21) Въ тѣхъ частяхъ города, гдѣ допускаются **деревянныя постройки**, таковыя должны прилегать вплотную къ каменнымъ строеніямъ или имѣть разрывъ шириною не менѣе 2 саж.

22) Устройство **жилыхъ помѣщеній въ подвальныхъ этажахъ** въ тѣхъ частяхъ города, на которыя не распространяется дѣйствіе ст. 347 уст. стр., допускается съ соблюденіемъ слѣдующихъ условій:

а) **высота** этихъ помѣщеній должна быть не менѣе $3^1/_2$ арш., а потолокъ или сводъ (въ замкѣ) — выше уровня уличнаго тротуара, въ надворныхъ же строеніяхъ — выше поверхности двора не менѣе, какъ на 1 арш. 12 вершк.;

б) **полы и стѣны** этихъ помѣщеній, на высоту до уровня уличнаго тротуара или поверхности двора, должны быть непроницаемы для воды, и

НТБ ДНУЖТ

в) помѣщенія эти должны имѣть достаточное **осѣщеніе окнами** и возможность естественнаго провѣтриванія.

23) Всѣ **наружныя и межевыя стѣны** жилыхъ помѣщеній каменныхъ строеній должны быть толщиною не менѣе 15 вершковъ.

24) Во всѣхъ **каменныхъ стѣнахъ** запрещается перекрывать отверстіе деревомъ; надъ всѣмъ протяженіемъ проѣздовъ въ каменныхъ строеніяхъ перекрытіе должно быть сдѣлано изъ несгораемаго матеріала.

25) Всѣ **лѣстницы въ жилыхъ каменныхъ зданіяхъ,** идущія съ улицы или со двора, а равно и чердачные марши должны быть устраиваемы изъ несгораемыхъ матеріаловъ и съ несгораемыми площадками и помѣщаться въ пространствахъ (клѣткахъ), непосредственно окруженныхъ каменными стѣнами. **Проходы** въ 1 этажѣ, ведущіе къ лѣстницамъ, должны имѣть перекрытіе изъ несгораемыхъ матеріаловъ.

26) **Лѣстницы**, устраиваемыя для соединенія между собой помѣщеній **въ одной квартирѣ**, могутъ быть и деревянныя, если только изъ каждаго этажа такой квартиры имѣется непосредственный выходъ на несгораемыя лѣстницы; въ гостиныхъ дворахъ, рынкахъ и вообще торговыхъ помѣщеніяхъ и внутреннія лѣстницы должны быть устраиваемы изъ несгораемыхъ матеріаловъ.

27) **Каменныя строенія**, также жилые деревянные дома, **воспрещается покрывать** деревомъ и вообще легко воспламеняющимися матеріалами.

Примѣчаніе. Листовое желѣзо, аспидныя доски, толь, жесть, черепицы и т. п. не легко воспламеняющіеся и нелегкоплавкіе матеріалы допускаются для покрытія крышъ строеній.

28) **Постройка** двухъэтажныхъ **деревянныхъ домовъ**, а также одноэтажныхъ съ мезонинами или полуэтажами дозволяется какъ на каменныхъ, подъ наружными стѣнами домовъ, **сплошныхъ фундаментахъ**, такъ и на каменныхъ погребахъ и подвалахъ, которые не идутъ въ счетъ этажей; **высота зданій** отъ поверхности земли до начала крыши не должна превышать 4 саж.

29) **Постройка двухъэтажныхъ домовъ**, у коихъ нижній этажъ каменный, а верхній деревянный, — дозволяется, по безъ мезониновъ и не выше 4 саж. отъ поверхности земли до начала крыши.

30) **Мансардныя помѣщенія** допускаются на одноэтажныхъ деревянныхъ строеніяхъ, надъ вторыми же этажами и надъ мезонинами устройство мансардъ не дозволяется.

31) Въ **строеніяхъ**, имѣющихъ надъ первымъ этажомъ деревянное жилое помѣщеніе, должно быть не менѣе **двухъ лѣстницъ**, причемъ въ каменной части строенія лѣстницы должны быть изъ несгораемаго матеріала.

32) Во всѣхъ **домахъ съ деревянными этажами** при печахъ должны быть **коренныя дымовыя трубы**, устроенныя на отдѣльныхъ каменныхъ фундаментахъ, съ надлежащими кирпичными раздѣлами около деревянныхъ стѣнъ, перегородокъ, половъ и потолковъ.

33) **Устройство мансардъ** на каменныхъ строеніяхъ дозволяется соблюденіемъ слѣдующихъ условій:

а) мансарда не должна увеличивать законный предѣлъ вышины строеній;

б) въ мансардахъ на каменныхъ строеніяхъ, высота конхъ равна ширинѣ улицъ, уклонъ крыши до перелома долженъ быть не менѣе 45°;

Примѣчаніе. То же правило относится и къ надворнымъ строеніямъ, высота которыхъ достигаетъ наибольшаго предѣла по соотношенію къ ширинѣ двора.

в) мансарды должны быть покрываемы желѣзомъ;

г) входъ въ мансарды долженъ быть по лѣстницѣ изъ несгораемыхъ матеріаловъ, устроенной въ каменной клѣткѣ, окруженной брандмауерами выше крыши;

д) всѣ внутреннія переборки, перегородки и потолки въ мансардахъ должны быть оштукатурены;

е) внутренняя высота жилыхъ мансардъ отъ пола до потолка должна быть не менѣе $3^1/_2$ аршинъ, и

ж) надъ жилой мансардой другого жилого помѣщенія допускается.

36) Каждый домовладѣлецъ и вѣдомство, владѣющее домами, обязаны передъ своимъ имуществомъ устроить по улицѣ **тротуаръ**, шириною въ $^1/_{10}$ часть ширины улицы, опредѣляя эту ширину разстояніемъ между ли-

НТБ ДНУЖТ

ніями зданій или заборовъ; общій уровень тротуара по улицѣ опредѣляется Городскою управою, а уступъ мостовой противъ тротуара долженъ быть не менѣе 2 вершк. и не болѣе 5 вершковъ. **Владѣльцы угловыхъ имуществъ** обязаны, кромѣ сего, устроить, въ предѣлахъ мостовой передъ ихъ имуществомъ. переходы черезъ улицы, шириною не менѣе 15 вершк., или изъ матеріаловъ, дозволенныхъ для устройства широкой части тротуаровъ, или изъ деревянныхъ торцовъ или брусчатыхъ камней.

Примѣчаніе. Въ тѣхъ улицахъ, гдѣ правило объ устройствѣ тротуаровъ шириною въ $^1/_{10}$ часть ширины улицы окажется, по мѣстнымъ обстоятельствамъ, неудобнымъ, ширина его опредѣляется Городскою управою.

37) **Тротуары должны быть:** а) на пространствѣ не менѣе $^2/_3$ всей ширины устроены изъ известковаго камня, гранитныхъ плитъ или другихъ прочныхъ камней, асфальта или искусственнаго камня; б) тротуаръ передъ воротами долженъ быть устроенъ изъ брусковаго камня, деревянныхъ торцовъ или асфальта, и в) тротуары передъ воротами должны быть передѣлываемы, не ожидая общей перестилки.

Пространство, остающееся **между тротуаромъ и линіею построекъ**, можетъ быть устроено и изъ другихъ, не подверженныхъ быстрому дѣйствію огня, матеріаловъ.

Ребро тротуара, обращеннее къ улицѣ, должно соединяться съ уличною мостовою или вертикальнымъ прямымъ обрѣзомъ или же скатомъ, устраиваемымъ съ откосомъ отъ тротуара не менѣе 4 вершковъ.

Тротуаръ долженъ имѣть уклонъ къ улицѣ въ $^1/_{50}$ его ширины. Тротуаръ передъ воротами долженъ спускаться не уступомъ, а пологимъ скатомъ.

Склонъ тротуара вдоль улицы долженъ слѣдовать, сколь можно, ближе естественному склону улицы. Сопряженіе съ тротуарами сосѣдей дѣлается по указанію Городской управы.

Примѣчаніе. Правило это относится ко вновь устраиваемымъ тротуарамъ или случаямъ ихъ сплошной перестилки.

38) **Устройство деревянныхъ мостковъ по замощеннымъ улицамъ** запрещается: существующіе же на нѣкоторыхъ такихъ улицахъ мостки должны быть замѣнены тротуарами передъ каждымъ вновь возводимымъ или капитально перестраиваемымъ строеніемъ.

На **немощенныхъ улицахъ** дозволяется, вмѣсто тротуаровъ, устраивать деревянные мостки съ тѣмъ, чтобы они были устроены прочно, возвышались надъ поверхностью земли не менѣе 4 вершк. и имѣли ширину не менѣе $1^1/_2$ арш.

Примѣчаніе. Правило это не распространяется на улицы тѣхъ частей города, которыя подвергаются ежегодно наводненію.

VII. ПРИБЛИЗИТЕЛЬНЫЙ РАЗСЧЕТЪ СТОИМОСТИ СТРОЕНІЙ*).

Приблизительный разсчетъ стоимости строеній производится съ кубической сажени ихъ объема, который получается черезъ умноженіе площади плана по внѣшнимъ линіямъ очертанія строенія на высоту отъ фундаментнаго обрѣза до карниза, по слѣдующимъ цѣнамъ:

Каменный лицевый домъ, смотря по цѣнности, конструкціи и отдѣлкѣ, куб. саж..	отъ 70 до 150 руб.

*) По А. Мерцу, Приложеніе къ техническому календарю 1898.

НТБ ДНУЖТ

Каменный надворный флигель, смотря по цѣнности, конструкціи и отдѣлкѣ, куб. саж. .	отъ 60 до 80 руб.
Каменныя службы, смотря по цѣнности, конструкціи и отдѣлкѣ, куб. саж..	30 50
Деревянный домъ, крытый желѣзомъ, смотря по цѣнности, конструкціи и отдѣлкѣ, куб. саж. .	» 30 » 100
Деревянный домъ, крытый толемъ или тесомъ, смотря по цѣнности, конструкціи и отдѣлкѣ, куб. саж.	» 20 30
Деревянныя службы бревенчатыя, смотря по цѣнности, конструкціи и отдѣлкѣ, куб. саж.	» 15 » 20 »
Деревянныя службы досчатыя, смотря по цѣнности, конструкціи и отдѣлкѣ, куб. саж.	5 » 15 »

Спеціальныя строенія оцѣниваются также съ кровати или человѣка, смотря по системѣ и отдѣлкѣ; **казармы** отъ 400 до 500 руб. на человѣка; **госпитали и богадѣльни** отъ 1,000 до 1,500 р. на кровать; **тюрьмы** одиночнаго заключенія около 1,400 р. на человѣка; причемъ въ означенныхъ цифрахъ подразумѣваются не только главныя зданія, но и всѣ необходимыя строенія для администраціи, квартиръ служащихъ и службъ.

НТБ ДНУЖТ

ОДИННАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

ВЕНТИЛЯЦІЯ И ОТОПЛЕНІЕ.

I. ВЕНТИЛЯЦІЯ*).

a. Обмѣнъ воздуха.

Необходимость правильнаго обмѣна воздуха въ закрытыхъ помѣщеніяхъ для людей является слѣдствіемъ быстраго ухудшенія качества воздуха отъ выдѣленій (при выдыханіи и испареніи) органическихъ продуктовъ, водянаго пара и углекислоты, находящимися въ помѣщеніи людьми, отъ образованія продуктовъ горѣнія въ освѣтительныхъ приборахъ, отъ передачи воздуху тепла людьми, животными и освѣтительными приборами и, наконецъ, вслѣдствіе примѣшиванія къ воздуху пыли, дыма, газовъ и т. д., являющихся при различныхъ механическихъ и химическихъ процессахъ.

b. Величина обмѣна воздуха.

Количество обмѣнимаемаго воздуха въ часъ, при условіи **вентиляціи безъ тяги** (сквозняковъ), въ помѣщеніяхъ средней величины можетъ быть доведено посредствомъ одного воздушнаго канала (приводящаго воздухъ) maximum до пятерного объема вентилируемаго помѣщенія. Дѣйствительный, подлежащій обмѣну, объемъ воздуха, который опредѣляется на основаніи нижеприведенныхъ данныхъ, долженъ удовлетворять этому условію по отношенію къ объему помѣщенія, и если требуется, то долженъ быть уменьшенъ.

Количество **водяного пара**, производимое въ часъ однимъ человѣкомъ, по Флюгге, составляетъ въ среднемъ для взрослыхъ, находящихся въ покоѣ, около, 0,04 kg, а при физиче-

*) См. H. Fischer. Heizung und Lüftung der Räume, въ Handb. der Architektur, Darmstadt 1890. H. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs und Heizungs-Anlagen. 3 изд.; Berlin 1902. K. Hartmann, Heizung und Lüftung der Arbeitsräume, въ Handbuch der praktischen Gewerbehygiene von H. Albrecht, стр. 307 и слѣд., Berlin 1894.

НТБ ДНУЖТ

скихъ упражненіяхъ 0,08 kg. Для дѣтей принимаютъ половину приведенныхъ нормъ. Обмѣнъ воздуха долженъ производиться такимъ образомъ, чтобы въ закрытыхъ помѣщеніяхъ степень **влажности воздуха** (т. наз. относительная влажность) *) была бы зимой не меньше 50—60% лѣтомъ не больше 70% отъ абсолютнаго насыщенія. Слишкомъ сырой воздухъ вреднѣе, чѣмъ слишкомъ сухой**).

1. Опредѣленіе количества воздуха, подлежащаго обмѣну на основаніи содержанія въ немъ углекислоты.

Петтенкоферъ принимаетъ, что загрязненіе воздуха вслѣдствіе выдыханія и испаренія, равно какъ и отъ продуктовъ горѣнія (въ освѣтительныхъ приборахъ), пропорціонально образующемуся при этомъ количеству **углекислоты** ***), и признаетъ комнатный воздухъ еще доброкачественнымъ, когда предѣльное количество углекислоты составляетъ 0,7‰, а воздухъ безвреднымъ для здоровья — при условіи сосодержанія въ немъ углекислоты не болѣе 1‰. Въ помѣщеніяхъ, наполненныхъ предѣльнымъ числомъ людей (школахъ и т. д.), допускается болѣе высокое содержаніе углекислоты (до 1,5‰).

Содержаніе углекислоты въ наружномъ воздухѣ въ среднемъ 0,4‰.

Количество воздуха, подлежащее обмѣну, въ предположеніи, что углекислота равномѣрно распредѣляется въ пространствѣ, опредѣляется для установившагося состоянія изъ:

$$L = \frac{k\,n}{a - b},$$

гдѣ:

L количество воздуха, которое должно быть доставлено, въ cbm/чс,
a допускаемое содержаніе углекислоты въ одномъ cbm вентилируемаго помѣщенія въ cbm (по вышеприведенному 0,0007 до 0,0015),
k среднее количество углекислоты, производимой источникомъ, ее выдѣляющимъ, въ cbm/чс,
n число источниковъ выдѣленія углекислоты,
b содержаніе углекислоты въ 1 cbm вводимаго воздуха въ cbm, т.-е. около 0,0004.

---

*) См. ч. I, стр. 307. Относительная влажность наружнаго воздуха измѣняется въ зависимости отъ погоды; въ Берлинѣ въ лѣтніе мѣсяцы она составляетъ въ среднемъ 66%, въ зимніе мѣсяцы 87%.

Сокращеніе «A. H. L.», на которое будетъ указываться ниже, означаетъ нормы, установленныя при сооруженіи и содержаніи центральныхъ отопленій и вентиляціи прусск. министр. публичныхъ работъ 24 марта 1901; отпечатаны отдѣльною брошюрою у W. Ernst & Sohn, Berlin.

**) См. Gesundheits-Ing. 1888, № 1; кромѣ того, Flügge, Grundriss der Hygiene, 3 изд. Лейпцигъ. 1894.

***) Опредѣленіе содержанія углекислоты въ воздухѣ по Петтенкоферу см. Flügge, Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden, Лейпцигъ, 1881.

НТБ ДНУЖТ

Количество углекислоты, производимое въ часъ однимъ **человѣкомъ***), опредѣляется на основаніи слѣдующей таблицы:

Для дѣтей .	0,010 cbm,
» подростковъ.	0,016 »
» взрослыхъ.	0,020 »
» » при физической работѣ	0,036 »

Количество углекислоты, производимое при искусственномъ освѣщеніи, составляетъ при

сгораніи 1 kg воска или стеарина	1,5 cbm,
» 1 » керосина.	1,6 »
» 1 cbm газа . .	0,6 »

По Ритшелю, если положить $b = 0{,}0004$ cbm/cbm, то получимъ слѣдующую

таблицу требуемаго часового обмѣна воздуха L въ cbm.

Источникъ углекислоты	Произв. CO_2 въ часъ k	Необходимый часовой обмѣнъ воздуха L, если допускаемое содержаніе углекислоты a въ $^0/_{00}$ составляетъ:								
	cbm	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Ребенокъ .	0,010	33	25	20	17	14	13	11	10	9
Подростокъ . .	0,016	53	40	32	27	23	20	18	16	15
Взрослый	0,020	67	50	40	33	29	25	22	20	18
» при физическомъ трудѣ . . .	0,036	120	90	72	60	51	45	40	36	33
Свѣтильный газъ .	0,6	2033	1525	1220	1017	871	763	678	610	555

Опредѣленіе величины обмѣна воздуха по вышеприведеннымъ правиламъ примѣняется для всѣхъ помѣщеній, въ которыхъ должно находиться днемъ въ теченіе продолжительнаго времени много людей (напр. школы, тюрьмы и т. д.). Если же въ закрытомъ помѣщеніи большое число людей собирается на короткое время (залы собраній, театры, концертныя залы и т. д.), то пользуются слѣдующимъ способомъ разсчета.

2. Величина обмѣна воздуха, при условіи сохраненія опредѣленной предѣльной температуры вентилируемаго помѣщенія.

Объемъ подлежащаго удаленію воздуха въ cbm/чс и для t^0:

$$L = \frac{W(1+\alpha t)}{0{,}307\,(t - t_0)}$$

гдѣ $W = W_1 + W_2 \mp W_3$ (см. ниже) количество теплоты (въ ЕТ), которое должно быть удаляемо въ часъ посредствомъ вентиляціи,

*) По Scharling'y, см. C. S. Lehmann, Handb. d. physiol. Chemie, Лейпцигъ, 1854.

НТБ ДНУЖТ

t_0 температура вводимаго воздуха въ градусахъ C,
t наибольшая допускаемая температура помѣщенія (на высотѣ человѣческаго роста),
α коэффиціентъ расширенія воздуха $= 0{,}003665 = 1:273$.

Вышеприведенное выраженіе для L вѣрно только для установившагося состоянія и въ томъ предположеніи, что количество передаваемой и упосимой теплоты тотчасъ же равномѣрно распредѣляется по всему объему помѣщенія; при газовомъ освѣщеніи выраженіе это даетъ требованія, не выполнимыя на практикѣ. Въ случаѣ, если освѣщеніе помѣщенія устроено у потолка, то дѣлятъ все вентилируемое помѣщеніе по высотѣ на 2 или болѣе частей и разсматриваютъ каждую изъ нихъ въ отдѣльности, допуская для тѣхъ частей, гдѣ нѣтъ людей, болѣе высокія температуры.

Для жилыхъ помѣщеній принимаютъ температуру входящаго воздуха t_0 не менѣе 15^0 до 17^0, а температуру самихъ помѣщеній на высотѣ роста человѣка (1,5 m надъ поломъ) $t = 18^0$ до 20^0, maximum $t = 23^0$. Болѣе подробно см. стр. 145 и слѣд.

Отдача тепла въ часъ **однимъ человѣкомъ** W_1 принимается 100 ET на взрослаго и 50 ET на ребенка. Въ общемъ при температурѣ t град. окружающаго воздуха отдается въ среднемъ въ часъ: однимъ взрослымъ человѣкомъ $w = 6(37 - t)$, а ребенкомъ $w = 3(37 - t)$ ET. Количество теплоты, передаваемое n лицами въ часъ, $W_1 = n\,w$ ET.

Количество теплоты W_2, выдѣляемое въ 1 часъ разными **приборами освѣщенія**, опредѣляется, по Фишеру, изъ нижеслѣдующей таблицы:

Способъ освѣщенія	Расходъ на 1 HC въ часъ	Кол. тепл. въ ET на 1 HC въ часъ
Электрическое освѣщеніе:		
Дуговыя лампы . .	0,4 ЛС	0,4
Лампы Нернста. . . .	1,5 »	1,3
» накаливанія (угольныя)	3,0 »	2,6
Газовое освѣщеніе:		
Горѣлка Брея. .	0,013 cbm	67
» Арганда.	0,010 »	50
» калильная.	0,002 »	10
Ацетиленъ.	0,0006 »	6
Керосинъ, круглая горѣлка.	0,003 kg	30
Воскъ и стеаринъ.	0,009 »	85

НТБ ДНУЖТ

Количество теплоты W_3, **отдаваемое черезъ стѣны, окна и т. д.,** принимается лѣтомъ со знакомъ $+$, а зимою со знакомъ $-$ въ томъ случаѣ, если теплота передается снаружи внутрь. Подробнѣе относительно W_3 см. стр. 143 и слѣд.

Таблица количества подлежащаго отведенію воздуха L въ cbm въ часъ
для удаленія количества тепла $W = 100$ ET.

Температура притекающ. воздуха t^0 въ градусахъ.	Количество подлежащаго отведенію воздуха въ часъ въ cbm, если допускаемая температура t помѣщенія и отводимаго воздуха составляетъ въ градусахъ:																	
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
15	116	87	70	59	50	44	40	36	33	30	28	26	24	23	21	20	19	18
16	174	117	88	70	59	51	44	40	36	33	30	28	26	24	23	22	20	19
17	348	175	117	88	71	59	51	45	40	36	33	30	28	26	24	23	22	20
18		350	175	117	88	71	59	51	45	40	36	33	30	28	26	24	23	22
19		·	351	176	118	89	71	59	51	45	40	36	33	30	28	26	25	23
20			·	352	177	118	89	71	60	51	45	40	36	33	30	28	26	25

Примѣчаніе. Допускаемыя высокія температуры относятся до тѣхъ поясовъ помѣщенія (по высотѣ), въ которыхъ вѣтъ людей.

3. Среднія значенія для количества воздуха, подлежащаго обмѣну.

1. По требованіямъ министерства публичныхъ работъ въ Германіи (A. H. L., см. стр. 130), количество воздуха, которое должно быть обмѣниваемо въ 1 часъ на 1 человѣка, опредѣляется для правительственныхъ построекъ:

въ общихъ спальныхъ помѣщеніяхъ для заключенныхъ 10 cbm,
» камерахъ для одиночнаго заключенія 15 до 22 »
» общихъ камерахъ . . . . 10 »
» залахъ для собраній и аудиторій . . . . . 20 »
» школахъ въ зависимости отъ возраста ученик. 10 до 25 »

Количество воздуха въ больничныхъ помѣщеніяхъ въ каждомъ частномъ случаѣ опредѣляется по соглашенію съ врачебнымъ управленіемъ.

Въ вестибюляхъ и коридорахъ обмѣнъ воздуха долженъ производиться каждые два часа или же каждый часъ. Если въ коридорахъ по временамъ собирается большое количество людей, то воздухъ долженъ обмѣниваться два раза въ часъ.

Приведенныя цифры служатъ для помѣщеній, въ которыхъ нѣтъ основаній опасаться сильнаго повышенія температуры (отъ людей или источниковъ освѣщенія), или же въ случаѣ, когда при воздушномъ отопленіи не требуется большого обмѣна воздуха. Въ противномъ случаѣ производится особый разсчетъ.

Въ помѣщеніяхъ, гдѣ происходитъ зловоніе (кухни, отхожія мѣста и т. д.), независимо отъ вентиляціи остальныхъ помѣщеній, отводные каналы слѣдуетъ разсчитывать на пятерной и, по меньшей мѣрѣ, на тройной обмѣнъ воздуха въ часъ (A. H. L., см. стр. 130).

НТБ ДНУЖТ

2. По **даннымъ Ритшеля***), часовой обмѣнъ воздуха долженъ составлять въ cbm:

Родъ помѣщеній	Наименьшій часовой обмѣнъ воздуха **)	Наибольшій часовой обмѣнъ воздуха **)
Больницы для взрослыхъ. .	75 cbm	75 cbm
» » дѣтей. . . .	35 »	35 »
Школы для дѣтей до 10 лѣтъ .	10 »	17 »
» » старше 10 » .	15 »	25 »
Залы для собраній и аудиторій.	17 »	30 »
Театры, концертныя залы. .	25 »	30 »
Казармы и тюрьмы. .	20 »	30 »
Кассы билетныя . . .	15 »	20 »
Торг. помѣщ. многолюдныя. .	17 »	30 »
» » немноголюдныя.	20 »	
Жилыя помѣщенія . .	1-кратн. об. помѣщ.	2-кратн. об. помѣщ.
Кухни и клозеты. . . .	3 » » »	5 » » »
Лѣстницы и коридоры { при част. польз. .	3 » » »	4 » » »
Лѣстницы и коридоры { » рѣдкомъ » .	0,5 » » »	1 » » »

Въ приведенной таблицѣ предполагаются помѣщенія съ электрическимъ освѣщеніемъ или безъ искусственнаго освѣщенія. Для помѣщеній, въ которыхъ требуется сохраненіе опредѣленной температуры, равнымъ образомъ для помѣщеній, которыя въ то же время согрѣваются подводимымъ воздухомъ, требуемый обмѣнъ воздуха долженъ быть опредѣляемъ въ каждомъ случаѣ разсчетомъ. Если при этомъ получится величина меньшая, чѣмъ по таблицѣ, то слѣдуетъ принимать табличную величину.

c. Достиженіе обмѣна воздуха.

1. Естественная вентиляція.

Большая часть строительныхъ матеріаловъ обладаетъ способностью въ большей или меньшей степени пропускать воздухъ (пористостью). Если поэтому давленіе воздуха по обѣ стороны стѣны различно, то сквозь стѣну будетъ проходить токъ воздуха. По опытамъ Ланга***), **количество воздуха**, пропускаемое въ 1 часъ сквозь стѣну изъ пористаго матеріала, опредѣляется въ литрахъ:

$$L = \frac{(p - p_0)\,\beta\,F}{s},$$

гдѣ:

p и p_0 (абсолютное) давленіе съ обѣихъ сторонъ стѣнки въ kg/qm,

*) См. выноску на стр. 129 и 130.
) Величины, данныя въ cbm, надо считать на **одного человѣка.
***) См. C. Lang, Ueber natürliche Lüftung; Stuttgart 1877.

НТБ ДНУЖКТ

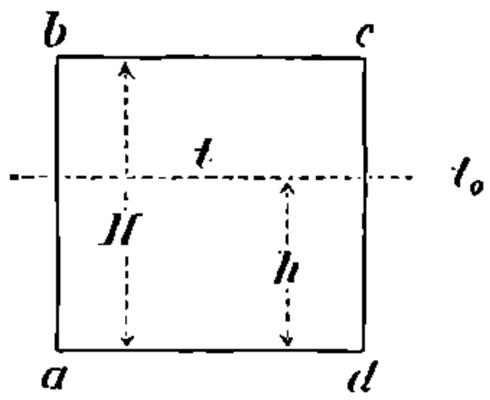
β коэффиціентъ пропускаемости, т.-е. то количество воздуха (въ литрахъ), которое проходитъ въ часъ при разности давленій $p - p_0 = 1$ kg/qm, сквозь 1 qm площади стѣны,

F площадь стѣны въ qm и s толщина стѣны въ m.

Если **разность давленій** $p - p_0$ обусловливается разностью температуръ, то необходимо принимать въ разсчетъ нижеслѣдующее. Пусть въ помѣщеніи $abcd$ (черт. 1) H высота, h разстояніе нейтральнаго слоя (см. стр. 140) отъ пола, t температура внутри и t_0 — внѣ помѣщенія, тогда при $t > t_0$ сквозь полъ и часть стѣнъ, находящуюся ниже нейтральнаго слоя, происходитъ притокъ воздуха, а сквозь потолокъ и часть стѣнъ выше нейтральнаго слоя воздухъ вытекаетъ изъ помѣщенія; обратное теченіе имѣетъ мѣсто при $t < t_0$. Въ вышеприведенное выраженіе для обмѣна воздуха L необходимо вмѣсто $p - p_0$ подставлять у пола:

$$1{,}293\, h \left(\frac{1}{1+\alpha t_0} - \frac{1}{1+\alpha t} \right);$$

Черт. 1.



у нижней части стѣнъ:

$$\frac{1{,}293\, h}{2} \left(\frac{1}{1+\alpha t_0} - \frac{1}{1+\alpha t} \right);$$

у потолка:

$$1{,}293\, (H-h) \left(\frac{1}{1+\alpha t_0} - \frac{1}{1+\alpha t} \right);$$

у верхней части стѣнъ:

$$1{,}293\, \frac{H-h}{2} \left(\frac{1}{1+\alpha t_0} - \frac{1}{1+\alpha t} \right).$$

Въ обыкновенныхъ жилыхъ помѣщеніяхъ безъ внутренней и наружной масляной окраски, при средней зимней температурѣ, происходитъ отъ естественной вентиляціи обмѣнъ всего находящагося въ помѣщеніи количества воздуха въ теченіе двухъ и до одного часа.

Коэффиціенты пропускаемости для воздуха β въ литр. на 1 qm:

песчаника въ среднемъ .	0,124	воздушнаго раствора .	0,907
кирпича	0,201	бетона	0,258
клинкера глазурованнаго	0,000	портландскаго цемента	0,137
» неглазурованнаго	0,145	гипса литого	0,041

Окраска растворимымъ стекломъ уничтожаетъ пропускаемость съ теченіемъ времени, а масляная окраска уничтожаетъ ее немедленно.

Въ среднемъ пропускаемость воздуха уменьшается:

клеевой окраской .	на 50%	обыкновен. обоями . .	на 18%
известковой окраской	» 25%	глянцевыми обоями хорошаго качества	» 40%
воскомъ, парафиномъ и т. д.	» 100%		

НТБ ДНУЖТ

У матеріаловъ, пропитаныхъ водой, уменьшается пропускаемость для:

песчаниковъ	на 80%	воздушн. растворовъ на	90%
кирпичей	» 80%	бетона и цемента »	100%

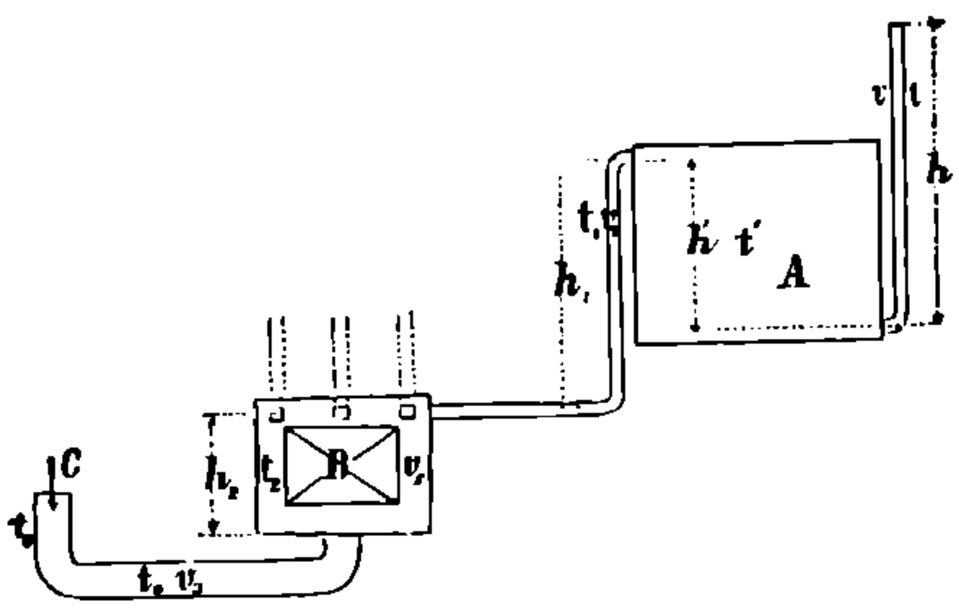
2. Искусственная вентиляція.

1. Посредствомъ разницы температуръ.

Если для даннаго помѣщенія требуется L cbm воздуха въ часъ и температура его t, то въ какомъ угодно сѣченіи F канала, приводящаго или отводящаго воздухъ температурой t_1, **необходима скорость воздуха** въ m/sk:

$$v = \frac{L(1+\alpha t_1)}{3600(1+\alpha t)F}$$ (см. I, отд. 3) I.

Черт. 2.



Цѣль разсчета и устройства вентиляціи заключается въ дѣйствительномъ достиженіи величины v путемъ надлежащаго опредѣленія сѣченій каналовъ.

На черт. 2 показано устройство вентиляціи схематически:

A вентилируемое помѣщеніе, которое обыкновенно настолько велико, что скорость воздуха въ немъ можетъ быть принята $= 0$.

B камера, отапливаемая печью.

C притокъ наружнаго воздуха.

Пусть:

α коэффиціентъ расширенія воздуха $= 0{,}003\,665 = 1:273$,

t_0 температура наружнаго воздуха,

t, t', t_1, t_2 температура въ отдѣльныхъ частяхъ системы,

v, v_1, v_2, v_3 скорости воздуха въ тѣхъ же частяхъ въ m/sk,

h, h', h_1, h_2 высоты капаловъ, которыя должны имѣть мѣсто для подъема въ нихъ воздуха отъ давленія снизу вверхъ въ m,

R, R_1, R_2, R_3 коэффиціенты для потери напора на треніе о стѣнки каналовъ (опредѣленіе R см. стр. 138) въ соотвѣтствующихъ участкахъ каналовъ,

$\Sigma\zeta$, $\Sigma\zeta_1$, $\Sigma\zeta_2$, $\Sigma\zeta_3$ суммы коэффиціентовъ сопротивленій въ соотвѣтственныхъ участкахъ каналовъ отъ вліянія кривыхъ колѣнъ, рѣшетокъ, клапановъ, задвижекъ и т. п.; опредѣленіе ζ см. стр. 138.

$g = 9{,}81$ m/sk² и $h = v^2 : 2g$.

НТБ ДНУЖТ

Если стѣны, двери и т. п. помѣщеній A и B непроницаемы для наружнаго воздуха, то:

$$\frac{h-h'+h_1+h_2}{1+\alpha t_0}-\frac{h}{1+\alpha t}+\frac{h'}{1+\alpha t'}-\frac{h_1}{1+\alpha t_1}-\frac{h_2}{1+\alpha t_2}=$$

$$=\frac{v^2}{2g(1+\alpha t)}(1+R+\Sigma\zeta)+\frac{v_1^2}{2g(1+\alpha t_1)}(1+R_1+\Sigma\zeta_1)+$$

$$+\frac{v_2^2}{2g(1+\alpha t_2)}(R_2+\Sigma\zeta_2)+\frac{v_3^2}{2g(1+\alpha t_0)}(R_3+\Sigma\zeta_3) \qquad \text{II.}$$

Выраженіе на лѣвой сторонѣ уравненія II представляетъ **дѣйстеительную высоту напора,** т.-е. разность высотъ давящаго и поднимаемаго столба воздуха температурой 0°; это выраженіе получается изъ

$$\left(\frac{h}{1+\alpha t_0}-\frac{h}{1+\alpha t}\right)-\left(\frac{h'}{1+\alpha t_0}-\frac{h'}{1+\alpha t'}\right)+\left(\frac{h_1}{1+\alpha t_0}-\frac{h_1}{1+\alpha t_1}\right)+$$

$$+\left(\frac{h_2}{1+\alpha t_0}-\frac{h_2}{1+\alpha t_2}\right),$$

гдѣ величины въ скобкахъ даютъ частныя высоты напора въ отдѣльныхъ частяхъ сѣти. Эти частныя высоты напора для частей канала, гдѣ происходитъ движеніе воздуха снизу вверхъ, положительны, при движеніи воздуха сверху внизъ — отрицательны.

Правая сторона уравн. II представляетъ сумму сопротивленій отъ потерь на треніе и вліянія кривыхъ (или **скоростной напоръ**), а именно для каждаго участка канала имѣетъ величину:

$$\frac{v_n^2}{2g(1+\alpha t_n)}(R_n+\Sigma\zeta_n),$$

или если конецъ канала выходитъ въ обширное помѣщеніе, то:

$$\frac{v_n^2}{2g(1+\alpha t_n)}(1+R_n+\Sigma\zeta_n).$$

Если стѣны помѣщенія B непроницаемы, а A (какъ это бываетъ большею частью) проницаемы для наружнаго воздуха, то производятся независимые разсчеты для части системы, приводящей и отводящей воздухъ, причемъ для первой ведутъ разсчетъ до средины помѣщенія A, а для второй — начиная отъ средины этого помѣщенія; въ этомъ случаѣ вмѣсто II имѣемъ слѣдующія два уравненія:

$$\frac{h}{1+\alpha t_0}-\frac{h}{1+\alpha t}-\frac{h'}{2(1+\alpha t_0)}+\frac{h'}{2(1+\alpha t')}=$$

$$=\frac{v^2}{2g(1+\alpha t)}(1+R+\Sigma\zeta) \qquad \text{III.}$$

НТБ ДНУЖТ

$$\frac{h_1+h_2}{1+\alpha t_0}-\frac{h'}{2(1+\alpha t_0)}+\frac{h'}{2(1+\alpha t')}-\frac{h_1}{1+\alpha t_1}-\frac{h_2}{1+\alpha t_2}=$$

$$=\frac{{v_1}^2}{2g(1+\alpha t_1)}(1+B_1+\Sigma\zeta_1)+\frac{{v_2}^2}{2g(1+\alpha t_2)}(R_2+\Sigma\zeta_2)+$$

$$+\frac{{v_3}^2}{2g(1+\alpha t_0)}(R_3+\Sigma\zeta_3) \qquad \text{IV.}$$

При разсчетѣ вентиляціи большею частью слѣдуетъ пользоваться уравн. III и IV.

t °C	$\frac{1}{1+\alpha t}$	t °C	$\frac{1}{1+\alpha t}$	t °C	$\frac{1}{1+\alpha t}$	t °C	$\frac{1}{1+\alpha t}$	t °C	$\frac{1}{1+\alpha t}$
— 20	1,079	0	1,000	20	0,932	40	0,872	60	0,820
— 15	1,058	5	0,982	25	0,916	45	0,858	65	0,808
— 10	1,038	10	0,965	30	0,901	50	0,845	70	0,796
— 5	1,019	15	0,948	35	0,886	55	0,832	75	0,784

Продолженіе этой таблицы и значенія $(1+\alpha t)$ см. ч. I, стр. 309.

Коэффиціентъ потери напора на треніе (стр. 136) равенъ вообще:

$$R=\frac{\varrho l u}{F},$$

гдѣ ϱ коэффиціентъ тренія, l длина канала въ m, u периметръ канала въ m, F сѣченіе канала въ qm.

По опытамъ Ритшеля, для кирпичныхъ каналовъ принимаютъ при:

$u=$	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,65	0,72 до 0,95	0,96 до 1,99	2,00 до 12,50
$\varrho=$	0,035	0,020	0,017	0,014	0,012	0,010	0,009	0,008	0,007

Величину ζ принимаютъ: при перемѣнѣ направленія движенія для прямоугольнаго незакругленнаго отклоненія $\zeta=1{,}5$, для закругленнаго прямоугольнаго колѣна $\zeta=1{,}0$, для колѣна въ 135^0 $\zeta=0{,}6$, при пологомъ переходѣ отъ одного направленія къ другому $\zeta=0$, при измѣненіяхъ поперечнаго сѣченія (переходъ F_1, v_1 въ F, v) $\xi=\left(\frac{F}{F_1}-1\right)^2$ (незначительными измѣненіями поперечнаго сѣченія можно пренебрегать, если дѣлать плавные переходы); для проволочныхъ сѣтокъ $\zeta=0{,}3$ до $0{,}6$, для рѣшетки $\zeta=0{,}75$ до 2 въ зависимости отъ большаго или меньшаго отношенія свободной площади къ F.

Для открытыхъ заслонокъ, рамки которыхъ задѣланы въ кладку, $\zeta=0$.

Относительно рѣшенія вышеприведенныхъ уравненій I и II, соотв. I и III и соотв. I и IV (стр. 136 и 137), слѣдуетъ замѣтить слѣдующее:

НТБ ДНУЖТ

При помощи ур. I опредѣляется скорость v для опредѣленнаго сѣченія F, и наоборотъ.

Уравненіе II тогда рѣшается, если задаться всѣми величинами, кромѣ v и v_1; послѣдняя величина выражается въ зависимости отъ v изъ уравненія

$$v_1 = v\,\frac{1+\alpha t_1}{1+\alpha t},$$

уравненіе приводится тогда къ виду:

$$v = \frac{a}{\sqrt{b+\frac{u}{R}}},$$

гдѣ v, u и R неизвѣстны, а a и b извѣстны. Выборъ величины и F, а слѣд. и величины R долженъ быть произведенъ съ такимъ разсчетомъ, чтобы достижимая скорость была по крайней мѣрѣ равна требуемой v, какъ таковая опредѣляется изъ ур. I, стр. 136.

Подобнымъ же образомъ рѣшаются уравненія I и III и, соотв., I и IV, но въ виду независимаго опредѣленія обѣихъ величинъ здѣсь опредѣленіе v_1 въ зависимости отъ v не требуется.

Для опредѣленія скорости воздуха, при проектированіи вентиляціи для не очень большихъ построекъ, обыкновенно бываетъ достаточно опредѣлять достижимую скорость для одного изъ этажей зданія и притомъ того, который имѣетъ наиболѣе невыгодное для движенія воздуха расположеніе; для остальныхъ помѣщеній сѣченіе каналовъ опредѣляется по ур. I въ предположеніи скорости, достижимой въ наиболѣе невыгодно расположенномъ помѣщеніи. При большихъ сооруженіяхъ рекомендуется раздѣлять все сооруженіе на нѣсколько отдѣльныхъ частей и разсматривать каждую часть независимо.

2. **Посредствомъ механическихъ приспособленій.**

Если въ уравненіяхъ II, III и IV, при заданныхъ или принятыхъ температурахъ и сѣченіяхъ каналовъ, лѣвая часть меньше правой (такъ что правая минусъ лѣвая сторона $= H$ m воздушнаго столба температурой 0^0), то увеличиваютъ давленіе давящаго столба воздуха или уменьшаютъ давленіе поднимаемаго столба воздуха при помощи вдуванія или, соотвѣтственно, высасыванія воздуха посредствомъ вентиляторовъ. Вентиляторъ долженъ тогда доставлять L cbm/чс воздуха по разсчету на противодавленіе въ H m воздушнаго столба или 1,293 H mm водяного столба.

Для вентиляціи примѣняютъ большею частью винтовые вентиляторы, а не крыльчатые, ибо въ этихъ случаяхъ требуется большое количество воздуха при сравнительно незначительномъ напорѣ H.

По Ритшелю, размѣръ вентилятора опредѣляется слѣдующимъ образомъ.

НТБ ДНУЖТ

Пусть:
L требуемое количество воздуха въ cbm/чс,
t температура этого воздуха,
F сѣченіе отверстія истеченія въ qm,
H высота напора въ m,
L_0 количество воздуха при свободномъ выходѣ воздуха изъ вентилятора въ cbm/чс (дается въ прейсъ-курантахъ),
тогда должно быть:

$$\frac{L}{1+\alpha t} \leqq \frac{(0{,}01\,L_0)^3}{254\,F^2\,H}.$$

Необходимая работа N въ ЛС тогда будетъ:

$$N = \frac{0{,}000\,004\,8\,L\,H}{\eta\,(1+\alpha t)},$$

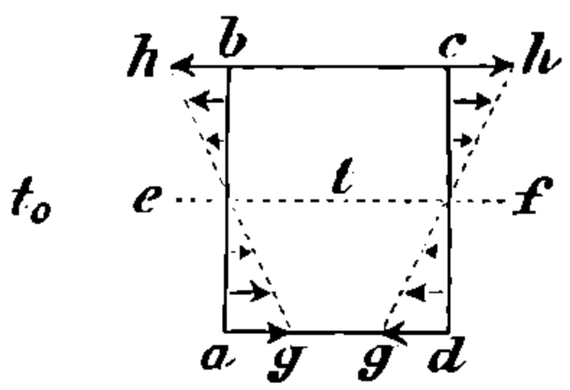
если η степень полезнаго дѣйствія вентилятора; послѣдняя принимается въ зависимости отъ исполненія 0,25 до 0,40.

d. Устройство искусственной вентиляціи.

1. Соотношеніе давленій въ вентилируемыхъ помѣщеніяхъ.

Въ помѣщеніи $abcd$ (черт. 3), температура котораго t отлична отъ температуры окружающей его среды t_0 и которое ограничено (какъ въ нашихъ жилыхъ помѣщеніяхъ) поверхностями, имѣющими равномѣрное строеніе по отношенію къ пропусканію воздуха, образуется посрединѣ помѣщенія слой $e-f$, т. наз. **нейтральный слой** *), близъ котораго снаружи и внутри воздухъ находится въ равновѣсіи. Выше нейтральнаго слоя внутренній воздухъ помѣщенія имѣетъ избытокъ давленія, а ниже этого слоя — уменьшенное давленіе относительно давленія внѣшняго воздуха, если $t > t_0$. Въ противномъ случаѣ имѣетъ мѣсто обратное явленіе. Величина этого избыточнаго или уменьшеннаго давленія увеличивается кверху и книзу отъ нейтральнаго слоя. Различныя точки прямыхъ gh даютъ величину давленія воздуха въ отдѣльныхъ частяхъ боковыхъ стѣнъ. На разстояніи h m отъ нейтральнаго слоя это давленіе равно:

Черт. 3.



$$1{,}293\,h\left(\frac{1}{1+\alpha t_0} - \frac{1}{1+\alpha t}\right) \text{ kg/qm}.$$

Вслѣдствіе указаннаго распредѣленія давленій происходитъ постоянный притокъ воздуха внутрь черезъ полъ и ниж-

---

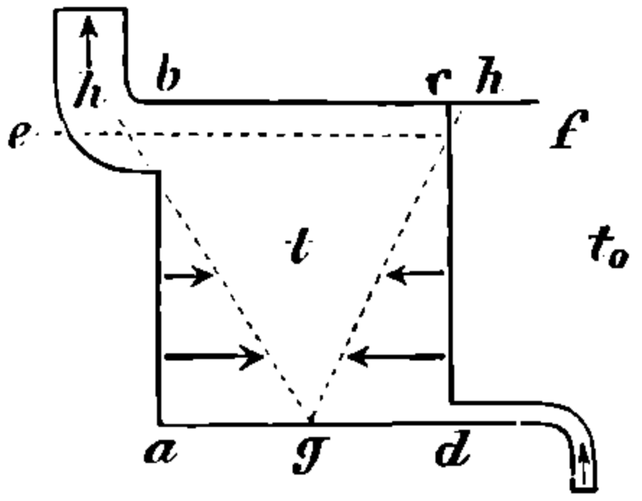
*) См. также Recknagel, Lüftung des Hauses, въ Handbuch der Hygiene Петтенкофера и Цимсена, и Rietschel, Leitfaden, 1902, стр. 22 и слѣд.

НТБ ДНУЖТ

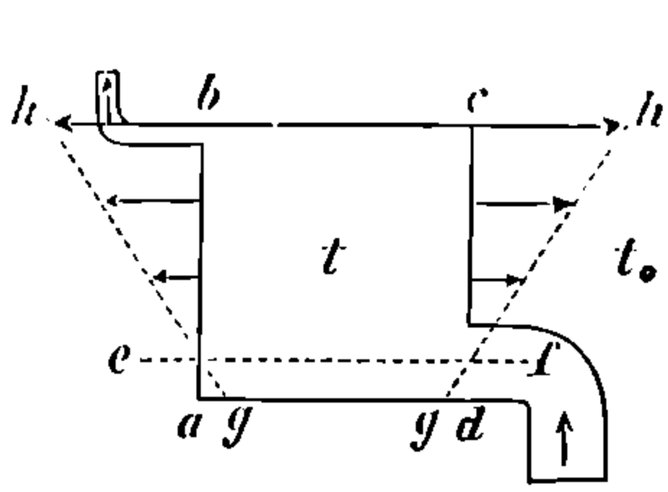
нія части стѣнъ и выходъ воздуха наружу черезъ потолокъ и верхнія части стѣнъ. При $t < t_0$ имѣетъ мѣсто обратное явленіе.

Выбирая надлежащимъ образомъ расположеніе приводныхъ и отводныхъ для воздуха каналовъ, можно достичь болѣе высокаго и болѣе низкаго расположенія нейтральнаго слоя, такъ что во всемъ помѣщеніи будетъ либо избыточное, либо уменьшенное давленіе (черт. 4 и 5).

Черт. 4.



Черт. 5.



Избыточное давленіе должно быть примѣняемо для театровъ, школъ, церквей и во всѣхъ помѣщеніяхъ, гдѣ работа производится близъ оконъ. Уменьшенное давленіе берется для отхожихъ мѣстъ, кухонь и всѣхъ помѣщеній, гдѣ происходитъ зловоніе.

2. Подведеніе чистаго воздуха.

1. **Мѣсто, гдѣ берется воздухъ,** опредѣляется по мѣстнымъ условіямъ. Для устраненія вліянія погоды необходимо имѣть два мѣста для входа воздуха, которыя располагаются по двумъ взаимнопротивоположнымъ направленіямъ. Мѣсто для входа свѣжаго воздуха должно быть закрыто рѣшеткой, съ тѣмъ, чтобы въ каналъ не попадали животныя, листья и т. д., и должно быть защищено отъ дѣйствія дождя, снѣга и вѣтра. Полезно дѣлать одно общее мѣсто входа воздуха для нѣсколькихъ помѣщеній.

2. **Очистка воздуха.** Камеры для осажденія пыли изъ воздуха должны быть достаточно велики для того, чтобы скорость воздуха въ нихъ была, по возможности, малою; подобныя камеры полезно устраивать во всѣхъ случаяхъ.— Фильтры. Ткань, шерстяная или бумажная, выгодна только при вентиляціи съ помощью вентиляторовъ. По опытамъ Ритшеля, въ часто употребляемыхъ фильтрахъ Меллера потеря давленія увеличивается приблизительно пропорціонально количеству фильтруемаго воздуха. Потеря давленія въ фильтрахъ Меллера (въ m воздушнаго столба):

$$h' = \frac{m\,L}{F},$$

НТБ ДНУЖТ

гдѣ F общая фильтрующая поверхность въ qm, L количество воздуха въ cbm/чс, $m = 0{,}024$ до $0{,}030$. Для сукна $m = 0{,}0015$.

Приспособленія для промыванія воздуха слѣдуетъ примѣнять съ осторожностью, съ тѣмъ, чтобы воздухъ не былъ слишкомъ сырымъ. Для этой цѣли употребляютъ воду не теплую и воздухъ послѣ промывки подвергаютъ высушиванію (стр. 129).

3. **Средства для движенія воздуха.** Нагрѣваніе воздуха всего лучше производить въ общихъ нагрѣвательныхъ камерахъ. Камеры эти должны быть просторны, удобны для надзора, очистки, не должны пропускать грунтовой воды или воздуха и должны быть изъ прочнаго матеріала. Кладка съ расшивкой швовъ, не штукатурится.

Вѣтеръ рѣдко примѣняется для движенія воздуха, такъ какъ съ измѣненіемъ силы вѣтра мѣняется и дѣйствіе вентиляціи. Силою вѣтра съ удобствомъ пользуются для вентиляціи помѣщеній, находящихся въ движеніи (напр. вагоны, пароходы), и въ тѣхъ случаяхъ, когда нѣтъ необходимости въ правильномъ и безпрерывномъ обмѣнѣ воздуха (напр. въ мастерскихъ).

Вентиляторы (см. выше, стр. 139).

4. **Увлажненіе воздуха.** Послѣ подогрѣванія воздуха ему придается нѣкоторая влажность; послѣднее достигается въ подогрѣвательной камерѣ или за нею. Если L количество воздуха, подлежащее обмѣну въ данномъ помѣщеніи, въ cbm/чс, t температура воздуха въ комнатѣ (на высотѣ роста), t_0 самая низкая температура наружнаго воздуха, w' и w_0' количество воды въ kg, которое можетъ вообще содержать 1 cbm воздуха температурой t и, соотв., t_0, p и p_0 процентъ насыщенія внутренняго и, соотв., наружнаго воздуха, тогда количество воды A въ kg, которое должно быть примѣшано въ 1 часъ въ видѣ пара къ воздуху, опредѣляется изъ:

$$A = \frac{L}{100}\left(p\,w' - p_0\,w_0'\,\frac{1+\alpha\,t_0}{1+\alpha\,t}\right).$$

Обыкновенно принимаютъ $p = 50$ и $p_0 = 80$; w' и w_0' см. ч. I, стр. 309.

Имѣется много приспособленій для увлажненія воздуха: наиболѣе употребительное — распыливающіе аппараты, кастрюли съ испаряющеюся водой.

5. **Входъ воздуха въ помѣщенія** обыкновенно устраивается подъ потолкомъ и, во всякомъ случаѣ, на значительной высотѣ отъ пола. Скорость входящаго воздуха должна быть по возможности велика (при вентиляторахъ около 2,5 m/sk); если же вблизи отверстія для входа воздуха находятся люди, то скорость эта не должна превосходить 0,3 m/sk. Направленіе движенія входящаго воздуха должно быть параллельно наибольшему горизонтальному размѣру вентилируемаго помѣщенія.

НТБ ДНУЖТ

3. Отведеніе испорченнаго воздуха.

Надъ поломъ и подъ потолкомъ, а въ большихъ помѣщеніяхъ также на половинѣ высоты, располагаются отводныя отверстія, закрывающіяся клапанами. Каналы восходящіе или нисходящіе; въ первомъ случаѣ кончаются подъ или надъ крышей. Если они оканчиваются подъ крышей, то тамъ же соединяются въ общіе сборные горизонтальные каналы, которые при помощи особыхъ вытяжныхъ шахтъ имѣютъ сообщеніе съ наружнымъ воздухомъ. Если каналы нисходящіе, то надъ крышей также устраиваются сборные горизонтальные каналы съ общей вытяжной шахтой. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ въ шахтѣ должно быть устроено особое приспособленіе для нагрѣванія воздуха или установленъ вентиляторъ.

Отводные каналы, выходящіе надъ крышей, снабжаются вверху особыми высасывающими приборами (дефлекторами), которыми утилизируется сила вѣтра для высасыванія воздуха изъ каналовъ и которыми достигается прикрытіе канала для предохраненія отъ дождя и снѣга.

II. ОТОПЛЕНІЕ*).

A. Общія данныя.

a. Потеря тепла въ часъ для закрытыхъ помѣщеній.

При установившемся состояніи потеря теплоты W въ часъ черезъ стѣны, окна, двери, полы, потолки, верхній свѣтъ равна: $W = kF(t - t_1)$ ET,

гдѣ k коэффиціентъ прохожденія тепла, т.-е. количество тепла, передаваемое въ 1 часъ однимъ квадратнымъ метромъ поверхности при одномъ градусѣ разницы температуръ (въ ET), F охлаждаемая поверхность въ qm, а t и t_1 температуры воздуха по обѣ стороны охлаждаемой поверхности.

Коэффиціенты прохожденія теплоты k при безпрерывномъ отопленіи:

Сплошная кирпичная кладка.

Толщина въ m	0,12	0,25	0,38	0,51	0,64	0,77	0,90	1,03	1,16
$k =$	2,40	1,70	1,30	1,10	0,90	0,80	0,65	0,60	0,55

При облицовкѣ плитами величины k этой таблицы при той же толщинѣ стѣнъ слѣдуетъ увеличивать на 15%.

Сплошная кладка изъ песчаника (тесаный камень или бутъ).

Толщина въ m	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
$k =$	2,20	1,90	1,70	1,55	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95

При кладкѣ изъ известняка величины k увеличивается на 10%.

*) См. выноску на стр. 130.

НТБ ДНУЖТ

k для половъ, потолковъ, оконъ и т. д.

Балочн. накатъ со смазкой:		Массивные полы, уложенные на грунтѣ.	1,40 ET
для пола . .	0,35 ET	Одиночныя окна .	5,00 »
» потолка . . .	0,50 »	Двойныя окна . .	2,30 »
Своды съ массивными полами	1,00 »	Одиночный верхній свѣтъ	5,30 »
Своды съ деревяннымъ половымъ настиломъ:		Двойной верхній свѣтъ . .	2,40
какъ полъ . .	0,45 »	Двери . . .	2,00
какъ потолокъ . .	0,70 »	Тонкія оштукатуренныя перегородки толщин. 4 до 6 cm .	3,00 »
Деревянные полы, уложенные на нѣкоторомъ разстояніи отъ грунта	0,80 »	То же толщиною отъ 6 до 8 cm . .	2,40
То же на асфальтѣ .	1,00 »		

Въ случаѣ необходимости, величины W, опредѣленныя по приведеннымъ значеніямъ k, слѣдуетъ **увеличивать,** принимая во вниманіе вышину помѣщеній, расположеніе ихъ въ зданіи и относительно странъ свѣта, равнымъ образомъ способъ отопленія и возможные перерывы въ отопленіи. Рекомендуются слѣдующія **прибавки:**

для всѣхъ поверхностей, направленныхъ на O, NO, N и NW, 10% отъ приведенной величины потери тепла,

для всѣхъ поверхностей, особенно подверженныхъ удару вѣтра, 10% отъ приведенной величины потери тепла,

для теплоты, поглощаемой во время растопки охлажденными наружными стѣнами, смотря по тому, остается ли помѣщеніе неотапливаемымъ только въ теченіе ночи или болѣе продолжительное время:

$$\frac{0{,}0625\,(n-1)\,W}{z}, \quad \text{соотв.} \quad \frac{0{,}1\,(8+z)\,W}{z}$$

гдѣ:

n время отъ конца дневного пользованія помѣщеніемъ до начала растопки въ часахъ,

z время, необходимое для растопки, въ часахъ,

W общая потеря теплоты въ помѣщеніи въ часъ въ ET.

За наименьшую температуру наружнаго воздуха t_1 у насъ въ Россіи надо принимать — 30° R (— 37,5 C).

Для разсчета потерь теплоты цѣлесообразно принимать слѣдующія **наименьшія температуры** t_1 въ град. C:

Неотапливаемыя закрытыя помѣщенія, расположенныя между отапливаемыми	+ 5°
Неотапливаемыя или не ежедневно отапливаемыя, но закрытыя помѣщенія въ подвалахъ и другихъ этажахъ зданія прилегаютъ къ отапливаемымъ лишь съ одной стороны	± 0°
Неотапливаемыя помѣщенія, которыя часто омываются наружнымъ воздухомъ (крытые проѣзды, сѣни и т. д.)	— 5°

НТБ ДНУЖТ

Помѣщенія, расположенныя непосредственно подъ поверхностью кровли:

при металлической и аспидной кровлѣ	-10^0
» болѣе теплыхъ кровляхъ: черепица, толь и т. д.	-5^0

За цѣлесообразную температуру t отапливаемыхъ помѣщеній на высотѣ 1,5 m отъ пола слѣдуетъ принимать:

Для больничныхъ палатъ . . .	22^0
» торговыхъ и жилыхъ помѣщеній	20^0
» залъ и аудиторій, а также для тюремъ	18^0
» коридоровъ, сѣней, лѣстницъ, галлерей, выставочныхъ помѣщеній въ зависимости отъ утилизаціи и числа лицъ	$10-18^0$
» церквей	$10-12^0$
» спаленъ . .	15^0
» оранжерей.	25^0
» теплицъ . .	15^0
» помѣщеній для теплыхъ ваннъ .	22^0

Въ отапливаемыхъ помѣщеніяхъ температура у пола нѣсколько ниже, а у потолка нѣсколько выше, чѣмъ t на высотѣ роста. Въ помѣщеніяхъ ниже 3 m этой разницей можно пренебрегать. При высотѣ помѣщенія болѣе 3 m, а именно—на высотѣ h, считая отъ пола (при наружной температурѣ до 10^0), температура въ среднемъ:

$$t' = t + 0{,}1\,t\,(h-3);\ \text{однако maximum}\ t' = 1{,}5\,t.$$

Въ особыхъ случаяхъ задаются надлежащимъ t'. Рекомендуется въ общее уравненіе для W (стр. 143) вводить для дверей и половъ температуру t на высотѣ роста, а для стѣнъ и оконъ, напротивъ, температуру среднюю между температурами пола и потолка (какъ среднюю температуру помѣщенія).

Для **большихъ помѣщеній, посѣщаемыхъ рѣдко и на короткое время** (церкви, залы и т. п.), при равномѣрно распредѣленной по площади пола поверхности нагрѣва, необходимое количество теплоты въ ET по Ритшелю:

$$W = \frac{k\,F\,(t-t_0)}{2} + F_1\left(23 + \frac{5\,(t-t_1)}{z}\right),$$

гдѣ F площадь оконъ и F_1 площадь всѣхъ стѣнъ, потолка, пола, колоннъ и т. д. въ qm,

k коэффиціентъ прохожденія теплоты для стекла (для обыкновеннаго стекла $k=5$),

t требуемая внутри температура на высотѣ роста,

t_0 самая низкая наружная температура ($t_1 = -30^0$),

t_1 начальная температура при растопкѣ ($t_1 \backsim 0^0$),

z продолжительность растопки въ часахъ (для церквей $z=5$ до 6 часовъ).

Для воздушнаго отопленія (входъ воздуха непосредственно надъ поломъ) принимаютъ

$$W = \frac{k\,F\,(t-t_0)}{2} + F_1\left(40 + \frac{10\,(t-t_1)}{z}\right);$$

при высотѣ помѣщенія > 12 m, на каждый слѣдующій метръ высоты величину W увеличиваютъ на 5%.

НТБ ДНУЖТ

b. Вычисленіе поверхностей нагрѣва.

Для опредѣленія поверхностей нагрѣва, отдающихъ или принимающихъ теплоту, служитъ общее уравненіе для передачи теплоты (стр. 114)

$$W = k F (t - t_0) \text{ въ ET.}$$

Въ большинствѣ случаевъ безполезно опредѣлять вычисленіемъ величину k коэффиціента прохожденія теплоты. Обыкновенно довольствуются опытными значеніями для k.

По опытамъ Ритшеля *), необходимо по отношенію къ величинѣ k замѣтить слѣдующее: если жидкостью воспринимающею тепло служитъ воздухъ, скорость котораго равна естественной скорости его движенія снизу вверхъ внутри отапливаемаго помѣщенія; если, кромѣ того, черезъ t_z обозначимъ скорость притекающаго въ помѣщеніе воздуха и черезъ t_m среднюю температуру жидкости, отдающей теплоту, то будемъ имѣть

$$W = k F (t_m - t_z).$$

Здѣсь k зависитъ главнымъ образомъ отъ разности температуръ $(t_m - t_z)$.

1. Передача теплоты отъ воды или пара воздуху.

Таблица коэффиціента прохожденія k.

Родъ поверхности нагрѣва	Для воды $t_m - t_z =$			Для пара
	40^0	60^0	80^0 и болѣе	—
A. Сварочное желѣзо:				
Обыкновенныя трубы нар. діам. до 60 mm (и трубы Перкинса) .	9,5	10,5	11,5	12,5
Тѣ же трубы нар. діам. 150 mm .	9	9,5	9,5	11,5
Трубчатые змѣевики при трубахъ нар. діам. до 33 mm	10	11	11,5	12,5
Трубчатые змѣевики при трубахъ нар. діам. болѣе 33 mm. . .	8	9	9	11
Батареи въ одинъ рядъ трубъ. .	8	9	9,5	11,5
» » два ряда » .	6	7	7	9
Плоскіе нагрѣвательные приборы.	8	9	9,5	12
B. Чугунъ.				
Радіаторы.	6,5	7	7,5	9
Ребристые нагрѣвательные элементы. .	3,5	4	4	4,5

*) Ст. Rietschel, Leitfaden I, стр. 167 до 185, и II, стр. 28 до 34.

НТБ ДНУЖТ

При увеличеніи скорости воздуха значительно увеличивается передача тепла. При вышеуказанныхъ опытахъ Ритшеля воздухъ вдувался нормально къ вертикально расположенному ряду трубъ; полученная величина k въ зависимости отъ скорости воздуха приведена въ нижеслѣдующей таблицѣ:

Наибольшая скорость воспринимающаго теплоту воздуха (въ наиболѣе тѣсномъ мѣстѣ между трубами) . m/sk	1	2	3	4	5	10	15	20
k.	13,5	22	28	33	37	53	64	72

причемъ $W = k F (t_m - t)$ и t средняя температура воздуха (до и послѣ его нагрѣванія).

Ребристые нагрѣвательные приборы изъ архитектурныхъ соображеній снабжаются кожухами (продырявленными); верхняя крышка кожуха должна имѣть достаточную свободную площадь отверстій. Уменьшеніе передачи тепла нагрѣвательнымъ приборомъ отъ дѣйствія подобнаго кожуха составляетъ 5%, въ иныхъ случаяхъ доходитъ до 25%.

2. Передача тепла отъ воздуха или дымовыхъ газовъ воздуху или дымовымъ газамъ. Здѣсь также t означаетъ среднюю температуру воздуха воспринимающаго теплоту, а t_m ту же температуру воздуха отдающаго теплоту; тогда имѣемъ $W = k F (t_m - t)$. Пусть, далѣе, воздухъ воспринимающій теплоту имѣетъ скорость, обусловленную лишь естественнымъ его движеніемъ снизу вверхъ.

Таблица коэффиціента прохожденія k.

Скорость воздуха отдающаго теплоту въ m/sk	$t_m - t =$ 10°	20°	30°	60° и болѣе
0,5	0,8	1,2	1,4	1,8
1	1,5	2,0	2,4	2,8
2	2,4	3,1	3,5	3,9
4	3,4	4,1	4,5	4,9
6	4,0	4,7	5,0	5,5
8	4,3	5,0	5,4	5,8
10	4,5	5,3	5,7	6,0

3. Важны также случаи передачи теплоты отъ пара или воды черезъ металлъ водѣ. Для перваго случая въ формулѣ $W = k F (t_m - t)$ для k принимаютъ 1000 до 1200, если имѣетъ мѣсто хорошее удаленіе воздуха и хорошее отведеніе конденсаціонной воды; для второго случая (отъ воды) принимаютъ $k = 200$ до 400.

4. Предохраненіе отъ передачи тепла. Покрытіе трубъ нижеуказанными изолирующими составами слоемъ въ 25 mm

НТБ ДНУЖТ

даетъ сбереженіе (въ ET) противъ передачи теплоты гладкою непокрытою трубою:

1. Соломенный жгутъ съ глиной. . 40%	5. Пробковые полуцилиндры . 70%
2. Асбестъ . 45%	6. Шелкъ . 80%
3. Кизелгуръ . . . 65%	7. Войлокъ . 85%
4. Камни изъ искусств. туффа . 70%	

При всѣхъ матеріалахъ необходимо прекратить доступъ воздуха къ поверхности трубы, для чего труба обматывается хлопчатобумажною тканью, погруженною въ декстринъ, или покрывается масляною краскою. Фланцы предохраняются отъ передачи тепла съемными кожухами. Въ случаѣ примѣненія войлока, послѣдній предохраняется отъ проникновенія въ него насѣкомыхъ. Пробка, шелкъ и войлокъ при высокихъ температурахъ сгораютъ.

Нижеслѣдующіе способы изоляціи оказались на практикѣ наиболѣе долговѣчными:

Для температуръ до 100°: войлокъ или шелкъ,
» » » 120°: тоже, но съ покрытіемъ трубы слоемъ кизелгура толщиною 10 mm,
150°: тоже, но съ покрытіемъ трубы слоемъ кизелгура толщиною 20 mm,
» 200°: тоже, но въ соединеніи съ двойнымъ слоемъ воздуха,
болѣе 200°: полуцилиндры изъ діатомита завода Grünzweig & Hartmann, Людвигсгафенъ, и поверхъ этого войлокъ.

B. Системы отопленія.

a. Мѣстное отопленіе.

1. Камины.

Употребляются больше, какъ роскошь, чѣмъ приборъ для правильнаго нагрѣванія воздуха. Передача теплоты весьма неравномѣрная и степень полезнаго дѣйствія мала.

2. Печное отопленіе.

Необходимо различать: 1) печи для скораго нагрѣва, но не удерживающія тепла, 2) печи для скораго нагрѣва и удерживающія тепло, 3) печи для медленнаго нагрѣва, удерживающія тепло, 4) газовыя печи, 5) печи для одновременнаго отопленія и вентиляціи помѣщенія.

НТБ ДНУЖТ

Для отопленія помѣщеній, въ которыхъ должны находиться люди болѣе или менѣе продолжительное время, слѣдуетъ примѣнять только такія печи, которыя при правильной топкѣ не даютъ слишкомъ сильно нагрѣвающихся поверхностей и всѣ части которыхъ легко могутъ быть очищаемы снаружи отъ пыли, а изнутри отъ сажи.

Для того, чтобы по возможности удерживать лучистую теплоту, печи снабжаются кожухами; въ случаѣ, если свѣжій воздухъ проходитъ въ промежуткѣ между печью и кожухомъ, то послѣднимъ пользуются для вентиляціи. Вентиляція достигается также особыми воздушными каналами.

Болѣе равномѣрный нагрѣвъ и уменьшеніе количества прислуги (для ухода за печами) достигается регулирующими печами. Количество накопляемой теплоты въ желѣзныхъ печахъ мало; для увеличенія этого количества въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется продолжительная и равномѣрная температура съ регулированіемъ послѣдней (жилыя помѣщенія, школы, больницы и друг.), примѣняются печи съ насыпкой сразу сравнительно большого количества топлива, которое, постепенно спускаясь въ топку, медленно сгораетъ. Изъ этихъ типовъ заслуживаютъ предпочтенія лишь тѣ, у которыхъ топливо передъ сгораніемъ подогрѣвается, и передача теплоты происходитъ главнымъ образомъ нижнею частью печи.

По наружному виду желѣзныя печи весьма разнообразны. Рѣшетокъ и орнаментовъ, въ которыхъ легко садится пыль, слѣдуетъ избѣгать. Если требуется накопленіе теплоты въ матеріалѣ печи (помѣщенія, въ которыхъ находится лишь незначительное число людей), то вмѣсто желѣза примѣняютъ глину, огнеупорный кирпичъ, фарфоръ и т. д. Въ единичныхъ случаяхъ употребляютъ для накопленія теплоты и воду. Для помѣщеній, которыми пользуются лишь временно, полезно примѣнять газовыя печи, легко поддающіяся регулированію, но которыя дороги въ эксплоатаціи при постоянномъ дѣйствіи.

Разсчетъ печей. Для желѣзныхъ печей съ гладкими стѣнками, при прерывающейся топкѣ, принимаютъ передачу теплоты въ часъ съ 1 qm поверхности нагрѣва около 2500 ET. Тѣ же печи при непрерывной топкѣ даютъ на 1 qm отъ 1500 до 2000 ET. Отношеніе передачи тепла поверхностями нагрѣва гладкой и ребристой печи равно, при одинаковой основной поверхности, 1 1,25. — Для кахельныхъ печей передача теплоты съ 1 qm печи около 500 до 600 ET въ часъ. — Въ газовыхъ печахъ 1 cbm газа даетъ 3000 до 5000 ET въ зависимости отъ состава газа.

3. Отопленіе посредствомъ каналовъ.

Подъ этимъ подразумѣвается горизонтальный или наклонный каналъ, каменный или чугунный, расположенный въ

НТБ ДНУЖТ

нагрѣваемомъ помѣщеніи; продукты горѣнія проходятъ по этому каналу. Примѣняется въ церквахъ и оранжереяхъ.

4. Дымовыя трубы (домовыя)*).

Дымовыя трубы на всемъ протяженіи должны быть огнеупорными; онѣ должны имѣть хорошій фундаментъ или выведены на огнеупорныхъ частяхъ зданія. Направленіе трубы можетъ отклоняться отъ вертикальнаго только въ томъ случаѣ, если труба со всѣхъ сторонъ окружена массивными стѣнами или поддерживается каменными сводами или желѣзными балками. Всѣ трубы слѣдуетъ устраивать такъ, чтобы въ нихъ можно было подниматься на всемъ ихъ протяженіи или чтобы ихъ можно было чистить снаружи во всѣхъ частяхъ. Толщина стѣнокъ трубъ должна быть не менѣе 0,12 m, а у границъ сосѣднихъ построекъ не менѣе 0,25 m. Для трубъ центральнаго отопленія можетъ потребоваться толщина стѣнокъ до 0,51 m.

Если толщина стѣнокъ менѣе 0,25 m, то наружная сторона трубъ должна отстоять отъ балокъ и другихъ деревянныхъ частей, по крайней мѣрѣ, на 0,065 m. Разстояніе деревянныхъ частей крыши отъ стѣнокъ дымовыхъ трубъ толщиною 0,12 m безъ изоляціи должно быть не менѣе 0,10 m.

Изразцовыя печи могутъ быть расположены близъ какихъ угодно стѣнъ; желѣзныя печи должны быть удалены отъ обшитыхъ деревянныхъ частей не менѣе, чѣмъ на 40 cm, отъ необшитыхъ не менѣе, чѣмъ на 80 cm. Въ предѣлахъ одного и того же этажа зданія дымъ слѣдуетъ отводить по плотнымъ, несгораемымъ трубамъ въ общую дымовую трубу сбоку; желѣзныя печи не должны быть присоединяемы къ изразцовымъ. Только въ видѣ исключенія, при небольшихъ постройкахъ, можно отводить дымъ непосредственно наружу. Дымоходы должны быть не ближе 40 cm отъ обшитыхъ и не ближе 80 cm отъ необшитыхъ деревянныхъ частей.

Въ брандмауерахъ не должно быть дымовыхъ ходовъ; по брандмауеръ толщиною въ 1 кирпичъ можетъ служить стѣнкой трубы.

Размѣръ въ свѣту трубъ для русскихъ печей 13×13 cm до 21×21 cm.

Сѣченіе трубы постоянное, прямоугольной или круглой формы, должно имѣть не менѣе 250 qcm и возвышаться надъ конькомъ крыши не менѣе 30 cm. Діаметръ въ свѣту трубъ, въ которыя можно пролѣзать, не менѣе 42×47 cm; при этихъ размѣрахъ еще не требуется задѣлывать въ кладку желѣзныхъ скобъ; послѣднія при бо́льшемъ діаметрѣ трубъ

*) См. C. Baltz, Preussisches Baurecht; Берлинъ, 1897, J. J. Heine.

НТБ ДНУЖТ

обязательны. Для каждой кухонной плиты требуется отдѣльная дымовая труба сѣченіемъ не менѣе 250 qcm, если эта плита не присоединена къ дымовой трубѣ 42 · 47. Къ дымовой трубѣ 42 47 можно присоединять произвольное число комнатныхъ печей и кухонныхъ плитъ.

Въ чердачномъ помѣщеніи дымовыя трубы должны по возможности быть соединены въ одно общее сооруженіе, ибо отдѣльныя свободно-стоящія трубы, въ случаѣ пожара въ чердачномъ помѣщеніи, легко разваливаются.

Къ дымовой трубѣ сѣченіемъ въ 250 qcm можно присоединять только 3 обыкновенныхъ комнатныхъ печи. На каждую слѣдующую печь слѣдуетъ увеличивать сѣченіе на 80 qcm.

Свободно-стоящія дымовыя трубы или нѣсколько расположенныхъ въ одинъ рядъ дымовыхъ трубъ, если онѣ возвышаются на 1,25 m надъ крышей, должны имѣть толщину стѣнокъ въ 1 кирпичъ или быть хорошо укрѣплены тягами; послѣднія необходимы во всѣхъ случаяхъ, когда труба возвышается надъ крышей болѣе, чѣмъ на 2,5 m. Свободная высота одиночныхъ свободно-стоящихъ трубъ, у которыхъ ширина кладки не болѣе 0,6 m, не должна безъ укрѣпленій превышать 3,8 m, а при расположеніи рядомъ 2 или нѣсколькихъ трубъ — 5 m.

Уклонъ дымовыхъ трубъ (борововъ) не долженъ быть болѣе 45° къ горизонту; образующіеся при отклоненіи углы закругляются дугой радіуса не менѣе 1 m. Дымовая труба можетъ имѣть заворотъ книзу по дугѣ, которая касательна къ двумъ даннымъ направленіямъ трубы.

Боковыя отверстія въ трубахъ для чистки. Каждая труба должна имѣть отверстія: внизу у ея начала, вверху въ чердачномъ помѣщеніи, а также въ мѣстахъ, гдѣ происходитъ измѣненіе направленія подъ угломъ меньше 60° къ горизонту. Отверстія эти должны имѣть надлежащіе размѣры и закрываться желѣзными дверцами; задвижки для этой цѣли не допускаются.

Дверцы никогда не слѣдуетъ располагать подъ лѣстницей; онѣ должны быть удалены не менѣе, какъ на 1 m, отъ деревянныхъ частей зданія. Передъ дверцами полъ выкладывается желѣзнымъ листомъ, причемъ листъ съ каждой стороны дверецъ выступаетъ на 0,6 m противъ края дверецъ; ширина листа 0,6 m.

По **У. П.** § 447. Дымоходы въ стѣнахъ выкладываются на глинѣ въ полкирпича или для круглыхъ трубъ діаметр. 5 вершк. лекальнымъ кирпичомъ; на обдѣлку лекальными кирпичами каждаго дыма требуется: печниковъ 0,7, кирпича клинчатаго 112 шт., глины и песку по 0,012 куб. с.

Для обдѣлки внутренности дымоходовъ обыкновеннымъ кирпичомъ въ четверку въ перевязь, причемъ внутренній діам. получается $4^1/_2$ вершка, требуется: печниковъ 0,45, кирпича 60 шт., глины и песку 0,007 куб. с.

На выведеніе въ деревянныхъ строеніяхъ дымовыхъ трубъ, основанныхъ на фундаментѣ, расходъ матеріала и рабочей силы опредѣляется по слѣдующей таблицѣ (стр. 152).

НТБ ДНУЖТ

Для 1 пог. саж.

Размѣры трубъ и перегородокъ.	Число дымоходовъ	Печники число	Глина и песокъ по куб. с.	Кирпичъ съ изломомъ шт.	Известков. растворъ на кладку трубы сверхъ крыши куб. с.
Толщина стѣнокъ трубъ 1/2 кирп. Толщина перегородокъ между дымоходами 1/2 кирп.	1	1,32	0,021	185	0,022
	2	2,20	0,036	323	0,039
	3	3,00	0,050	462	0,049
	4	3,86	0,060	600	0,072
Толщина стѣнокъ 3/4 кирп. Толщина перегородокъ 1/2 кирп.	1	1,72	0,031	277	0,033
	2	3,00	0,046	416	0,050
	3	4,20	0,061	554	0,066
	4	5,40	0,077	693	0,083
Толщина стѣнокъ 1 кирп. Толщина перегородокъ 1/2 кирп.	1	3,00	0,054	493	0,059
	2	4,10	0,078	708	0,085
	3	5,25	0,100	924	0,110
	4	6,23	0,130	1140	0,137

По **У. П.** § 452. Для устройства на готовомъ фундаментѣ кухоннаго очага длиною 2.5, шириною 1,3, вышиною 1,13 арш. (18 вершк.), прислоненнаго двумя сторонами къ стѣнамъ, обложеннаго съ двухъ другихъ сторонъ изразцами съ плитой и жаркимъ шкафомъ, требуется: печниковъ 7,3, изразцовъ 50, кирпича 400, а за исключеніемъ изразцовъ 351 шт., глины и песку по 0.052 куб. с., гвоздей брусковыхъ 6″ — 50 шт., проволоки печной 1,5 ф., желѣза полосового на скобу 1 пудъ. Печниковъ 7,3.

По **У. П.** § 454. Для кладки русской печи размѣрами $3 \times 2 \times 2^1/_4$ арш., прислоненной двумя сторонами къ каменнымъ стѣнамъ, а съ другихъ двухъ сторонъ, обложенныхъ изразцами [для другихъ размѣровъ русскихъ печей принимаютъ на 1 куб. арш. печи безъ исключенія пустотъ], требуется: изразцовъ бѣлыхъ, съ углами, 130 шт., кирпича 815 [70], кирпича подоваго 14 [8,5 на кв. арш. пода], глины и песку по 0,12 [0,009] куб. с., гвоздей брусковыхъ 6″ — 117 [8,7] шт., проволоки 3,5 [0,26] ф. Печниковъ 9.

b. Центральное отопленіе.

1. Водяное отопленіе.

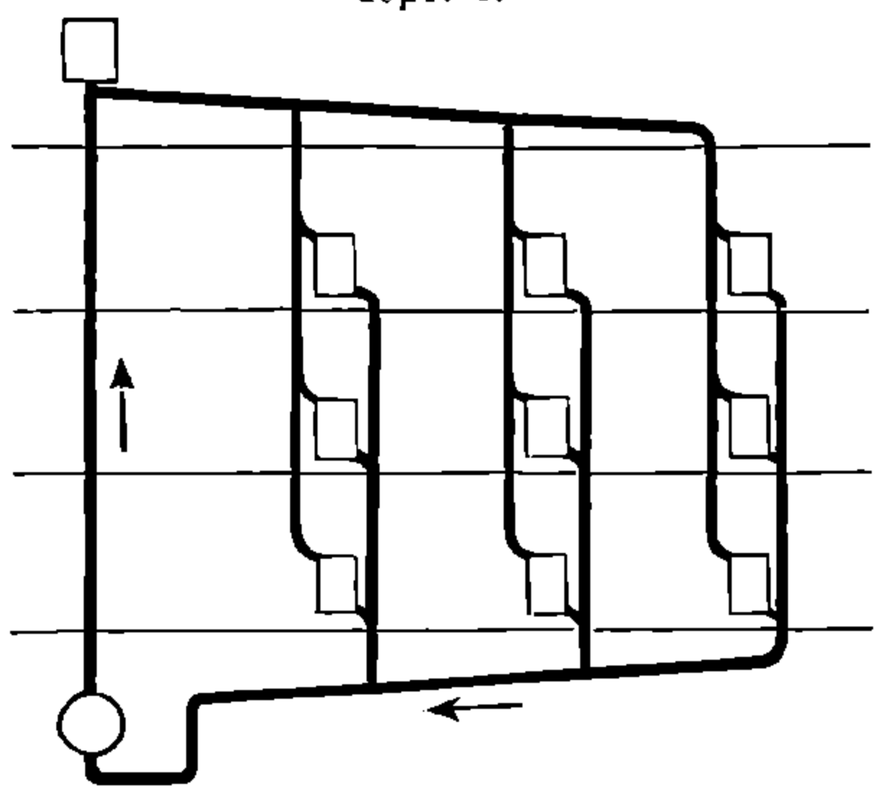
α. Отопленіе теплой водой.

Простѣйшее устройство. Безконечная труба, одна часть которой нагрѣвается въ огнѣ, другая идетъ къ трубопроводу и третья къ разводнымъ по зданію трубамъ для передачи теплоты водою, употребляется рѣдко. Обыкновенное устройство состоитъ изъ котла, трубопровода и нагрѣвательныхъ приборовъ особой формы. Если нагрѣтая вода при своемъ расширеніи можетъ свободно входить въ открытый сосудъ (расширитель), то такая система называется сист.: 1) **водяного отопленія низкаго давленія** (вода нагрѣвается до 100°).

НТБ ДНУЖТ

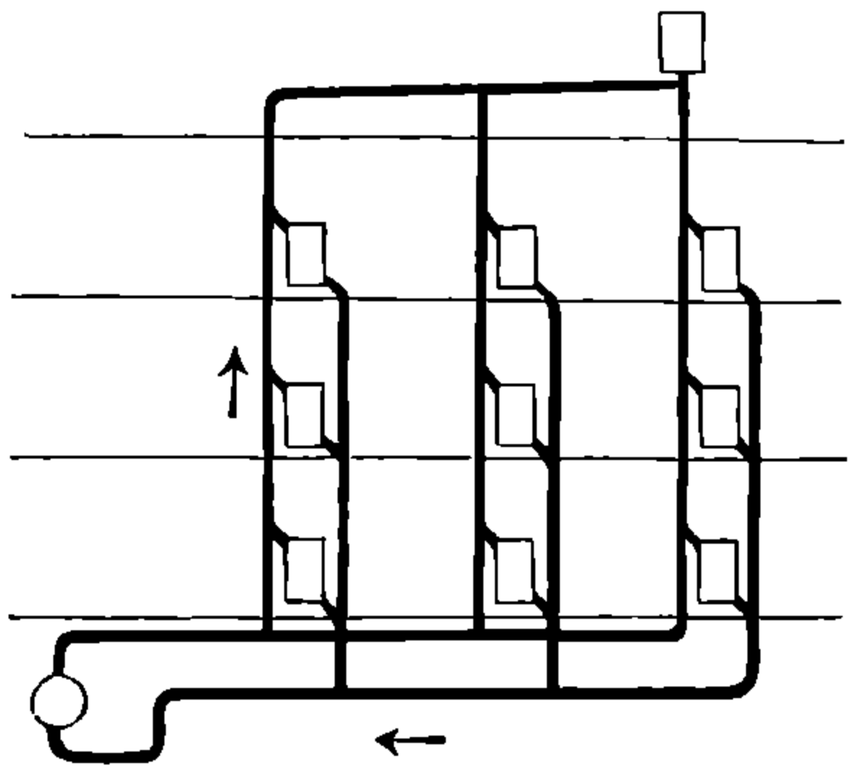
Если вода до поступленія въ расширитель должна еще поднять нагруженный клапанъ, то это—система: 2) **водяного отопленія средняго давленія** (вода нагрѣвается отъ 100 до 150°). При водяномъ отопленіи низкаго давленія (почти исключительно примѣняется) вода стоитъ надъ наивысшей точкой всей сѣти, гдѣ находится въ свободномъ сообщеніи съ атмосферой. При отопленіи средняго давленія сообщенія съ атмосферой нѣтъ. Обыкновенное устройство см. черт. 6 или 7. Притокъ воды къ нагрѣвательнымъ приборамъ, а слѣдов. и передача теплоты приборами, могутъ быть регулируемы особыми клапанами у каждаго прибора.

Черт. 6.



Котелъ. Для отопленія, дѣйствующаго съ перерывами, котламъ съ большимъ объемомъ воды (корниваллійскимъ) отдается предпочтеніе; для отопленія, дѣйствующаго безпрерывно, лучше котлы съ малымъ количествомъ воды, но съ автоматической насыпкой топлива. Въ среднемъ можно считать передачу тепла на 1 qm поверхности котла въ часъ 8000 ET, а для тѣхъ поверхностей котла, которыя непосредственно приходятъ въ соприкосновеніе съ огнемъ, до 10000 ET. При разсчетѣ размѣровъ котла для отопленія, дѣйствующаго съ перерывами, слѣдуетъ имѣть въ виду время, необходимое для достиженія установившагося состоянія, для чего слѣдуетъ принимать въ разсчетъ всю массу воды и желѣза во всей системѣ отопленія.

Черт. 7



Если:

W_1 общее количество тепла, требуемое въ помѣщеніяхъ до установившагося состоянія,

W_2 количество тепла, воспринимаемое 1 qm поверхности нагрѣва котла при температурѣ уходящихъ газовъ въ 300°,

НТБ ДНУЖТ

A содержаніе воды во всей системѣ въ kg,
B вѣсъ желѣза во всей системѣ въ kg,
z продолжительность растопки въ часахъ,
ϑ температура, до которой вся система охлаждается въ ночное время, около 25° до 30°,
t_m средняя температура нагрѣвающей воды при установившемся состояніи,

то поверхность нагрѣва котла опредѣлится по:

$$F = \frac{1{,}1 \left\{ W_1 + (A + 0{,}12\,B)\ (t_m - \vartheta) \right\}}{z\,W_2}.$$

Приборы отопленія. Матеріалъ: желѣзо и чугунъ; рѣдко — красная мѣдь. Приборамъ отопленія съ меньшимъ объемомъ содержащейся въ нихъ воды слѣдуетъ отдавать предпочтеніе передъ приборами съ бо́льшимъ объемомъ воды (болѣе быстрое нагрѣваніе и лучшее регулированіе передачи тепла). Низкіе приборы лучше высокихъ.

Относительно передачи тепла см. стр. 146.

Трубопроводъ. Матеріалъ: сварочное или литое желѣзо, также чугунъ, рѣже красная мѣдь. Соединеніе: на рѣзьбовыхъ муфтахъ или фланцахъ съ прокладкой резины (резина съ пеньковой прокладкой); для свободнаго расширенія отъ теплоты должны быть устроены компенсаторы. Трубопроводъ отъ самой низкой своей точки долженъ постепенно подниматься къ наивысшей точкѣ. Для удаленія воздуха изъ трубопровода и приборовъ отопленія, вмѣсто воздушныхъ кранов у каждой батареи, лучше употреблять воздушныя трубки, которыя идутъ отъ наивысшихъ точекъ трубопровода или нагрѣвательныхъ приборовъ и заканчиваются въ расширительномъ сосудѣ.

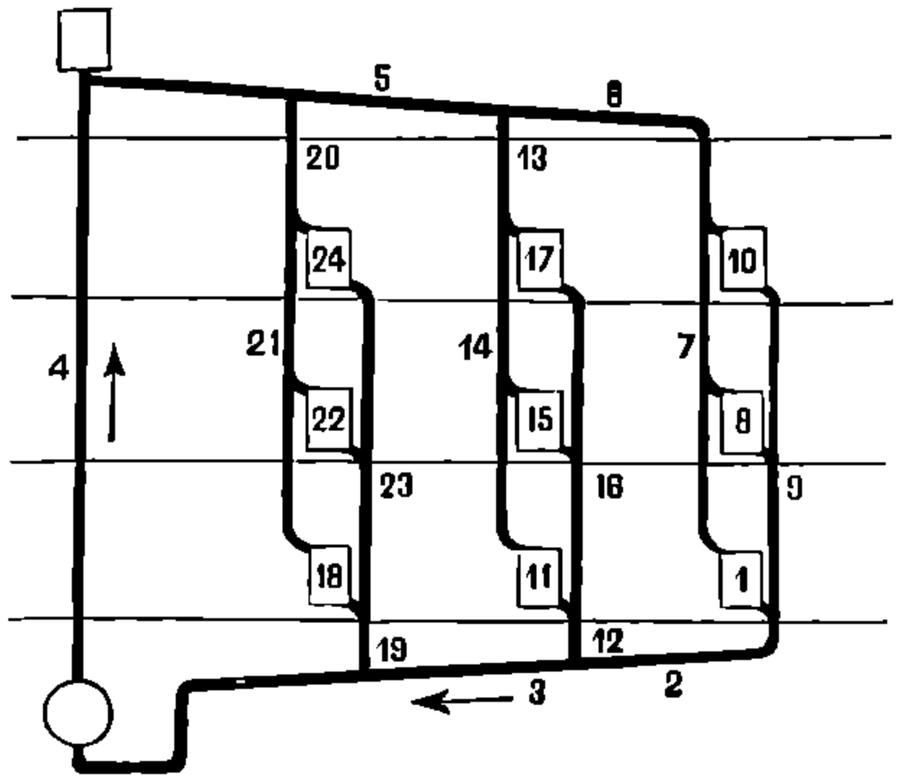
Разсчетъ трубопровода*). Назовемъ всѣ части трубопровода, которыя въ послѣдовательномъ порядкѣ должны передавать различное количество тепла или имѣютъ разные діаметры, участками, независимо отъ того, имѣется ли въ нихъ какой-нибудь нагрѣвательный приборъ, котелъ и т. п.; или нѣтъ. На схематическомъ черт. 8 они обозначены числами 1 до 24.

Пусть вода, выходящая изъ котла, поступаетъ во всѣ нагрѣвательные приборы съ одной и той же температурой t' и выходитъ изъ нихъ съ одинаковой температурой t'' (при хорошей изоляціи трубъ достигается достаточно точно); въ такомъ случаѣ каждый нагрѣвательный приборъ, въ зависимости его расположенія относительно средины котла, дастъ напоръ $a\,h_n$, если n номеръ участка, на которомъ онъ расположенъ, и h_n вертикальное разстояніе между срединами нагрѣвательнаго прибора и котла (см. черт. 8а). Коэффи-

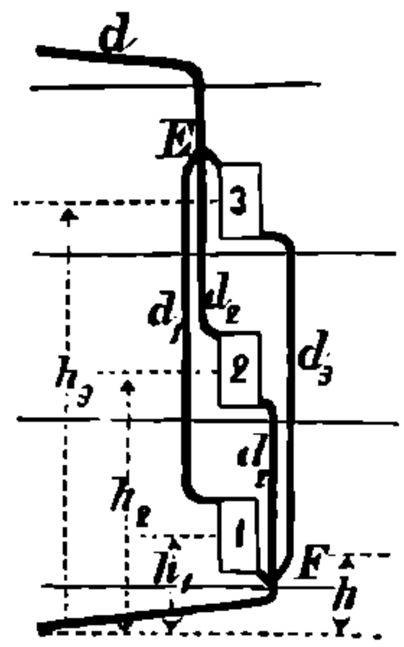
*) См. H. Rietschel, Leitfaden, 1902.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 8



Черт. 8а.



цієнтъ a принимается по инжеслѣдующей таблицѣ; для отопленія низкаго давленія обыкновенно $t' = 85^0$ и $t'' = 65^0$, для отопленія средняго давленія $t' = 130^0$ и $t'' = 80^0$.

Значенія величины a.

t'	t''	a	t'	t''	a	t'	t''	a
150^0	100^0	0,0446	90^0	70^0	0,0127	85^0	70^0	0,0094
140	90	0,0414	90	75	0,0097	80	60	0,0117
130	80	0,0385	85	60	0,0150	80	65	0,0090
90	60	0,0183	85	65	0,0123	75	60	0,0086
90	65	0,0156						

Черезъ котелъ и каждый нагрѣвательный приборъ устанавливается круговой токъ, который должна совершать горячая вода, чтобы попасть въ нагрѣвательный приборъ, а также и холодная вода, чтобы попасть въ котелъ. Каждый круговой токъ составляется изъ отдѣльныхъ участковъ.

Потеря напора на треніе и отъ вліянія кривыхъ, перемѣнныхъ сѣченій, клапановъ и т. п., для n-го участка, составляетъ (въ m):

$$r_n = \frac{v^2_n}{2g}\left(l_n \frac{\lambda_n}{d_n} + \Sigma\zeta_n \right). \qquad \text{I.}$$

(см. ч. I, стр. 252 и слѣд.), гдѣ:

n номеръ участка,
v скорость воды въ m/sk,
l длина участка въ m,
λ коэффиціентъ тренія (см. ч. I, стр. 258),
d діаметръ трубы на участкѣ въ свѣту въ m,
$\Sigma\zeta$ сумма коэффиціентовъ сопротивленія для участка (изъ отдѣльныхъ мѣстныхъ сопротивленій, отъ вліянія кривыхъ, измѣненія сѣченія, отъ клапановъ и т. д.), см. стр. 156,

НТБ ДНУЖТ

$g = 9{,}81$ m/sk² и $h = v^2 : 2\,g$ см. ч. I, стр. 184.

По Вейсбаху, слѣдуетъ принимать (см. ч. I, стр. 258):

$$\lambda = 0{,}014\,39 + \frac{0{,}009\,471\,1}{\sqrt{v}}.$$

Употребительные діаметры желѣзныхъ трубъ, встрѣчающихся въ продажѣ, приведены въ нижеслѣдующей таблицѣ; d діаметръ трубъ въ свѣту и d_1 наружный діаметръ трубы.

d m	d_1 m	d m	d_1 m	d m	d_1 m	d m	d_1 m	d m	d_1 m
0,010	0,018	0,045	0,055	0,088	0,095	0,124	0,133	0,178	0,188
0,013	0,021	0,051	0,061	0,094	0,102	0,130	0,140	0,191	0,201
0,019	0,027	0,063	0,070	0,100	0,108	0,136	0,146	0,202	0,212
0,025	0,033	0,069	0,076	0,106	0,114	0,143	0,153	0,215	0,225
0,032	0,041	0,075	0,082	0,111	0,120	0,155	0,165	0,226	0,236
0,038	0,047	0,082	0,089	0,118	0,127	0,169	0,179		

Значенія коэффиціента λ по Вейсбаху.

v	λ	v	λ	v	λ	v	λ
0,020	0,0814	0,170	0,0374	0,320	0,0311	0,470	0,0282
0,025	0,0743	0,175	0,0370	0,325	0,0310	0,475	0,0281
0,030	0,0691	0,180	0,0367	0,330	0,0309	0,480	0,0280
0,035	0,0650	0,185	0,0364	0,335	0,0308	0,485	0,0280
0,040	0,0618	0,190	0,0361	0,340	0,0306	0,490	0,0279
0,045	0,0590	0,195	0,0358	0,345	0,0305	0,495	0,0279
0,050	0,0568	0,200	0,0356	0,350	0,0304	0,500	0,0278
0,055	0,0548	0,205	0,0353	0,355	0,0303	0,600	0,0266
0,060	0,0531	0,210	0,0351	0,360	0,0302	0,700	0,0257
0,065	0,0515	0,215	0,0348	0,365	0,0301	0,800	0,0250
0,070	0,0502	0,220	0,0346	0,370	0,0300	0,900	0,0244
0,075	0,0490	0,225	0,0344	0,375	0,0299	1,000	0,0239
0,080	0,0479	0,230	0,0341	0,380	0,0298	1,250	0,0229
0,085	0,0469	0,235	0,0339	0,385	0,0297	1,500	0,0221
0,090	0,0460	0,240	0,0337	0,390	0,0296	1,750	0,0215
0,095	0,0451	0,245	0,0335	0,395	0,0295	2,000	0,0211
0,100	0,0443	0,250	0,0333	0,400	0,0294	2,500	0,0204
0,105	0,0436	0,255	0,0332	0,405	0,0293	3,000	0,0198
0,110	0,0430	0,260	0,0330	0,410	0,0292	4,000	0,0191
0,115	0,0423	0,265	0,0328	0,415	0,0291	5,000	0,0187
0,120	0,0417	0,270	0,0326	0,420	0,0290	6,000	0,0183
0,125	0,0412	0,275	0,0325	0,425	0,0289	7,000	0,0180
0,130	0,0407	0,280	0,0323	0,430	0,0288	8,000	0,0178
0,135	0,0401	0,285	0,0321	0,435	0,0288	9,000	0,0176
0,140	0,0397	0,290	0,0320	0,440	0,0287	10,00	0,0174
0,145	0,0393	0,295	0,0318	0,445	0,0286	12,00	0,0171
0,150	0,0388	0,300	0,0317	0,450	0,0285	14,00	0,0169
0,155	0,0385	0,305	0,0315	0,455	0,0284	16,00	0,0168
0,160	0,0381	0,310	0,0314	0,460	0,0284	18,00	0,0166
0,165	0,0377	0,315	0,0313	0,465	0,0283	20,00	0,0165

НТБ ДНУЖТ

Союзъ германскихъ заводчиковъ для центральныхъ отопленій примѣняетъ съ нѣкотораго времени особенно прочныя испытанныя трубы слѣдующихъ размѣровъ:

d mm	d_1 mm	d mm	d_1 mm	d mm	d_1 mm	d mm	d_1 mm	d mm	d_1 mm
$11^1/_4$	$16^1/_2$	$39^1/_2$	48	70	76	119	127	192	203
$14^1/_2$	$20^1/_2$	$43^1/_4$	52	$76^1/_2$	83	131	140	216	229
20	$26^1/_2$	$49^1/_2$	59	$82^1/_2$	89	143	152	241	254
$25^1/_2$	33	$57^1/_2$	$63^1/_2$	$94^1/_2$	102	156	165	264	279
34	42	64	70	$106^1/_2$	114	169	178	290	305

Далѣе слѣдуетъ принимать: для прямоугольнаго колѣна $\zeta = 1$; для закругленнаго колѣна $\zeta = 0{,}3$ до $0{,}5$; для отвода $0{,}5$ до $0{,}8$; при быстромъ и значительномъ увеличеніи сѣченія (котелъ, нагрѣвательный приборъ) $\zeta = 1$, для открытыхъ вентилей $\zeta = 0{,}5$ до 1, для открытыхъ крановъ и задвижекъ $\zeta = 0{,}1$ до $0{,}3$, для отвода, радіусъ котораго больше пяти діаметровъ трубы, $\zeta = 0$.

Высота напора, производимаго находящимся въ круговой цѣпи нагрѣвательнымъ приборомъ, должна быть равна суммѣ потерь напора въ отдѣльныхъ участкахъ, составляющихъ эту круговую цѣпь. Поэтому для нагрѣв. прибора № 1 должно имѣть мѣсто уравненіе (см. черт. 8).

$$a h_1 = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 \,. \qquad \text{II.}$$

Всѣ величины r заключаютъ въ себѣ соотвѣтствующія d и v, какъ неизвѣстныя, такъ что имѣется всего 14 неизвѣстныхъ. Для каждаго участка существуетъ, кромѣ того, уравненіе:

$$v_n = \frac{W_n}{10000\, C d^2 (t' - t'')} \cdot \frac{1}{}, \qquad \text{III,}$$

гдѣ для низкаго давленія $C = 276$ и для средняго давленія $C = 267$; W_n обозначаетъ количество тепла ET/чс, которое должно быть передаваемо n-мъ участкомъ. Такимъ образомъ получается 8 уравненій съ 14 неизвѣстными, почему 6 неизвѣстныхъ должны быть выбраны. Величины t' и t'' устанавливаются выборомъ a. Рекомендуется выбирать діаметры 2 до 7, по вышеприведеннымъ торговымъ размѣрамъ. При этомъ исходятъ изъ того, что наиболѣе цѣлесообразная скорость въ главномъ трубопроводѣ принимается 80 mm/sk съ увеличеніемъ ея по направленію къ котлу до 150 mm/sk.

Затѣмъ слѣдуетъ вычислять соотвѣтствующія точныя скорости по уравн. III и по уравненію I значенія величинъ r.

На основаніи извѣстныхъ величинъ получаемъ:

$$r_1 = \frac{v_1^2}{2g}\left(l_1 \frac{\lambda_1}{d_1} + \Sigma \zeta_1 \right) = a h_1 \quad r_2 - r_3 - r_4 - r_5 \qquad \text{IV.}$$

НТБ ДНУЖТ

$$v_1 = \frac{W_1}{10000} \frac{1}{C d_1^2 (t' - t'')}, \qquad \text{V},$$

т.-е. два уравненія съ обоими неизвѣстными d_1 и v_1; эти уравненія лучше всего рѣшаются посредствомъ повторительныхъ пробныхъ подстановокъ.

Подобнымъ же образомъ изслѣдуются и остальныя круговыя цѣпи; при этомъ діаметры трубъ, вычисленные для предъидущихъ круговыхъ цѣпей, вводятся уже съ опредѣленными для нихъ величинами.

Примѣчаніе. Вышеприведенный точный разсчетъ требуетъ длинныхъ и затруднительныхъ вычисленій, которыя, однако, значительно сокращаются посредствомъ таблицъ, имѣющихся въ упомянутомъ въ выноскѣ стр. 154 сочиненіи Rietschel'я. Для обыкновенныхъ устройствъ въ этомъ сочиненіи приведены эмпирическія таблицы для многихъ и разнообразныхъ случаевъ, такъ что точный разсчетъ является излишнимъ.

Расширительный бакъ. Этотъ бакъ соединяется съ наивысшей точкой сѣти и снабжается трубой для спуска излишней воды, а также запирающейся сигнальной трубой; послѣдняя оканчивается въ котельномъ помѣщеніи. Вся система должна быть всегда наполнена до конца этой трубы въ расширительномъ бакѣ. При отопленіи средняго давленія нагруженный расширительный клапанъ помѣщается также въ бакѣ, какъ конечной точкѣ трубопровода. Объемъ бака въ литрахъ долженъ быть: $V = 0{,}1\ J$, если J объемъ воды во всей системѣ въ литрахъ.

β. Отопленіе горячей водой (Перкинса).

Безконечная труба, вездѣ одинаковаго сѣченія, діаметромъ въ свѣту большею частью 0,023, при наружномъ діаметрѣ 0,033 m; 10 пог. m трубы имѣютъ наружную поверхность почти точно 1 qm. Одна часть трубы (змѣевикъ) окружена топливомъ для принятія теплоты, вторая часть идетъ въ сѣть и третья — въ отапливаемыя помѣщенія, гдѣ происходитъ передача теплоты водой. Требуется манометръ. Если возможно замерзаніе воды въ трубопроводѣ, то слѣдуетъ добавлять къ водѣ алкоголь (около 33,3%).

1) Отопленіе **Перкинса средняго давленія:** вода нагрѣвается до температуры 130° — 140° C.

2) Отопленіе **Перкинса высокаго давленія:** вода нагрѣвается до температуры 140° — 180° C.

Вода выходитъ черезъ нагруженный клапанъ, который окруженъ расширительнымъ сосудомъ; при охлажденіи вода, посредствомъ особаго всасывающаго клапана, идетъ обратно въ сѣть.

Соединеніе трубъ производится муфтами съ правой и лѣвой рѣзьбой, а плотность достигается сильнымъ нажатіемъ концовъ (обрѣзовъ) трубъ, изъ которыхъ одинъ конецъ обрѣзанъ по плоскости, перпендикулярной къ оси трубы, а другой конецъ обточенъ по профили остраго круглаго ножа. Для

НТБ ДНУЖТ

достиженія плотности не слѣдуетъ употреблять колецъ красной мѣди.

Часть трубы, нагрѣваемая топливомъ, свернута по спирали и соприкасается съ горячими газами, съ такимъ разсчетомъ, чтобы газы и вода имѣли движеніе по направленіямъ взаимно противоположнымъ. Наполненіе сѣти производится посредствомъ насоса и особаго крана. Прежде чѣмъ пустить отопленіе въ ходъ, необходимо всю сѣть въ холодномъ состояніи испытать давленіемъ въ 150 атмосферъ.

Цѣлесообразно отапливать каждый этажъ особою независимою системою. Если для этого требуется нѣсколько системъ, то онѣ дѣлаются всѣ одинаковой длины и соединяются между собою. Длина каждой системы не должна превосходить 160 до 180 m.

Разсчетъ трубопровода. Если, при данномъ на стр. 156 употребительномъ діаметрѣ трубопровода, l_1 длина трубы, расположенной въ топкѣ, l_2 длина трубы, которая должна быть предохранена отъ передачи тепла, l_3 длина трубы, передающей теплоту, въ m, W общее количество теплоты, которое должно быть доставлено въ помѣщеніе при низшей наружной температурѣ, въ ET/чс, то слѣдуетъ принимать:

$$l_1 = 0{,}0016\, W;$$

l_2 получается въ зависимости отъ расположенія частей.

Далѣе:

$$l_2 = 0{,}0109\, W,$$

если труба ведется свободно по стѣнѣ, и

$$l_3 = 0{,}0145\, W,$$

если труба, свернутая въ спирали, распредѣлена по отдѣльнымъ помѣщеніямъ.

Распредѣленіе опредѣленной такимъ образомъ трубы l_3 по отдѣльнымъ помѣщеніямъ лучше всего производить для средней зимней температуры. Для этого необходимо знать температуру воды въ восходящей и нисходящей трубахъ, при которыхъ требуемая скорость будетъ равна достижимой. Для этой цѣли принимаютъ три постоянныхъ:

$$A = \frac{365\,450\,000\,(l_1 + l_2 + l_3)}{W_m h},$$

$$B = \frac{W_m}{2800} \quad \text{и} \quad C = 0{,}000\,022\,183\, l_3 k.$$

Тогда получимъ:

$$t'_m = v^3{}_m\, A\, \lambda_m + \frac{B}{v_m}, \qquad t''_m = v^3{}_m\, A\, \lambda_m - \frac{B}{v_m},$$

$$\frac{C}{v_m} = \lg \frac{t'_m - \vartheta}{t''_m - \vartheta}.$$

НТБ ДНУЖТ

W_m общее количество тепла, требуемаго въ помѣщеніи при средней зимней температурѣ, въ ET/чс,
h разстояніе отъ средней плоскости огневого змѣевика до средины нагрѣвательной трубы въ m,
t'_m и t''_m температуры въ восходящей и нисходящей трубахъ и v_m скорость воды (въ m/sk), при средней зимней температурѣ,
λ_m коэффиціентъ тренія, соотвѣтствующій скорости v_m (стр. 155),
ϑ средняя температура, съ которой воздухъ оставляетъ нагрѣвательныя трубы. Если, кромѣ того:
k коэффиціентъ прохожденія тепла для трубъ Перкинса,
t температура комнатнаго воздуха въ градусахъ;
то при температурѣ 150° въ восходящей и 80° въ нисходящей трубѣ можно принимать:

$\vartheta = t + 5^0$ и $k = 15$, если трубы расположены не болѣе какъ въ два ряда одна надъ другой и не окружены рѣшеткой,

$\vartheta = t + 10^0$ и $k = 14$ при двухъ трубахъ, расположенныхъ одна надъ другой съ рѣшеткой, или для 3 до 4 трубъ одна надъ другой безъ рѣшетки,

$\vartheta = t + 15^0$ и $k = 13$ при 3 и болѣе трубахъ одна надъ другой и окруженныхъ рѣшеткой.

При температурѣ, примѣрно, 100° въ восходящей трубѣ и 50° въ нисходящей принимаютъ ϑ приблизительно на 5° меньше.

Въ вышеприведенныхъ уравненіяхъ v_m выбирается сначала приблизительно и по ней опредѣляютъ λ_m, затѣмъ вычисляютъ t'_m и t''_m и, наконецъ, ϑ. Величину v_m слѣдуетъ измѣнять до тѣхъ поръ, пока не получится значеніе ϑ, соотвѣтствующее вышеприведеннымъ даннымъ.

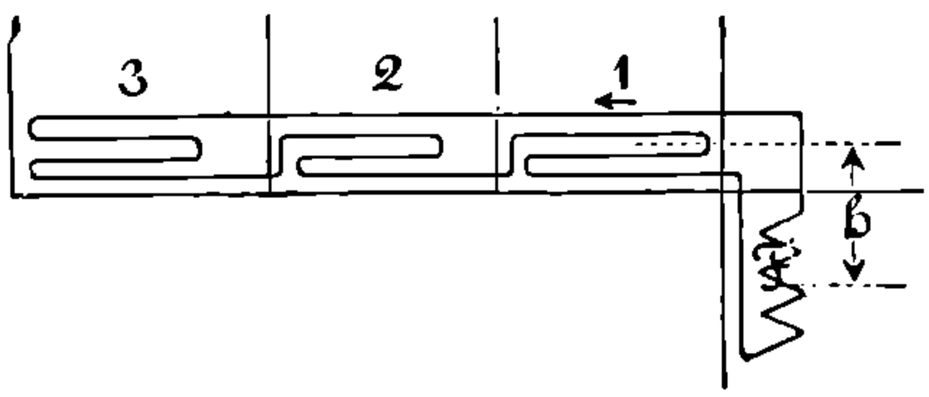
Для распредѣленія, собственно, величины l_3 имѣемъ тогда оба уравненія:

$$W_m = 1400\, v_m\, (t'_m - t''_m),$$

$$l_3 = \frac{32{,}2\, W_m}{k\,(t'_m - t''_m)} \lg \frac{t'_m - \vartheta}{t''_m - \vartheta}.$$

Для перваго помѣщенія даны W_m, v_m, t'_m. Изъ перваго уравненія получается температура, съ которой вода уходитъ изъ этого помѣщенія и поступаетъ во второе. Затѣмъ, на основаніи этого, получаемъ l_3 изъ второго уравненія. Для остальныхъ помѣщеній разсчетъ производится соотвѣтствующимъ образомъ.

Черт. 9.



Если трубы распредѣлены по черт. 9, причемъ нагрѣвательныя трубы проходятъ

НТБ ДНУЖТ

сначала черезъ всѣ отдѣльныя помѣщенія, то прежде всего слѣдуетъ опредѣлять, сколько теплоты передаетъ первая часть трубы, т. е. слѣдуетъ изъ вышеприведенныхъ уравненій по извѣстному l_3 опредѣлять t''_m и W_m.

2. Паровое отопленіе.

1) **Паровое отопленіе низкаго давленія.** Наибольшее рабочее давленіе пара 0,5 at; при паровомъ котлѣ открытая труба высотою не болѣе 5 m и не менѣе 8 cm внутренняго діаметра.

2) **Паровое отопленіе высокаго давленія.** Давленіе пара произвольно; лучше не превосходить 5 до 6 at въ котлѣ и главномъ трубопроводѣ и 1,5 до 2 at въ распредѣлительныхъ трубахъ и нагрѣвательныхъ приборахъ, для чего употребляются редукціонные клапаны.

Низкое давленіе пара употребляется при непрерывномъ дѣйствіи отопленія, причемъ количество испаряемой воды автоматически регулируется самой системой отопленія.

Котелъ. Количество теплоты, которое воспринимаетъ въ часъ 1 qm поверхности нагрѣва котла, принимаютъ для водотрубныхъ котловъ 8000 ET, а у котловъ съ жаровыми трубами и имъ подобныхъ 10 000 ET.

Нагрѣвательные приборы такіе же, какъ и въ системѣ отопленія Перкинса (см. стр. 154), съ тою разницею, что при паровомъ отопленіи приборы эти должны скоро и легко расширяться. Вслѣдствіе значительной лучистой теплоты и трудности регулированія температуры, нагрѣвательные приборы покрываются плотными, плохо проводящими теплоту, кожухами, которые могутъ по желанію быть закрываемы и открываемы. Кожухи объемные.

Разсчетъ нагрѣвательныхъ приборовъ (см. стр. 154).

Трубопроводъ. Большею частью изъ желѣза, собирается на муфтахъ съ правой и лѣвой рѣзьбой или посредствомъ контръ-гаекъ. Для большихъ діаметровъ употребляются трубы на фланцахъ съ прокладкой асбеста, металлическихъ колецъ и т. д. Для проведенія пара и для отвода конденсаціонной воды проводятся особыя трубы независимо отъ общаго паропровода. Употребительные діаметры трубъ, какъ у водяного отопленія (табл. стр. 156).

Трубы должны вполнѣ свободно расширяться отъ теплоты (кладутся на роликахъ, подвѣшиваются на цѣпи или гибкой тягѣ и снабжаются компенсаторами). Всему трубопроводу придается постепенный уклонъ (паденіе) отъ наивысшей его точки.

Для спуска конденсаціонной воды рекомендуются такіе конденсаторы, которые, при пусканіи пара въ трубопроводъ, давали бы возможность воздуху свободно изъ него выходить, а при запираніи пара воздухъ могъ бы свободно входить въ трубопроводъ; послѣднее необходимо въ томъ

НТБ ДНУЖТ

случаѣ, когда нагрѣвательные приборы по своей конструкціи не допускаютъ внутренняго разрѣженія безъ деформаціи стѣнокъ. Конденсаціонная вода идетъ для питанія котла, а при отопленіи паромъ низкаго давленія вода эта автоматически стекаетъ обратно въ котелъ.

Разсчетъ трубопровода. Какъ и при водяномъ отопленіи, раздѣляютъ всю сѣть трубъ на отдѣльные участки и составляютъ схематическій чертежъ (см. стр. 154) по этажамъ. Если:

W количество теплоты (въ ET), которое должно быть доставлено въ часъ на концѣ участка трубопровода,
W' часовая потеря тепла на этомъ участкѣ въ ET,
Q количество пара (въ kg), соотвѣтствующее W,
Q' » » » » » W',
p_1 и соотв. p_2 абсолютное давленіе пара на концѣ и соотв. въ началѣ разсматриваемаго трубопровода (считая таковой отъ котла) въ kg/qm,
d и D внутр. и соотв. наружный діам. участка трубопровода въ m,
l длина участка въ m,
k коэффиціентъ прохожденія теплоты; у неизолированныхъ трубъ 14, у изолированныхъ трубъ—въ зависимости отъ изолирующаго матеріала (см. стр. 146),
t_m температура, соотвѣтствующая среднему давленію пара въ разсматриваемомъ отрѣзкѣ трубы,
λ_m скрытая теплота въ томъ же мѣстѣ,
λ » » для p_1,
t температура воздуха, окружающаго трубу,

тогда имѣемъ

$$W' = \pi\, D\, l\, k\, (t_m - t) \qquad Q = \frac{W}{\lambda} \qquad Q' = \frac{W'}{\lambda_m}$$

$$d = 0{,}0945 \sqrt[5]{\frac{l \cdot Q\,(Q+Q')}{(p_2 - p_1)\;(p_2 + p_1 + 6120)}}$$

далѣе для парового отопленія низкаго давленія

$$d = 0{,}01 \sqrt[5]{\frac{0{,}268\, l\, W\,(W+W')}{(p_2 - p_1)\,(p_2 + p_1 + 6120)}}.$$

Для разсчета трубопровода парового отопленія по вышеприведенной формулѣ принимаютъ абсолютное давленіе въ послѣднемъ (т.-е. наиболѣе удаленномъ отъ котла) нагрѣвательномъ приборѣ для отопленія высокаго давленія обыкновенно 13 000 до 15 000 kg/qm, для отопленія низкаго давленія, напротивъ, не болѣе 10 500 kg/qm. Далѣе, абсолютное давленіе въ котлѣ для отопленія высокаго давленія 40 000 до 60 000 kg/qm, для низкаго давленія 11 500 до 13 000 kg/qm. При извѣстномъ расположеніи, на основаніи этихъ данныхъ, получаемъ увеличеніе давленія на погонный метръ трубопровода, а отсюда давленіе въ началѣ и въ концѣ

НТБ ДНУЖТ

каждаго участка и, по количеству необходимой теплоты W, изъ послѣдней формулы—діаметръ d для каждаго отдѣльнаго участка.

Слѣдуетъ еще замѣтить, что величина W заключаетъ въ себѣ не только теплоту, утилизируемую для отопленія помѣщенія, но также и потери теплоты въ трубопроводѣ. Поэтому для всѣхъ участковъ сѣти, начиная отъ котла, надо прибавлять къ величинѣ W еще потери теплоты для соотвѣтственныхъ участковъ сѣти.

Діаметръ конденсаціоннаго трубопровода = 0,5 до 0,7 діаметра соотвѣтствующаго паропровода, въ зависимости отъ того, расположенъ ли послѣдній вертикально или горизонтально.

Если условія устройства отопленія немного отличаются отъ обыкновенныхъ, то въ большинствѣ случаевъ можно избѣжать вышеприведеннаго точнаго разсчета, пользуясь таблицами Rietschel'я, напр., для предварительнаго составленія смѣты *).

3. Отопленіе паромъ и горячею водой.

Соединеніе системъ отопленія **1.** (стр. 152) и **2.** (стр. 161) Нагрѣваніе воды производится въ общемъ котлѣ не непосредственнымъ дѣйствіемъ огня, а при помощи пара.

4. Паро-водяное отопленіе.

Обыкновенное паровое отопленіе, въ которомъ нагрѣвательные приборы наполнены частью водой, нагрѣваемой паромъ, или въ нагрѣвательныхъ приборахъ можетъ скопляться конденсаціонная вода, количество которой регулируется по желанію. Цѣль подобнаго устройства: накопленіе извѣстнаго количества теплоты въ нагрѣвательныхъ приборахъ.

Разсчетъ системъ **3.** и **4.** производится соединеніемъ разсчетовъ системъ **1.** (стр. 152) и **2.** (стр. 161).

5. Воздушное отопленіе.

Нагрѣваніе помѣщеній производится вводимымъ теплымъ воздухомъ; одновременно происходитъ, какъ при вентиляціи, обмѣнъ воздуха. Въ зависимости отъ того, производится ли нагрѣваніе отапливающаго прибора (калорифера) непосредственнымъ дѣйствіемъ огня, посредствомъ воды или пара, получается система **воздушнаго, воздушно-водяного** или **воздушно-парового отопленія.**

Если различныя помѣщенія должны снабжаться изъ одной и той же нагрѣвательной камеры воздухомъ различной температуры, то отдѣльные каналы для теплаго воздуха

---

*) См. H. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungs-Anlagen. 3 изд., т. II, стр. 177 до 209.

НТБ ДНУЖТ

соединяются съ однимъ каналомъ, по которому проходитъ холодный воздухъ, а въ мѣстахъ соединенія устанавливаются особые смѣшивающіе клапаны. Температура воздуха, входящаго въ помѣщеніе, не должна превосходить 40°. Только для растопки (раньше, чѣмъ пользоваться помѣщеніемъ) можетъ быть допущена температура до 50°. Въ высокихъ помѣщеніяхъ (6 m и болѣе), при растопкѣ, воздухъ вводится возможно ближе къ полу; во время же пользованія помѣщеніемъ теплый воздухъ долженъ входить на такой высотѣ, чтобы для находящихся въ помѣщеніи людей не были чувствительны воздушныя теченія (т.-е. на высотѣ 3 m и болѣе).

Для нагрѣванія воздуха въ камерѣ можетъ служить любой приборъ; при непосредственномъ нагрѣваніи засыпка топлива, очистка прибора отъ золы и сажи должны производиться снаружи нагрѣвательной камеры. Температура поверхности нагрѣва не болѣе 100°.

Матеріалъ непосредственно нагрѣваемыхъ приборовъ — чугунъ, рѣже каменная кладка. Цѣлесообразная конструкція такого прибора должна удовлетворять слѣдующимъ условіямъ: распространенію теплоты на большія поверхности, съ тѣмъ, чтобы избѣжать мѣстнаго накаливанія; равномѣрному распредѣленію теплоты въ самомъ нагрѣвательномъ приборѣ и въ нагрѣвательной камерѣ; всѣ поверхности нагрѣва должны равномѣрно омываться токомъ воздуха; отдѣльныя части аппарата должны легко расширяться отъ теплоты, имѣть небольшое количество плотныхъ швовъ, легко очищаться отъ пыли, сажи и золы.

Обыкновенно считаютъ, что 1 qm непосредственной поверхности нагрѣва даетъ при чугунныхъ нагрѣвательныхъ приборахъ съ ребрами 1200 до 1500 ET, а при чугунныхъ гладкихъ приборахъ до 2000 ET.

Случай I: Обмѣнъ воздуха находится въ зависимости отъ требуемаго количества теплоты для отопленія.

Если:

W количество теплоты, теряемое даннымъ помѣщеніемъ, въ ET/чс,

L количество воздуха, обмѣниваемое въ cbm/чс при температурѣ t град.,

t_0 температура притекающаго воздуха,

t температура выходящаго изъ комнаты воздуха,

α коэффиціентъ расширенія воздуха $= 0{,}003\,665 = 1 : 273$,

то должно быть (см. стр. 131):

$$L = \frac{W\,(1 + \alpha t)}{0{,}307\,(t_0 - t)}.$$

По этому способу опредѣляется обмѣнъ воздуха L для каждаго помѣщенія. У нагрѣвательнаго прибора необхо-

НТБ ДНУЖТ

димо тогда нагрѣвать ΣL (выраженную въ t^0), имѣющую наинизшую наружную температуру до $t_0{}^0$. При разсчетѣ сѣти каналовъ, однако, принимаютъ не наинизшую температуру, а 0^0.

Температура въ каналѣ, приводящемъ воздухъ,

$$t' = \frac{W_0 (1 + \alpha t)}{0{,}307\, L'} + t,$$

гдѣ W_0 потеря тепла при 0^0 и L' имѣетъ приводимое ниже значеніе.

Количество воздуха, принимаемое для разсчета каналовъ, равно

$$L' = m\, L,$$

если принимать m по нижеслѣдующей таблицѣ.

Температура входящаго воздуха при наружной температурѣ -20^0	Температура въ помѣщеніи $+20^0$	Температура въ помѣщеніи $+15^0$
$t' = 36^0$	$m = 0{,}714$	$m = 0{,}643$
$= 40^0$	$= 0{,}725$	$= 0{,}687$
$= 50^0$	$= 0{,}732$	$= 0{,}698$

Случай II: Обмѣнъ воздуха задается. Для каждаго помѣщенія вычисляется температура входящаго воздуха по формулѣ

$$t' = \frac{W (1 + \alpha t)}{0{,}307\, L} + t.$$

Въ нагрѣвательной камерѣ воздухъ нагрѣвается до наивысшей изъ найденныхъ такимъ образомъ температуръ t', и затѣмъ въ каждомъ помѣщеніи примѣшивается еще такое количество холоднаго воздуха, чтобы получилась температура входящаго воздуха для этого помѣщенія t'. Если

L заданный часовой обмѣнъ воздуха температурой t^0,

t_0 наименьшая наружная температура,

то при этой послѣдней температурѣ необходимо забирать снаружи

$$L_0 = \frac{L (1 + \alpha t_0)}{1 + \alpha t}.$$

Изъ этого количества у нагрѣвательнаго прибора необходимо нагрѣвать до t_1'

$$L_1 = \frac{L (1 + \alpha t_0)(t' - t_0)}{(1 + \alpha t)(t_1' - t_0)},$$

если t_1' температура воздуха, получаемая въ нагрѣвательной камерѣ, и t' температура воздуха, входящаго въ соотвѣтствующее помѣщеніе.

НТБ ДНУЖТ

При разсчетѣ сѣти каналовъ необходимо принимать въ разсчетъ наибольшую наружную температуру, при которой еще долженъ быть достигнутъ заданный обмѣнъ воздуха. Если затѣмъ L_1 заданный часовой обмѣнъ воздуха и L обмѣнъ воздуха, требуемый для пополненія потерь при -20^0, то для опредѣленія размѣровъ сѣти каналовъ принимаютъ большее изъ обоихъ значеній

$$L_1 \quad \text{и} \quad nL,$$

гдѣ n принимается по слѣдующей таблицѣ.

Наибольшая наружная температура, при которой еще долженъ быть достигнутъ заданный обмѣнъ воздуха	Температура входящаго воздуха					
	36^0	40^0	50^0	30^0	40^0	50^0
	При наружной температ. -20^0 и внутрен. $+20^0$			При наружной температ. -20^0 и внутрен. $+15^0$		
0^0	$n=0{,}717$	$n=0{,}721$	$n=0{,}733$	$n=0{,}684$	$n=0{,}685$	$n=0{,}698$
$+5^0$	$=0{,}632$	$=0{,}638$	$=0{,}65$	$=0{,}577$	$=0{,}581$	$=0{,}592$
$+10^0$	$=0{,}530$	$=0{,}538$	$=0{,}547$	$=0{,}436$	$=0{,}441$	$=0{,}452$

Температура въ приводномъ каналѣ при разсчетѣ каналовъ получается изъ

$$t' = \frac{W'(1+\alpha t)}{0{,}307\,L'} + t,$$

гдѣ W' потеря тепла при наивысшей наружной температурѣ, при которой еще должна быть достигнута полная вентиляція, и для L' необходимо подставлять большую изъ обоихъ значеній L_1 и nL.

Дальнѣйшій разсчетъ производится въ точности, какъ для случая вентиляціонныхъ установокъ.

НТБ ДНУЖТ

ДВѢНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

ВОДОСНАБЖЕНІЕ.

A. Качество воды *).

1. **Питьевая вода** должна быть прозрачна, свѣтла, безъ запаха и безъ особаго привкуса, не должна содержать соединеній желѣза, фосфорной кислоты, сѣроводорода, сѣрныхъ щелочей, азотистой кислоты и амміака и особенно альбуминоиднаго амміака. Чистая вода содержитъ въ одномъ литрѣ рѣдко менѣе 30 mg азотной кислоты (N_2O_5) или 35,4 mg хлора; содержаніе въ ней сѣрной кислоты (SO_3) не должно быть болѣе 100 mg на 1 литръ, а для окисленія органическихъ примѣсей должно быть достаточно 12 mg марганцевокислаго кали ($KMnO_4$); послѣднее количество требуется приблизительно для 63 mg органическихъ тѣлъ. Если 1 литръ воды содержитъ x mg извести (CaO) и y mg магнезіи (MgO), то жесткость въ **нѣмецкихъ градусахъ** равняется $0{,}1\,x + 0{,}14\,y$. Французскій градусъ жесткости выражается числомъ, указывающимъ, сколько 10 mg $CaCO_3$ содержится въ 1 kg воды. 1 нѣм. град. = 1,79 франц. градуса. Вода, имѣющая меньше 15° жесткости, называется мягкой, болѣе 20° жесткой, болѣе 30° весьма жесткой. Послѣднюю слѣдуетъ, по возможности, избѣгать. На магнезію должно приходиться только 4 до 5°. При кипяченіи нѣкоторыя составныя части осаждаются, такъ что жесткость уменьшается. Вода изъ водопроводныхъ трубъ не должна содержать ни свинца (ядовитъ) ни свободной углекислоты, такъ какъ послѣдняя въ присутствіи воздуха растворяетъ свинецъ; двууглекислая известь и двууглекислый натръ предохраняютъ отъ растворенія. Загрязненною питьевою водой могутъ переноситься въ человѣческій организмъ черви, затѣмъ холера, тифъ и другія болѣзни. Питьевая вода не должна содержать болѣе 100 до 200 зародышей бактерій въ одномъ ccm, причемъ бактеріи эти не должны быть разнородныя, такъ какъ это указываетъ на притокъ воды изъ мѣстъ, находящихся вблизи отъ органическихъ источниковъ разложенія. На глубинѣ 4 m вода почти не содержитъ въ себѣ зародышей.

*) См. S. König, Verunreinigung der Gewässer sowie die Reinigung Trink- und Schmutzwasser, 1899. Берлинъ.

НТБ ДНУЖТ

2. Для **промышленныхъ цѣлей** предпочитаютъ мягкую воду. Вредное вліяніе оказываютъ: азотнокислыя соли и въ незначительной степени сѣрнокислыя соли и углекислыя щелочи для сахароваренія; желѣзныя соединенія для писчебумажнаго производства и, даже въ видѣ незначительныхъ слѣдовъ, для отбѣльныхъ и красильныхъ. Желѣзистая вода содержитъ желѣзо въ видѣ солей закиси, которыя при стояніи на воздухѣ соединяются съ кислородомъ, образуя хлопья. Содержаніе желѣза способствуетъ прорастанію водорослей.

Гипсъ образуетъ котельную накипь (см. водоснабженіе въ «Желѣзнодор. отд.»). Жесткая вода предохраняетъ желѣзныя трубы отъ ржавленія, но образуетъ часто известковые осадки. Углекислота можетъ способствовать образованію ржавчины.

Известь, доломитъ, известковый песокъ, мѣловой мергель даютъ жесткую воду, пестрый песчаникъ почти жесткую, глинистый сланецъ, кварцевый песокъ, гранитъ, гнейсъ и базальтъ мягкую воду *).

B. Расходъ воды.

1. **Для домашняго потребленія.** При оплатѣ по водомѣрамъ считаютъ (въ литрахъ) для:

питья, варки, чистки и т. д. на человѣка въ день	20 до 30 *l*
бѣлья для человѣка въ день	10 » 15 *l*
промывки клозета (1 разъ)	5 » 6 *l*
временной разовой промывки одной писсуарной чашки по разсчету на часъ	30 *l*
постоянной промывки общаго писсуара, считая въ часъ на 1 пог. литръ промывной трубы	200 *l*
ванны	350 *l*
ванны для сидѣнія	30 *l*
душа	20 до 30 *l*
разовой поливки сада, двора или тротуара въ сухой день на 1 qm	1,5 *l*
водопоя лошадей съ чисткой стойла на 1 лошадь или 1 голову крупнаго скота въ день	50 *l*
то же для мелкаго скота	8 *l*
чистки экипажа въ день	200 *l*

Если расходованіе воды производится не по водомѣру, то надо разсчитывать на двойной и болѣе расходъ.

2. **Расходъ для общественныхъ цѣлей.**

Школы: на одного ученика въ учебный день (безъ пульверизаціи для увлажненія воздуха)	2 *l*
Казармы: на человѣка въ день	20 *l*
То же для лошади	40 *l*

*) Составъ воды, встрѣчающійся въ природѣ, см. Фишеръ, Das Wasser, изд., 1902, Берлинъ.

НТБ ДНУЖТ

Больницы и богадѣльни: на человѣка въ день .	100 до 150 *l*
Больницы для душевнобольныхъ: на человѣка въ день	300 *l*
Гостиницы: на человѣка въ день (не считая воды для гидравлич. подъемниковъ) . . .	100 *l*
Ванны: на каждую отпущенную ванну со включеніемъ промывки . .	500 *l*
Прачечная: на 100 kg бѣлья	400 *l*
Бойни: на каждую штуку убитаго скота . . .	300 до 400 *l*
Зданія для рынковъ: на 1 qm застроенной площади и торговый день . .	5 *l*
Вокзалы, см. Желѣзнодорожное дѣло.	
Разовая поливка улицъ на 1 qm площади мостовой.	1 *l*
Разовая поливка улицъ на 1 qm площади со щебеночною одеждой.	1,5 *l*
Разовая поливка огорода на 1 qm площади. .	1,5 *l*
Водоразборные колодцы безъ непрерывнаго дѣйствія на 1 кранъ въ день	3000 *l*
Временной разовой промывки одной писсуарной чашки по разсчету на 1 часъ. .	60 *l*
Постоянной промывки общаго писсуара на 1 пог. m промывной трубы въ часъ.	200 *l*

3. Расходъ для промышленныхъ цѣлей.

Пивоваренные заводы: на 1 гектолитръ пива, не считая приготовленія льда и охлажденія погреба.	500 *l*
Для превращенія 1 kg шерсти въ сукно (паровая машина, мойка шерсти, валка сукна и промывка крашенаго товара), по Бейсселю .	1000 *l*
Расходъ пара на 1 $ЛС_i$ (или $^3/_4$ $ЛС_e$) со включеніемъ потери отъ охлажденія въ трубопроводахъ и отъ неплотности соединеній для машинъ безъ охлажденія .	20 *l*
То же для одноцилиндровыхъ машинъ съ охлажденіемъ.	15 *l*
То же для машинъ Компаундъ.	10 *l*
Прибавка на промывку и продуваніе котла до $5\%_0$.	
Вспрыскиваемая вода для машинъ съ охлажденіемъ (рѣдко берется изъ общаго водоснабженія) на 1 $ЛС_i$.	350 *l*
Охлаждающая вода для газовыхъ двигателей на 1 cbm газа (по Фрюлингу). .	40 до 60 *l*
Для производства кирпичной кладки на 1000 кирпичей со включеніемъ воды для приготовленія раствора	750 *l*

НТБ ДНУЖТ

4. Расходъ воды станціей водоснабженія непосредственно.

Машины см. выше; расходъ для наполненія фильтровъ послѣ опорожненія ихъ частью или полностью, а также вслѣдствіе невозможности пользоваться первою водой послѣ пусканія фильтровъ въ ходъ, см. фильтры, потеря воды.

Для ручного пожарнаго насоса, находящагося въ дѣйствіи, требуется 300 до 400 *l*/мин., а для парового пожарнаго насоса 1000 *l*/мин. При непосредственномъ пользованіи пожарными кранами для тушенія требуется на кранъ 300 до 600 *l*/мин. Одновременно могутъ находиться въ дѣйствіи 2 пожарныхъ крана на одномъ трубопроводѣ и третій кранъ на сосѣднемъ трубопроводѣ.

Расходъ воды лѣтомъ больше, чѣмъ зимою, днемъ больше, чѣмъ ночью, и съ теченіемъ времени возрастаетъ. Для опредѣленія степени этого роста таблица (см. ниже) даетъ необходимыя указанія.

Система водоснабженія	Города	Средній суточный расходъ на 1 жителя въ литрахъ. 1891 или 91/92 T	1899 или 99/1900 T	Наибольшій суточный расходъ T_m 1899 или 1899/1900 въ литрахъ на жителя	Отношеніе $T_m : T$
Подъемъ и фильтрація	Берлинъ. .	62	80	113	1,4
	Бреслау .	82	81	103	1,3
	Альтона .	101	127	155	1,2
	Брюннъ . .	—	125	170	1,4
	Кенигсбергъ. .	60	68	96	1,4
Подъемъ безъ фильтраціи	Женева. . .	—	1491	1826	1,2
	Дортмундъ. .	180	240	296	1,2
	Кельнъ. .	170	114	176	1,5
	Дрезденъ. . .	81	98	140	1,4
	Бохумъ. .	165	183	226	1,2
	Прага. .	—	110	128	1,2
	Карлсруэ. . .	105	121	234	1,9
	Регенсбургъ . .	148	110	154	1,4
	Страссбургъ .	71	103	178	1,7
	Линцъ/на Дунаѣ	—	67	94	1,4
	Троппау.	—	57	102	1,8
Естественный уклонъ	Базель. . .	130	156	216	1,4
	Нюренбергъ .	67	83	118	1,4
	Висбаденъ.	78	95	149	1,6
	Зальцбургъ.		220	254	1,2

НТБ ДНУЖТ

Во всѣхъ городахъ вода расходуется не только изъ водопроводной сѣти, но также и изъ домовыхъ и фабричныхъ колодцевъ. Такъ, въ 1888/89 въ Берлинѣ каждый житель расходовалъ ежедневно за годъ въ среднемъ изъ водопровода 64,45 *l*, а изъ колодцевъ 48,62 *l*.

Въ большихъ городахъ часовой расходъ можетъ возрасти до $^1/_{14}$ суточнаго расхода; въ небольшихъ селеніяхъ расходъ во время пожаровъ можетъ вызывать гораздо болѣе значительныя колебанія.

Для домашнихъ цѣлей, въ зависимости отъ высоты дома, достаточенъ «хозяйственный напоръ» отъ 20 до 25 m надъ поверхностью улицы; для пожарнаго напора при непосредственномъ пользованіи пожарными кранами требуется на 10 m болѣе.

C. Водосборныя сооруженія.

a. Полученіе воды изъ источниковъ *).

Ключи образуются тамъ, гдѣ уровень грунтовой воды пересѣкаетъ поверхность земли, т. е. въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ водонепроницаемые слои выклиниваются въ долины или овраги, а также въ мѣстахъ вытеканія воды изъ подземныхъ водяныхъ резервуаровъ; далѣе въ устьяхъ подземныхъ водотоковъ, въ трещинахъ и подземныхъ ходахъ; наконецъ, источники, особенно минеральные, имѣютъ началомъ трещины въ водонепроницаемомъ покрытіи, ниже котораго вода находится подъ напоромъ.

Обмѣръ источника производится опредѣленіемъ времени, въ которое вода, направленная изъ источника, заполняетъ резервуаръ опредѣленныхъ размѣровъ, или измѣреніемъ сѣченія водотока и его скорости, или пропуская воду сквозь прямоугольный вырѣзъ съ заостренными краями, или же пропуская воду черезъ отверстіе и измѣряя высоту переливающейся струи. Для постояннаго наблюденія выше водослива или отверстія истеченія ставятъ рейку, на которой ежедневно отсчитываются дѣленія.

Если h означаетъ высоту выпадающихъ въ годъ осадковъ въ m и F поверхность бассейна въ qkm, то, если не считать ливней, наибольшее количество воды, даваемое источникомъ, въ предположеніи, что онъ не питается другими водотоками, будетъ, по Лаутенбургу **), $Q = 0{,}007$ до $0{,}01\ h\,F$ cbm/sk; затѣмъ наименьшее количество воды $Q_1 = a_1 Q$, а количество воды при наинизшемъ уровнѣ въ

---

*) Литература: Lueger, Die Wasserversorgung der Städte, 1893—1895, Штутгартъ. Frühling und Lincke, Wasserversorgung und Entwässerung der Städte, въ III томѣ. Handbuchs der Ingenieurwissenschaften, 1893, Лейпцигъ.

**) Allgemeine Bauzeitung 1887, стр. 18, 91. См. также Iszkowski, Z. ö. A. I V 1886, стр. 69 и слѣд.

НТБ ДНУЖТ

исключительную засуху, на которую едва можно разсчитывать одинъ разъ въ періодъ человѣческой жизни, $Q_0 = a_1 a_0 Q$; при этомъ въ холмистыхъ мѣстахъ и долинахъ Швейцаріи a_1 и a_0 имѣютъ значенія, приведенныя въ нижеслѣдующей таблицѣ.

Здѣсь подъ среднимъ наклономъ подразумѣвается общій наклонъ мѣстности отъ 11 до 35%. Подъ плоскою мѣстностью подразумѣвается общій наклонъ отъ $3^1/_2$ до 11%. Q_1 и Q_0 представляютъ одновременно постоянное количество текучихъ водъ при наиниэшемъ горизонтѣ. По отношенію количества воды при наинизшемъ горизонтѣ къ поверхности бассейна рѣки въ верхнемъ ея теченіи судятъ о производительности источника.

Происхожденіе источника имѣетъ весьма большое значеніе въ смыслѣ безвредности воды въ гигіеническомъ отношеніи и постоянства его производительности; о нихъ можно часто судить по химическому составу воды и по колебаніямъ температуры; послѣднія должны быть, по возможности, малы.

Характеръ бассейна		Характеръ грунта					
		сильная непропускаемость		средняя пропускаемость		сильная пропускаемость	
		средній наклонъ	плоское мѣсто	средній наклонъ	плоское мѣсто	средній наклонъ	плоское мѣсто
Лѣсныя площади, гравелистый грунтъ, каменистая или песчаная площадь	a_1	0,45	0,55	0,55	0,65	0,65	0,75
	a_0	0,5		0,6		0,7	
Воздѣланная площадь и небольшія лѣсныя насажденія	a_1	0,35	0,45	0,45	0,55	0,65	0,65
	a_0	0,5		0,5		0,5	
Луга и вагоны	a_1	0,25	0,35	0,35	0,45	0,45	0,55
	a_0	0,6		0,6		0,6	
Обнаженныя скалы (въ долинахъ встрѣчаются рѣдко)	a_1	0,20	0,30	0,30	0,40	0,40	0,50
	a_0	0,3		0,3		0,3	

Въ виду возможнаго замерзанія и нѣкотораго загрязненія воды близъ поверхности земли, ключи слѣдуетъ перехватывать на глубинѣ 1,5 m (лучше 2 m) въ особо устроенномъ доступномъ помѣщеніи (шахта, колодезь); при этомъ слѣдуетъ имѣть возможность каждый ключъ выдѣлять на случай его загрязненія.

b. Вода, получаемая изъ осадковъ и путемъ просачиванія.

Высота выпадающихъ въ среднемъ въ теченіе года осадковъ указана въ ч. I, стр. 277. Количество осадковъ увеличивается съ увеличеніемъ высоты мѣстности надъ уровнемъ моря. Количество осадковъ лѣтомъ больше въ мѣстахъ ров-

НТБ ДНУЖТ

ныхъ, негористыхъ, а въ повышенныхъ мѣстахъ гористыхъ странъ зимою больше, чѣмъ въ остальное время года. Дождевая вода лѣтомъ большею частью снова испаряется, тогда какъ зимніе осадки большею частью стекаютъ по поверхности или просачиваются въ почву и, пройдя нѣкоторое разстояніе, снова выходятъ на поверхность въ видѣ источниковъ.

Часто встрѣчается, что изъ всего количества осадковъ $^1/_3$ испаряется, $^1/_3$ немедленно стекаетъ по поверхности и $^1/_3$ просачивается. Въ общемъ, однако, рѣки не отводятъ $^2/_3$ всего количества осадковъ, а менѣе; по Греве, рѣки отводятъ въ среднемъ 31,4% осадковъ.

Просачиваніе въ процентахъ отъ высоты выпадающей дождевой воды при горизонтальной поверхности, покрытой травой.

Мѣсто наблюденія	Годы наблюденія	Грунтъ	Въ среднемъ %	Наименьшее количество %
Англія . . . . по Дикинсону и Эвансу	1854 до 1884	Пахотная земля съ содержаніемъ песка и кремнезема.	23,5	9,6
		Мѣловой мергель.	38,3	25,9
Герлицъ. . . . по Меллендорфу и Веге	1853 до 1856	Гончарная глина.	28,1	14,5
		Обыкновен. глина.	41,0	37,1
		Песчаный грунтъ съ глиной. . . .	40.5	28,2
Тарандъ. .	1853 до 1856	Гончарная глина.	38,0	28,0
		Гончарная глина.	43,9	35,6
		Обыкновен. глина.	60,9	45,4
Могольцъ, Оберлаузицъ. по фонъ-Клейсту	1854 до 1855	Гончарная глина.	41,5	38,8
		Обыкновен. глина.	52,7	50,2

При увеличеніи наклона грунта уменьшается просачиваніе. Въ лѣсахъ, по Эбермейеру, задерживается на верхушкахъ деревъ около четвертой части осадковъ; тѣмъ не менѣе въ прикрытой почвѣ лѣсовъ вслѣдствіе меньшаго испаренія количество просачивающейся въ году воды почти такое же, какъ и на свободной и голой площади, а именно — около половины всѣхъ осадковъ. Количество грунтовыхъ водъ зимою почти вдвое больше, чѣмъ на площадяхъ голыхъ. На поверхностяхъ, покрытыхъ травой, по наблюденіямъ Волдриха, количество просачивающейся воды составляетъ почти половину по сравненію съ просачиваніемъ на голой площади.

По Люгеру, 1 cbm сухой каменистой породы можетъ принять въ себя нижеслѣдующее количество воды въ литрахъ:

НТБ ДНУЖТ

Гранитъ .	. 0,5—8,6	Сланецъ .	5,4—27
Сіенитъ	. 4,7—13,8	Песчаникъ .	6,2—398
Габро .	6—7	Доломитъ.	15—221,5
Порфиръ	4—13	Известнякъ .	15,4—322
Фонолитъ.	20—45	Мѣлъ.	144—439
Базальтъ . .	6,3—9,5	Глинистый грунтъ.	464—481
Базальт. лава	44—56		

Крупный песокъ и гравій примѣрно 360
Средній песокъ, размѣромъ зерна менѣе 1 mm . . . 400
Мелкій песокъ, размѣромъ зерна менѣе $^1/_3$ до $^1/_4$ mm 420.

По опытамъ Шюблера, различные грунты могутъ впитывать въ себя до насыщенія нижеслѣдующее количество воды въ $^0/_0$:

	по вѣсу	по объемному содержанію		по вѣсу	по объемному содержанію
Кварцевый песокъ.	25	50	Глина съ 24$^0/_0$ песка	50	73
Известковый песокъ	29	58	» » 10$^0/_0$ »	61	82
Чистая гончарная глина . .	70	87	Углекислая известь.	85	81
Глина съ 45$^0/_0$ песка.	40	68	Садовая земля .	89	82
			Пахотная земля . .	52	74
			Сланцевый мергель.	34	66

c. Водосборные каналы, сборныя трубы и штольни.

Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ водопроницаемые слои покоятся на водонепроницаемыхъ, можно ожидать присутствія подземныхъ водъ.

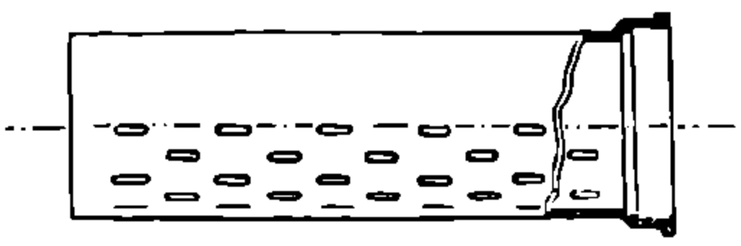
Водонепроницаемы: глина обыкновенная, гончарная и лѣпная, гнейсъ, гранитъ, сланецъ, порфиръ, если порода не раздавлена и не рваная. Водопроницаемы: песокъ, гравій и гальки, также известнякъ, мѣлъ, доломитъ и пестрый песчаникъ. Въ известковыя породы вода проходитъ иногда на значительную глубину. Водопроницаемость мергеля перемѣнная. Если образовавшаяся въ сплошной каменной породѣ отъ сдвига трещина заполнена водонепроницаемой лѣпной глиной, то уровень грунтовыхъ водъ по обѣ стороны этой трещины можетъ быть различный. Предварительныя изысканія имѣютъ цѣлью: нанесеніе на чертежъ послѣдовательнаго расположенія отдѣльныхъ слоевъ по высотѣ съ указаніемъ уровня воды въ колодцахъ и буровыхъ скважинахъ, опредѣленіе геологическаго строенія мѣстности, производительности источниковъ и выясненіе размѣровъ бассейна, границы котораго не всегда совпадаютъ съ линіями водораздѣловъ на поверхности; необходимо также знать высоту выпадающихъ осадковъ.

Для собиранія воды, которая въ видѣ отдѣльныхъ ручейковъ течетъ надъ водонепроницаемымъ грунтомъ, образующимъ подземный обрывъ, устраиваютъ подземный **сборный**

НТБ ДНУЖТ

каналъ или **коридоръ** (всасывающій каналъ, фильтраціонный ходъ) непосредственно на водонепроницаемомъ грунтѣ; каналъ этотъ выводится изъ каменной кладки и только съ нагорной стороны обрыва дѣлается проницаемымъ для воды и собираетъ всю воду. Если можно допустить просачиваніе воды до лощины водонепроницаемаго слоя, то достаточно въ этихъ лощинахъ уложить продырявленныя, гончарныя, бетонныя или чугунныя **сборныя трубы** (черт. 1). Раструбы заполняются лишь настолько, чтобы въ трубы не попадалъ грунтъ. Сборные каналы рекомендуются для собиранія воды (дренажа) въ грунтахъ, строеніе которыхъ сильно мѣняется, и вообще когда водонепроницаемый слой лежитъ высоко. Отверстія длиной 100 mm и шириной 10 mm увеличиваются по направленію внутрь трубы съ цѣлью избѣжать засоренія. Въ случаѣ мелкаго песка и т. п. скорость движенія воды внутрь трубы должна быть настолько незначительна, чтобы увлекаемыя водой частицы не образовали въ водѣ мути. Для устраненія этого полезно обкладывать сборную трубу гравіемъ.

Черт. 1.



Скорость входа воды на концахъ сборныхъ трубъ наибольшая. Для удержанія дождевой воды канавы, вырытыя для сборныхъ трубъ, надъ самыми трубами заполняются и утрамбовываются слоемъ глины въ 30 cm, надъ которой еще кладется слой растительной земли. Сборныя трубы могутъ быть также составлены изъ неглазурованныхъ дренажныхъ трубъ, упирающихся другъ въ друга концами въ притыкъ. Также для дренажа устраиваются каналы, нижняя часть которыхъ заполняется щебнемъ.

Штольни примѣняются для дренированія твердыхъ каменныхъ горныхъ породъ. Если водонепроницаемые слои чередуются съ водопроницаемыми, то по направленію, перпендикулярному къ простиранію пластовъ, проводится штольня шириною 0,8 до 1,2 m съ уклономъ къ горизонту не менѣе 0,0005, которая перерѣзаетъ всѣ слои, собирая такимъ образомъ воду отъ всѣхъ водопроницаемыхъ слоевъ. Для возможности ходить внутри штольни высота ея въ свѣту должна быть не менѣе 1,9 m; кромѣ того, для этой же цѣли устраивается особый ходъ либо на боковой бермѣ у пониженнаго водоотводнаго канала штольни, либо, напр., на листахъ рифленаго желѣза, укладываемыхъ на особыхъ желѣзныхъ балкахъ, или на днѣ самой штольни. По обѣ стороны отъ уровня воды въ штольнѣ уровень грунтовыхъ водъ поднимается; если штольня недостаточно велика, чтобы отводить всю воду при данномъ уклонѣ мѣстности, то она наполняется, и уровень грунтовыхъ водъ стоитъ надъ конькомъ штольни. Горными

НТБ ДНУЖТ

котлованами можно часто пользоваться, какъ естественными водохранилищами до высоты существующихъ ключей, переливающихся въ видѣ водосливовъ; въ этихъ случаяхъ штольню закрываютъ подпорною стѣнкой, толщиной около 2 m, или чугунной дверью; для стока воды устраиваютъ чугунную трубу, снабженную задвижкою. При помощи особаго измѣрителя давленія можно судить объ уровнѣ воды въ котлованѣ. Двери въ подпорной стѣнкѣ штольни даютъ возможность входить въ штольню и ходить по ней, когда она опорожнена; въ противномъ случаѣ для этого потребовалось бы устройство особой шахты. Штольни могутъ выходить на дневную поверхность или начинаться въ шахтѣ, которую для удобства сооруженія закладываютъ въ водонепроницаемомъ грунтѣ.

d. Собираніе воды при помощи прудовъ *).

Къ прудамъ, расположеннымъ въ гористыхъ мѣстахъ, притекаетъ обыкновенно отъ 60 до 80% водныхъ осадковъ. Для болѣе точнаго опредѣленія притока воды изъ ручьевъ и особенно уровня ихъ высокихъ водъ рекомендуется устройство на нихъ плотинъ и приборовъ, записывающихъ автоматически высоту верхней воды, т.-е. высоту водослива. Объемъ прудовъ, въ которыхъ долженъ утилизироваться весь годовой притокъ, долженъ составлять 15 до 35% этого притока. Въ зависимости отъ этого опредѣляется необходимая высота водоудержательной плотины. Высота слоя воды, которая ежегодно теряется при испареніи, равна 0,6 до 1,0 m.

Земляныя плотины допускаются до наибольшей глубины воды въ 15 m. Въ болѣе серьезныхъ сооруженіяхъ плотина должна имѣть вверху ширину 4 m и возвышаться надъ уровнемъ самой высокой воды на 1 до 1,5 m. Со стороны воды должна быть двойная или тройная мостовая, а съ противоположной стороны $1^1/_2$ до 2-ного откоса. По англійскому способу выводятъ внутреннюю часть или ядро плотины изъ лѣпной глины, которая опускается въ грунтъ до глубины достаточно плотнаго слоя и на уровнѣ грунта имѣетъ наибольшую толщину, затѣмъ отъ уровня грунта толщина ядра уменьшается кверху на 5 cm для каждаго 1 m высоты плотины, причемъ наименьшая толщина равна $^1/_3$ глубины воды; или, по Фрейбергскому или Эльзасскому способу, на плотину со стороны воды кладутъ глинобитную покрышку еще болѣе значительной толщины. Глина въ мокромъ состояніи утаптывается или утрамбовывается слоями 10 до 20 cm толщины; полезно при-

---

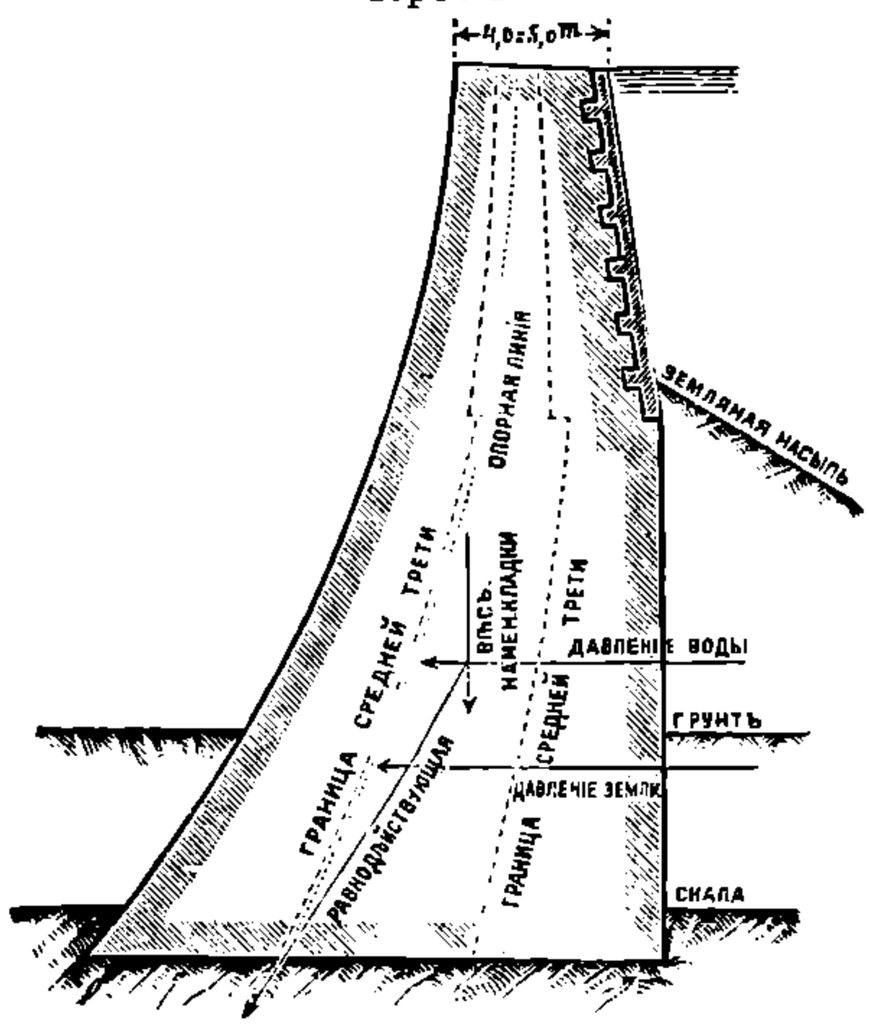
*) См. Fecht, Stauweiher in den Vogesen, Berlin, 1892 (Z. f. B. 1899), 1893. W. Ernst & Sohn, Z. f. Bauw. 1902, стр. 221; Intze, Zeitschr. f. Architectur u. Ingenieurwesen 1899, стр. 1; Ziegler, Der Thalsperrenbau, Berlin, 1900, Polit. Buchhandl; Hofer, Allg. Bztg. 1898, стр. 55, öst. Monatschr. f. d. öff. Bauw. 1898, стр. 240; Bachmann Z. f. B. 1903, стр. 650.

НТБ ДНУЖТ

бавлять $^1/_2$ до 2 частей песка на 1 часть глины или въ глинистый грунтъ прибавлять известковое молоко (чѣмъ больше глины, тѣмъ больше извести, а именно 15 до 20 литр. известковаго порошка = 9,4 до 12,5 kg на 1 cbm грунта). Остальная часть плотины трамбуется или укатывается только въ исключительныхъ случаяхъ. Вода отводится при помощи чугунной трубы въ каменной штольнѣ (коридорѣ), расположенной въ горной породѣ (а не въ каменномъ коридорѣ подъ плотиной); въ штольню ведетъ шахта (колодезь), на днѣ которой установлена водозапорная задвижка чугунной водоотводной трубы. Иногда располагаютъ въ самой плотинѣ шахту для помѣщенія запорной задвижки. Въ небольшихъ плотинахъ задвижку располагаютъ изнутри плотины въ наклонномъ положеніи и тягу къ задвижкѣ проводятъ вдоль откоса. Земляныя плотины, будучи затоплены, разрушаются. Необходимо поэтому устраивать въ нихъ водосливы. Въ Англіи считаютъ на каждый 1 qkm общей поверхности бассейна, съ котораго собираются осадки, 2,26 m длины водослива.

Въ скалистыхъ грунтахъ отдаютъ безусловно предпочтеніе **каменнымъ водоудержательнымъ плотинамъ** (черт. 2) передъ земляными. Форма плотины опредѣляется въ предположеніи, что вода можетъ подняться до верха плотины. Для каждаго горизонтальнаго сѣченія плотины необходимо, чтобы дѣйствующій выше этого сѣченія грузъ плотины, при порожнемъ прудѣ, равно какъ и равнодѣйствующая изъ вѣса воды (при заполненномъ прудѣ) выше выбраннаго сѣченія, вѣса кладки и давленія земли пересѣкала бы выбранное сѣченіе внутри средней его трети. Облицовочная кладка въ верхней части плотины со стороны воды, для опредѣленія средней трети въ этомъ мѣстѣ, въ разсчетъ не принимается, т.-е. принимается какъ бы несуществующею, а вѣсъ этой кладки принимается при полномъ резервуарѣ уменьшеннымъ на величину давленія снизу вверхъ. При опредѣленіи давленія отъ грунта слѣдуетъ принимать вѣсъ грунта также уменьшеннымъ на величину давленія снизу вверхъ, т.-е.

Черт. 2.



НТБ ДНУЖТ

0,8 t/cbm, затѣмъ уголъ естественнаго откоса около 20° и не принимать въ разсчетъ тренія между грунтомъ и поверхностью каменной кладки стѣны.

Въ виду того, что постройка плотины производится въ теплое время года, а каменная кладка принимаетъ среднюю годовую температуру, необходимо для избѣжанія трещинъ придавать водоудержательной плотинѣ въ планѣ форму кривой, напр. для вершины плотины радіусомъ 200 до 300 m. Для каменной кладки слѣдуетъ брать по возможности тяжелые камни, не вывѣтривающіеся, и при опредѣленіи собственнаго вѣса плотины принимаютъ, что 0,3 до 0,4 объема плотины состоитъ изъ раствора. Напряженіе на сжатіе у наружной и, соотвѣтственно, внутренней поверхности не должно превосходить при наполненномъ бассейнѣ и, соотвѣтственно, порожнемъ бассейнѣ въ общемъ $k = 6$ до 8 kg/qcm. Трассовому раствору (1 объемъ известковаго молока, $1^1/_2$ объема трассовой муки, $1^1/_2$ до $1^3/_4$ кварцоваго песка) отдается предпочтеніе передъ портландскимъ цементомъ, вслѣдствіе большей эластичности. Къ портландскому цементу прибавляютъ немного гидравлической или жирной извести (напр. 1 объемъ портл. цемента, $^1/_2$ объема жирной извести, 3 части кварцоваго песка). Со стороны воды штукатурка изъ плотной массы (напр. цементная штукатурка съ двухкратной окраской гудрономъ); штукатурка эта предохраняется облицовкой клинкеромъ или тесанымъ камнемъ, входящимъ зубьями въ общую кладку. Въ нижней части штукатурка замѣняется засыпкой изъ лѣпной глины съ примѣсью гравія или щебня. Въ каменныхъ водоудержательныхъ плотинахъ можно пользоваться верхомъ плотины частью или полностью, какъ водосливомъ; забирная труба представляетъ спеціально устроенный для этой цѣли въ каменной кладкѣ плотины коридоръ, доступный снаружи и хорошо закрытый со стороны воды.

e. Водосборные колодцы.

1. **Общія данныя.** Для полученія воды изъ общей массы текучихъ грунтовыхъ водъ, а также изъ рѣки, текущей въ водопроницаемомъ грунтѣ (естественный фильтръ), служатъ колодцы. Они дешевле сборныхъ каналовъ, и разница въ цѣнѣ тѣмъ болѣе, чѣмъ глубже вода находится подъ поверхностью земли.

Присутствіе **грунтовыхъ водъ** *) опредѣляется шурфованіемъ, а при большей глубинѣ при помощи буренія. Для болѣе точныхъ изысканій необходимо опредѣлять высоту воды въ буровыхъ скважинахъ, шурфахъ, а также существующихъ колодцахъ, и заготовить чертежъ съ нанесеніемъ этихъ высотъ. При опредѣленіи воды въ буровыхъ скважинахъ не-

*) См. Принцъ, J. f. G. u. W. 1901, стр. 317, 339.

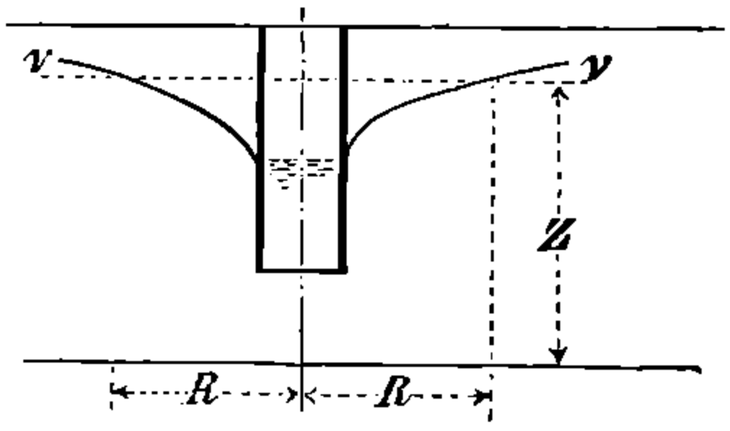
НТБ ДНУЖТ

обходимо убѣдиться, не засорена ли скважина, для чего въ нее наливаютъ воду. О мѣстѣ происхожденія воды судятъ по ея химическому составу, температурѣ и измѣненію температуры. По Люгеру, на присутствіе подземныхъ водотоковъ можно особенно разсчитывать вблизи старыхъ высокихъ береговъ и въ старыхъ руслахъ рѣкъ, а также между тѣми мѣстами, гдѣ открытый водотокъ теряетъ воду и гдѣ вода затѣмъ снова появляется въ руслѣ этой же или сосѣдней рѣки.

Скорость теченія грунтовыхъ водъ можетъ быть, по Тиму, измѣрена непосредственно, если предварительно, для опредѣленія направленія паденія, пробурить 3 буровыхъ скважины въ разстояніи 10 до 50 m, пронивеллировать уровни воды въ этихъ скважинахъ и затѣмъ произвести буреніе 4-й скважины по выяснившемуся направленію теченія грунтовыхъ водъ. Въ скважину, имѣющую наивысшій уровень воды, кладутъ 150 до 200 kg концентрированнаго раствора поваренной соли. Въ самой нижней, по направленію теченія, буровой скважинѣ берутъ черезъ каждые $^1/_4$ или $^1/_2$ часа пробы воды, которыя изслѣдуются на содержаніе въ нихъ поваренной соли. Если мѣсто наибольшаго содержанія поваренной соли перемѣщается внизъ по теченію грунтовыхъ водъ, то, раздѣляя время въ часахъ, прошедшее между засыпкой соли въ верхнюю скважину и появленіемъ наибольшаго содержанія соли въ нижней скважинѣ, на разстояніе между обѣими скважинами въ m, получимъ скорость теченія грунтовыхъ водъ въ m въ часъ. Если полученную скорость помножить на сѣченіе водоноснаго грунта въ qm и на коэффиціентъ (около 0,22 до 0,28), который указываетъ, сколько промежутковъ находится въ единицѣ объема водоноснаго слоя, то получимъ количество воды (производительность) подземнаго водотока въ cbm въ часъ.

Часто для изслѣдованія движенія грунтовыхъ водъ необходимо знать **проницаемость грунта** k. При незначительномъ паденіи грунтовыхъ водъ α скорость фильтраціи, т.-е. количество воды въ cbm, протекающее въ 24 часа черезъ 1 qm вертикальнаго сѣченія грунта, слѣдуетъ принимать $= -k\,\alpha$; здѣсь α отношеніе, т.-е. отвлеченное число, а k проницаемость грунта въ m въ сутки. Дѣйствительная скорость значительно больше скорости фильтраціи, такъ какъ вода движется только въ промежуткахъ между частицами грунта. Для мелкаго чистаго песка и t^0 C имѣетъ, по Газену, пропускаемость $k = 1000\,(0{,}7 + 0{,}03\,t)\,d^2$, гдѣ d означаетъ дѣй-

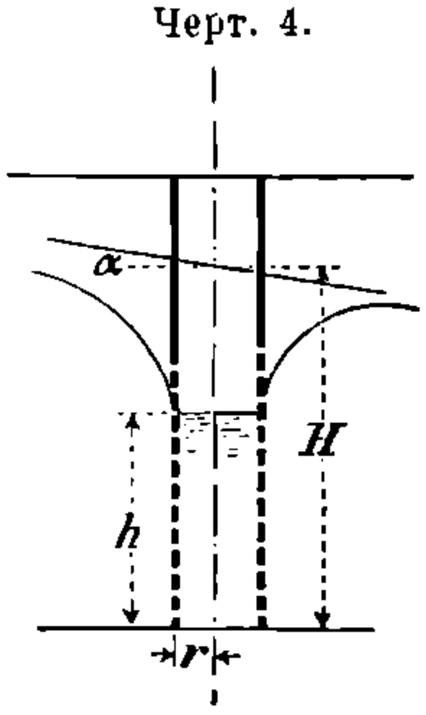
Черт. 3.



НТБ ДНУЖТ

ствующій діаметръ зерна въ mm. Подъ этимъ діаметромъ слѣдуетъ понимать діаметръ того шара, въ который можетъ быть превращено дѣйствующее зерно; послѣднее опредѣляется по условію, чтобы всѣ зерна, меньшія дѣйствующаго зерна, составляли бы въ суммѣ 0,1, а всѣ зерна, бо́льшія дѣйствующаго,—0,9 общаго вѣса массы песка. На основаніи опытовъ надъ фильтраціей въ небольшихъ размѣрахъ опредѣлять k неудобно; лучше, если производить откачку изъ пробнаго колодца извѣстнаго количества q cbm въ сутки. Если на окружности радіуса R m отъ оси колодца вода останавливается на высотѣ Z m надъ водонепроницаемымъ слоемъ и поверхность грунтовой воды имѣетъ по направленію къ колодцу паденіе ν (черт. 3), то имѣемъ

Черт. 4.

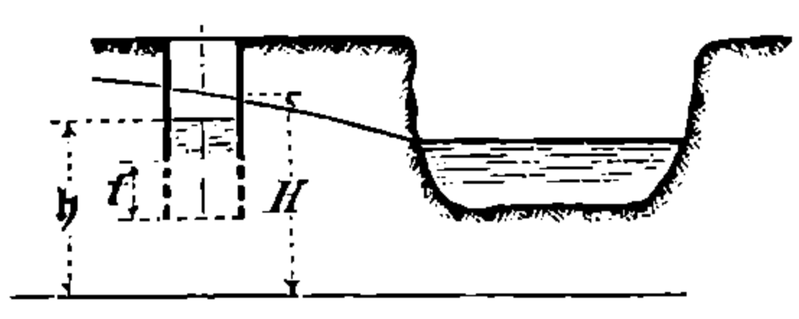


$$k = \frac{q}{2\pi R Z \nu}.$$

Колодезь радіусомъ r m съ водопроницаемыми стѣнками*), вырытый до глубины горизонтальнаго водонепроницаемаго слоя и въ которомъ первоначальная глубина воды была H m (черт. 4) и первоначальное паденіе грунтовыхъ водъ α (гдѣ α представляетъ отношеніе), даетъ при откачкѣ изъ него воды пониженіе уровня $H - h$, причемъ

$$H^2 - h^2 = \frac{q}{\pi k} \ln \frac{H}{\alpha r}.$$

Черт. 5.



Если колодезь расположенъ на разстояніи a m отъ рѣки, то имѣемъ

$$H^2 - h^2 = \frac{q}{\pi k} \ln \frac{2a}{r}.$$

Если стѣнки колодца могутъ пропускать воду только на высотѣ t (черт. 5), основаніе колодца воду не пропускаетъ, то уровень воды останавливается на высотѣ $\mathfrak{h}$ надъ водонепроницаемымъ слоемъ; при этомъ

$$H^2 - \mathfrak{h}^2 = \frac{q}{\pi k} \sqrt{\frac{\mathfrak{h}}{t}} \sqrt[4]{\frac{\mathfrak{h}}{2\mathfrak{h} - t}} \ln \frac{2a}{r}.$$

Подобнымъ образомъ имѣемъ для открытаго дна колодца (черт. 6)

$$H^2 - \mathfrak{h}^2 = \frac{q}{\pi k} \sqrt{\frac{\mathfrak{h}}{t + 0{,}5\,r}} \sqrt[4]{\frac{\mathfrak{h}}{2\mathfrak{h} - t}} \ln \frac{2a}{r}.$$

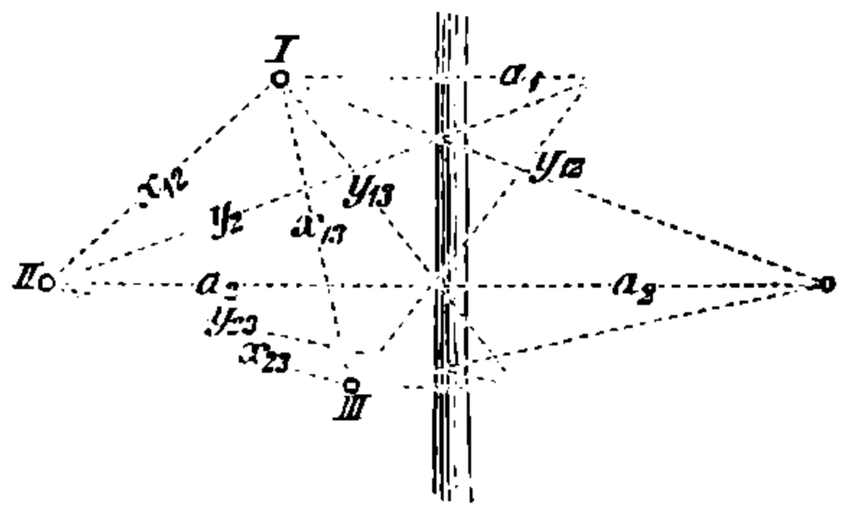
---

*) Форшхеймеръ, Z. ö. u. A. V. 1898, стр. 629, 645; Z. d. V. d. I. 1899, тр. 202.

НТБ ДНУЖТ

Пониженія $H - \mathfrak{h}$, которыя, по сравненію съ глубиной H грунтовой воды, остаются незначительными, пропорціональны количеству q выкачиваемой воды. Если изъ нѣсколькихъ колодцевъ съ водопроницаемыми стѣнками, опущенныхъ до глубины горизонтальнаго водонепроницаемаго слоя и расположенныхъ вблизи рѣки (черт. 6), производить откачку воды въ количествахъ q_1, q_2, q_3 и если a_1, a_2, a_3 разстоянія колодцевъ отъ берега, r_1, r_2.... радіусы колодцевъ, h_1, h_2... уровни воды при откачкѣ изъ всѣхъ колодцевъ, H_1, H_2.... первоначальные уровни воды въ колодцахъ, x_{12}, x_{13}.... разстоянія перваго колодца отъ остальныхъ, y_{12}, y_{13}.... разстоянія перваго колодца до другихъ воображаемыхъ колодцевъ, расположенныхъ въ рѣкѣ симметрично къ берегу, и къ другимъ колодцамъ II и III, то имѣемъ:

Черт. 6.



$$H_1^2 - \mathfrak{h}_1^2 = \sqrt{\frac{\mathfrak{h}_1}{t_1}}\sqrt[4]{\frac{\mathfrak{h}_1}{2\mathfrak{h}_1 - t_1}}\frac{q_1}{\pi k}\ln\frac{2a_1}{r_1} + \frac{q_2}{\pi k}\ln\frac{y_{12}}{x_{12}} + \frac{q_3}{\pi k}\ln\frac{y_{13}}{x_{13}} + \ldots$$

Подобнымъ образомъ имѣемъ:

$$H_2^2 - \mathfrak{h}_2^2 = \sqrt{\frac{\mathfrak{h}_2}{t_2}}\sqrt[4]{\frac{\mathfrak{h}_2}{2\mathfrak{h}_2 - t_2}}\frac{q_2}{\pi k}\ln\frac{2a_2}{r_2} + \frac{q_1}{\pi k}\frac{y_{21}}{x_{12}} + \frac{q_3}{\pi k}\ln\frac{y_{23}}{x_{23}} +$$

Если дно колодцевъ открыто, то первые члены въ вышеприведенныхъ суммахъ соотвѣтственно измѣняются. Правильность этихъ уравненій нарушается отъ того, что вблизи колодцевъ грунтъ вслѣдствіе откачиванія воды мѣняетъ свои свойства.

Изъ этихъ уравненій во всякомъ случаѣ слѣдуетъ, что для даннаго количества откачиваемой воды пониженіе уровня мало зависитъ отъ радіуса колодца, тогда какъ это пониженіе значительно уменьшается съ увеличеніемъ числа колодцевъ. При небольшомъ пониженіи и большомъ разстояніи между колодцами опусканіе уровня обратно пропорціонально числу колодцевъ.

Для колодцевъ, у которыхъ вода входитъ только черезъ плоское дно, пониженіе уровня опредѣляется приблизительно по уравненію

$$H - \mathfrak{h} = \frac{q}{4kr}.$$

Небольшія примѣси глины уменьшаютъ пропускаемость грунта въ значительной степени (часть I, стр. 271). Когда дѣйствующій діаметръ зерна достигаетъ 3 mm, то паденіе к

НТБ ДНУЖТ

не возрастаетъ болѣе пропорціонально скорости фильтраціи v, по сильнѣе; Форшхеймеръ нашелъ для v km/день

для гравія $v = 0{,}82\ v + 10{,}7\ v^2$,
а также $v = 1{,}77\ v + 318\ v^2$.

Въ колодцы, расположенные вблизи рѣкъ, можетъ проникать какъ рѣчная вода, такъ и вода изъ прудовъ, озеръ и т. п. Въ послѣднемъ случаѣ имѣетъ мѣсто естественная фильтрація. Часто ложе рѣки непроницаемо для воды, тогда какъ сосѣдній грунтъ пропускаетъ воду. О происхожденіи воды судятъ по ея химическому составу, температурѣ, ея измѣненію, равно и паденію грунтовыхъ водъ. Если изъ одного колодца должно быть взято q cbm воды въ сутки и если въ каждый погонный m длины рѣки притекаетъ въ сутки q_0 cbm, то разстояніе a отъ колодца до рѣки въ m должно быть $> \frac{q}{\pi q_0}$, если требуется, чтобы въ этотъ колодезь попадала вода изъ окружающихъ источниковъ, а не рѣчная.

Для выясненія непрерывности притока воды, пробная откачка должна производиться по меньшей мѣрѣ нѣсколько недѣль.

Для опредѣленія діаметра колодца необходимо, кромѣ пониженія уровня воды, вызывающаго расходы по ея подъему (опусканіе уровня не должно превосходить 2 m), принимать въ разсчетъ скорость притока воды въ колодезь, которою обусловливается возможность отдѣленія и увлеканія частицъ грунта.

По Тиму, имѣемъ для величины зеренъ:

0 до 0,25	0,25 до 0,5	0,5 до 1	1 до 2	2 до 3 mm,

скорость, при которой зерно только еще плаваетъ:

0 до 29	35 до 69	75 до 96	110 до 170	179 до 820 mm/sk.

2. **Шахтные котлованы** (колодцы большаго діаметра) необходимы, когда внутри ихъ должны быть установлены водоподъемные насосы или когда эти колодцы (какъ въ домовыхъ водоснабженіяхъ) служатъ лишь для временной откачки воды, а въ промежуткахъ между откачками представляютъ сборники для медленно просачивающейся въ нихъ воды.

3. **Каменные колодцы.** Въ виду неудобства бутовой кладки для тонкихъ стѣнокъ колодца, послѣднія выводятся изъ кирпича; имъ придаются слѣдующіе размѣры:

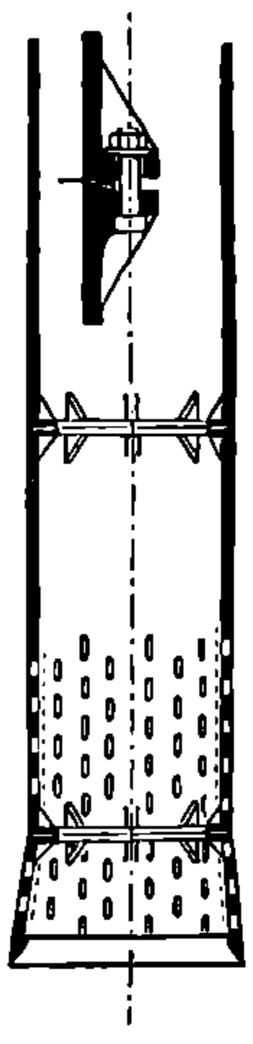
при діам. въ свѣту	1 до 1,5	2 до 3,5	4 до 5,5	6 до 7,5 m
толщ. стѣнокъ	1	$1^1/_2$	2	$2^1/_2$ кирпича.

Кладка выводится сплошною на цементномъ растворѣ, причемъ въ нижней части во время кладки нѣкоторые швы оставляются открытыми. Пропусканіе воды можетъ быть достигнуто также примѣненіемъ пустотѣлыхъ кирпичей (со сквозными отверстіями). Кладка верхней части колодца на высотѣ 5 до 8 m должна быть водонепроницаема для устраненія

НТБ ДНУЖТ

просачиванія дождевой воды и, кромѣ того, должна нѣсколько возвышаться надъ окружающей поверхностью земли. Колодезь закрывается сверху желѣзною крышкой, или надземная его часть должна имѣть такую высоту, чтобы въ колодезь можно было пройти черезъ дверь, устроенную въ его стѣнкахъ. На дно колодца до производства кладки кладутъ обыкновенно прочное кольцо изъ дерева, хорошо скрѣпленное болтами и желѣзными связями, или изъ желѣза (лучше изъ чугуна). Это кольцо безусловно необходимо, когда колодезь устраивается «опускнымъ» съ откачкой или безъ откачки воды; въ этомъ случаѣ кольцо должно имѣть форму ножа. Далѣе рекомендуется для избѣжанія разрыва кладки, когда грунтъ при опусканіи колодца почему-либо удерживаетъ верхнюю его часть, отчего нижняя часть колодца при удаленіи грунта можетъ отдѣлиться отъ верхней, устраивать еще промежуточныя кольца на разстояніи 2 m; эти кольца соединяются какъ между собою по высотѣ, такъ и съ нижнимъ кольцомъ (ножомъ) при помощи 6 до 8 прочныхъ желѣзныхъ связей (толщ., напр., 3 cm). То же относится къ колодцамъ изъ **трамбованнаго бетона.** Кольца на разстояніи 1 до 2 m примѣняются также и тогда, когда при откачкѣ воды удаленіе грунта производится участками одинаковой высоты, причемъ кладка колодцевъ все время подвѣшена на кольцахъ. Удаленіе воды изъ колодца происходитъ тогда, когда строительный насосъ высасываетъ изъ колодца большее количество воды, чѣмъ то, которое будетъ высасываться впослѣдствіи постояннымъ насосомъ. Уменьшеніе діаметра колодца кверху, а равно и нѣкоторый выступъ колецъ изъ кладки наружу облегчаютъ опусканіе колодца, но способствуютъ крайне нежелательному притоку дождевой воды. Опусканіе при помощи сжатаго воздуха можетъ въ исключительныхъ случаяхъ давать сбереженіе и требуетъ формы ножа, употребляемой обыкновенно для кессоновъ.

Черт. 7.



4. **Кирпичные фильтраціонные колодцы,** состоящіе изъ внутренней стѣнки и наружнаго кожуха съ заполненіемъ промежутка пескомъ и гравіемъ, больше не примѣняются.

5. **Желѣзные шахтные колодцы** (черт. 7) требуютъ при одинаковомъ діаметрѣ въ свѣту меньше землечерпательныхъ работъ, допускаютъ большую площадь для прохода воды (много продолговатыхъ отверстій въ стѣнкахъ), вслѣдствіе большей прочности опускаются легче и съ большей безопасностью: при глубинѣ около 10 m, а иногда и менѣе, обходятся дешевле каменныхъ колодцевъ. Они составляются изъ отдѣльныхъ чугунныхъ звеньевъ, изъ которыхъ нижнее (башмакъ) сна-

НТБ ДНУЖТ

бжается ножомъ. При діаметрѣ большемъ 1 m соединеніе звеньевъ производится при помощи внутреннихъ прилитыхъ чугунныхъ фланцевъ, соединенныхъ прилитыми же ребрами съ цилиндрическою частью. Соединеніе производится при помощи вертикальныхъ болтовъ; при малыхъ діаметрахъ дѣлается внутренняя перекрышка звеньевъ и болты горизонтальные.

6. Въ **буровыхъ колодцахъ** (буровыя скважины) вмѣсто звеньевъ примѣняется сплошная труба изъ отдѣльныхъ обсадныхъ трубъ, діам. которыхъ только незначительно больше діам. всасывающей трубы насоса. Обсадныя трубы (буровыя скважины) начинаются либо у поверхности земли, или у дна каменныхъ или желѣзныхъ шахтныхъ колодцевъ большого діам., въ которыхъ могутъ быть установлены насосы. Эта система примѣняется для весьма глубокихъ колодцевъ (часто свыше 100 m), причемъ опусканіе трубъ производится при помощи буренія грунта. Въ рыхломъ грунтѣ буровая труба опускается по мѣрѣ погруженія бурового инструмента (подобно тому, какъ при опусканіи колодца, съ той разницей, что обсадную трубу, если это требуется, погружаютъ при помощи ударовъ бабой).

Въ прочномъ грунтѣ сначала производятъ буреніе скважины, а затѣмъ заправляютъ обсадную трубу. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ оставляютъ скважину на всю глубину или только въ нижней ея части безъ обсадныхъ трубъ. Въ иныхъ случаяхъ вытягиваютъ на нѣкоторую высоту обсадную трубу, послѣ того какъ въ нее вставлена внутренняя забирная (она же и нагнетательная) труба насоса, и обрѣзаютъ вытянутую часть; въ нѣкоторыхъ случаяхъ вытягиваютъ обсадную трубу полностью или же обрѣзаютъ ее на нѣкоторой глубинѣ, послѣ чего вытягиваютъ верхнюю ея часть. Для обсадныхъ трубъ берутъ стальныя трубы Маннесмана, чугунныя, желѣзныя трубы заварныя или съ долевымъ швомъ; соединеніе трубъ между собою на винтовой рѣзьбѣ. Обсадныя трубы дороже желѣзныхъ и чугунныхъ забирныхъ (онѣ же нагнетательныя) трубъ, почему стараются, если это позволяютъ условія скважины, а равно и условія притока воды, замѣнять первыя трубы послѣдними. Въ рѣдкихъ случаяхъ удается внутри стальныхъ обсадныхъ трубъ вставлять болѣе дешевыя обсадныя трубы съ тѣмъ, чтобы впослѣдствіи стальныя трубы вытянуть. Если дальнѣйшее погруженіе обсадной трубы дѣлается невозможнымъ, то вставляютъ въ нее трубу меньшаго діаметра, верхній конецъ которой выступаетъ надъ поверхностью земли; эта труба разрѣзается у нижняго обрѣза первой трубы большаго діам. и затѣмъ верхняя часть вытаскивается обратно. При достаточномъ первоначальномъ діаметрѣ обсадной трубы можно въ водоносныхъ слояхъ вставлять трубы меньшаго діам., для того чтобы вода могла проходить въ промежуткахъ между двумя сосѣдними трубами. Осторожнѣе опредѣлять точно мѣсто водоносныхъ сло-

НТБ ДНУЖТ

евъ и напоръ въ каждомъ слоѣ, производить буреніе обсадными трубами и продырявливать стѣнки этихъ трубъ въ тѣхъ слояхъ, гдѣ напоръ больше — въ противномъ случаѣ вода будетъ проникать изъ водоноснаго слоя съ бо́льшимъ напоромъ въ слой съ меньшимъ напоромъ.

Изъ потрескавшихся каменныхъ породъ и крупнаго песка вода можетъ проникать сквозь щели обсадной трубы и открытое дно этой трубы въ забирную трубу, или если обсадная труба вытянута, то непосредственно въ забирную трубу. Въ случаѣ мелкаго или глинистаго песка необходимо вставлять въ обсадную трубу фильтрующую корзину или же снабдить такою корзиной конецъ забирной трубы. Фильтрующая корзина представляетъ продырявленную трубу или рѣшетку (изъ желѣза или мѣди), обтянутую снаружи нержавѣющею тканью изъ красной или желтой мѣди. Послѣднее устройство съ фильтромъ на забирной трубѣ и обсадной трубой, окружающею фильтръ, предпочтительно. Фильтръ Смрекера можетъ быть для прочистки вынимаемъ чрезъ забирную трубу.

Для городскихъ водоснабженій діаметръ фильтрующей всасывающей коробки не менѣе 150 mm и рѣдко короче 3 m. По Тиму, ткань для фильтра выбирается съ такимъ разсчетомъ, чтобы сквозь отверстія этой ткани могли проходить двѣ трети водоноснаго песка. Для того чтобы выкачать самый мелкій песокъ, окружающій всасывающую коробку, производятъ въ теченіе 2 до 3 дней откачку воды въ двойномъ противъ нормальнаго количествѣ. Вмѣсто ткани можно для фильтра примѣнять песокъ (фильтраціонные слои, который при помощи жестяныхъ цилиндровъ укладывается въ промежуткѣ между всасывающей коробкой и обсадною трубою съ уменьшеніемъ размѣра зерна по направленію наружу; обсадная труба впослѣдствіи вытягивается.

Буровые колодцы весьма удобны для сбора текучихъ грунтовыхъ водъ, находящихся на большой площади, и располагаются на разстояніяхъ 8 до 25 m другъ отъ друга въ одинъ рядъ, перпендикулярно къ направленію теченія грунтовыхъ водъ. Каждая партія буровыхъ колодцевъ (напр. каждые 10) соединяются безъ задвижекъ съ одною общей сифонной трубой; послѣдняя можетъ быть разобщаема съ главной сифонной трубой, опускающеюся въ шахтный колодезь, изъ котораго уже вода подается насосами.

7. **Артезіанскіе колодцы** представляютъ буровыя скважины, изъ которыхъ берется грунтовая вода, находящаяся ниже водонепроницаемыхъ слоевъ подъ нѣкоторымъ напоромъ (фонтаны). Производительность этихъ колодцевъ уменьшается съ высотой, до которой заставляютъ подниматься воду, находящуюся подъ своимъ естественнымъ напоромъ.

8. **Абиссинскіе колодцы** (американскія буровыя скважины, Нортоновскіе колодцы) представляютъ трубу діам. 25 до 75 mm, которая загоняется непосредственно въ грунтъ; а

НТБ ДНУЖТ

именно: при легкомъ грунтѣ и глубинѣ менѣе 6 m при помощи поворачиванія при одновременномъ забиваніи бабой. Нижній конецъ трубы представляетъ либо винтъ, либо острый свайный башмакъ. Конецъ трубы, въ зависимости отъ грунта, либо только продырявленъ, либо продырявленъ и покрытъ тканью. При высокомъ горизонтѣ воды на трубу насаживается насосъ, а при низкомъ—насосный цилиндръ опускается въ трубу и приводится въ дѣйствіе системою штангъ. Эти колодцы особенно примѣняются при изысканіяхъ для водоснабженій.

f. Вода изъ рѣкъ и озеръ.

Изъ гигіеническихъ соображеній не слѣдуетъ брать воду непосредственно изъ рѣкъ, но это иногда необходимо, когда грунтъ мало проницаемъ для воды. Мѣсто для забора воды должно быть расположено выше заселенныхъ береговъ рѣки и со стороны наименѣе населеннаго ея берега. Вода забирается при помощи канала или трубы. Для удержанія плывучихъ тѣлъ служатъ рѣшетки, а если требуется, то и шахтные колодцы, въ которые опущена всасывающая труба. Вода во всякомъ случаѣ фильтруется.

D. Очистка воды.

a. Осадочные бассейны.

Осадочные (или освѣтляющіе) бассейны примѣняются въ случаяхъ, если рѣчная вода очень загрязнена, съ цѣлью избѣжать слишкомъ частой смѣны фильтрующаго матеріала. Въ Германіи объемъ бассейновъ дѣлается обыкновенно равнымъ не болѣе суточнаго потребленія воды, тогда какъ въ Лондонѣ эти бассейны вмѣщаютъ 3 до 18 объемовъ суточнаго расхода. Величина бассейна должна быть опредѣлена на основаніи опыта надъ освѣтленіемъ воды путемъ осажденія примѣсей. Для сбереженія расходовъ бассейны устраиваются открытыми, въ видѣ прудовъ (осадочные пруды) глубиной не менѣе 3 до 4 m, въ противномъ случаѣ вода чрезмѣрно нагрѣвается. Осадочные резервуары для непрерывнаго дѣйствія даютъ одновременно запасъ во время высокой воды; кромѣ того, когда приливъ оказываетъ вредное вліяніе на качество воды, пользуются бассейнами для расходованія изъ нихъ воды въ наиболѣе удобное для этого время. Скорость прохода воды черезъ бассейнъ при непрерывномъ его дѣйствіи 1 до 2 mm/sk; вода при этомъ течетъ выше или ниже перемѣщающагося вертикальнаго щита (въ зависимости отъ температуры воды) для того, чтобы устранить возможность протеканія воды въ прудѣ тонкимъ слоемъ. Для ускоренія освѣтленія къ водѣ въ бассейнѣ иногда прибавляютъ химическіе реактивы, дающіе осадки. Для этой цѣли прибавляютъ, напр., сѣрнокислый глиноземъ или квасцы.

НТБ ДНУЖТ

b. Фильтры.

Фильтрующій песокъ долженъ содержать въ себѣ только зерна кварца или также твердые силикаты; песокъ можно брать на песчаныхъ отмеляхъ, дюнахъ или въ руслахъ рѣкъ. Единичныя зерна большого размѣра не вредятъ, болѣе мелкія зерна удаляются вымываніемъ; большое количество мелкихъ зеренъ дѣлаетъ песокъ негоднымъ. Относительно пропускной способности см. ч. I, стр. 269. Подъ неравномѣрностью песка Газенъ подразумѣваетъ отношеніе діаметра того зерна, которое раздѣлятъ песокъ на 60% мелкаго и 40% крупнаго (часто принимается за діаметръ средняго зерна), къ діаметру дѣйствующаго зерна (которое раздѣляетъ песокъ на 10% мелкаго и 90% крупнаго). Изслѣдованія Газена надъ нѣкоторыми сортами фильтрующаго песка выяснили:

Фильтръ	Дѣйствующій діаметръ зерна mm	Неравномѣрность
Берлинъ-Штралау. . .	0,33 до 0,35	1,7 до 1,9
Берлинъ-Тегель. . .	0,35 » 0,38	1,5 » 1,6
Берлинъ-Мюггельзее. .	0,33 » 0,35	1,8 » 2,0
Магдебургъ. .	0,39 » 0,40	2,0
Альтона. .	0,32 » 0,37	2,0 до 2,8
Гамбургъ.	0,28 » 0,34	2,0 » 2,5
Цюрихъ. .	0,28 » 0,30	3,1 » 3,2

Фильтрующій песокъ, взятый съ дюнъ, имѣетъ діаметръ дѣйствующаго зерна только 0,18 mm.

Свѣжій песокъ насыпается въ фильтръ слоемъ высотою въ 0,6 до 1,2 m и послѣ засоренія въ верхнихъ слояхъ срѣзается на глубину 1,2 до 3 cm.

Въ Германіи во время холерныхъ эпидемій запрещается срѣзать фильтрующій песокъ на толщину меньшую 30 cm, такъ какъ при неодинаковой толщинѣ загрязненіаго слоя мѣстами можетъ происходить фильтрація съ чрезмѣрно большою скоростью.

Фильтрующій песокъ поддерживается (подпирается) слоями обыкновеннаго песка и гравія. Для того, чтобы ни одинъ изъ верхнихъ слоевъ песка не могъ просачиваться сквозь находящіяся подъ нимъ слои, необходимо, чтобы зерно нижняго слоя было не болѣе, чѣмъ въ три раза, крупнѣе зерна вышележащаго слоя. Такимъ образомъ фильтрующій слой толщиною въ 50 cm составляется изъ: 5 cm крупнаго песка среднимъ діам. зерна около 2 mm, 10 cm мелкаго гравія среднимъ діам. зерна 6 mm, 10 cm крупнаго гравія среднимъ діам. зерна около 15 mm, 10 cm щебня (или крупнаго гравія) среднимъ діам. зерна около 35 mm и 15 cm щебня или камня. На днѣ фильтра располагаются на разстояніяхъ 1 до 3 m **сборные каналы,** представляющіе дренажныя трубы или сложенные изъ кирпича закрытые каналы съ открытыми

НТБ ДНУЖТ

со всѣхъ сторонъ швами; только въ случаѣ если кирпичные каналы расположены вблизи крупнаго гравія или въ него входятъ, то швы въ верхней части каналовъ дѣлаются плотными. Потеря напора въ дренажныхъ трубахъ или кирпичныхъ каналахъ должна быть менѣе, чѣмъ въ слоѣ фильтрующаго песка, съ тѣмъ чтобы сохранить по всей площади почти одинаковую скорость фильтраціи, отчего очистка воды будетъ болѣе равномѣрна. Въ слоѣ фильтраціоннаго песка, имѣющаго діам. дѣйствующаго зерна въ 0,35 mm при толщинѣ слоя 30 cm и скорости фильтраціи 1 до 2,5 m въ 24 часа, потеря напора составляетъ 2,5 до 6 mm. По Газену, при скорости фильтраціи 2,4 m въ 24 часа,

дренажная труба діаметромъ	10	15	20	25	30 cm
собираетъ воду съ площади не болѣе	27	70	142	258	409 qm.

Вентиляціонныя трубы на концахъ сборныхъ трубъ безполезны, ибо заполненіе фильтровъ всегда производится снизу вверхъ, для того чтобы пузырьки воздуха не могли прорывать пустотъ въ слоѣ фильтраціонной массы. По правиламъ гигіены допускается скорость фильтраціи не болѣе 100 mm въ часъ. При большихъ скоростяхъ время службы фильтра уменьшается.

Изъ сборныхъ каналовъ вода направляется въ **главный каналъ,** расположенный большею частью по оси фильтра; каналъ изъ каменной кладки на растворѣ, и въ немъ точно такъ же потеря напора должна быть незначительна. Главный каналъ можетъ нѣсколько входить въ верхніе поддерживающіе слои фильтрующаго песка, если кладка стѣнокъ плотна; лучше, однако, если главный каналъ полностью опущенъ въ дно фильтраціоннаго бассейна. Дно фильтра цементное, какъ и въ резервуарахъ чистой воды; если придать дну фильтра подъемы отъ сборныхъ каналовъ въ обѣ стороны, то сберегается матеріалъ для нижняго слоя.

Фильтрующій песокъ въ водѣ можетъ держаться при естественномъ откосѣ въ 1:5, почему можно замѣнять крупный песокъ и гравій кладкой (сухой) изъ лещадныхъ камней или кирпичей.

Въ Европѣ фильтры работаютъ иногда подъ напоромъ 0,9 до 1,3 m, причемъ глубина воды еще увеличивается по мѣрѣ уменьшенія толщины песчаныхъ слоевъ. Удачные опыты Газена при глубинѣ воды только въ 15 до 30 cm показали, что высота можетъ быть уменьшаема.

Дѣйствіе открытыхъ фильтровъ можетъ прекратиться отъ мороза и образованія водорослей, почему въ новѣйшее время строятъ фильтры закрытыми. Покрытіе бассейновъ производится, какъ и въ резервуарахъ для чистой воды (см. ниже), съ тою лишь разницей, что въ покрытіи устраиваются люки со стекольными рамами для освѣщенія во время очистки. Открытые фильтры снабжаются кругомъ водонепроницаемымъ земляным откосомъ (1:2), ибо стѣны повреждаются легко отъ распора слоя льда.

Скорость фильтраціи, въ среднемъ, 1,4 m въ 24 часа; встрѣчаются, однако, значительно большія скорости (Штутгартъ

НТБ ДНУЖТ

2,63 m, Любекъ 3,22 m, Цюрихъ 5 m). Продолжительность службы фильтра между двумя очистками составляетъ, въ среднемъ, 2—6 недѣль, измѣняется, въ общемъ, весьма сильно и можетъ доходить до нѣсколькихъ дней.

Для удаленія срѣзаннаго слоя песка съ отвозкой при помощи тачекъ цѣлесообразно устраивать наклонную плоскость на сводахъ, придавая этой плоскости соотвѣтствующую вышину.

Вода должна попадать въ фильтръ широкой поверхностью, для того чтобы песокъ не могъ приходить въ движеніе (замучивать). Необходимо имѣть возможность изъ каждаго фильтра брать пробы фильтрованной воды. Въ каждомъ фильтрѣ водопроводъ чистой воды долженъ быть отдѣленъ задвижкою отъ самаго фильтра для предотвращенія возможности попаданія грязной воды въ этотъ водопроводъ; фильтръ долженъ независимо отъ другихъ легко опорожняться и наполняться снизу до поверхности песка чистой водой. Послѣдняя операція можетъ быть произведена при помощи особаго, соединяющаго главные каналы фильтровъ, трубопровода. Послѣ очистки фильтраціоннаго песка или полнаго его возобновленія первую профильтрованную воду нѣкоторое время слѣдуетъ спускать безъ употребленія.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ примѣняется двойная фильтрація, при которой сначала отдѣляются крупныя примѣси, а затѣмъ и мелкія*).

Предварительное взбалтываніе воды съ желѣзомъ (вода протекаетъ при дневномъ расходѣ въ 1000 cbm, черезъ барабанъ объемомъ въ 2,5 до 3,5 cbm, вращающійся около горизонтальной оси и содержащій куски желѣза), по опытамъ, произведеннымъ въ Антверпенѣ и др. мѣстахъ, допускаетъ повышеніе скорости прохожденія воды черезъ фильтраціонный песокъ.

Если требуется полное удаленіе зародышей микроорганизмовъ, то пользуются коагюлянтами и т. наз. **скородѣйствующими фильтрами****) (Джюля, Варрена, Кренке). Скорость прохожденія въ нихъ воды равна 4 до 5 m/чс. Песокъ находится въ открытыхъ чанахъ или закрытыхъ котлахъ; очистка производится отъ одного раза въ недѣлю до нѣсколькихъ разъ въ день путемъ промывки песка давленіемъ воды съ примѣненіемъ иногда особыхъ мѣшалокъ.

Сбереженіе мѣста по сравненію съ песчаными фильтрами получается примѣненіемъ **фильтровальныхъ плитъ** Акціонернаго Общества въ Вормсѣ***). При сторонѣ квадрата въ 1 m, плиты толщиною 20 cm имѣютъ внутри пустоту вышиною въ

---

*) Goetze: Bremen; Koschmieder: Altona; Halbertsma u. van t'Hoff: Schiedam; J. G. W. 1896, стр. 2, 18, 34, 127, 467; J. G. W. 1901, стр. 681 и 701.

**) Gerhard, Gesundheits-Ing. 1900, стр. 205; Фильтры Jewell'я, тамъ же, 1903, стр. 376.

***) Gesundheits-Ing 1903, стр. 221.

НТБ ДНУЖТ

2 cm, устанавливаются вертикально, соединяются въ группы, для чего внутренній объемъ каждой плиты въ группѣ соединяется съ особой трубой, расположенной надъ плитами. При фильтраціи вода протекаетъ изъ фильтрующаго резервуара черезъ фильтраціонныя плиты внутрь послѣднихъ и вытекаетъ черезъ вышеуказанныя трубы. Для очистки фильтраціонныхъ плитъ пропускается обратный токъ воды.

c. Осажденіе желѣза*).

Нѣкоторыя грунтовыя воды содержатъ углекислую закись желѣза. Желѣзо осаждается, когда углекислота при перекачиваніи воды и отъ соприкосновенія съ воздухомъ удаляется; растворимая закись отъ дѣйствія кислорода воздуха переводится въ нерастворимую окись и гидратъ окиси; послѣдній удерживается фильтромъ.

1. **Способъ Остена.** Вода падаетъ въ мелко распыленномъ состояніи (душъ) съ высоты 2 m на поверхность воды въ фильтраціонномъ бассейнѣ.

Бассейнъ содержитъ подъ водой, имѣющей глубину 0,5 до 2 m, только слой гравія (зерно 2 mm) толщиною 30 cm и работаетъ при фильтраціонномъ напорѣ 0,4 до 0,5 m со скоростью фильтраціи 1 m въ часъ. Очистка фильтра обратнымъ токомъ требуется, примѣрно, черезъ 4 недѣли.

2. **Способъ Пифке****). Вода для лучшаго соприкосновенія съ воздухомъ подвергается измельченію при помощи водосливовъ, распредѣлительныхъ желобовъ или черезъ продыравленное волнистое желѣзо и распредѣляется равномѣрно по слою кокса, толщиною въ 2 до 4 m и расположеннаго на желѣзныхъ колосникахъ.

Прошедшая сквозь коксъ вода падаетъ въ осадочные бассейны, въ которыхъ отстаивается нѣсколько часовъ, а оттуда попадаетъ въ мелко-песочный фильтръ, который задерживаетъ только $^1/_6$ до $^1/_4$ желѣза. Очистка фильтровъ производится черезъ нѣсколько недѣль токомъ воды, причемъ черезъ 1 или 2 аппарата (съ коксомъ) пропускается столько воды, сколько при нормальныхъ условіяхъ проходитъ черезъ 8 аппаратовъ. Въ Шарлоттенбургѣ коксъ съ выгодой замѣненъ кирпичами. Эльвейнъ***) пропускаетъ токъ воды черезъ стеклянный кирпичъ (безъ свинца), а для полученія обратнаго тока располагаетъ подъ слоемъ фильтрующаго песка, на глубинѣ 15 cm отъ его поверхности, трубы съ продырявленными стѣнками. Смрекеръ улучшилъ дѣйствіе коксовыхъ аппаратовъ, расположивъ надъ ними сѣтки, сквозь которыя вода попадаетъ на коксъ въ видѣ дождя; кромѣ того, воздухъ

---

*) Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentliche Gesundheitspflege, т. XXXIX, 1897, тетр 1; Oesten, Z. d. V. d. Ing. 1890. стр. 1313.

**) Pippig. J. G. W. 1896, стр. 650; Prinz. J. G. W. 1902, стр. 149, 163, 168, 941; Smreker, Gesundh.-Ing. 1894, стр. 223; Wellmann, Gesundheits-Ing. 1894, стр. 174.

***) Z. ö. A. u. I. V. 1900, стр.

НТБ ДНУЖТ

проводится въ массу кокса при помощи трубы съ продыравленными стѣнками.

По Тиму*), вода въ измельченномъ состояніи (душъ) попадаетъ на слой фильтраціоннаго песка, толщиною 2 до 3 m, имѣющаго діам. зерна $4^1/_2$ до 10 mm.

Другіе способы предложены Куртомъ, Кренке, Штеккель, Люббертъ, Дунбаръ, Крюгеръ **) и Линде и Гессъ ***).

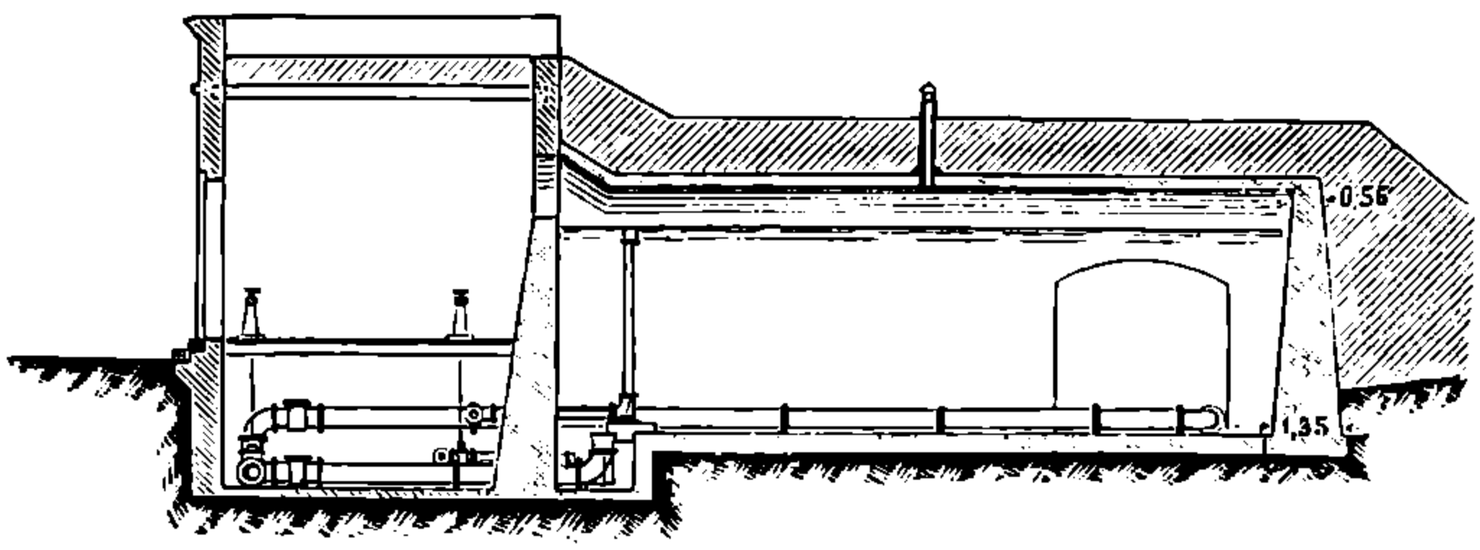
d. Достиженіе мягкости воды.

Жесткая питьевая вода превращается въ мягкую по способу Кларка и Аткинса въ нѣкоторыхъ англійскихъ городахъ прибавленіемъ въ нее извести. Для достиженія мягкости воды для паровыхъ котловъ служатъ приборы Дене, Килль, Рейссертъ, Шретеръ †).

E. Водохранилища (напорные резервуары).

1. **Общія данныя.** Емкость резервуаровъ для чистой воды (распредѣлительныхъ резервуаровъ, уравнительныхъ и напорныхъ) опредѣляется съ такимъ разсчетомъ, чтобы они

Черт. 8.



вмѣщали въ себѣ запасъ воды, равный, примѣрно, $18^0/_0$ наибольшаго и $30^0/_0$ средняго дневного расхода, увеличеннаго на расходъ для пожарныхъ цѣлей отъ 150 до 300 cbm; резервуаръ служитъ запаснымъ бассейномъ въ дневное время при равномѣрной подачѣ воды насосами въ теченіе 24 часовъ, а равно и при $8^1/_2$-часовой остановкѣ насосовъ въ ночное время. При длинномъ водоводѣ (изъ источника), въ виду возможнаго ремонта водовода, резервуаръ долженъ вмѣщать дневной расходъ воды. Резервуары для питьевой воды всегда устраиваются крытыми. При расположеніи водохранилищъ,

*) Rother, Zeitschr. f. Architektur u. Ingw. 1900, стр. 161.
**) König, Verunreinigung der Gewässer 1899, стр. 200.
***) J. G. W. 1898, стр. 730.
†) Болѣе подробно у König'a, a. a. I., стр. 209.

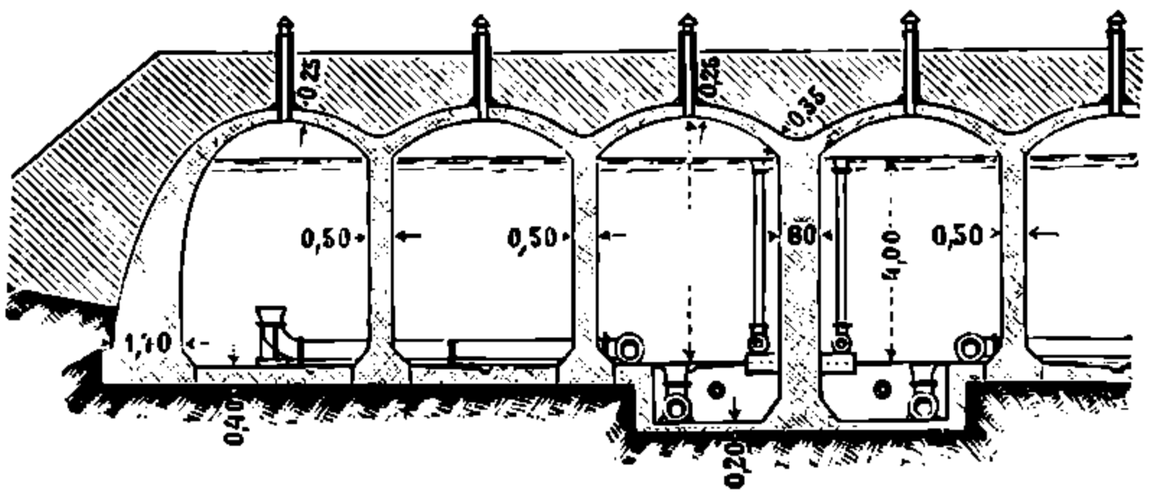
НТБ ДНУЖТ

примѣрно, въ центрѣ обслуживаемаго ими участка, если поверхность городскихъ улицъ ровная, стоимость сѣти трубъ выходитъ наименьшая.

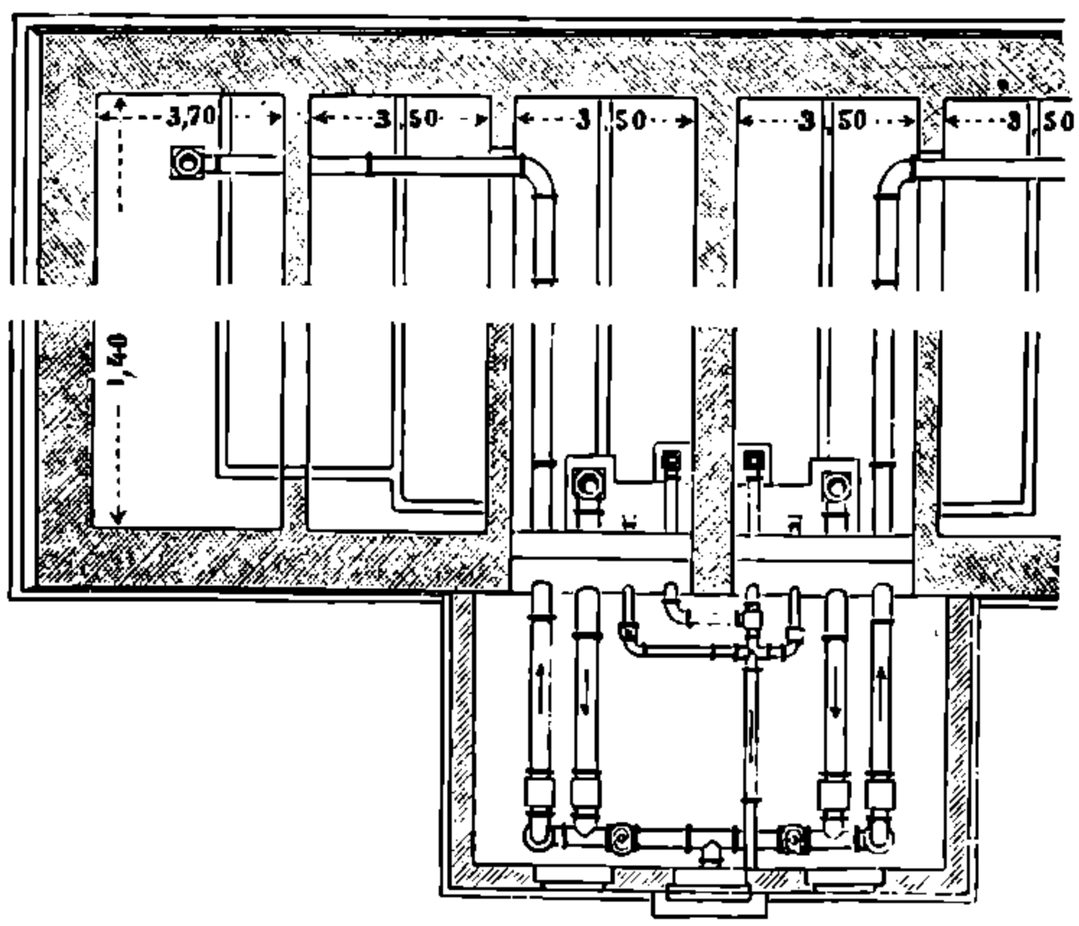
Форма поверхности улицъ и расходы по отчужденію земли для водохранилища такое расположеніе допускаютъ рѣдко. Расположеніе вблизи водоподъемнаго зданія облегчаетъ надзоръ. Хранилища, расположенныя на концѣ, противоположномъ водоподъемному зданію (контръ-резервуары, если, кромѣ того, имѣется хранилище у водоподъемнаго зданія), обусловливаютъ болѣе равномѣрное распредѣленіе давленія въ моменты сильнаго расхода воды. Въ большихъ городахъ устраиваютъ нѣсколько хранилищъ.

2. **Каменныя водохранилища** (черт. 8 до 12) примѣняются тамъ, гдѣ имѣются возвышенныя точки мѣстности. Весьма важны равномѣрность, прочность и водонепроницаемость грунта. Необходимо поэтому раньше выбора мѣста тщатель-

Черт. 9.



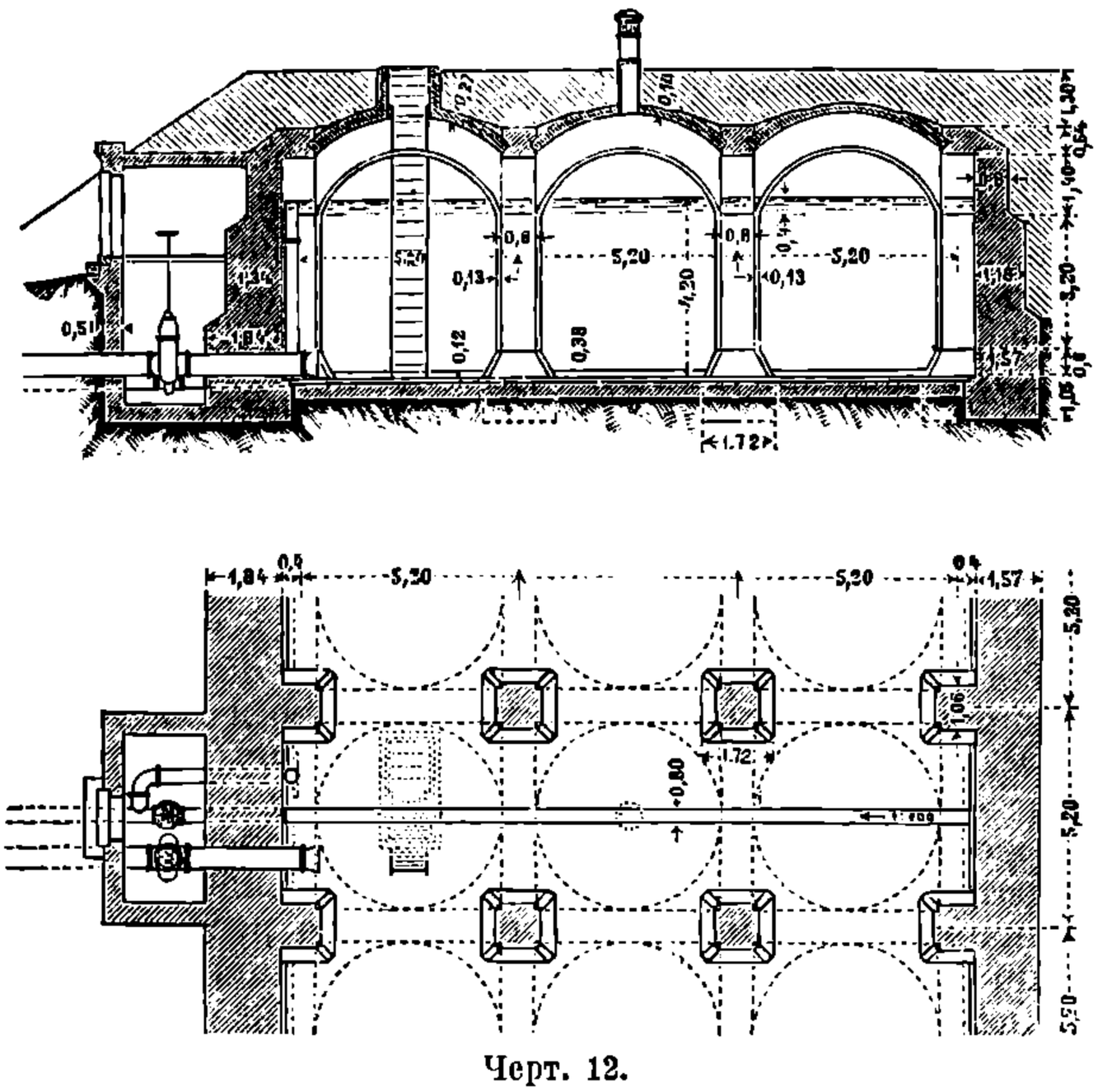
Черт. 10.



НТБ ДНУЖТ

но изслѣдовать грунтъ. Глубина воды въ водохранилищахъ 2,5 до 5 m; для удобства покрытія форма въ планѣ большей частью прямоугольная. При одной камерѣ и горизонтальной поверхности грунта лучшая форма квадратная; при 2-хъ камерахъ длина равна полуторной ширинѣ, поперечныя стѣнки тогда короче. При одной камерѣ периметръ стѣнъ наименьшій и, слѣд., наиболѣе дешевый для полнаго круга; при 2-хъ камерахъ—когда двѣ, симметрично расположенныя, подковообразныя круговыя дуги образуютъ на концахъ ме-

Черт. 11.



Черт. 12.

жду собою и съ прямою поперечною стѣнкой, соединяющей концы дугъ, углы, примѣрно, въ 120°. Стѣны выводятся изъ кирпича или бутовой кладки на гидравлическомъ (большею частью цементномъ) растворѣ или изъ трамбованнаго бетона. Внутренняя штукатурка (изъ 1 ЕО портландъ-цемента, $1^1/_2$ до $2^1/_2$ ЕО песка, а также если песокъ содержитъ мало мелкихъ зеренъ, то прибавляютъ 0,1 жирной извести, какъ известковое молоко) наносится въ нѣсколько слоевъ общею толщиною 1 до 2 cm и нѣсколько выше уровня воды въ резервуарѣ.

Штукатурка способствуетъ увеличенію плотности стѣнъ и вслѣдствіе гладкости своей затрудняетъ осажденіе на стѣн-

НТБ ДНУЖТ

кахъ растеній. Часто примѣняютъ утрамбованную глиняную засыпку позади стѣнъ. Стѣны должны сопротивляться при порожнемъ резервуарѣ давленію земли и при наполненномъ— давленію отъ воды и распора свода. Въ обоихъ случаяхъ нагрузки опорная линія должна оставаться во внутренней трети (ядрѣ) стѣны. Средняя толщина стѣны = $^1/_3$ высоты достаточна. Цилиндрическимъ резервуарамъ придается толщина стѣнокъ: при діам. 1,5 m $^1/_2$ кирпича, при 1,5 до 3 m діам. 1 кирпичъ, при 3 до 4,5 m діам. $1^1/_2$ кирпича. Промежуточныя стѣнки должны сопротивляться одностороннему давленію воды и въ зависимости отъ хода работъ также и распору свода съ одной стороны или разности распоровъ съ обѣихъ сторонъ, при забуткѣ съ одной стороны. Сводчатыя покрытія, если они изъ бетона, имѣютъ форму пологихъ цилиндрическихъ сводовъ (въ виду простоты устройства опалубки), которые въ концевыхъ поляхъ постепенно переходятъ въ профиль стѣны (черт. 11). Также часто примѣняются пологіе цилиндрическіе своды изъ кирпича, укладываемые на аркахъ, перекинутыхъ черезъ отдѣльные столбы (черт. 12). Пологіе цилиндрическіе своды должны имѣть бо́льшую толщину стѣнокъ, чѣмъ своды парусные. Крестовымъ сводамъ придается приблизительно такая же толщина, какъ и сводамъ цилиндрическимъ, они такъ же, какъ и парусные своды, вызываютъ односторонній распоръ на колонны до тѣхъ поръ, пока не окончена кладка сводовъ во всѣхъ пролетахъ.

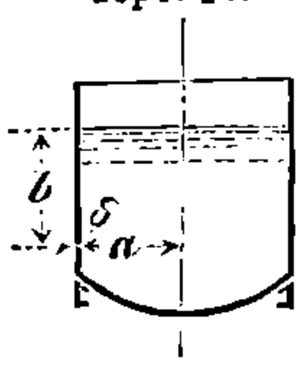
Вмѣсто арокъ, перекидываемыхъ между колоннами, можно примѣнять желѣзныя балки, укладываемыя на тѣхъ же колоннахъ, а вмѣсто каменныхъ или кирпичныхъ колоннъ—чугунные столбы, послѣдніе менѣе подвержены ржавленію, нежели желѣзные. Небольшіе цилиндрическіе резервуары покрываются куполами. Кирпичные своды снабжаются водонепроницаемой покрышкой изъ цементнаго раствора толщиною въ 1 до 2 cm; послѣдняя покрывается иногда слоемъ трамбованной глины толщиною въ 15 cm; также берутъ для этой цѣли слой асфальта толщиною въ 1 до 1,5 cm или же асфальтовый картонъ, швы котораго уплотняются асфальтомъ, или асфальтовый войлокъ и т. п. Для бетонныхъ сводовъ большею частью цементная штукатурка (толщиною около 1 cm изъ 1 ЕО портландъ-цемента и 3 ЕО песка). Сверхъ этой покрышки дѣлается земляная насыпь. Для предохраненія свода отъ замерзанія необходимъ въ Россіи, въ зависимости отъ климата, слой земли толщиною отъ 0,9 до 1,2 m. Для возможности прорастанія дерна, въ значительной мѣрѣ предохраняющаго отъ наружной температуры, необходимъ слой земли въ 30 cm. Для предохраненія воды отъ нагрѣванія достаточенъ слой земли вмѣстѣ съ дерномъ отъ 30 до 40 cm.

Можно также примѣнять, какъ для желѣзныхъ резервуаровъ, болѣе тонкія покрытія, напр. деревянно-цементныя, по кирпичнымъ пологимъ сводамъ изъ легкаго пористаго кир-

НТБ ДНУЖТ

тамъ, гдѣ нѣтъ высокихъ точекъ мѣстности. Резервуаръ въ видѣ желѣзнаго барабана съ провѣснымъ сферическимъ дномъ или, по системѣ Интце, съ коническимъ дномъ и обратнымъ сферическимъ; послѣднян система требуетъ меньшаго количества каменной кладки и даетъ меньшую площадь вертикальной проекціи кладки.

Черт. 13.



Если (черт. 13)
a радіусъ барабана въ cm,
b разстояніе до уровня воды въ cm,
δ толщина желѣза въ cm,
то напряженіе цѣльнаго листа барабана на глубинѣ b

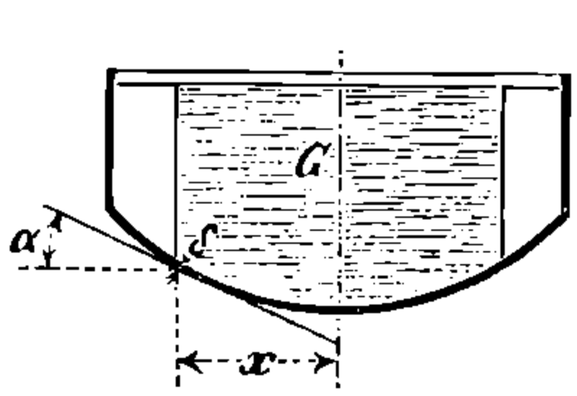
$$\sigma = \frac{a\,b}{1000\,\delta} \text{ kg/qcm.}$$

Въ заклепочныхъ швахъ напряженіе соотвѣтственно выше. Если вертикальные швы не имѣютъ двойныхъ накладокъ, то получаются, кромѣ того, вспомогательныя напряженія.

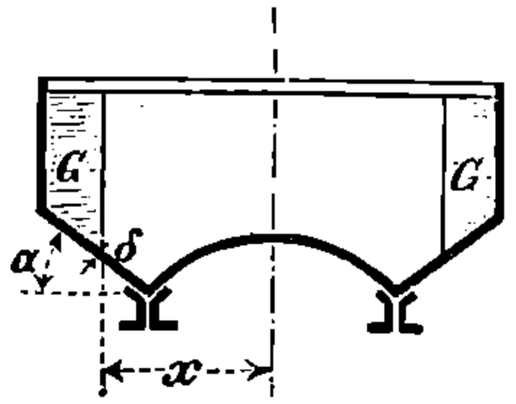
Если (черт. 14 и 15)
G общее вертикальное давленіе въ kg, которое производитъ вода на наружное дно внѣ параллельнаго круга радіуса x (въ cm) и соотвѣтственно внутри параллельнаго круга на внутреннее дно (т.-е. вѣсъ въ kg той массы воды, которая дѣйствуетъ внѣ и соотвѣтственно внутри выбраннаго круга),
α уголъ наклоненія дна по окружности этого круга,
то напряженіе цѣльнаго листа по направленію наибольшаго уклона:

$$\sigma = \frac{G}{2\pi\, x\, \delta \sin\alpha} \text{ kg/qcm.}$$

Черт. 11.



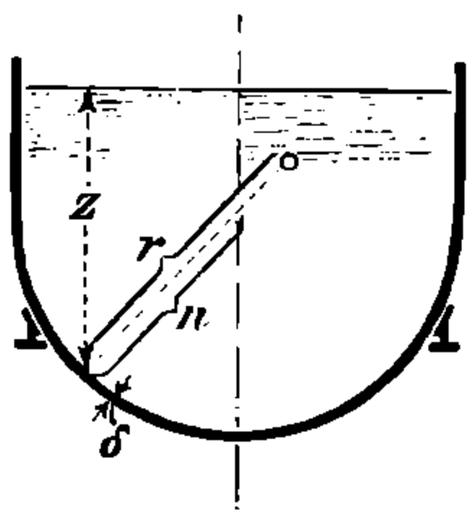
Черт. 15.



Если далѣе (черт. 16)
τ вытягивающее напряженіе цѣльнаго листа въ горизонтальномъ направленіи въ kg/qcm,
z разстояніе до уровня воды въ cm,
r радіусъ кривизны меридіональнаго сѣченія въ cm,
n длина нормали къ поверхности дна между этой поверхностью и осью резервуара въ cm,
то имѣемъ

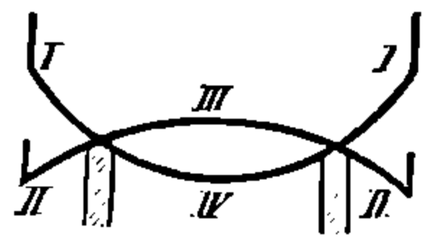
НТБ ДНУЖТ

Черт. 16.



$$\pm\frac{\sigma}{r}+\frac{\tau}{n}=\frac{z}{1000\,\delta},$$

Черт. 17.



при этомъ (черт. 17) для днищъ I II III IV

будемъ имѣть знаки передъ $\frac{\sigma}{r}$ — — + +

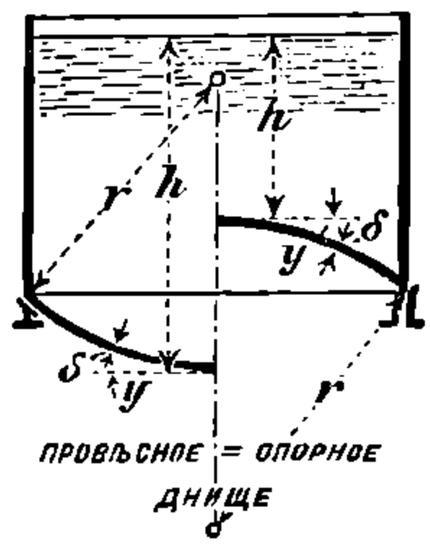
и, слѣд., будутъ означать $\begin{cases}\sigma & \text{сжатіе раст. сжатіе раст.}\\ \tau & \text{раст. сжатіе сжатіе раст.}\end{cases}$

Поэтому находимъ (черт. 18) для непрерывныхъ, сферическихъ внутреннихъ днищъ, для которыхъ $r=n$, если h разстояніе до уровня воды и y вертикальное разстояніе любой точки дна до его середины въ cm,

$$\sigma=\frac{r}{2000\,\delta}\left(h\pm\frac{y}{3}\cdot\frac{3r-2y}{2r-y}\right);\quad \tau=\frac{r}{2000\,\delta}\left(h\pm\frac{y}{3}\,\frac{9r-4y}{2r-y}\right),$$

гдѣ знакъ + относится до обратныхъ днищъ (упорныхъ), а знакъ — для провѣсныхъ днищъ.

Черт. 18.



При выборѣ толщины δ стѣнокъ дна необходимо руководствоваться для внутреннихъ опорныхъ днищъ напряженіемъ τ, а для внутреннихъ провѣсныхъ днищъ напряженіемъ σ, причемъ для разсчета выбираютъ большее напряженіе. Далѣе величины σ и τ въ днищахъ перваго типа уменьшаются по направленію къ срединѣ, а въ днищахъ второго типа увеличиваются по направленію къ срединѣ, гдѣ онѣ принимаютъ величину

$$\sigma=\tau=\frac{r\,h}{2000\,\delta}.$$

Для коническихъ днищъ $r=\infty$ и

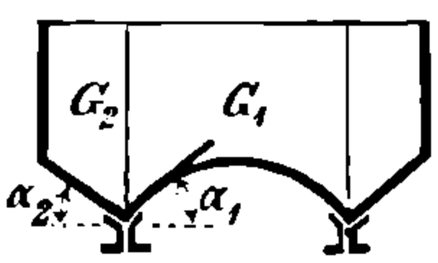
$$\tau=\frac{n\,z}{1000\,\delta}=\frac{x\,z}{1000\,\delta\sin\alpha}.$$

Внутреннія опорныя днища, у которыхъ σ и τ представляютъ сжимающее напряженіе, независимо отъ того, будутъ ли эти днища шаровыя или коническія, должны имѣть жесткія укрѣпленія противъ выпучиванія.

НТБ ДНУЖТ

Резервуары кладутся на каменную кладку при помощи желѣзнаго опорнаго кольца. Если надъ опорнымъ кольцомъ представить себѣ вертикальный цилиндръ и обозначить вѣсъ массы воды внутри этого цилиндра черезъ G_1, а внѣ цилиндра черезъ G_2 (въ kg), если затѣмъ углы, образуемые у опорнаго кольца ближайшими къ нему элементами дна, будутъ α_1 и α_2, то сила D, дѣйствующая въ опорномъ кольцѣ (т.-е. произведеніе изъ сжимающаго напряженія на единицу сѣченія и полезнаго сѣченія опорнаго кольца), для провѣсныхъ днищъ:

Черт. 19.



$$D = G_1 \frac{\operatorname{ctg} \alpha_1}{2\pi},$$

а для днищъ системы Интце (черт. 19):

$$D = \frac{1}{2\pi} (G_2 \operatorname{ctg} \alpha_2 - G_1 \operatorname{ctg} \alpha_1).$$

Резервуары Интце строятся такъ, чтобы при наполненномъ резервуарѣ $G_2 \operatorname{ctg} \alpha_2$ было приблизительно $= G_1 \operatorname{ctg} \alpha_1$.

Для того, чтобы опорное кольцо не подвергалось выпучиванію, необходимо, по Буссинеску*), чтобы $D < \frac{3}{\mathfrak{S}} \cdot \frac{EJ}{r^3}$,

гдѣ J моментъ инерціи сѣченія кольца относительно вертикальной оси, проходящей черезъ центръ тяжести въ cm^4, также и въ томъ случаѣ, когда эта ось не представляетъ главную ось сѣченія, $\mathfrak{S}$ степень надежности и E модуль упругости въ kg/qcm.

Установкой цилиндра для лѣстницы напряженіе по вырѣзанной для этого цилиндра окружности дна увеличивается почти вдвое. Наименьшая толщина желѣза составляетъ 6 mm. Обыкновенно устанавливаютъ подачную трубу, оканчивающуюся у наивысшаго уровня воды, и разводную трубу, начинающуюся въ наинизшей или вблизи наинизшей точки дна, или же соединяютъ въ одной общей трубѣ обѣ трубы: подачную и разводную. Труба для спуска излишней воды обязательна. Вертикальныя трубы, примѣняемыя какъ регуляторъ давленія, вызываютъ очень часто переливаніе воды, почему слѣдуетъ отдавать предпочтеніе воздушнымъ колпакамъ. Резервуары окружаются для сохраненія тепла легкой постройкой, поддерживаемой желѣзными или деревянными консолями.

Вѣсъ исполненныхъ водяныхъ резервуаровъ составляетъ на 1 cbm объема при провѣсныхъ днищахъ 45 до 80 kg, въ среднемъ 60 kg; при опорныхъ и обратныхъ днищахъ 40 до 60 kg, въ среднемъ 50 kg.

---

*) Comptes rendus, 97, 1883, стр. 843, 1131.

НТБ ДНУЖТ

Образцовые чертежи резервуаровъ системы Интце проектированы для желѣзнодорожныхъ и городскихъ водоснабженій. Опоры возвышаются надъ уровнемъ земли 9 до $10^1/_2$ m.

Каменная кладка, на которой покоятся резервуары, разсчитывается на сжатіе и изгибъ башни отъ давленія вѣтра (150 до 200 kg на 1 qm площади вертикальной проекціи). Если каменная кладка замѣняется желѣзной конструкціей, то необходимо, кромѣ того, скрѣплять эту конструкцію анкерными болтами съ фундаментомъ; разсчетъ анкерныхъ болтовъ и скрѣпленія дѣлается на случай порожняго резервуара.

Кольцевые резервуары съ опорными днищами укрѣпляются также на дымовыхъ трубахъ и, по Ф. А. Нейману, въ Эшвейлерѣ, имѣютъ

при объемѣ въ	10	20	30	40	60	80	100	150	200	cbm
вѣсъ	3,7	5,2	6,9	8,5	11,3	13,6	15,8	21,0	26,0	t.

Примѣненіемъ **желѣзо-бетона** Монье можно достичь хорошихъ сводчатыхъ покрытій резервуаровъ (гор. Ландсбергъ)*), а равно и строить самые резервуары по формамъ, соотвѣтствующимъ желѣзнымъ резервуарамъ (Кальбе)**).

F. Распредѣленіе воды.

a. Главный водоводъ.

Если проценты и погашеніе, затраченные на постройку трубопровода діам. D m, составляютъ k_1 D герм. марокъ и стоимость 1 метротонны работы со включеніемъ процентовъ и погашенія насосовъ k_2 герм марокъ и если степень эксплоатаціи, т.-е. отношеніе числа часовъ работы въ теченіе года къ общему числу часовъ, $= \beta$, то необходимо напорному отъ насоса трубопроводу, если на немъ нѣтъ отвѣтвленій, придавать такой діам., чтобы во время дѣйствія водопровода скорость теченія воды въ секунду была $v = 0{,}0175 \sqrt[8]{k_1 : \beta k_2} = \frac{0{,}5 \text{ до } 0{,}6}{\sqrt[3]{\beta}}$; такимъ образомъ для 20 дневныхъ часовъ работы въ среднемъ $v = 0{,}58$ m/sk и для 12 дневныхъ часовъ $= 0{,}69$ m/sk. Эта скорость остается наивыгоднѣйшею и въ томъ случаѣ, когда имѣются отвѣтвленія главной трубы, если діаметръ этой трубы не вліяетъ на діаметры отвѣтвленій.

Необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы въ трубахъ, имѣющихъ паденіе, нигдѣ не могло происходить всасыванія воздуха.

---

*) Gesundheitsingenieur 1897, S. 381.
**) Z. d. V. d. I. 1897, стр. 304.

НТБ ДНУЖКТ

b. Проектъ сѣти.

Сѣть трубъ*) обыкновенно устраивается сомкнутой съ круговою циркуляціей воды; такая сѣть при одинаковой стоимости съ развѣтвленной (но несомкнутою) сѣтью во время пожаровъ даетъ большую производительность; кромѣ того, избѣгаются мертвые концы, въ которыхъ могутъ скопляться теплая вода и осадки; выключеніе части сѣти менѣе вредно въ смыслѣ остановки водоснабженія на другихъ участкахъ.

1. Планъ. Для составленія проекта принимаютъ сѣть трубъ развѣтвленною и впослѣдствіи соединяютъ концы вѣтвей. Главныя магистрали проводятся къ центрамъ тяжести отдѣльныхъ городскихъ участковъ водоснабженія; здѣсь магистрали развѣтвляются на 2 магистрали второго порядка, образующія между собой углы въ 90 до 120°; магистрали второго порядка въ центрахъ тяжести соотвѣтствующихъ имъ участковъ такимъ же образомъ развѣтвляются дальше и т. д. Отвѣтвленіе отъ какой-либо точки сквозного прямого трубопровода должно образовать съ этимъ трубопроводомъ уголъ въ 65 до 90°, а два отвѣтвленія въ противоположныя стороны одной магистрали должны образовать съ нею уголъ отъ 70 до 90°. Планъ города допускаетъ соблюденіе этихъ правилъ, разумѣется, только отчасти. Кромѣ того, отъ этихъ правилъ отступаютъ въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется проводить воду въ наиболѣе трудныя по устройству водоснабженія части города возможно кратчайшимъ путемъ. При волнообразной поверхности располагаютъ поэтому главныя магистрали по наиболѣе высоко расположеннымъ улицамъ.

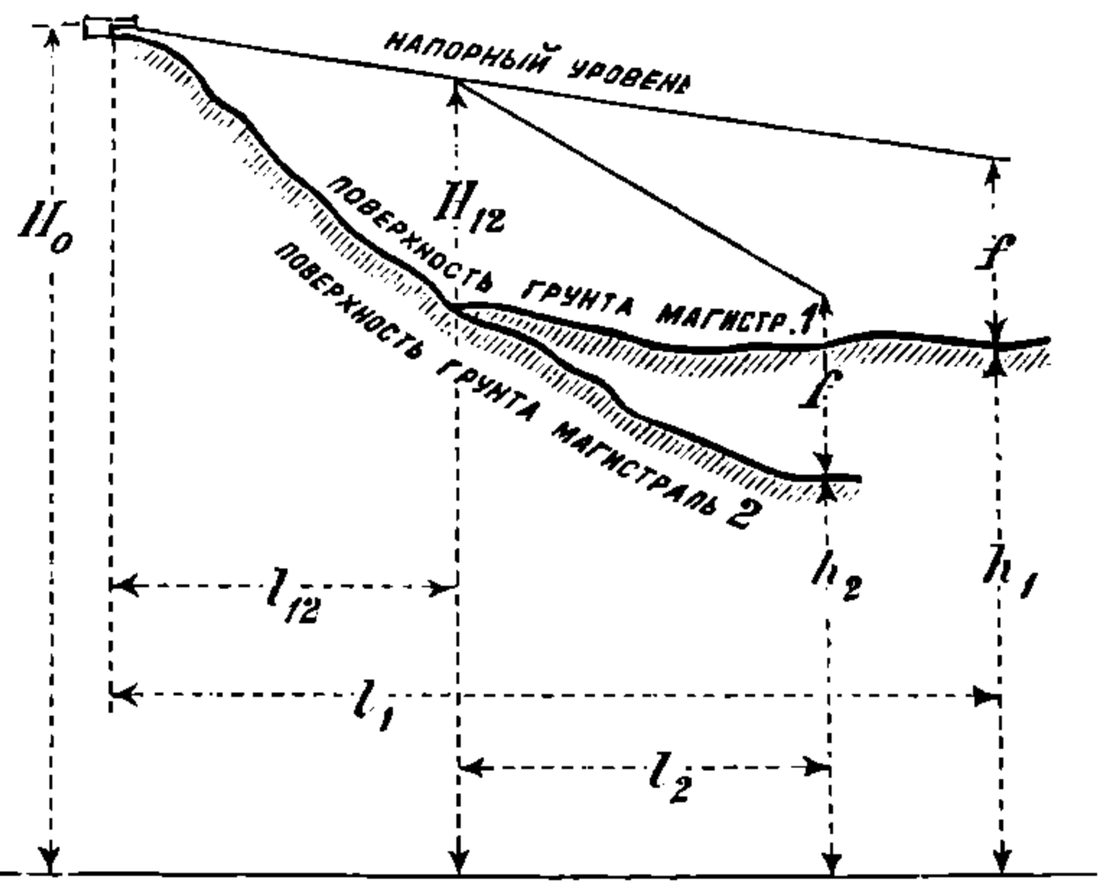
2. Діаметры трубъ. Когда установленъ планъ сѣти, то одновременно извѣстно количество протекающей воды q_a cbm въ каждомъ мѣстѣ во время наибольшаго расхода (время послѣ полудня въ наиболѣе жаркіе лѣтніе дни), въ зависимости отъ числа жителей, отдѣльныхъ фабрикъ и т. д. Къ этому количеству необходимо прибавлять расходъ q_b для тушенія пожара. Предварительно принимаютъ, что пожаръ можетъ возникнуть въ наиболѣе трудныхъ по водоснабженію частяхъ города, т.-е. въ концѣ главной магистрали; если въ этомъ мѣстѣ долженъ еще быть напоръ f (въ m) и потеря напора въ 1 m длины трубы (паденіе) отъ начала до конца этой трубы должна быть сохранена одинаковой, если затѣмъ свободный уровень воды въ началѣ магистрали (напр. у источника) имѣетъ высоту H_0 надъ уровнемъ моря, а конецъ трубы возвышается на h_1 надъ уровнемъ моря, и если длина магистрали l_1 (черт. 20), то паденіе $= \frac{H_0 - h_1 - f}{l_1}$; на

*) Форшхеймеръ, Z. d. V d. I. 1889, стр. 365; 1890, стр. 679.

НТБ ДНУЖТ

основаніи чего можно опредѣлять діаметры трубъ, уменьшающіеся отъ начала къ концу магистрали.

Черт. 20.



Пусть на разстояніи l_{12} отъ начала первой магистрали имѣется отвѣтвленіе второй магистрали отъ первой. Если положимъ, что пожаръ произошелъ въ концѣ второй магистрали, и примемъ въ разсчетъ, что количество воды на участкѣ длиною l_{12} между началомъ магистрали и мѣстомъ отвѣтвленія, а слѣд. и потеря напора до этого мѣста будутъ одинаковыми, для случая, если пожаръ произошелъ въ концѣ трубопровода 1 или концѣ 2, и что въ концѣ второй магистрали долженъ быть напоръ f, то паденіе до конца второй магистрали $= \frac{H_{12} - h_2 - f}{l_2}$. Діаметръ второй магистрали можетъ быть такимъ образомъ опредѣленъ. Если въ нѣкоторой точкѣ второй магистрали сдѣлано отвѣтвленіе третьей, то поступаютъ такимъ же образомъ и т. д. Въ случаѣ пожара въ какомъ-либо мѣстѣ соединительной трубы вода можетъ притекать къ этому мѣсту съ двухъ сторонъ; поэтому достаточно, если съ каждой стороны притекаетъ по 0,5 q_b cbm. Въ виду того, что пожаръ можетъ произойти вблизи одной изъ точекъ отвѣтвленія, діам. соединительной трубы опредѣляютъ съ такимъ разсчетомъ, чтобы она на всей длинѣ могла пропускать 0,5 q_b cbm, увеличенное на количество воды, расходуемое жителями вдоль этой трубы. Если соединительная труба имѣетъ паденіе, то предположеніе, что вода въ немъ всегда течетъ внизъ, можетъ оказаться выгоднымъ.

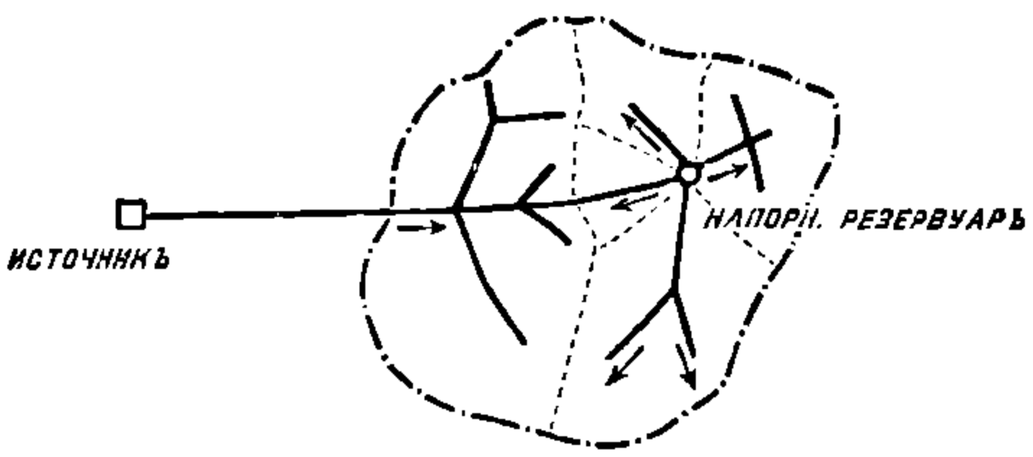
Если вода качается насосомъ непосредственно въ главную магистраль, то принимаютъ среднюю въ теченіе года секундную скорость (стр. 199) въ рабочіе часы $= \frac{0{,}5 \text{ до } 0{,}6}{\sqrt[3]{\beta}}$. Этимъ опредѣляется діам. главной магистрали и паденіе напора для каждаго даннаго количества протекающей воды, а слѣдовательно и для моментовъ наибольшаго расхода въ лѣт-

НТБ ДНУЖТ

нее послѣобѣденное время и на случай тушенія пожара. Пусть паденіе напора тогда равно α_1. Если f выражаетъ необходимый рабочій напоръ въ данномъ мѣстѣ въ m водяного столба, H_1 высота начала магистрали надъ уровнемъ моря въ m, длина первой магистрали l_1 въ m, то напорный уровень долженъ находиться на H_1+f m надъ уровнемъ моря. Отсюда слѣдуетъ, что въ моменты наибольшаго расхода при пожарѣ напорный уровень у насоса долженъ находиться на высотѣ $H_1+f+\alpha_1 l_1$ надъ уровнемъ моря. Когда извѣстно давленіе въ первой магистрали, то могутъ быть опредѣлены остальные діаметры трубъ по вышеприведенному.

Если водохранилище расположено въ сѣти трубъ со стороны, противоположной источнику (черт. 21), то вода протекаетъ только въ ночное время по всей длинѣ главной магистрали въ направленіи отъ источника или насоса къ водохранилищу, тогда какъ въ теченіе дня въ части магистрали, ближайшей къ водохранилищу, вода

Черт. 21.



течетъ въ обратномъ направленіи; городъ раздѣляется на отдѣльные участки водоснабженія, изъ которыхъ одинъ, наибольшій, питается отъ насоса или источника, а нѣсколько малыхъ участковъ, расположенныхъ вокругъ водохранилища, питаются отъ этого послѣдняго. Сѣть для каждаго отдѣльнаго участка разсчитывается самостоятельно. При помощи главной питающей магистрали водохранилище должно наполняться въ ночное время при большомъ лѣтнемъ расходѣ.

Если средній дневной расходъ воды при открытіи водоснабженія даннаго города предполагается въ a cbm, а черезъ x лѣтъ $a+bx$ cbm, то трубамъ должны быть приданы такіе размѣры, при которыхъ расходъ воды сохранялся бы въ теченіе всего времени неизмѣннымъ и равнымъ $a+bn$. Для числа n служитъ слѣдующая таблица:

Размѣръ процента	Притокъ подъ естеств. давленіемъ			Искусственный подъемъ		
	$b:a=0$	10	20	0	10	20
4	42	46	50	31	33	34
5	34	38	41	24	26	27
6	29	33	36	20	22	23

3. Потери напора отъ тренія (потеря напора, высота,

НТБ ДНУЖТ

соотвѣтствующая скорости, скоростный напоръ) указаны въ части I, стр. 252 и слѣдующая. При выборѣ діаметра трубъ необходимо руководствоваться размѣрами, встрѣчающимися въ продажѣ.

4. Раздѣленіе города на отдѣльные пояса (по высотѣ) съ независимою сѣтью трубъ въ каждомъ поясѣ примѣняется въ случаѣ напоровъ большихъ 80 m, при которыхъ домовые водопроводы выходятъ слишкомъ дорогими. При подъемѣ воды насосами устройство поясного водоснабженія уже является выгоднымъ при высотѣ 30 до 50 m. Въ каждомъ поясѣ устанавливается отдѣльное водохранилище.

c. Детали сѣти трубъ.

1. Для трубопроводовъ берутъ при давленіи меньшемъ 10 at большей частью асфальтированныя или смоленыя чугунныя трубы съ нормальными раструбами, см. часть I, отдѣлъ 6; рѣже асфальтированныя стальныя трубы Маннесмана, покрытыя асфальтированной джутовой полосой. При давленіи свыше 10 at рекомендуется діаметръ раструбовъ чугунныхъ трубъ уменьшать по направленію къ свободному концу на всей длинѣ раструба или на части длины; у Маннесмановскихъ трубъ примѣняютъ твердо припаянныя и вачеканенныя на концахъ трубъ кольца съ врѣзными заплечиками и свободно надѣтыми гладкими фланцами. Перевозку и укладку чугунныхъ трубъ слѣдуетъ производить съ осторожностью. Необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы трубопроводы имѣли по всей длинѣ равномѣрную опору. При укладкѣ на скалистомъ грунтѣ подъ трубами кладутъ слой песка или гравія толщиною въ 15 cm. Примѣняется также бетонное основаніе съ расположеннымъ надъ нимъ слоемъ песка. Подъ уровнемъ грунтовыхъ водъ допускаются сваи.

2. Для измѣненія направленія чугунной трубы примѣняются отводы.

3. Для соединенія отвѣтвленій съ главной трубой примѣняются особыя отвѣтвленія, у которыхъ діам. отвѣтвленнаго отростка можетъ быть различный, или же отвѣтвленія, которыя подходятъ къ боковымъ магистралямъ наибольшаго діам. въ соединеніи съ особыми переходными фасонными трубами. Въ послѣднемъ случаѣ требуется меньшее количество фасонныхъ частей, но увеличивается число соединеній, для чеканки которыхъ въ раструбахъ должно быть предвидѣно достаточно мѣста, почему и устройство постели подъ этими соединеніями болѣе сложно.

Детали трубъ и фасонныхъ частей см. ч. I, стр. 812 и слѣд.

Продолженіе см. стр. 207.

НТБ ДНУЖТ

4. **Нормальныя техническія условія изготовленія и пріемки чугунныхъ водопроводныхъ трубъ и фасонныхъ частей** (установлены V русск. водопроводн. съѣздомъ 1901 г.).

1) **Чугунъ** для отливки трубъ и фасонныхъ частей долженъ быть второй плавки, хорошаго качества, мягкій, въ изломѣ однородный свѣтло-сѣрый, мелкозернистый, безъ признаковъ пленъ, раковинъ, трещинъ и т. п.

Пріемщику для сужденія о качествѣ чугуна, назначеннаго заводомъ для отливки трубъ, предоставляется право отливать пробные бруски. Бруски эти отливаются въ приготовленныя заблаговременно сухія формы, изъ тѣхъ ковшей, которые назначитъ пріемщикъ. Эти бруски отливаются горизонтально или вертикально, смотря по тому, будетъ ли чугунъ, испытываемый сими брусками, предназначенъ для вертикальной или горизонтальной отливки трубъ.

Упомянутые пробные бруски предоставляется пріемщику отливать изъ каждой плавки, назначенной для отливки трубъ.

Эти пробные бруски должны испытываться на изгибъ.

Испытаніе на изгибъ. Для этого отливаются два бруска прямоугольнаго сѣченія 50 mm × 25 mm, длиною 1200 mm. Брусокъ, положенный узкою гранью на двѣ призматическія опоры съ разстояніемъ въ одинъ метръ между ними, долженъ выдержать безъ излома спокойно подвѣшенный въ серединѣ его грузъ въ 1200 kg при стрѣлкѣ прогиба не менѣе 10 mm.

Если пробуемый брусокъ не выдержитъ сего испытанія, то таковое повторяется надъ вторымъ запаснымъ брускомъ, и если и этотъ брусокъ не выдержитъ испытанія, то трубы, отлитыя изъ испытуемой плавки, бракуются.

2) **Формовка и отливка прямыхъ трубъ** нормальной длины должна быть вертикальная, безъ долевыхъ швовъ и раструбомъ внизъ.

3) **Формы раструбовъ,** гладкихъ концовъ съ буртиками фланцевъ и ихъ размѣры, а равно и длина трубъ должны соотвѣтствовать нормальнымъ таблицамъ. Уклоненіе въ длинѣ трубъ противъ нормальной допускается на 10 mm въ ту или другую сторону. Искривленіе трубъ допускается не болѣе какъ въ 13 mm на всю длину трубы.

Уклоненіе длины фасонныхъ частей допускается не болѣе 2% длины, указанной въ соотвѣтственныхъ нормальныхъ таблицахъ, причемъ уклоненіе ± 5 mm допустимо.

Нормальной толщиной стѣнокъ нормальныхъ трубъ называется толщина, вычисленная по формулѣ $\delta = 6{,}5 + 0{,}02\,D$ для трубъ діаметромъ отъ 50 до 300 mm включительно и по формулѣ $\delta = 6 + 0{,}02\,D$ для трубъ діаметромъ отъ 350 до 1200 mm, гдѣ D внутренній діаметръ трубы въ mm.

4) **Толщины стѣнокъ трубъ,** провѣряемыя ранѣе ихъ асфальтировки, должны быть согласны съ указанными въ нормаль-

НТБ ДНУЖТ

ныхъ таблицахъ. Въ случаѣ пріемки трубъ асфальтированныхъ толщина слоя асфальтировки принимается во вниманіе. Мѣстныя уменьшенія толщины стѣнокъ не могутъ быть болѣе какъ на 20% противъ нормальныхъ, а если въ какомъ-либо мѣстѣ трубы толщина стѣнки ея будетъ слишкомъ на 20% менѣе нормальной, то такая труба бракуется даже и въ томъ случаѣ, если вѣсъ ея будетъ удовлетворительный. Уменьшеніе толщины стѣнки на одной сторонѣ трубы по всей ея длинѣ должно быть не болѣе 10% толщины стѣнки. Уменьшеніе внутреннихъ діаметровъ трубъ противъ нормальныхъ табличныхъ не должно быть болѣе величинъ, полученныхъ по слѣдующей формулѣ: $1\ mm + 0{,}1\sqrt{D}$. Увеличеніе толщины стѣнокъ трубъ допускается. Діаметры раструбовъ и буртиковъ должны быть согласованы съ нормальной таблицей трубъ, причемъ измѣненіе размѣровъ этихъ діаметровъ не должно выходить изъ предѣловъ, обезпечивающихъ зазоръ между буртикомъ и раструбомъ, не меньшій половины нормальнаго.

Примѣчаніе. Раковины во фланцахъ допускаются по слѣдующей таблицѣ:

для трубъ діаметромъ отъ			50 mm	до		200 mm	— 2	mm
»	»	»	» 200	»	»	500	» — 2½	»
»	»	»	» 500	»	»	900	» — 3	»
»	»	»	» 900	»	»	1,200	» — 4	»

5) **Толщина стѣнокъ фасонныхъ частей,** за исключеніемъ раструбовъ и фланцевъ, въ виду горизонтальной отливки, увеличивается на 20% противъ нормальной толщины стѣнки трубы соотвѣтствующаго діаметра, причемъ это увеличеніе должно быть производимо на счетъ внутренняго діаметра. Предѣлы уменьшенія толщинъ стѣнокъ фасонныхъ частей противъ вышеуказанныхъ, а также предѣлы уменьшенія толщинъ стѣнокъ раструбовъ и фланцевъ и внутреннихъ діаметровъ и условія браковки, въ случаяхъ нарушенія сихъ предѣловъ, такіе же, какъ для прямыхъ трубъ (4).

6) **Гидравлическая проба.** Послѣ провѣрки размѣровъ всѣ трубы и фасонныя части испытываются заводомъ гидравлическою пробою, подвергаясь давленію до 5 минутъ.

Для трубъ пробное давленіе должно быть въ 30 атмосферъ по манометру при діаметрахъ 50 — 150 mm, въ 25 атмосферъ при діаметрахъ 175 — 300 mm и въ 20 атмосферъ при діаметрахъ выше 300 mm, а для фасонныхъ частей 15 атмосферъ по манометру. Во время нахожденія подъ давленіемъ какъ трубы, какъ и фасонныя части подвергаются легкимъ ударамъ стального молотка, вѣсомъ около 2 фунтовъ.

Трубы и фасонныя части должны выдерживать пробное давленіе безъ признаковъ течи. Слабое потѣніе и выступаніе отдѣльныхъ капель, не переходящихъ въ потеки на свѣже-отлитыхъ трубахъ и фасонныхъ частяхъ, не считаются недостаткомъ. Въ случаѣ гидравлическаго испытанія асфаль-

НТБ ДНУЖТ

тированныхъ трубъ выступаніе капель и потѣніе не допускаются. Каждая свѣже-отлитая труба и фасонная часть, во избѣжаніе оборжавливанія, послѣ пробы гидравлическимъ давленіемъ должна немедленно подогрѣваться (безъ копоти) и затѣмъ асфальтироваться.

Примѣчаніе. Въ удостовѣреніе того, что труба выдержала гидравлическое испытаніе, на ней ставится клеймо.

7) **Асфальтировка трубъ и фасонныхъ частей** должна производиться вполнѣ тщательно и прочно. Свѣже-асфальтированныя трубы, по охлажденіи ихъ до температуры окружающаго воздуха, должны имѣть гладкій, блестящій видъ и не должны быть липкими.

Прочность асфальтировки испытывается легкими ударами стального ручника, при этомъ асфальтировка не должна отпадать. Отпаденіе таковой мѣстами безъ обнаруживанія металлической поверхности не служитъ признакомъ непрочности асфальтировки. Асфальтировка не должна растворяться въ водѣ.

Примѣчаніе къ 6 и 7-му. Вопросъ объ асфальтированіи трубъ до или послѣ гидравлическаго испытанія разрѣшается каждый разъ по соглашенію заказчика съ заводомъ.

8) **Вѣсъ каждой трубы и фасонной части** долженъ опредѣляться заводомъ до или послѣ асфальтировки. Недовѣсъ трубъ противъ вѣсовъ, указанныхъ въ нормальныхъ таблицахъ, не долженъ превышать 5%. При длинѣ трубъ большей или меньшей нормальной, если таковыя будутъ допущены, дѣлается учетъ вѣса, согласно данныхъ нормальной таблицы. Нормальный вѣсъ фасонныхъ частей опредѣляется при увеличеніи на 20% толщины стѣнокъ того же діаметра прямой трубы. Вѣсъ отлитыхъ фасонныхъ частей можетъ быть менѣе нормальнаго не болѣе какъ на 10%.

9) **Порядокъ пріемки и браковки.** Пріемка трубъ и фасонныхъ частей на заводѣ и наблюденіе за ихъ изготовленіемъ производятся въ слѣдующемъ порядкѣ.

Каждая отлитая труба или фасонная часть подвергается провѣркѣ размѣровъ и пробѣ гидравлическимъ давленіемъ, причемъ на выдержавшихъ эту пробу трубахъ накладывается соотвѣтствующее клеймо.

Отсутствіе пріемщика не останавливаетъ пробу трубъ и фасонныхъ частей и асфальтировку ихъ, но о началѣ отливки ихъ ему должно быть сообщено заблаговременно. При пріемкѣ трубъ асфальтированныхъ или неасфальтированныхъ, но заводомъ опробованныхъ и сложенныхъ въ штабеля, должна пробоватьсн одна труба изъ каждыхъ десяти принимаемыхъ: обмѣромъ, гидравлическимъ давленіемъ и по вѣсу. Въ случаѣ, если труба не удовлетворитъ хотя бы одному изъ

НТБ ДНУЖТ

вышеприведенныхъ условій, то этому испытанію подвергается каждая труба этого десятка.

Каждый поставщикъ, изготовляющій чугунныя трубы и фасонныя части, обязанъ вполнѣ ясно отливать на каждой изъ нихъ свое заводское выпуклое клеймо, а также клеймо заказчика, если это будетъ обусловлено договоромъ.

Съ бракованныхъ трубъ, по какой-либо изъ вышеуказанныхъ причинъ, срубается клеймо заказчика или же, въ случаѣ если такового клейма не имѣется, ставится клеймо заказчика на трубахъ и фасонныхъ частяхъ, имъ принятыхъ.

10) Всѣ необходимыя приспособленія для пробы какъ чугуна, такъ и трубъ и фасонныхъ частей должны быть доставлены за счетъ завода, по соглашенію съ заказчикомъ; они должны содержаться всегда въ полной исправности, дабы не было задержки въ пріемкѣ трубъ. Люди, нужные для пробы и изслѣдованія трубъ и фасонныхъ частей въ помощь пріемщику, должны быть также отъ завода.

Продолженіе стр. 203.

5. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ отвѣтвленіе присоединяется къ главной магистрали, должны быть установлены запорныя задвижки; подобными же задвижками главныя магистрали дѣлятся на участки длиною въ 1 до 1,2 km, а остальная сѣть трубъ на отдѣльныя звенья длиною въ 1,5 km. Необходимо имѣть возможность въ каждой точкѣ сѣти прекратить давленіе, запирая одновременно не болѣе 5 задвижекъ. Употребительныя задвижки замѣтно уменьшаютъ количество проходимой воды лишь тогда, когда онѣ почти закрыты.

Если H давленіе воды, находящейся въ покоѣ, въ m водяного столба,

r радіусъ трубы въ свѣту въ m,

R радіусъ уплотняющаго круга на поверхности (краяхъ) клинообразной задвижки въ m,

l длина трубы, въ которой вода передъ моментомъ закрытія задвижки находилась въ движеніи, въ m,

Z время, необходимое для закрытія задвижки, въ sk, т.-е. время, въ которое клинообразная задвижка проходитъ путь $2\,r$,

то давленіе на клинообразную задвижку вслѣдствіе обратнаго удара на нее воды въ моментъ запиранія увеличивается отъ H до $H+h$, причемъ, по Форшхеймеру *),

$$h = 0{,}4\sqrt{\frac{r}{R-r}}\,\frac{l\sqrt{H}}{Z},$$

гдѣ всѣ величины выражены въ m и sk. Если задвижка имѣетъ сѣченіе въ свѣту F qm и если позади этой задвижки

---

*) Z. d. V. d. I. 1893, стр. 216. См. также: Michaud, Z. f. B. 1881, стр. 421, 533; Туковскій: Ueber den hydraulischen Stoss in Wasserleitungsröhren, С.-Петербургъ 1900.

НТБ ДНУЖТ

вверхъ по теченію примыкаютъ трубы длиною l_1, l_2.... большихъ сѣченій F_1, F_2...., то для обратнаго удара имѣемъ

$$h = 0{,}4 \sqrt{\frac{r}{R-r}} \frac{\sqrt{H}}{Z} \left(l_1 \frac{F}{F_1} + l_2 \frac{F}{F_2} + \ldots \right).$$

Ударъ будетъ нѣсколько менѣе, чѣмъ по вышеприведеннымъ формуламъ, если имѣются воздушные мѣшки, которыми служатъ также домовые водопроводы. При весьма длинныхъ трубопроводахъ вода можетъ имѣть движеніе взадъ и впередъ. Въ длинныхъ трубопроводахъ, не имѣющихъ отвѣтвленій, при значительномъ напорѣ могутъ поэтому происходить опасные обратные удары. Этихъ ударовъ можно избѣжать устройствомъ вырѣза въ клинообразной задвижкѣ (А. Брейеръ и К°, Höchst), которыми также достигается точное регулированіе количества протекающей воды.

6. Во всѣхъ наивысшихъ точкахъ сѣти должны быть для удаленія воздуха установлены пожарныя колонны, пожарные краны, гидранты и т. п.; черезъ нихъ удаляются пузырьки воздуха, образующіеся какъ при наполненіи трубопровода, такъ и во время его дѣйствія и вызывающіе потерю напора. Для удобства наполненія рекомендуется расположеніе водоразборныхъ крановъ ниже задвижекъ. Кромѣ того, водоразборные краны располагаются въ застроенныхъ частяхъ города въ разстояніяхъ 60 до 120 m другъ отъ друга, причемъ они должны, по возможности, меньше препятствовать движенію экипажей. Для лучшаго удаленія воздуха отвѣтвленія трубъ для водоразборовъ должны быть направлены вверхъ. Эти отвѣтвленія имѣютъ обыкновенно діам. въ свѣту 65 до 80 mm. Гидранты, расположенные подъ уровнемъ земли, дешевле, а расположенные выше уровня земли легче отыскиваются, но во многихъ мѣстахъ, въ виду уличнаго движенія, невозможны. Для удаленія воздуха достаточны особые воздушные краны (вантузы), приводимые въ дѣйствіе отъ руки, или винты, а также автоматическіе клапаны съ поплавками. Если вода осаждаетъ глину или муть, то для очистки при помощи щетокъ или скребковъ рекомендуется устройство особыхъ ящиковъ. Въ длинныхъ трубопроводахъ со сплошнымъ подъемомъ, по которымъ вода течетъ только вверхъ, иногда устанавливаются обратные клапаны. Для контроля плотности сѣти или для другихъ цѣлей часто въ главныхъ магистраляхъ помѣщаютъ особые участковые водомѣры *) или вертушки Вольтмана **).

7. Для предохраненія воды отъ нагрѣванія и трубъ отъ разрушенія вслѣдствіе перемѣщающихся надъ ними грузовъ необходимо, если это допускаютъ условія промерзанія грун-

---

*) Bodmer, J. G. W. 1899, стр. 746.
**) Тимъ, тамъ же, 1898, стр. 260.

НТБ ДНУЖТ

та, сохранить разстояніе между наивысшей точкой трубы и поверхностью земли 1,5 m.

Въ металлическихъ частяхъ, находящихся вблизи поверхности земли, необходимо принимать въ разсчетъ возможность примерзанія грунта къ этимъ частямъ и что послѣдніе при продолжительныхъ морозахъ могутъ быть приподняты вверхъ.

Если черезъ трубопроводъ діам. d m, длиною l m, ось котораго находится на разстояніи h m подъ поверхностью земли, протекаетъ въ часъ W литровъ воды, то степень нагрѣванія или охлажденія воды въ этой трубѣ опредѣляется по слѣдующей формулѣ Форшхеймера *) для глинистаго грунта:

$$\lg \frac{t_0 - t_1}{t_0 - t_2} = \frac{2{,}37\ l}{W\ (\lg 4\,h - \lg d)} \quad \text{или} \quad \lg \frac{4\,h}{d} \lg \frac{t_0 - t_1}{t_0 - t_2} = \frac{2{,}37\ l}{W},$$

гдѣ t_0 температура грунта на высотѣ оси трубопровода (въ томъ мѣстѣ, гдѣ на температуру грунта труба не оказываетъ вліянія, т. е. на значительномъ разстояніи отъ трубы), а t_1 температура воды входящей и t_2 — выходящей изъ трубопровода въ °C.

Сѣть трубъ слѣдуетъ наполнять весьма медленно; всѣ водоразборные краны, равно и воздушные краны открываютъ раньше, чѣмъ пустить воду. Необходимо тщательно избѣгать, чтобы въ трубы, имѣющія паденіе, попадали значительныя массы воды съ большою скоростью.

*) Z. h. A. u. I. V. 1888, стр. 175, 1889, стр. 609.

НТБ ДНУЖТ

ТРИНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

ОТВЕДЕНІЕ СТОЧНЫХЪ ВОДЪ*).

а. Количество воды.

1. **Сточныя воды** (или домовыя воды) составляются изъ клозетныхъ и писсуарныхъ водъ (экскременты), вмѣстѣ съ промывною водой, и хозяйственныхъ (домовыхъ и кухонныхъ сточныхъ водъ). Къ количеству воды, расходуемому изъ водопровода (стр. 168 и 169), прибавляется еще вода, расходуемая изъ домовыхъ и фабричныхъ колодцевъ, равно какъ и изъ сборниковъ дождевой воды; полученное количество уменьшается въ лѣтнее время на соотвѣтственное количество воды, расходуемое на поливку улицъ. Количество сточныхъ водъ принимается поэтому больше средняго расхода для водоснабженія, и на увеличеніе расхода воды лѣтомъ не разсчитываютъ.

2. **Дождевая вода.** По Бюссингу**), въ окрестностяхъ Берлина за время 1892 по 1901 годъ выпадало 34 дождя, у которыхъ въ теченіе болѣе 5 минутъ плотность превосходила 0,5 mm/мин.

Плотность дождя въ mm/мин.	0,501 до 0,6	0,601 до 0,7	0,701 до 0,8	0,801 до 0,9	0,901 до 1	1 до 1,1	1,1 до 1,2	1,2 до 2,1
Число случаевъ	12	5	4	0	2	2	2	7

Дожди, плотность которыхъ превосходила 1 mm/мин., выпадали въ среднемъ одинъ разъ въ теченіе 10 мѣсяцевъ.

Кромѣ того для вышеприведенныхъ дождей:

Наибольш. плотность въ mm/мин.	0,451 до 0,55	0,551 до 0,7	0,7 до 1
Число дождей	15	15	8
Средн. продолжительность въ мин. . . .	44	47	39
Наибольш. продолжительность въ мин.	160	145	100

*) Общіе источники: Баумейстеръ, Städtisches Strassenwesen und Städtereinigung, Берлинъ, 1890; Frühling, Wasserversorgung und Entwässerung der Städte въ III томѣ Handbuchs der Ingenieurwissenschaften, 1 отд., 2 часть, 3 изд., Лейпцигъ, 1893; Blasius und Büsing въ Handb. d. Hyglene, Die Städtereinigung соч. Weyl'я, Jena 1897; Büsing, Die Städtereinigung, Штутгартъ, 1897, 1901; Friedrich König, Städte-Kanalisationen, Leipzig, 1902; Dobel, Kanalisation, 4 изд., Штутгартъ, 1903.

**) Gesundh.-Ing. 1903, стр. 89.

НТБ ДНУЖТ

Таблица для количества сточныхъ водъ.

Городъ	Система расположенія построекъ	Жителей на 1 ha	Количество сточныхъ водъ: На 1 человѣка въ день	Изъ этого количества въ часъ не болѣе	на 1 ha литра/sk
Берлинъ.	застр. сплошь .	786	127,5	1 18	1,55
	отдѣльн. виллы.	392	127,5	1 18	0,77
Бреслау.	—	250	124	1 16	0,54
Дюссельдорфъ.	стар. городъ.	1000	126	1 18	1,94
	остальн. часть города .	400	127	1 18	0,79
Франкфуртъ на Майнѣ .	—	200	150	1 12	0,69
Карлсруэ. .	—	400	150	1 8	2,08
Кельнъ	стар. городъ	350	160	1 12	1,30
	новый гор. . .	250	160	1 12	0,93
Висбаденъ.	густо застроен.	400	100	1 18	0,65
	съ больш. промежутками. .	250	100	1 18	0,40
	виллы. .	75	100	1 18	0,15

Во время наибольшаго ливня въ Берлинѣ (14 апр. 1902)

въ теченіе	45	6	15	15	5 минутъ,
плотность дождя составляла	1,13	1,15	1,2	1,73	4 mm/мин.

Изъ всего количества qF выпадающихъ на поверхность F дождевыхъ водъ попадаетъ въ каналы только ψqF, причемъ, по Фрюлингу:

для стараго города	для новаго города	отдѣльныхъ жилыхъ строеній особняковъ	для площадей подъ: игры, станціи, парки, луга и аллеи	лѣсовъ
$\psi =$				
0,9 до 0,7	0,7 до 0,5	0,5 до 0,25	0,3 до 0,05	0,2 до 001

По мѣрѣ насыщенія грунта, т.-е. съ увеличеніемъ силы и продолжительности дождя, величина ψ увеличивается. Если дождь прекращается раньше, чѣмъ вода изъ наиболѣе отдаленныхъ мѣстъ площади F достигла опредѣленной точки водосточнаго канала, то количество протекающей черезъ послѣдній воды не достигаетъ въ немъ величины ψqF, а составляетъ только $\varphi\psi qF$. При этомъ для

$F =$	1	10	20	40	80	100 ha,
по Бриксу, $\varphi = \frac{1}{\sqrt[6]{F}} =$	1	0,68	0,61	0,54	0,48	0,46,
по Манку, $\varphi =$	0,85	0,58	0,43	0,29	0,22	0,22.

НТБ ДНУЖТ

Таблица для количества стекающихъ дождевыхъ водъ.

1 mm/мин. = 166,7 литр/sk на 1 ha; 1 литр/sk на 1 ha = 0,006 mm/мин.

Городъ	На 1 ha выше ливнеспуска литр/sk	На 1 ha ниже ливнеспуска литр/sk
Берлинъ [1] обыкновенная застройка. . .	22,34	—
Берлинъ [1] части гор. съ бол. огородами .	10,6	1,35 [2]
Бреслау побочные каналы. . .	6	—
Бреслау главные каналы.	3	1,5 [2]
Дюссельдорфъ при окрыт. ливнеспуск. ст. гор.	75	1,67 [2]
Дюссельдорфъ » » » нов. гор.	37,5	—
Дюссельдорфъ » закрыт. [3] » ст. гор.	2,67	—
Дюссельдорфъ » » » нов. гор.	1,67	—
Эльберфельдъ.	25—40	—
Франкфуртъ на/Майнѣ	12—30	3
Гейльброннъ [4] густо застроен. .	62	—
Гейльброннъ [4] рѣдко .	42	—
Гейльброннъ [4] поле .	25	—
Гейльброннъ [4] лѣсъ .	15	—
Кейзерлаутернъ.	56—110	—
Кельнъ боковые каналы стар. гор.	55	—
Кельнъ » » нов. гор. .	33	—
Кельнъ сборные » стар. гор.	42	2,8
Кельнъ » » нов. гор. . .	25	2,8
Кенигсбергъ нижн. гор. [5] для больш. площ. .	40	—
Кенигсбергъ » » » малыхъ » .	60	—
Пфорцгеймъ [6] высоко распол. части города .	50—75	—
Пфорцгеймъ [6] низко » » »	20—30	—
Штутгартъ	12,5—16,7	3,47
Висбаденъ густая застройка. .	$\varphi \cdot 73$ [7]	—
Висбаденъ рѣдко застроено. .	φ 54	—
Висбаденъ виллы . .	$\varphi \cdot 36$	—

[1]) Почти всѣ гончарныя трубы имѣютъ діаметръ на 3 cm большій, чѣмъ требуется по разсчету.
[2]) Удаляются насосами.
[3]) При высокомъ уровнѣ Рейна запирается.
[4]) Приведенныя цифры оказались недостаточными, почему нынѣ увеличиваются въ $1^1/_2$ раза.
[5]) Для дѣйствующихъ тамъ насосовъ принято 16,7 литр/sk.
[6]) Нѣтъ ливнеспусковъ.
[7]) φ по Брикcу см. стр. 211.

НТБ ДНУЖТ

Бриксъ и Манкъ не принимаютъ въ разсчетъ форму площади F. Для болѣе точнаго опредѣленія φ, по Фрюлингу, отыскиваютъ на площади ту линію, отъ которой вода проходитъ до соотвѣтствующаго мѣста канала въ промежутокъ времени, равный продолжительности дождя. Только та дождевая вода, которая падаетъ въ предѣлахъ этой линіи, можетъ одновременно протекать черезъ разсматриваемое мѣсто канала*).

Количество дождевыхъ водъ превышаетъ количество сточныхъ водъ настолько, что стоимость канализаціонной сѣти увеличивается лишь незначительно, если этою сѣтью будутъ отводимы не только дождевыя, но всѣ вообще сточныя воды. Раздѣльная канализація примѣняется почти только тогда, когда при существованіи канализаціи дождевыхъ водъ прибавляютъ вторую сѣть для экскрементовъ и хозяйственныхъ водъ.

Въ виду возможности пересѣченія со старой сѣтью при весьма перемѣнной глубинѣ послѣдней сооруженіе особой новой сѣти для сточныхъ водъ значительно удорожается. Каналы, служащіе только для отведенія сточныхъ водъ, часто встрѣчаются въ тѣхъ частяхъ города, гдѣ допускается стокъ дождевыхъ водъ на поверхности.

b. Глубина заложенія каналовъ и паденіе.

Для предохраненія сточныхъ водъ отъ замерзанія большей частью достаточна (въ Россіи) глубина заложенія подошвы отъ поверхности улицы въ 2,5 m.

Для того, чтобы сѣть каналовъ оставалась подъ сѣтью водопроводныхъ трубъ, наивысшая точка этихъ каналовъ должна находиться не менѣе 2,5 m подъ поверхностью улицы. Отведеніе домовыхъ сточныхъ водъ въ наиболѣе пониженныхъ участкахъ города или отъ строеній, удаленныхъ отъ сточнаго канала, требуетъ часто болѣе глубокаго заложенія каналовъ. Такое же глубокое заложеніе требуется, когда необходимо удалять грунтовую воду изъ подвальныхъ помѣщеній; такимъ образомъ подошва канала обыкновенно получается на глубинѣ 3,5 m. Стоимость значительно увеличивается, когда каналы приходится проводить въ грунтовой водѣ.

Каналамъ (коллекторамъ, линеводамъ и сточнымъ трубамъ) придаютъ обыкновенно, если это можетъ быть допущено, тотъ же уклонъ, какъ и поверхности улицъ. Для поступательнаго движенія всѣхъ попадающихъ въ каналы отбросовъ требуется скорость не меньше 60 cm/sk при наименьшей глу-

*) См. Фрюлингъ, Civilingenieur 1891, стр. 623; Bodenseher, Z. ö. A. u. I. V. 1900, стр. 257; Knauff, Gesundheits-Ingenieur 1896, стр. 397; Bodenseher, Z. ö. A. и I. V. 1900, стр. 257; Hecker, Gesundh.-Ing. 1901, стр. 374, 389; Bock, Z. f. A. u. I. 1901 стр. 285, 1902 стр. 47.

НТБ ДНУЖТ

бинѣ перемѣщающейся струи (корыта) въ 2 cm. Для избѣжанія засоренія отъ осажденія мути паденіе каналовъ не должно быть слишкомъ мало. Обыкновенно проектируютъ сточные каналы съ паденіемъ въ 1 : 100 до 1 : 500; тѣмъ не менѣе наименьшее паденіе составляетъ: въ Кельнѣ 1 : 300, въ Мюнхенѣ 1 : 600, въ Дюссельдорфѣ 1 : 1000, во Франкфуртѣ н/М. 1 : 1500, въ Берлинѣ 1 : 1800. Для большихъ каналовъ можетъ быть допущено меньшее паденіе. По опыту въ Парижѣ, каналы для хожденія должны имѣть паденіе по меньшей мѣрѣ 1 : 200 для того, чтобы не осаждалась муть, тогда какъ болѣе тяжелые предметы, напр. песокъ, уже осаждаются при 1 : 100, а при паденіи 1 : 66 не встрѣчаются вовсе. Кромѣ того, при наклонѣ большемъ 1 : 33 ноги рабочаго легко скользятъ. Въ крутыхъ каналахъ для хожденія рекомендуется укладка ступеней. Паденіе главнаго коллектора (сборнаго канала) составляетъ: въ Висбаденѣ 1 : 325, въ Эльберфельдѣ 1 : 500, въ Кельнѣ 1 : 1500, въ Мюнхенѣ 1 : 2000, въ Дюссельдорфѣ 1 : 3000. При измѣненіяхъ сѣченія канала можно вести подошву по прямой, безъ уступа; тогда при заполненіи сѣченія нижняго участка въ верхнемъ производится напоръ. Если, напротивъ, линія вершины канала образуетъ прямую, то дно должно имѣть уступъ, высота котораго для достиженія заданнаго паденія теряется. Въ зависимости отъ общаго паденія, которое должно быть сохранено, устраиваютъ уступъ въ потолкѣ канала, въ его подошвѣ или въ пятахъ свода.

Подъ оврагами, ручьями и рѣками можно проходить при помощи дукеровъ (см. ниже, Конструкція и промывка), тогда какъ сифоны представляютъ неудобство, вслѣдствіе сильнаго образованія газовъ (напр. при впускѣ воды, какъ въ Потсдамѣ) *); они требуютъ поэтому вентиляціи и отъ времени до времени присасыванія (случается, что столбъ воды въ сифонѣ надъ каналомъ С.-Мартенъ въ Парижѣ въ теченіе дня нѣсколько разъ обрывается. Направленное книзу колѣно сифона рекомендуется (какъ въ Потсдамѣ) у выходного отверстія загибать кверху, для того чтобы сифонъ не могъ опоражниваться. Для избѣжанія прокладки канала въ грунтовой водѣ примѣняютъ иногда длинные сифонные участки.

c. Разсчетъ каналовъ.

Для движенія воды въ каналахъ служатъ формулы, приведенныя въ ч. I, стр. 265. Наиболѣе часто примѣняютъ упрощенную формулу Куттера, по которой при обозначеніяхъ ч. I, стр. 265, и введеніи коэффиціента b скорость опредѣляется изъ

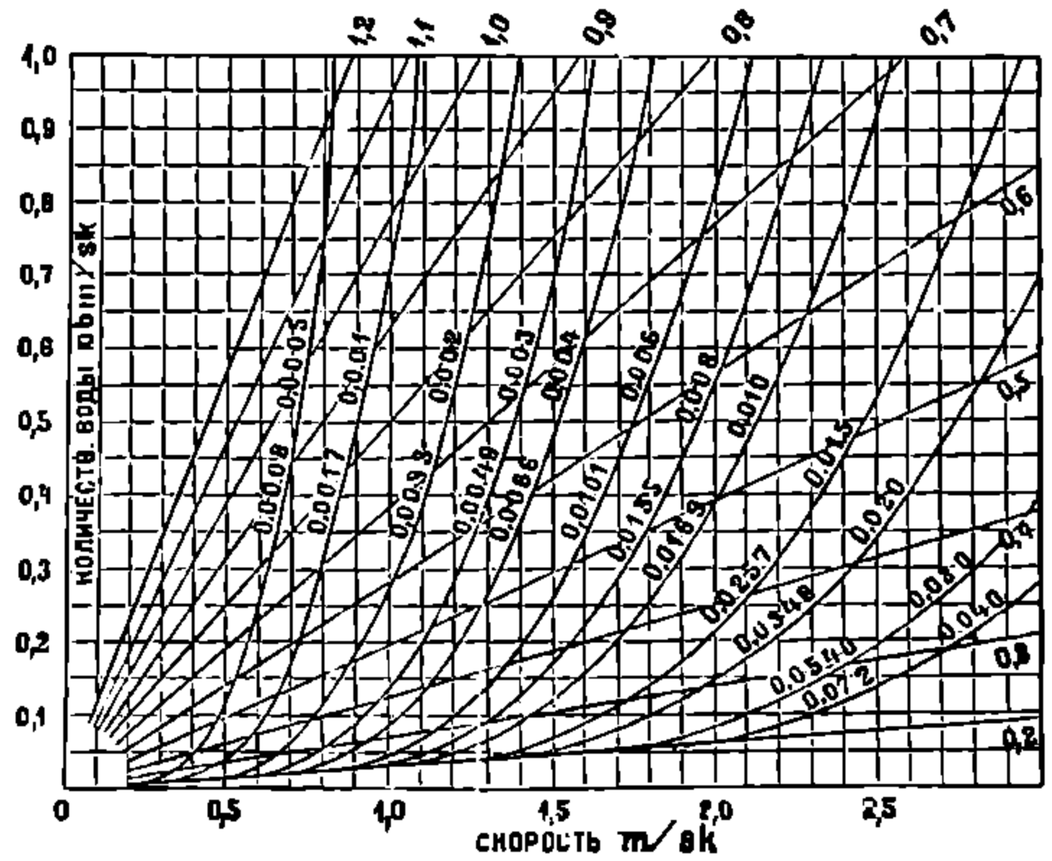
*) См. Vogdt въ D. B. 1890, стр. 589, 637.

НТБ ДНУЖТ

$$v = \frac{100\sqrt{\frac{F}{u}}}{b+\sqrt{\frac{F}{u}}}\sqrt{\frac{F}{u}\,i} = \frac{100\,r}{b+\sqrt{r}}\sqrt{i},\ \text{слѣд.}\ Q = Fv = \frac{100\,r}{b+\sqrt{r}}F\sqrt{i}$$

(Для трубъ r равно четвертой части діам. въ свѣту.) По Баумейстеру, для грязной воды и старой кирпичной кладки съ отчасти уже вымытыми швами $b = 0{,}45$; этимъ значеніемъ для b можно пользоваться для старыхъ каналовъ; оно вѣроятно также для бетона, цементной штукатурки и тесаной кладки, тогда какъ для глазурованныхъ гончарныхъ трубъ и (нержавленнаго) желѣза имѣемъ $b = 0{,}27$. При выборѣ значенія для b необходимо принимать въ соображеніе паденіе, обусловливающее образованіе осадковъ. По діаграммамъ Баумейстера *) (черт. 1 и 2) можно для даннаго количества протекающей полнымъ сѣченіемъ канала воды Q cbm/sk и по скорости v въ m/sk на наклонныхъ лучахъ отсчитывать діам. канала въ свѣту въ m, а на соотвѣтствующихъ кривыхъ — паденіе i; при этомъ меньшее число таблицы относится до $b = 0{,}27$, а большее число до $b = 0{,}45$.

Черт. 1 (для круглаго сѣченія).



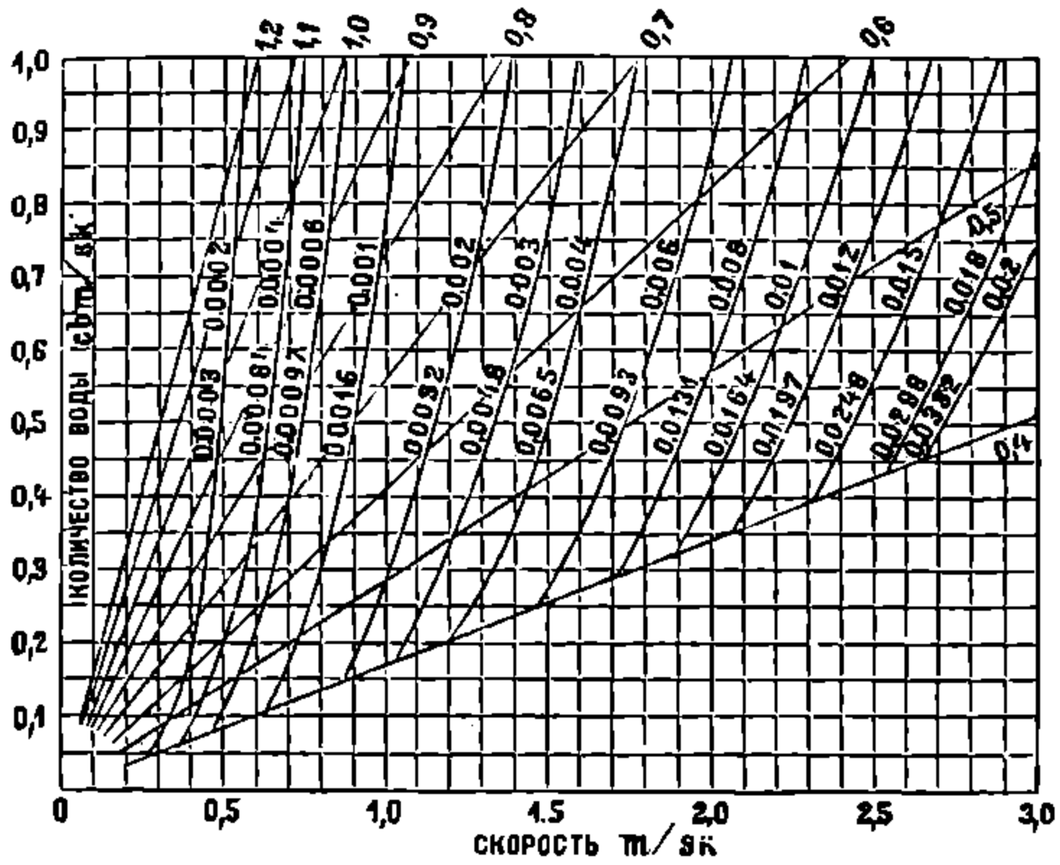
Въ круговомъ сѣченіи при половинномъ наполненіи, а при яйцевидномъ сѣченіи (черт. 3) при наполненіи на 0,56 высоты сѣченія, скорости движенія одинаковы со скоростями при движеніи полнымъ сѣченіемъ круглой или, соотв., яйцевидной трубы. Наибольшее количество протекающей жидкости достигается при наполненіи до 0,91 и, соотвѣтственно, 0,94 высоты и превышаетъ это количество при движеніи полнымъ сѣченіемъ въ 1,08 и, соотвѣтственно, 1,06 раза.

При заполненіи сѣченія количество протекающей воды зависитъ отъ паденія вершины канала. Если притокъ превышаетъ это количество, то вода собирается въ дождевыхъ пріемникахъ, такъ что стокъ зависитъ уже отъ уклона улицы.

*) Z. f. Baukunde 1884, гр. 63.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 2 (для яйцевиднаго сѣченія черт. 3).



Величина i въ формулахъ обозначаетъ такимъ образомъ сначала паденіе линіи вершины канала, а затѣмъ паденіе поверхности улицы.

d. Конструкція.

Гончарныя трубы, т.-е. трубы изъ гончарной глины (см. ч. I, стр. 583), представляютъ удобство по своей гладкой поверхности и сопротивленію ихъ дѣйствію химическихъ реагентовъ. При ударѣ должны издавать чистый звукъ; полученные изъ этихъ трубъ обломки при погруженіи въ воду на 24 часа должны впитывать въ себя воду не болѣе 3% отъ вѣса обломковъ. Изготовляются большей частью круглыми, ибо при яйцевидной формѣ. вслѣдствіе перекашиванія при обжигѣ обрѣзы трубъ на концахъ между собой не совпадаютъ, и сосѣднія трубы другъ въ друга не входятъ. Для укрѣпленія трубы обкладываются иногда кирпичомъ или (какъ въ Мюнхенѣ) окружаются бетономъ. Соединеніе при помощи раструбовъ длиною 7 до 8 cm съ уплотненіемъ при помощи смоленаго каната и обкладкой снаружи по всей окружности у шва глинянымъ или цементнымъ валикомъ. Для облегченія набивки раструбовъ со стороны дна траншеи дѣлаютъ для каждаго раструба углубленіе въ соотвѣтствующемъ мѣстѣ дна траншеи.

При обмазкѣ швовъ глиной возможно: размягченіе глины, образованіе сквозныхъ червоточинъ и проникновеніе корней; при обмазкѣ цементомъ (который не долженъ увеличиваться въ объемѣ, иначе могутъ образоваться трещины въ муфтахъ) опасаются образованія малѣйшаго зазора между цементомъ и глазурью; въ виду этого уплотненіе производится раньше глиной, а потомъ цементомъ, или наоборотъ.

Въ послѣднее время, вмѣсто наружной обмазки шва, законопаченные смоленымъ канатомъ раструбы заливаютъ смѣсью изъ одной до двухъ частей гудрона на 1 часть асфальтовой мастики*) или тому подобныхъ матеріаловъ. Замазка изъ

*) См. Unna, D. B. 1897, стр. 274.

НТБ ДНУЖТ

6-ти вѣсовыхъ частей льняного масла, 8-ми частей порошкообразной извести, 1-й части хлопчатой бумаги вначалѣ мягка и затвердѣваетъ черезъ нѣсколько мѣсяцевъ *).

Бетонные каналы составляются изъ трубъ, изготовленныхъ изъ трамбованнаго бетона, или для большихъ каналовъ трамбуются на мѣстѣ работъ въ траншеѣ.

Кирпичные каналы всего лучше изъ твердаго хорошо обожженнаго кирпича съ расшивкой швовъ изнутри, въ рѣдкихъ случаяхъ съ штукатуркой изъ портландъ-цемента. При ширинѣ въ свѣту 0,7 до 0,9 m толщина свода достаточна въ 12 cm; при ширинѣ 1,4 до 1,8 m толщина свода 25 cm. Часто отдаютъ предпочтеніе кладкѣ сводовъ изъ 2-хъ колецъ (перекатовъ), со вставкой особыхъ фасонныхъ кирпичей (клинчатые кирпичи, черт. 3), общая толщина обоихъ сводовъ (перекатовъ) сохраняется одинаковой до подошвы канала; между отдѣльными перекатами сплошной кольцевой швъ, которымъ достигается большая плотность канала. Для подошвы берутъ клинкеръ, или спеціальныя фасонныя подошвы изъ бетона (изнашиваются при движеніи по нимъ гравія), или же подошвы изъ гончарныхъ фасонныхъ плитъ, внутренняя поверхность которыхъ покрыта глазурью. Сквозные каналы или пустоты въ подошвахъ могутъ служить для сбора грунтовыхъ водъ и осушки траншеи.

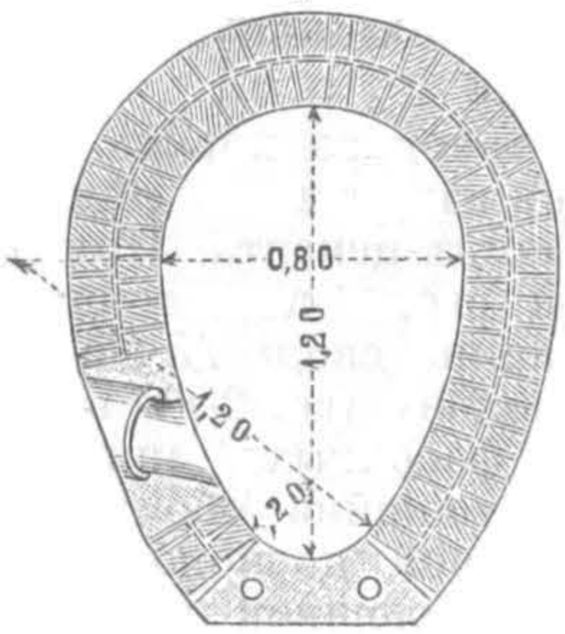
Для каналовъ наименьшаго діаметра берутъ гончарныя или бетонныя трубы круглаго сѣченія; въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ эти трубы подвергаются сотрясеніямъ или значительному внутреннему давленію, примѣняютъ также чугунныя трубы; за ними слѣдуютъ кирпичные или бетонные каналы яйцевиднаго сѣченія (большей частью высота превышаетъ ширину въ $1^1/_2$ раза) (черт. 3), ибо въ этихъ каналахъ при небольшомъ количествѣ протекающей жидкости скорость и глубина движущейся струи больше, нежели у трубъ круглаго сѣченія. Въ каналы шириною въ 60 cm и высотою въ 90 cm (лучше 100 cm) уже можно пролѣзть, поэтому отъ малыхъ профилей часто переходятъ непосредственно къ яйцевидному сѣченію указанныхъ размѣровъ. При высотѣ канала въ 2 m и больше рекомендуется устраивать боковую берму для хожденія; устройство послѣдней представляетъ удобство при стокѣ водъ въ сухую погоду; ширина бермы 35 cm (лучше 40 cm), остающаяся высота для прохода должна составлять 1,8 m (черт. 4 представляетъ сѣченіе Парижскаго канала изъ бутовой кладки). Уступы (бермы) съ обѣихъ сторонъ канала допускаютъ прокладку рельсоваго пути, по которому перемѣщается телѣжка со щитомъ для удаленія осадковъ со дна канала. Для большихъ сѣченій, если строительная вы-

*) См. Z. d. V. d. I. 1891, стр. 1033.

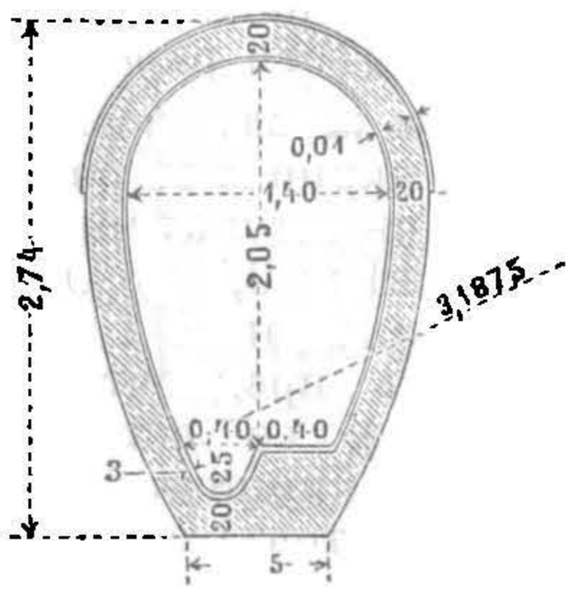
НТБ ДНУЖТ

сота не допускаетъ высокихъ каналовъ, ширина дѣлается равной или больше высоты.

Черт. 3.



Черт. 4.



Въ Берлинѣ имѣются гончарные каналы круглаго сѣченія, діам. 27, 30, 33 и т. д. до 63 cm, яйцевидные каналы въ 90/60, 100/66, 110/73 до 200/133 cm; далѣе 15 различныхъ профилей высотою въ свѣту въ 2 m; во Франкфуртѣ круглыя гончарныя трубы діам. въ 30 и 38 cm, каменные каналы яйцевиднаго сѣченія въ 85/57, 95/57, 100/67, круглые въ 1,423, 128/85, 150/100, 171/114, 185/142, 210/160 cm; въ Мюнхенѣ гончарныя трубы діам. въ 20 до 45 cm обложены бетономъ; кирпичные каналы, обложенные трамбованнымъ бетономъ, имѣютъ 90/60 до 195/130 cm. Главные каналы сѣченіемъ 200/150 и 210/175 cm, главная спускная труба круглаго сѣченія.

Дукеры (или **переходы**) въ зависимости отъ давленія, которому они подвергаются, изготовляются изъ желѣзо-бетона, чугуна или сварочнаго желѣза.

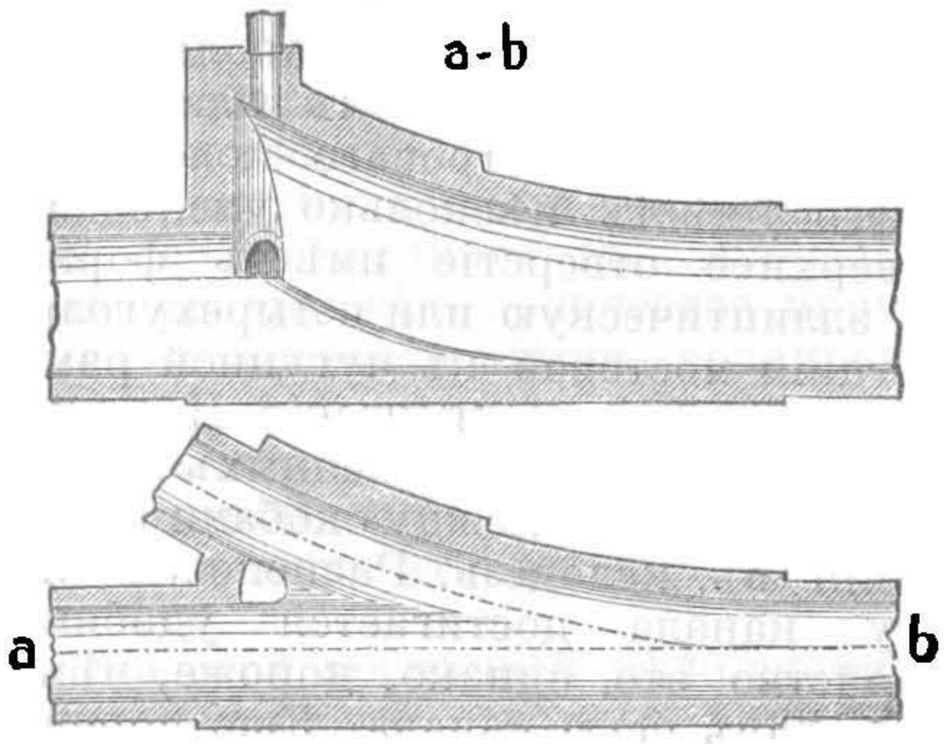
При **соединеніи каналовъ** между собою можно располагать на одной вышинѣ либо вершины соединямыхъ каналовъ, либо ихъ подошвы или промежуточныя линіи (см. сказанное на стр. 213). Соединеніе производится по возможности по касательной. Для присоединенія бетонныхъ или гончарныхъ трубъ примѣняются особыя фасонныя части съ отростками (черт. 5). Для присоединенія дождевыхъ пріемниковъ и домовыхъ сточныхъ трубъ къ кирпичнымъ или бетоннымъ каналамъ, въ эти послѣдніе при производствѣ кладки вставляются особые наконечники изъ обожженной глины (гончарные или цементные); наконечники эти до присоединенія къ нимъ соотвѣтствующихъ спускныхъ трубъ закрываются плотно крышками.

Черт. 5.

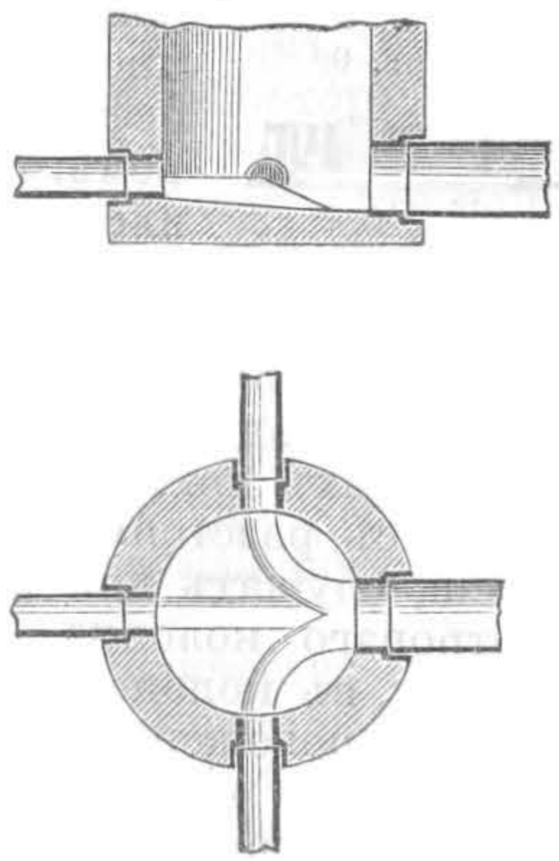
Каналы изъ каменной кладки соединяются между собою такимъ образомъ, что подошва, боковыя стѣны и своды меньшаго канала постепенно переводятся въ сѣченіе бо́льшаго канала (черт. 6), или (черт. 7) каналы проводятся въ общій шахтный колодезь; колодезь можетъ одновременно служить вентиляціоннымъ для тѣхъ трубъ, которыя имѣютъ паденіе отъ этого колодца. Опусканіе дна колодца для образованія мѣшка съ цѣлью собиранія и удаленія осаждающейся грязи

НТБ ДНУЖТ

Черт. 6.



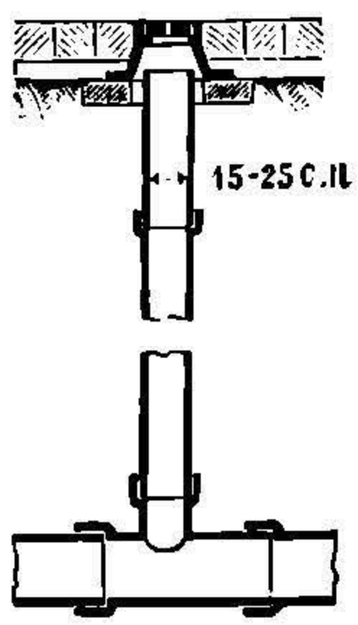
Черт. 7.



считается устарѣлымъ. Лучше достичь продолженія канала устройствомъ лотковъ въ днѣ колодца.

Направленіе каналовъ. Каналы, по которымъ нельзя ходить направляются прямолинейно между двумя смежными смотровыми колодцами. Если прямые каналы образуютъ между собою уголъ, то соотвѣтствующему лотку въ днѣ смотроваго колодца придается форма кривой. Смотровые колодцы должны поэтому находиться во всѣхъ точкахъ перелома линіи канала. Между смотровыми колодцами въ точкахъ перелома и таковыми же колодцами въ мѣстахъ отвѣтвленій (пересѣченіе улицъ) устраиваютъ на разстояніяхъ 100 до 40 m также смотровые колодцы. Въ случаѣ прямыхъ и длинныхъ трубъ иногда замѣняютъ каждый второй смотровый колодезь болѣе дешевой смотровой трубой (для спусканія лампы) (черт. 8). Перемѣна направленія каналовъ, по которымъ можно ходить, достигается разбивкой каналовъ по пологимъ кривымъ, причемъ смотровые колодцы располагаются въ этихъ кривыхъ на разстояніи отъ 100 до 200 m.

Черт. 8.



Наименьшее допускаемое сѣченіе въ свѣту **смотроваго колодца** (ревизіонный колодезь, вентиляціонная шахта) при четырехугольномъ сѣченіи 60 · 60 cm; лучше круглое сѣченіе діам. въ свѣту отъ 0,8 до 1 m; колодцамъ изъ хорошо обожженаго кирпича придается толщина стѣнокъ въ 1 кирпичъ.

Смотровые колодцы (шахты) составляются по высотѣ изъ отдѣльныхъ бетонныхъ барабановъ, которые вставляются другъ въ друга на фальцахъ. Въ плоскости улицы устанавливаются чугунныя непроницаемыя или продырявленныя

НТБ ДНУЖТ

(въ видахъ вентиляціи канала лучше) крышки или колосниковыя рѣшетки. Крышки (черт. 9) ребристыя, промежутки между ребрами заполняются асфальтомъ, цементнымъ бетономъ или деревомъ. Верхняя часть смотроваго колодца у входа въ него имѣетъ нѣсколько уменьшенный діаметръ, такъ что верхнее отверстіе имѣетъ форму круглую діам. 50 до 70 cm, эллиптическую или четырехугольную. Для лучшаго прилеганія мостовой къ чугунной рамѣ крышки квадратнымъ рамамъ отдается предпочтеніе. Два вертикальныхъ ряда желѣзныхъ скобъ, расположенныхъ вперемежку съ разстояніемъ между рядами и между скобами около 30 cm, служатъ для влѣзанія въ колодезь. Расположеніемъ смотроваго колодца сбоку канала достигается удобный спускъ въ колодезь; устройство это, однако, дороже, чѣмъ при расположеніи колодца надъ осью канала. Еще дороже устройство, при которомъ въ виду уличнаго движенія смотровый колодезь располагается сбоку на нѣкоторомъ разстояніи отъ канала.

Черт. 9.

Обыкновенно укладываютъ одинъ каналъ посрединѣ каждой улицы. При ширинѣ улицы больше 20 m кладутъ обыкновенно подъ каждымъ тротуаромъ по одному каналу: этимъ уменьшается длина домовыхъ спускныхъ трубъ, и избѣгается необходимость вскрытія мостовой при ремонтѣ.

c. Промывныя приспособленія.

При скоростяхъ меньшихъ 15 до 30 cm/sk осаждаются муть и грязь, при 30 до 60 cm/sk осаждается крупный песокъ. Необходимо поэтому имѣть возможность также и при отсутствіи дождя промывать эти каналы со скоростью по меньшей мѣрѣ 0,6 m отъ 2-хъ разъ въ недѣлю до 1 раза въ мѣсяцъ; при діам. трубы въ 20 cm для этой цѣли требуется не менѣе 20 литр/sk промывной воды.

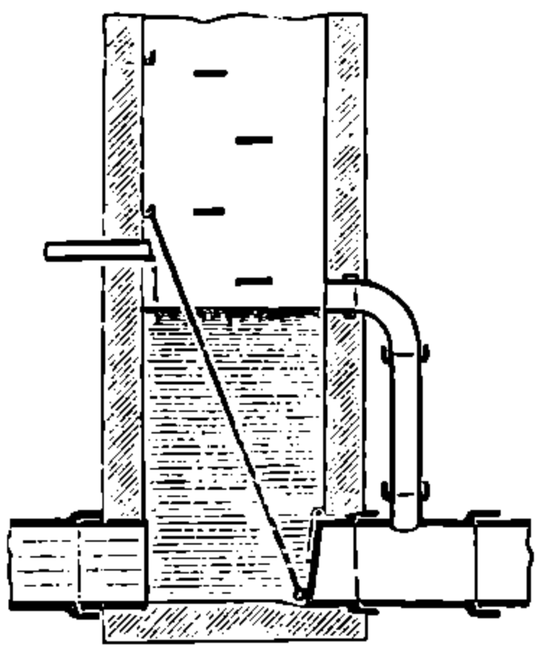
Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ нельзя пользоваться притокомъ рѣчной воды для постоянной промывки каналовъ, устраиваютъ въ наивысшихъ конечныхъ точкахъ каналовъ особые промывные колодцы, которые постепенно скопляютъ воду (напр. изъ городского водопровода) и затѣмъ сразу опоражниваются. Вмѣсто указанныхъ отдѣльныхъ колодцевъ устраивается горизонтальная подземная промывная галлерея, отъ которой отвѣтвляется большое число каналовъ въ канализаціонную трубу. Равнымъ образомъ верхній концевой участокъ канала (или другой высоко расположенный участокъ, отъ котораго въ обѣ стороны имѣетъ паденіе каналъ) можетъ быть снабженъ питательнымъ приборомъ и превращенъ въ промывной резервуаръ для нижележащихъ каналовъ; для этой цѣли ранѣе наполненія водой каналъ закрывается поперечной стѣнкой или задвижкой (и, соотв., поперечными стѣнками

НТБ ДНУЖТ

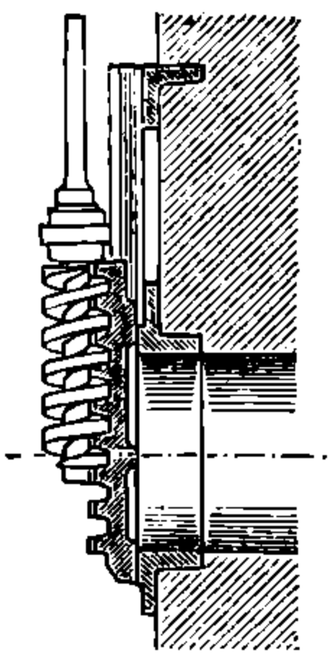
или задвижками на обоихъ концахъ участка). Обыкновенный способъ промывки каналовъ заключается въ томъ, что при помощи затворовъ или щитовъ достигается нѣкоторый подпоръ жидкихъ грязевыхъ водъ послѣдовательно въ отдѣльныхъ участкахъ канала и затѣмъ быстро спускаютъ эти воды изъ болѣе высокаго въ слѣдующій нижележащій участокъ. Для уменьшенія количества промывныхъ колодцевъ, питаемыхъ самостоятельными водопроводами, городскіе каналы проектируютъ такимъ образомъ, чтобы они внутри города образовали сомкнутую сѣть, въ отдѣльныя части которой можно пропускать требуемое количество воды по желанію, а равно и достигать необходимаго подпора въ каждомъ участкѣ сѣти.

Для этой послѣдней цѣли значительное количество смотровыхъ колодцевъ строится какъ промывные колодцы; отверстія канала (или каналовъ), имѣющаго паденіе отъ этого колодца, закрываются крышками, клапанами, задвижками или вентилями, а равно устраивается особая переливная труба, изъ промывного колодца въ каналъ (черт. 10 и 11). При запираніи задвижками можно пользоваться верхнею гранью задвижекъ, какъ водосливомъ. Отпираніе запоровъ при помощи передаточныхъ механизмовъ должно производиться отъ руки на уровнѣ поверхности улицъ или съ такимъ разсчетомъ, чтобы можно было открывать запоръ, не влѣзая въ воду. Для облегченія движенія можно примѣнять противовѣсы. Открываніе небольшихъ крышекъ и клапановъ достигается иногда автоматически при помощи поплавковъ. Автоматическіе промыватели подаютъ въ каналъ почти всегда чистую воду изъ водопровода и т. п. Они примѣняются для промывки верхнихъ участковъ канала, и объемъ ихъ тѣмъ больше (0,5 до 5 cbm), чѣмъ длиннѣе подлежащій промывкѣ участокъ и чѣмъ меньше паденіе канала; они устраиваются такъ, чтобы производить промывку 2—3 раза въ день, въ рѣдкихъ случаяхъ черезъ каждые 2 дня.

Черт. 10.



Черт. 11.



Промывка производится также при помощи переноснаго резервуара, напр. легкая штанга, съ небольшимъ резервуаромъ изъ непромокаемой ткани, въ днѣ резервуара имѣется очень большое, быстро открывающееся отверстіе; резервуаръ помѣщается надъ смотровымъ колодцемъ или смотровой тру-

НТБ ДНУЖТ

бой (черт. 8); наполненіе резервуара (при помощи рукава изъ водопровода) и быстрое опоражниваніе его (напр. 1,5 cbm въ теченіе 30 сек.) производится до тѣхъ поръ, пока при помощи лампы, опущенной въ слѣдующую внизъ по теченію смотровую трубу, не убѣждаются, что каналъ прочищенъ. Переносный резервуаръ переставляется тогда въ слѣдующій смотровой колодезь.

Передъ **дукерами** (переходы подъ рѣками, оврагами) устраиваются рѣшетки и песочники. Длинные дукеры легко очищаются пропусканіемъ полыхъ деревянныхъ шаровъ, уносимыхъ теченіемъ.

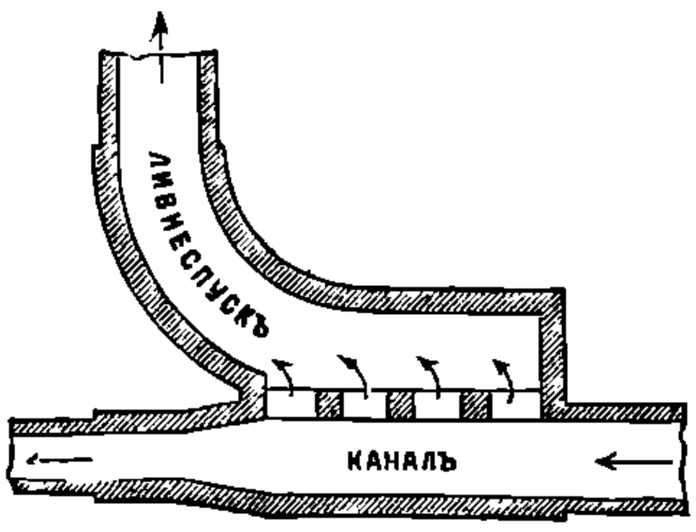
Въ Парижѣ для двухъ дукеровъ діам. 2,3 и соотв. 1,8 m примѣняютъ шары діам. 2 и соотв. 1,6 m, которые для облегченія обратной перевозки изготовлены составными.

Для очистки короткихъ дукеровъ достаточна цѣпь, перемѣщающаяся взадъ и впередъ по дну.

f. Устье водосточной сѣти.

Стоимость канализаціонной сѣти въ большинствѣ городовъ выходила бы чрезмѣрной, если бы была поставлена задача, чтобы все выпадаемое во время ливней количество дождевой воды было отводимо полностью значительно ниже города въ открытый водотокъ (рѣку, оврагъ). Въ виду этого при поднятіи уровня воды въ сборномъ каналѣ на опредѣленную высоту, излишняя вода за чертою города переливается черезъ особые водосливы (или запасные выходы), откуда черезъ особые вспомогательные каналы (ливнеспуски) кратчайшимъ путемъ стекаетъ въ открытый водотокъ. Сборные каналы ниже водосливовъ могутъ имѣть уменьшенные размѣры и во всякомъ случаѣ сохраняютъ лишь первоначальные размѣры. Съ гигіенической точки зрѣнія требуется, чтобы при дѣйствіи ливнеспусковъ степень разжиженія жидкихъ нечистотъ, т.-е. отношеніе количества дождевой воды къ количеству домовыхъ водъ, въ моменты наибольшаго расхода не превосходила извѣстной величины (въ Дюссельдорфѣ 2,1, Франкфуртѣ 4, Висбаденѣ 5, Берлинѣ 6,4, Штеттинѣ 9,5). Отвѣтвленіе ливнеспуска или ливневода можетъ быть произведено подъ прямымъ угломъ къ главному коллектору. Для того чтобы достичь достаточной длины водослива, располагаютъ ливнеспускъ рядомъ съ главнымъ коллекторомъ и въ общей раздѣляющей ихъ стѣнѣ устраиваютъ соотвѣтствующія отверстія для водо-

Черт. 12.



НТБ ДНУЖТ

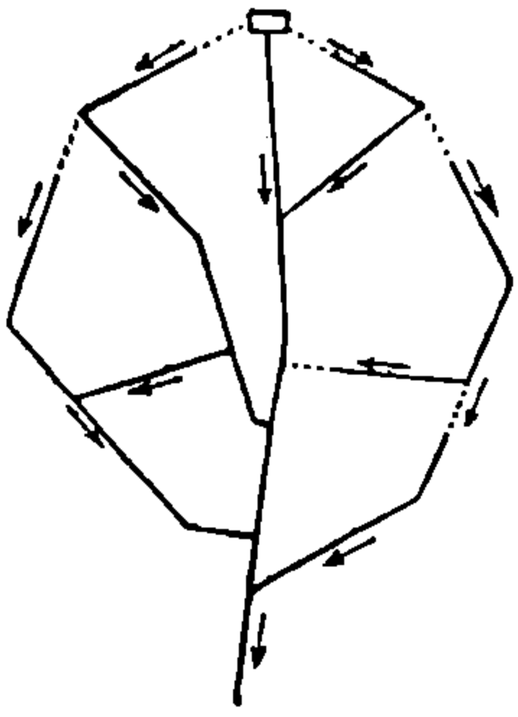
слива (черт. 12). Вмѣсто постоянныхъ водосливовъ можно устраивать ихъ подвижными въ видѣ щитовъ, затворовъ и т. п., причемъ ливнеспускъ можетъ быть отдѣленъ задвижкой отъ главнаго коллектора. Высокій уровень воды въ рѣкѣ можетъ оказать вліяніе на правильное дѣйствіе ливневодовъ, отчего въ нѣкоторыхъ случаяхъ требуется запираніе ливневода при помощи задвижекъ или клапановъ.

Мѣсто выхода главнаго коллектора въ открытый водотокъ въ значительной мѣрѣ опредѣляется гигіеническими соображеніями. Въ плоской мѣстности въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ необходимо поднимать жидкія нечистоты искусственно, для чего сборные каналы направляются не въ коллекторъ, а въ нѣсколько отдѣльныхъ шахтъ, причемъ ливневоды отводятся уже отъ этихъ шахтъ. Если нечистоты при помощи насосовъ выбрасываются не въ рѣку, а (по чугуннымъ трубамъ) на поля орошенія, то можетъ оказаться цѣлесообразнымъ сборные для нечистотъ колодцы съ насосными станціями распредѣлять по окружности города, т.-е. раздѣлить городъ на **радіальныя системы** (напр. Берлинъ).

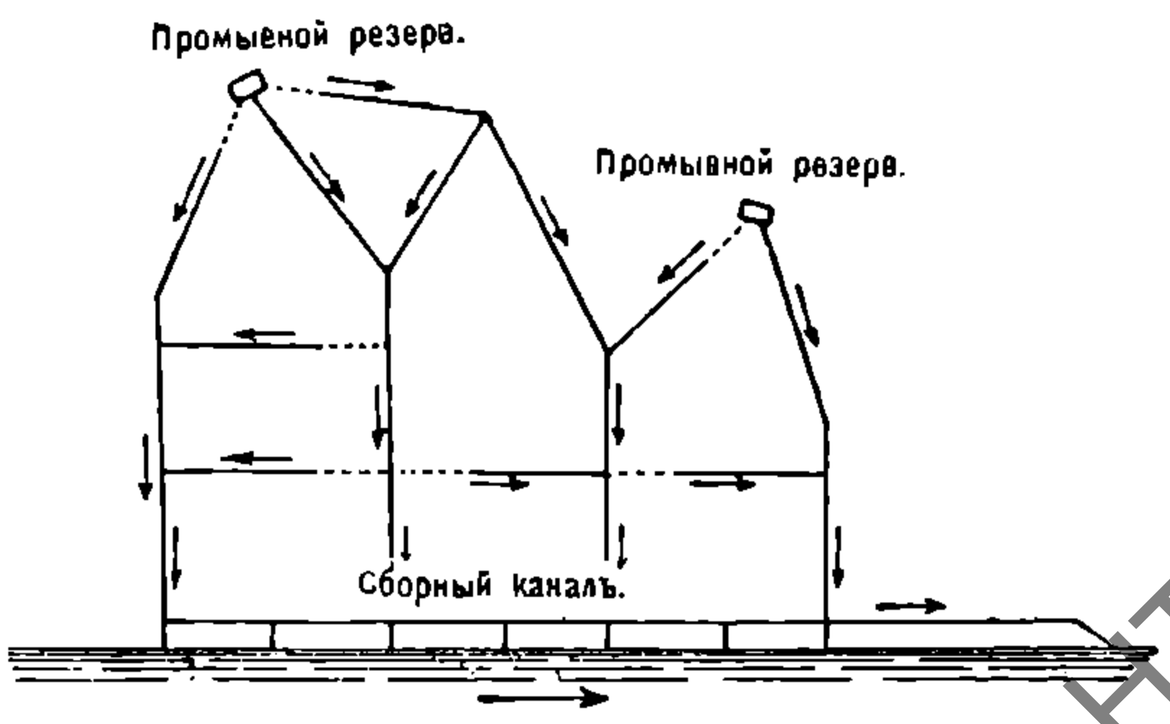
g. Планъ сѣти.

Въ мѣстности ровной при проектированіи канализаціонной сѣти пользуются тѣми же правилами, какъ и для сѣти водопроводной (стр. 200); но здѣсь сѣть находится въ большей зависимости отъ поверхности улицъ, такъ какъ въ каналахъ сточныя воды текутъ только по уклонамъ. Если каналъ имѣетъ уклонъ противоположный уклону улицы, то каналъ въ нѣкоторой своей части долженъ быть заложенъ на значительной глубинѣ (см. стр. 213). Въ мѣстности холмистой стремятся, для избѣжанія глубокаго заложенія каналовъ, движенію сточныхъ водъ подъ землей, придавать такое же

Черт. 13.



Черт. 14.



НТБ ДНУЖТ

направленіе, какое имѣетъ движеніе воды на поверхности земли. Для достиженія надлежащей промывки необходимо развѣтвленіями каналовъ пользоваться съ такимъ разсчетомъ, чтобы воду для промывки можно было направлять во всѣ каналы (стр. 221). Въ городахъ, расположенныхъ у рѣкъ, количество ливневой воды, которое можетъ протекать черезъ ливнеспуски въ любомъ мѣстѣ рѣки, значительно превосходитъ остальное количество сточныхъ водъ. Сѣть поэтому слѣдуетъ по возможности проектировать съ такимъ разсчетомъ, чтобы она какъ бы выходила въ рѣку въ любомъ ея мѣстѣ. Необходимо, однако, одновременно имѣть въ виду, чтобы въ сухое время года или при небольшихъ дождяхъ сточныя воды могли стекать въ рѣку ниже города или въ сборный резервуаръ откачивающей насосной станціи (стр. 223). Такимъ образомъ получается сѣть (черт. 14) изъ направленныхъ нормально къ рѣкѣ каналовъ и одного общаго сборнаго канала, лежащаго вдоль рѣки; послѣдній соединенъ съ рѣкою многими ливнеспусками и имѣетъ общій уклонъ по направленію теченія рѣки. (См. радіальную систему стр. 223, веденіе линіи стр. 219.)

h. Канализація по Шоне, Берлье и Ліернуру.

По **Шоне***) (распространена во многихъ англійскихъ городахъ), въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ устройство сомкнутой канализаціонной сѣти обыкновенной конструкціи представляетъ затрудненія, примѣняются сборные колодцы, изъ которыхъ жидкія нечистоты стекаютъ непосредственно въ рядомъ расположенные эжекторы; послѣдніе представляютъ чугунные резервуары, опоражниваемые давленіемъ сжатаго воздуха тотчасъ же по наполненіи. Въ каждый эжекторъ проведенъ трубопроводъ сжатаго воздуха отъ общей компрессорной станціи, а изъ эжектора идетъ чугунная труба, по которой сжатый воздухъ проталкиваетъ жидкость въ расположенный вблизи на большой высотѣ каналъ или прямо за черту города. Большею частью система Шоне примѣняется для удаленія домовыхъ водъ при раздѣльной канализаціи.

По способу **Берлье** (Левалуа Перро близъ Парижа) клозетные отбросы падаютъ въ бетонный ящикъ съ сѣткой для удержанія болѣе крупныхъ твердыхъ частицъ. Въ днѣ ящика имѣется клапанъ съ поплавкомъ, который поднимается жидкими нечистотами, такъ что ящикъ при его заполненіи опоражнивается въ главную спускную трубу, діам. 10 cm. Главныя спускныя трубы при помощи чугунныхъ трубопроводовъ (могутъ быть включены и дукеры) сообщаются съ резервуаромъ, въ которомъ поддерживается давленіе только въ $^1/_3$ до $^2/_3$ атмосферы, такъ что жидкость присасывается по направленію къ этому резервуару. Изъ резервуара нечистоты проталкиваются насосомъ далѣе. Это устройство подходитъ для мѣстностей весьма ровныхъ и представляетъ то удобство, что въ той изъ канализаціонныхъ сѣтей, которая воспринимаетъ нечистоты, нѣтъ выдѣленія газовъ.

---

*) C. d. B. 1899, стр. 492, 532; Gesundheitsingenieur 1883, стр. 166.

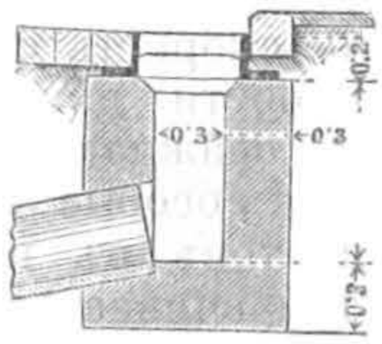
НТБ ДНУЖТ

Канализація по системѣ **Ліернура** подобна предыдущей (Амстердамъ, Дордрехтъ, Лейденъ, Трувилль). Домовые клозеты соединяются съ уличными резервуарами, которые имѣютъ сообщеніе съ машиннымъ зданіемъ при помощи желѣзныхъ трубъ. Въ уличные резервуары одновременно проведены всасывающія трубы отъ воздушнаго насоса въ машинномъ зданіи. Особые надсмотрщики при обходѣ открываютъ и закрываютъ соотвѣтствующіе краны такимъ образомъ, чтобы въ каждомъ уличномъ резервуарѣ сначала происходило разряженіе воздуха, отчего нечистоты притекаютъ къ этому резервуару, послѣ чего нечистоты протекаютъ къ слѣдующему резервуару или непосредственно къ машинному зданію.

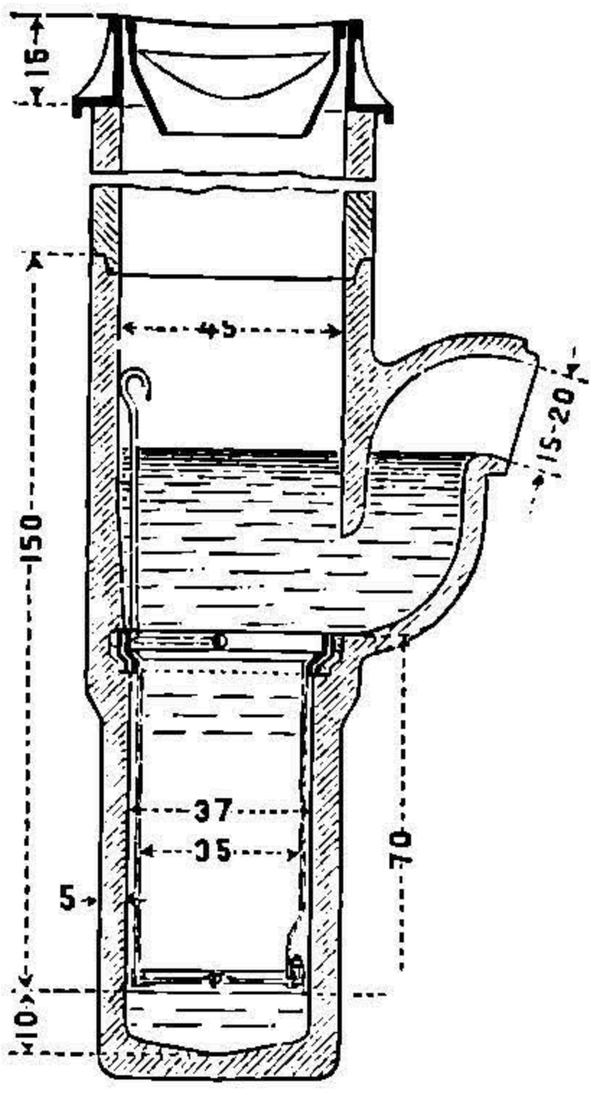
i. Дождевые пріемники.

Дождевые пріемники (спуски уличные, сборные колодцы) располагаются на разстояніяхъ примѣрно 40 до 60 m, на улицахъ съ небольшимъ уклономъ ближе. При устройствѣ дождевыхъ пріемниковъ необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы пересѣченія улицъ оставались по возможности сухими; для этой цѣли весьма удобно при почти горизонтальныхъ улицахъ устраивать водораздѣлы на углахъ, а дождевые пріемники посрединѣ улицъ. Пріемники могутъ быть устраиваемы съ грязевикомъ или безъ онаго (съ ведромъ или безъ ведра), съ водянымъ затворомъ или безъ онаго, причемъ вода можетъ протекать черезъ горизонтальную колосниковую рѣшетку на уровнѣ водосточной канавы или черезъ вырѣзъ въ бордюрномъ камнѣ тротуара. Пріемники изготовляются самыхъ разнообразныхъ формъ изъ каменной кладки, бетона, гончарной глины, камня или желѣза.

Черт. 15.



Черт. 16.



Черт. 15 представляетъ самую простую форму. Спускной колодезь Гейгеровскаго завода (черт. 16) имѣетъ желѣзное ведро, уширенный край котораго покоится на чугунномъ кольцѣ, такъ что песокъ и грязь не могутъ попадать внѣ ведра. Ведрами сокращаются расходы по очисткѣ. Черезъ водяные затворы не попадаетъ на улицу запахъ изъ каналовъ, но зато ухудшается вентиляція каналовъ. Смотровые колодцы очень часто устраиваются одновременно и какъ вентиляціонные, для чего снабжаются на уровнѣ улицъ чугунными рѣшетками или крышками со сквозными отверстіями; дождевые пріемники снабжаются тогда водяными затворами; полная плотность

НТБ ДНУЖТ

послѣдняго тогда не требуется, и является достаточнымъ установка у спускной трубы съемнаго или откидного, погруженнаго въ воду, колпачка или клапана (для чистки и возстановленія тока воздуха) или же устройство обыкновеннаго запорнаго клапана безъ водяного затвора (Гамбургъ).

k. Очистка сточныхъ водъ *).

Если сточныя воды города, имѣющаго E жителей, стекаютъ въ водотокъ, расходъ котораго по временамъ составляетъ только Q cbm/день при средней скорости v m/sk, то воды эти, по Баумейстеру, должны подвергаться до поступленія въ рѣку предварительной очисткѣ, если

$$Qv : E(1 + c) > 5,$$

причемъ для смѣшанной (сплавной) канализаціи $c = 1$, а если въ каналы не попадаютъ человѣческіе отбросы, то $c = 0$. Составъ сточныхъ водъ находится въ зависимости, кромѣ отбросовъ изъ отхожихъ мѣстъ, еще въ высокой степени отъ промышленныхъ сточныхъ водъ и въ одномъ и томъ же городѣ измѣняется въ значительной степени.

Освѣтленіе **). Первая операція по освѣтленію состоитъ въ задерживаніи тяжелыхъ осаждающихся частицъ при помощи слоя песка, въ которомъ скорость сточныхъ водъ уменьшается примѣрно до $^1/_{10}$ скорости движенія сточныхъ водъ въ каналахъ; для удаленія осаждающихся частицъ съ поверхности песка примѣняются особые черпаки. Для задерживанія плавающихъ предметовъ въ каналѣ, по которому притекаютъ нечистоты, устанавливается на глубинѣ 30 до 50 cm ниже уровня жидкости особая доска. За доской слѣдуетъ наклонная рѣшетка, съ разстояніемъ между прутьями въ 8 mm или болѣе; рѣшетка при помощи грабель можетъ быть очищаема. Очистка происходитъ легче, если вмѣсто одной неподвижной рѣшетки установить двѣ или нѣсколько подвижныхъ рѣшетокъ, и притомъ такъ, чтобы во время работы одной рѣшетки другую можно было очищать надъ водой. Въ Висбаденѣ, напр., имѣется нѣсколько рѣшетокъ, укрѣпленныхъ на одной общей поперечной оси. Послѣ прохода черезъ рѣшетки сточныя воды попадаютъ въ открытые или покрытые сводами осадочные (или освѣтляющіе) бассейны длиною 40 m (Кассель) и не болѣе 80 m (Лейпцигъ). Сточныя воды, количество ко-

---

*) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer, 2. Aufl., Berlin 1899, Julius Springer.

**) Новѣйшія сооруженія: Neustadt, Верхней Силезіи: Ritzel Z. d. B. 1900 стр. 187; Kassel: Höpfner и Паульманнъ въ Vierteljahrschr. f. gerichtl. Medizin u. öff. Sanitätswesen 1900 19. стр. 130; Allenstein: Luckhardt тамъ же, 1901, 22, стр. 262; Leipzig: Die städtische Kläranlage für Schleusenwässer zu Leipzig im Jahre 1903, Tiefbauamt (Franze; Frankfurt a. M.: Das städtische Tiefbauwesen in Frankfurt a. Main, изданіе Tiefbauamt (Kölle) 1903; Ohrdruf (сооруженіе Mairich'a): Z. f. B. 1903, стр. 645.

НТБ ДНУЖТ

торыхъ сильно мѣняется, проходятъ черезъ осадочные бассейны со скоростью (при наибольшемъ притокѣ) не болѣе 4 до 6 mm/sk. Для возможности производить очистку бассейна, не останавливая дѣйствія очистительной станціи, необходимо имѣть два или три осадочныхъ бассейна. Черезъ особыя находящіяся вверху бассейна отверстія освѣтленная вода стекаетъ по открытому сточному каналу. Ранѣе очистки осадочнаго бассейна цѣлесообразно верхнюю освѣтленную воду (на глубинѣ, напр., 1 m ниже первоначальнаго уровня) также направлять въ сточный каналъ, а воду, находящуюся ниже, перекачивать въ каналъ, по которому притекаетъ неосвѣтленная вода. Глубина слоя сточныхъ водъ въ наиболѣе мелкомъ мѣстѣ осадочнаго бассейна должна быть не менѣе 1,5 m; дно осадочнаго бассейна имѣетъ наклонъ отъ наиболѣе мелкихъ мѣстъ съ такимъ разсчетомъ, чтобы при опорожненіи бассейна осадки собирались въ одномъ или двухъ наиболѣе пониженныхъ мѣстахъ, гдѣ скопляются въ особыхъ углубленіяхъ или при помощи опоражнивающихъ трубъ направляются въ общую шахту. При помощи трубъ всасывающихъ (исходящихъ изъ вакуумнаго котла) и нагнетательныхъ осадки изъ шахты отводятся далѣе.

Результаты освѣтленія весьма различны. Во Франкфуртѣ удаляются 70 до 90% плавающихъ внутри жидкости частей, количество растворенныхъ частей остается безъ измѣненія и въ 1 cbm сточныхъ водъ содержится 4,6 литра остатка; послѣдній состоитъ изъ: 2% остатковъ, удаляемыхъ съ песчанаго слоя черпакомъ (большею частью минеральныхъ, содержащихъ 33% воды), 2,5% остатковъ на рѣшеткахъ (почти только органическіе) и 95% мути въ осадочныхъ бассейнахъ (1 cbm содержитъ, примѣрно, 900 kg воды, 46 kg органическихъ частей, 1,2 kg фосфорной кислоты). Въ Касселѣ очистительная станція задерживаетъ въ среднемъ 77,6% органическихъ частицъ.

Вопросъ о преимуществѣ осадочныхъ колодцевъ діам. 4,5 до 6,5 m, въ которыхъ уровень сточныхъ водъ поднимается на 4 до 6 m, передъ осадочными бассейнами, черезъ которые сточныя воды протекаютъ въ горизонтальномъ направленіи, до сихъ поръ еще не выясненъ. Въ виду большей равномѣрности скорости вода вступаетъ въ колодезь снизу сквозь 12 отверстій, расположенныхъ по окружности колодца вблизи его дна; освѣтленная вода стекаетъ по открытымъ желобамъ шириною и глубиною 30 cm, расположеннымъ поперекъ колодца на желаемой высотѣ. Дно колодца имѣетъ форму конуса, въ нижней части котораго собираются осадки.

Вмѣсто вырытыхъ въ землѣ колодцевъ часто примѣняются освѣтляющія башни системы Рекнеръ-Роте (см. ниже), подъ сводами которыхъ поддерживается вакуумъ.

Осажденіе частицъ въ освѣтляющихъ бассейнахъ можетъ быть усилено прибавленіемъ реактивовъ, превращающихъ

НТБ ДНУЖТ

растворенныя въ сточныхъ водахъ осадки въ соли или осадки, плавающія въ водѣ. Къ такимъ реактивамъ принадлежатъ: известь, желѣзный купоросъ, сульфатъ алюминія, окись желѣза. При помощи спеціальныхъ реактивовъ получаемые осадки могутъ быть утилизированы. При примѣненіи реактивовъ требуется установка перемѣшивающихъ (до входа сточныхъ водъ въ осадочный бассейнъ) приборовъ; равнымъ образомъ необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы количество прибавляемаго реактива во всякое время соотвѣтствовало количеству сточныхъ водъ и ихъ степени разжиженія. Реактивы примѣнены Рекнеромъ и Роте (Эссенъ, Потсдамъ, Шпандау), Дегенеромъ (Потсдамъ, Тегель), Нансенъ и Мюллеръ (часть города Галле).

Если прибавленіе реактивовъ имѣетъ цѣлью производить исключительно дезинфекцію стока, то цѣлесообразно прибавлять реактивы послѣ освѣтленія.

Для удаленія воды изъ выдѣляющихся въ освѣтляющемъ бассейнѣ осадковъ сточныхъ водъ съ цѣлью дальнѣйшей утилизаціи этихъ осадковъ производятъ перекачиваніе ихъ при помощи трубопроводовъ на поля орошенія, гдѣ они теряютъ часть содержащейся въ нихъ воды при помощи испаренія и просачиванія. При содержаніи воды въ 60 до 75% остатки сточныхъ водъ дѣлаются настолько твердыми, что ихъ можно брать лопатой.

Если освѣтленныя по вышеприведенному воды по чистотѣ оказываются недостаточными, то производится **окисленіе водъ.**

Для этой цѣли оказывается выгоднымъ сильно уменьшать скорость прохожденія сточныхъ водъ черезъ освѣтляющіе бассейны, т.-е. устраивать эти бассейны (въ которыхъ происходитъ гніеніе) глубокими; объемъ бассейновъ равенъ объему дневного притока сточныхъ водъ. Въ этомъ случаѣ происходитъ гніеніе въ самомъ бассейнѣ. Вмѣстѣ съ осажденіемъ происходитъ уменьшеніе количества осадковъ съ одновременнымъ выдѣленіемъ газовъ; бассейны могутъ служить тогда регуляторами для измѣняющагося притока сточныхъ водъ.

Покрытіе окислителя сточными водами достигается **путемъ осажденія.** Окислителемъ тогда служитъ слой металлургическаго кокса (зерно 3 до 8 mm) вышиною 1 до 1,5 m; сквозь этотъ слой пропускаются, какъ сквозь фильтръ, подлежащія окисленію сточныя воды. Опыты выяснили, что газовый коксъ и каменноугольные шлаки дѣйствуютъ, какъ окислители, слабѣе. При болѣе мелкомъ зернѣ толщина слоя можетъ быть меньше. По Dunbar'у *), опорожненный окислитель поглощаетъ кислородъ изъ воздуха, быстро отдавая его снова сточнымъ водамъ при соприкосновеніи съ этими послѣдними. Для новаго поглощенія кислорода (оживленіе фильтра) не-

*) Vierteljahrschr. f. gerichtl. Medic. u. öff. Sanitätswesen 1900, стр. 178.

НТБ ДНУЖТ

обходимъ притокъ воздуха въ теченіе нѣсколькихъ часовъ. Кромѣ того, для начала разложенія высшихъ организмовъ необходимо присутствіе бактерій. Размѣръ фильтра (окислителя) опредѣляется съ такимъ разсчетомъ, чтобы заполненіе его можно было производить отъ двухъ до четырехъ разъ въ день и что емкость его со временемъ уменьшается до $^1/_4$, и даже $^1/_5$ объема окислителя. Для достиженія еще лучшей очистки часто ставятъ два окислителя (двойное окисленіе), черезъ которые сточныя воды проходятъ послѣдовательно.

Способъ Говатсона (феррозопъ-поляритовый) подобенъ предыдущему. Для очистки по этому способу требуется приборъ для добавленія реактива «Феррозонъ», осадочные колодцы, приборъ для удаленія осадковъ изъ колодца, крупный фильтръ и наконецъ мелкій поляритовый фильтръ, по устройству аналогичный съ песочными фильтрами для очистки воды съ тѣмъ различіемъ, что подъ верхнимъ слоемъ песка помѣщается слой «полярита» толщиною въ 30 cm.

Въ отличіе отъ окисленія путемъ осажденія, примѣняется еще способъ **разбрасыванія** сточныхъ водъ. Послѣднія падаютъ въ видѣ тонкихъ струй и капель на окислитель изъ слоя шлака (въ размѣръ кулака) высотою 1,4 m, причемъ во время скапыванія воздухъ проникаетъ внутрь капающей жидкости. Для равномѣрнаго распредѣленія употребляютъ желоба, опрокидывающіе ковши, распылители или вращающіеся оросители *).

Въ виду дѣятельности бактерій въ бассейнѣ, гдѣ происходитъ гніеніе, и въ окислителяхъ, вышеуказанные способы очистки сточныхъ водъ наз. также біологическими.

Самая совершенная очистка сточныхъ водъ производится **на поляхъ орошенія.** Наиболѣе подходящій грунтъ—глинистый и съ содержаніемъ мергеля или песчаный; горизонтальный, или съ небольшимъ паденіемъ. Грунтъ долженъ допускать дренажъ на глубинѣ 1.2 до 1,5 m. На 1 ha полей орошенія приходилось въ 1901/02 г. въ Берлинѣ 12488 cbm и 270 жителей. Въ Бреслау въ 1902/03—21092 cbm. Принимаютъ, что на каждый ha приходится экскрементовъ отъ 200 до 250 жителей. Если часть сточныхъ водъ отводится рѣкой, то на 1 ha приходится 478 человѣкъ (Бреслау у Одера). До распредѣленія на поля орошенія, сточныя воды очищаются отъ наиболѣе грубыхъ примѣсей въ освѣтляющихъ бассейнахъ, сквозь которые воды протекаютъ со скоростью около 4 mm/sk. При естественной фильтраціи черезъ грунтъ (представляющей какъ бы естественный окислитель) одного ha достаточно для нѣсколькихъ тысячъ жителей; поверхность остается при этомъ, разумѣется, незасѣянною.

---

*) Gesundheitsingenieur 1993, стр. 2, и продолженія.

НТБ ДНУЖТ

ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

СООРУЖЕНІЕ ДОРОГЪ *).

I. ОБЩІЯ ДАННЫЯ.

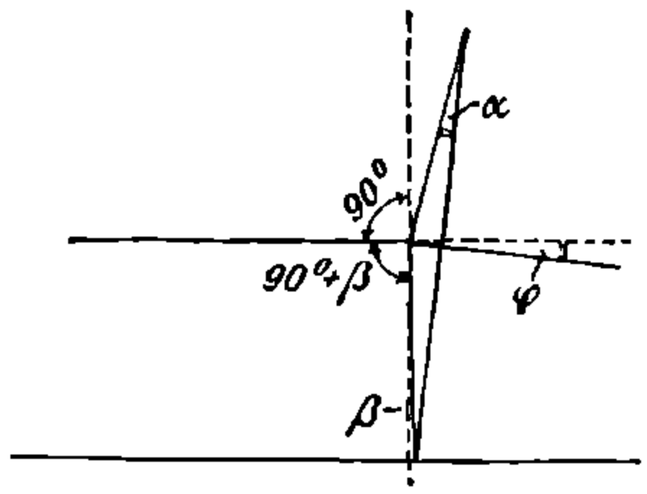
A. Телѣги для проѣзжихъ дорогъ**).

Типъ телѣги и ея устройство имѣютъ большое вліяніе на сопротивленіе движенію и продолжительность службы самой проѣзжей дороги.

Для городскихъ дорогъ весьма полезно, чтобы всѣ экипажи и телѣги были снабжены хорошими рессорами.

1. **Колеса** состоятъ изъ осевой буксы, ступицы, спицъ, обода, шины и принадлежностей (ступичныхъ колецъ, шплинтовъ и т. под.).

Черт. 1.



Наклонъ оси $\varphi = 4^0\,20'$ (черт. 1) имѣетъ цѣлью удержаніе колесъ на оси во время ѣзды. Обусловленная этимъ коничность $\alpha = \varphi + \beta = 4^0\,46'$ служитъ для достиженія большей сопротивляемости спицъ вслѣдствіе болѣе центральной передачи на нихъ давленія, а равно и для лучшаго укрѣпленія всего строенія колеса и большей надежности отъ вліянія боковыхъ ударовъ на колесо.

У колесъ автомобилей-грузовиковъ для большей надежности отъ опрокидыванія при скорой ѣздѣ по крутымъ кривымъ наклонъ оси не дѣлается, а колесамъ часто придается обратный наклонъ.

---

*) **Литература**: Loewe, Strassenbau, Wiesbaden 1895. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, т. I, 3 изд. Handbuch der Baukunde, часть III. Launhardt, Theorie des Trassierens. Bauernfeind, Grundriss der Vorlesungen über Erd- und Strassenbau, München, 1875. Goering, Massenermittlung, Berlin 1890. Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstrassen. Berlin 1885. Того же автора, Die Asphaltstrassen. Berlin 1882. Osthoff, Die Klinker und Klinkerstrassen, 1882. Germershausen, Das Wegerecht und die Wegeverwaltung in Preussen, Berlin 1900.

**) См. Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, т. III, 1877. Rausch, Handbuch für Stellmacher, Weimar 1892.

НТБ ДНУЖТ

Діаметръ передняго колеса меньше діаметра задняго. Этимъ достигается большая подвижность всей телѣги и болѣе легкое передвиженіе груза вслѣдствіе низкаго расположенія дышлъ.

Для хорошихъ дорогъ можно принимать, по опыту, слѣдующіе діаметры колесъ:

Типъ телѣгъ.	Переднія колеса m	Заднія колеса m
Для двухколесной товарной телѣги. . . .	1,6 — 2,00	
» обыкновенныхъ грузовыхъ телѣгъ пробѣжихъ дорогъ	0,9 — 1,4	1,1 — 1,5
» колясокъ, омнибусовъ и т. п.	0,85 — 1,0	1,1 — 1,4
» мебельныхъ фургоновъ	0,75	0,90

2. **Ширина обода** колеса для грузовыхъ телѣгъ около 8 до 12 cm На 1 cm ширины обода допускается грузъ до 125 kg. Ширина обода болѣе 15 cm не рекомендуется. Въ каждой почти странѣ закономъ устанавливается соотношеніе между нагрузкой телѣги и шириною обода колеса. Ширину обода принимаютъ согласно нижеслѣдующей таблицы:

Ширина обода cm	Подъемная сила kg	Подъемная сила па каждый 1 cm ширины обода каждаго колеса kg
5 до 6 1/2	2000	100
6 1/2 до 10	2500	96
10 до 15	5000	125
болѣе 15	7500	125

Для двухколесныхъ телѣгъ допускается нагрузка, равная только половинѣ вышеприведенной. Въ случаѣ перевозки крупныхъ предметовъ, которые не могутъ быть раздѣлены, допускается увеличеніе нагрузки лишь съ особаго разрѣшенія.

3. **Разстояніе между осями.** Для пассажирскихъ экипажей 1,5 до 2,25 m, для грузовыхъ телѣгъ и мебельныхъ фургоновъ 2,4 до 4,00 m, для перевозки длиннаго лѣса = 2/3 длины перевозимаго бревна.

4. **Длина телѣгъ** находится въ зависимости отъ наименьшаго допускаемаго радіуса закругленія проѣзжей дороги; она равна (безъ дышла):

НТБ ДНУЖТ

для пассажирскихъ экипажей . . 2,5 до 4,0 m
» телѣгъ проѣзжихъ дорогъ 2,5 » 5,0 »
» мебельныхъ фургоновъ . . . . 4,0 » 8,0 »
» длиннаго лѣса равна длинѣ ствола.

Сюда прибавляется еще длина дышла отъ 3 до 5 m и на припряжку каждой послѣдующей пары лошадей 4,0 m.

5. **Ширина и высота телѣгъ.** Ширина колеи или разстояніе между срединами ободьевъ колеблется отъ 1,1 до 1,25 m, ширина нагруженныхъ телѣгъ до 2,5 m, а для зерновыхъ продуктовъ до 3,5 m.

Наибольшая высота телѣгъ товарныхъ и для перевозки хлѣба (въ колосьяхъ), сѣна, соломы и т. п. отъ 3,8 до 4,5 m.

6. **Вѣсъ телѣгъ.**

Типъ телѣги	Собственный вѣсъ kg	Полезный грузъ kg
Обыкновенный двуконный пассаж. экипажъ или дрожки для проѣзжей дороги	600 до 700	—
Обыкнов. деревенскій экипажъ .	600 до 1000	2000 до 3000
Грузовая двуконная телѣга . .	1000 до 1300	2500 до 4000
Мебельный фургонъ четырехконный	2000 до 2500	5000 до 6000
Грузовикъ-автомобиль .	2000 до 3000	2500 до 4000

Въ Россіи эти данныя значительно ниже, въ общемъ весьма разнообразны и зависятъ отъ мѣстныхъ условій и типа дороги.

B. Сопротивленіе движенію и усиліе тяги.

1. **Сопротивленіе** движенію составляется изъ тренія въ осевыхъ шейкахъ, катящагося тренія по окружности колесъ, строенія полотна и отъ подъема пути; для высоко нагруженныхъ телѣгъ также и давленіе вѣтра.

На практикѣ сумма первыхъ трехъ изъ вышеуказанныхъ сопротивленій одной телѣги на горизонтальномъ пути опредѣляется достаточно точно по

$$W = kQ, \qquad (1)$$

гдѣ k коэффиціентъ сопротивленія, устанавливаемый опытами (значенія для k см. ч. I, стр. 221), а Q вѣсъ телѣги вмѣстѣ съ нагрузкой.

2. Это сопротивленіе соотвѣтствуетъ полному усилію тяги, поэтому уравненіе (1) служитъ одновременно для опредѣленія **нормальнаго усилія тяги** на горизонтальномъ пути; послѣднее равно:

$$Z = kQ \qquad (2)$$

НТБ ДНУЖТ

Если:
α уголъ наклоненія дороги,
Q вѣсъ телѣги съ нагрузкой въ kg,
G вѣсъ живого двигателя въ kg,
k коэффиціентъ сопротивленія,
то усиліе тяги Z въ kg для подъема дороги опредѣляется:

$$Z = kQ\cos\alpha + Q\sin\alpha + G\sin\alpha \quad \text{(см. черт. 2)}$$

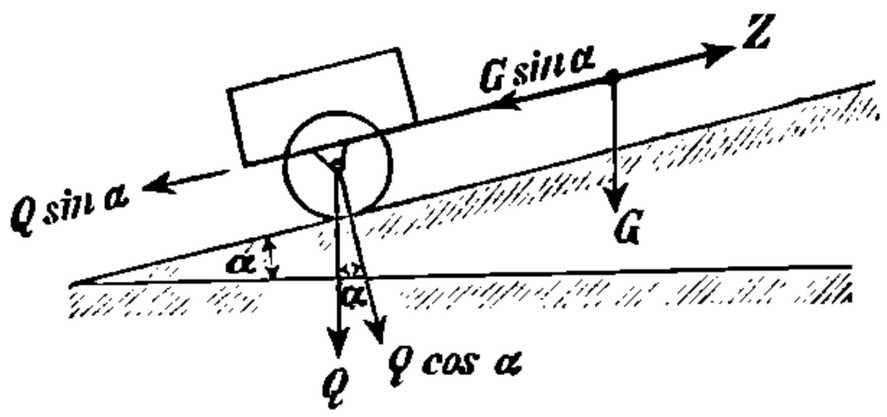
или съ достаточною для практики точностью:

$$Z = kQ + (Q+G)\operatorname{tg}\alpha \qquad (3).$$

Для значительныхъ подъемовъ эта формула непримѣнима. Съ увеличеніемъ подъема сила живого двигателя уменьшается весьма значительно и при $\alpha \gtrless 30^0$ дѣлается равной нулю.

Изъ уравненія (3) слѣдуетъ:

Черт. 2.



$$Q = \frac{Z - G\operatorname{tg}\alpha}{k + \operatorname{tg}\alpha}, \quad . \qquad . (4),$$

почему для заданныхъ Q, Z и G наибольшій подъемъ будетъ

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{Z - kQ}{Q+G} \quad . . \qquad . (5).$$

При ѣздѣ подъ уклонъ по уравн. (3) должно быть

$$Z = kQ - (Q+G)\operatorname{tg}\alpha \qquad . (6).$$

Отсюда слѣдуетъ, что при большомъ спускѣ, если только

$$kQ \lessgtr (Q+G)\operatorname{tg}\alpha,$$

величина $Z = 0$ или становится отрицательной.

Въ этомъ случаѣ скатыванію долженъ препятствовать тормозъ или задерживающая сила живого двигателя. Тормозу слѣдуетъ отдавать предпочтеніе, ибо пользоваться задерживающею силою лошади вредно. По Бокельбергу, задерживающая сила у привычныхъ лошадей составляетъ $^2/_5$ до $^2/_3$ нормальнаго усилія тяги, т.-е. 30 до 50 kg для одной лошади.

C. Производительность живого двигателя.

Производительность животнаго мѣняется въ зависимости отъ породы, возраста животнаго и ухода за нимъ и кромѣ того зависитъ отъ того усилія тяги, которое долженъ развивать двигатель, и отъ рабочаго времени въ теченіе дня.

НТБ ДНУЖТ

1. Нормальная производительность.

Для каждаго рода работы существуетъ опредѣленная скорость v и рабочее время t, которыя наиболѣе соотвѣтствуютъ свойствамъ даннаго животнаго и при которыхъ его нормальная сила тяги Z наибольшая. Если эти значенія обозначить черезъ v_0, t_0 и Z_0, то наибольшая производительность (работа)

$$A_0 = v_0 t_0 Z_0, \qquad . (7)$$

для среднихъ значеній v и t имѣемъ уравненіе:

$$Z = Z_0 \left(3 - \frac{v}{v_0} - \frac{t}{t_0}\right) \qquad . (8).$$

Для предѣльныхъ значеній $v=0$ и $t=0$ и соотв. $v = 2v_0$ и $t = t_0$ или $v = 3v_0$ и $t=0$ результаты получаются неточные. Средняя дневная производительность различныхъ животныхъ и человѣка получается изъ (7) согласно слѣдующей таблицы.

Таблица производительности.

Двигатель.	Z_0 kg.	v m/sk	Работа mkg/sk	Работа A_0 въ день (8 чс) mkg
Лошадь средней силы	75	1,10	82,5	2 376000
Мулъ	50	1,00	50	1 440000
Волъ .	60	0,79	47,4	1 350000
Оселъ	40	0,79	31,6	900000
Человѣкъ	15	0,79	11,8	339000

За среднее значеніе нормальной силы тяги лошади при хорошемъ ея содержаніи, 8-часовой работѣ и средней скорости 1,1 m/sk можно принимать:

Для:	Собственный вѣсъ лошади G kg	Усиліе тяги Z kg
Легкой лошади	250	60
Средней лошади	350	75
Сильной »	450	90

Слѣдов. $Z_0 =$ около $^1/_4$ до $^1/_5$ G.

При нѣсколькихъ лошадяхъ въ одной запряжкѣ эти значенія уменьшаются, а именно:

При 2 лошадяхъ	на	98%	При 5 лошадяхъ	на	73%
» 3 »	»	87%	» 6 »	»	64%
» 4 »	»	80%	» 8 »	»	49%

НТБ ДНУЖТ

Скорость при различномъ ходѣ опредѣляется по нижеслѣдующей таблицѣ.

Ходъ	Скорость въ m/sk	Ходъ	Скорость въ m/sk
Медлен. шагомъ (рабочій ходъ) .	0,6	Быстрою рысью .	10,0
Скорымъ шагомъ	2,0	Легкій галопъ . .	6 до 9
Короткой рысью .	3,0 до 4,0	Быстрый галопъ .	9,0 » 12,0
Рысью .	4,0 » 6,0	Скаков. скорость .	12,0 » 16,0

Для человѣка принимаютъ:
Тихій шагъ (прогулка) = 0,5 m/sk; 28 до 33 мин. на 1 km,
Ходъ письмоносца . = 1,40 m/sk; 12 мин. на 1 km,
Скорый ходъ = 1,70 m/sk; 10 мин. на 1 km при хорошей дорогѣ.

Для ломовыхъ лошадей, работающихъ 8 до 10 часовъ въ день, принимаютъ

$$v = 1{,}1 \text{ m.}$$

Отъ нормальной производительности животнаго существенно отличается:

2. **Необыкновенная производительность** въ теченіе короткаго времени значительно выше нормальной; при короткихъ разстояніяхъ (до 600 m) эта производительность можетъ быть принята безъ вреда для животнаго равной двойной противъ нормальной.

Такимъ образомъ находимъ, что для хорошо шоссированныхъ дорогъ полезный грузъ для пары лошадей средней силы, при 8-часовой работѣ, въ мѣстности холмистой (т.-е. при единичныхъ уклонахъ до 5%) составляетъ до 2000 kg, а въ мѣстности ровной (т.-е. при единичныхъ подъемахъ до 2,5%) до 3500 kg.

D. Техническія условія для сооруженія шоссейныхъ дорогъ въ Россіи.

1. Инструкція для производства правительственныхъ изысканій и составленія по нимъ проектовъ подъѣздныхъ шоссейныхъ дорогъ отъ городовъ къ ближайшимъ станціямъ или полустанціямъ проектируемыхъ желѣзныхъ дорогъ.

(Утверждена г. Министромъ П. С. 14 іюня 1875 г. по журналу Т. И. К. ж. д. 9 августа 1874 г., № 715.)

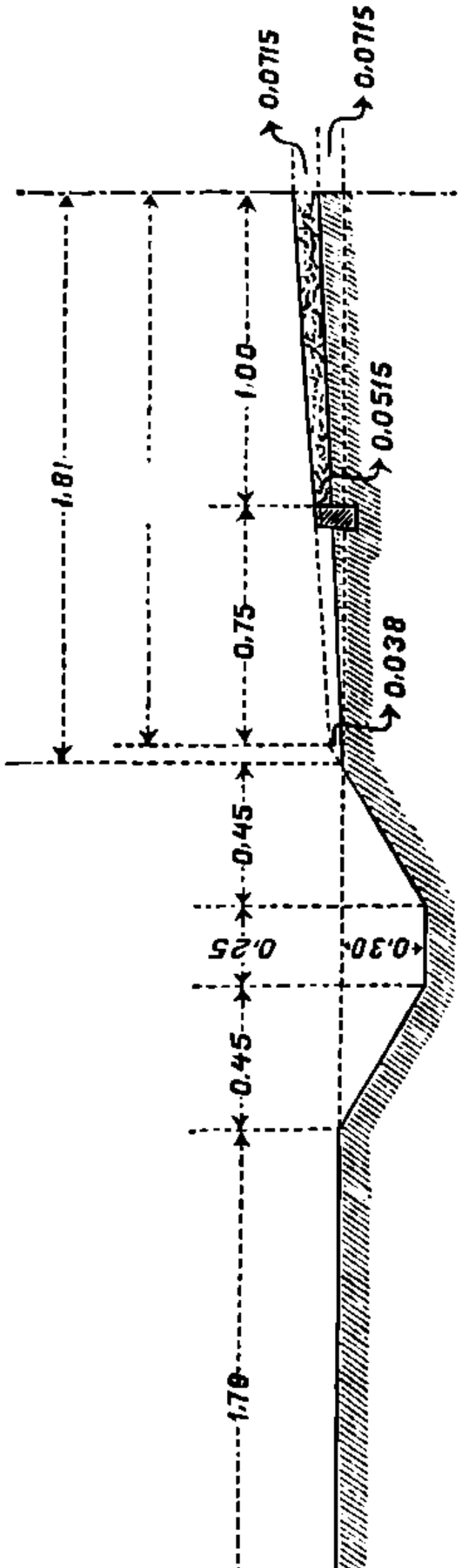
1. При производствѣ правительственныхъ изысканій для желѣзныхъ дорогъ и составленіи проектовъ для нихъ, должны быть произведены одновременно также правительственныя изысканія и составлены по нимъ **проекты для подъѣздныхъ отъ городовъ шоссейныхъ дорогъ** къ ближайшимъ станціямъ или полустанціямъ проектируемой желѣзной дороги.

2. Упомянутыя въ параграфѣ 1. **подъѣздныя шоссейныя дороги** должны быть проектированы отъ всѣхъ городовъ, съ населеніемъ въ 10,000 и болѣе

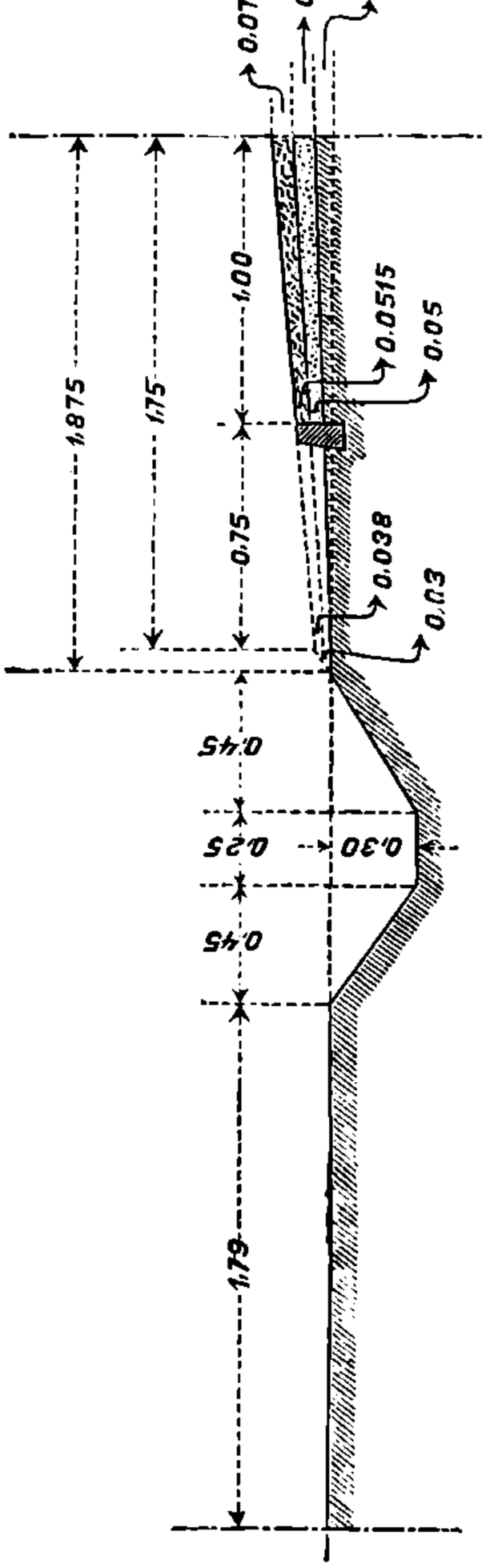
НТБ ДНУЖТ

душъ обоего пола, расположенныхъ на указанномъ къ изслѣдованію общемъ направленіи проектируемой желѣзной дороги, но не составляющихъ опредѣленныхъ пунктовъ для обязательнаго проведенія черезъ нихъ проектируемой желѣзной дороги и притомъ въ случаѣ, если разстояніе, на которомъ приходится оставлять эти города отъ выбранной для желѣзной дороги линіи, не **превосходитъ** 20 **верстъ**, считая по прямому кратчайшему направленію отъ ближайшаго къ нимъ пункта желѣзнодорожной линіи.

1) Въ песчаныхъ грунтахъ.



2) Въ глинистыхъ грунтахъ.



НТБ ДНУЖТ

3. **Подъѣздное шоссе** должно начинаться отъ существующихъ почтовыхъ станцій или конторъ въ тѣхъ городахъ, отъ которыхъ проектируется шоссе, и оканчиваться на особомъ почтовомъ дворѣ при станціи или полустанціи желѣзной дороги, удобномъ для помѣщенія особаго почтоваго дома и всѣхъ необходимыхъ при немъ хозяйственныхъ построекъ, какъ-то: конюшенъ, кладовыхъ, сѣноваловъ и проч.

4. При проведеніи подъѣздныхъ шоссе **по городу** или черезъ другія **заселенныя мѣста**, встрѣчающіяся по линіи желѣзной дороги, шоссе слѣдуетъ вести по существующимъ улицамъ, избѣгая при этомъ необходимости сноса строеній

5. Относительно **выбора направленія** для подъѣздныхъ къ желѣзнымъ дорогамъ шоссе, производства необходимыхъ полевыхъ работъ, собиранія мѣстныхъ свѣдѣній о цѣнахъ на потребные матеріалы и данныхъ для опредѣленія типовъ и отверстій искусственныхъ сооруженій, равно какъ и относительно составленія и выработки проекта, требуемаго состава его и форматовъ для документовъ, масштабовъ для чертежей, подробностей и способовъ различныхъ обозначеній на послѣднихъ, а также относительно сроковъ для окончанія полевыхъ работъ и представленія проекта, слѣдуетъ руководствоваться въ точности соотвѣтственными указаніями и требованіями общей инструкціи для производства правительственныхъ предварительныхъ изысканій и составленія предварительныхъ проектовъ для линій желѣзныхъ дорогъ, утвержденной для этой цѣли по журналу Техн.-Инсп. Комитета желѣзныхъ дорогъ отъ 3 іюля 1873 г., за № 522.

6. Относительно **продольнаго профиля** въ проектѣ подъѣзднаго шоссе должны быть соблюдены слѣдующія условія: а) чтобы продольные склоны линіи не были положе 0,002 и не круче 0,05; б) чтобы наибольшая длина сплошныхъ склоновъ въ 0,04 и 0,05 не превосходила: $1^1/_2$ верстъ при уклонахъ въ 0,04 и 1 версты при уклонахъ въ 0,05. При необходимости же, по мѣстнымъ условіямъ, превзойти названные предѣлы относительно наибольшаго протяженія крутыхъ уклоновъ, слѣдуетъ весь подъемъ или спускъ подраздѣлять площадками съ уклономъ не круче 0,01 и длиною не меньше 50 саж. такимъ образомъ, чтобы каждая изъ таковыхъ площадокъ подраздѣляла подъемъ на части длиною не свыше названныхъ предѣловъ, соотвѣтственно крутости употребленныхъ склоновъ.

7. При проектированіи **поперечныхъ профилей** для шоссе долженъ быть принятъ къ руководству прилагаемый при семъ (стр. 236) чертежъ нормальныхъ поперечныхъ профилей для шоссе какъ въ песчаныхъ, такъ и въ глинистыхъ грунтахъ (размѣры въ саженяхъ).

2. Техническія условія для производства изысканій и составленія проектовъ подъѣздныхъ шоссейныхъ дорогъ.

Утвержд. по докл. **Т. И. К.** ж. д. и в. с. 30 января 1881 г., № 24.

1. **Продольный профиль** шоссейной дороги опредѣляется слѣдующими условіями:

а) продольные уклоны отдѣльныхъ участковъ дороги дѣлаются не менѣе $^1/_2\%-1\%$ ($^1/_{200}-^1/_{100}$) и не болѣе:

для ровной мѣстности .	4% ($^1/_{25}$)
» холмистой .	5% ($^1/_{20}$)
» гористой	6% ($^1/_{17}$)

б) длина участковъ дороги съ вышеуказанными наибольшими уклонами не превосходитъ:

1,5 версты при уклонѣ въ . . .	4% ($^1/_{25}$)
1,0 » » » » . .	5% ($^1/_{20}$)
0,5 » » » » . . .	6% ($^1/_{17}$)

болѣе длинные участки подраздѣляются по длинѣ на части, не превосходящія названныхъ протяженій, площадками съ уклономъ въ 1% ($^1/_{100}$) и длиною въ 50 саж.;

в) горизонтальные участки дороги не допускаются и замѣняются участками съ уклономъ въ $^1/_2\%-1\%$ ($^1/_{200}-^1/_{100}$), направленнымъ поперемѣнно въ ту и другую сторону вдоль дороги.

НТБ ДНУЖТ

2. **Поперечный профиль** шоссейной дороги долженъ удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

а) Если дорога проходитъ по самой поверхности земли, то:

ширина каменнаго пути	2,5 саж.,
» каждой изъ обочинъ . .	0,5 »
» лѣтняго пути	2,5 »
» обрѣза для ремонтнаго матеріала . .	1,75 »
толщина щебеночной одежды въ срединѣ . .	7 дм.,
» » » по краямъ .	6
ширина канавъ по дну и глубина ихъ	0,25 саж.,
поперечный скатъ щебеночной одежды	6% ($^1/_{17}$)
» обочинъ	7% ($^1/_{14}$)
» » лѣтняго пути	7% ($^1/_{14}$)
ширина отчуждаемой подъ дорогу полосы	13 саж.

Кромѣ того, въ глинистыхъ грунтахъ толщина песчанаго основного слоя 6 д. На подъѣздныхъ дорогахъ, длиною не болѣе 5 верстъ, и на участкахъ дорогъ съ уклономъ болѣе 4% ($^1/_{25}$) щебеночная одежда замѣняется каменною мостовою. Переѣзды съ лѣтняго пути на каменный вымащиваются камнемъ.

б) Въ случаѣ, если шоссе проходитъ въ выемкѣ или насыпи, которыхъ отмѣтка не больше полусажени, или по косогору уклономъ не свыше 10°, всѣ вышесказанныя части поперечнаго профиля дороги сохраняютъ свои размѣры, но ширина отчуждаемой полосы увеличивается до 20 саж.

в) Въ случаѣ, если шоссе проходитъ въ выемкѣ или насыпи, которыхъ отмѣтка больше полусажени, или по косогору уклономъ свыше 10°, то:

ширина щебеночной одежды .	2,5 саж.
» каждой изъ обочинъ .	0,75

лѣтняго пути и полосы для складыванія ремонтнаго матеріала не полагается, а на разстояніяхъ отъ 50 до 100 саж. по длинѣ шоссе дѣлаются уширенія выемки или насыпи для образованія площадокъ въ 1,75 саж. шириною и въ 10 саж. длиною, для складыванія ремонтнаго матеріала; ширина отчуждаемой полосы земли 30 саж.

Вышеуказанная въ пунктахъ а), б) и в) ширина отчуждаемой полосы земли мѣстами увеличивается для помѣщенія дорожныхъ зданій и для другихъ потребностей дороги.

3. **Закругленія поворотовъ** дороги обусловливаются слѣдующими правилами: а) наименьшій радіусъ закругленій принимается въ 16 саж.; б) продольному профилю дороги въ мѣстахъ закругленій малыми радіусами придается малый уклонъ; в) два рядомъ помѣщенныя закругленія въ противоположныя стороны раздѣляются прямою линіей въ 10 саж. длины.

4. При проектированіи **мостовыхъ сооруженій** полагаются въ основаніе слѣдующія условія: а) ширина моста принимается въ 3 саж. при возможности устроить объѣздъ при перестройкѣ и въ 4 саж. въ противномъ случаѣ; б) нагрузка для разсчета отдѣльныхъ частей верхняго строенія моста принимается: на одно колесо экипажа 75 пудовъ, на квадратный футъ поверхности моста 2,5 пуда; в) приведенныя въ пунктахъ а) и б) величины измѣняются въ томъ случаѣ, если мосты устраиваются на дорогахъ, назначенныхъ спеціально для перевозки большихъ тяжестей или для быстрой и весьма дѣятельной ѣзды, причемъ измѣненіе дѣлается сообразно съ мѣстными условіями; г) на дорогахъ, по которымъ не ожидается большого проѣзда, особенно на первое время ихъ существованія, мосты черезъ овраги замѣняются, по возможности, покрытыми каменной мостовой поперечными лотками.

3. Данныя относительно сооруженія и матеріала для шоссейныхъ дорогъ по У. II.

§ 621. **Толщина песчанаго слоя** подъ шоссе, въ зависимости отъ свойствъ грунта, устанавливается:

a) для глинистыхъ и черноземныхъ грунтовъ подъ шоссе отъ 6 до 8″, а подъ обочины 3 до 4″;

b) для иловатыхъ, болотистыхъ и вообще пучинистыхъ грунтовъ 9 до 12″, а подъ обочины $4^1/_2$ до 6″.

НТБ ДНУЖТ

Въ зависимости отъ этого на кв. с. назначается песку:

подъ щебеночный слой	случ. a) .	0,071 до 0,095	куб. с.
	случ. b)	01,07 » 0,143	» »
подъ обочины	случ. a)	0,035 » 0,048	»
	случ. b) .	0,051 » 0,071	»

§ 624. Укатка насыпи подъ шоссе до насыпки щебня производится каткомъ 150 пуд. Щебеночный слой укатывается болѣе тяжеловѣснымъ каткомъ съ увеличеніемъ вѣса до 400 пуд.

Число проходовъ катка по одному мѣсту:

a) для щебня твердыхъ породъ 40 до 50 разъ,
b) » » мягкихъ » 20 » 30 »
c) » » сплошныхъ розсыпей толщиною $1^1/_2$ до $2^1/_2''$ на старыхъ шоссе половину противъ вышеприведенныхъ.

По вѣсу катка на каждые 50 пуд. принимается 1 лошадь, дневной переходъ которой 20 веретъ.

§ 615. **Щебень** для шоссе раздѣляется на:

a) крупный .	. . . .	отъ 4 до 5	куб. дюйм.,
b) средній	. .	» 2 » $2^1/_2$	»
c) мелкій		» $^1/_4$ » $1^1/_2$ »	»

При разбивкѣ на щебень камня твердыхъ породъ получается прибой изъ средняго и мелкаго камня 5%, а изъ крупнаго 10%, а изъ крупныхъ булыгъ до 15%; поэтому для куб. с. щебня требуется:

мелкаго и средняго камня	0,952 куб. с.,
крупнаго камня (объемомъ въ кубич. футъ) . .	0,909 » »
булыгъ, рваного, плитнаго или карьернаго камня (объемъ 2 до 10 куб. ф.)	0,850 »
на 1 куб. с. кирпичнаго щебня требуется кирпича	0,950 »

§ 622. **Объемъ щебня** для щебеночнаго слоя шоссе принимается равнымъ 1,4 болѣе того объема, который получитъ слой щебня послѣ уплотненія его каткомъ. Въ виду этого принимаютъ на 1 кв. с. уплотненнаго щебеночнаго слоя толщиною

$1^1/_2''$ $2''$ $2^1/_2''$ $3''$ $3^1/_2''$ $4''$ $4^1/_2''$ $5''$ $6''$ $7''$ $8''$ $9''$ $10''$

0,025; 0,033; 0,044; 0,05; 0,058; 0,066; 0,074; 0,083; 0,1; 0,116; 0,133; 0,15; 0,166 куб. саж. щебня.

Размѣръ щебня для обозной ѣзды: при твердыхъ породахъ камня 2 до $2^1/_2$ куб. дюйм., а при породахъ менѣе твердыхъ — 4 до 5 куб. дюйм.

Для ѣзды легкихъ экипажей примѣняется щебень только твердыхъ породъ и размѣромъ $1^1/_4$ до $1^1/_2$ куб. дюйм.

Шоссе изъ гравія, не разбитаго въ щебень, только для ѣзды въ паркахъ и незначительныхъ проселочныхъ дорогахъ.

II. ПРОѢЗЖІЯ ДОРОГИ, ШОССЕ И УЛИЦЫ.

A. Проѣзжія дороги и шоссе.

1. Направленіе линіи.

a) Необходимость сооруженія новой проѣзжей дороги должна быть доказана, при составленіи проекта, съ экономической точки зрѣнія при помощи **разсчета доходности** проектируемой дороги.

Если:

l длина дороги въ km,
C количество ежегодно перевозимыхъ по дорогѣ грузовъ въ t,
β уменьшеніе фрахта (стоимости перевозки) 1 тонны груза на 1 km, послѣ сооруженія дороги, въ рубляхъ,

НТБ ДНУЖТ

B стоимость содержанія 1 km дороги въ рубляхъ, независимо отъ размѣровъ движенія по дорогѣ,
γ сумма въ рубляхъ, выражающая стоимость ежегоднаго износа 1 km дороги отъ 1 t груза,
A стоимость сооруженія 1 km дороги въ рубляхъ,

то **ежегодный барышъ** отъ эксплоатаціи дороги будетъ $\beta C l$ рублей.

Если эта сумма будетъ достаточна для покрытія эксплоатаціонныхъ расходовъ $l(B+\gamma C)$ рублей плюсъ проценты на строительный капиталъ дороги Al, то сооруженіе данной дороги является уже выгоднымъ, причемъ **ежегодная рента** R, которая остается отъ сооруженія дороги въ пользу населенія, составитъ на 1 рубль затраченнаго строительнаго капитала

$$R=\frac{\beta C l-(B+\gamma C)l}{Al}=\frac{(\beta-\gamma)C-B}{A}.$$

Если, напр., перевозка по обыкновеннымъ дорогамъ обходится 25 коп. за 1 t и 1 km (0,41 коп. съ пуда), а по дорогѣ шоссированной въ этой же мѣстности 10 коп. за 1 t и 1 km, то имѣемъ разницу $\beta=0{,}25-0{,}10=0{,}15$ рубля. При перевозкѣ 2500 t въ годъ, стоимости сооруженія 1 km въ 7000 рублей и стоимости эксплоатаціи 1 km $(75+0{,}01\,C)$ рублей будемъ имѣть ежегодную ренту

$$R=\frac{0{,}15\cdot 2500-75}{7000}=0{,}043,\ \backsim\ 4{,}3\%,$$

т.-е. при стоимости сооруженія въ 7000 руб. съ версты устройство дороги окупается уже при перевозкѣ 2500 тоннъ груза ежегодно.

b) Для проектированія наиболѣе **выгоднаго въ экономическомъ отношеніи** *) направленія линіи необходимо, независимо отъ неровностей грунта, отыскать такое направленіе линіи, при которомъ впослѣдствіи сумма произведеній изъ количества подлежащихъ перевозкѣ грузовъ на проходимые ими по проектируемой дорогѣ пути выходитъ наименьшею.

c) При проектированіи линіи въ **техническомъ отношеніи** стремятся къ тому, чтобы выбрать наиболѣе цѣлесообразное направленіе въ зависимости отъ условій мѣстности и грунта, при этомъ стараются, чтобы выбранная линія, по возможности, совпадала съ направленіемъ, наиболѣе выгоднымъ въ экономическомъ отношеніи (см. b.).

2. Общее устройство дорогъ.

a) Расположеніе полотна по возможности на уровнѣ мѣстности, насколько это допускается въ зависимости отъ предѣльныхъ уклоновъ, водотоковъ и движенія водъ.

Всѣ условія, которыя требуются для сохраненія въ исправности уже готовой дороги, должны быть приняты въ разсчетъ уже при ея проектированіи. Глубокихъ выемокъ, въ кото-

*) См. S. Launhardt, Theorie des Tracierens, тетр. 1, 2, изд. 1887, и Loewe, Strassenbaukunde, изд. 1895, стр. 98 и слѣд.

НТБ ДНУЖТ

рыхъ могутъ происходить оползни и въ особенности такихъ, которыя вынимаются въ грунтахъ мокрыхъ глинистыхъ, слѣдуетъ избѣгать, равно избѣгать выемокъ и вырѣзовъ въ скалахъ, слои которыхъ имѣютъ невыгодное паденіе, или въ хрящевыхъ насыпныхъ горныхъ породахъ.

Овраги въ такихъ хрящевыхъ насыпныхъ породахъ мостами не перекрываются, а дорога проводится по широкому мощеному лотку на уровнѣ грунта. Выборъ грунтовъ для большихъ насыпей долженъ быть произведенъ надлежащимъ образомъ. Мосты и трубы должны имѣть достаточное отверстіе.

Для защиты отъ снѣжныхъ заносовъ въ ровной мѣстности — густыя древесныя насажденія, противъ лавинъ въ гористыхъ мѣстностяхъ—особыя защитныя стѣнки; осушка полотна достигается удаленіемъ воды съ поверхности полотна и съ боковъ. Полотно должно возвышаться надъ уровнемъ высокихъ водъ на 0,40 до 0,60 m.

У дорогъ на косогорѣ притекающая къ дорогѣ съ косогора вода отводится особыми трубами или открытыми канавами, расположенными поперекъ оси полотна.

Въ лѣсныхъ мѣстностяхъ необходимо имѣть на дорогѣ достаточно свѣта и воздуха, для чего по обѣ стороны дороги устраиваются полосы достаточной ширины съ вырубкой на нихъ лѣса. Этимъ одновременно устраняется порча телеграфныхъ проводовъ и возможность прекращенія движенія по дорогѣ сломанными бурею деревьями.

При переходѣ черезъ болота особенное вниманіе обращается на надежность основанія, для чего производится осушка болота, уширеніе основанія полотна, устройство ростверка или фашинная постель.

b) **Подъемы.**

Допускаемый подъемъ проѣзжей дороги зависитъ отъ типа мѣстныхъ телѣгъ и отъ профили мѣстности; величина его опредѣляется по ур. 5 стр. 233. Подъемъ этотъ рекомендуется выбирать не больше того, который уже имѣется на прилегающихъ дорогахъ той же мѣстности.

При этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что при уклонахъ до 2,5% ѣзда подъ уклонъ можетъ производиться на длинныхъ участкахъ еще безъ тормозовъ, а ѣзда въ подъемъ въ легкихъ пассажирскихъ экипажахъ возможна легкою рысью.

Въ Пруссіи поэтому принимаются наибольшія значенія подъемовъ въ ровной, холмистой и горной мѣстности въ 2,5, 4 и 5% (для Россіи см. стр. 237.) Лессль даетъ слѣдующія наибольшія величины подъемовъ: главныя проѣзжія дороги въ плоской мѣстности 3%, въ холмистой 4 до 5% и въ гористой 6%; для альпійскихъ мѣстностей 7 до 8%, для дорогъ второстепеннаго значенія 6 до 7%, полевыя и лѣсныя дороги съ движеніемъ подъ уклонъ 10 до 12%.

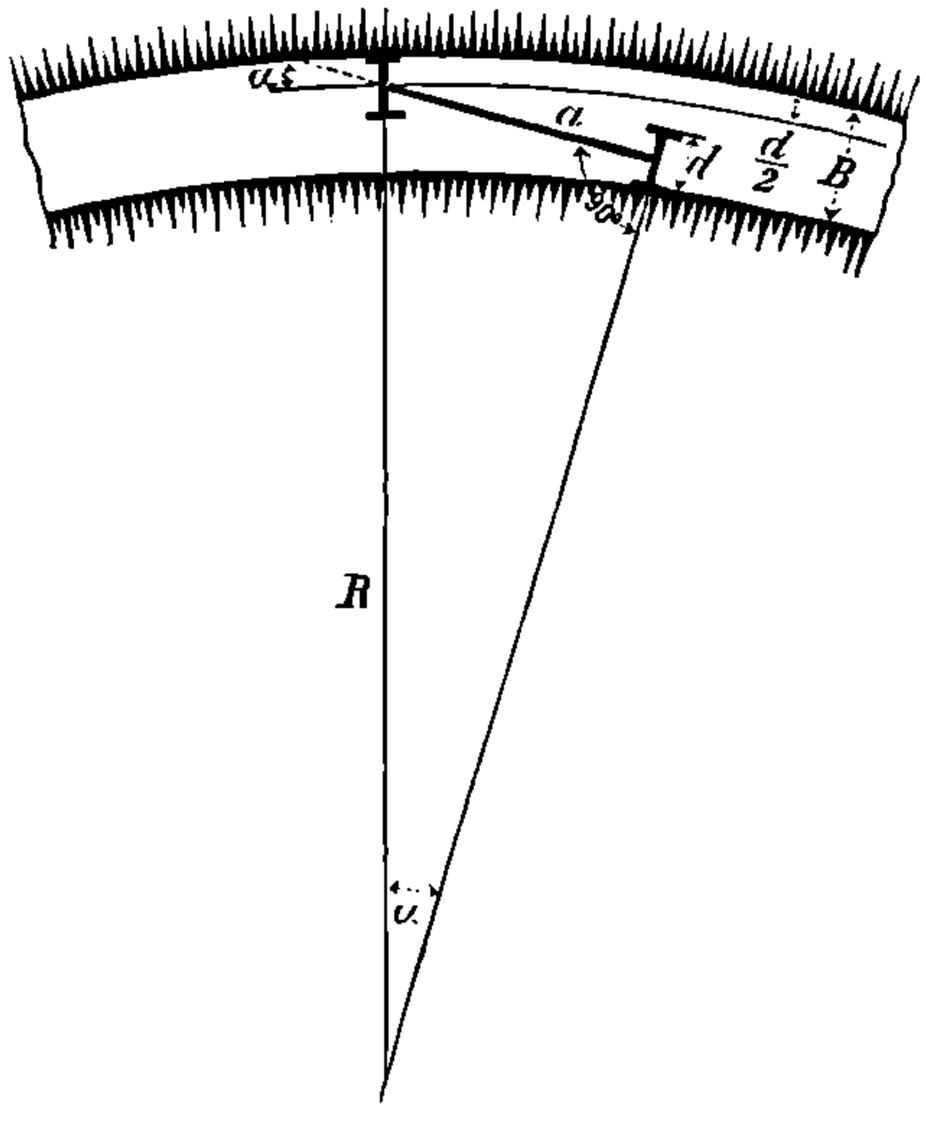
НТБ ДНУЖТ

Для выбора предѣльныхъ подъемовъ имѣетъ также значеніе направленіе движенія груженыхъ телѣгъ.

На короткихъ разстояніяхъ, въ зависимости отъ производительности животнаго, могутъ быть допущены большіе подъемы (до двойной величины допускаемаго), если позади ихъ имѣются горизонтальные или менѣе наклонные участки дороги достаточной длины, на которыхъ животныя могутъ отдыхать.

Потерянныхъ спусковъ въ мѣстностяхъ холмистыхъ и гористыхъ слѣдуетъ по возможности избѣгать; у дорогъ въ мѣстности ровной они часто цѣлесообразны для достиженія хорошаго удаленія воды. По этой причинѣ не рекомендуются дороги горизонтальныя или съ уклономъ меньше $^1/_2{}^0/_0$.

Черт. 3.



c) **Радіусъ закругленій** R зависитъ отъ разстоянія между осями a телѣги и отъ угла поворота передней телѣжки (оси).

При обозначеніяхъ черт. 3 имѣемъ:

$$R = \frac{a}{\sin a}$$

и ширину дороги

$$B = R\,(1 - \cos\alpha) + d.$$

При $a = 22^0$ имѣемъ

$$R = {}^6/_3\, a$$

и $$B = 0{,}073\, R + d.$$

У телѣгъ для перевозки длиннаго лѣса наибольшая длина ствола въ общемъ $l = 20$ m, въ исключительныхъ случаяхъ до 30 m. $a = {}^2/_3\, l$. При очень длинныхъ стволахъ и большихъ кривыхъ рекомендуется производить увеличеніе угла α соотвѣтствующимъ поворотомъ задней телѣжки (возможно до 65^0). При $\alpha = 65^0$ и $l = 21$ m и, соотв., 30 m находимъ наименьшіе размѣры для случая, когда весь стволъ долженъ помѣщаться на дорогѣ (напр., для деревенскихъ улицъ и дорогъ, застроенныхъ съ обѣихъ сторонъ):

	$l = 21$ m	$l = 30$ m
Внутренній радіусъ . . .	11,0 m	16,6 m
Ширина каменной одежды .	2,3 »	2,6 »
Внутренняя берма	0,6 »	0,6 »
Наружная » .	3,6 »	3,6 »
Вся ширина дороги .	6,5 »	8,4 »

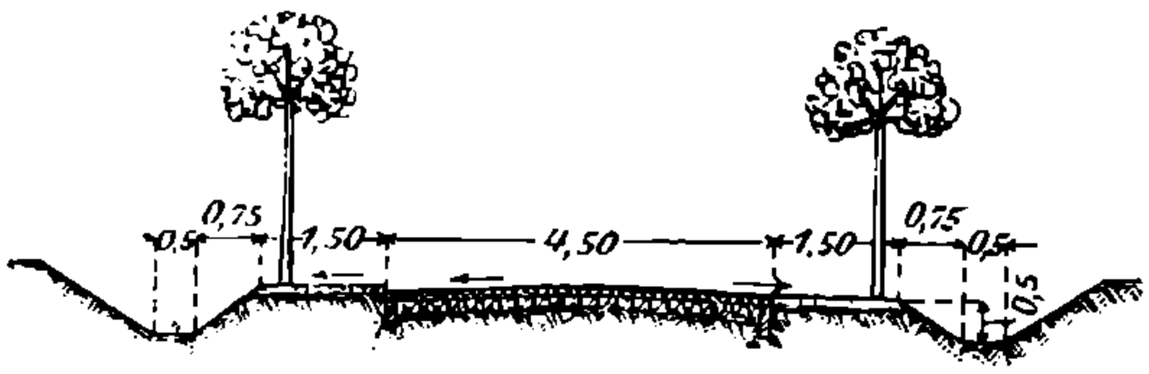
НТБ ДНУЖТ

Для городскихъ телѣгъ уголъ α доходитъ до 90^0, для деревенскихъ l вообще $= 3$ m и α до 30^0.

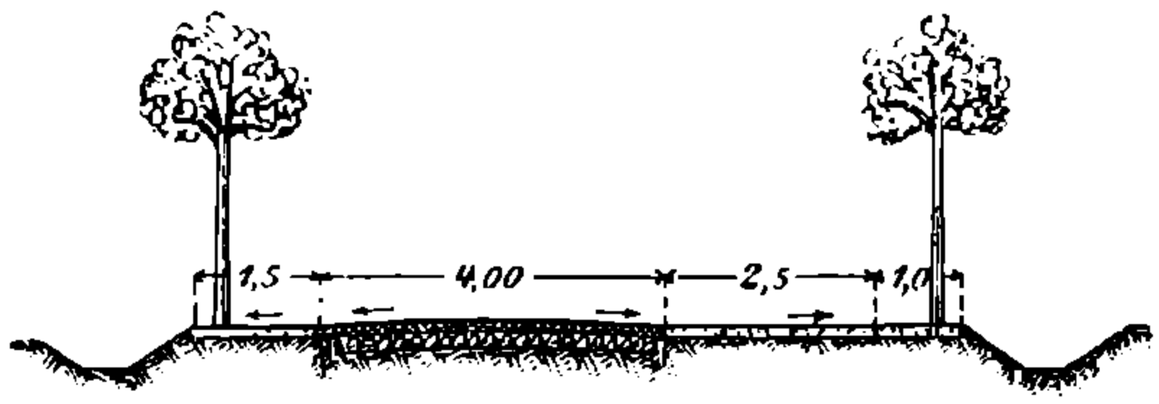
Цѣлесообразны слѣдующіе радіусы закругленій (считая для оси полотна):

для главныхъ дорогъ $R = 50$ m,
» второстеп. » $R = 30$ m,
» товарныхъ » $R = 10$ m.

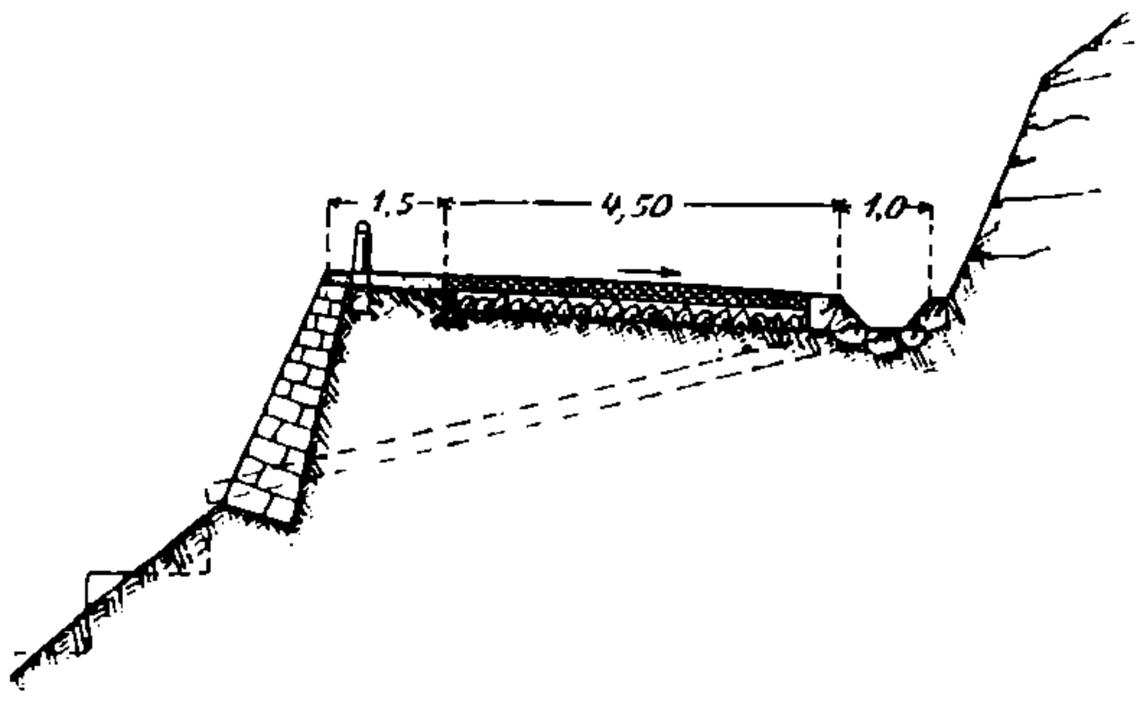
Черт. 4.



Черт. 5.



Черт. 6.



Въ Пруссіи употребительный размѣръ $R = 30$ m. При радіусахъ $R \leqq 7{,}5$ m требуется соотвѣтственное уширеніе полотна и каменной одежды.

d) **Ширина дороги** зависитъ отъ ширины проѣзжей части, а эта послѣдняя обусловливается размѣрами и колеей телѣгъ, а равно и размѣрами и безопасностью движенія. Наимень-

НТБ ДНУЖТ

шая ширина дороги должна быть достаточна для того, чтобы въ каждомъ ея мѣстѣ могли встрѣчаться и обгонять другъ друга двѣ нагруженныя телѣги.

Одноколейныя дороги съ разъѣздами мало цѣлесообразны и допускаются лишь при особенно неблагопріятныхъ условіяхъ въ гористыхъ мѣстахъ. Въ мѣстностяхъ ровныхъ дороги имѣютъ бо́льшую ширину, нежели въ мѣстахъ гористыхъ; равнымъ образомъ дороги вблизи городовъ шире дорогъ, удаленныхъ отъ городовъ.

Полотно дороги въ мѣстностяхъ ровныхъ раздѣляется на 4 части: проѣзжая часть, лѣтній путь и 2 бермы (см. черт. 4). Въ холмистой мѣстности дорога состоитъ изъ 3 частей (безъ лѣтняго пути) [черт. 5]. Въ горныхъ мѣстностяхъ для сбереженія расходовъ дорога состоитъ изъ проѣзжей части и одной бермы, расположенной со стороны оврага (черт. 6).

Ширина проѣзжей части въ общемъ равна 4 до 7 m, лѣтняго пути 2,5 до 3,5 m, ширина бермъ 0,5 до 2,0 m. Ширина пѣшеходной дорожки должна быть не менѣе 1,0 m. Дорожки для верховой и велосипедной ѣзды должны имѣть по возможности ширину 2,5 до 3,0 m.

Если имѣются двѣ бермы, то одна изъ нихъ служитъ пѣшеходною дорожкой, а другая—для склада матеріаловъ.

Если нѣтъ бермъ, или въ случаѣ, когда существующія бермы должны служить пѣшеходными дорожками, для склада матеріаловъ устраиваются особыя площадки.

Въ Пруссіи установлены для ширины дорогъ слѣдующія нормы.

	Съ лѣтнимъ путемъ				Безъ лѣтняго пути					
Проѣзжая часть съ камен. одеждой . m	5,0	4,5	4,5	4,5	5,6	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5
Лѣтній путь . . »	3,0	3,0	2,5	2,5	—	—	—	—	—	—
Берма для матеріал. »	2,0	1,5	1,5	1,5	2,0	1,8	1,5	1,8	1,5	1,5
» » пѣшеход. »	1,5	1,0	1,0	0,5	1,4	1,2	1,0	1,2	1,5	1,0
Общая ширина. .	11,5	10,0	9,5	9,0	9,0	8,0	7,5	7,5	7,5	7,0

Въ Баденѣ ширина пути находится въ зависимости отъ размѣровъ движенія на дорогѣ. Установлены слѣдующія нормы.

При ежедневномъ проходѣ лошадей	Вся ширина дороги m	Проѣзжая часть m	Бермы m
100 и болѣе . .	7,2	4,8	каждая 1,2
60 до 100 .	5,4—6	4,5	» 0,45—0,75
30 до 60 . . .	4,8—5,4	4,2	» 0,3 —0,6
30 и менѣе	4,2—4,8	3,6	» 0,3 —0,6

НТБ ДНУЖТ

е) **Удаленіе воды съ поверхности** происходитъ либо отъ средины проѣзжей части на обѣ стороны или, какъ у горныхъ дорогъ,—къ одной сторонѣ (черт. 6).

Особенно важное значеніе имѣетъ возможно скорое и возможно совершенное удаленіе воды въ боковыя канавы. У горизонтальныхъ дорогъ стокъ происходитъ, благодаря поперечному наклону, слѣд. нормально къ оси дороги, тогда какъ при подъемѣ улицы стокъ воды происходитъ подъ острымъ угломъ къ оси улицы. Этотъ способъ удаленія воды съ поверхности улицъ весьма выгоденъ въ смыслѣ одновременнаго удаленія грязи, увлекаемой водой; необходимо, однако, чтобы удаленіе воды могло происходить безпрепятственно, для того, чтобы избѣжать вымыванія проѣзжей части и пѣшеходныхъ дорожекъ. Цѣлесообразно отводить дождевую воду по направленію къ древеснымъ насажденіямъ и тѣмъ производить поливку деревьевъ.

Выпуклая часть дороги распространяется большею частью только на проѣзжую часть, тогда какъ лѣтній путь и бермы имѣютъ прямолинейный поперечный уклонъ въ 2 до 5%, касательный къ выпуклой профили проѣзжей части.

Для лучшаго сохраненія краевыхъ камней бермы часто располагаются нѣсколько выше (черт. 5).

Выпуклость проѣзжей части имѣетъ либо форму дуги круга, либо форму двухъ взаимно пересѣкающихся прямыхъ съ закругленіемъ въ наивысшей точкѣ. Высота подъема поперечной профили зависитъ отъ размѣровъ движенія, твердости щебня и продольнаго уклона. Наиболѣе употребительныя среднія значенія приведены въ слѣдующей таблицѣ.

Продольный уклонъ %	Поперечный уклонъ въ %		
	для щебеночной коры	для мостовой	для лѣтняго пути
0	7,0	5,0	5,0
0 до 3,5	5,5	4,0	3,5
3,5 и болѣе	4,0	3,0	1,5

f) **Боковыя канавы** для достиженія хорошаго осушенія должны имѣть глубину 0,4 до 0,5 m и ширину по дну 0,3 до 0,5 m.

Наиболѣе употребительные размѣры канавъ въ Пруссіи:

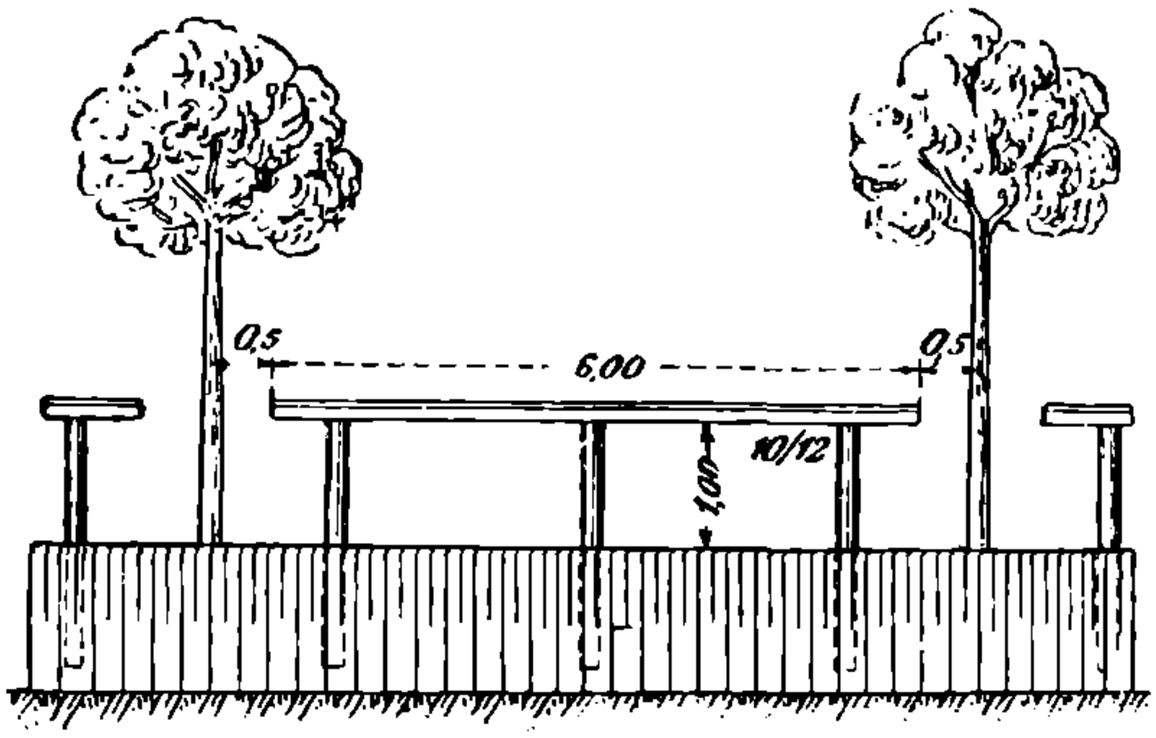
	Размѣры въ m					
Ширина по верху .	4,0	3,6	2,4	2,1	2,0	1,5
Ширина подошвы .	1,0	0,6	0,6	0,6	0,5	0,3
Заложеніе откосовъ .	1,5	1,5	0,9	0,75	0,75	0,6
Глубина канавы . .	1,0	1,0	0,6	0,5	0,5	0,4

НТБ ДНУЖТ

Для удаленія уличной грязи уклонъ канавъ дѣлается не менѣе 1 : 100.

g) **Древесныя насажденія** проѣзжихъ дорогъ весьма цѣлесообразны; они устраиваются съ обѣихъ сторонъ у дорогъ въ ровной мѣстности и на насыпяхъ, а у горныхъ дорогъ—лишь съ одной стороны (долины). Въ большихъ выемкахъ ихъ, однако, слѣдуетъ избѣгать. Обыкновенно выбираютъ для этой

Черт. 7.



цѣли плодовыя или декоративныя породы; изъ послѣднихъ берутся: липы, платаны, каштаны, ульмы и березы; тополя не цѣлесообразны.

Разстояніе деревьевъ отъ края полотна 0,3 m, діаметръ и глубина ямъ отъ 0,6 до 1,0 m.

Выгодная высота ствола при посадкѣ 2,5 m,
» толщина » » » 0,05 » .

h) **Огражденіями** могутъ служить, говоря вообще, древесныя насажденія или боковыя канавы. Только при насыпяхъ высотою болѣе 1,0 m, а равно при крутыхъ обрывахъ, требуются особыя огражденія; цѣлесообразны поручни (2 до 3 столбовъ 12 12 cm, или изъ кругляковъ діам. 12 до 14 cm съ насадкой 12 · 14 cm, или камни съ наложенными на нихъ бревнами), проволочныя загражденія въ три линіи, живая изгородь изъ боярышника.

3. Нижнее строеніе.

Нижнее строеніе распространяется на:

a) Производство выемокъ, насыпей, откосовъ, равно и на перемѣщеніе массъ и ихъ распредѣленіе. Работы производятся какъ и при сооруженіи желѣзныхъ дорогъ.

b) Сооруженіе мостовъ, трубъ, подпорныхъ и защитныхъ стѣнокъ.

НТБ ДНУЖТ

4. Верхнее строеніе.

а) **Проѣзжія дороги со щебеночною одеждою**. Сооружаются въ два слоя: 1) **постель** изъ крупныхъ камней (основаніе или пакляжъ) и 2) щебеночная кора.

Каменное основаніе (постель или пакляжъ) образуется изъ пирамидальнооколотыхъ бутовыхъ камней, высотой 15 до 25 cm, расположенныхъ въ перевязку, плоскою стороною внизъ, а остріемъ кверху; образующіеся между камнями клинообразные промежутки заполняются обломками щебня, забиваемыми въ эти промежутки при помощи кувалдъ, причемъ острые края щебня скалываются. Такого рода постель гарантируетъ надежное основаніе, хорошее распредѣленіе давленія и предохраняетъ отъ выпучиванія глинистые грунты.

При болѣе прочномъ грунтѣ дорогая каменная постель, указанная выше, замѣняется щебеночною постелью изъ крупнаго щебня, имѣющаго размѣръ 5 до 7 cm; слой щебня слегка укатывается. Для этой цѣли пригоденъ всякій матеріалъ, не портящійся отъ мороза.

Общая толщина полотна со щебеночною корой (въ Пруссіи) принимается въ среднемъ 21 до 25 cm, изъ которыхъ 12 до 15 cm приходятся на постель и 9 до 12 cm на кору.

Послѣ достиженія надлежащаго поперечнаго уклона грунта подъ полотно, постель и кора укладываются либо одинаковой толщины по всей ширинѣ полотна, или толщина постели и коры увеличиваются (каждая) къ срединѣ на 1 или 2 cm и настолько же уменьшаются по краямъ. Послѣднему способу сооруженія слѣдуетъ отдавать предпочтеніе въ виду большаго износа шоссе посрединѣ, сравнительно съ износомъ на краяхъ.

Для болѣе падежной опоры постели, а равно и для лучшаго отдѣленія части дороги со щебеночною корой отъ лѣтняго пути, примѣняются особые грубо околотые въ правильную форму камни, т. наз. **краевые или бордюрные камни.** Камни эти кладутся насухо въ притыкъ другъ къ другу и имѣютъ такую высоту, чтобы они могли быть опущены въ грунтъ на 10 cm, считая отъ нижней поверхности щебеночной коры. Этотъ родъ камней хорошо предохраняетъ края проѣзжей части дороги, но способствуетъ скопленію воды, отчего зимой замерзаютъ бока дороги, и кора выпучивается.

Для устраненія этого неудобства бордюрные камни должны быть подбиты пескомъ, и слой щебеночной коры долженъ нѣсколько перекрывать верхъ бордюрнаго камня.

Щебень для коры долженъ быть средней прочности и зернистаго сложенія:

α) отличается прочностью и хорошо схватываетъ щебень изъ базальта, порфира, гранита, крупнозернистаго известняка;

β) габбро, грюнштейнъ, сіенитъ, кварцъ прочны и тощи;

γ) ракушечный известнякъ менѣе проченъ, но хорошо схватываетъ;

НТБ ДНУЖТ

δ) пестрый песчаникъ менѣе проченъ и тощъ.

Когда имѣется камень различныхъ качествъ, то камень лучшаго качества идетъ на устройство верхней коры. Особенно хорошъ для этой цѣли камень, указанный въ *α* и *β*, тогда какъ камень въ *γ* и *δ* можетъ примѣняться лишь для дорогъ съ весьма слабымъ движеніемъ, — послѣдніе сорта, однако, съ удобствомъ примѣнимы для нижняго слоя (постели).

Приготовленіе щебня либо руками, либо машинами; ручная колка производится ручными молотками (съ короткими рукоятками) вѣсомъ 3 до 4 kg или при помощи кувалдъ вѣсомъ $^1/_2$ до 1 kg; производительность машинной колки выше, хотя при работѣ ручными молотками щебень болѣе равномѣренъ и лучшаго качества. Дневная производительность одного рабочаго:

при мягкихъ каменныхъ породахъ отъ 1,5 до 2,0 cbm,
» » » твердыхъ » 0,6 » 1,0 »

Машинная колка*) дробильными машинами значительно дешевле, но даетъ щебень неравномѣрный по величинѣ и съ трещинами, такъ какъ камень при этомъ раздавливается; необходима поэтому тщательная сортировка щебня по выходѣ изъ машины.

Дробильная машина даетъ 1,25 до 2,0 cbm въ часъ, причемъ получается щебня въ среднемъ 7% крупнаго, 29% нормальнаго, 35% мелкаго и 29% отбросовъ**).

1 cbm скалы даетъ 1,6 до 1,4 cbm бутоваго камня, уложеннаго слоями въ штабеля, а 1 cbm штабельнаго бута даетъ 1,2 до 1,4 cbm мелкаго щебня (со включеніемъ отбросовъ); 1 cbm мелкаго щебня безъ отбросовъ получается изъ 1,2 cbm штабельнаго бута.

Обратно: 1 cbm бута, уложеннаго слоями въ штабеля, содержитъ 0,6 до 0,7 cbm, а 1 cbm мелкаго щебня — около 0,5 cbm каменной массы.

Для 1 cbm уплотненной щебеночной коры требуется около 1,35 до 1,60 cbm мелкаго щебня или 0,70 до 0,80 cbm каменной массы. См. также стр. 238.

Хорошій щебень для верхней коры долженъ имѣть, по возможности, правильную кубическую форму. Размѣръ щебня зависитъ отъ его прочности, и куски его тѣмъ мельче, чѣмъ больше его прочность. Отдѣльные камни имѣютъ размѣръ отъ 3 до 6 cm; въ среднемъ размѣръ для твердыхъ породъ 4, для мягкихъ 5 cm.

Схватываніе щебня. Для полученія возможно плотной массы щебеночной коры необходимо заполнить промежутки въ массѣ насыпаннаго щебня. Для этой цѣли наиболѣе подходящимъ

*) См. II. d. B. часть III, стр. 180.
**) Болѣе подробно см. Loewe, Strassenbau, изд. 1895, стр. 304.

НТБ ДНУЖТ

матеріаломъ служитъ болѣе мелкій щебень изъ той же каменной породы, что и крупный, затѣмъ содержащій желѣзо гравій по крупности отъ горошины до боба или же крупный песокъ. Количество, необходимое для схватыванія, составляетъ при мягкомъ, хорошо схватывающемъ матеріалѣ щебеночной коры 6 до 8% отъ количества щебня въ корѣ, при твердомъ матеріалѣ до 15%, въ среднемъ до 10%.

Схватывающій матеріалъ насыпается лишь тогда, когда щебень въ слоѣ коры предварительно укатанъ (уплотненъ) въ достаточной степени. Землистые схватывающіе матеріалы признаются безусловно негодными.

Расходъ матеріала (см. также стр. 238). Если *a* ширина части дороги съ щебеночной корой въ m и *b* толщина соотвѣтствующаго слоя въ cm, то на 100 пог. m дороги требуется нижеслѣдующее количество матеріала *c* въ cbm по отдѣльнымъ слоямъ.

Средняя общая толщина въ cm	Верхняя кора			Средній слой			Постель		
	a m	*b* cm	*c* cbm	*a* m	*b* cm	*c* cbm	*a* m	*b* cm	*c* cbm
28	5,6	9	50,5	5,45	7	38,0	5,45	12	65,5
26	5,6	9	5[illegible],5	5,45	7	27,5	5,45	12	
24	5,6	12	67,0	—	—	—	5,45	12	
22	5,6	10	56,0	—	—	—	5,45	12	
21	5,6	9	50,5	—	—	—	5,45	12	
28	5,0	9	45,0	4,85	7	34,0	4,85	12	58,0
26	5,0	9	43,0	4,85	5	24,5	4,85	12	
24	5,0	12	60,0	—	—	—	4,85	12	
22	5,0	10	50,0	—	—	—	4,85	12	
21	5,0	9	45,0	—	—	—	4,85	12	
28	4,5	9	40,5	4,35	7	30,5	4,35	12	52,0
26	4,5	9	40,5	4,35	5	22,0	4,35	12	
24	4,5	12	54,0	—	—	—	4,35	12	
22	4,5	10	45,0	—	—	—	4,35	12	
21	4,5	9	40,5	—	—	—	4,35	12	
28	4,0	9	35,0	3,85	7	27,0	3,85	12	46,0
26	4,0	9	36,0	3,85	5	19,5	3,85	12	
24	4,0	12	48,0	—	—	—	3,85	12	
22	4,0	10	40,0	—	—	—	3,85	12	
21	4,0	9	36,0	—	—	—	3,85	12	

Расходъ бордюрныхъ (или краевыхъ) камней при ширинѣ отдѣльныхъ камней 10 cm и высотѣ 20 до 25 cm составляетъ на 100 m длины дороги 5 до 6 cbm.

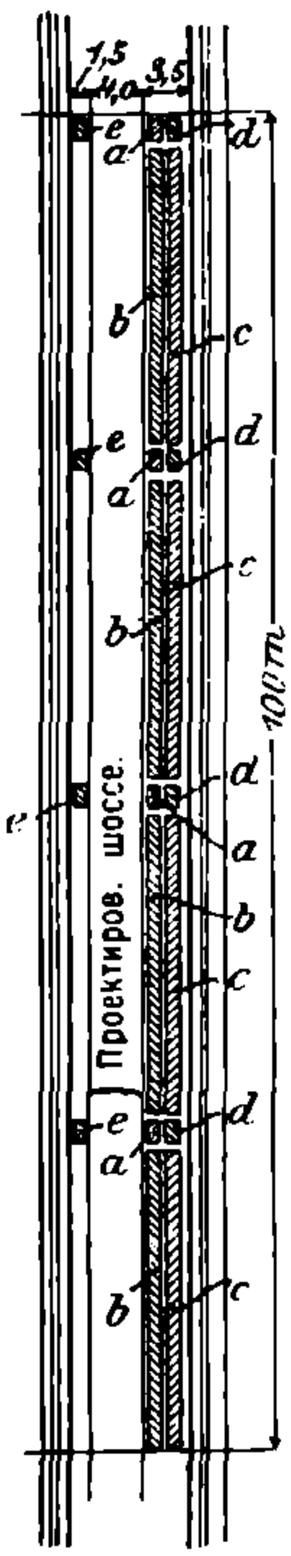
Количество схватывающаго матеріала см. выше.

НТБ ДНУЖТ

Подвозка всѣхъ строительныхъ матеріаловъ должна быть окончена до начала укладки верхняго строенія, съ тѣмъ, чтобы послѣднее въ благопріятное время года могло быть окончено безъ перерыва въ работѣ. Подвозка производится при сооруженіи новыхъ дорогъ по узкоколейнымъ временнымъ желѣзнымъ дорогамъ, а при работахъ по ремонту и содержанію пути — въ телѣгахъ.

Укладка матеріаловъ въ штабеля производится на бермахъ или на лѣтнемъ пути въ томъ же порядкѣ, въ какомъ эти матеріалы будутъ при сооруженіи употреблены въ дѣло. Примѣръ укладки строительныхъ матеріаловъ для дороги шириною проѣзжей части 4,00 m, лѣтняго пути 2,5 m и двухъ бермъ шириною 1,0 m и 1,50 m показанъ на черт. 8 и 9. Толщина постели 12 cm, щебеночной коры 9 cm.

Черт. 8.

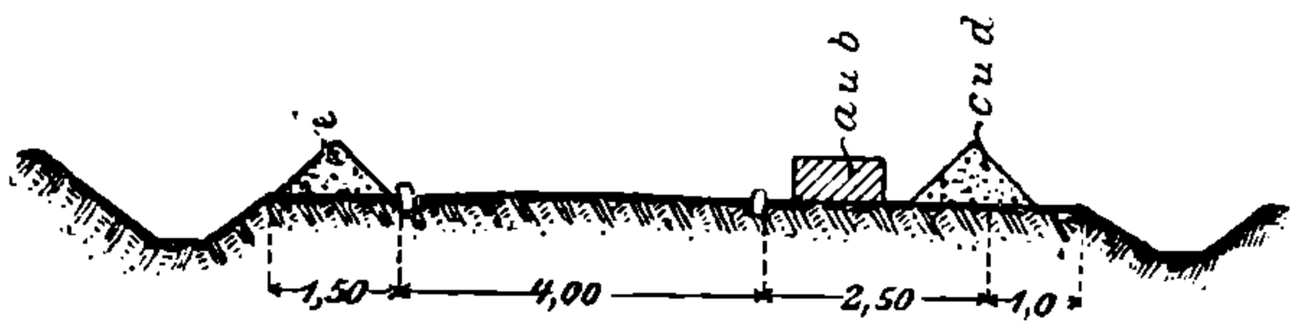


Для сооруженія каменнаго пути на 100 m проѣзжей части вышеуказанной дороги требуется: 46 cbm постельныхъ камней, 36 cbm щебня, изъ коего 24 cbm нормальнаго и 12 cbm мелкаго щебня, 6 cbm краевыхъ камней, 8 cbm гравія и 2 cbm глины.

Укладка этихъ матеріаловъ видна на черт. 8 и 9, на которыхъ означаютъ:

a = по 1,5 cbm краевыхъ камней,
b = по 11,5 » постельныхъ камней,
c = по $\begin{cases} 6 & \text{» нормальнаго щебня,} \\ 3 & \text{» мелкаго щебня,} \end{cases}$
d = по 2 » гравія,
e = по 0,5 » глины.

Черт. 9.



Укатываніе проѣзжей части производится конными или паровыми катками. Конные катки представляютъ чугунный снабженный внутренними ребрами цилиндръ толщиною стѣнокъ 5 до 7,5 cm длиною 1,1 до 1,4 m и наружнымъ діаметромъ 1,2 до 1,8 m.

Дышла и телѣжка деревянныя (дубъ) для удобства исполненія ремонта во всякомъ мѣстѣ; часто примѣняются и желѣзныя дышла. Неповоротное дышло требуетъ перепряжки

НТБ ДНУЖТ

лошадей по окончаніи прохода укатываемаго участка (6 мин.). Этого можно избѣжать, если катокъ помѣстить въ кольцевой рамѣ, на которой прикрѣпляется поворотное дышло.

Для торможенія примѣняются колодки, приводимыя въ дѣйствіе тормознымъ винтомъ и рукояткой. Очистка катка отъ пристающей грязи производится скребками или щетками.

Нагрузка катковъ достигается заполненіемъ ихъ водою или пескомъ, а также при помощи нагрузочныхъ ящиковъ, подвѣшиваемыхъ у основанія дышла и заполняемыхъ камнями или пескомъ. Вѣсъ порожняго катка составляетъ 3 до 5 t, а нагруженнаго катка 6 до 8 t на 1 пог. m его длины.

Въ общемъ вѣсъ катка находится въ зависимости отъ толщины укатываемаго слоя (коры) и отъ сопротивленія и свойствъ щебня. Для мягкой каменной породы и тонкой коры вѣсъ катка меньше, чѣмъ для щебня твердаго при толстой корѣ. Цилиндрическая часть катка въ срединѣ изнашивается быстрѣе, чѣмъ по краямъ, почему въ каткахъ новѣйшей конструкціи толщина стѣнокъ увеличивается посредине на 10 до 15 mm (кнаружи). Весьма нецѣлесообразно придавать производящей цилиндра у новаго катка форму кривой соотвѣтственно выпуклой формѣ проѣзжей части.

По проф. Зонне, ширина поверхности прикосновенія катка къ поверхности дороги составляетъ при неподвижномъ каткѣ 10 cm, а во время укатыванія 20 до 10 cm. Укатываніе начинаютъ порожнимъ каткомъ и притомъ такъ, что первоначально уплотняютъ оба боковыхъ края дороги вмѣстѣ съ краями бермъ, и затѣмъ укатываютъ проѣзжую часть по направленію къ срединѣ, причемъ каждый проходъ катка перекрываетъ предыдущій на 20 до 30 cm. Послѣ ряда проходовъ каткомъ вѣсъ катка постепенно увеличивается загрузкою его водою или пескомъ, а также заполненіемъ грузовыхъ ящиковъ пескомъ или камнемъ.

При умѣренныхъ подъемахъ дороги запрягаютъ обыкновенно одну лошадь на 1 t вѣса нагруженнаго катка. Для передвиженія ненагруженнаго катка по свѣженасыпному щебню требуется такая же движущая сила, какъ и для послѣдующаго перемѣщенія нагруженнаго катка по предварительно укатанной дорогѣ. Скорость движенія около 0,5 до 0,7 m/sk. Часовая производительность укатыванія составляетъ 20 до 25 qm дороги или 1,5 до 2,0 cbm щебня твердыхъ породъ и 2 до 4 cbm щебня мягкихъ породъ.

Укатываніе цѣлесообразно производить въ сырую погоду. Въ сухую погоду и при надежномъ грунтѣ требуется для ускоренія укатки и сохраненія щебня производить поливку. При сыромъ или глинистомъ грунтѣ, необходимо для избѣжанія его размоканія эту поливку производить весьма осторожно, а иногда и отъ поливки отказаться.

Единственное преимущество конныхъ катковъ передъ кат-

НТБ ДНУЖТ

ками паровыми состоитъ въ легко достигаемомъ измѣненіи вѣса катка при одновременной малой его стоимости; послѣднимъ слѣдуетъ однако отдавать предпочтеніе при новыхъ сооруженіяхъ и значительныхъ подъемахъ.

Паровые катки. Обыкновенно примѣняются два типа: французскій и англійскій. Первый типъ, менѣе употребительный, строится по типу конныхъ катковъ, имѣетъ два катка одинаковой длины (діам. 1,2 m, длина 1,4 m, между осями 2,8 m), расположенные одинъ позади другого. Катки англійскаго типа имѣютъ 4 укатывающихъ цилиндра, изъ которыхъ два заднихъ неподвижны (діам. 1,5 m, ширина 0,5 m, разстояніе между катками въ свѣту 1,0 m) и два переднихъ поворачиваются; послѣдніе располагаются другъ возлѣ друга на одной общей оси, которая укрѣплена въ подвижной рамѣ. Вѣсъ катка въ рабочемъ состояніи 10 до 20 t. Наиболѣе употребительны 3 типа: 12, 15 и 18 t. Стоимость 10,000 до 20,000 марокъ.

Два рядомъ расположенныхъ переднихъ катка устроены подвижными въ особой рамѣ при помощи цѣпного или рычажнаго механизма, два заднихъ большихъ катка служатъ движущими. Для движенія требуется 10 до 30 ЛС.

Заводъ Kuhn въ Бергѣ изготовляетъ катки слѣдующихъ размѣровъ:

Номеръ парового катка	III a	IV a
Вѣсъ въ рабочемъ состояніи . t	15,0	12,0
Нагрузка переднихъ катковъ . . »	5,5	4,5
» заднихъ » . . »	9,5	7,5
Базисъ . . . . . m	3,46	3,14
Діаметръ движущихъ катковъ . . »	1,67	1,67
» поворотныхъ » »	1,20	1,10
Ширина движущихъ катковъ . . »		
» поворотныхъ » . . »	0,44	0,40
Разстояніе въ свѣту между движущими катками . . »	0,65	0,58
	1,18	1,08

Преимущества паровыхъ катковъ: большая производительность безъ перерыва движенія даже и при дорогахъ съ сильнымъ подъемомъ, укатываніе какъ при переднемъ, такъ и при заднемъ ходѣ катка, легкое поворачиваніе катка въ кривыхъ (до рад. 15 m). Особенно удобны для укатыванія толстыхъ слоевъ щебеночной коры изъ щебня твердыхъ каменныхъ породъ.

Неудобства паровыхъ катковъ: нельзя измѣнять нагрузки катковъ по мѣрѣ укатыванія.

Скорость парового катка при работѣ составляетъ около 0,7 m/sk для обоихъ типовъ.

Длина укатываемаго участка при конныхъ каткахъ равна 400 до 700 m, при паровыхъ каткахъ она произвольна. Число проходовъ каткомъ по одному и тому же мѣсту зависитъ отъ вѣса катка, погоды, толщины щебеночной коры и породы камня.

НТБ ДНУЖТ

Число необходимыхъ проходовъ зависитъ отъ породы и толщины укатываемаго слоя, равно и отъ вѣса катка. При щебнѣ твердыхъ породъ и размѣрахъ щебня отъ 6 до 12 cm дѣлаютъ отъ 50 до 150 проходовъ.

Щебеночная кора дороги считается достаточно уплотненною, если послѣ продолжительной укатки кусокъ щебня размѣромъ около 4 cm въ сторонѣ, брошенный впереди катка, не вдавливается болѣе въ кору цѣликомъ, а размельчается и крошится.

Содержаніе шоссированныхъ дорогъ состоитъ въ удаленіи пыли и грязи, исправленіи и возобновленіи коры и исправленіи поврежденныхъ вспомогательныхъ устройствъ (стр. 255).

Очистка отъ пыли и грязи производится либо отъ руки при помощи метелъ и деревянныхъ скребковъ либо при помощи щеточныхъ машинъ. Первый способъ примѣняется лишь для удаленія отдѣльныхъ скопляющихся животныхъ отбросовъ или очистки загрязненныхъ мѣстъ, образующихся на дорогахъ со слабымъ движеніемъ. На дорогахъ, гдѣ требуется правильная ежедневная очистка, а особенно на дорогахъ горизонтальныхъ или со слабыми подъемами и значительнымъ движеніемъ, этотъ способъ очистки улицъ слишкомъ дорогъ. (См. стр. 270.)

Очистка дорогъ при помощи щеточной машины обходится на 20 до 30% дешевле, чѣмъ ручная очистка.

Для лучшаго сохраненія коры весьма цѣлесообразно послѣ очистки производить посыпку острымъ гравіемъ для заполненія вновь промежутковъ между камнями, которые могли образоваться при чисткѣ.

У дорогъ горныхъ нѣтъ необходимости производить чистку улицъ, такъ какъ она достигается дѣйствіемъ дождевыхъ водъ.

Для проѣзжихъ дорогъ съ незначительнымъ движеніемъ достаточно, если одинъ разъ въ день сторожъ производитъ удаленіе животныхъ выдѣленій. Чистка всей дороги, если это необходимо, производится нѣсколько разъ въ годъ черезъ опредѣленные равные промежутки.

Содержаніе щебеночной коры производится въ первые годы тщательнымъ исправленіемъ отдѣльныхъ пробитыхъ въ корѣ дыръ, продольныхъ канавокъ отъ колесъ, ямъ и т. под. **(мѣстный ремонтъ).** Въ этомъ случаѣ образовавшіяся ямы и углубленія очищаются отъ грязи, края зарубаются киркой и заполняются щебнемъ. Эта засыпка легко утрамбовывается ручною бабою; окончательная трамбовка производится колесами проходящихъ телѣгъ. Лучше однако производить уплотненіе при помощи катковъ.

Сплошная замѣна коры. Послѣ нормальнаго износа коры на опредѣленную толщину, для содержанія дороги въ исправности, мѣстный ремонтъ является уже недостаточнымъ и, кромѣ того, обходится дорого. Въ этихъ случаяхъ рекомендуется замѣнять всю верхнюю одежду новою. Для этой

НТБ ДНУЖТ

цѣли поверхность дороги тщательно очищается отъ грязи, и щебеночная кора удаляется отдѣльными полосами во всю ширину полотна; затѣмъ наносится въ достаточномъ количествѣ новый слой щебня и укатывается по направленію отъ боковъ дороги къ срединѣ.

Необходимое число проходовъ катка въ этомъ случаѣ, въ виду прочности постели, можетъ быть меньше, чѣмъ при сооруженіи новой дороги. При толщинѣ коры 10 до 12 cm число это равно 60 до 120, смотря по тому, будетъ ли каменная порода очень мягка или очень тверда.

Ежегодный расходъ щебня на содержаніе шоссе опредѣляется по слѣдующей таблицѣ:

при ежедневномъ проходѣ по дорогѣ въ день	при весьма твердой каменной породѣ cbm	при каменной породѣ средней твердости cbm
20 — 50 животныхъ	4 до 6	6 до 8
50 — 100 »	6 » 7	8 » 9
100 — 300 »	7 » 8	9 » 10

b) **Дороги покрытыя гравіемъ** замѣняютъ щебеночное шоссе въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ нѣтъ хорошихъ камней или гдѣ они очень дороги.

Если въ массѣ гравія имѣются въ достаточномъ количествѣ крупные куски, то они выбираются, разбиваются для образованія постели; послѣдняя раньше покрытія ее корой тщательно укатывается.

Наиболѣе цѣлесообразно принимать толщину слоя постели 15 до 20 cm, а слой коры 10 до 12 cm. Укатываніе такъ же, какъ и щебеночныхъ дорогъ.

Очень хорошія дороги изъ гравія находятся въ Цюрихскомъ кантонѣ.

c) **Мощеныя дороги.**

Способъ сооруженія мощеныхъ улицъ въ городахъ см. стр. 262 и слѣд. Въ мѣстахъ бѣдныхъ камнемъ дороги примѣняются двухъ типовъ: каменная и клинкерная мостовая.

Мостовая перваго типа состоитъ изъ грубооколотыхъ камней приблизительно кубической формы, въ сторонѣ 6 до 8 cm и высотою 8 cm.

Камни, подбитые слоемъ песка толщиною въ 2 cm, укладываются (мостятся) при замѣнѣ старой коры или при сооруженіи новой дороги на предварительно приготовленную и тщательно укатанную постель, плотно утрамбовываются и, для заполненія швовъ, перекрываются первоначально слоемъ гравія. Если мостовая стелется по изъѣзженной дорогѣ, то всѣ выбоины послѣдней заполняются мелкимъ щебнемъ и выравнивается тщательнымъ укатываніемъ.

Дороги этого типа весьма удобны для движенія, при нор-

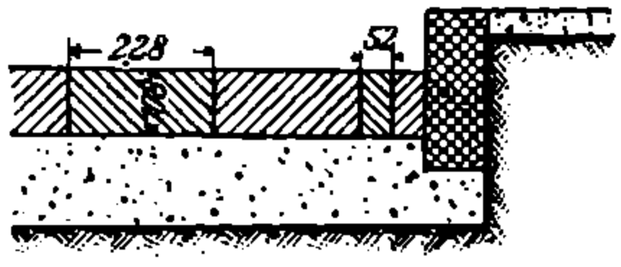
НТБ ДНУЖТ

мальныхъ условіяхъ изнашиваются мало и вполнѣ равномѣрно; требуютъ незначительнаго текущаго ремонта, который производится весьма легко.

Для весьма тяжелыхъ телѣгъ онѣ такъ же мало пригодны, какъ и дороги со щебеночною корой (шоссе), ибо отдѣльные камни легко раздавливаются отъ передаваемаго колесами груза. Въ этомъ случаѣ примѣняется лишь гранитная мостовая.

Клинкерная мостовая изъ обожженныхъ искусственныхъ камней по черт. 10. Камни размѣрами 52 · 108 228 устанавливаются на ребро въ перевязку рядами, перпендикулярными оси улицы, укладываются на толстомъ слоѣ гравія и плотно утрамбовываются.

Черт. 10.



Краевые (бордюрные) камни обязательны, равнымъ образомъ на первое время необходимо покрывать мостовую достаточно толстымъ слоемъ гравія.

d) **Вспомогательныя устройства.**

Сюда относятся: верстовые знаки, указывающіе разстоянія въ верстахъ (или пикетахъ по 50 саж.) отъ начальнаго пункта дороги; затѣмъ предѣльные камни или столбы, означающіе границы отчужденія отъ сосѣднихъ владѣній; указатели дороги на перекресткахъ и отвѣтвленіяхъ.

Кромѣ того переѣзды со шлагбаумами и будками къ нимъ, огражденія, предохранительныя стѣнки (изъ каменной кладки) на крутыхъ поворотахъ дороги и для огражденія выемокъ—древесныя насажденія.

B. Городскія улицы.

1. Общія данныя.

a) При **распланированіи** предположеннаго къ застройкѣ участка необходимо, главнымъ образомъ, принимать въ разсчетъ слѣдующія соображенія.

Характеръ и расположеніе участка, будущее назначеніе соотвѣтствующей части города, въ которой находится участокъ (т.-е. предполагаются ли жилые дома, торговыя или фабричныя помѣщенія); господствующее направленіе вѣтра; направленіе движенія и ожидаемые размѣры движенія по отдѣльнымъ улицамъ, въ зависимости отъ чего и устанавливается ширина улицъ; устройство общественныхъ садовъ и площадей, а равно площадокъ для дѣтскихъ игръ; устройство различныхъ трубопроводовъ (вода, газъ и т. п.); устройство канализаціи и центральныхъ электрическихъ станцій; возможно лучшую утилизацію участковъ подъ выстройку домовъ.

Участки для жилыхъ построекъ располагаются обыкновенно по направленію господствующихъ вѣтровъ. Такъ, напр., если направленіе господствующихъ вѣтровъ — юго-западное

НТБ ДНУЖТ

(Берлинъ), то участки для жилыхъ домовъ располагаются съ западной и юго-западной стороны; дѣловая часть располагается въ центрѣ, а фабричная часть — съ сѣверной и восточной стороны.

Разбивка городскихъ улицъ и строительныхъ участковъ.

Рекомендуется при проектированіи городскихъ улицъ отдѣлять главныя улицы, по которымъ производится движеніе, отъ улицъ боковыхъ. Направленіе главныхъ улицъ опредѣляется мѣстоположеніемъ главныхъ пунктовъ, между которыми происходитъ наиболѣе оживленное движеніе (пригороды, дѣловая часть города, вокзалы, загородныя мѣста и т. п.), а также направленіемъ существующихъ проѣзжихъ дорогъ, водотоками, городскими укрѣпленіями и т. п.

Площадь, расположенная между главными улицами, раздѣляется боковыми улицами на строительные участки.

Главные типы расположенія новой сѣти улицъ: прямоугольное, треугольное и діагональное расположеніе, а также и радіальное расположеніе съ кольцевыми улицами. Обыкновенно соединяютъ два или нѣсколько типовъ, напр. для главныхъ улицъ выбирается радіальное расположеніе съ кольцевыми улицами и прямоугольное расположеніе для участковъ, подлежащихъ застройкѣ*).

Длина и ширина строительныхъ участковъ находится въ зависимости отъ цѣлей, для которыхъ эти участки предназначаются, а также и отъ того, въ какой мѣрѣ участокъ можетъ быть использованъ. Для фабрикъ, заводовъ и дачныхъ поселковъ участки всегда больше, чѣмъ при сооруженіи жилыхъ домовъ.

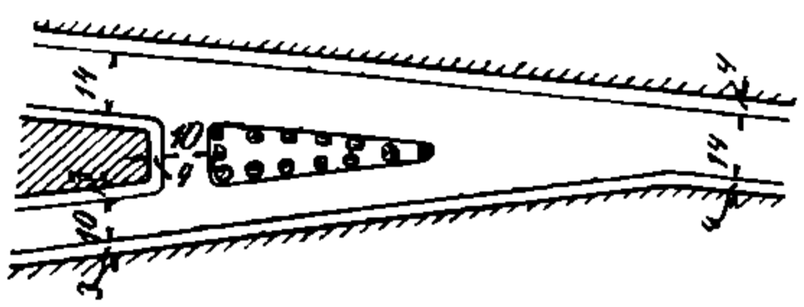
Въ первомъ случаѣ ширина участка 100 до 200 m при длинѣ 200 до 400 m; въ послѣднемъ случаѣ ширина 50 до 100 m при длинѣ 100 до 200 m.

Пересѣченія улицъ и площади.

Необходимо, по возможности, избѣгать пересѣченія улицъ подъ очень острыми углами.

Если такихъ пересѣченій избѣжать нельзя, то рекомендуется въ мѣстахъ пересѣченія устройство островковъ или площадей (черт. 11). Въ мѣстахъ пересѣченія и отвѣтвленія улицъ тротуары должны быть надлежащимъ образомъ закруглены.

Черт. 11.



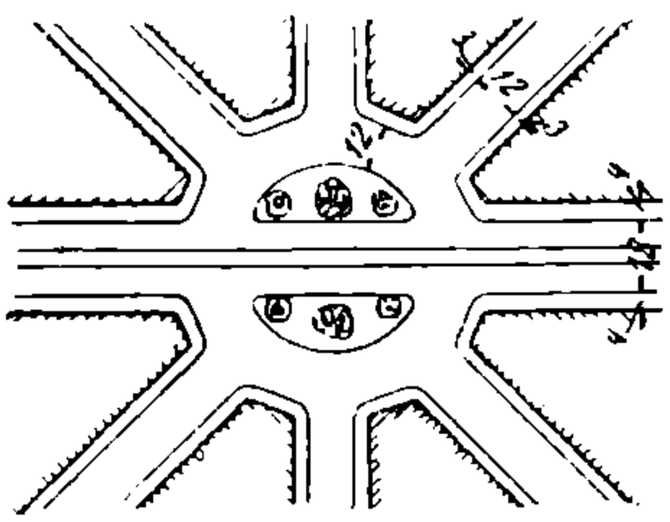
Площади, въ зависимости отъ назначенія, проектируются для: движенія, рынковъ, дѣтскихъ игръ, украшенія и для парковъ.

*) Болѣе подробно см. H. D. I. W., 4 отд., 3 изд., стр. 189 и слѣд.

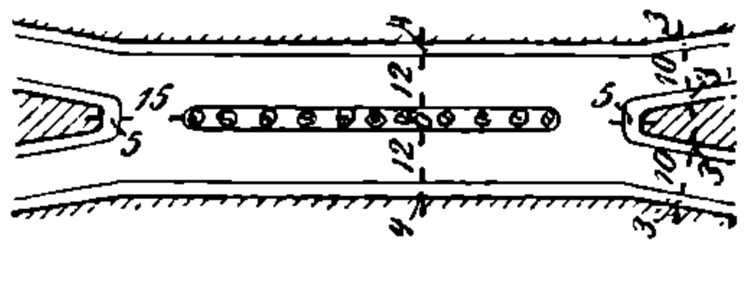
НТБ ДНУЖТ

Площади устраиваются въ мѣстахъ пересѣченія нѣсколькихъ улицъ, съ цѣлью увеличить безопасность движенія (черт. 12). Площади эти невелики и снабжаются однимъ или нѣсколькими островками для пѣшеходовъ. Островки обыкно-

Черт. 12.



Черт. 13.



венно не обсаживаются деревьями, для того чтобы кучеръ могъ свободно видѣть по направленію разныхъ улицъ.

При продолговатой формѣ площадей (черт. 13) онѣ могутъ быть обсажены деревьями.

Открытые на площадяхъ рынки должны быть устраиваемы въ тѣхъ городахъ, гдѣ нѣтъ крытыхъ рынковъ, и притомъ въ такихъ мѣстахъ, гдѣ они всего удобнѣе и ближе могутъ посѣщаться городскими жителями.

Площади для дѣтскихъ игръ часто соединяются съ площадями для украшенія или парками, такъ что часть послѣднихъ утилизируется для дѣтскихъ игръ.

Большіе парки устраиваются внутри большихъ городовъ и на окраинахъ. Внутри городовъ ихъ цѣлесообразно располагать между жилыми и фабричными частями или между дѣловыми и фабричными частями города.

Направленіе и подъемы улицъ.

Сильно искривленныя улицы весьма невыгодны для разбивки на участки и для движенія, но онѣ лучше приспосабливаются къ поверхности грунта и къ допускаемой величинѣ предѣльныхъ подъемовъ и даютъ лучшій видъ. Длинныя и прямыя улицы въ ровной мѣстности весьма удобны для движенія, но въ архитектурномъ отношеніи менѣе красивы. Въ этомъ случаѣ весьма выгодны отдѣльныя площади съ художественными зданіями (церкви, фонтаны, театры и т. п.).

Наибольшій подъемъ главныхъ городскихъ улицъ не долженъ превосходить $2^0/_0$ въ ровной и $4^0/_0$ въ гористой мѣстности, что при надлежащей трассировкѣ почти всегда можетъ быть достигнуто.

Боковыя улицы, по которымъ нѣтъ сквозного движенія, могутъ имѣть большіе подъемы, не превышающіе, однако, двойныхъ подъемовъ противъ вышеприведенныхъ. При большей разности высотъ рекомендуется устройство лѣстницъ для

НТБ ДНУЖТ

пѣшеходовъ; улица тогда подраздѣляется на двѣ части, изъ которыхъ каждая однимъ концомъ прилегаетъ съ незначительнымъ подъемомъ къ общей уличной сѣти.

Въ зависимости отъ подъемовъ необходимо выбирать и типъ мостовой. Для асфальтовой мостовой наибольшій допускаемый подъемъ при слабомъ движеніи 1,6%, при сильномъ движеніи 1,3%; при прокладкѣ желѣзноконныхъ дорогъ не болѣе 1%. Въ послѣднемъ случаѣ цѣлесообразна между ѣздовыми рельсами деревянная мостовая. Для деревянной мостовой за наибольшій подъемъ принимаютъ въ Германіи 2,5%, въ Англіи 5%.

Ширина улицъ и поперечная профиль.

Ширина главныхъ улицъ зависитъ, главнымъ образомъ, отъ размѣровъ ожидаемаго движенія и отъ типа обращающихся по улицамъ экипажей, электрическихъ дорогъ и т. п. Ширина боковыхъ улицъ обусловливается достаточнымъ притокомъ воздуха и свѣта, удобствомъ прокладки трубъ для газа, воды, канализаціи и т. п.

Наименьшая ширина для безпрепятственнаго движенія двухъ встрѣчныхъ экипажей шириною 2,5 m (съ запасомъ) равна 8 m, т.-е. 5 m для экипажей и 3 m для тротуаровъ. Эту ширину улицъ можно, однако, рекомендовать лишь при слабомъ движеніи, небольшой высотѣ построекъ и при условіи устройства палисадниковъ. При планировкѣ новыхъ улицъ наименьшая ихъ ширина рекомендуется не менѣе 10 m.

Для улицъ, разсчитанныхъ на большее число экипажей, необходимо увеличивать ширину на 3 m для каждаго новаго экипажа; соотвѣтственно должна быть увеличена и ширина тротуаровъ. Въ нѣкоторыхъ городахъ улицы въ зависимости отъ ихъ ширины причисляются къ разнымъ классамъ; такъ, напр., въ Дрезденѣ 14, 17, 20, 23 m; Гейльброннъ: 8, 13, 16, 23 m; Роштокъ: 10, 17, 24 m; Маннгеймъ: 10, 15, 25 m; Бременъ: 10, 14, 18.

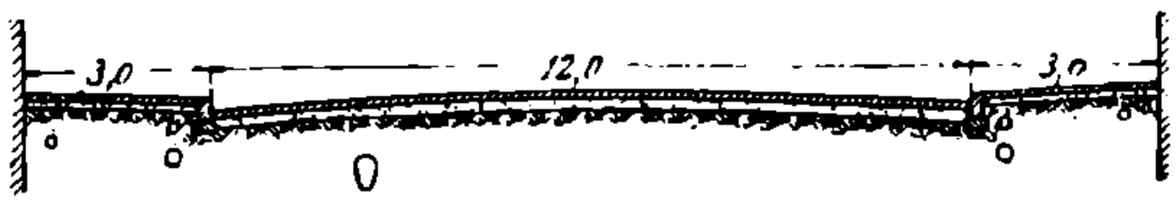
Улицы магистральныя имѣютъ бо́льшую ширину, около 20 до 40 m въ зависимости отъ ожидаемаго на нихъ движенія, тогда какъ для жилыхъ кварталовъ рекомендуется 14 до 20 m.

Наиболѣе извѣстныя городскія улицы имѣютъ значительно большую ширину, напр.: Рингштрассе въ Вѣнѣ 57 m, подъ Липами въ Берлинѣ—58 m, Людвигштр. въ Мюнхенѣ 39 m.

Для обезпеченія достаточнаго притока воздуха и свѣта, необходимо, чтобы ширина улицы въ свѣту b (между зданіями) была $\geqq$ высотѣ будущихъ зданій. На существующихъ улицахъ высота возводимыхъ зданій должна находиться въ зависимости отъ ширины улицы.

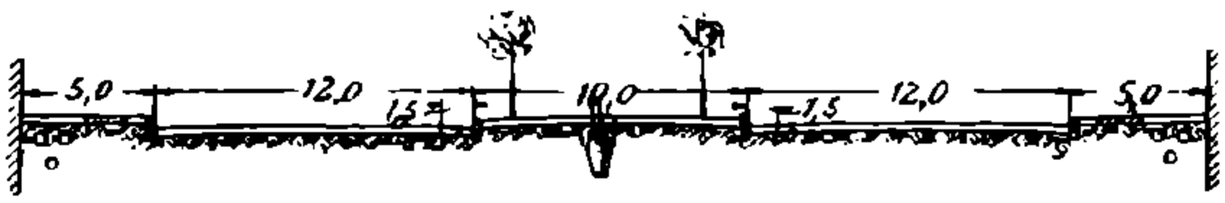
НТБ ДНУЖТ

Черт. 14.



Ширина улицы раздѣляется на три части: проѣзжую часть и два боковыхъ тротуара (черт. 14). Хорошее соотношеніе между шириною проѣзжей части и тротуаровъ получается, если ширина обоихъ тротуаровъ вмѣстѣ $= {}^2/_3$ ширины проѣзжей части; общая ширина улицы въ свѣту $b = 1{,}66$ ширины проѣзжей части.

Черт. 15.



При ширинѣ улицъ свыше 30 m рекомендуется устройство средняго тротуара (черт. 15), отчего улица раздѣляется по ширинѣ на 5 частей, а при устройствѣ по обѣ стороны средняго тротуара дорожекъ для верховой ѣзды — на 7 частей.

Выпуклость проѣзжей части цѣлесообразно дѣлать по дугѣ круга. Поперечный наклонъ проѣзжей части зависитъ отъ степени шероховатости мостовой. Для удобства движенія наклонъ долженъ быть возможно малый, для хорошаго удаленія воды—возможно большой.

Употребительныя значенія поперечнаго подъема:

для булыжной мостовой . 0,02 до 0,04 $\frac{b}{2}$

» клинкера и деревян. мостовой 0,015 » 0,03 $\frac{b}{2}$

» асфальтовой мостовой . 0,005 » 0,02 $\frac{b}{2}$

» шоссе . 0,03 » 0,06 $\frac{b}{2}$

» пѣшеходныхъ дорожекъ вообще 0,02 » 0,04 $\frac{b}{2}$,

гдѣ b ширина проѣзжей части.

Возвышеніе краевыхъ камней надъ уровнемъ мостовой составляетъ 12 до 15 cm, измѣняясь въ зависимости отъ уклона водосточныхъ лотковъ отъ 5 до 22 cm.

Высота уровня улицъ и удаленіе воды.

Предохраненіе отъ наводненія отдѣльныхъ частей улицы и сохраненіе самой улицы требуетъ надлежащаго ея возвышенія

НТБ ДНУЖТ

надъ уровнемъ высокихъ и грунтовыхъ водъ по возможности на 60 cm или болѣе.

Для улицъ городскихъ рѣдко придерживаются этой нормы, такъ какъ уже устройство канализаціи для удаленія сточныхъ водъ обусловливаетъ значительно большее возвышеніе уровня улицы.

Открытыхъ водосточныхъ канавъ съ крутыми стѣнками слѣдуетъ избѣгать на городскихъ улицахъ; при неимѣніи подземной канализаціи эти канавы замѣняются крытыми желобами съ боковыми впускными отверстіями. При подземной канализаціи вблизи краевыхъ камней располагаются дождевые колодцы на разстояніяхъ 40 до 60 m. Притокъ воды къ дождевымъ колодцамъ производится съ одной стороны по длинѣ улицы, если улица расположена на подъемѣ, и съ двухъ сторонъ — если улица расположена на горизонтали.

b) **Пути городскихъ желѣзныхъ дорогъ** прокладываются съ такимъ разсчетомъ, чтобы однопутныя линіи на узкихъ улицахъ находились съ одной стороны проѣзжей части улицы (средина колеи на разстояніи 1,5 m отъ краевого камня), а на широкихъ улицахъ, напротивъ того, — посрединѣ улицы. Въ послѣднемъ случаѣ разстояніе отъ средины колеи до краевого камня не должно быть меньше 3,5 m, лучше, однако, 6 m.

Тѣ же минимальные размѣры примѣняются и для двухпутныхъ линій жел. дорогъ. Въ этомъ случаѣ два пути жел. дор. располагаются въ срединѣ проѣзжей части, а если имѣется средній тротуаръ, то по обѣ стороны этого послѣдняго.

d) **Сѣть трубопроводовъ и канализаціонная.** Трубопроводы прокладываются подъ тротуарами; на случай ремонта непрерывность уличнаго движенія нарушается всего менѣе, и самый ремонтъ обходится дешевле. Трубы канализаціонной сѣти и подземныя дороги располагаются подъ проѣзжею частью улицы или подъ среднимъ тротуаромъ.

e) **Вспомогательныя устройства.**

Писсуары и отхожія мѣста, хорошо промываемые непрерывною струею воды, устанавливаются во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ большое движеніе, и на не очень значительныхъ разстояніяхъ. Устройство ихъ особенно рекомендуется на публичныхъ площадяхъ, въ паркахъ, большихъ островахъ и т. п.

Фонарные и телеграфные столбы располагаются на разстояніи 0,5 до 0,6 m отъ ребра краевого камня.

Возвышеніе электрическихъ проводовъ надъ уровнемъ улицы $\geqq 5$ m.

Бассейны для питьевой воды и гидранты.

Первые служатъ для водопоя лошадей и устанавливаются на тротуарахъ, вблизи мѣста стоянки экипажей, станцій жел. дор. Гидрантами пользуются для чистки улицъ (напол-

НТБ ДНУЖТ

неніе поливныхъ бочекъ) и главнымъ образомъ для тушенія пожаровъ; они устанавливаются также подъ тротуарами на разстояніи около 0,25 m отъ ребра краевого камня.

Пожаротушительные сигналы, афишные столбы и мусорные ящики также устанавливаются на тротуарахъ или островкахъ; первые два—въ пересѣченіяхъ улицъ, послѣдніе посрединѣ длины улицы (между пересѣченіями).

Древесныя насажденія весьма цѣлесообразны для улицъ шириною болѣе 25 m, при меньшей ширинѣ они заслоняютъ свѣтъ въ квартирахъ нижнихъ этажей. Разстояніе деревьевъ отъ стѣнъ домовъ не должно быть меньше 5,5 m. Разстояніе до ребра краевого камня принимается въ 0,6 до 1 m и между деревьями 7 до 8 m.

Доступъ воды къ корнямъ деревьевъ достигается при помощи продырявленныхъ чугунныхъ дисковъ діам. 1 до 1,5 m (черт. 18 стр. 269). Древесная кора защищается при помощи предохранительныхъ желѣзныхъ рѣшетокъ.

Вывѣски съ названіями улицъ необходимы; онѣ укрѣпляются къ стѣнамъ угловыхъ домовъ въ сплошь застроенныхъ кварталахъ. При устройствѣ палисадниковъ или большихъ промежуткахъ между домами, вывѣски прикрѣпляются къ спеціальнымъ столбамъ, устанавливаемымъ на тротуарѣ.

2. Сооруженіе и содержаніе проѣзжей части.

а) **Общія данныя.** При прокладкѣ новыхъ улицъ съ цѣлью утилизаціи даннаго участка земли для постройки на немъ домовъ, рекомендуется первоначальную мостовую и основаніе подъ нее выбирать по возможности дешевле. Этимъ съ одной стороны уменьшаются потери на уплату процентовъ за весь періодъ времени до полной застройки улицы и съ другой — уменьшаются расходы и облегчаются работы по прокладкѣ трубопроводовъ и канализаціонной сѣти и въ особенности работы по присоединенію отдѣльныхъ владѣній къ уличнымъ трубопроводамъ. Для этой цѣли подходитъ мостовая изъ естественныхъ или искусственныхъ камней достаточной твердости, хотя и худшаго качества по отношенію къ формѣ отдѣльныхъ камней и т. п. Въ большихъ городахъ для этой цѣли пользуются камнями изношенной мостовой другихъ улицъ.

По надлежащей застройкѣ участка, когда требуется мостовая лучшаго качества, производится замѣна износившейся къ тому времени первоначальной мостовой таковою же болѣе совершеннаго типа, причемъ требуется и замѣна всего основанія подъ мостовою.

Отъ окончательной мостовой въ общемъ требуются слѣдующія качества:

α) Сопротивляемость дѣйствію перемѣщающихся по мостовой грузовъ, для чего требуется достаточно твердая кора и достаточно прочное основаніе.

НТБ ДНУЖТ

β) Безшумность;достигается гладкою упругою поверхностью проѣзжей части (всего лучше дерево или асфальтъ) на сплошномъ прочномъ фундаментѣ.

γ) Сохраненіе животныхъ; достигается цѣлесообразнымъ выборомъ типа мостовой въ зависимости отъ подъема улицы и размѣровъ движенія.

δ) Отсутствіе запаха и пыли; достигается тщательнымъ уплотненіемъ (заливкою) всѣхъ швовъ, а равно и регулярною очисткою улицъ.

ε) Легкое и скорое выполненіе ремонта съ цѣлью избѣжать остановокъ движенія; достигается независимостью верхней коры отъ основанія (фундамента).

ζ) Безопасность для людей и животныхъ; достигается поддерживаніемъ надлежащей степени шероховатости мостовой (иногда посыпкой пескомъ).

b) **Фундаментъ или постель** имѣетъ цѣлью достичь правильную и вполнѣ надежную передачу давленія отъ колесъ на грунтъ. Въ зависимости отъ выбора типа мостовой, а также отъ рода и размѣровъ движенія постель состоитъ изъ:

α) Слоя крупнаго песка толщиною 10 до 40 cm, въ зависимости отъ строенія грунта. При толщинѣ слоя болѣе 20 cm требуется уплотненіе или трамбовка этого слоя.

β) Укатаннаго слоя гравія или щебня толщиною 10 до 20 cm.

Въ случаяхъ *α* и *β* требуется тщательная утрамбовка мостовой.

γ) Прочно укатаннаго слоя шоссе, составленнаго изъ основанія (пакляжъ) и щебеночной коры (стр. 247).

δ) Бетона толщиною 20 до 30 cm, укладываемаго обыкновенно въ два слоя, изъ коихъ нижній толщиною 15 cm составленъ изъ смѣси цементъ : песокъ : щебень = 1 : 3 : 6, а верхній толщиною 10 cm изъ смѣси 1 : 2 : 4; послѣдній тщательно выравнивается подъ надлежащій проектный уклонъ и затирается цементнымъ растворомъ 1 : 2.

ε) Двойного ряда брусьевъ изъ пропитаннаго дерева.

Типы основаній, указанные въ *α* и *β*, хорошо подходятъ для мостовыхъ изъ естественныхъ и искусственныхъ камней, тогда какъ основанія *δ* примѣняются особенно для асфальтовыхъ и деревянныхъ мостовыхъ. Основаніе *ε* примѣнялось въ Америкѣ въ виду дешевизны дерева; однако не оправдалось.

Для улицъ съ особенно усиленнымъ движеніемъ примѣняется бетонное основаніе (см. *δ*) для мостовой изъ гранитныхъ кубиковъ.

c) **Мостовая.**

α) **Мостовая изъ естественныхъ камней.**

Въ зависимости отъ формы употребляемыхъ камней различаютъ слѣдующіе типы мостовой.

Мостовая изъ колотыхъ камней состоитъ изъ раско-

НТБ ДНУЖТ

лотаго булыжнаго камня или грубо околотаго бута. Примѣняется въ малыхъ городахъ и для дорогъ второстепеннаго значенія. Укладывается на постели изъ гравія; швы въ перевязку.

Рядовая мостовая состоитъ изъ правильно обработанныхъ камней, лицевая поверхность которыхъ имѣетъ прямоугольную форму и одинаковые размѣры; размѣры боковыхъ плоскостей уменьшаются книзу (черт. 16c). Примѣняется для предварительнаго замощенія новыхъ улицъ, предназначаемыхъ для застройки новыхъ участковъ; въ случаѣ большихъ подъемовъ, однако, не годится, ибо отдѣльные камни легко опрокидываются.

Черт. 16.

Лицевая мостовая представлетъ наиболѣе распространенный типъ мостовой изъ естественныхъ камней (черт. 16b) въ городахъ. Отдѣльные камни имѣютъ одинаковую высоту, а лицевыя плоскости одинаковую ширину и приблизительно одинаковую длину, тогда какъ боковыя плоскости нѣсколько суживаются къ основанію. При этомъ у камней I класса основаніе на 1 до 2 cm ýже лицевой поверхности. Боковыя поверхности должны имѣть вертикальное направленіе на длинѣ 3 до 5 cm отъ лицевой поверхности, откуда уже начнется суженіе къ основанію. Большія отступленія отъ указанныхъ размѣровъ даютъ камни II и III класса. Значительныя преимущества этихъ камней: плотность швовъ, хорошая устойчивость и умѣренная цѣна. Перевертываніе камней невозможно.

Мостовая изъ кубиковъ составляется изъ правильно обработанныхъ кубическихъ камней одинаковой длины, ширины и высоты (черт. 16a). Преимущества такихъ камней: хорошая передача давленія, возможность переворачиванія послѣ износа лицевой поверхности, невозможность осадки и сдвиженія отдѣльныхъ камней при хорошемъ основаніи. Невыгоды: дороговизна и болѣе широкіе швы, отчего быстрѣе изнашиваются края и лицевая поверхность постепенно закругляется.

Каменныя породы, примѣняемыя для вышеуказанныхъ мостовыхъ, должны, кромѣ свойствъ, указанныхъ на стр. 247, обладать еще способностью легко раскалываться *).

По Е. Дитриху, размѣры камней опредѣляются, въ зависимости отъ ихъ прочности, по слѣд. таблицѣ:

Сопротивленіе сжатію k kg/qcm	b cm	l cm	h cm
> 1200 . .	10	22,5	15
800 до 1200 .	10	22,5	20
< 800 .	12	25	20
	18	18	18

*) См. Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstrassen. Berlin 1885.

НТБ ДНУЖТ

Ширина камней, особенно изъ твердыхъ породъ, а также на подъемахъ должна быть возможно малая (около 10 cm), что необходимо для достиженія одинаковаго износа у краевъ и на срединѣ лицевой поверхности камня и лучшей опоры для лошадей.

Высота камней зависитъ отъ давленія колесъ и устройства постели; для большой нагрузки и плохой постели она выбирается возможно большою.

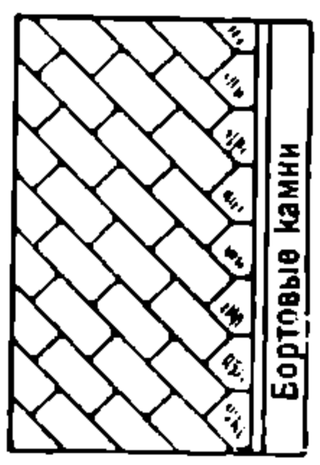
Длина принимается равною $1^1/_2$ до $2^1/_2\,b$, въ зависимости отъ того, будетъ ли b велико или мало.

Если швы расположены нормально къ оси улицы, то камни первыхъ рядовъ, прилегающихъ непосредственно къ краевымъ камнямъ, имѣютъ длину въ $1^1/_2$ большую противъ обыкновенныхъ камней; слѣдуетъ избѣгать камней $^1/_2$ длины противъ обыкновенныхъ.

Отступленіе въ размѣрахъ камней при хорошей мостовой допускается для b и h въ $\pm\,^1/_2$ cm и для l до 2 cm.

Укладка мостовой начинается съ установки краевыхъ камней — большею частью на каменной кладкѣ или бетонѣ и заполненія со стороны тротуара. Послѣ этого приступаютъ къ укладкѣ постели (песокъ, гравій, шоссе или цементный бетонъ), насыпкѣ гравія для подбивки (слой 8 до 10 cm), укладкѣ первыхъ рядовъ и ватерпасныхъ маяковъ для дальнѣйшей укладки камней мостовой. Особенно слѣдуетъ слѣдить за вертикальною установкой камней, хорошею ихъ подбивкой и за тонкостью швовъ.

Черт. 17.



Для рядовой мостовой и мостовой изъ кубиковъ сквозные швы большею частью располагаются нормально или подъ угломъ 45° къ оси улицы; въ послѣднемъ случаѣ для первыхъ рядовъ требуются камни особой формы (черт. 17).

Трамбованіе обыкновенно производится ручною трамбовкой въ 15 до 25 kg, а иногда трамбовками вѣсомъ 50 kg; послѣдніе обслуживаются четырьмя рабочими. Примѣненіе трамбовочныхъ машинъ не оправдалось.

Послѣ трамбовки швы тщательно заполняются: у обыкновенной мостовой худшаго качества гравіемъ на глубину 2 cm; у рядовой и лицевой мостовой — заливкою цементнымъ растворомъ или смѣсью смолы.

Содержаніе мостовой въ исправности состоитъ главнымъ образомъ въ замѣнѣ расколотыхъ камней новыми, устраненіи выпучинъ и проваловъ, равно и сплошной перестилкѣ цѣлыхъ участковъ. Послѣдній ремонтъ зависитъ отъ размѣра движенія и при плохихъ камняхъ требуется обыкновенно черезъ 5 до 8 лѣтъ, при камняхъ средняго качества черезъ 6 — 12 лѣтъ, а при лучшихъ камняхъ черезъ 12 — 20 лѣтъ.

НТБ ДНУЖТ

Смѣненные камни снова стесываются и примѣняются во второй разъ для дорогъ второстепеннаго значенія. Перекладка однихъ и тѣхъ же камней можетъ быть произведена два и не болѣе трехъ разъ. При правильной эксплоатаціи въ городахъ производятъ сплошную перекладку камней ежегодно опредѣленными участками.

β) **Мостовая изъ искусственныхъ камней.**

Мостовая изъ шлаковыхъ камней.

Шлаки доменныхъ печей, надлежащимъ образомъ составленные, выливаются въ формы, въ которыхъ медленно охлаждаются. Полученные шлаковые камни, будучи тщательно уложены, даютъ хорошую мостовую. При усиленномъ движеніи по мостовой камни эти въ виду ихъ хрупкости непримѣнимы.

Искусственные камни, имѣющіе надлежащій составъ и при тщательной ихъ укладкѣ, даютъ хорошую, но дорогую мостовую.

γ) **Цементъ-Макадамъ.** На фундаментѣ изъ тощаго хорошаго затвердѣвшаго бетона толщиною 20 до 25 cm накладывается слой лучшаго щебня толщиною 5 до 6 cm, смѣшаниаго съ цементнымъ растворомъ (1 ч. цем. и 2 ч. гравія), во влажномъ состояніи, немедленно трамбуется до тѣхъ поръ, пока на поверхности показывается вода.

Качество щебня должно быть опредѣлено съ такимъ разсчетомъ, чтобы твердость и изнашиваемость щебня и затвердѣвшаго цемента были между собой равны.

Опыты съ мостовою этого типа дали не вполнѣ удовлетворительные результаты. Для улицъ съ усиленнымъ движеніемъ не примѣняются, такъ какъ на случай ремонта движеніе по улицѣ должно быть прекращено до полнаго схватыванія цемента.

δ) **Литой асфальтъ** при толщинѣ слоя асфальта въ 6 до 10 cm въ Америкѣ оправдался очень хорошо, ѣзда по немъ даетъ меньше шума, чѣмъ ѣзда по болѣе твердому трамбованному асфальту. Литой асфальтъ размягчается въ лѣтнюю жару скорѣе, нежели асфальтъ трамбованный, почему долженъ лѣтомъ чаще поливаться водой.

По Л. Леве, смѣсь составляется изъ 12 до 15% тринидадскаго асфальта, 70 до 83% песка и 5 до 15% измельченнаго известняка.

Асфальтъ расплавляется съ примѣсью известковаго порошка и тщательно смѣшивается съ просушеннымъ мелкимъ пескомъ. Полученная такимъ образомъ масса равномѣрно раскладывается на бетонное основаніе полосами, нормальными къ оси улицы, выравнивается, посыпается пескомъ и уплотняется.

ε) **Трамбованный асфальтъ** представляетъ наиболѣе распространенный типъ на всѣхъ лучшихъ улицахъ германскихъ и французскихъ городовъ. Для сооруженія такой мостовой асфальтовый камень измельчается въ мелкій порошокъ, который, будучи нагрѣтъ въ желѣзныхъ ци-

НТБ ДНУЖТ

линдрахъ до 110—140° C, раскладывается въ горячемъ видѣ полосами перпендикулярно къ направленію движенія, уплотняется при помощи нагрѣтыхъ изнутри катковъ и нагрѣтыхъ на жаровнѣ трамбовокъ (вѣсъ 20 kg) и, наконецъ, проглаживается горячими утюгами. Черезъ нѣсколько часовъ послѣ этого проглаживанія по улицѣ можетъ быть открыто движеніе. Въ виду рыхлости порошкообразнаго слоя асфальта его насыпаютъ слоемъ на 40% выше, чѣмъ требуется для уже готоваго слоя.

До раскладыванія асфальта кладка основанія (всего лучше бетонъ) должна быть вполнѣ схвачена и поверхность основанія вполнѣ сухая. Рекомендуется поэтому работы производить только въ сухую погоду.

Толщина уплотненнаго слоя асфальта составляетъ въ Берлинѣ 4 до 6 cm. Износъ на оживленныхъ улицахъ составляетъ $^1/_2$ до 1 cm въ годъ.

Удѣльный вѣсъ трамбованнаго асфальта по Дитриху = 2,05 до 2,10, а того же асфальта, по которому производилась ѣзда, = 2,25 до 2,35.

Неудобства этого типа мостовой составляютъ частое образованіе трещинъ по направленію перпендикулярному оси улицы, и чрезвычайно гладкая поверхность во время дождя и мороза. Необходимо поэтому тщательно слѣдить за образованіемъ трещинъ и замѣнять испорченныя мѣста накладкою свѣжаго асфальта, тщательно очищать мостовую отъ грязи, а въ морозъ и сырую погоду тщательно посыпать пескомъ.

Особенно необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы трамбованный асфальтъ хорошо прилегалъ къ бордюрнымъ камнямъ тротуара, къ смотровымъ колодцамъ канализаціи, а равно и къ рельсамъ городскихъ дорогъ.

ζ) **Плитный асфальтъ** состоитъ изъ предварительно прессованныхъ асфальтовыхъ плитъ правильной формы; послѣднія до укладки на бетонномъ основаніи предварительно нагрѣваются; укладка производится въ перевязку, швы заполняются жидкимъ асфальтомъ или асфальтовымъ порошкомъ и затѣмъ уплотняются. Основаніемъ служитъ тщательно выровненный слой цементнаго бетона.

η) **Деревянная мостовая** имѣетъ въ Америкѣ большое распространеніе; въ Германіи примѣняется для улицъ, имѣющихъ подъемъ до $^1/_{40}$ (см. стр. 258), а равно и для мостовъ.

Дерево для мостовой должно быть тщательно выбрано и подобрано. Для одного и того же участка улицы никогда не слѣдуетъ брать лѣса изъ различныхъ мѣстностей или деревъ, растущихъ на различныхъ высотахъ, а тѣмъ болѣе избѣгать различныхъ древесныхъ породъ. Употребительны: ель, сосна, пихта, а въ нѣкоторыхъ мѣстахъ и болѣе дорогія породы: желтая сосна, питчъ-пайнъ. Дерево должно быть безъ сучковъ и имѣть возможно равномѣрную плотность. Для пре-

НТБ ДНУЖТ

дохраненія отъ преждевременнаго гніенія готовыя колодки погружаются въ деготь или растворъ хлористаго цинка. Предпочтеніе отдается дегтю, такъ какъ при этомъ у колодокъ въ значительной мѣрѣ уменьшается способность поглощенія воды и разбуханія.

Размѣры колодокъ весьма разнообразны и равны въ среднемъ: ширина $b = 7$ до 10 cm, длина $c = 18$ до 30 cm, высота $h = 12$ до 18 cm. Нормальные размѣры для Лондона и Парижа 7,5 · 22,5 · 15 cm.

Передъ постановкой на мѣсто деревянныя колодки погружаются въ горячую смолу или асфальтъ. Равномѣрная толщина швовъ достигается прокладкой особыхъ планокъ толщиной 2 до 10 mm и высотой 20 до 30 mm. Толщина швовъ зависитъ отъ рода матеріала, которымъ производится заливка швовъ, и равна для смолы и асфальта 2 до 5 mm, цементнаго раствора (1 : 2) 5 до 10 mm. Средняя толщина шва рекомендуется въ 5 mm. Глубина шва 20 до 30 mm, достигается прокладкою планокъ соотвѣтствующей толщины и высоты.

По установкѣ на мѣсто колодокъ съ заливкой швовъ мостовая покрывается тонкимъ слоемъ смолы или асфальта, по которому насыпается еще слой крупнаго и острограннаго гравія, толщиною 1 cm. Отъ экипажныхъ колесъ этотъ гравій вдавливается въ швы между колодками и въ самый торецъ дерева, образуя черезъ короткое время, вмѣстѣ съ раздавленными въ торцѣ древесными волокнами, весьма хорошо сопротивляющуюся кору (пленку) толщиною въ 1 до 2 cm; отъ ухода за этой корой, главнымъ образомъ, и зависитъ долговѣчность службы всей мостовой. Для содержанія въ исправности этой пленки требуется, помимо очистки мостовой (для другихъ цѣлей), производить посыпку мостовой ежемѣсячно крупнымъ и острограннымъ гравіемъ, который замѣняетъ собою гравій, изношенный и истертый отъ ѣзды въ теченіе мѣсяца.

При хорошемъ содержаніи мостовой образовавшаяся пленка ежегодно опускается книзу на 0,5 cm.

Въ мѣстахъ стоянки лошадей покрытіе дегтемъ производится возможно чаще, и поливка водой производится нѣсколько разъ въ теченіе дня.

При хорошихъ, тщательно подобранныхъ древесныхъ породахъ торцовая мостовая служитъ 10 до 15 лѣтъ въ зависимости отъ породы дерева, атмосферныхъ условій, размѣра движенія и болѣе или менѣе хорошаго содержанія.

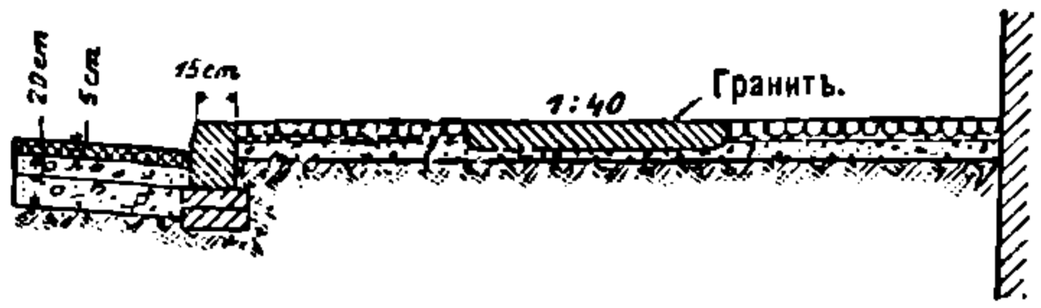
3. Сооруженіе и содержаніе пѣшеходныхъ дорогъ.

Для отдѣленія пѣшеходныхъ дорогъ отъ проѣзжей дороги или улицы примѣняются бордюрные камни или тротуарные пороги; первые изготовляются изъ грубо околотыхъ каменныхъ плитъ толщиною 8 до 10 cm и вышиною 25 до

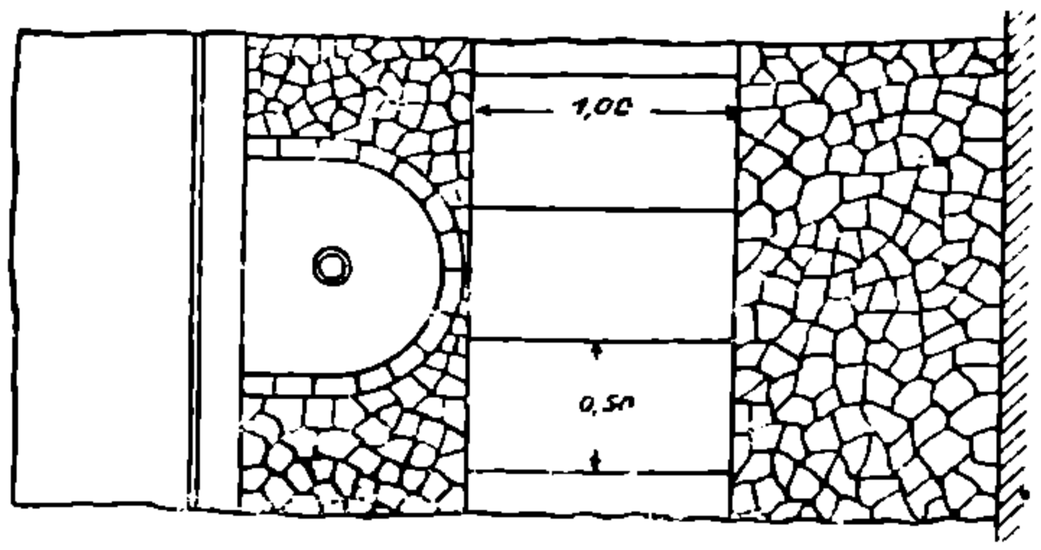
НТБ ДНУЖТ

35 cm — большею частью для шоссе и дорогъ второстепеннаго значенія, — вторые изъ гранитныхъ камней высотою 20 до 30 cm, длиною 1 до 2 m и толщиною вверху 10 до 15 cm (сѣченіе см. черт. 18 и 19), примѣняются для всѣхъ лучшихъ городскихъ улицъ. Бордюрные камни закапываются въ землю; тротуарные пороги устанавливаются на легкой кладкѣ въ два слоя кирпича или на слоѣ бетона (см. стр. 263).

Черт. 18.



Черт. 19.



Пѣшеходныя дороги, въ зависимости отъ ихъ значенія, покрываются мостовою слѣдующихъ типовъ:

α) На плотно утрамбованный слой толщиною 8 до 10 cm изъ мелкаго щебня или глины съ гравіемъ (въ половинной смѣси) кладется слой въ 2 cm изъ гравія или песка.

β) Какъ и *α*, но съ полосой мозаики шириною въ 1 m.

γ) Сплошная мозаика изъ возможно равномѣрнаго твердаго известняка.

δ) Клинкеръ (плашмя или на ребро).

ε) Плиты изъ песчаника, цемента или гранита.

ζ) Заливной асфальтъ толщиною 2 до 3 cm по слою бетона толщиною 10 до 15 cm.

η) Цементный полъ толщиною 2 до 3 cm, рифленый по слою бетона, какъ *ζ*.

ϑ) Метлахскія или битерфельдовскія плиты укладываются на растворѣ по слою бетона.

ι) Гранитоидъ и особой смѣси цементнаго раствора съ гранитнымъ щебнемъ.

Въ вышеупомянутыхъ типовъ рекомендуется: *α*) для парковыхъ дорогъ и пѣшеходныхъ дорогъ вблизи городовъ, *β*) для новыхъ, еще необстроенныхъ городскихъ улицъ, а

НТБ ДНУЖТ

равно и для парковыхъ дорогъ; γ) только для узкихъ пѣшеходныхъ дорогъ; δ) гдѣ трудно получить другіе камни, ε) весьма цѣлесообразны для укладки полосъ шириною въ 1 m на разстояніи 1 до 1,5 m отъ краевого камня и, параллельно этому послѣднему (черт. 19), остающаяся площадь покрывается мозаикой, отчего значительно облегчается укладка и ремонтъ трубопроводовъ. ζ и η для пѣшеходныхъ дорогъ на мостахъ, а равно для такихъ дорогъ, подъ которыми нѣтъ трубопроводовъ; толщину слоя асфальта принимаютъ равной 2 cm; ϑ) для перекрытыхъ желѣзнодорожныхъ платформъ, прихожихъ; укладка ихъ на открытомъ воздухѣ въ виду отмерзанія и растрескиванія не рекомендуется.

4. Чистка улицъ.

Очистка улицъ имѣетъ цѣлью главнымъ образомъ **удаленіе грязи, пыли** и животныхъ экскрементовъ. Производится руками (при помощи скребковъ, резиновыхъ скребковъ, метелъ) или при помощи щеточныхъ машинъ.

Часовая производительность одного рабочаго при ручныхъ инструментахъ 300 до 700 qm, а при помощи щеточныхъ машинъ для 1 лошади 5000 до 9000 qm. Щеточная машина имѣетъ рабочую ширину 1,5 до 2 m и для обслуживанія требуетъ 10 рабочихъ, включая сюда и удаленіе грязи, выметенной по направленію къ бордюрному камню.

Очистка мостовыхъ ручными приборами обходится 0,124 марки въ годъ на 1 qm, а при помощи машины 0,088 марки. Чистка вмѣстѣ съ мытьемъ обходится для асфальтовыхъ мостовыхъ на 0,13 марки на 1 qm дороже, чѣмъ очистка каменныхъ мостовыхъ.

Для предохраненія отъ пыли, особенно передъ чисткой и для уменьшенія жара, производятъ **поливку и мытье улицъ.** Поливку производятъ въ малонаселенныхъ мѣстахъ при помощи леекъ; въ большихъ городахъ **ручными поливочными тележками** емкостью до 250 литровъ при ширинѣ поливаемой полосы въ 2 m; однимъ наполненіемъ резервуара ручной телѣжки поливаютъ 600 до 650 qm площади.

Для этой же цѣли примѣняютъ особыя одноконныя **поливочныя бочки** на колесахъ емкостью 1000 до 1500 литровъ. Ширина поливаемой полосы, при горизонтальной трубѣ съ продыравленными стѣнками, 4 m.

Тюрке въ Дрезденѣ строитъ одноконныя поливныя бочки особаго типа: у задняго выходного отверстія бочки устанавливается спеціальная турбина, вращающаяся въ полуоткрытомъ кожухѣ; турбина приводится во вращеніе системой коническихъ колесъ отъ задней оси, причемъ притокъ воды къ турбинѣ регулируется особымъ клапаномъ; при этой системѣ получается очень широкая полоса поливки (6 — 8 m).

Для промывки и очистки асфальтовой и деревянной мо-

НТБ ДНУЖТ

стовой производятъ сначала поливку мостовой для размягченія грязи. Затѣмъ черезъ $^1/_4$ до $^1/_2$ часа производится вторичная болѣе обильная поливка и вслѣдъ за этимъ очистка при помощи щеточной машины или щетки съ резиновымъ скребкомъ. Послѣ этого асфальтовая мостовая посыпается пескомъ.

Очистка улицъ согласно вышеуказаннаго производится обыкновенно ночью, послѣ $11^1/_2$ часовъ. Независимо отъ этого базарныя площади очищаются ручными приборами отъ животныхъ экскрементовъ и другихъ отбросовъ нѣсколько разъ въ теченіе дня, причемъ отбросы временно сохраняются въ теченіе дня въ особыхъ установленныхъ на тротуарахъ мусорныхъ ящикахъ.

НТБ ДНУЖКТ

ПЯТНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА.

I. ОБЩІЯ ДАННЫЯ.

A. Статическія вычисленія.

1. Статическій разсчетъ долженъ **распространяться:**
1. на всѣ желѣзныя сооруженія;
2. на деревянныя сооруженія большихъ пролетовъ или на не вполнѣ обычныя конструкціи, при отсутствіи опытныхъ данныхъ;
3. на кривые пояса (арки) и своды, устои, опоры и скрѣпленія подобно тому, какъ во 2;
4. на каменныя колонны, быки, устои, стѣны, свободностоящія дымовыя трубы и т. под., имѣющія настолько малые размѣры, что требуется изслѣдованіе дѣйствія вертикальной нагрузки и давленія вѣтра;
5. на желѣзобетонныя конструкціи, если ихъ прочность не доказана путемъ пробной нагрузки;
6. на размѣры основанія фундаментовъ, съ цѣлью достиженія равномѣрнаго распредѣленія нагрузки на грунтъ (въ особенности при искусственномъ основаніи).

2. Порядокъ разсчета. При разсчетѣ желѣзныхъ **мостовъ** начинаютъ всегда съ разсчета проѣзжей части, для чего опредѣляютъ постепенно размѣры перилъ, пѣшеходныхъ тротуаровъ полотна, поперечныхъ и продольныхъ балокъ, поддерживающихъ проѣзжую часть. Затѣмъ слѣдуетъ разсчетъ и изслѣдованіе главныхъ фермъ моста и, наконецъ, разсчетъ опоръ и основаній.

Соотвѣтственно этому, при разсчетѣ **гражданскихъ сооруженій,** начинаютъ съ крыши, затѣмъ идетъ разсчетъ потолка, колоннъ и стѣнъ (въ особыхъ случаяхъ нагрузки), изслѣдованіе верхней части оконъ и дверей (перемычекъ), арокъ и сводовъ съ ихъ опорами и опредѣленіе размѣровъ встрѣчающихся скрѣпленій (если это опредѣленіе не было сдѣлано ранѣе). Въ заключеніе производится разсчетъ подошвы фундамента соотвѣтственно выбранной системѣ основанія, въ зависимости отъ качества заранѣе изслѣдованнаго грунта.

Для каждой части сооруженія слѣдуетъ опредѣлять:

НТБ ДНУЖТ

1. Внѣшнія (дѣйствующія) силы, т. е. полную нагрузку, состоящую изъ собственнаго вѣса и полезной нагрузки, а также и, по обстоятельствамъ, зависящую отъ погоды (вѣтеръ и снѣгъ).

2. Аналитически или графически — внутреннія силы (сопротивленія, напряженія) и способъ ихъ дѣйствія (растяженіе, сжатіе, изгибъ, продольный изгибъ и т. д.), а въ нѣкоторыхъ случаяхъ построеніе кривой давленія и повѣрку устойчивости.

3. Размѣры (т. е. поперечное сѣченіе) отдѣльныхъ частей сооруженія.

4. Способъ соединенія отдѣльныхъ частей, размѣры и устройство заклепочныхъ и болтовыхъ соединеній и т. д.

3. Къ статическому разсчету прилагается исчисленіе **массъ и вѣсовъ,** а также **стоимости** (смѣта), а равно, если требуется, **пояснительная записка.**

B. Данныя для нагрузки сооруженій.

a. Собственный вѣсъ строительныхъ матеріаловъ.

Матеріалъ	kg/cbm	Матеріалъ	kg/cbm
Земля, глина и песокъ. .	1600	Базальтъ	3200
Гравій	1800	Асфальтъ . . .	1500
Кладка изъ клинкера на цементн. раств .	1800	Шлаки и коксовая зола. . . .	600
Кирпичная кладка изъ цѣльныхъ плотныхъ кирпичей . .	1600	Гипсъ литой.	970
То же изъ пористаго кирпича.	1000-1200	Аспидъ.	2700
То же изъ пустотѣлаго кирпича . .	1300	Стекло.	2600
То же изъ пустотѣлаго пористаго кирпича.	900	Еловое дерево.	600
Каменная кладка изъ известняка. .	2600	Сосновое »	650
То же изъ песчаника .	2400	Дубовое »	800
» » гранита или мрамора. . .	2700	Буковое »	750
Бетонъ въ зависимости отъ матеріала.	1800-2200	Чугунъ. . . .	7250
Бетонъ съ желѣзнымъ остовомъ. .	2400 *)	Сварочное желѣзо.	7800
		Литое » .	7850
		Прокатная сталь и литая сталь.	7860
		Свинецъ.	11420
		Бронза	8600
		Красная мѣдь. .	8900
		Цинкъ литой	6860
		» прокатанный.	7200

*) См. Z. d. B. 1904, стр. 253 и слѣд.

НТБ ДНУЖТ

b. Собственный вѣсъ и нагрузка частей въ гражданскихъ сооруженіяхъ.

(Данныя прусскаго минист. публ. работъ, 16 мая 1890 г.)

1. Потолки.

Собственный вѣсъ потолковъ.

Деревянные потолки	kg/qm	Сводчатые потолки	kg/qm
Разстояніе между срединами поддерживающ балокъ 1,0 m; размѣры балокъ 24 . 26 cm.		**Подъемъ свода = 1/8.** **Засыпка пескомъ или коксовой золой со включеніемъ забутовки до высоты ключа. Половыя балки 10 · 10 cm удалены на 0,8 m между срединами, толщина пола 3,5 cm.**	
Рядъ балокъ и черный полъ со смазкой изъ глины, имѣющ. толщ. 10 cm. .	230	**Вѣса подразумѣваются безъ вѣса желѣзныхъ балокъ, поддерживающихъ своды. Заполненіе промежутковъ между половыми балками увеличиваетъ вѣсъ на .**	140
Рядъ балокъ, на котор. настланъ только полъ, толщиной 3,5 cm . .	70	Сводъ пролетомъ до 2,0 m, толщиной 1/2 кирпича, изъ обыкновеннаго кирпича. . .	370
Рядъ балокъ съ накатомъ, толщиною 3,0 cm, и смазкой изъ глины, толщиной 10 cm. . .	210	То же изъ пористаго или пустотѣлаго кирпича.	310
Рядъ балокъ съ накатомъ, смазкой до низа пола, толщиной 11 cm, и деревян. поломъ, толщиной 3,5 cm. . .	220	Сводъ, пролетомъ 2 до 3 m, толщиной 1/2 кирп., изъ обыкновен. кирпича.	440
То же, но съ гипсовымъ или глинянымъ поломъ, толщиной 5 до 7 cm	310	То же изъ пористаго или пустотѣлаго кирпича.	380
Какъ въ предпослѣдн. случаѣ, но со штукатуркой по дерев. подшивкѣ (въ 2 cm) и тростнику .	250	Сводъ изъ бетона пролетомъ до 1,5 m. . .	370
То же, но вмѣсто деревяннаго пола полъ гипсовый или глинян., толщиною 5 до 7 cm.	340	Вѣсъ сводовъ Монье см. стр. 117.	
Рядъ балокъ съ полнымъ чернымъ поломъ, съ полной смазкой во всю высоту балки, съ поломъ, толщин. 3,5 cm	360	Потолокъ изъ волнистаго желѣза, сводчатыхъ плитъ или настильнаго желѣза (Зоре) съ заполненіемъ бетона между балками, слой бетона 13 cm.	250
		Французскіе желѣзные потолки со смазкой изъ гипса (15 до 30 kg желѣза, 220 kg гипса и 25 kg дерева)	
		У послѣднихъ двухъ потолковъ вѣсъ показанъ со включеніемъ вѣса желѣзныхъ балокъ, пола и штукатурки потолка.	

НТБ ДНУЖТ

Полезная нагрузка потолковъ *).

Родъ нагрузки	kg на qm
Полезная нагрузка для жилыхъ домовъ или небольшихъ служебныхъ помѣщеній, за вычетомъ нагрузки отъ вѣса документовъ, бумагъ и т. п. .	250
Для большихъ промышленныхъ зданій .	400
Залы для собраній. . .	400
Полезная нагрузка для потолковъ подъ проѣздами или проѣзжими дворами, когда нѣтъ сосредоточенной нагрузки (напр. отъ колесъ) . .	800
Полезная нагрузка отъ вѣса лѣстницъ. . .	400
Отъ толпы людей .	400

Средній вѣсъ нагрузки.	kg въ cbm
Сѣно и солома.	100
Пшеница	760
Рожь	680
Крупный ячмень. .	640
Мелкій » .	510
Овесъ	430
Горохъ (бобы). .	850
Торфъ.	600
Бурый уголь . .	650
Каменный уголь.	900
Коксъ. .	450
Ледъ	910
Архивн. шкафы и полки. .	500
Мука.	700
Крупа	650
Просо.	850
Льняное и рѣпное сѣмя . .	650
Картофель. .	700
Сахаръ. .	750

Когда матеріалъ находится въ мѣшкахъ, то принимаютъ лишь $^4/_5$ отъ приведенныхъ величинъ.

См. также стр. 272.

2. Крыши.

Собственный вѣсъ крыши на 1 qm наклонной поверхности крыши,

со включеніемъ стропильныхъ ногъ, обрѣшетки, матеріала покрытія, раствора, при слѣдующихъ размѣрахъ этихъ частей: разстояніе между стропильными ногами 1,0 m, размѣръ ногъ 13 · 16 cm, обрѣшетка 4 – 6 cm.

Родъ крыши	kg/qm
Плоская черепица въ одинъ рядъ.	90
То же, въ два ряда.	120
Шатровая. . .	130
Крыша изъ желобчатой черепицы .	90

Родъ крыши	kg/qm
То же, на досчатой обшивкѣ, толщ. 2,5 cm, покрытой обрѣшеткой	110
Аспидная кровля на досчатой обшивкѣ, толщиною 2,0 cm. . .	85
Кирпичная кровля. . .	110

*) Вѣса другихъ матеріаловъ часть I, отдѣлъ 5, Строительные матеріалы.

НТБ ДНУЖТ

Родъ крыши	kg/qm	Родъ крыши	kg/qm
Цинковая кровля на досчатой обшивкѣ, толщиною 2,5 cm. . .	40	Стеклянная кровля на желѣзной обрѣшеткѣ, со включеніемъ вѣса этого желѣза, толщина стекла 4 mm. .	
Кровля волнист. желѣза, по прогонамъ углов. желѣза (волн. желѣза 150 · 40 · 1,5 mm; прогоны углового желѣза: свободный пролетъ 2 m, разстояніе 2 m).	25	Разстояніе между обрѣшетинами 0,45 m.	
Толевая кровля по досчатой обшивкѣ, толщиной 2,5 cm .	35	То же, при толщинѣ стекла 5 mm. . .	
Цементная кровля со включеніемъ досчатаго настила, толщиною 3,5 cm, и стропильн. ногъ 13 · 18 cm. .	180	Разстояніе между обрѣшетинами 0,55 m.	
		То же, при толщинѣ стекла 6 mm .	30
		Разстояніе между обрѣшетинами 0,55 m.	

Вѣсъ **стропильныхъ фермъ** принимается на qm площади крыши въ планѣ для **желѣзныхъ крышъ** 20 до 35 kg, при общемъ вѣсѣ всей крыши отъ 35 до 50 kg/qm.

Нагрузка крышъ.

Грузъ отъ снѣга составляетъ на qm площади крыши въ планѣ 75 kg (при наибольшей высотѣ слоя снѣга 0,60 m и среднемъ удѣльномъ вѣсѣ снѣга 0,125); при этомъ слѣдуетъ разсчитывать на возможность односторонней нагрузки. Крутыя крыши, напр. для башенъ и фронтоновъ, на давленіе отъ снѣга не разсчитываются.

При наклонѣ крыши свыше 40^0 слѣдуетъ принимать лишь половину нагрузки отъ давленія снѣга, а при наклонѣ больше 50^0 вѣсъ снѣга въ разсчетъ не принимается.

Давленіе вѣтра на площадь крыши $p = 125$ kg/qm, а для зданій, свободно стоящихъ, въ крайнемъ случаѣ, $p = 250$ kg/qm площади нормальной къ направленію вѣтра. Направленіе вѣтра принимается горизонтальнымъ. Нижеслѣдующая таблица даетъ нормальное къ наклонной площади крыши давленіе p_1 вѣтра въ kg/qm наклонной площади крыши по формулѣ Лессля:

$p_1 = p \sin \alpha$ (см. ч. I, стр. 368), для $p = 125$ и 250 kg/qm.

НТБ ДНУЖТ

Давленіе вѣтра p_1 на наклонныя плоскости крышъ.

Наклонъ крыши	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2	1 : 2,5	1 : 3	1 : 3,5	1 : 4	1 : 4,5	1 : 5
Уголъ наклона крыши α	45^0	$33^041'$	$26^034'$	$21^048'$	$18^026'$	$15^057'$	$14^02'$	$12^032'$	$11^019'$
$p=125$ kg/qm; $p_1=$	88	69	56	46	40	34	30	27	25
$p=250$ kg/qm; $p_1=$	177	139	112	93	79	69	61	54	49

[Для среднихъ наклоновъ крыши достаточно принимать общую вертикальную нагрузку отъ давленія снѣга и вѣтра въ 100 до 125 kg/qm площади крыши въ планѣ.]

Для **открытыхъ навѣсовъ и покрытій** слѣдуетъ принимать давленіе вѣтра, дѣйствующее изнутри наружу, въ 60 kg/qm площади крыши.

Сосредоточенная нагрузка. При разсчетѣ крышъ необходимо принимать, что посединѣ пролета отдѣльныхъ частей сооруженія: прогоновъ, обрѣшетинъ и т. п., приложенъ грузъ 100 kg,—это вѣсъ рабочаго, находящагося на крышѣ во время производства ремонтныхъ работъ.

3. Собственный вѣсъ и полезная нагрузка частей гражданскихъ сооруженій.

Названіе	Собств. вѣсъ kg/qm	Полезн. нагрузка kg/qm	Общая нагрузка kg/qm
Рядъ балокъ въ жилыхъ помѣщеніяхъ.	250	250	500
То же, въ фабричныхъ зданіяхъ или амбарахъ.	250	500	750
То же, для зернохранилищъ со включеніемъ нагрузки.			850—1000
Сводчатый потолокъ изъ пористаго кирпича въ жилыхъ строеніяхъ ($^1/_2$ кирп.)	350	250	600
То же, изъ обыкновеннаго кирпича ($^1/_2$ кирп.)	380	370	750
То же, для фабричныхъ помѣщеній.	380	620	1000
То же, подъ проѣздами и проѣздными дворами (1 кирп.). . . .	570	680	1250
Потолки изъ волнистаго желѣза со включеніемъ нагрузки			500—1000
Полы въ желѣзнодорожн. пакгаузахъ			1500
Полы паровозныхъ зданій. .	.	.	1500
Лѣтницы на сводахъ. .	500	500	1000
Деревянныя лѣстницы .	100	500	600

НТБ ДНУЖТ

Названіе	Собств. вѣсъ kg/qm	Полезн. нагрузка kg/qm	Общая нагрузка kg/qm
Крыши въ горизонтальной проекціи со включеніемъ давленія вѣтра и снѣга:			
при метал. и стеклян. кровлѣ.			125—150
» аспидной кровлѣ .			200—240
» кирпичной кровлѣ. .			250—300
» цементной по дереву. .			350
Крутыя мансардовыя крыши . . .		.	400
Конструкція ярусовъ въ театрахъ	200	400	600

c. Данныя для нагрузки арочныхъ мостовъ.

1. **Собственный вѣсъ.** Для среднихъ условій собств. вѣсъ g составляетъ:

для проѣзжихъ дорогъ, если полотно моста шоссировано . . . . . $g = 0{,}6$ t/qm,
для проѣзжихъ дорогъ, если полотно моста вымощено . . . . . $g = 1{,}0$ »
для различныхъ желѣзнодорожныхъ мостовъ $g = 1{,}1$ »

2. **Подвижная нагрузка.** Вмѣсто нагрузки, составленной изъ толпы людей и повозокъ, можно принимать равномѣрно распредѣленную по мосту нагрузку, которая, по Винклеру, при пролетѣ моста l (въ m), равна:

для мостовъ проѣзжихъ дорогъ

при легкихъ повозкахъ . . . . . $p = 0{,}37 + (1{,}7 : l)$ въ t/qm,
» повозкахъ средней тяжести . . $p = 0{,}34 + (2{,}6 : l)$ » »
» » тяжелыхъ . $p = 0{,}28 + (8{,}4 : l)$ » »

для мостовъ желѣзнодорожныхъ

для мѣстныхъ дорогъ, колея 0,750 m : $p = 0{,}58 + (5{,}0 : l)$ въ t/qm,
» » » » 1,000 » : $p = 0{,}82 + (8{,}1 : l)$ » » ,
» » » » 1,525 » : $p = 0{,}97 + (5{,}2 : l)$ » » ,
» главныхъ линій » 1,525 » : $p = 1{,}24 + (6{,}8 : l)$ » »

d. Нагрузка желѣзныхъ мостовъ.

l означаетъ вездѣ разсчетный пролетъ въ m.

I. Желѣзные балочные мосты подъ проѣзжую дорогу*).

1. **Собственные вѣса мостовъ.**

a) Балочные мосты подъ проѣзжую дорогу.

Въ зависимости отъ размѣровъ движенія различаютъ легкіе

*) По Энгесseру, Zeitschrift f. Baukunde, 1881, стр. 66.

НТБ ДНУЖТ

мосты подъ проѣзжую дорогу и тяжелые мосты подъ городскія дороги.

α. Мосты подъ проѣзжую дорогу съ двойнымъ брусчатымъ настиломъ.

Общій вѣсъ желѣза въ главныхъ фермахъ и проѣзжей части на 1 qm площади моста равенъ:

$$g = 105 + 2{,}3\,l + 0{,}02\,l^2 \text{ kg/qm}.$$

Вѣсъ брусчатаго настила (толщ. 160 mm) = 110 kg/qm.

Если внѣ главныхъ балокъ имѣются еще особые покрытые досками пѣшеходные **тротуары,** то для этихъ тротуаровъ вѣсъ желѣза на 1 qm ихъ площади (со включеніемъ необходимаго усиленія главныхъ фермъ, но безъ перилъ) будетъ:

$$g' = 60 + 2{,}3\,l \text{ kg/qm}.$$

Покрытые щебнемъ (шоссированные).

Вѣсъ желѣза, за вычетомъ настильнаго желѣза, составляетъ:

$$g = 125 + 2{,}8\,l + 0{,}025\,l^2 \text{ kg/qm}.$$

На настильное желѣзо необходимо прибавлять 65 kg/qm, а на щебень 400 kg/qm. Вѣсъ g' тротуаровъ, расположенныхъ снаружи, опредѣляется, какъ выше:

$$g' = 60 + 2{,}3\,l \text{ kg/qm}.$$

β. Мосты подъ городскую дорогу (улицу) съ двойнымъ брусчатымъ настиломъ.

$$g = 155 + 2{,}7\,l + 0{,}021\,l^2 \text{ kg/qm}; \qquad g' = 80 + 2{,}7\,l \text{ kg/qm}.$$

Вѣсъ настила толщиною 200 mm = 140 kg/qm.

Покрытые щебнемъ (шоссированные).

$$g = 170 + 3{,}2\,l + 0{,}028\,l^2 \text{ kg/qm}; \qquad g' = 80 + 2{,}7\,l \text{ kg/qm}.$$

Вѣсъ щебня (шоссе) 480 kg/qm; вѣсъ настильнаго желѣза 80 kg/qm.

Покрытые мостовою.

$$g = 180 + 3{,}7\,l + 0{,}029\,l^2 \text{ kg/qm}; \qquad g' = 80 + 2{,}7\,l \text{ kg/qm}.$$

Вѣсъ мостовой 700 kg/qm; вѣсъ настильнаго желѣза 80 kg/qm; вѣсъ сводчатыхъ плитъ (толщиною 5 до 6 mm) = 42 до 50 kg/qm.

b) Арочные мосты подъ проѣзжую дорогу *).

Вѣсъ главныхъ фермъ (со включеніемъ поперечныхъ и вѣтро-

*) По Энгессеру, Theorie und Berechnung der Bogenfachwerkträger ohne Scheitelgelenk, Берлинъ, 1880.

НТБ ДНУЖТ

выхъ связей) для 1 пог. m разсчетнаго пролета составляетъ (для арокъ съ двумя шарнирами):

$$g = \gamma b + 35\, z \text{ въ kg},$$

гдѣ:

b ширина моста въ m,

z число главныхъ фермъ,

γ принимается по нижеслѣдующей таблицѣ.

Разсчетный пролетъ l въ m =	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Проѣзжая часть шоссирована; γ =	32	62	94	129	168	209	255	300	350	410
Проѣзжая часть съ настиломъ изъ двойного ряда брусьевъ; γ =	28	53	80	110	144	180	220	260	305	355

Для арокъ о трехъ шарнирахъ вышеприведенныя данныя могутъ быть уменьшены на 15%.

2. Подвижныя нагрузки мостовъ.

α. Мосты подъ проѣзжую дорогу.

Подвижная нагрузка состоитъ изъ толпы людей и вѣса повозокъ. Для главныхъ балокъ мостовъ, пролетомъ до 30 m, наибольшая нагрузка отъ колесъ дѣйствуетъ менѣе выгодно, чѣмъ нагрузка отъ толпы людей. Въ этомъ случаѣ достаточно для мостовъ проѣзжихъ дорогъ принимать повозки съ разстояніемъ между осями 3,0 до 3,5 m и нагрузкой отъ 3 до 6 t на каждую ось (въ зависимости отъ дороги), или предположить по мосту машину для укатыванія шоссе (вѣсъ 6 t).

β. Мосты подъ городскую дорогу (улицу).

Городскіе мосты разсчитываются на нагрузку ихъ одной повозкой съ базисомъ 4,5 m и нагрузкой на каждую ось 10 t. Въ особыхъ случаяхъ слѣдуетъ принимать также и нагрузку моста машиной для укатыванія шоссе (10 t на переднее колесо и 13 t на оба заднія колеса, разстояніе въ свѣту между ободами заднихъ колесъ 1,0 m, ширина обода заднихъ колесъ 0,55 m; разстояніе между осями машины 2,75 m, ширина обода передняго колеса 1,06 m). Остальная проѣзжая часть моста предполагается нагруженною толпой людей или болѣе легкими повозками (съ давленіемъ на оси 6 t при базисѣ 3,5 m)*).

Главныя балки городскихъ мостовъ пролетомъ $l \geqq 30$ m разсчитываются обыкновенно на нагрузку моста сплошною толпою людей.

Нагрузку отъ толпы людей принимаютъ въ среднемъ (5 до 6 человѣкъ на qm) $p_m = 400$ kg/qm и 500 kg/qm нагрузку тротуаровъ. Для мостовъ въ деревняхъ $p_m = 300$, а для городскихъ мостовъ лучше принимать $p_m = 500$ kg/qm.

*) См. Platt, Z. d. B. 1891, стр. 266.

НТБ ДНУЖТ

Главныя балки большихъ городскихъ мостовъ разсчитываются на толпу людей въ 400 kg/qm для проѣзжей части и для одного тротуара.

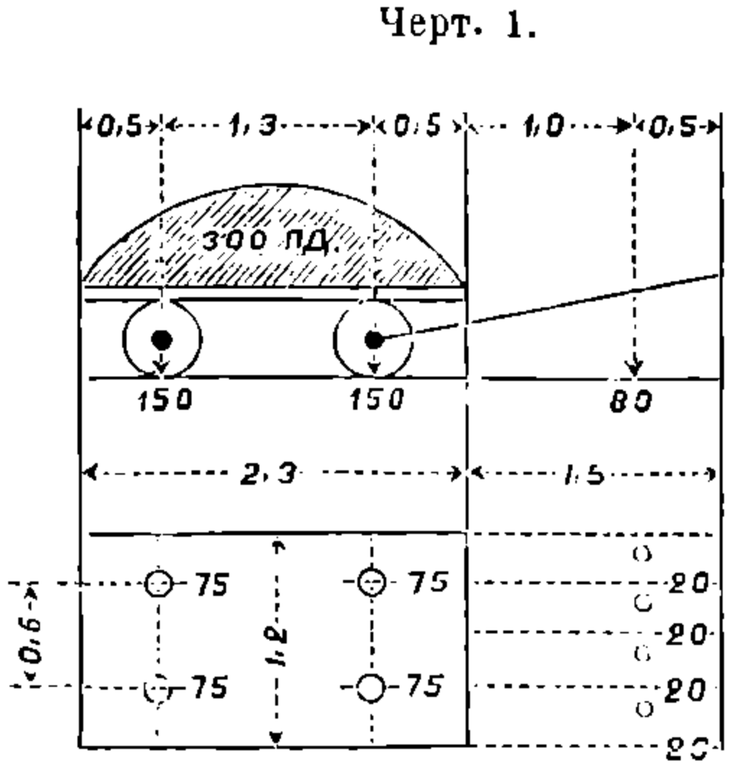
Въ Россіи рекомендуются слѣдующія нормы для нагрузки мостовъ проѣзжихъ дорогъ по циркуляру Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ отъ 30 мая 1906, № 4729/125.

Въ дополненіе и развитіе пункта 4-го циркуляра бывшаго Т. И. К. отъ 28 мая 1881 года, № 506, Управленіе Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ, на основаніи утвержденнаго Г. Товарищемъ Министра Путей Сообщенія журнала Техническаго Совѣщанія отъ 29 декабря 1905 г. и 5 и 26 января 1906 г., № 11, предлагаетъ при устройствѣ постоянныхъ мостовыхъ сооруженій, а также и при переустройствѣ временныхъ (деревянныхъ) мостовъ и трубъ на казенныхъ шоссейныхъ дорогахъ въ постоянные (бетонные, желѣзо-бетонные, каменные и желѣзные) руководствоваться нижеслѣдующими нормами нагрузки для разсчета прочности составныхъ частей проѣзжей части и главныхъ фермъ.

Для разсчета частей верхняго строенія мостовыхъ сооруженій принимается временная сосредоточенная и равномѣрно распредѣленная нагрузка, въ видѣ возможной совокупности той и другой нагрузокъ, смотря по тому, какое изъ этихъ предположеній даетъ наибольшее напряженіе матеріала. **Временная сосредоточенная нагрузка** предполагается или въ видѣ грузовыхъ экипажей, или въ видѣ паровыхъ катковъ; **равномѣрно распредѣленная нагрузка** предполагается въ видѣ сплошной толпы людей въ $2^1/_2$ пуда на кв. футъ поверхности проѣзжей части моста.

Наибольшій вѣсъ грузовыхъ экипажей устанавливается въ зависимости отъ положенія и матеріала моста. На шоссейныхъ дорогахъ **безъ тяжелаго грузового движенія** за самый тяжелый экипажъ принимается ниже изображенная четырехколесная фура (черт. 1), вѣсомъ 300 пудовъ. Размѣры такой фуры слѣдующіе: длина фуры 2,3 сажени, ширина — при полной нагрузкѣ 1,2 с., разстояніе между осями — 1,3 саж. и разстояніе между колесами — 0,6 саж.; взаимное разстояніе такихъ фуръ въ направленіи ихъ движенія (для помѣщенія запряжки) — 1,6 саж., а наименьшее

Черт. 1.

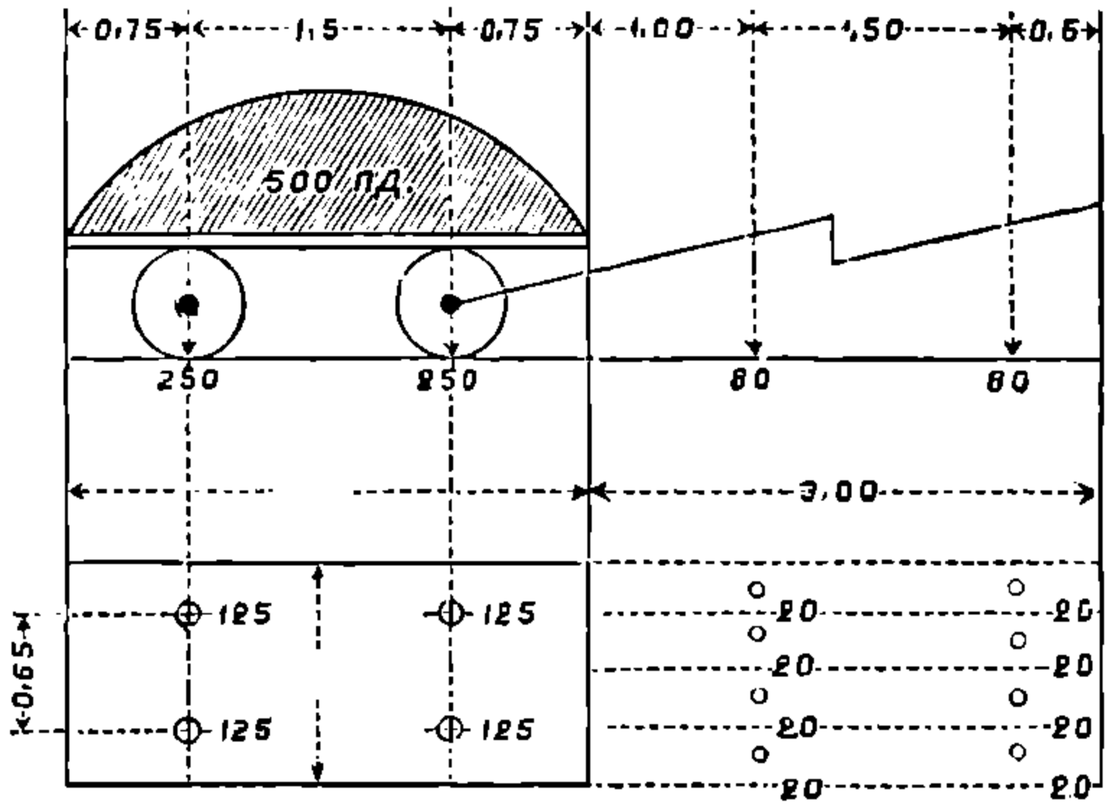


НТБ ДНУЖТ

разстояніе между краями двухъ продольныхъ рядовъ фуръ (величина зазора)—0,1 саж.

На шоссейныхъ дорогахъ съ тяжелымъ грузовымъ движеніемъ самымъ тяжелымъ экипажемъ слѣдуетъ считать фуру, вѣсомъ 500 пудовъ. Размѣры такой фуры, изображенной на черт. 2, принимаются слѣдующіе: длина 3 саж., ширина ея—1,3 саж., разстояніе между осями 1,5 саж. и разстояніе между колесами—0,65 саж.; взаимное разстояніе между такими фурами въ направленіи ихъ движенія принимается въ 3,1 саж., а наименьшее разстояніе между краями двухъ продольныхъ рядовъ фуръ (величина зазора) – 0,1 саж.

Черт. 2.



При обыкновенныхъ величинахъ продольныхъ уклоновъ, для перемѣщенія по шоссе такихъ фуръ нужно не менѣе 4 лошадей при первомъ типѣ и не менѣе 8 лошадей при второмъ типѣ.

Для разсчета прочности частей деревянныхъ мостовъ примѣняется, смотря по мѣстнымъ условіямъ, первый или второй типъ фуры; для разсчета же прочности частей желѣзныхъ, каменныхъ, бетонныхъ и желѣзо-бетонныхъ мостовъ и трубъ примѣняется только второй типъ (черт. 2).

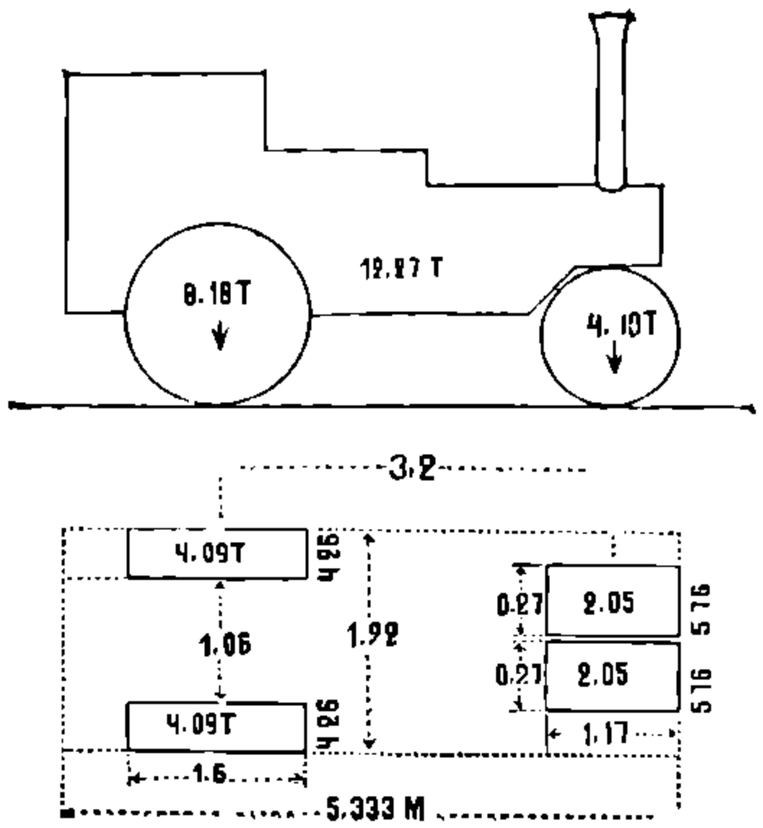
Для разсчета мостовъ на такихъ дорогахъ, по которымъ предстоитъ перевозка грузныхъ нераздѣльныхъ предметовъ (напр. около городовъ и промышленныхъ центровъ), наибольшій вѣсъ грузового экипажа опредѣляется каждый разъ особо, для чего собираются свѣдѣнія о вѣсѣ предполагаемыхъ къ перевозкѣ наиболѣе грузныхъ предметовъ и о размѣрахъ соотвѣтственныхъ экипажей.

При разсчетѣ прочности частей мостовъ, расположенныхъ на участкахъ, гдѣ работаютъ паровые катки или гдѣ предполагается ихъ примѣнять, необходимо принимать во внима-

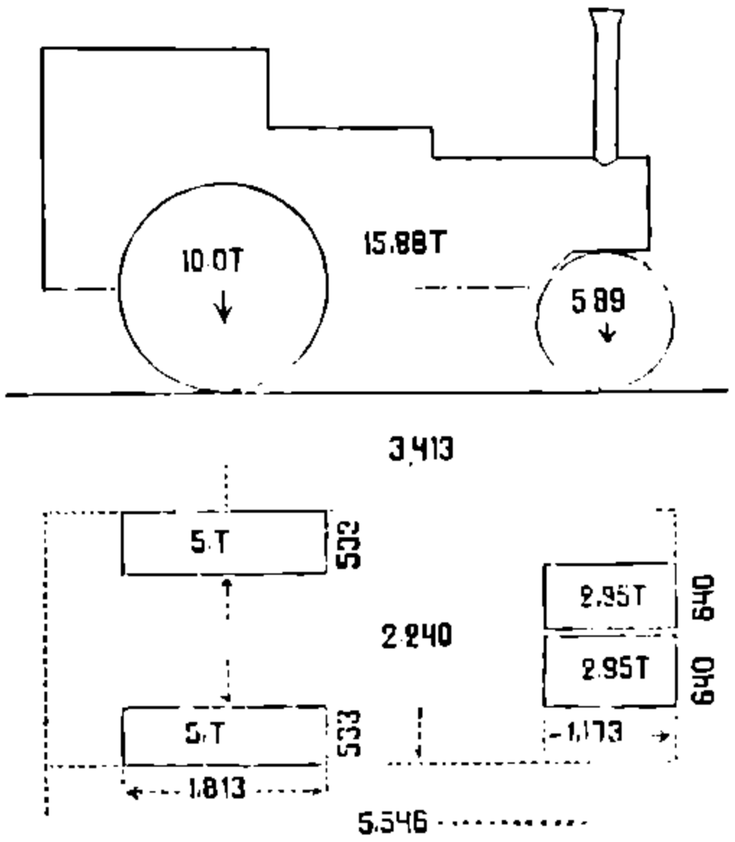
НТБ ДНУЖТ

ніе возможность прохода по нимъ тяжелыхъ шоссейныхъ катковъ. Для этого при опредѣленіи размѣровъ частей такихъ мостовъ, кромѣ указанной нагрузки отъ толпы людей и отъ тяжелыхъ фуръ, вводится въ разсчетъ нагрузка отъ

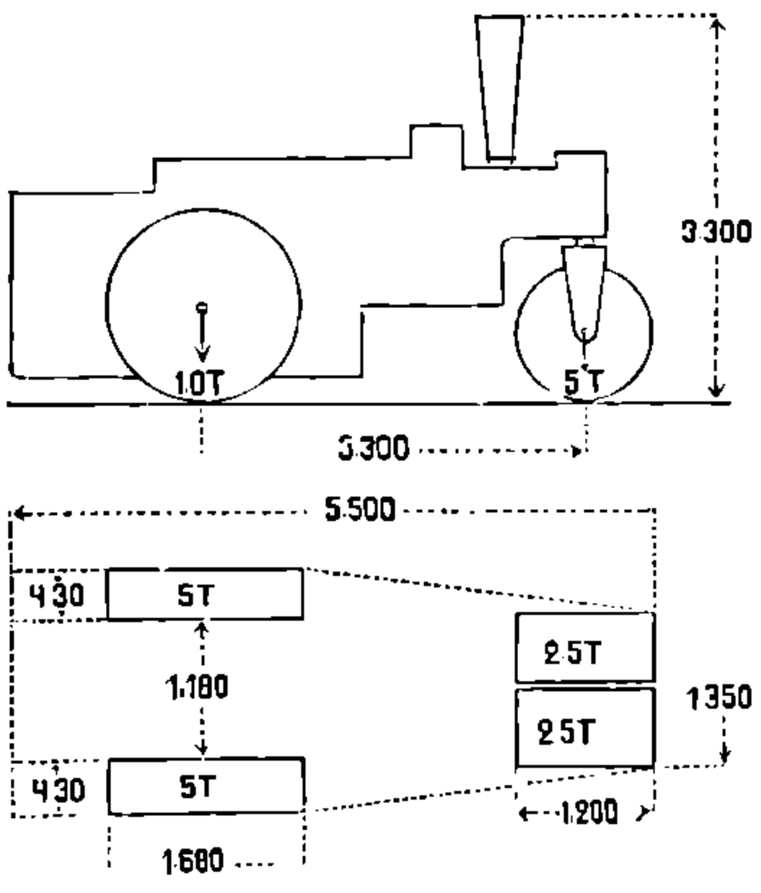
Черт. 3.



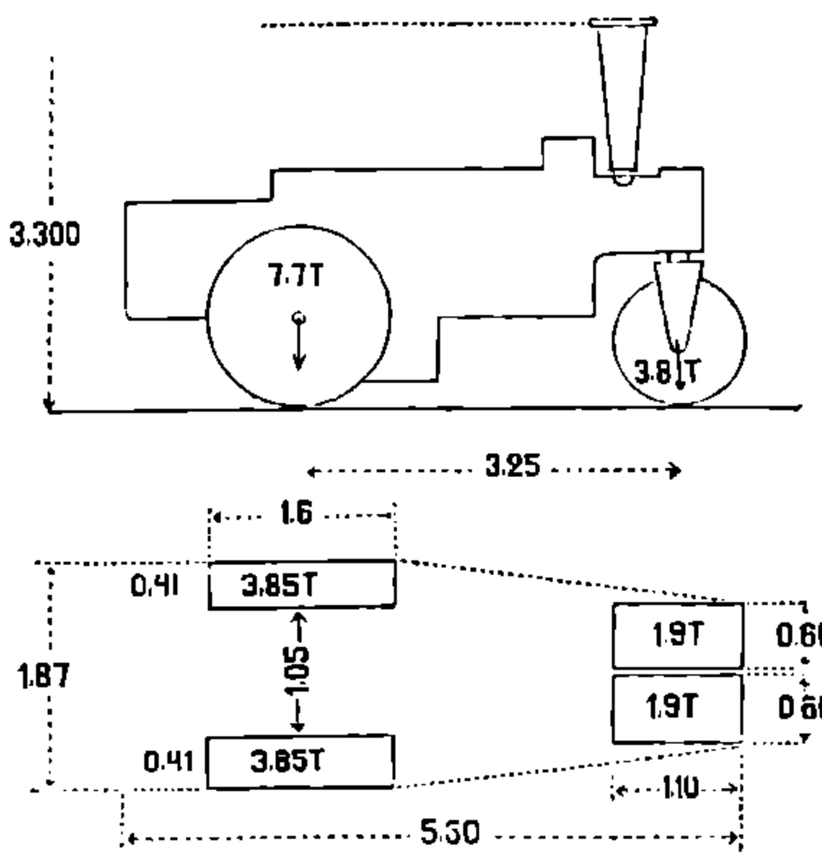
Черт. 4.



Черт. 5.



Черт. 6.



парового катка по одной изъ вышеуказанныхъ четырехъ схемъ (черт. 3, 4, 5 и 6), наиболѣе соотвѣтствующей типамъ обращающихся на мѣстѣ снарядовъ. Главнѣйшіе размѣры и распредѣленіе вѣса этихъ катковъ показаны на схемахъ (черт. 3 и 4), составленныхъ примѣнительно къ иностраннымъ типамъ паровыхъ катковъ завода Эвелинга и Портера, и на схемахъ (черт. 5 и 6), составленныхъ примѣнительно къ тѣмъ усовер-

НТБ ДНУЖТ

шенствованнымъ типамъ паровыхъ катковъ, которые нынѣ изготовляются на русскихъ заводахъ.

При производствѣ повѣрочнаго разсчета прочности частей мостовъ на сосредоточенную нагрузку парового шоссейнаго катка слѣдуетъ предположить, что для занятія остального свободнаго пространства проѣзжей части не будетъ допущено другой сосредоточенной или равномѣрно распредѣленной временной нагрузки.

Мостовой настилъ разсчитывается по наибольшему давленію отъ колеса грузового экипажа. Разсчетъ деревянныхъ поперечинъ производится въ предположеніи, что надъ ними стоитъ въ самомъ невыгодномъ положеніи ось наиболѣе тяжелаго экипажа или парового катка. Для разсчета прочности продольныхъ или поперечныхъ балокъ, а также и фермъ въ мостахъ съ пролетами до 10 саженей предполагаютъ либо наиневыгоднѣйшее расположеніе нагрузки изъ одного или двухъ рядовъ тяжелыхъ экипажей и толпы людей на незанятой части мостового полотна, либо нагрузку изъ сплошной толпы людей, либо парового катка. Наконецъ, фермы мостовъ съ пролетами болѣе 10 саженъ слѣдуетъ разсчитывать на равномѣрно распредѣленную нагрузку толпою людей въ $2^1/_2$ пуда пуда на кв. футъ мостового полотна.

Къ изложенному Управленіе Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ считаетъ необходимымъ указать, что вышеупомянутый разсчетъ прочности частей шоссейныхъ мостовъ на нагрузку паровымъ каткомъ не относится: 1) къ мостамъ, расположеннымъ на глухихъ и малопроѣздныхъ шоссе, на которыхъ укатка щебня тяжелыми паровыми катками не производится и не предвидится введеніе такой укатки въ будущемъ, и 2) къ тѣмъ мѣстамъ, хотя бы на оживленныхъ и важныхъ шоссе, которые по конструкціи своей, т.-е. низкаго расположенія, очень малыхъ пролетовъ и т. п., могутъ быть просто и легко укрѣплены на короткое время для прохода парового катка.

e. Желѣзные мосты подъ желѣзную дорогу.

1. Собственные вѣса мостовъ.

a) Желѣзныхъ балочныхъ мостовъ подъ желѣзную дорогу *).

Въ нижеслѣдующихъ двухъ таблицахъ указанъ g_h собственный вѣсъ въ kg/m моста подъ одинъ путь для главныхъ линій и g_n тотъ же вѣсъ для конструкціи легкихъ (второстепенныя линіи). Для мостовъ подъ два пути приведенныя данныя удваиваются. Указанія рода фермъ относятся до главныхъ фермъ.

*) Подробно см I Borries, Centralbl. d. Bauverw. 1897, стр. 156.

НТБ ДНУЖТ

Фермы со сплошной стѣнкой.

(Наивыгоднѣйшая высота балки $= 1/_2$ пролета.)

Разсчетный пролетъ $l=$		2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18 m
Ѣзда по верху	$g_h=$	610	510	570	620	630	660	790	930	1020	1140	1530 kg/m
	$g_n=$	610	450	500	550	560	600	700	840	950	1060	1410 kg/m
Ѣзда по низу	$g_h=$	—	—	—	—	840	950	970	1090	1150	1220	1320 kg/m
	$g_n=$	—	—	—	—	740	780	870	980	1060	1100	1200 kg/m

Фермы параболическія, Шведлера, Паули, полупараболическія и съ прямыми, параллельными поясами.

Родъ главныхъ фермъ	$l=$	25	30	40	50	60	70	80	90	100 m
Параболическія, Шведлера и Паули	$g_h=$	1220	1480	1640	1760	2320	2510	2730	3150	3600 kg/m
	$g_n=$	1090	1320	1460	1550	2080	2260	2660	2830	3300 kg/m
Полупараболическія и съ прямыми, параллельными поясами	$g_h=$	1280	1540	1740	1820	2380	2560	2780	3270	3760 kg/m
	$g_n=$	1140	1380	1510	1600	2120	2310	2710	3080	3370 kg/m

b) Желѣзныхъ арочныхъ мостовъ подъ желѣзную дорогу*).

Вѣсъ **проѣзжей части** (шпалъ, рельсовъ, настила, поперечныхъ и продольныхъ балокъ) можетъ быть опредѣленъ точно до начала разсчета главныхъ фермъ. Для мостовъ въ одинъ путь можно принимать вѣсъ **главныхъ фермъ** (включая поперечныя и вѣтровыя связи) на погонный метръ пути:

при $l=$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100 m
$g=$	450	750	1050	1350	1650	1950	2250	2560	2890	3280 kg.

Для пролетовъ $l = 10$ до 70 m величины эти выражаются также формулой: $g = 150 + 30\ l$ kg на погонный метръ пути.

Означенныя величины относятся къ двухшарнирнымъ аркамъ; при трехъ шарнирахъ допускается уменьшеніе на 15%.

---

*) По Энгессеру, Zeitschrift für Baukunde, 1881, стр. 66.

НТБ ДНУЖТ

C. Данныя для проектированія мостовъ.

a. Нормы и данныя для подвижной и эквивалентной нагрузки желѣзнодорожныхъ мостовъ въ Россіи.

A. Нормы 1896 года *).

α. П. М. П. С. 15 янв. 1896 г., за № 753. Нормальные типы паровоза. тендера и вагона.

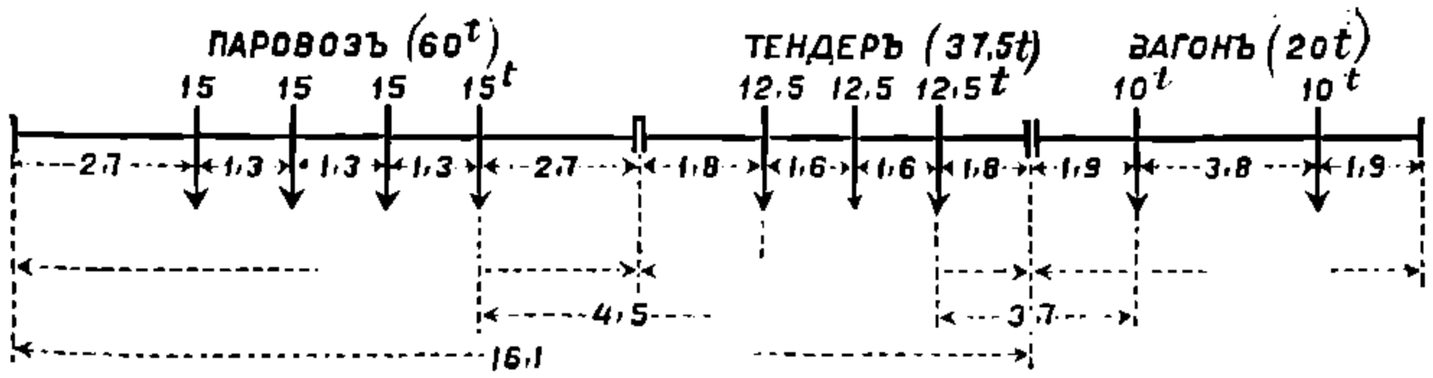
При проектированіи верхняго строенія вновь строящихся и перестраиваемыхъ существующихъ мостовъ ширококолейныхъ желѣзныхъ дорогъ, равно при оцѣнкѣ благонадежности и при проектированіи усиленій существующихъ мостовъ этихъ желѣзныхъ дорогъ, должны быть принимаемы въ основаніе разсчетовъ слѣдующіе нормальные **типы вагона, тендера и паровоза** (черт. 7).

а) **Нормальный типъ вагона.** Двѣ оси; нагрузка на каждую ось 10 t; разстояніе между осями 3,8 m; разстояніе между буферомъ и смежною осью вагона 1,9 m, полная длина вагона между буферами 7,6 m.

б) **Нормальный типъ тендера.** Три оси; нагрузка на каждую ось 12,5 t; разстояніе между осями 1,6 m; разстояніе между буферомъ и смежною осью тендера 1,8 метра; полная длина тендера между буферами 6,8 m.

в) **Нормальный типъ паровоза.** Четыре оси; нагрузка на каждую ось 15 t; разстояніе между осями 1,3 m; между буферомъ и смежною осью паровоза 2,7 m; полная длина паровоза между буферами 9,3 m.

Черт. 7.



Вышеуказанные нормальные типы вагона, тендера и паровоза надлежитъ примѣнять для разсчета слѣдующимъ образомъ.

---

*) Для мостовъ, сооружаемыхъ послѣ 1 мая 1907 года, см. ниже: «B. Нормы 1907 года», стр. 288.

НТБ ДНУЖТ

1) **При разсчетѣ мостовыхъ фермъ** металлическихъ мостовъ малыхъ пролетовъ, а равно при разсчетѣ **продольныхъ и поперечныхъ балокъ** проѣзжей части металлическихъ мостовъ надлежитъ принимать нагрузку въ слѣдующихъ двухъ предположеніяхъ:

а) прохода нормальнаго поѣзда (см. ниже, 2) и

б) прохода отдѣльной оси съ давленіемъ на нее въ 20 t, и затѣмъ принимать для разсчета ту изъ нагрузокъ, вычисленныхъ при указанныхъ двухъ предположеніяхъ, которая вызываетъ въ мостовыхъ частяхъ большія напряженія.

2) При разсчетѣ всѣхъ большепролетныхъ желѣзнодорожныхъ мостовъ, какъ вновь строящихся, такъ и подлежащихъ усиленію*), принимать поѣздъ, состоящій изъ двухъ паровозовъ съ тендерами и вагонами вышеуказанныхъ нормальныхъ типовъ, расположенныхъ невыгоднѣйшимъ образомъ въ пролетахъ.

Указанные выше два паровоза могутъ быть поставлены въ поѣздѣ врозь или рядомъ, съ трубами въ одну сторону или обращенными одна къ другой, смотря по тому, какъ это потребуется для самаго невыгоднаго нагруженія моста. Вагоны могутъ стоять впереди и сзади каждаго паровоза.

При разсчетѣ мостовъ необходимо имѣть также въ виду возможность разрыва нормальнаго поѣзда въ одномъ мѣстѣ и нахожденіе въ нормальномъ поѣздѣ порожнихъ вагоновъ.

3) При разсчетѣ **деревянныхъ мостовъ**, впредь во выработки для нихъ особыхъ инструкцій относительно разсчетной подвижной нагрузки, руководствоваться постановленіями, дѣйствующими до настоящаго времени.

Засимъ, циркуляръ отъ 5 января 1884 г., № 60 (см. стр. 304), въ той его части, которая относится къ подвижнымъ грузамъ, кои надлежитъ принять при разсчетѣ ширококолейныхъ желѣзнодорожныхъ мостовъ, отмѣняется. Во всѣхъ остальныхъ частяхъ означенный циркуляръ № 60 остается, временно, безъ измѣненія.

β. Эквивалентныя нагрузки.

По **Ц. У.** 10 авг. 1902, № 37400/196 (**Ж. И. С.** 12 февр. 1902, № 24), опубликованы эквивалентныя нагрузки для одного пути, замѣняющія дѣйствіе сосредоточенныхъ грузовъ нормальнаго поѣзда для мостовъ, составленныхъ изъ свободно лежащихъ на опорахъ разрѣзныхъ балокъ.

---

*) См. выноску стр. 285.

НТБ ДНУЖТ

a) **Въ тоннахъ на одинъ погонный метръ одиночнаго пути.**
Для наибольшихъ изгибающихъ моментовъ.

Разсчетъ прол. въ m	Нагрузка		Разсчетъ прол. въ m	Нагрузка		Разсчетъ прол. въ m	Нагрузка		Разсчетъ прол. въ m	Нагрузка	
	Вблизи опоры k_0	Посрединѣ пролета k		Вблизи опоры k_0	Посрединѣ пролета k		Вблизи опоры k_0	Посрединѣ пролета k		Вблизи опоры k_0	Посрединѣ пролета k
3	17,00	12,88	15	8,96	7,09	60	5,76	5,41	110	4,53	4,37
4	15,75	12,75	20	8,23	6,75	70	5,41	5,13	130	4,27	4,14
5	14,64	12,13	30	7,33	6,46	80	5,13	4,89	150	4,07	3,89
7	12,37	11,02	40	6,74	6,15	90	4,89	4,69			
10	10,06	8,97	50	6,20	5,76	100	4,70	4,51			

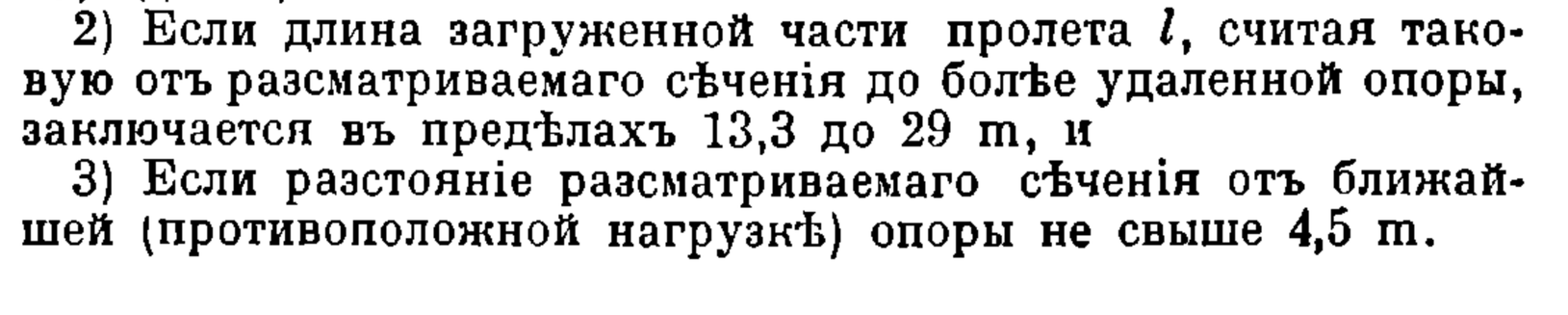
b) **Въ тоннахъ на одинъ погонный метръ одиночнаго пути.**
Для наибольшихъ перерѣзывающихъ усилій.

Длина загруженной части пролета l въ m	Нагрузка		Длина загруженной части пролета l въ m	Нагрузка		Длина загруженной части пролета l въ m	Нагрузка		Длина загруженной части пролета l въ m	Нагрузка	
	Группировка k'_1	Группировка k'_2		Группировка k'_1	Группировка k'_2		Группировка k'_1	Группировка k'_2		Группировка k'_1	Группировка k'_2
1,0	30,00		18,0	8,03	8,47	48,0	6,30		90,0	4,89	
1,5	22,67		19,0	7,94	8,33	50,0	6,20		92,0	4,85	
2,0	20,25		20,0	7,88	8,23	52,0	6,10		94,0	4,81	
2,5	17,76		21,0	7,86	8,13	54,0	6,01		96,0	4,77	
3,0	17,00		22,0	7,81	8,03	56,0	5,93		98,0	4,73	
3,5	16,16		23,0	7,74	7,97	58,0	5,84		100,0	4,70	
4,0	15,38		24,0	7,66	7,86	60,0	5,76		102,0	4,66	
5,0	14,64		25,0	7,58	7,76	62,0	5,68		104,0	4,63	
6,0	13,50		26,0	7,51	7,67	64,0	5,61		106,0	4,59	
7,0	12,37		27,0	7,46	7,57	66,0	5,54		108,0	4,56	
8,0	11,34		28,0	7,41	7,47	68,0	5,47		110,0	4,53	
9,0	10,63		29,0	7,38	7,38	70,0	5,41		120,0	4,39	
10,0	10,06		30,0	7,33		72,0	5,35		130,0	4,27	
11,0	9,72		32,0	7,21		74,0	5,29		140,0	4,17	
12,0	9,42		34,0	7,10		76,0	5,23		150,0	4,07	
13,0	9,18		36,0	6,98		78,0	5,18		160,0	3,99	
13,3	9,10	9,09	38,0	6,86		80,0	5,13		170,0	3,92	
14,0	8,91	9,06	40,0	6,74		82,0	5,08		180,0	3,85	
15,0	8,63	8,96	42,0	6,62		84,0	5,03		190,0	3,79	
16,0	8,34	8,81	44,0	6,51		86,0	4,98		200,0	3,74	
17,0	8,16	8,64	46,0	6,40		88,0	4,93				

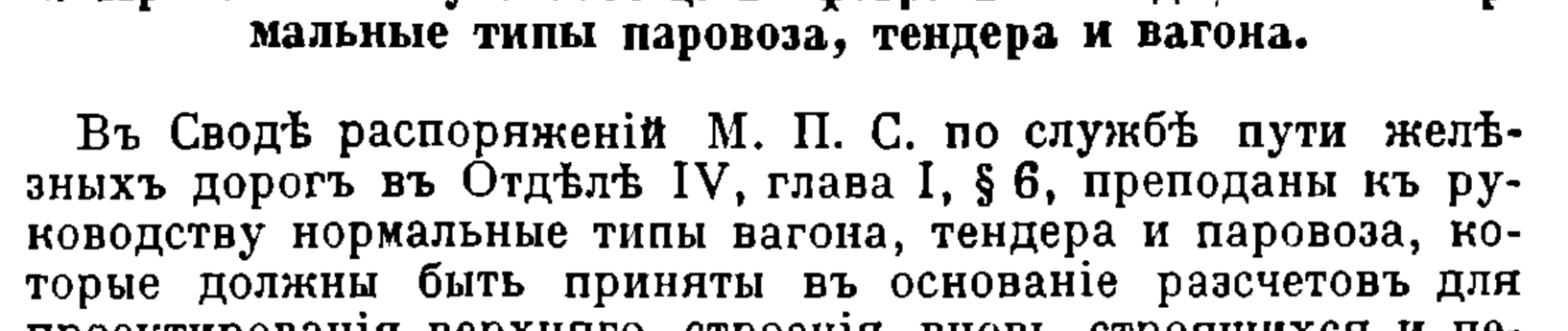
НТБ ДНУЖТ

Примѣчаніе. При опредѣленіи величины наибольшихъ перерѣзывающихъ усилій въ различныхъ сѣченіяхъ пролета надлежитъ вообще принимать величины эквивалентной нагрузки k_1', соотвѣтствующей I группировкѣ (черт. 8) грузовъ въ поѣздѣ (паровозъ, тендеръ, паровозъ, тендеръ и рядъ вагоновъ), за исключеніемъ тѣхъ случаевъ, когда II группировка (черт. 9) грузовъ въ поѣздѣ (паровозъ, паровозъ, тендеръ и рядъ вагоновъ) является невыгоднѣйшею, причемъ слѣдуетъ принимать значеніе нагрузки k_2'.

Черт. 8. Группировка I.



Черт. 9. Группировка II.



Означенные случаи имѣютъ мѣсто при совмѣстномъ существованіи трехъ нижеслѣдующихъ условій, а именно:

1) Если величина пролета заключается въ предѣлахъ отъ 13,3 до 33,5 m.

2) Если длина загруженной части пролета l, считая таковую отъ разсматриваемаго сѣченія до болѣе удаленной опоры, заключается въ предѣлахъ 13,3 до 29 m, и

3) Если разстояніе разсматриваемаго сѣченія отъ ближайшей (противоположной нагрузкѣ) опоры не свыше 4,5 m.

B. Нормы 1907 года.

α. Прик. Мин. Пут. Сообщ. 14 февр. 1907 года, № 19. Нормальные типы паровоза, тендера и вагона.

Въ Сводѣ распоряженій М. П. С. по службѣ пути желѣзныхъ дорогъ въ Отдѣлѣ IV, глава I, § 6, преподаны къ руководству нормальные типы вагона, тендера и паровоза, которые должны быть приняты въ основаніе разсчетовъ для проектированія верхняго строенія вновь строящихся и перестраиваемыхъ мостовъ желѣзныхъ дорогъ нормальной колеи, а равно при оцѣнкѣ благонадежности и при проекти-

НТБ ДНУЖТ

рованіи усиленія существующихъ мостовъ этихъ желѣзныхъ дорогъ.

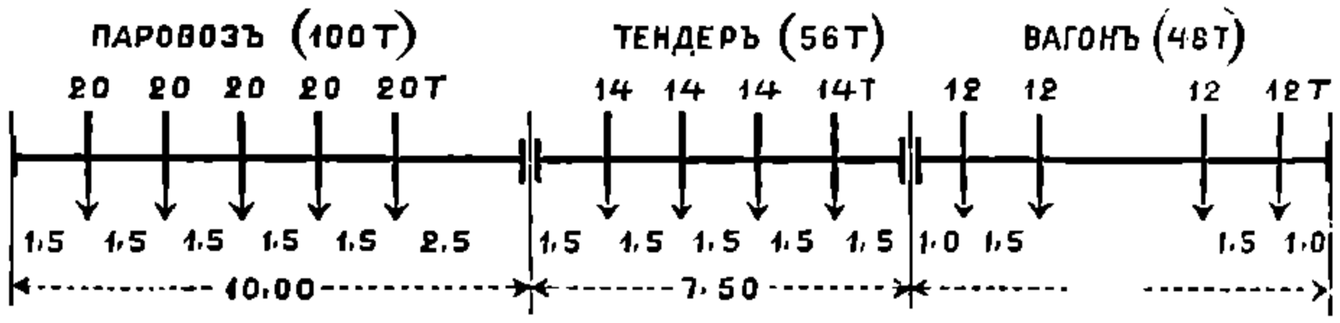
Въ настоящее время, на основаніи утвержденнаго заключенія И. С. по журналу отъ 24 мая и 5 іюля 1906 г., № 32, признано необходимымъ установить новую схему подвижной нагрузки для разсчета мостовъ магистральныхъ желѣзныхъ дорогъ.

Вслѣдствіе сего предлагается, взамѣнъ вышеуказанныхъ нормъ подвижной нагрузки, принять къ руководству слѣдующую приведенную ниже схему подвижной нагрузки для искусственныхъ сооруженій магистральныхъ желѣзныхъ дорогъ.

При этомъ поѣздъ долженъ быть составленъ изъ двухъ паровозовъ съ тендерами, поставленными рядомъ, съ трубами въ одну сторону или обращенными одна къ другой, смотря по тому, какъ это потребуется для самаго невыгоднаго нагруженія моста, и съ расположеніемъ вагоновъ по одну сторону отъ паровозовъ съ допущеніемъ возможности разрыва поѣзда въ одномъ мѣстѣ.

Соотвѣтствующія новой схемѣ подвижной нагрузки величины равномѣрно распредѣленной эквивалентной нагрузки, которыми надлежитъ замѣнить величины, указанныя въ Ц. У. ж. д. отъ 10 августа 1902 года, № 37400/196 (см. стр. 286), приведены ниже въ β.

Черт. 10.



Срокъ обязательнаго примѣненія настоящаго приказа считать съ **1 мая 1907 года,** но при этомъ разрѣшаются отступленія отъ сего приказа для строящихся мостовъ на вновь сооружаемыхъ желѣзныхъ дорогахъ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ по взаимному соглашенію Управленія желѣзныхъ дорогъ и Управленія по сооруженію желѣзныхъ дорогъ, съ тѣмъ, чтобы, въ случаѣ разногласія, соотвѣтствующіе вопросы вносились на обсужденіе Инженернаго Совѣта.

β. Эквивалентныя нагрузки.

Цирк. Управл. жел. дор. 4 мая 1907 г., № 11802/63/3087.

П. М. П. С. отъ 14 февраля 1907 г., № 19, преподана къ руководству новая схема подвижной нагрузки для разсчета искусственныхъ сооруженій магистральныхъ желѣзныхъ дорогъ.

НТБ ДНУЖТ

Въ дополненіе къ сему Управленіе желѣзныхъ дорогъ, въ отмѣну циркуляра отъ 10 августа 1902 г., № 37400/196 (см. стр. 286), предлагаетъ примѣнять нижеслѣдующія эквивалентныя нагрузки.

Равномѣрно-распредѣленныя нагрузки, эквивалентныя сосредоточеннымъ грузамъ нормальнаго поѣзда схемы 1907 года для разсчета наибольшихъ перерѣзывающихъ силъ и изгибающихъ моментовъ свободно лежащихъ на 2-хъ опорахъ фермъ желѣзнодорожныхъ мостовъ.

I. Для наибольшихъ перерѣзывающихъ силъ.

Эквивалентная нагрузка въ t/m одиночнаго пути.

Длина загруженной части λ m	Эквивалентныя нагрузки: Для пролетовъ, превосходящихъ длину загруженной части не болѣе чѣмъ на 4 m K_0	Эквивалентныя нагрузки: Для прочихъ пролетовъ K'_0	Длина загруженной части λ m	Эквивалентныя нагрузки: Для пролетовъ, превосходящихъ длину загруженной части не болѣе чѣмъ на 4 m K_0	Эквивалентныя нагрузки: Для прочихъ пролетовъ K'_0	Длина загруженной части λ m	Эквивалентныя нагрузки: Для пролетовъ, превосходящихъ длину загруженной части не болѣе чѣмъ на 4 m K_0	Эквивалентныя нагрузки: Для прочихъ пролетовъ K'_0	Длина загруженной части λ m	Эквивалентныя нагрузки: Для пролетовъ, превосходящихъ длину загруженной части не болѣе чѣмъ на 4 m K_0	Эквивалентныя нагрузки: Для прочихъ пролетовъ K'_0
1	40,00		12	13,75	12,99	26	11,73	10,71	70	8,70	8,63
2	25,00		13	13,61	12,58	28	11,50	10,56	75	8,54	8,48
3	20,00		14	13,47	12,30	30	11,26	10,43	80	8,39	8,36
4	18,75		15	13,33	12,04	34	10,82	10,22	85	8,27	8,24
5	17,60		16	13,28	11,80	38	10,45	10,00	90	8,15	8,14
6	16,67		17	13,15	11,53	42	10,12	9,77	95	8,05	8,04
7	16,33		18	12,96	11,25	46	9,84	9,57	100	7,96	7,95
8	15,63		19	12,74	11,12	50	9,59	9,37	110		7,80
9	14,81		20	12,57	11,02	55	9,32	9,15	120		7,66
10	14,40	14,00	22	12,24	10,85	60	9,08	8,96	130		7,55
11	14,05	13,45	24	11,99	10,79	65	8,88	8,78	150		7,36

1) Значенія K_0 соотвѣтствуютъ расположенію поѣзда съ двумя паровозами во главѣ, обращенными другъ къ другу трубами, и притомъ тендеръ крайняго паровоза не попадаетъ на пролетъ.

2) Значенія K'_0 соотвѣтствуютъ расположенію поѣзда съ двумя паровозами во главѣ, обращенными трубами въ одну сторону впередъ.

3) Для длинъ загруженной части λ, не указанныхъ въ настоящей таблицѣ, значенія K_0 и K'_0 опредѣляются слѣдую-

НТБ ДНУЖТ

щимъ образомъ:

Для $\lambda = 1{,}50$ m и менѣе $K_0 = K'_0 = \frac{40}{\lambda}$

» $\lambda = 1{,}50$ до 3 m $K_0 = K'_0 = \frac{80}{\lambda}\left(1 - \frac{0{,}75}{\lambda}\right)$

» $\lambda = 3{,}00$ » 4,50 m $K_0 = K'_0 = \frac{120}{\lambda}\left(1 - \frac{1{,}50}{\lambda}\right)$

» $\lambda = 4{,}50$ » 6 m . $K_0 = K'_0 = \frac{160}{\lambda}\left(1 - \frac{2{,}25}{\lambda}\right)$

для прочихъ длинъ загруженной части—по линейной интерполяціи табличныхъ величинъ, при этомъ для $\lambda = 40$ m и болѣе можно пользоваться формулами:

$$K_0 = 6 + \frac{212}{\lambda} - \frac{1630}{\lambda^2} \qquad K'_0 = 6 + \frac{222}{\lambda} - \frac{2670{,}5}{\lambda^2}$$

II. Для наибольшихъ изгибающихъ моментовъ.

Эквивалентная нагрузка въ t/m одиночнаго пути.

Разсчетный пролетъ m	Эквивалентныя нагрузки для поперечнаго сѣченія: У опоръ K_0	У средины пролета K	Разсчетный пролетъ m	Эквивалентныя нагрузки для поперечнаго сѣченія: У опоръ K_0	У средины пролета K	Разсчетный пролетъ m	Эквивалентныя нагрузки для поперечнаго сѣченія: У опоръ K_0	У средины пролета K
1	40,00	40,00	10	14,40	12,80	60	9,08	8,49
2	25,00	20,00	12,5	13,70	11,69	70	8,70	8,04
3	20,00	16,00	15	13,33	11,45	80	8,39	7,71
4	18,75	15,00	17,5	13,06	11,35	90	8,15	7,47
5	17,60	14,40	20	12,57	11,18	100	7,96	7,26
6	16,67	13,97	25	11,87	10,55	110	K'_0 7,80	7,06
7	16,33	13,88	30	11,26	10,17	130	7,55	6,74
8	15,63	13,75	40	10,28	9,64	150	7,36	6,54
9	14,81	13,33	50	9,59	9,03			

1) Значенія K соотвѣтствуютъ расположенію поѣзда съ двумя паровозами во главѣ, обращенными другъ къ другу трубами.

Значенія K_0 такія же, какъ показано въ таблицѣ I. Для пролетовъ $l = 110$ m и болѣе приведены какъ болѣе невыгодныя значенія K'_0 изъ таблицы I, полагая $l = \lambda$.

2) Значенія K соотвѣтствуютъ расположенію поѣзда съ двумя паровозами во главѣ, обращенными трубами другъ къ другу (для пролетовъ $l = 70$ m и менѣе) или въ одну сторону взадъ къ вагонамъ (для пролетовъ $l = 80$ m и болѣе).

НТБ ДНУЖТ

Для пролетовъ, не указанныхъ въ настоящей таблицѣ, значенія опредѣляются слѣдующимъ образомъ:
для пролетовъ:

$l = 2{,}561$ m и менѣе . $K = \frac{40}{l}$,

$l = 2{,}561$ до $3{,}337$ m $K = \frac{80}{l}\left(\frac{l - 0{,}75}{l + 0{,}75}\right)$,

$l = 3{,}337$ » $5{,}598$ » $K = \frac{120}{l}\left(1 - \frac{2}{l}\right)$,

$l = 5{,}598$ » $6{,}354$ » $K = \frac{160}{l}\left(\frac{l^2 - 3\ l + {}^9/_{16}}{l^2 - {}^9/_{16}}\right)$,

для прочихъ пролетовъ—по линейной интерполяціи табличныхъ величинъ, при этомъ можно пользоваться формулами:
для пролетовъ:

отъ 40 до 70 m включит. $K = 4{,}20 + \frac{337{,}3}{l} - \frac{4786}{l^2}$

» 80 » 150 » » $K = 4{,}69 + \frac{318{,}9}{l} - \frac{6168}{l^2}$

3) Для сѣченій, находящихся между опорой и срединой пролета, эквивалентныя нагрузки опредѣляются по линейной интерполяціи величинъ K_0 и K для этого пролета.

Въ нижеслѣдующихъ таблицахъ A, B, C приведены сравнительныя данныя нормъ 1896 и 1907 годовъ.

A. Сравнительная таблица эквивалентныхъ нагрузокъ по нормамъ 1896 и 1907 годовъ.

Разсчетный пролетъ	3	4		7	10	15	20	30	m
Эквивалентная нагрузка для разсчета моментовъ 1896	14,94	14,25	13,38	11,69	9,52	8,04	7,49	6,90	t/m
Эквивалентная нагрузка для разсчета моментовъ 1907	18,00	16,88	16,00	15,11	13,60	12,30	11,88	10,72	t/m
Превышеніе нормъ 1907 г. противъ нормъ 1896 г.	20,0	18,4	19,6	29,2	42,9	65,4	59,3	55,4	%

Разсчетный пролетъ.	40	50	60	80	100	130	150	m
Эквивалентная нагрузка для разсчета моментовъ 1896	6,45	5,98	5,59	5,01	4,61	4,21	3,98	t/m
Эквивалентная нагрузка для разсчета моментовъ 1907	10,03	9,31	8,79	8,03	7,61	7,14	6,95	t/m
Превышеніе нормъ 1907 г. противъ нормъ 1896 г.	55,5	55,7	57,1	60,3	65,1	69,6	74,6	%

НТБ ДНУЖТ

B. Сравнительная таблица вѣса металлическихъ частей и полной вертикальной нагрузки на мосты по нормамъ 1896 и 1907 годовъ.

Разсчетный пролетъ		Ѣзда по:	3	4			10	15	20	30	40	50	60	80	100	130	150	
Вѣсъ металлическихъ частей пролетнаго строенія мостовъ.	1907 — 1896	верху	0,420	0,435	0,500	0,660	0,690	0,805	1,17	1,58	2,50	3,00	3,50	4,15	—	—	—	t/m
		низу	—	—	—	—	—	1,51	1,78	2,14	2,50	3,00	3,30	3,85	4,30	5,06	6,60	
		верху	0,450	0,465	0,535	0,708	0,830	1,13	1,49	2,09	3,11	3,75	4,30	5,07	—	—	—	
		низу	—	—	—	—	—	1,83	2,19	2,67	3,03	3,50	4,05	4,75	5,35	6,20	8,20	
Превышеніе вѣса мостовъ по нормамъ 1907 г. противъ нормъ 1896 года.		верху	7	7	7	7	20	40	27	32	25	25	23	22	—	—	—	%
		низу	—	—	—	—	—	21	23	25	21	17	23	23	24	22	24	
Полная вертикальная нагрузка на мосты.	1907 — 1896	верху	15,79	15,14	14,33	12,78	10,64	9,38	9,15	8,93	9,29	9,38	9,43	9,41	—	—	—	t/m
		низу	—	—	—	—	—	9,98	9,65	9,39	9,27	9,28	9,30	9,14	9,26	9,74	11,03	
		верху	18,86	17,75	16,99	16,23	14,84	13,87	13,79	13,14	13,36	13,36	13,35	13,36	—	—	—	
		низу	—	—	—	—	—	14,51	14,41	13,68	13,40	13,16	13,16	13,01	13,21	13,58	15,65	
Превышеніе полной вертикальной нагрузки по нормамъ 1907 противъ нормъ 1896 года.		верху	19	17	19	27	40	45	50	47	44	44	42	42	—	—	—	%
		низу	—	—	—	—	—	45	49	46	45	42	42	42	43	40	42	

Табл. A, B, C см. Инженеръ Н. Б. Богуславскій, Свѣдѣнія о вѣсѣ желѣзнодорожныхъ мостовъ. Журн. Мин. Путей Сообщенія 1908.

НТБ ДНУЖТ

C. Сравнительная таблица

для опредѣленія вѣса металлическихъ частей и постоянной нагрузки желѣзнодорожныхъ мостовъ балочной системы, проектированныхъ по нормамъ 1896 и 1907 годовъ.

Пролетъ		Нормы 1896 года		Нормы 1907 года	
Въ свѣту	Расчетный	Вѣсъ металлическихъ частей	Постоянная нагрузка	Вѣсъ металлическихъ частей	Постоянная нагрузка
саж.	m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m
Мосты съ ѣздою по верху безъ металлической проѣзжей части.					
1	2,5	$156l+17$	$135l+500$	$164l+20$	$140l+500$
1,5	3,8	$114l+17$	$97l+500$	$122l+20$	$102l+500$
2	4,7	$96l+17$	$88l+500$	$101l+20$	$92l+500$
2,5	5,9	$87l+48$	$80l+530$	$94l+50$	$85l+550$
3	7				
4	9	$70l+48$	$64l+530$	$83l+50$	$75l+550$
5	11,5	$58l+48$	$54l+530$		
6	14	$57l+48$	$54l+530$	$72l+50$	$68l+550$
8	18				
10	22,5	$56l+48$	$52l+600$		
11	25	$53l+48$	$50l+600$	$70l+50$	$65l+600$
12	27	$52l+48$	$48l+650$		
15	33	$50l+48$	$46l+650$	$65l+50$	$59l+650$
20	45	$47l+48$	$44l+650$	$64l+50$	$57l+650$
Мосты съ ѣздою по верху съ металлической проѣзжей частью.					
16	35	$48l+450$	$44l+950$	$62l+500$	$54l+1000$
20	45	$51l+500$	$48l+1000$	$66l+550$	$61l+1050$
25	55	$47l+600$	$44l+1100$	$60l+650$	$56l+1150$
30	66	$47l+700$	$44l+1200$	$60l+750$	$56l+1250$
40	87	$38l+700$	$36l+1200$	$48l+750$	$45l+1250$
Мосты съ ѣздою по низу.					
6	14	$54l+700$	$48l+1200$	$72l+750$	$64l+1250$
9	20				
11	25	$53l+700$	$48l+1200$		
14	31	$48l+700$	$43l+1200$	$64l+750$	$57l+1250$
16	35	$44l+700$	$40l+1200$	$57l+750$	$53l+1250$
20	45	$44l+700$	$41l+1250$		
23	50			$55l+750$	$52l+1250$
25	55	$43l+700$	$41l+1250$		
30	66				
35	80	$39l+700$	$36l+1250$	$50l+750$	$46l+1300$
45	100	$36l+700$	$34l+1250$	$46l+750$	$43l+1300$
50	110	$33l+700$	$32l+1250$	$42l+750$	$40l+1300$
60	130	$32l+900$	$31l+1500$	$40l+1000$	$38l+1500$
70	152	$38l+900$	$37l+1500$	$48l+1000$	$46l+1500$

НТБ ДНУЖТ

b. Инструкціи и указанія М. П. С. при проектированіи мостовъ, изданныя ранѣе нормъ 1907 года.

Порядокъ исполненія П. М. П. С. № 753.

Ц. У. 30 марта 1896, № 12008, впредь до установленія М. П. С. общихъ основаній по проектированію новыхъ пролетныхъ строеній мостовъ, надлежитъ руководствоваться нижеслѣдующими временными правилами по составленію проектовъ новыхъ мостовъ съ металлическими пролетными строеніями на строящихся и эксплоатируемыхъ желѣзныхъ дорогахъ, подвѣдомственныхъ управленію казенныхъ желѣзныхъ дорогъ:

a) Въ основаніе составленія проекта надлежитъ принять временную нагрузку, согласно циркуляру отъ 15 января 1896 г., № 753 (стр. 285), на всѣхъ тѣхъ дорогахъ, гдѣ въ настоящее время не обращаются паровозы болѣе тяжелаго типа, нежели типъ, указанный въ семъ циркулярѣ; въ противномъ случаѣ необходимо въ основаніе разсчетовъ принимать обращающіеся на той или другой дорогѣ наиболѣе тяжелые поѣзда съ двумя паровозами, сохраняя общія расположенія согласно указаніямъ циркуляра.

Для облегченія разсчетовъ по нормамъ временной нагрузки, указанной въ циркулярѣ, могутъ быть примѣнены соотвѣтственныя симъ нормамъ величины нагрузки на 1 m одного пути, дающія такіе же моменты и перерѣзывающія усилія, какіе получаются отъ сосредоточенныхъ грузовъ нормальнаго поѣзда; величины этой эквивалентной нагрузки помѣщены въ таблицѣ (стр. 287) для свободно лежащихъ однопролетныхъ балокъ подъ одинъ путь.

Добавочныя усилія отъ вѣтра надлежитъ опредѣлять, согласно циркуляру отъ 5 января 1884 года, № 60 (стр. 304), но безъ уменьшенія ихъ на 60%.

b) Относительно указанія въ циркулярѣ Департамента жел. дор. отъ 15 января 1896 г., № 753, принимать при разсчетѣ размѣровъ деревянныхъ поперечинъ и продольныхъ брусьевъ на металлическихъ мостахъ давленіе оси подвижного состава въ 20 t, Управленіе каз. жел. дорогъ разъяснило, что такую нагрузку слѣдуетъ принимать къ разсчету лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда на дорогѣ въ данное время предвидится обращеніе по мостамъ тяжелыхъ паровозовъ, близко подходящихъ по своему вѣсу къ нормальному типу (стр. 285), указанному въ циркулярѣ отъ 15 января 1896 г.; въ противномъ случаѣ, если обращающіеся на дорогѣ паровозы легче стараго нормальнаго типа, указаннаго въ циркулярѣ **Т. И. К.** отъ 5 января 1884 г., № 60 (четырехоснаго съ нагрузкою на ось 12,5 t и разстояніемъ между осями въ 4.5 фута), то деревянныя поперечины и продольные брусья на мостахъ надлежитъ разсчитывать, принимая давленіе на ось паровоза въ 15 t.

c) **Ц. У.** 30 іюля 1901, № 32003/138, въ зависимости отъ условій прочности мостовъ, при включеніи въ составъ нормальнаго поѣзда (стр. 285) вагоновъ другого типа, съ увеличеннымъ разстояніемъ d между осями, допускаются слѣдующія наибольшія давленія P отъ вагонныхъ осей:

$d =$	4,0	4,2	4,5 m
$P =$	10,5	11,0	12,0 t.

d) По **Ж. И. С.** 9 авг. 1897 г., № 108, постановлено: допустить временно, впредь до окончательнаго установленія нынѣ вырабатываемыхъ состоящей при **И. С.** мостовой комиссіей общихъ пріемовъ разсчета мостовыхъ фермъ, нижеслѣдующія общія основанія разсчета раскосныхъ и рѣшетчатыхъ мостовыхъ фермъ съ нѣсколькими пересѣченіями раскосовъ, а именно:

1) Для опредѣленія усилій дѣйствующихъ въ частяхъ рѣшетки многораскосныхъ мостовыхъ фермъ наибольшее перерѣзывающее усиліе въ каждой простой фермѣ, на которую расчленяется сложная ферма (съ нѣсколькими пересѣченіями раскосовъ), должно быть опредѣляемо по эквивалентной поѣзду равномѣрной нагрузкѣ, передвинутой за принадлежащій разсматриваемой простой фермѣ послѣдній нагруженный узелъ на половину большой панели (или, что то же, по данной системѣ сосредоточенныхъ грузовъ, для сѣченія отстоящаго на половину большой панели отъ послѣдняго нагруженнаго узла въ сторону ненагруженной части пролета),

НТБ ДНУЖТ

съ раздѣленіемъ полученнаго такимъ образомъ усилія на число простыхъ системъ.

2) При опредѣленіи усилій въ частяхъ рѣшетки фермъ должно быть принято во вниманіе расположеніе ѣзды въ верхнемъ или нижнемъ поясѣ.

3) При разсчетѣ размѣровъ частей рѣшетки въ мостахъ отверстіемъ до 15 саж. включительно, усилія, исчисленныя согласно изложенному въ пунктѣ 1-мъ настоящаго циркуляра, должны быть увеличиваемы въ частяхъ рѣшетки, расположенныхъ близъ опоръ, на 10%, а въ срединѣ пролета на 15%, съ прогрессивнымъ увеличеніемъ упомянутыхъ усилій отъ опоръ къ срединѣ пролета.

4) При проектированіи поясовъ въ фермахъ съ многими пересѣченіями раскосовъ должно быть обращено вниманіе на приданіе упомянутымъ поясамъ возможно большей жесткости въ вертикальномъ направленіи.

Ц. Т. И. К., № 60, 5 янв. 1884.

За **разсчетную длину** фермы принимается разстояніе между срединами опорныхъ стоекъ ея.

При расположеніи деревянныхъ*) поперечинъ непосредственно на поясахъ фермы (преимущественно въ мостахъ съ ѣздою по верху) принимается во вниманіе добавочное напряженіе въ поясахъ фермы отъ мѣстныхъ прогибовъ, производимыхъ грузами, стоящими на поперечинахъ, находящихся между узлами фермы.

При опредѣленіи поперечныхъ **размѣровъ деревянныхъ поперечинъ, желѣзныхъ продольныхъ и поперечныхъ балокъ,** таковыя полагаются поддерживающими оси восьмиколесныхъ паровозовъ, съ давленіемъ на каждую въ 15 t, при разстояніи между осями въ $4^1/_2$ фута. Нормы 1907 года см. стр. 288.

с. Допускаемыя напряженія въ мостахъ (въ Россіи).

1. По **Ц. Т. И. К.** 5 янв. 1884 г., № 60, имѣемъ:

Поперечныя сѣченія поясовъ главныхъ фермъ и поперечныхъ балокъ (если таковыя служатъ и распорками горизонтальныхъ связей) опредѣляются по слѣдующимъ формуламъ:

для поясовъ

$$R = \frac{P + 0{,}6\,P'}{\Omega}\,; \qquad (1).$$

для поперечныхъ балокъ

$$R' = \frac{M\,Z}{J} + \frac{0{,}5\,P''}{\omega}\,, \qquad (2).$$

гдѣ R и R' допускаемыя напряженія для поясовъ главныхъ фермъ и для поперечныхъ балокъ,

P усиліе, принимаемое поясомъ отъ вертикальной нагрузки,

*) Во всякомъ случаѣ, при дѣйствіи одной вертикальной нагрузки величина R должна быть не болѣе допускаемаго прочнаго сопротивленія; при совмѣстномъ же дѣйствіи вертикальной нагрузки и вѣтра напряженіе должно быть не болѣе 300 пуд. на кв. дюймъ.

НТБ ДНУЖТ

P' усиліе въ поясѣ отъ дѣйствія вѣтра,
Ω площадь сѣченія пояса,
M сгибающій моментъ отъ вертикальной нагрузки на поперечную балку,
P'' усиліе, принимаемое поперечной балкой, какъ распоркою,
$\frac{J}{Z}$ моментъ сопротивленія сѣченія поперечной балки,
ω площадь сѣченія поперечной балки, принимающей на себя сжимающее усиліе.

Примѣчаніе. Численные коэффиціенты 0,6 и 0,5 въ формулахъ (1) и (2) представляютъ: первый — отношеніе 7,25 : 12, второй — 6 : 12, т.-е. отношеніе напряженій, допускаемыхъ соотвѣтственно въ поясѣ главной фермы и въ поясѣ поперечной балки для вертикальной нагрузки и для вѣтра.

Для частей фермы, подвергающихся сжатію, указанные въ постановленіи 1875 г., № 54 (стр. 299), коэффиціенты прочнаго сопротивленія сжатію должны быть измѣняемы соотвѣтственно отношенію длины сжимаемыхъ частей къ наименьшему поперечному измѣренію ихъ. Равнымъ образомъ, въ сжатыхъ частяхъ фермы поперечныя сѣченія разсчитываются не brutto, а за вычетомъ половиннаго числа заклепочныхъ отверстій; для частей же, подверженныхъ вытягиванію, дѣлается полный вычетъ заклепочныхъ отверстій.

2. По Ц. У. 30 марта 1896 г., № 12008 (см. стр. 295):

1) Усилія во всѣхъ частяхъ **пролетнаго строенія** надлежитъ опредѣлять въ отдѣльности отъ постоянной нагрузки, временной нагрузки и давленія вѣтра и въ совокупности отъ всѣхъ этихъ вліяній; кромѣ того, для мостовъ, находящихся на кривыхъ или на уклонахъ, должны быть вычислены соотвѣтственныя добавочныя усилія, а въ мостахъ со сквозными фермами, гдѣ рельсы поддерживаются поперечинами, уложенными на поясахъ фермъ въ промежуткахъ между узлами, должно быть принято во вниманіе вліяніе мѣстнаго изгиба поясовъ.

2) Наибольшее основное напряженіе въ **главныхъ фермахъ** на растяженіе или сжатіе, которое можетъ быть допущено въ частяхъ мостовъ отъ указанныхъ въ п. 1 усилій, за исключеніемъ давленія вѣтра, не можетъ быть болѣе: а) для частей изъ литого желѣза — величины, опредѣляемой изъ формулы

$$R = 7 + 0{,}02\, l,$$

гдѣ R допускаемое напряженіе въ kg/qmm и l разсчетный пролетъ въ m, и б) для сварочнаго желѣза

$$R = 6{,}5 + 0{,}02\, l$$

НТБ ДНУЖТ

при тѣхъ же обозначеніяхъ. Напряженіе на скалываніе или перерѣзываніе не должно превосходить 75% указанныхъ выше величинъ. Основное напряженіе отъ всѣхъ указанныхъ въ п. 1 усилій, со включеніемъ давленія вѣтра, а также въ связяхъ не должно превосходить величинъ по упомянутымъ выше формуламъ болѣе чѣмъ на $0{,}02\,l$ kg/qmm, но не свыше 12 kg/qmm для литого и $11^1/_2$ kg/qmm для сварочнаго желѣза. См. стр. 300.

Напряженія въ сжатыхъ частяхъ надлежитъ допускать съ уменьшеніемъ, въ зависимости отъ продольнаго изгиба, въ сжато-вытянутыхъ частяхъ, — въ зависимости отъ поперемѣнности предѣльныхъ усилій, причемъ если преобладаетъ сжатіе, то допускаемое напряженіе опредѣляется по формулѣ $R_m = a\varphi R$, гдѣ R_m допускаемое напряженіе на сжатіе, a коэффиціентъ уменьшенія отъ поперемѣнности напряженій

$$\left(\text{напр. по Вейрауху } a = 1 - {}^1/_2 \frac{\min N}{\max N}\right),$$

φ коэффиціентъ уменьшенія на продольный изгибъ и R основное напряженіе; если оказывается $aR < R - 1$, то слѣдуетъ принимать $aR = R - 1$. Полезныя площади какъ вытянутыхъ, такъ и сжатыхъ частей надлежитъ принимать netto; въ вычисленіяхъ же радіусовъ инерціи и скалывающихъ напряженій разрѣшается площадь, моментъ инерціи и статическій моментъ считать brutto.

Въ **заклепкахъ фермъ и связей** напряженіе не должно превосходить 80% указанныхъ выше основныхъ напряженій, но не свыше 7 kg/qmm отъ вертикальной нагрузки и 8 kg/qmm отъ полной нагрузки; въ заклепкахъ, прикрѣпляющихъ проѣзжую часть къ фермамъ, допускается напряженіе не свыше 6 kg/qmm.

Напряженіе въ **проѣзжей части** допускается: а) изъ литого желѣза — основное не свыше 7 kg/qmm, на скалываніе — не болѣе 5,25 kg/qmm; б) изъ сварочнаго желѣза — основное не болѣе 6 kg/qmm, на скалываніе — не свыше 4,5 kg/qmm, и в) въ заклепкахъ не свыше 6 kg/qmm, за исключеніемъ заклепокъ, прикрѣпляющихъ продольныя балочки къ поперечнымъ, гдѣ принимать надлежитъ не болѣе 5 kg/qmm.

Указанныя выше предѣльныя величины скалывающихъ напряженій допускаются лишь при томъ условіи, чтобы наибольшія напряженія въ косомъ направленіи не превосходили основныхъ величинъ.

Примѣчаніе. Если мостъ предполагается изготовлять изъ сварочнаго желѣза, то къ проекту долженъ быть приложенъ варіантъ, составленный по разсчету на допускаемыя напряженія, согласно циркуляру отъ 5 янв. 1884 г., № 60 (см. стр. 295, 296, 304).

НТБ ДНУЖТ

3. По **П. М. П. С.** 1875 г., за № 54, установлено для **сварочнаго желѣза.**

Для желѣза въ фермахъ и связяхъ мостовъ допускаются напряженія въ kg/qmm, соотвѣтств. въ пудахъ на кв. дюймъ поперечнаго сѣченія,

a) Въ **сплошныхъ балочныхъ** мостахъ отверстіемъ менѣе 7 саж. и въ мелкихъ частяхъ, подверженныхъ непосредственнымъ ударамъ:

для растяженія и сжатія (netto).	*6*	kg	236,3	пуд.
» перерѣзыванія въ заклепкахъ. .	*6*	»	236,3	»
» разслоенія вертикальныхъ стѣнокъ	*3,5*	»	137,8	»
» перерѣзыванія въ заклепкахъ, соединяющихъ поперечныя балки съ фермами и продольныя балочки съ поперечными		»	196,9	»

b) Въ **сплошныхъ** мостахъ отверстіемъ болѣе 7 саж.:

для растяженія (netto) .	*7*	»	275,7	»
» сжатія (brutto)	*7*	»	275,7	»

c) Въ мостахъ **раскосной и рѣшетчатой системъ:**

въ поясахъ: для растяженія (netto).	*7,25*	»	285,5	»
въ поясахъ: » сжатія (brutto).	*7,25*	»	285,5	»
въ раскос. и стойкахъ: для растяженія (netto).	*7,25*	»	285,5	»
въ раскос. и стойкахъ: » сжатія (brutto)	*7*	»	275,7	»
въ заклепкахъ для перерѣзыванія. .	*6*	»	236,3	»
въ вертикальныхъ листахъ для продольнаго разслоенія	*4,5*	»	177,2	»

d) **Въ горизонтальныхъ и вертикальныхъ связяхъ:**

для растяженія	*9*	»	345,5	»
» перерѣзыванія въ заклепкахъ . .	*7,5*	»	295,4	»

Желѣзо должно выдерживать до разрыва:
заклепочное не менѣе *35* kg = около 1400 пуд.
другихъ сортовъ, вдоль слоевъ не менѣе *31* kg = около 1240 пудовъ и поперекъ слоевъ не менѣе *28* kg = около 1120 пуд.

4. По **Ц. Д.** 3 мая 1891, № 5561, были установлены нижеслѣдующія **облегченныя предѣльныя напряженія,** которыя должны были приниматься при повѣркѣ прочности фермъ мостовъ отв. болѣе 7 саж., устроенныхъ не по нормамъ циркуляра отъ 5 января 1884 г., за № 60.

I. Въ **поясахъ** фермъ:

a) при допущеніи дѣйствія одной вертикальной нагрузки:

Пролеты въ саженяхъ:	8	9	10	25	40	45	50
Допускаемыя напряженія, kg/qmm .	7,25	7,25	7,25	7,50	7,75	8,25	8,75

НТБ ДНУЖТ

б) при одновременномъ дѣйствіи вертикальной нагрузки и приведенной величины давленія вѣтра:

Пролеты въ саженяхъ:	8	9	10	25	40	45	50
Допускаемыя напряженія, kg/qmm .	8,00	8,00	8,00	8,25	8,50	9,00	9,50

Примѣчаніе. Для промежуточныхъ пролетовъ коэффиціенты прочности должны быть опредѣляемы линейною интерполяціею.

II. Въ **раскосахъ и стойнахъ** фермъ:

а) Въ мостахъ раскосной системы коэффиціентъ прочности опорной стойки принимать равнымъ допускаемому коэффиціенту прочности въ поясахъ, установленному для случая одной вертикальной нагрузки: коэффиціентъ прочности стойки, расположенной посрединѣ пролета,—7 kg/qmm. Для промежуточныхъ стоекъ коэффиціенты прочности должны быть опредѣляемы линейною интерполяціею.

Коэффиціентъ прочности для всѣхъ обратныхъ раскосовъ (раскосовъ, работающихъ отъ одной лишь временной нагрузки) — 7 kg/qmm. Для каждаго изъ остальныхъ раскосовъ коэффиціентъ долженъ быть принятъ равнымъ полусуммѣ коэффиціентовъ, соотвѣтствующихъ смежнымъ съ раскосомъ стойкамъ.

б) Въ мостахъ рѣшетчатой системы — для раскосовъ, сжато-вытянутыхъ посрединѣ пролета фермы: 6 kg/qmm; для крайнихъ сжато-вытянутыхъ раскосовъ, соотвѣтствующихъ нулевому минимальному перерѣзывающему усилію: 7 kg/qmm; для раскосовъ у опоръ — коэффиціентъ, допускаемый для опорной стойки и поясовъ при дѣйствіи вертикальныхъ силъ. Для промежуточныхъ раскосовъ коэффиціентъ опредѣляется линейною интерполяціею между означенными предѣлами.

III. Въ горизонтальныхъ и вертикальныхъ **связяхъ** между фермами — 9 kg/qmm.

IV. Для **заклепокъ:**

а) въ поясахъ и въ рѣшеткѣ фермъ—6,50 kg/qmm,

б) въ горизонтальныхъ и вертикальныхъ связяхъ между фермами—7 kg/qmm.

4. Объ увеличеніи допускаемыхъ напряженій въ металлическихъ частяхъ мостовъ. П. М. П. С. окт. 8 дня 1905 г., за № 134.

По утвержденному М. П. С. Ж. И. С. отъ 16 и 30 марта 1905 года, № 11, признано возможнымъ: 1) вообще, независимо отъ пролета, допустить для разрѣзныхъ фермъ мостовъ, изготовленныхъ изъ литого желѣза съ временнымъ сопротивленіемъ на разрывъ не менѣе 35 kg/qmm, повышеніе допускаемыхъ напряженій доведеніемъ основного коэффиціента α въ

НТБ ДНУЖТ

формулахъ вида $\alpha + \beta l$ съ 6,75 до 7kg/qmm и 2) при исполненіи пролетныхъ строеній изъ литого желѣза съ повышенными нормами временнаго сопротивленія разрыву, согласно П. М. П. С. отъ 8 октября 1905 г., за № 133 (т.-е. не менѣе 37 kg/qmm), допустить повышеніе того же коэффиціента α на 0,50 kg/qmm, опредѣляя, такимъ образомъ, для разрѣзныхъ фермъ допускаемыя напряженія по формуламъ $R = 7{,}5 + 0{,}02\,l$ и $R' = 7{,}5 + 0{,}04\,l$ kg/qmm (гдѣ R допускаемое напряженіе отъ вертикальной нагрузки, R' — то же съ прибавленіемъ напряженія отъ дѣйствія вѣтровыхъ усилій и l — разсчетный пролетъ въ m) съ тѣмъ, чтобы наибольшая величина допускаемыхъ напряженій не превосходила соотвѣтственно 10,5 и 12,5 kg/qmm.

d. Деревянные мосты подъ желѣзную дорогу.

1. Собственный вѣсъ деревянныхъ мостовъ системы Гау подъ желѣзную дорогу.

a. **Фермы.** Высота деревянныхъ фермъ системы Гау берется въ $^1/_9$ до $^1/_5$ пролета, при длинѣ панелей 1,50 m, для пролетовъ въ 17,0 m и въ 2,20 m для большихъ пролетовъ.

Разстояніе между фермами, при небольшихъ пролетахъ (отъ 6,4 до 10 m) берется = 1,83 m; для большихъ пролетовъ: $^2/_3$ высоты фермы.

b. **Собственный вѣсъ мостовъ** въ kg на m одного пути.

a) Фермы (главные прогоны) изъ одиночныхъ балокъ.

По Гейнцерлингу:

$$p = 84\,l + 400 \text{ kg}.$$

По Винклеру, $p = 536$ kg на m одного пути, при нагрузкѣ на ось въ 13 t, и $p = 505$ kg на пог. m, при нагрузкѣ на ось въ 10 t.

b) Фермы (главные прогоны) изъ составныхъ балокъ.

По Гейнцерлингу:

$$p = 83\,l + 650 \text{ kg}.$$

По Винклеру:

$$p = 60\,l + (505 \text{ до } 536) \text{ kg}.$$

Добавочный вѣсъ поперечныхъ связей:

$$p' = 8{,}5\,l + 90 \text{ kg}.$$

c) Фермы Гау, полагая двѣ фермы подъ одинъ путь:

$$p = 28\,l + 672 \text{ kg}.$$

При сплошномъ настилѣ и обшивкѣ полотна желѣзомъ $p = 892$ kg на пог. m.

НТБ ДНУЖТ

2. Данныя о мостахъ системы Гау *).

Пролетъ саж.	Высота фермъ саж.	Отношеніе высоты фермъ къ пролету	Число панелей	Длина панелей саж.	Пояса: Верхній — Число брусьевъ	Пояса: Верхній — Размѣры дюйм.	Пояса: Нижній — Число брусьевъ	Пояса: Нижній — Размѣры дюйм.	Раскосы, дюймы: оть	Раскосы, дюймы: до	Поперечныя балки: Разстояніе между осями дюйм.	Поперечныя балки: Размѣры дюйм.	Подрельсные прогоны: Число подъ кажд. рельс.	Подрельсные прогоны: Размѣры дюйм.	Шпалы: Разстояніе между ос.	Шпалы: Размѣры дюйм.	Діаметръ болтовъ фермъ дюйм.	Разстояніе въ свѣту между фермами
11,65	3,57	1:3,26	7	1,56	4	7″×10″	4	7″×14″	8″×8″	10″×12″	2′8 13/16″	10″×16″	2	5″×12″	14″	6″×8″	1 1/2″—2 1/8″	14′6″
13,21	3,57	1:3,70	8	1,56	4	7″×10″	4	7″×14″	8″×8″	12″×12″	2′8 13/16″	10″×16″	2	5″×12″	14″	6″×8″	1 1/2″—2 3/8″	14′6″
14,78	3,57	1:4,14	9	1,56	4	8″×10″	4	8″×14″	8″×8″	12″×12″	2′8 13/16″	10″×16″	2	5″×12″	14″	6″×8″	1 5/8″—2 1/8″	14′6″
16,34	3,57	1:4,58	10	1,56	4	8″×10″	4	8″×14″	8″×8″	12″×14″	2′8 13/16″	10″×16″	2	5″×12″	14″	6″×8″	1 1/2″—2 1/8″	14′6″
17,90	3,57	1:5,01	11	1,56	4	8″×10″	4	8″×15″	8″×8″	12″×14″	2′8 13/16″	10″×16″	2	5″×12″	14″	6″×8″	1 5/8″—2 1/4″	14′6″
19,46	3,57	1:5,45	12	1,56	4	8″×10″	4	8″×15″	8″×8″	14″×14″	2′8 13/16″	10″×16″	2	5″×12″	14″	6″×8″	1 1/2″—2 3/8″	14′6″
21,03	3,57	1:5,89	13	1,56	4	8″×12″	4	8″×15″	8″×8″	14″×14″	2′8 13/16″	10″×16″	2	5″×12″	14″	6″×8″	1 5/8″—2 1/2″	14′6″
21,43	3,40	1:6,30	11	1,95	4 { 2 7″×14″ 2 8″×14″		4 { 2 7″× 6″ 2 8″×16″		5″×10″	12″×13″	9′6″	три рядомъ 8″×18″	1	12″×12″	14″	8″×8″	1 1/2″—2 1/8″	

*) См. Корейша, Сѣв.-Амер. жел. дор., стр. 149.

НТБ ДНУЖТ

3. Допускаемые коэффиціенты сопротивленія для дерева въ мостахъ.

По **Ж. И. С.** 8 дек. 1894 и 15 февр. 1895, № 24, и 18 марта и 12 апрѣля 1895, за № 50, постановлено допускать нижеслѣдующія нормы прочнаго сопротивленія дерева при разсчетѣ деревянныхъ мостовъ:

а) для хвойнаго лѣса обыкновеннаго качества: на (непосредственное) растяженіе 40 пуд./кв. дюйм., на (непосредственное) сжатіе 20 пуд./кв. дюйм., на сжатіе поперекъ волоконъ 6 пуд./кв. дюйм., на сгибаніе 25 пуд./кв. дюйм.;

б) для дуба (имѣющаго временное сопротивленіе разрыву не менѣе 380 пуд./кв. дюйм.*): на непосредственное растяженіе 55 пуд./кв. дюйм., на непосредственное сжатіе вдоль волоконъ 30 пуд./кв. дюйм., на сжатіе поперекъ волоконъ 15 пуд./кв. дюйм., на нормальное сопротивленіе при сгибаніи 40 пуд./кв. дюйм.;

в) для хвойнаго лѣса лучшаго качества (съ временнымъ сопротивленіемъ разрыву не менѣе 320 пуд./кв. дюйм.): на непосредственное растяженіе 45 пуд./кв. дюйм., на непосредственное сжатіе вдоль волоконъ 25 пуд./кв. дюйм., на сжатіе поперекъ волоконъ 8 пуд./кв. дюйм., на нормальное сопротивленіе при сгибаніи 30 пуд./кв. дюйм.;

г) при повѣркѣ прочности поясовъ въ сквозныхъ фермахъ долженъ быть принятъ во вниманіе мѣстный прогибъ, если таковой имѣетъ мѣсто.

При повѣркѣ на совокупное дѣйствіе вѣтра и вертикальной нагрузки въ сквозныхъ фермахъ, всѣ вышеприведенныя въ пунктахъ а, б и в напряженія на растяженіе, сжатіе и изгибъ увеличиваются, круглымъ числомъ, на 5 пуд./кв. дюйм.

д) при разсчетѣ временныхъ деревянныхъ мостовъ всѣ вышеприведенныя въ пунктахъ а, б, в и г предѣльныя напряженія могутъ быть увеличены на 25%.

Примѣчаніе 1. Дерево, употребляемое для мостовыхъ сооруженій, должно быть обязательно зимней рубки.

Примѣчаніе 2. Указанныя въ пунктахъ б) и в) нормы прочнаго сопротивленія относятся къ лѣсу отборнаго качества; примѣненіе сихъ нормъ требуетъ удостовѣренія въ достаточности временнаго сопротивленія употребляемаго лѣса разрыву или раздробленію, каковое удостовѣреніе должно производиться по установленнымъ правиламъ.

---

*) Принимая при этомъ, что временное сопротивленіе сжатію составляетъ 0,50 сопротивленія разрыву, а нормальное сопротивленіе растяженію при сгибаніи 0,65 сопротивленія разрыву (непосредственному).

НТБ ДНУЖТ

е. Усилія отъ давленія вѣтра.

1. **Давленіе вѣтра** (по Винклеру) для нагруженныхъ мостовъ принимается въ 150 kg/qm, для ненагруженныхъ 250 kg/qm, въ предположеніи, что при давленіи вѣтра $>$ 150 kg/qm по мосту ѣзда прекращается.

Площадь, подверженная давленію вѣтра, слѣдуетъ опредѣлять по дѣйствительнымъ размѣрамъ частей моста. За площадь находящагося на мосту поѣзда принимаютъ прямоугольникъ, высота котораго отъ верхней грани рельса 3 m.

Въ мостахъ съ ѣздою по верху и вѣтровыми связями въ плоскости нижняго пояса необходимо принимать въ разсчетъ увеличеніе вертикальной нагрузки одной изъ главныхъ фермъ отъ дѣйствія вѣтра, если нагрузка эта превосходитъ 10% отъ нагрузки отъ собственнаго вѣса и подвижной нагрузки.

2. На основаніи **Ц. Т. И. Н.** 5 янв. 1884 г., № 60, установлено:

г. Усилія въ связяхъ, зависящія отъ **давленія вѣтра** на боковую поверхность пролетныхъ частей, разсчитываются при двухъ предположеніяхъ, выбирая невыгоднѣйшее:

а) при отсутствіи поѣзда на мосту, принимая давленіе вѣтра въ 1,5 пуд. на кв. футъ боковой поверхности;

б) въ случаѣ нагруженія моста поѣздомъ, принимая давленіе вѣтра въ 0,75 пуда на кв. футъ поверхности.

Примѣчаніе 1. Въ первомъ случаѣ за боковую поверхность, подвергающуюся дѣйствію вѣтра, слѣдуетъ брать, кромѣ дѣйствительной боковой поверхности одной фермы, еще часть поверхности другой фермы, такъ какъ при наклонномъ или косомъ направленіи вѣтра обѣ фермы не будутъ взаимно покрывать одна другую. Подверженную дѣйствію вѣтра поверхность двухъ фермъ одного пролета можно принять приблизительно для рѣшетчатыхъ фермъ въ 0,60 отъ сплошной площади, ограниченной наружнымъ очертаніемъ одной фермы, а для раскосныхъ въ 0,50, предполагая при этомъ, что желѣзное строеніе проѣзжей части помѣщается между поясами. Давленіе вѣтра на боковую поверхность фермы распредѣляется въ этомъ случаѣ поровну между верхними и нижними горизонтальными связями. Если желѣзное строеніе проѣзжей части помѣщается не между поясами фермъ, а надъ поясами, то слѣдуетъ еще взять въ разсчетъ давленіе вѣтра на сплошную боковую поверхность строенія проѣзжей части, относя таковое добавочное давленіе полностью на верхнія или нижнія связи, смотря по расположенію проѣзжей части.

Примѣчаніе 2. Во второмъ случаѣ, при нахожденіи на мосту поѣзда, полная боковая поверхность, подверженная давленію вѣтра, получается отъ прибавленія къ исчисленной, согласно вышеизложенному, поверхности фермы: а) 10 кв. фут. на пог. футъ моста въ мостахъ, имѣющихъ ѣзду по верху, относя при этомъ по $^3/_5$ давленія, принимаемаго боковой поверхностью поѣзда, какъ на верхнія, такъ и на нижнія связи; б) въ мостахъ съ ѣздою по низу — отъ 10 до 7,5 кв. фут. на пог. футъ, соотвѣтственно высотѣ фермъ, измѣняющейся отъ 0,5 саж. до 3 саж. и болѣе, причемъ все давленіе на эту добавочную площадь относится на нижнія связи.

Величины добавочной площади въ 10 и 7,5 кв. футъ получаются изъ полной боковой поверхности поѣзда на пог. футъ моста, за вычетомъ промежутковъ между смежными вагонами и между головкой рельса и поломъ вагона, причемъ первая величина относится къ тому случаю, когда поверхность поѣзда не прикрыта фермой, вторая предполагаетъ поверхность поѣзда, прикрытаго во всю высоту фермой, что будетъ имѣть мѣсто въ мостахъ съ ѣздою по низу при фермахъ высотою болѣе 3 саж.

3. У мостовъ, расположенныхъ **въ кривыхъ**, необходимо принимать въ разсчетъ вліяніе **центробѣжной силы**, если вліяніе это значительно.

У мостовъ, расположенныхъ на уклонахъ или передъ станціями, необходимо принимать въ разсчетъ вліяніе **тормозящихъ усилій** на проѣзжую часть моста, опоры и близлежащія части главныхъ фермъ. Особенно важно принимать въ разсчетъ эти усилія въ мостахъ на желѣзныхъ быкахъ.

Для **колебаній температуры** необходимо принимать предѣлъ -25^0 и $+45^0$.

НТБ ДНУЖТ

f. Напряженія, допускаемыя въ Германіи.

1. Части главныхъ фермъ.

a) Части растягиваемыя.

Для случая литого желѣза въ этихъ частяхъ допускаются слѣд. напряженія:

Пролетъ свыше. . .	10	20	40	80	120	150 m
Допускаемыя напряженія:						
α) безъ принятія въ разсч. давл. вѣтра .	800	850	900	950	1000	1050 kg/qcm,
β) съ принятіемъ въ разсч. давл. вѣтра .	1000	.....до....				1300 »

Для сварочнаго желѣза эти значенія уменьшаются на 10%.

b) Части сжимаемыя.

Для сжимающихъ напряженій принимаются тѣ же величины, что и въ растягиваемыхъ частяхъ. Кромѣ того, для сжимаемыхъ частей должна имѣть мѣсто пятерная надежность на продольный изгибъ по формулѣ Эйлера (см. ч. I, стр. 394 и слѣд., способъ закрѣпленія 2).

2. Главныя балки со сплошной стѣнкой и балки проѣзжей части.

Главныя балки небольшихъ мостовъ.

Для литого желѣза допускается напряженіе до 750 kg/qcm, для сварочнаго до 700 kg/qcm.

Поперечныя и продольныя балки.

Если балластировка продолжается и на мосту, такъ что верхнее строеніе лежитъ не непосредственно на продольныхъ балкахъ проѣзжей части, то въ нихъ допускаются тѣ же напряженія, что въ главныхъ фермахъ со сплошною стѣнкой.

Если поперечины лежатъ на продольныхъ балочкахъ проѣзжей части, то напряженія въ послѣднихъ и поперечныхъ балкахъ должны быть не болѣе 700 kg/qcm для литого желѣза и не болѣе 650 kg для сварочнаго желѣза.

Если рельсы лежатъ непосредственно или посредствомъ желѣзныхъ подкладокъ на продольныхъ балочкахъ, то въ послѣднихъ допускаются напряженія до 650 kg/qcm для литого желѣза и до 600 kg/qcm для сварочнаго желѣза.

Тѣ же величины принимаются для поперечныхъ балокъ, если, при отсутствіи продольныхъ балокъ, рельсы лежатъ непосредственно на поперечныхъ балкахъ.

НТБ ДНУЖТ

3. Части вѣтровыхъ и поперечныхъ связей.

Напряженія могутъ достигать величинъ, приведенныхъ въ **7.** 1. β для главныхъ фермъ, съ тѣмъ, однако, ограниченіемъ, что для вѣтровыхъ связей не должно примѣняться плоское желѣзо сѣченіемъ меньшимъ 80 10 mm, а для поперечныхъ связей профили угольниковъ слабѣе 70 · 70.10 mm.

Всѣ вѣтровыя связи должны, насколько это возможно, быть составлены изъ жесткихъ сѣченій. Ихъ достаточно разсчитывать съ двойнымъ запасомъ прочности на продольный изгибъ въ томъ случаѣ, если эти связи парныя, а размѣры и соединенія ихъ такъ спроектированы, что часть, работающая на растяженіе, при изгибѣ перекрестной связи, можетъ одна воспринимать передаваемое усиліе.

4. Заклепочныя соединенія.

Для срѣзывающаго напряженія въ заклепкахъ, соединяющихъ части главныхъ фермъ, наибольшими допускаемыми величинами являются значенія, приведенныя въ **7.** 1, α) для растягиваемыхъ частей. Давленіе на поверхность заклепочныхъ дыръ должно не превышать **двойной** величины этихъ значеній. То же принимается и для вѣтровыхъ и поперечныхъ связей. Всякій раскосъ, служащій для передачи болѣе или менѣе существенныхъ усилій, долженъ прикрѣпляться, по крайней мѣрѣ, двумя заклепками, если онъ изъ плоскаго желѣза, и тремя заклепками, если раскосъ изъ углового желѣза.

Въ заклепкахъ, служащихъ для прикрѣпленія продольныхъ балокъ къ поперечнымъ и послѣднихъ къ главнымъ фермамъ, напряженіе на срѣзываніе опредѣляется по усиліямъ въ соотвѣтствующихъ соединеніяхъ; давленіе на поверхность заклепочныхъ дыръ не должно превосходить **двойного** допущеннаго сопротивленія на срѣзываніе.

5. Способъ разсчета.

Добавочныя напряженія, получающіяся вслѣдствіе жесткости узловъ и вслѣдствіе жесткаго прикрѣпленія продольныхъ балокъ къ поперечнымъ и послѣднихъ къ главнымъ фермамъ, обыкновенно не должны быть вводимы въ разсчетъ. Въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ это окажется необходимымъ, слѣдуетъ опредѣлять, допустимо ли и въ какой мѣрѣ увеличеніе приведенныхъ здѣсь предѣловъ для напряженій.

Въ остальномъ выборъ способа разсчета и опредѣленія сѣченія предоставляется личному усмотрѣнію, причемъ слѣдуетъ приводить не требуемыя и дѣйствительно примѣненныя сѣченія и числа заклепокъ, а лишь напряженія, получающіяся въ нихъ (по возможности въ формѣ таблицы или посредствомъ нанесенія этихъ величинъ на эскизѣ фермы).

НТБ ДНУЖТ

g. Общія условія,

коимъ должны удовлетворять проекты мостовыхъ сооруженій, представляемые на утвержденіе центральныхъ установленій Министерства Путей Сообщенія. (П. М. П. С. 11 ноября 1908 года, № 106.)

Проекты мостовыхъ сооруженій, представляемые на утвержденіе подлежащихъ центральныхъ установленій Министерства Путей Сообщенія, разрѣшается въ нижеслѣдующихъ случаяхъ, во избѣжаніе замедленій въ производствѣ работъ по постройкѣ новыхъ мостовъ, вносить на предварительное разсмотрѣніе означенныхъ установленій въ видѣ эскизныхъ проектовъ, разработанныхъ въ надлежащемъ числѣ варіантовъ, а именно:

1) во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда выборъ наиболѣе цѣлесообразнаго рѣшенія въ отношеніи какъ общаго расположенія моста, такъ и числа и величины его пролетовъ, представляется затруднительнымъ по мѣстнымъ условіямъ;

2) при устройствѣ мостовъ черезъ судоходныя и сплавныя рѣки, а также при расположеніи мостовъ въ предѣлахъ города;

3) когда проектируемый мостъ представляетъ собою новую систему, не получившую распространенія.

Эскизные проекты мостовъ должны быть составлены, имѣя въ виду указанія относительно проектированія и устройства мостовъ, преподанныя въ главѣ I отд. IV Свода распоряженій Министерства Путей Сообщенія по службѣ пути, а также и въ другихъ дѣйствующихъ правилахъ, опубликованныхъ къ руководству для учрежденій, сему Министерству подвѣдомственныхъ; въ частности при проектированіи мостовъ черезъ судоходныя и сплавныя рѣки, надлежитъ руководствоваться общими условіями, указанными въ утвержденномъ Господиномъ Министромъ Путей Сообщенія циркулярѣ бывшаго Департамента шоссейныхъ и водяныхъ сообщеній, опубликованномъ въ «Вѣстникѣ Министерства Путей Сообщенія» за 1897 г., № 39.

Къ эскизнымъ проектамъ мостовыхъ сооруженій должны быть приложены:

а) Пояснительная записка съ разсчетомъ мостового отверстія и съ изложеніемъ всѣхъ тѣхъ соображеній, которыя послужили для проектированія общаго расположенія моста и назначенія его пролетовъ.

б) Планъ русла и долины рѣки на возможно большемъ протяженіи вверхъ и внизъ по теченію, а именно: или не менѣе удвоенной ширины поймы въ разсматриваемомъ мѣстѣ или 5-кратной ширины коренного русла и, во всякомъ случаѣ, не менѣе одной версты, съ показаніемъ на семъ планѣ: линій наибольшихъ глубинъ, направленія главныхъ струй теченія высокихъ водъ, уклоновъ главнаго русла и поймы, линій судовыхъ и плотовыхъ ходовъ и весеннихъ протоковъ и границъ разлива при самомъ высокомъ горизонтѣ водъ.

в) Свѣдѣнія о мостахъ, существующихъ на данной рѣкѣ выше и ниже проектируемаго, а также о расположенныхъ на рѣкѣ плотинахъ, съ оцѣнкой ихъ возможнаго вліянія на устойчивость проектируемаго моста.

г) Продольные профили перехода по всѣмъ варіантамъ, съ примѣрнымъ подсчетомъ стоимости сооруженія моста по каждому изъ сихъ варіантовъ.

д) Геологическій разрѣзъ русла рѣки въ предѣлахъ проектируемаго моста.

е) Проекты струенаправляющихъ и струеотводныхъ сооруженій, а также укрѣпленія руселъ и конусовъ у опоръ.

ж) Отзывы мѣстнаго Округа путей сообщенія относительно удовлетворенія требованіямъ судоходства или сплава.

з) Проекты опоръ моста съ показаніемъ способа устройства ихъ основаній, причемъ, въ случаѣ надобности, система основаній должна быть разработана въ надлежащемъ числѣ варіантовъ, съ подсчетомъ ихъ сравнительной стоимости. Къ разсчету опоръ должны быть приложены чертежи кривыхъ давленія съ опредѣленіемъ наибольшаго давленія на грунтъ.

Въ разсчетъ устойчивости опоръ должны быть введены дополнительныя усилія отъ торможенія поѣздовъ, причемъ устойчивость опоръ должна быть опредѣлена съ принятіемъ во вниманіе потери вѣса отъ погруженія опоръ въ воду и безъ означенной потери.

НТБ ДНУЖТ

При опредѣленіи усилія отъ торможенія поѣздовъ, коэффиціентъ сцѣпленія колесъ съ рельсами принимается въ $^1/_5$, а число тормозныхъ осей въ поѣздѣ принимается равнымъ половинѣ всего числа осей въ поѣздѣ.

и) Эскизный проектъ пролетнаго строенія моста, въ составѣ: а) эскизныхъ чертежей фасада, плана и поперечныхъ разрѣзовъ съ показаніемъ сѣченій главнѣйшихъ частей, б) пояснительной записки съ разсчетами, необходимыми для сужденія о возможности примѣненія данной системы, и в) приблизительнаго подсчета вѣса.

Что касается полныхъ проектовъ мостовыхъ сооруженій, то, сверхъ вышеуказанныхъ данныхъ, въ составъ означенныхъ проектовъ долженъ входить детальный проектъ пролетныхъ частей моста, съ пояснительною запискою, съ разсчетомъ, тщательно провѣреннымъ двумя лицами, каждымъ отдѣльно, и исчисленіемъ вѣса, причемъ исчисленіе вѣса должно быть составлено въ формѣ таблицъ утвержденнаго образца и подраздѣлено на три отдѣльныя рубрики, а именно:

а) главныя фермы со связями,

б) проѣзжая часть моста и

в) опорныя части моста, съ соотвѣтственнымъ исчисленіемъ для каждой изъ упомянутыхъ рубрикъ процента на головки заклепокъ и съ приложеніемъ къ исчисленію вѣса пролетнаго строенія — вывода вѣса моста по формулѣ:

$$p = c\,L + F_1 + F_2,$$

гдѣ $c\,L$ вѣсъ фермъ со связями на единицу длины пролета, F_1 — вѣсъ проѣзжей части съ перилами и F_2 — вѣсъ опорныхъ частей моста на ту же единицу длины (L есть разсчетный пролетъ фермы, а $c\,L$ — частное отъ раздѣленія общаго вѣса фермъ со связями на длину фермъ).

При этомъ должно быть показано, насколько вѣсъ пролетнаго строенія, принятый по разсчету, болѣе или менѣе въ процентахъ дѣйствительнаго вѣса сего строенія.

На чертежахъ фермъ должны быть показаны:

а) линіи теоретическихъ площадей поясовъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда сѣченія поясовъ фермы разсчитаны по площадямъ, и

б) линіи моментовъ сопротивленія въ тѣхъ случаяхъ, когда фермы разсчитаны по моментамъ сопротивленія.

Для чертежей пролетныхъ частей рекомендуется примѣнить слѣдующіе масштабы: при пролетахъ до 15 саж. — $^1/_{20}$, при пролетахъ свыше 15 саж. — $^1/_{25}$ и для деталей — $^1/_{10}$.

На чертежахъ должны быть показаны масштабы и обозначены размѣры отдѣльныхъ частей, причемъ должны быть вычерчены поперечныя сѣченія всѣхъ элементовъ.

При этомъ надлежитъ обратить особое вниманіе на правильность обозначенія діаметровъ заклепокъ и толщины листовъ.

Къ проекту пролетнаго строенія долженъ быть приложенъ разсчетъ устойчивости пролетнаго строенія при дѣйствіи вѣтра.

II. МОСТОВЫЯ И СТРОПИЛЬНЫЯ ФЕРМЫ.

A. Балки.

I. Изгибающіе моменты и перерѣзывающія силы.

a. Балки, свободно лежащія на 2 опорахъ.

1. Наибольшіе изгибающіе моменты, приведенные въ таблицѣ на стр. 309 и черт. 11, соотвѣтствуютъ формулѣ

$$\frac{M_x}{M_{\max}} = \frac{x\,(2\,d - x)}{d^2},$$

гдѣ $d = 0{,}44\,l$.

НТБ ДНУЖТ

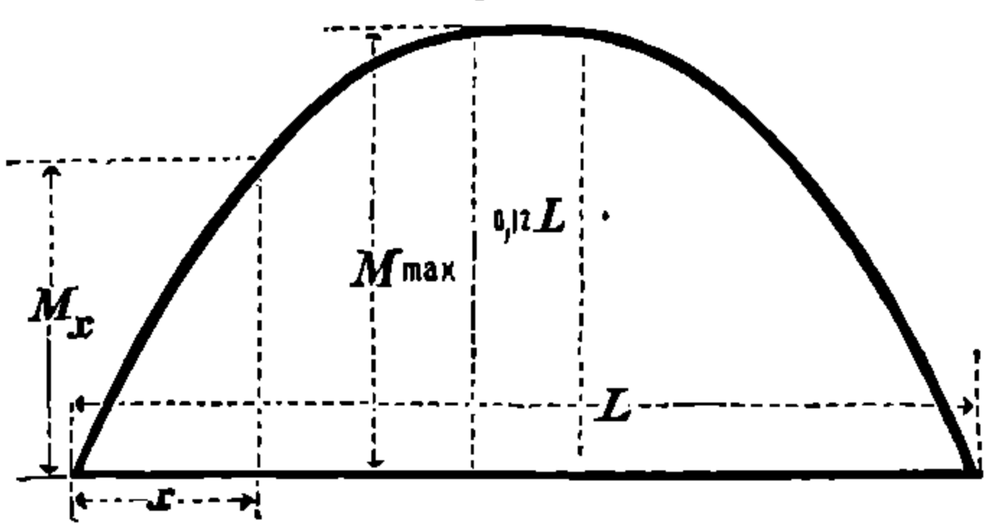
Изгибающіе моменты M_x.

$\frac{x}{L}$	$\frac{M_x}{M_{max}}$	$\frac{\Delta \frac{M_x}{M_{max}}}{\Delta \frac{x}{L}}$	$\frac{x}{L}$	$\frac{M_x}{M_{max}}$	$\frac{\Delta \frac{M_x}{M_{max}}}{\Delta \frac{x}{L}}$	$\frac{x}{L}$	$\frac{M_x}{M_{max}}$	$\frac{\Delta \frac{M_x}{M_{max}}}{\Delta \frac{x}{L}}$
0,00	**0,000**		0,18	0,651		0,36	0,967	
		4,45	**0,20**	**0,703**	2,60	0,38	0,981	0,70
0,02	0,089	4,25			2,35	**0,40**	**0,992**	0,55
0,04	0,174	4,00	0,22	0,750	2,15	0,42	0,998	0,30
0,06	0,254	3,85	0,24	0,793	2,00	0,44	1,000	0,10
0,08	0,331		0,26	0,833				
		3,60			1,75	0,46	1,000	
0,10	**0,403**		0,28	0,868		0,48	1,000	
		3,40			1,55			
0,12	0,471		**0,30**	**0,899**		**0,50**	**1,000**	
		3,20			1,35			
0,14	0,535		0,32	0,926				
		3,00			1,10			
0,16	0,595		0,34	0,948				
		2,80			0,95			
0,18	0,651		0,36	0,967				

Для промежуточныхъ значеній $x : L$ величина $M_x : M_{max}$ получается интерполированіемъ по прямой, для чего можно пользоваться приведенными значеніями:

$$\Delta \frac{M_x}{M_{max}} : \Delta \frac{x}{L}.$$

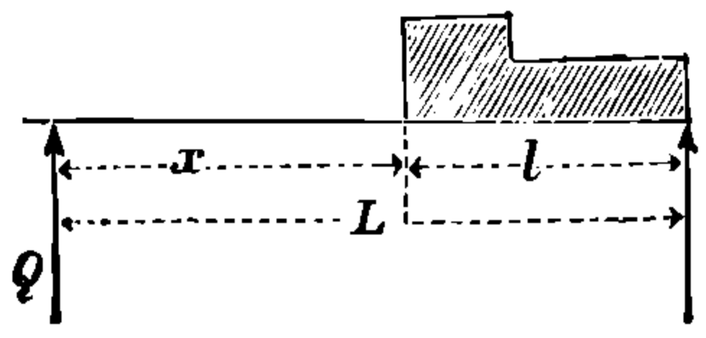
Черт. 11.



2. Наибольшія перерѣзывающія усилія.

Для сѣченія, въ разстояніи x отъ лѣвой опоры (см. чер. 12) наибольшее перерѣзывающее усиліе отъ подвижной нагрузки получается въ томъ случаѣ, когда лежащая справа отъ этого сѣченія часть балки длиною $l = L - x$ вся нагружена.

Черт. 12.



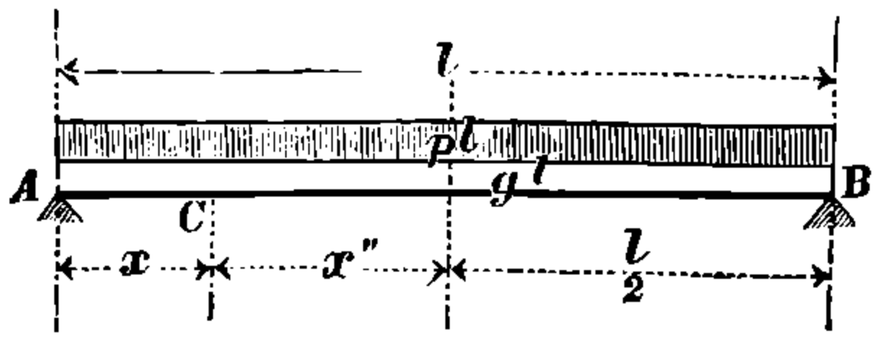
3. Равномѣрная нагрузка, передаваемая непосредственно на балку.

Обозначимъ (черт. 13 до 15) черезъ:

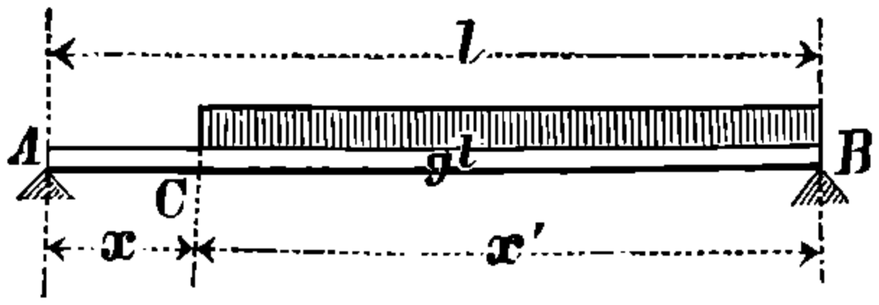
l пролетъ,
g постоянную равномѣрно распредѣленную нагрузку на единицу длины,

НТБ ДНУЖТ

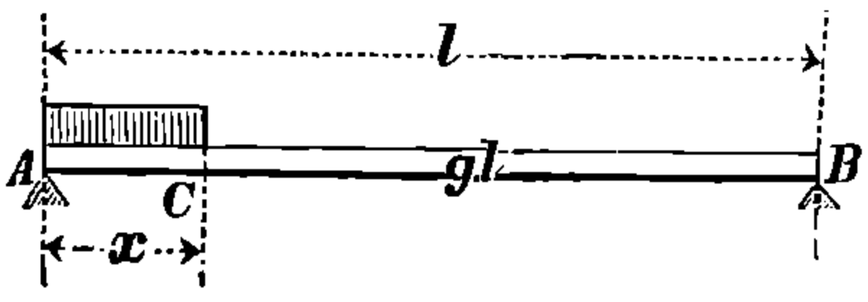
Черт. 13.



Черт. 14.



Черт. 15.



p подвижную равномѣрно распредѣленную нагрузку на единицу длины,
$g+p=q$ общую нагрузку на единицу длины,
x и x' разстоянія любого сѣченія C отъ A и B,
x'' разстояніе сѣченія C отъ средины балки,
A сопротивленіе лѣвой опоры,
B сопротивленіе правой опоры;

тогда **изгибающіе моменты** для сѣченія C будутъ:

$$\mathfrak{M}_{max}=\frac{q\,x\,x'}{2},$$

$$\mathfrak{M}_{min}=\frac{g\,x\,x'}{2},$$

перерѣзывающія силы для сѣченія C:

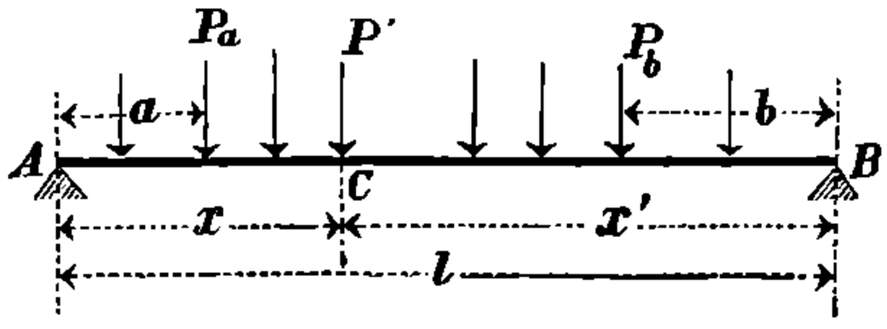
$$Q_{max}=g\,x''+\frac{p\,x'^2}{2\,l}, \qquad Q_{min}=g\,x''-\frac{p\,x^2}{2\,l}.$$

$\mathfrak{M}_{max}$ имѣетъ мѣсто при полной нагрузкѣ черт. 13, Q_{max} при положеніи груза на черт. 14, Q_{min} при положеніи груза на черт. 15.

2. Непосредственная нагрузка подвижными сосредоточенными грузами.

Обозначимъ (черт. 16 до 18) черезъ:

Черт. 16.



P_a каждый грузъ влѣво отъ C,
P_b каждый грузъ вправо отъ C,
P' грузъ, находящійся надъ C,
a разстояніе груза P_a отъ A,
b разстояніе груза P_b отъ B,
g настоящую равномѣрно распредѣленную нагрузку (собств. вѣсъ балки),
(l, x, x' и x'' см. стр. 309 и 310).

НТБ ДНУЖТ

Изгибающій моментъ для сѣченія C:

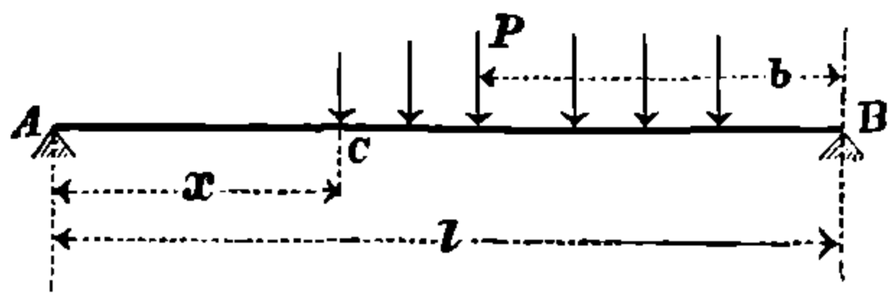
$$\mathfrak{M}_{\max} = \frac{x}{l}\Sigma P_b b + \frac{x'}{l}\Sigma P_a a = \frac{P' x x'}{l} + \frac{g x x'}{2}.$$

При этомъ надъ C долженъ стоять болѣе тяжелый грузъ P', и система грузовъ (напр. желѣзнодорожный поѣздъ) должна быть такъ разставлена, чтобы:

$$\frac{P' + \Sigma P_b}{\Sigma P_a} > \frac{x'}{x} \text{ и}$$

$$\frac{\Sigma P_b}{P' + \Sigma P_a} < \frac{x'}{x}.$$

Черт. 17.

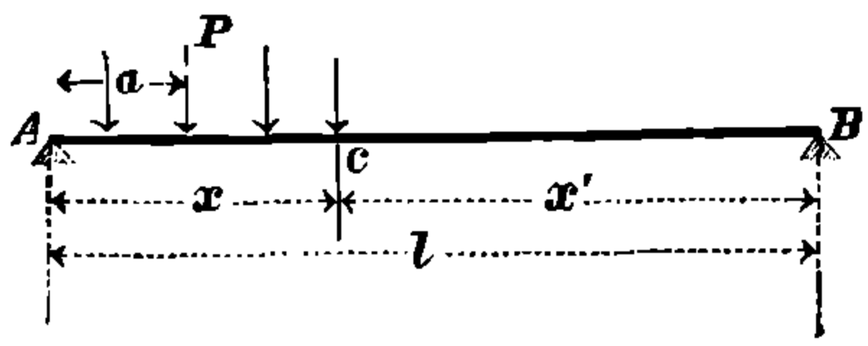


Перерѣзывающія силы для поперечнаго сѣченія C будутъ:

$$Q_{\max} = g x'' + \frac{\Sigma P b}{l}$$

(черт. 17),

Черт. 18.



$$Q_{\min} = g x'' - \frac{\Sigma P a}{l} \text{ (черт. 18).}$$

3. Равномѣрно распредѣленная нагрузка, передаваемая посредствомъ поперечныхъ балокъ.

Нагрузка мостовъ прежде всего дѣйствуетъ на балки меньшихъ пролетовъ **(продольныя балочки)**, а отъ нихъ уже передается системой поперечныхъ балокъ на главныя фермы. Назовемъ (черт. 19 и 20), кромѣ обозначеній на стр. 309 и 310, черезъ:

0, 1, 2, . . . m въ послѣдовательномъ порядкѣ номера узловыхъ точекъ (точки прикрѣпленія поперечныхъ балокъ),

x_m и x'_m разстояніе m-ой узловой точки отъ A и, соотв., отъ B,

λ_m длину m-ой панели,

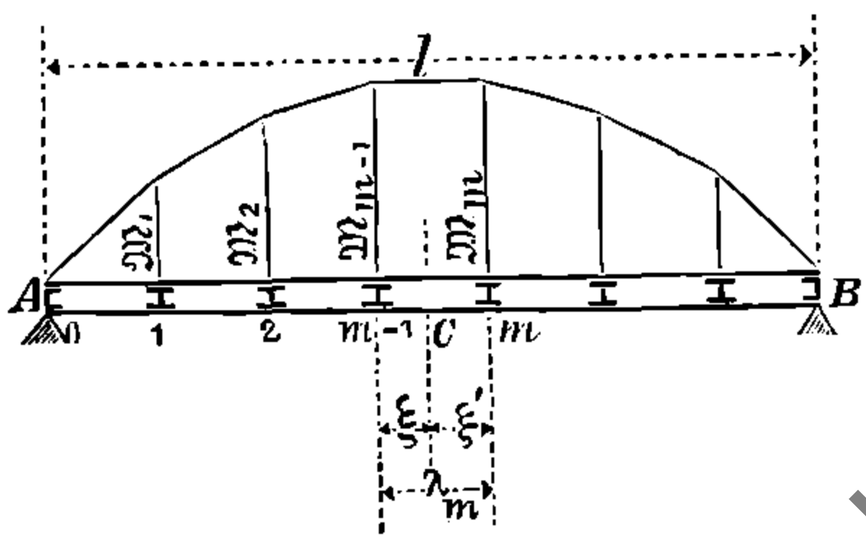
x''_m разстояніе средины m-ой панели отъ средины фермы,

тогда для m-ой узловой точки имѣемъ **изгибающіе моменты:**

$$\mathfrak{M}_{m\max} = \frac{q x_m x'_m}{2};$$

$$\mathfrak{M}_{m\min} = \frac{g x_m x'_m}{2};$$

Черт. 19.



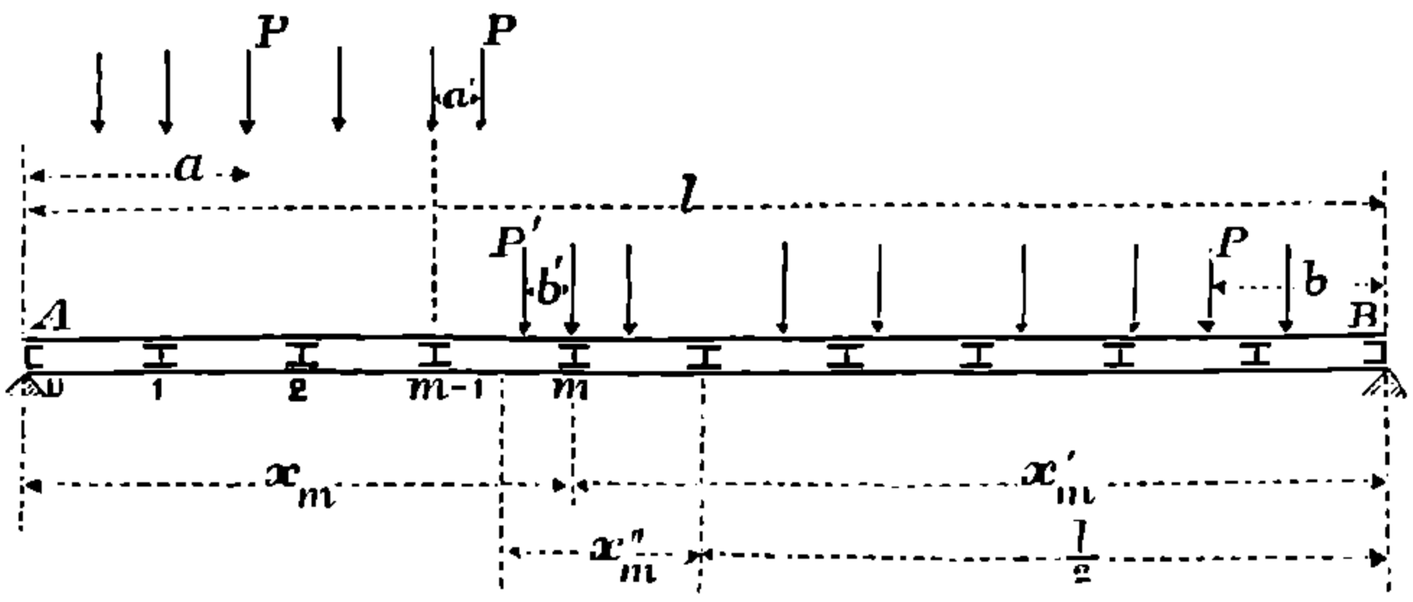
НТБ ДНУЖТ

Для поперечнаго сѣченія C **въ** m-ой **панели, если** $\xi + \xi' = \lambda_m$,

находимъ: $$\mathfrak{M} = \frac{\xi}{\lambda_m}\mathfrak{M} + \frac{\xi'}{\lambda_m}\mathfrak{M}_{m-1},$$

т.-е. **кривая моментовъ** между двумя послѣдовательными узловыми точками есть прямая линія.

Черт. 20.



Перерѣзывающія силы будутъ:

$$Q_m \min = g x''_m - \frac{p x_m^2}{2(l - \lambda_m)};$$

$$Q_m \max = g x''_m + \frac{p x'^2_m}{2(l - \lambda_m)}.$$

4. Нагрузка системою сосредоточенныхъ грузовъ, передаваемая посредствомъ поперечныхъ балокъ (желѣзнодорожный поѣздъ).

Изгибающіе моменты для узловыхъ точекъ вычисляются такъ, какъ если бы промежуточныхъ балокъ не было. Слѣдовательно (черт. 19 и 20):

$$\mathfrak{M}_m \max = \frac{1}{l}\Sigma P_b b + \frac{x'_m}{l}\Sigma P_a a + \frac{x_m x'_m}{l}P' + \frac{g x_m x'_m}{2}.$$

Для любого поперечнаго сѣченія C въ m-ой панели будетъ (**какъ въ 3.**):

$$\mathfrak{M} = \frac{\xi}{\lambda_m}\mathfrak{M}_m + \frac{\xi'}{\lambda_m}\mathfrak{M}_{m-1}.$$

Подставляя сюда вмѣсто $\mathfrak{M}_m$ и $\mathfrak{M}_{m-1}$ ихъ наибольшія значенія, получимъ $\mathfrak{M}_{\max}$. (Во всякомъ случаѣ, моменты $\mathfrak{M}_m \max$ и $\mathfrak{M}_{m-1}\max$ получаются, говоря вообще, при различныхъ положеніяхъ грузовъ, такъ что значеніе для $\mathfrak{M}$ выходитъ нѣсколько больше дѣйствительнаго.)

НТБ ДНУЖТ

Перерѣзывающія силы для m-ой панели будутъ:

$$Q_m\max = g x''_m + \frac{\Sigma P b}{l} - \frac{\Sigma P' b'}{\lambda_m};$$

$$Q_m\min = g x''_m - \frac{\Sigma P a}{l} + \frac{\Sigma P' a'}{\lambda_m}$$

Онѣ получаются при положеніи грузовъ, указанномъ на черт. 20.

Поѣздъ слѣдуетъ передвигать, начиная отъ B (и, соотв., отъ A) до m-ой панели.

Выраженія $\Sigma P b$ и $\Sigma P a$ относятся до всѣхъ грузовъ, тогда какъ выраженія $\Sigma P' b'$ и $\Sigma P' a'$ относятся только до грузовъ, лежащихъ въ m-ой панели. b' и a' означаютъ разстоянія грузовъ P' отъ узловыхъ точекъ m и, соотв., $m-1$.

Обыкновенно достаточно при вычисленіи $Q_m\max$ изслѣдовать оба случая: 1) первый грузъ находится надъ m и 2) второй грузъ находится надъ m.

Если помѣстимъ первый грузъ P_1 надъ m и найдемъ:

$$(\Sigma P) : P_1 < l : \lambda_m,$$

то такое положеніе грузовъ будетъ наиболѣе опасное; въ противномъ случаѣ второй грузъ долженъ стоять надъ m. Такъ же точно слѣдуетъ поступать и при вычисленіи $Q_m\min$.

b. Свободно лежащія неразрѣзныя балки на многихъ опорахъ*).

1. Изгибающіе моменты.

Обозначенія (см. черт. 21):

$\mathfrak{M}_{r-1}$, $\mathfrak{M}_r$, $\mathfrak{M}_{r+1}$ моменты на опорахъ, т.-е. изгибающіе моменты на трехъ послѣдовательныхъ опорахъ $r-1$, r и $r+1$,

l_r и l_{r+1} размѣры пролетовъ между этими тремя опорами,

e_{r-1}, e_r и e_{r+1} разстоянія, на которыя опустились опоры, первоначально находившіяся на одной горизонтали, вслѣдствіе осадки опоръ (см. черт. 25, стр. 316),

h высота фермы,

J моментъ инерціи поперечнаго сѣченія фермы,

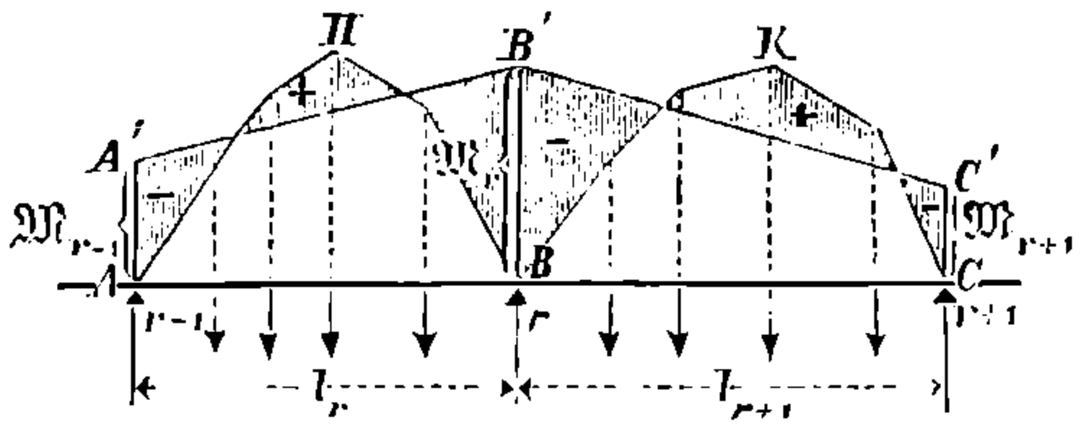
E модуль упругости матеріала фермы (см. ч. I, стр. 372, 377 и слѣд.),

---

*) См. Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstruktionen, 2 изд., т. II, часть 2, гл. 1. Лейпцигъ 1896.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 21.



$t_u - t_0$ разность температуръ въ нижней и верхней точкахъ поперечнаго сѣченія фермы, α коэффиціентъ расширенія теплоты (см. ч. I, стр. 285, для сварочнаго и литого желѣза $\alpha = 0{,}000\,012$; $\alpha E = 24$ при E, выраженномъ въ kg/qcm),

$AHBA$ и $BKCB$ (черт. 21) обыкновенныя площади моментовъ для пролетовъ l_r и l_{r+1}, т.-е. площади моментовъ въ томъ случаѣ, когда l_r и l_{r+1} разсматриваются какъ отдѣльныя фермы, свободно лежащія на двухъ опорахъ,

$\mathfrak{L}_r$ статическій моментъ площади $AHBA$ относительно вертикали, проходящей черезъ точку A,

$\mathfrak{N}_{r+1}$ статическій моментъ площади $BKCB$ относительно вертикали, проходящей черезъ точку C.

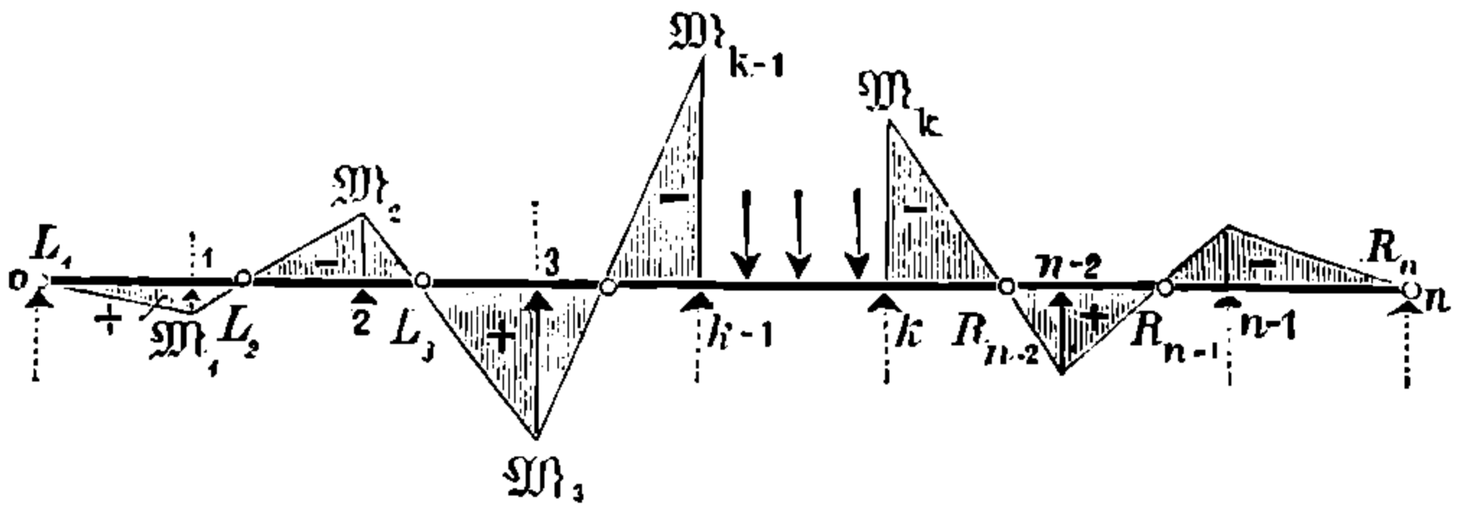
Тогда при постоянныхъ J, E, h, $t_u - t_0$ имѣемъ:

I) $\mathfrak{M}_{r-1}\, l_r + 2\mathfrak{M}_r\,(l_r + l_{r+1}) + \mathfrak{M}_{r+1}\, l_{r+1} = N_r$, гдѣ

II) $$N_r = -6\left(\frac{\mathfrak{L}_r}{l_r} + \frac{\mathfrak{N}_{r+1}}{l_{r+1}}\right) - 6EJ\left(\frac{e_{r-1}}{l_r} - \frac{e_r(l_r + l_{r+1})}{l_r\, l_{r+1}} - \frac{e_{r+1}}{l_{r+1}}\right) - 3\alpha EJ(t_u - t_0)\frac{l_r + l_{r+1}}{l_r\, l_{r+1}}.$$

Вычисливъ на основаніи формулы I моменты на опорахъ (на чертежѣ 21 приняты отрицательными), наносимъ ихъ на чертежъ и получаемъ площадь моментовъ (заштрихованная площадь).

Черт. 22.



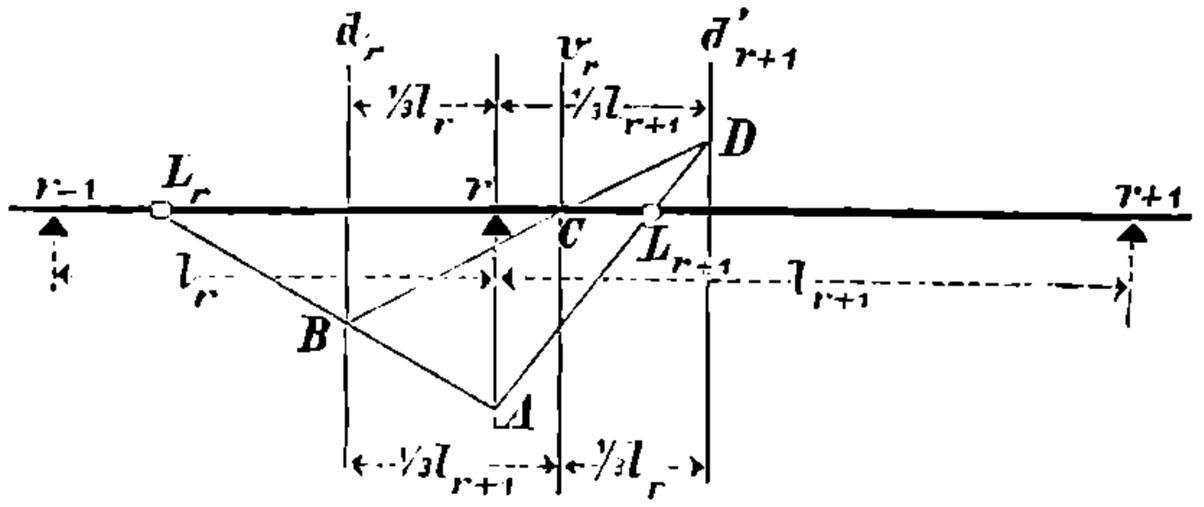
Если пониженія опоръ $e = 0$ и, кромѣ того, $t_u - t_0 = 0$ и если нагружается только пролетъ l_k, то линія моментовъ на части фермы между опорами $0, 1, 2 \ldots k-1$ состоитъ изъ прямыхъ, проходящихъ черезъ постоянныя точки L_1, L_2, L_3, $\ldots$ L_{k-1} (см. черт. 22). Первая постоянная точка L_1 совпадаетъ съ опорой 0.

НТБ ДНУЖТ

Зная положеніе постоянной точки L_r (см. черт. 23), опредѣляютъ положеніе ближайшей постоянной точки L_{r+1} слѣдующимъ образомъ.

Проводимъ вертикали d_r и d'_{r+1} черезъ ближайшія къ опорѣ трети смежныхъ пролетовъ, затѣмъ вертикаль v_r, проходящую черезъ точку C, соотвѣтствующую переставленнымъ третямъ. Черезъ L_r проводимъ произвольную прямую, которая пересѣкаетъ вертикаль d_r въ точкѣ B и опорную вертикаль r въ точкѣ A; проводимъ прямую черезъ

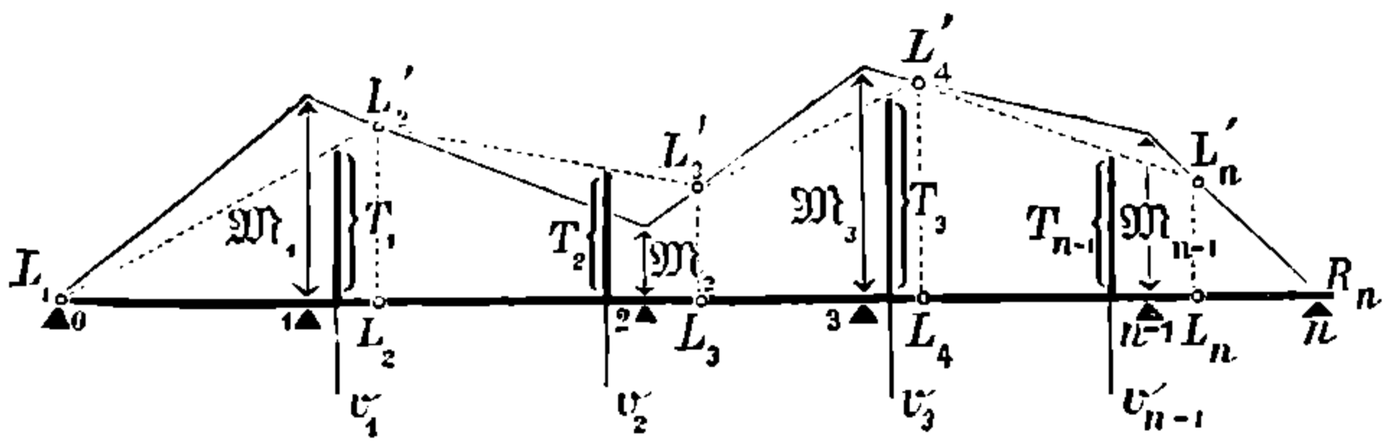
Черт. 23.



B и C, которая пересѣкаетъ вертикаль d'_{r+1} въ точкѣ D, соединяемъ D и A. Пересѣченіе прямой AD съ осью балки даетъ неподвижную точку L_{r+1}. Такимъ образомъ, исходя отъ L_1, опредѣлимъ L_2, L_3... Точно такъ же, исходя отъ правой конечной опоры n, опредѣлимъ постоянныя точки R_n, R_{n-1}... (см. черт. 23).

Зная постоянныя точки L и R, можно опредѣлить графически моменты на опорахъ $\mathfrak{M}_1$, $\mathfrak{M}_2$... $\mathfrak{M}_r$... для всевозможныхъ случаевъ нагрузки слѣд. образомъ (черт. 24).

Черт. 24.



На вертикаляхъ v_1, v_2... v_r, проходящихъ черезъ точки переставленныхъ третей, наносимъ моменты

$$T_1 = \frac{N_1}{3\,(l_1+l_2)}, \quad T_2 = \frac{N_2}{3\,(l_2+l_3)}, \qquad T_r = \frac{N_r}{3\,(l_r+l_{r+1})}$$

проводимъ черезъ ихъ концевыя точки многоугольникъ $L_1\,L'_2\,L'_3 \ldots L'_r \ldots L'_n$, вершины котораго находятся на вертика-

НТБ ДНУЖТ

ляхъ, проходящихъ черезъ постоянныя точки $L_2, L_3, \ldots L_r, \ldots L_n$. Затѣмъ, исходя отъ опоры n черезъ точки L', чертимъ многоульникъ, вершины котораго лежатъ на вертикальныхъ прямыхъ, проходящихъ черезъ опоры. Разстоянія вершинъ этого послѣдняго многоугольника до линіи опоръ соотвѣтствуютъ искомымъ моментамъ $\mathfrak{M}_1, \mathfrak{M}_2, \ldots \mathfrak{M}_r \ldots$ На черт. 24 всѣ значенія T приняты отрицательными, для всѣхъ $\mathfrak{M}$ получаются отрицательныя величины. Этотъ способъ вычисленія особенно удобно примѣняется для опредѣленія моментовъ на опорахъ:

1) въ случаѣ постоянной равномѣрной нагрузки g (стр. 310),

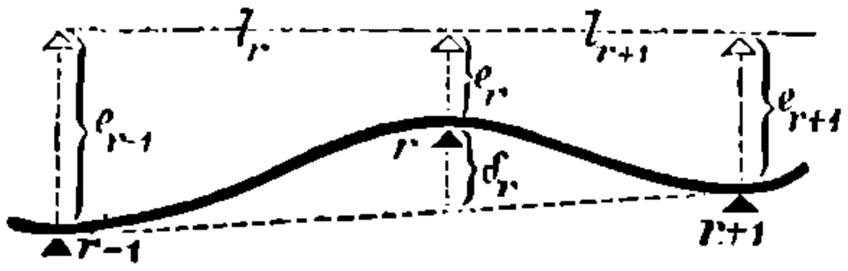
2) въ случаѣ замѣченнаго пониженія опоръ e (черт. 25),

3) въ случаѣ разницы температуръ $t_u - t_0$.

Въ случаѣ 1) принимаютъ: $T_{rg} = -\frac{g(l^3_r + l^3_{r+1})}{12(l_r + l_{r+1})}$

Въ случаѣ 2) принимаютъ: $T_{re} = -\frac{2EJ\delta_r}{l_r l_{r+1}}$,

Черт. 25.



гдѣ δ_r означаетъ вертикальное перемѣщеніе опоры r относительно прямой, соединяющей сосѣднія двѣ опоры $r-1$ и $r+1$ (см. черт. 25).

Въ случаѣ 3) принимаютъ: $T_t = -\frac{\alpha EJ(t_u - t_0)}{h}$.

Вліяніе системы (группы) передвигающихся сосредоточенныхъ грузовъ всего лучше опредѣляется при помощи **инфлюэнтныхъ кривыхъ (линій вліянія).**

Инфлюэнтная площадь для опорнаго момента $\mathfrak{M}_r$ получается построеніемъ для полюснаго разстоянія $= 1$ веревочнаго многоугольника для площади нагрузки, заштрихованной на черт. 26.

$$(r-2)' \quad (r-1)' \quad r' \quad (r+1)'$$

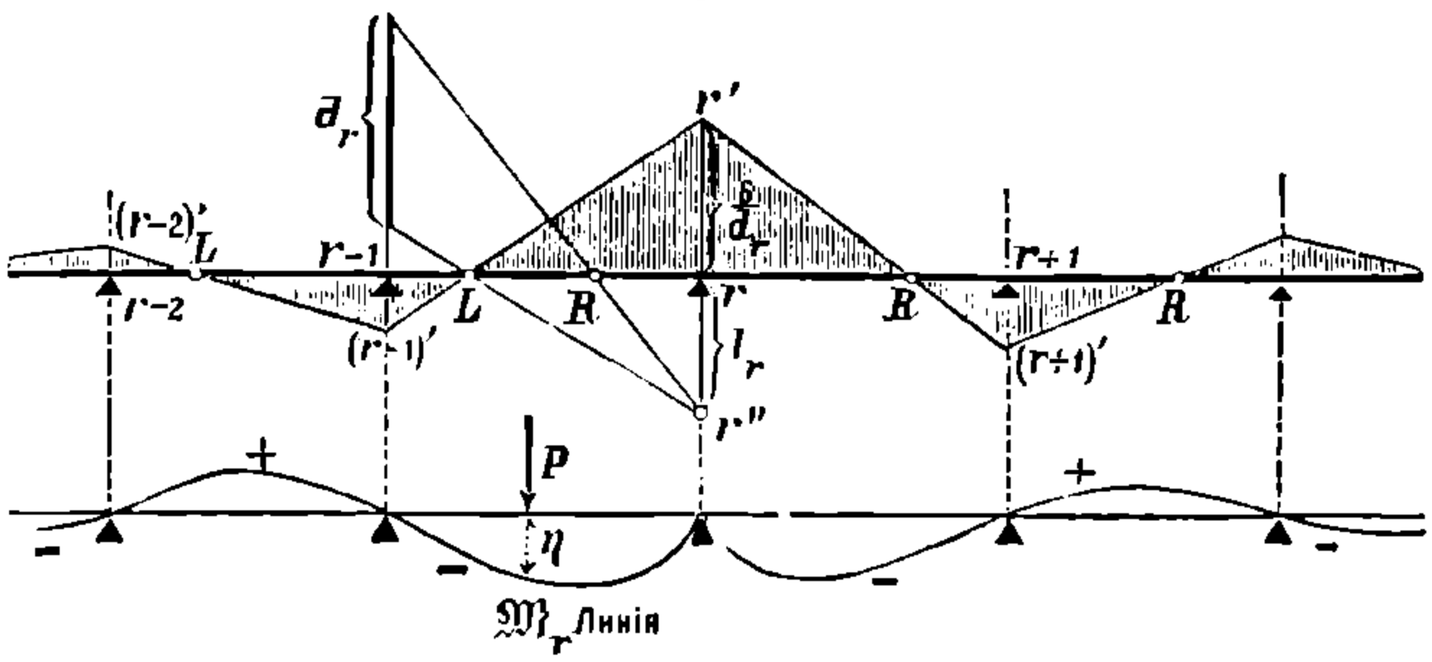
прямыя, ограничивающія эту площадь, проходятъ влѣво отъ опоры r черезъ постоянныя точки L, а вправо отъ той же опоры r черезъ постоянныя точки R; далѣе находимъ ординату

$$r\,r' = \frac{6}{d_r}$$

Разстояніе d_r опредѣляютъ графически, для чего откладываемъ (предпочтительнѣе въ уменьшенномъ масштабѣ) $r\,r'' = l_r$ изъ точки r'' и проводимъ прямыя черезъ точки L и R пролета l_r. Для любого расположенія грузовъ P имѣемъ $\mathfrak{M}_r = \mp \Sigma P \eta$.

НТБ ДНУЖТ

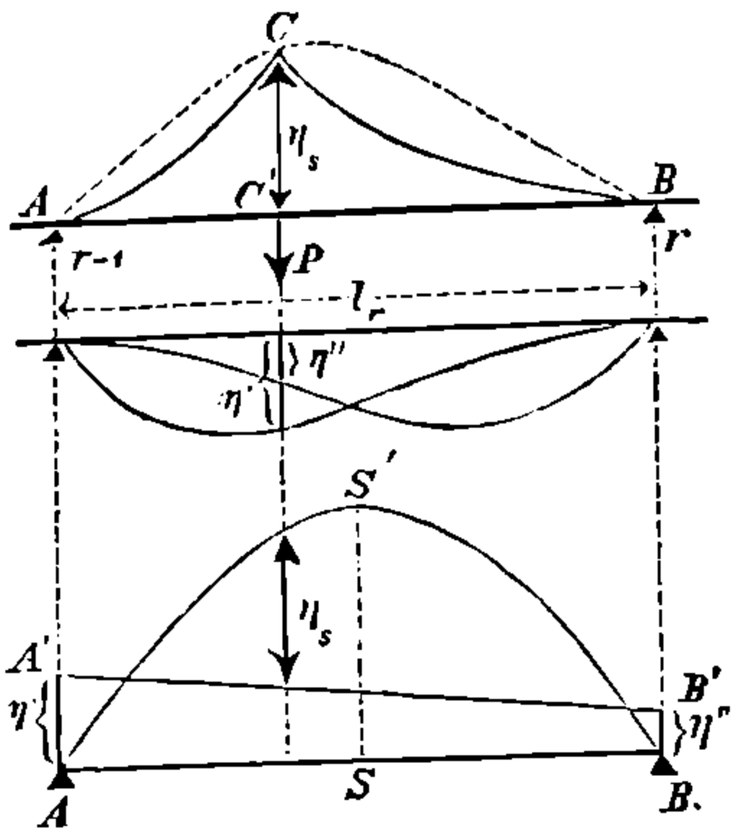
Черт. 26.



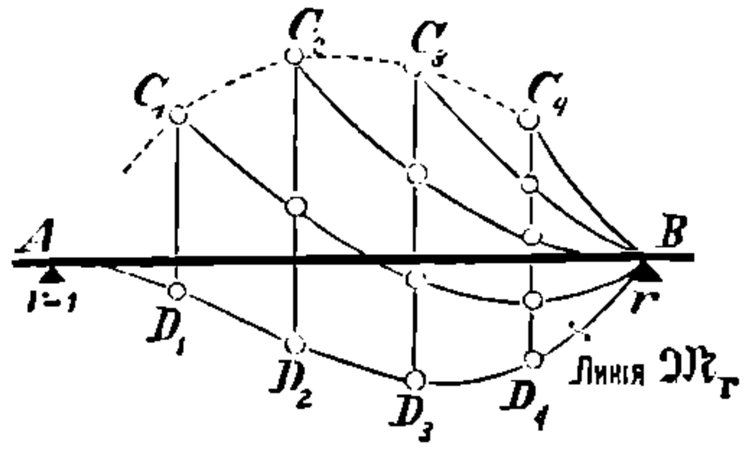
Если сосредоточенныя нагрузки находятся только въ пролетѣ l_k, то распредѣляютъ при помощи инфлюэнтныхъ кривыхъ величины $\mathfrak{M}_{k-1}$ и $\mathfrak{M}_k$ и находятъ площади моментовъ въ остальныхъ пролетахъ при помощи постоянныхъ точекъ L и R (см. черт. 22).

Инфлюэнтная кривая для изгибающаго момента $\mathfrak{M}$ въ любой точкѣ C' пролета l_r (черт. 27) состоитъ изъ двухъ вѣтвей AC и CB. Ордината η_s вершины обѣихъ вѣтвей равна вертикальному разстоянію соотвѣтственной точки параболы $AS'B$ (длина оси $SS' = {}^1/_4\, l_r$ на чертежѣ изображена въ бо́льшемъ масштабѣ) отъ прямой $A'B'$, положеніе которой опредѣляется ординатами η' и η'' инфлюэнтныхъ линій для $\mathfrak{M}_{r-1}$ и $\mathfrak{M}_r$. Начертивъ геометрическое мѣсто

Черт. 27.



Черт. 28.



точекъ C, найдемъ вѣтви CB для ряда сѣченій, дѣлящихъ пролетъ l_r на равныя части λ, при помощи пріема, указаннаго на черт. 28; C_1D_1, C_2D_2, C_3D_3.... представляютъ вертикальныя разстоянія точекъ C отъ инфлюэнтной кривой $\mathfrak{M}_r$. C_2D_2 дѣлимъ пополамъ, C_3D_3 на 3, C_4D_4 на 4 равныя части и т. д. Точки дѣленія лежатъ на соотвѣтствующихъ вѣтвяхъ CB (черт. 27). Точно такъ же опредѣляются вѣтви AC при помощи инфлюэнтной кривой $\mathfrak{M}_{r-1}$.

НТБ ДНУЖТ

Неразрѣзныя, равномѣрно нагруженныя, свободнолежащія балки на трехъ и четырехъ опорахъ

(см. стр. 319, подъ 3.).

Черт. 30 и 31	Отношеніе $\frac{x}{l}$	Изгибающіе моменты $\mathfrak{M}$			Перерѣзывающія силы Q		
		Вліяніе g	Вліяніе p		Вліяніе g	Вліяніе p	
		A	B	C	D	E	F
Свободно лежащая балка на трехъ опорахъ — Пролетъ I и II (черт. 30)	0,0	0,0000	0,00000	0,00000	+ 0,375	+ 0,4375	— 0,0625
	0,1	+ 0,0325	+ 0,03875	— 0,00625	+ 0,275	+ 0,3437	— 0,0687
	0,2	+ 0,0550	+ 0,06750	— 0,01250	+ 0,175	+ 0,2624	— 0,0874
	0,3	+ 0,0675	+ 0,08625	— 0,01875	+ 0,075	+ 0,1932	— 0,1182
	0,375	+ 0,0703	+ 0,09375	— 0,02344	0,000	+ 0,1491	— 0,1491
	0,4	+ 0,0700	+ 0,09500	— 0,02500	— 0,025	+ 0,1359	— 0,1609
	0,5	+ 0,0625	+ 0,09375	— 0,03125	— 0,125	+ 0,0898	— 0,2148
	0,6	+ 0,0450	+ 0,08250	— 0,03750	— 0,225	+ 0,0544	— 0,2794
	0,7	+ 0,0175	+ 0,06125	— 0,04375	— 0,325	+ 0,0287	— 0,3537
	0,75	0,0000	+ 0,04688	— 0,04685	— 0,375	+ 0,0193	— 0,3943
	0,8	— 0,0200	+ 0,03000	— 0,05000	— 0,425	+ 0,0119	— 0,4369
	0,85	— 0,0425	+ 0,01523	— 0,05773	— 0,475	+ 0,0064	— 0,4814
	0,9	— 0,0675	+ 0,00611	— 0,07361	— 0,525	+ 0,0027	— 0,5277
	0,95	— 0,0950	+ 0,00138	— 0,09638	— 0,575	+ 0,0007	— 0,5757
	1,0	— 0,1250	0,00000	— 0,12500	— 0,625	0,0000	— 0,6250
Свободно лежащая балка на четырехъ опорахъ — Пролетъ I и III (черт. 31)	0,0	0,000	0,000	0,000	+ 0,4	+ 0,4500	— 0,0500
	0,1	+ 0,035	+ 0,040	— 0,005	+ 0,3	+ 0,3560	— 0,0563
	0,2	+ 0,060	+ 0,070	— 0,010	+ 0,2	+ 0,2752	— 0,0752
	0,3	+ 0,075	+ 0,090	— 0,015	+ 0,1	+ 0,2065	— 0,1065
	0,4	+ 0,080	+ 0,100	— 0,020	0,0	+ 0,1496	— 0,1496
	0,5	+ 0,075	+ 0,100	— 0,025	— 0,1	+ 0,1042	— 0,2042
	0,6	+ 0,060	+ 0,090	— 0,030	— 0,2	+ 0,0694	— 0,2694
	0,6	+ 0,035	+ 0,070	— 0,035	— 0,3	+ 0,0443	— 0,3443
	0,7895	+ 0,00414	+ 0,04362	— 0,03948	.		
	0,8	0,000	+ 0,04022	— 0,04022	— 0,4	+ 0,0280	— 0,1280
	0,85	— 0,02125	+ 0,02773	— 0,04898	.	.	.
	0,9	— 0,04500	+ 0,02042	— 0,06542	— 0,5	+ 0,0193	— 0,5191
	0,95	— 0,07125	+ 0,01706	— 0,08831	.	.	.
	1,0	— 0,10000	+ 0,01667	— 0,11667	— 0,6	+ 0,0167	— 0,6167
Свободно лежащая балка на четырехъ опорахъ — Пролетъ II (черт. 31)	0,0	— 0,10000	+ 0,01667	— 0,11667	+ 0,5	+ 0,5833	— 0,0833
	0,05	— 0,07625	+ 0,01408	— 0,09033	.	.	.
	0,10	— 0,05500	+ 0,00748	— 0,06248	+ 0,4	+ 0,4870	— 0,0870
	0,15	— 0,03625	+ 0,02053	— 0,05678	.	.	.
	0,20	— 0,020	+ 0,030	— 0,050	+ 0,3	+ 0,3991	— 0,0991
	0,2764	0,000	+ 0,050	— 0,050	.	.	.
	0,3	+ 0,005	+ 0,055	— 0,050	+ 0,2	+ 0,3210	— 0,1210
	0,4	+ 0,020	+ 0,070	— 0,050	+ 0,1	+ 0,2537	— 0,1537
	0,5	+ 0,025	+ 0,075	— 0,050	0,0	+ 0,1979	— 0,1979

НТБ ДНУЖТ

2. Перерѣзывающія усилія.

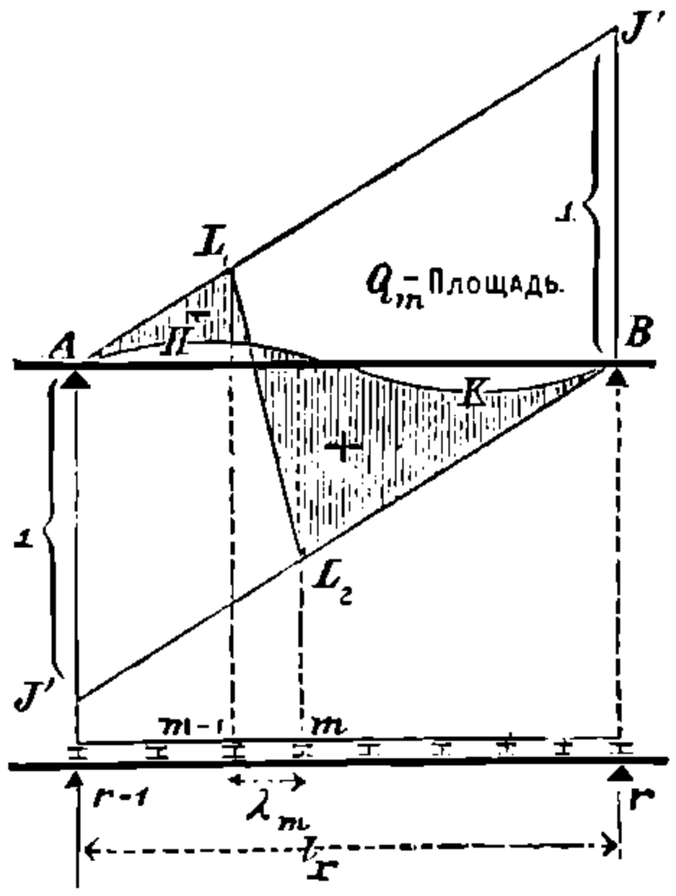
Перерѣзывающія усилія для всѣхъ сѣченій ненагруженнаго пролета l_r одинаковы и равны

$$Q = \frac{\mathfrak{M}_r - \mathfrak{M}_{r-1}}{l_r}.$$

Для полученія вліянія нагрузки какого-либо пролета на перерѣзывающія усилія въ другихъ пролетахъ опредѣляютъ только моменты на опорахъ (черт. 22, стр. 314). Инфлюэнтная площадь перерѣзывающаго усилія Q_m въ панели λ_m пролета l_r показана на черт. 29 (заштрихованная площадь); кривая $AHKB$ есть инфлюэнтная линія для значенія

$$(\mathfrak{M}_r - \mathfrak{M}_{r-1}) : l_r.$$

Черт. 29.

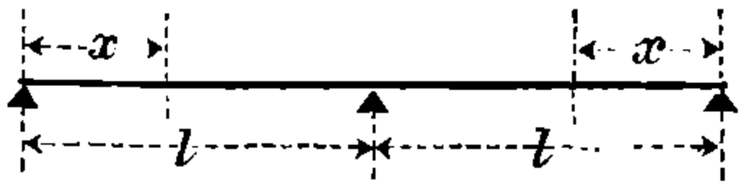


3. Таблица на стр. 318 служитъ для вычисленія моментовъ и перерѣзывающихъ усилій балокъ, **равномѣрно нагруженныхъ,** свободно лежащихъ на трехъ (черт. 30) и на четырехъ (черт. 31) опорахъ, при равныхъ разстояніяхъ между опорами. Значенія g и p см. стр. 243. Для даннаго отношенія $x:l$ имѣемъ:

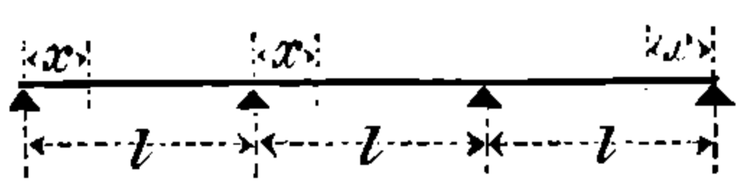
$$\mathfrak{M}_{max} = (A\,g + B\,p)\ l^2, \qquad \mathfrak{M}_{min} = (A\,g + C\,p)\ l^2$$
$$Q_{max} = (D\,g + E\,p)\ l, \qquad Q_{min} = (D\,g + F\,p)\ l.$$

Дальнѣйшія подробности о неразрѣзныхъ балкахъ на многихъ опорахъ см. часть I, стр. 450 и слѣд.

Черт. 30.



Черт. 31.



4. Разсчетъ неразрѣзной балки при помощи общихъ уравненій упругости по закону Максвелля.

Пусть означаютъ (черт. 32):

x_a, x_b, x_c... вертикальныя опорныя давленія опоръ a, b, c...

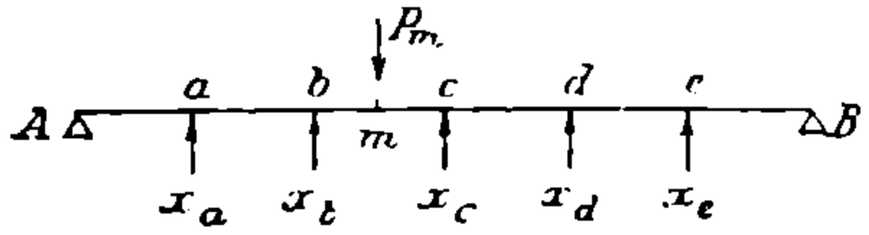
δ_a, δ_b, δ_c. тѣ разстоянія, на которыя вслѣдствіе упругости опоръ опускаются опорныя точки a, b, c..., предварительно находившіяся на одной горизонтали.

НТБ ДНУЖТ

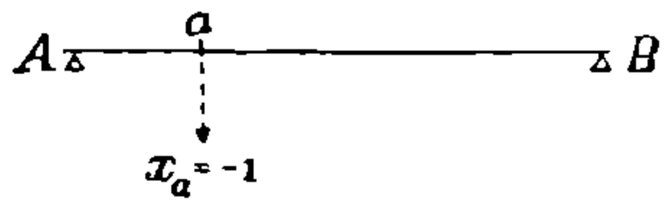
P_m вертикальный сосредоточенный грузъ въ точкѣ m.

δ_{am}, δ_{bm}, δ_{cm}... вертикальные прогибы точекъ a, b, c... отъ дѣйствія силы $P_m = 1$ для обыкновенной статически опредѣленной балки на двухъ опорахъ A и B.

Черт. 32.



Черт. 33.



δ_{aa}, δ_{ba}, δ_{ca}... вертикальные прогибы точекъ a, b, c... отъ дѣйствія сосредоточеннаго груза $x_a = -1$ для обыкновенной балки AB,

δ_{ab}, δ_{bb}, δ_{cb}. вертикальные прогибы точекъ a, b, c... отъ дѣйствія сосредоточениаго груза $x_b = -1$ для обыкновенной балки AB и т. д.

Имѣемъ:

$$\delta_a = P_m \delta_{am} - x_a \delta_{aa} - x_b \delta_{ab} - x_c \delta_{ac} - .$$
$$\delta_b = P_m \delta_{bm} - x_a \delta_{ba} - x_b \delta_{bb} - x_c \delta_{bc} -$$
$$\delta_c = P_m \delta_{cm} - x_a \delta_{ca} - x_b \delta_{cb} - x_c \delta_{cc} - \ldots$$
$$\cdot \quad \cdot$$

По закону Максвелля, имѣемъ

$$\delta_{am} = \delta_{ma}; \quad \delta_{bm} = \delta_{mb}$$
$$\delta_{ab} = \delta_{ba}; \quad \delta_{ac} = \delta_{ca}; \quad \delta_{cb} = \delta_{bc} \text{ и т. д.}$$

и тогда можно составить выраженія:

$$\delta_a = P_m \delta_{ma} - x_a \delta_{aa} - x_b \delta_{ba} - x_c \delta_{ca} - \ldots$$
$$\delta_b = P_m \delta_{mb} - x_b \delta_{ab} - x_b \delta_{bb} - x_c \delta_{cb} - \ldots$$
$$\delta_c - P_m \delta_{mc} - x_c \delta_{ac} - x_b \delta_{bc} - x_c \delta_{cc} - \ldots$$
$$\cdot \qquad \cdot \qquad \cdot$$

Значенія δ_{ma}, δ_{aa}, δ_{ba}, δ_{ca}... находимъ изъ упругой линіи для состоянія нагрузки $x_a = -1$ (см. черт. 33).

Значенія δ_{mb}, δ_{ab}, δ_{bb}, δ_{cb}... находимъ изъ упругой линіи для состоянія нагрузки $x_b = -1$ и т. д. При этомъ необходимо снова имѣть въ виду, что $\delta_{ab} = \delta_{ba}$; $\delta_{ac} = \delta_{ca}$ и т. д. Если эти значенія опредѣлены по одному изъ извѣстныхъ способовъ, то при помощи опредѣлителей легко опредѣляются значенія x_a, x_b, x_c....

Для опредѣленія линіи вліянія*) для любого значенія C (будь то опорное давленіе, опорный моментъ, изгибающій моментъ или перерѣзывающая сила) необходимо имѣть въ виду, что

$$C = C_o - x_a C_a - x_b C_b - x_c C_c \ldots,$$

*) См. Мюллеръ-Бреслау, Ueber die Berechnung statisch unbestimmter Auslegerbrücken. Z. d. B. № 45 A, 10 ноября 1897, и Graphische Statik, 3 изд., т. II, §§ 12 до 15.

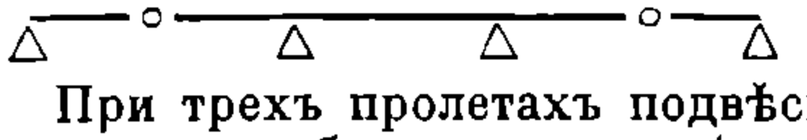
НТБ ДНУЖТ

гдѣ означаютъ: C_o значеніе величины C для обыкновенной балки, не принимая въ разсчетъ вліянія величинъ x_a, x_b, x_c... C_a значеніе величины C для обыкновенной балки, подверженной только дѣйствію груза $x_a = -1$, и т. д.

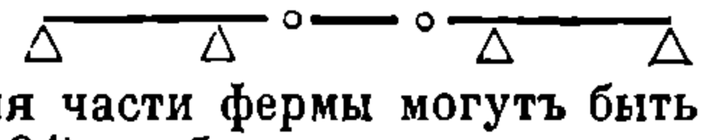
c. Фермы Гербера*).

Свободно лежащая балка, имѣющая одну неподвижную опору и $n-1$ подвижныхъ опоръ, представляетъ ферму $(n-2)$ кратно статически неопредѣленную. Ферма дѣлается статически опредѣленной при цѣлесообразномъ устройствѣ $(n-2)$ шарнировъ.

Черт. 31.



Черт. 35.



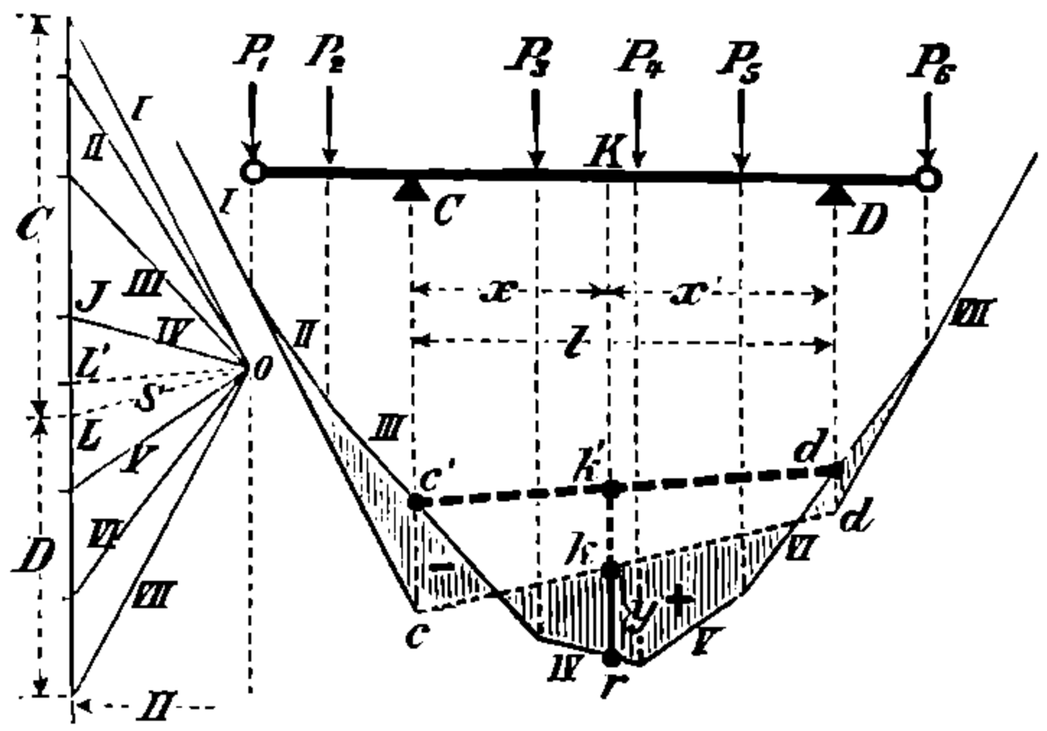
При трехъ пролетахъ подвѣсныя части фермы могутъ быть устроены либо на концахъ (черт. 34), либо въ среднемъ пролетѣ (черт. 35).

При числѣ пролетовъ, большемъ трехъ, подвѣсныя и неподвижныя части фермъ должны быть расположены черезъ одну (вперемежку). Подвѣсныя части представляютъ обыкновенныя балки на двухъ опорахъ и разсчитываются, какъ таковыя.

1. Разсчетъ при постоянной нагрузкѣ.

α) **Опорныя противодавленія для** C **и** D (черт. 36) опредѣляются либо составленіемъ уравненій моментовъ для точекъ D и C, или графически нанесеніемъ въ многоугольникѣ силъ замыкающей стороны $S = OL \parallel cd$.

Черт. 36.



β) **Моментъ** для любой точки K между опорами C и D опредѣляется при помощи опорныхъ моментовъ M_C и M_D по уравненію:

---

*) См. Müller-Breslau, Graphische Statik d. Baukonstr., 3 изд., т. I, стр. 159 и слѣд.

НТБ ДНУЖТ

$$M_K = M_0 + M_C \frac{x'}{l} + M_D \frac{x}{l}, \text{ гдѣ}$$

$M_0 = Hy_0 = H\overline{k'r}$ моментъ для части фермы CD, нагруженной только грузами P_3, P_4 и P_5, и далѣе

$M_C = -H\overline{cc'}$, а

$M_D = -H\overline{dd'}$ (черт. 36).

γ) **Перерѣзывающая сила** въ точкѣ K получается, если черезъ Q_0 снова обозначимъ перерѣзывающую силу у K при нагрузкѣ исключительно только средней части фермы CD, по формулѣ

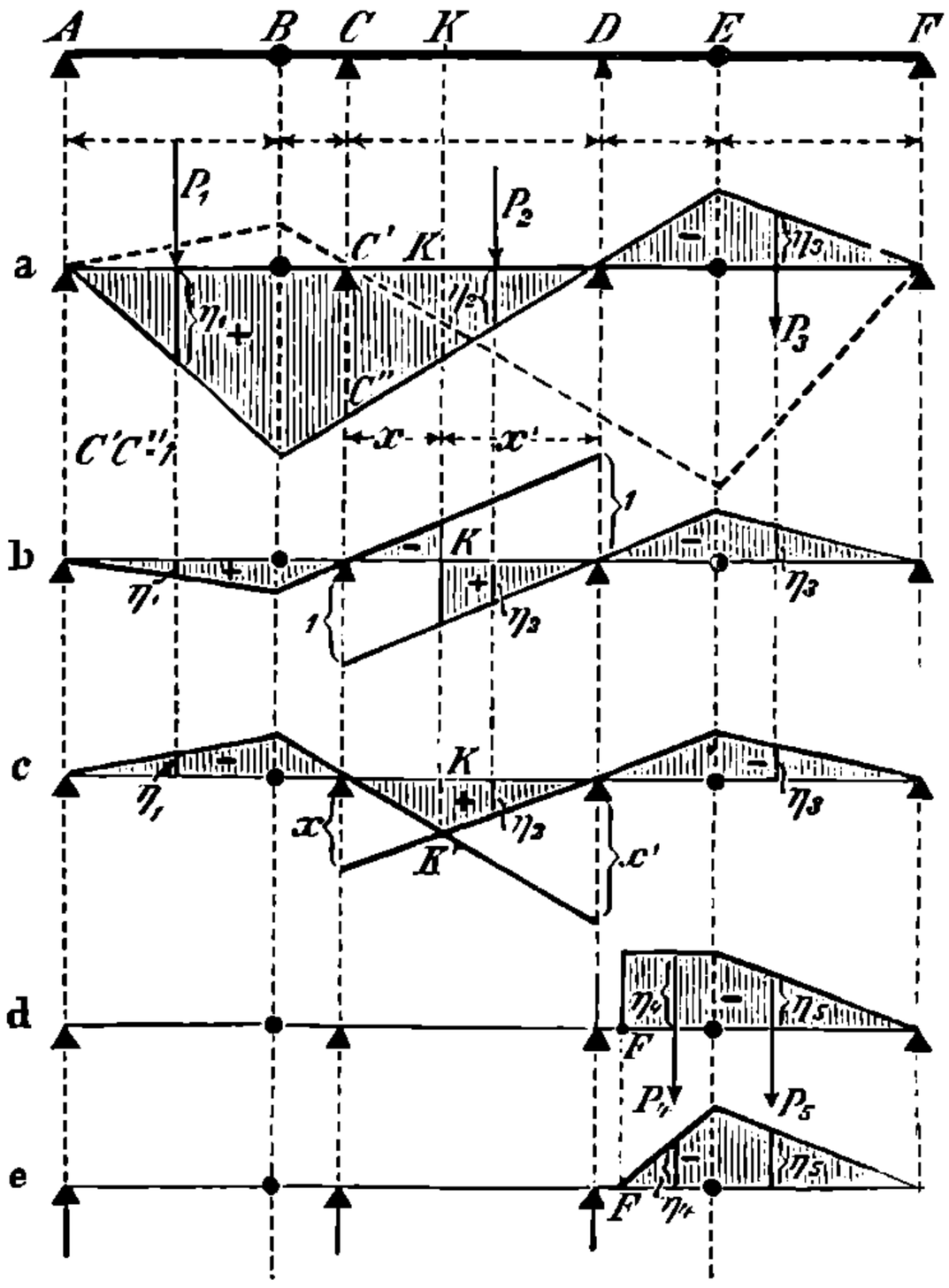
$$Q_K = Q_0 + \frac{M_D - M_C}{l}, \text{ гдѣ}$$

$Q_0 = L'J$, а M_C и M_D имѣютъ тѣ же значенія, что въ β). Точка L' находится изъ $OL' \parallel c'd'$.

2. Разсчетъ при перемѣнной нагрузкѣ.

При нагрузкѣ перемѣщающеюся системою сосредоточенныхъ грузовъ рекомендуется опредѣлять реакціи опоръ, мо-

Черт. 37.



НТБ ДНУЖТ

менты и перерѣзывающія силы для отдѣльныхъ случаевъ расположенія системы грузовъ, пользуясь линіями вліянія; при обозначеніяхъ на черт. 37 будемъ имѣть:

α) **Опорное сопротивленіе** $C = \Sigma P \eta$ (см. черт. 37 a).

β) **Моментъ** $M_K = \Sigma P \eta$ (см. черт. 37 b).

γ) **Перерѣзывающая сила** $Q_K = \Sigma P \eta$ (см. черт. 37 c).

Для точки F консоли будемъ имѣть:

δ) **Перерѣзывающую силу** $Q_F = \Sigma P \eta$ (см. черт. 37 d).

ε) **Моментъ** $M_F = \Sigma P \eta$ (см. черт. 37 e).

II. Усилія въ рѣшетчатыхъ и раскосныхъ фермахъ.

a. Способъ разсчета по Риттеру*).

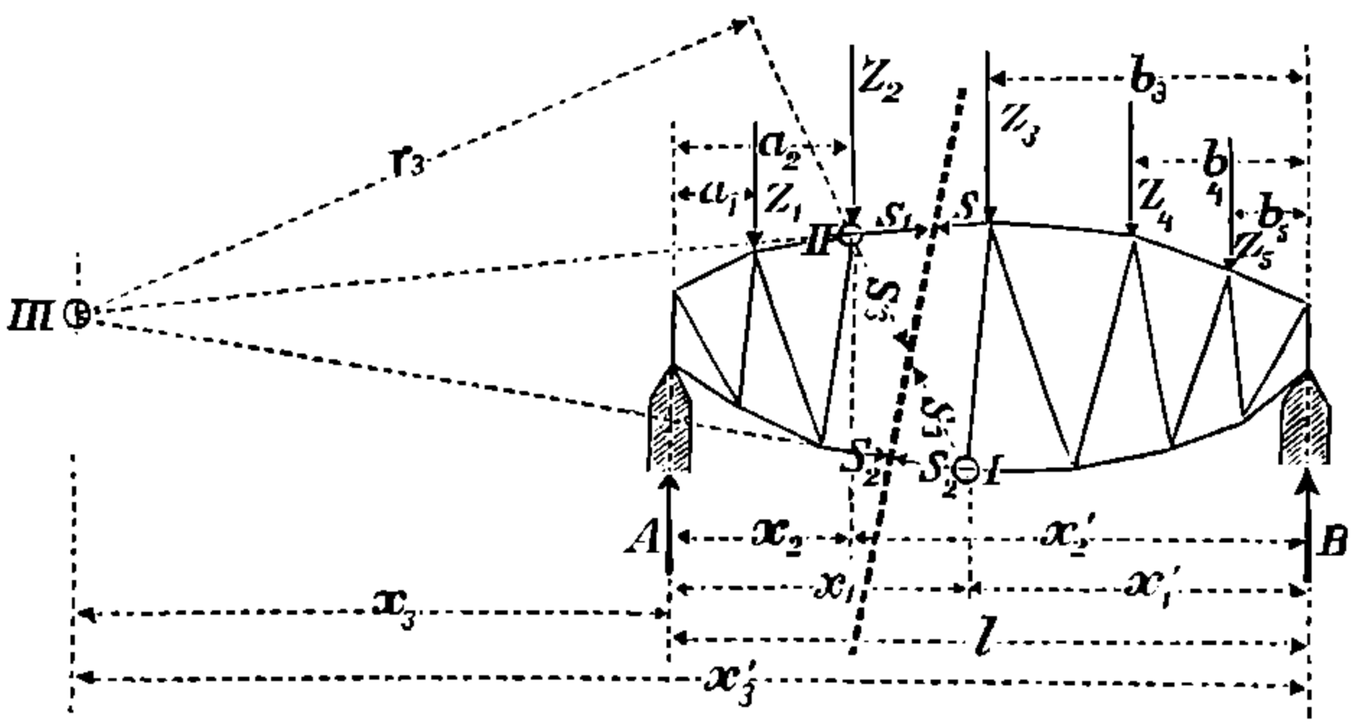
(Способъ статическихъ моментовъ).

Графическо-аналитическій способъ опредѣленія напряженій въ поясахъ, раскосахъ и стойкахъ фермы основанъ на слѣдующемъ правилѣ:

Въ положеніи равновѣсія для каждой отдѣленной части системы алгебраическая сумма моментовъ силъ внѣшнихъ (дѣйствующихъ) и внутреннихъ (силъ сопротивленія) относительно какой угодно точки вращенія (полюса) должна равняться нулю.

Пусть на рѣшетчатую ферму (черт. 38), пролетомъ l, составленную изъ отдѣльныхъ, рядомъ расположенныхъ треугольниковъ, дѣйствуютъ грузы Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, разстоянія которыхъ отъ опоръ A и B пусть будутъ соотвѣтственно a_1, a_2, a_3..... и b_1, b_2, b_3..... Вертикальныя **сопротивленія опоръ** будутъ:

Черт. 38.



*) См. A. Ritter, Eiserne Dach- und Brücken-Konstruktionen, 5 изд., Лейпцигъ, 1894.

НТБ ДНУЖТ

$$A = \frac{1}{l}(Z_1 b_1 + Z_2 b_2 + Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5),$$

$$B = \frac{1}{l}(Z_1 a_1 + Z_2 a_2 + Z_3 a_3 + Z_4 a_4 + Z_5 a_5).$$

Если по балкѣ проведемъ **сѣченіе, пересѣкающее не болѣе трехъ** связей, напряженіе коихъ равно S_1, S_2 и S_3, тогда S_1 найдется, если приравнять нулю сумму моментовъ всѣхъ силъ, дѣйствующихъ на ферму и лежащихъ слѣва проведеннаго сѣченія, относительно точки пересѣченія (I) двухъ другихъ связей фермы S_2 и S_3. Означивъ черезъ r_1 разстояніе (по перпендикуляру) точки I отъ связи S_1, а черезъ x_1 и x'_1 разстоянія точки I отъ вертикальныхъ сопротивленій опоръ A и B, будемъ имѣть

$$+ S_1 r_1 + A x_1 - Z_1 (x_1 - a_1) - Z_2 (x_1 - a_2) = 0,$$

причемъ моменты, вращающіе вправо, приняты положительными.

Чтобы опредѣлить S_2 и S_3, слѣдуетъ написать уравненія моментовъ относительно центровъ вращенія II и III; обозначивъ черезъ r_2 и r_3 разстоянія (по перпендикулярамъ) точекъ II и III отъ связей S_2 и S_3, получимъ:

$$-S_2 r_2 + A x_2 - Z_1 (x_2 - a_1) = 0 \quad \text{и}$$
$$+ S_3 r_3 - A x_3 + Z_1 (x_3 + a_1) + Z_2 (x_3 + a_2) = 0.$$

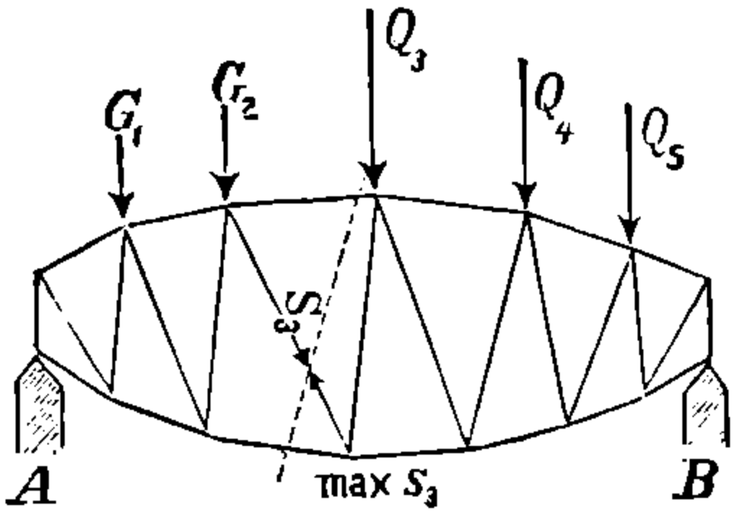
Подставляя въ вышеприведенныя три уравненія моментовъ значенія для A и B, получимъ:

$$S_1 = -\frac{x'_1(Z_1 a_1 + Z_2 a_2) + x_1(Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_1};$$

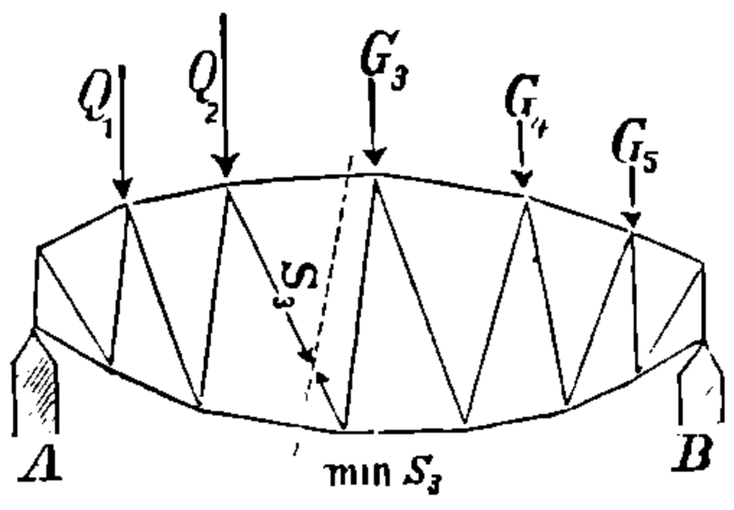
$$S_2 = +\frac{x'_2(Z_1 a_1 + Z_2 a_2) + x_2(Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_2};$$

$$S_3 = -\frac{x'_3(Z_1 a_1 + Z_2 a_2) - x_3(Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_3}.$$

Черт. 39.



Черт. 40.



Пусть для того случая, когда ферма подвержена дѣйствію только собственнаго вѣса, силы Z_1, Z_2, Z_3. примутъ какія-либо другія значенія G_1, G_2, G_3....; при полной же нагрузкѣ (отъ собственнаго вѣса и подвижныхъ грузовъ) силы Z_1, Z_2, Z_3.... пусть обратятся въ Q_1, Q_2, Q_3....

НТБ ДНУЖТ

Для полученія наибольшаго положительнаго значенія S_3, т.-е. наибольшаго растяженія въ разсматриваемой связи, надо положить $Z_1 = G_1$, $Z_2 = G_2$, $Z_3 = Q_3$, $Z_1 = Q_4$, $Z_5 = Q_5$ (черт. 39). Наибольшее отрицательное значеніе S_3, т.-е. наибольшее сжатіе, получится, если положить $Z_1 = Q_1$, $Z_2 = Q_2$, $Z_3 = G_3$, $Z_4 = G_4$, $Z_5 = G_5$ (черт. 40).

Очевидно, S_1 (сжатіе) и S_2 (растяженіе) будутъ наибольшими при полной нагрузкѣ, т.-е. если положить всѣ Z равными Q.

Этотъ же пріемъ примѣнимъ при разсчетѣ всѣхъ статически опредѣленныхъ рѣшетчатыхъ фермъ, независимо отъ того, будутъ ли силы дѣйствовать на ферму вертикально или наклонно. Для опредѣленія предѣльныхъ значеній напряженій необходимо только, чтобы вліяніе каждаго рода нагрузки было выражено отдѣльнымъ членомъ, знакъ котораго легко можно было бы опредѣлить. Тогда легко опредѣлить, какіе изъ грузовъ вліяютъ на искомое напряженіе связи въ положительномъ и какіе въ отрицательномъ смыслѣ.

Можетъ случиться, что сѣченіе пересѣкаетъ такія 3 связи, изъ которыхъ двѣ параллельны между собою. Тогда центръ вращенія для составленія уравненія моментовъ третьей связи находится въ безконечности. Но и въ этомъ случаѣ способъ примѣнимъ, ибо хотя въ уравненіи моментовъ для S плечи r и x безконечно велики, но извѣстно отношеніе перпендикуляровъ r къ разстояніямъ x. Если обѣ параллельныя связи горизонтальны, то это отношеніе равно cos угла наклона раскоса S къ вертикали.

Если въ опорѣ сходятся только два элемента, то напряженія въ нихъ опредѣляются по сопротивленію опоры, составляя уравненіе моментовъ относительно любой точки, или же при помощи треугольника силъ для опоры.

b. Общія формулы для треугольныхъ системъ*).

1. Раскосныя фермы со стойками.

Обозначимъ узлы фермы, начиная съ лѣвой опоры, черезъ 0, 1, 2 $m-1$, m, $m+1$ . . (черт. 41). Силы, приложенныя къ узламъ, могутъ быть направлены какъ угодно. Пусть:

h_m длина m-й вертикали (стойки),
λ_m » панели,
O_m напряженіе въ верхнемъ поясѣ,
U_m » » нижнемъ » ,
D_m » » m-ой діагонали (раскосѣ),
V_m » » » вертикали,

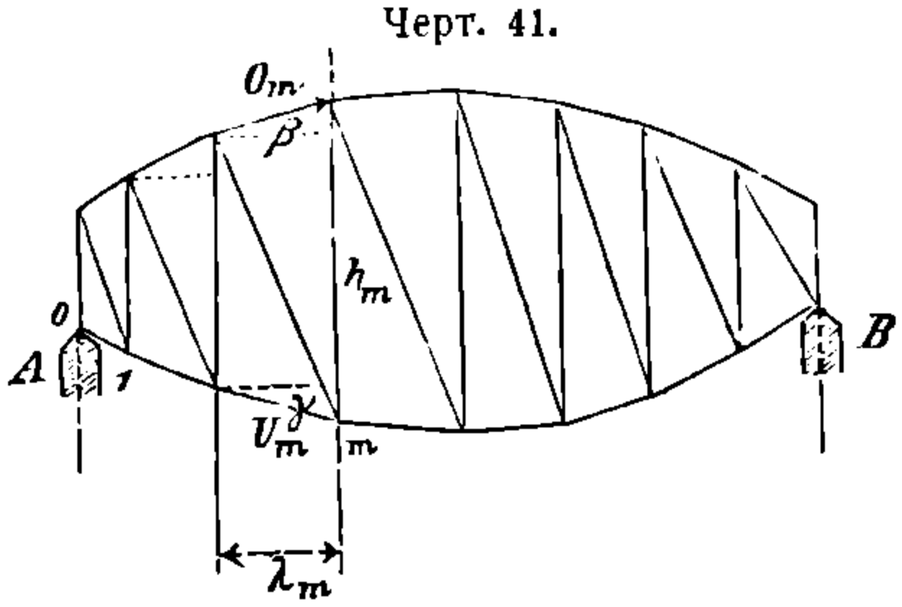
*) См. Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstruktionen, изд. 3, I, стр. 273 и т. II часть I, стр. 478.

НТБ ДНУЖТ

β_m уголъ O_m съ горизонталью, считая положительн. кверху,
γ_m » U_m » » » » книзу,
φ_m » D_m » » » » » ,

$\mathfrak{M}^0_m$ моментъ внѣшнихъ силъ относительно верхняго узла m,
$\mathfrak{M}^u_m$ моментъ внѣшнихъ силъ относительно нижняго узла m.
(Если на ферму дѣйствуютъ только вертикальныя силы, то $\mathfrak{M}^0 m = \mathfrak{M}^u_m$.)

Черт. 41.



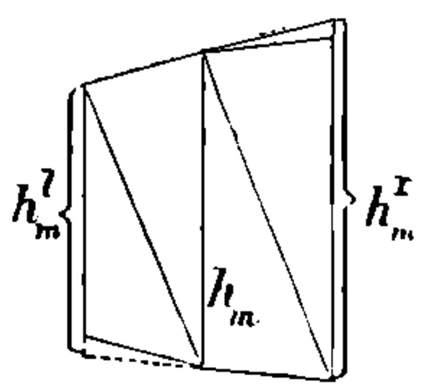
Тогда имѣемъ:

$$O_m = -\frac{\mathfrak{M}^u_m}{h_m}\,\frac{1}{\cos\beta_m},$$

$$U_m = +\frac{\mathfrak{M}^0_{m-1}}{h_{m-1}}\,\frac{1}{\cos\gamma_m},$$

$$D_m = \frac{1}{\cos\varphi_m}\left(\frac{\mathfrak{M}^0_m}{h_m} - \frac{\mathfrak{M}^0_{m-1}}{h_{m-1}}\right) = \frac{1}{\cos\varphi_m}\left(\frac{\mathfrak{M}^u_m}{h_m} - \frac{\mathfrak{M}^u_{m-1}}{h_{m-1}}\right)$$

Черт. 42.



Если силы приложены въ верхнихъ узлахъ, то:

$$V_m = \frac{\mathfrak{M}^0_{m-1}}{\lambda_m} - \frac{\mathfrak{M}^0_m h^l_m}{\lambda_m h_m}.$$

Если же силы приложены въ нижнихъ узлахъ, то:

$$V_m = -\frac{\mathfrak{M}^u_{m+1}}{\lambda_{m+1}} + \frac{\mathfrak{M}^u_m h^r_m}{\lambda_{m+1} h_m}.$$

Значенія h^l_m и h^r_m видны изъ черт. 42.

2. Раскосныя фермы безъ стоекъ.

Пусть (черт. 43):

m номеръ по порядку узла нижняго пояса,
k » » » » верхняго »

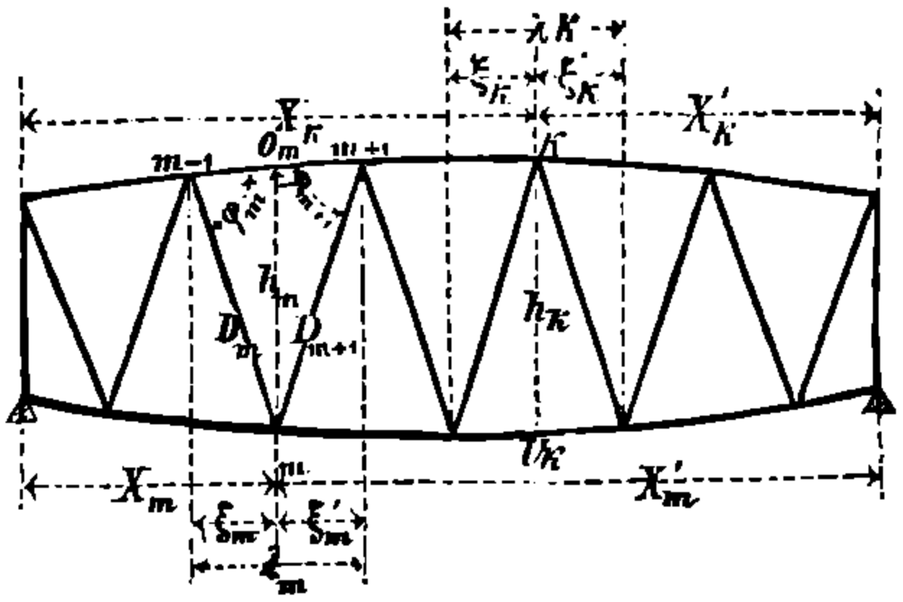
m' и k' точки пересѣченія вертикалей, проходящихъ черезъ m и k, съ противолежащими частями поясовъ (см. черт. 44).

$\mathfrak{M}_m$, $\mathfrak{M}'_m$, $\mathfrak{M}_k$, $\mathfrak{M}'_k$ моменты внѣшнихъ силъ относительно точекъ m, m', k, k',

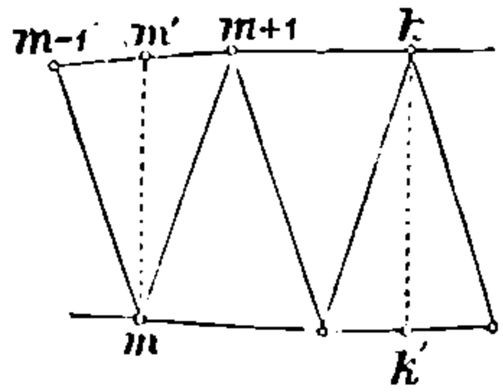
НТБ ДНУЖТ

O_m напряженіе части верхняго пояса, противолежащей m,
U_k » » нижняго » » k,
D_m » въ діагонали, соединяющей точки m и $m-1$ и поднимающейся влѣво,
D_{m+1} напряженіе въ діагонали, поднимающейся направо и соединяющей точки m и $m+1$,
β_m уголъ наклона O_m къ горизонтали,
γ_k » » U_k » » ,
φ_m и φ_{m+1} углы наклона D_m и D_{m+1} къ горизонтали,
h_m высота фермы въ точкѣ m,
h_k » » » k.

Черт. 43.



Черт. 44.



Имѣемъ:

$$O_m = -\frac{\mathfrak{M}_m}{h_m}\frac{1}{\cos\beta_m}, \qquad U_k = +\frac{\mathfrak{M}_k}{h_k}\frac{1}{\cos\gamma_k},$$

$$D_m = \left(\frac{\mathfrak{M}_m}{h_m} - \frac{\mathfrak{M}'_{m-1}}{h_{m-1}}\right)\frac{1}{\cos\varphi_m} = \left(\frac{\mathfrak{M}'_m}{h_m} - \frac{\mathfrak{M}_{m-1}}{h_{m-1}}\right)\frac{1}{\cos\varphi_m},$$

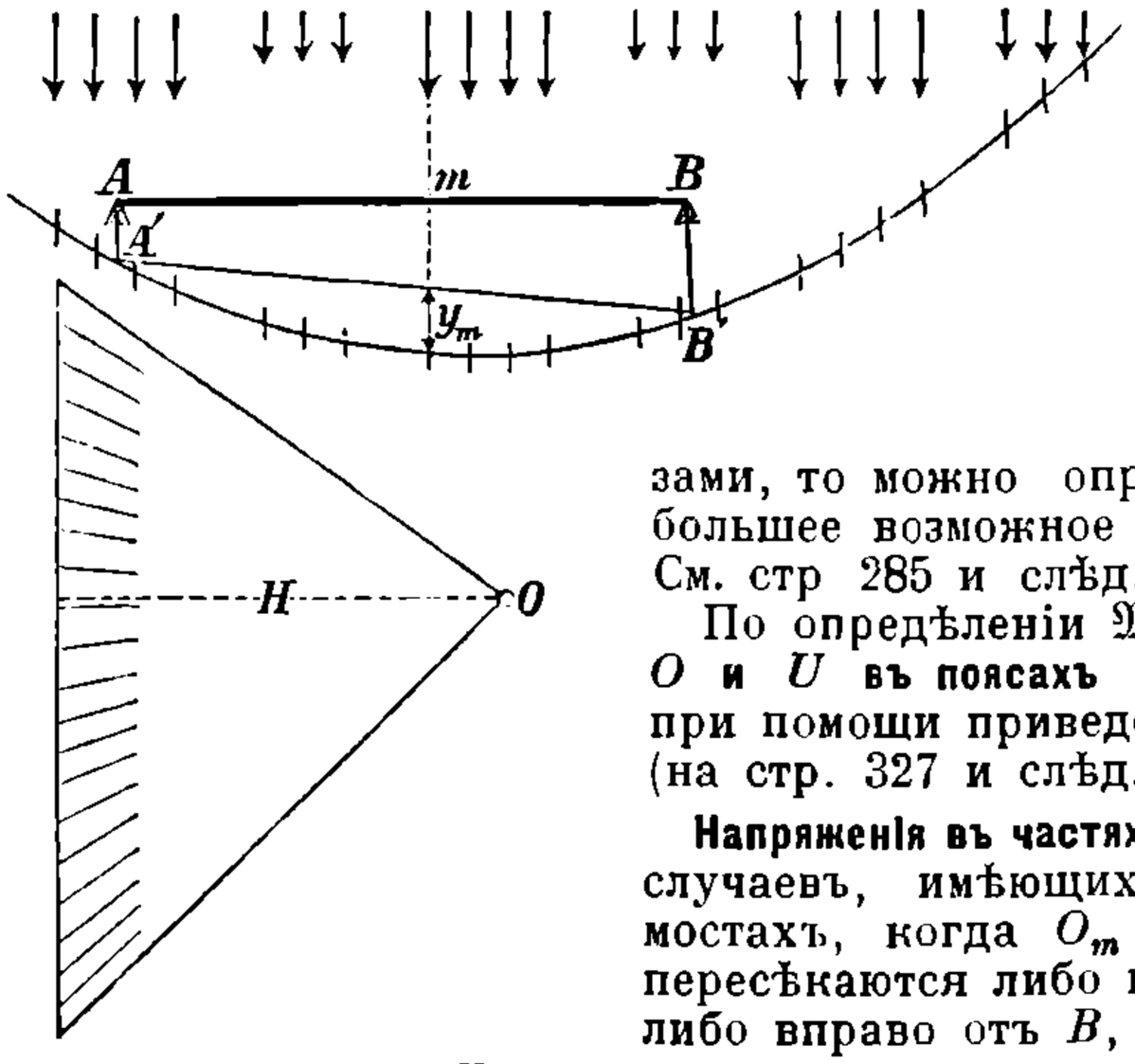
$$D_{m+1} = \left(\frac{\mathfrak{M}_m}{h_m} - \frac{\mathfrak{M}'_{m+1}}{h_{m+1}}\right)\frac{1}{\cos\varphi_{m+1}} = \left(\frac{\mathfrak{M}'_m}{h_m} - \frac{\mathfrak{M}_{m+1}}{h_{m+1}}\right)\frac{1}{\cos\varphi_{m+1}}.$$

c. Графическій разсчетъ усилій въ простыхъ раскоспыхъ фермахъ при перемѣщающейся системѣ сосредоточенныхъ грузовъ (желѣзнодорожные поѣзда).

Дѣйствующіе моменты $\mathfrak{M}_m$ достигаютъ максимума при полной нагрузкѣ. Соединяемъ всѣ сосредоточенные грузы при помощи веревочнаго многоугольника (черт. 45), ставимъ данную ферму AB въ такое положеніе относительно поѣзда, чтобы разсматриваемый узелъ m приходился подъ тяжелымъ грузомъ (осью паровоза), наносимъ замыкающую прямую $A'B'$, измѣряемъ приходящуюся подъ m вертикальную ординату y (въ m). Пусть H произвольно выбранное полюсное разстояніе (въ тоннахъ), тогда находимъ $\mathfrak{M}_m = H y_m$ (въ mt).

НТБ ДНУЖТ

Черт. 45.

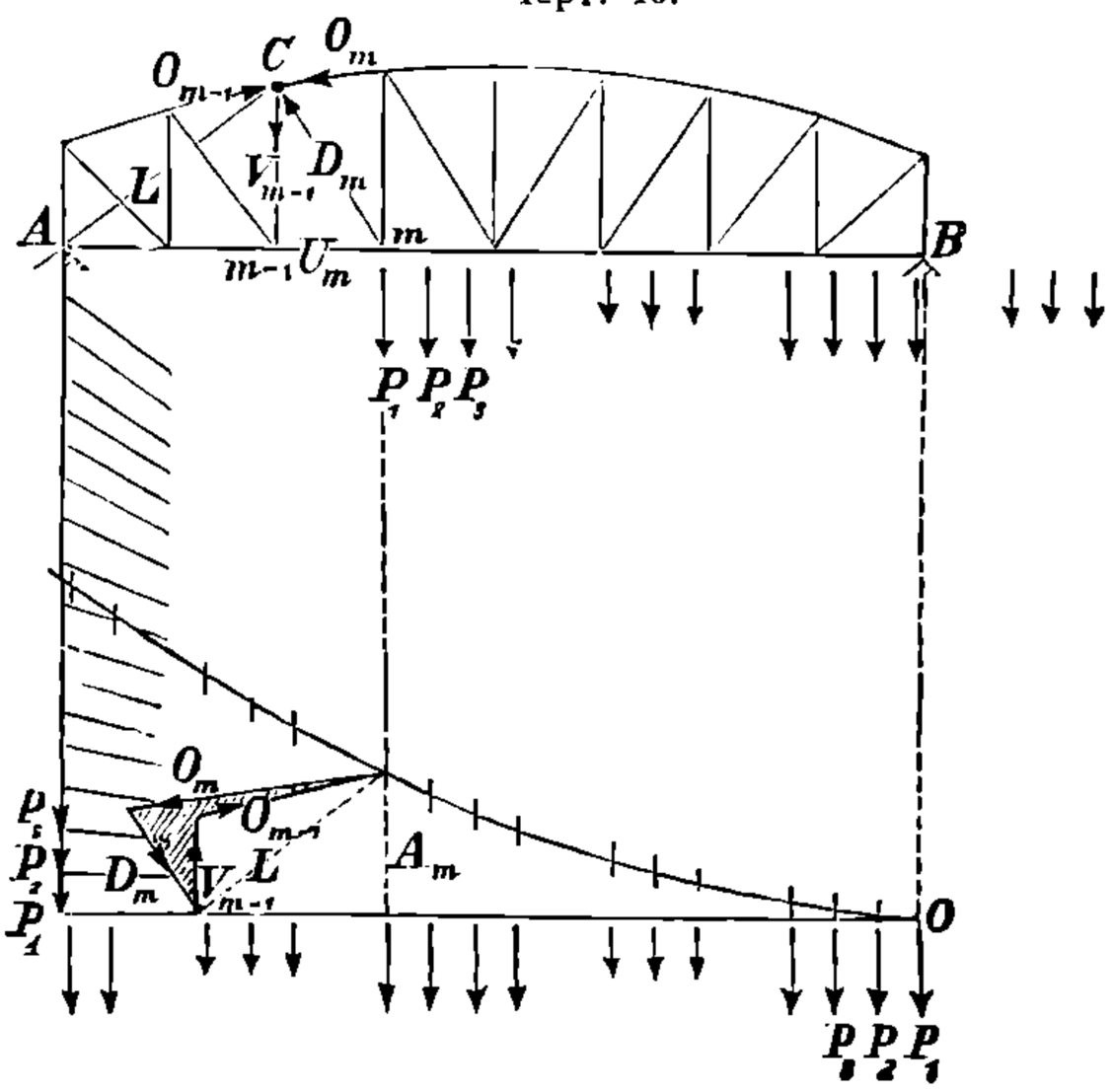


Если при помощи послѣдовательныхъ пробъ принимать узелъ m подъ другими тяжелыми грузами, то можно опредѣлить наибольшее возможное значеніе y_m. См. стр 285 и слѣд.

По опредѣленіи $\mathfrak{M}_m$ **напряженія** O **и** U **въ поясахъ** опредѣляются при помощи приведенныхъ въ **b.** (на стр. 327 и слѣд.) формулъ.

Напряженія въ частяхъ рѣшетки для случаевъ, имѣющихъ мѣсто въ мостахъ, когда O_m и U_m всегда пересѣкаются либо влѣво отъ A, либо вправо отъ B, т.-е. внѣ точекъ опоры, будутъ наибольшими при односторонней нагрузкѣ. Такъ, наприм., $D_m$max (наибольшее растяженіе) и одновременно V_{m-1}min (наибольшее сжатіе) происходятъ, когда поѣздъ продвинулся отъ B до узла m (черт. 46*). На лѣвой опорѣ имѣемъ тогда реакцію A_m, которая опредѣляется слѣдующимъ образомъ.

Черт. 46.



*) Часто приходится отступать отъ показаннаго на черт. 44 основного положенія и принимать P_2 или P_3 въ m. См. у Мюллеръ-Бреслау, Graphische Statik I (1901), стр. 258 и 542.

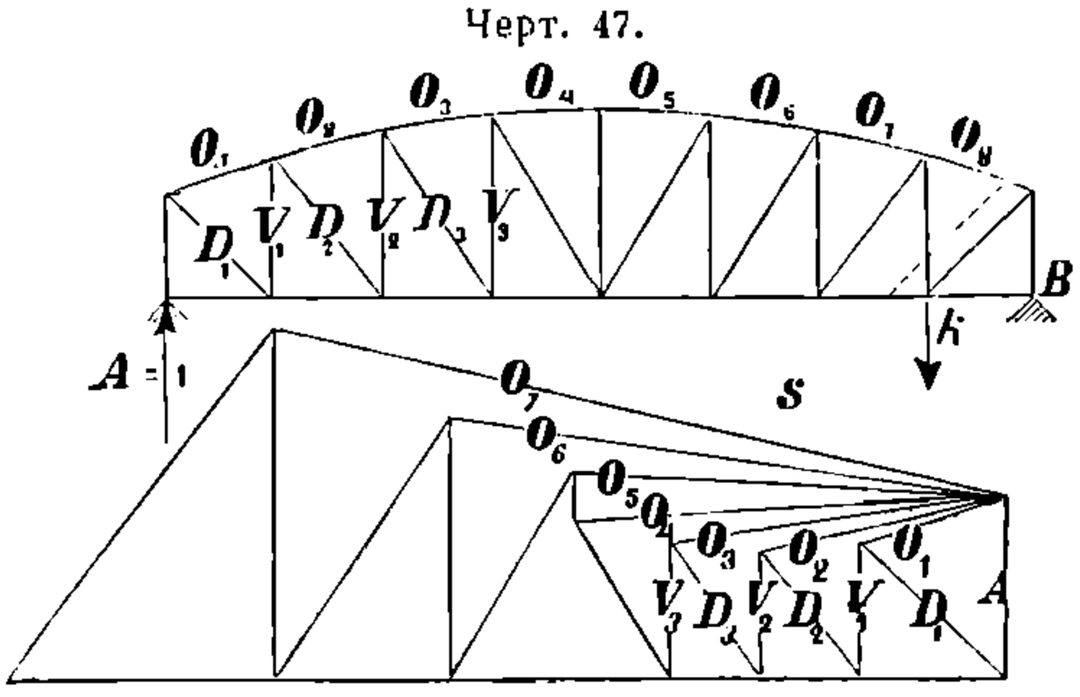
НТБ ДНУЖТ

Надвигаемъ поѣздъ отъ A до B (т.-е. въ противоположномъ направленіи) и вычерчиваемъ для него веревочный многоугольникъ, у котораго полюсное разстояніе равно пролету фермы и первая сторона многоугольника горизонтальна (черт. 46). Ордината этого многоугольника, находящаяся на вертикали узла m, измѣренная подъ m въ масштабѣ силъ, даетъ (по Винклеру) реакцію опоры A_m.

Затѣмъ A_m можно, по методу Кульмана, разложить по тремъ направленіямъ O_m, D_m, U_m, или O_{m-1}, V_{m-1}, U_m. Соединяемъ опору A съ узломъ C прямою L, разлагаемъ A_m по направленіямъ L и U_m, затѣмъ составляющую силу L по направленіямъ O_m и D_m, соотв. O_{m-1} и V_{m-1}. Заштрихованный многоугольникъ представляетъ многоугольникъ силъ для узла C.

Очень нагляденъ еще слѣдующій пріемъ: пусть узелъ k (черт. 47) нагруженъ настолько сильно, что на лѣвой опорѣ вызывается реакція $A=1$; чертимъ многоугольникъ силъ, который содержалъ бы только напряженія въ частяхъ фермы, расположенныхъ влѣво отъ разрѣза ss.

Черт. 47.



Пусть $D_{m\,(A=1)}$ и $V_{(m-1)\,(A=1)}$ обозначаютъ напряженія въ D_m и V_{m-1} при реакціи опоры $A=1$,

тогда

$$D_m \max = A_m D_{m\,(A=1)} \quad \text{и} \quad V_{m-1\,\min} = A_m V_{(m-1)\,(A=1)}.$$

d. Опредѣленіе усилій при помощи инфлюэнтныхъ линій*).

Если въ точкахъ приложенія сосредоточеннаго груза $P=1$, передвигающагося по фермѣ, наносить, какъ ординаты, вліяніе этого груза на искомую величину (опорную реакцію, изгибающій моментъ, перерѣзывающее усиліе и т. п.), то линія, соединяющая концы этихъ ординатъ, называется **инфлюэнтной линіей**, или **линіей вліянія** для этой величины.

1. Свободно лежащая ферма на двухъ опорахъ.

Линія вліянія для дѣйствующаго момента $\mathfrak{M}_m$ относительно узловой точки m пояса, принимающаго давленіе отъ попе-

*) По Мюллеръ-Бреслау, Graphische Statik, томы I и II.

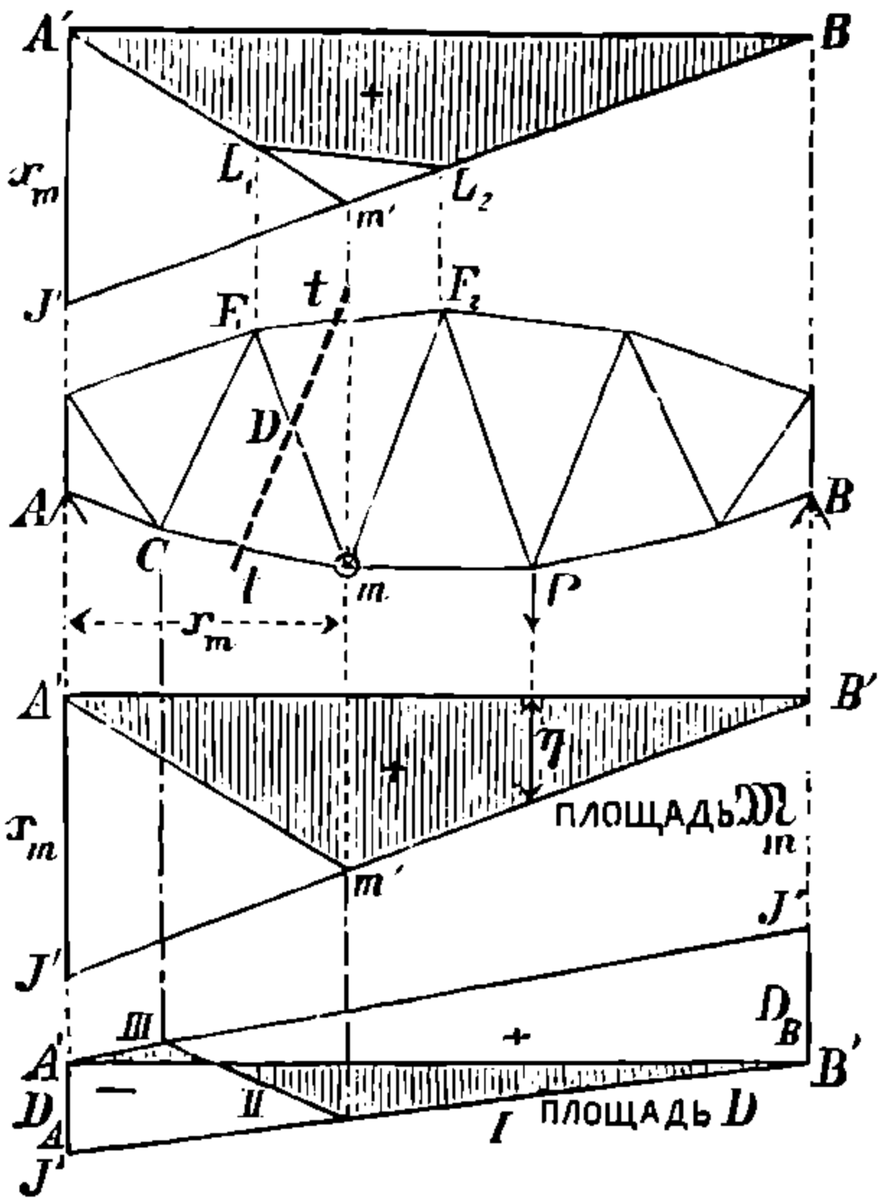
НТБ ДНУЖТ

речной балки, состоитъ изъ двухъ прямыхъ $A'm'$ и $B'm'$ (черт. 50), пересѣкающихся въ точкѣ m', лежащей на вертикали подъ m. Прямая $B'm'$ отсѣкаетъ на вертикальной прямой, проходящей черезъ опорную точку A, отрѣзокъ x_m. Сосредоточенный грузъ P даетъ моментъ:

$$\mathfrak{M}_m = P\eta.$$

Площадь, ограничиваемая линіей вліянія $A'm'B'$ и нулевою (замыкающею) линіей $A'B'$, параллельной AB, называется **площадью вліянія** для $\mathfrak{M}_m$ или, короче, площадью $\mathfrak{M}_m$.

Черт. 48 до 51.

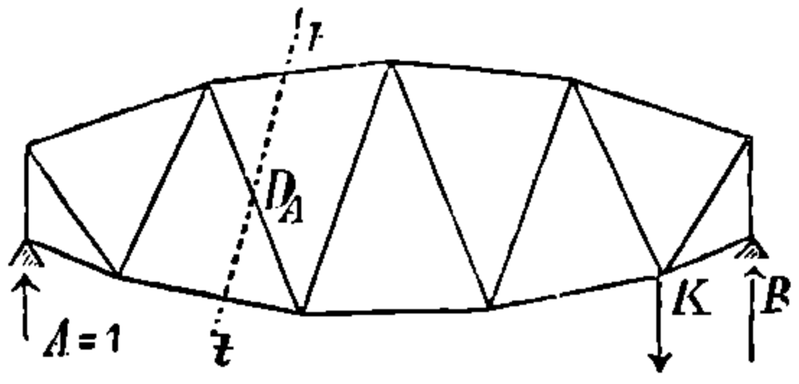


Если нагрузка дѣйствуетъ на поясъ, лежащій противъ m (ѣзда по верху), и если m находится между двумя поперечными балками F_1 и F_2, то линія вліянія для $\mathfrak{M}_m$ состоитъ изъ трехъ прямыхъ (черт. 48) $A'L_1$, L_1L_2 и L_2B'. Точки L_1 и L_2 лежатъ на вертикаляхъ въ точкахъ F_1 и F_2.

По моментамъ $\mathfrak{M}_m$ опредѣляются усилія въ поясахъ (см. стр. 328).

На черт. 51 показана, состоящая изъ трехъ прямыхъ I, II, III, **линія вліянія для усилія** D въ раскосѣ для случая ѣзды по низу. До тѣхъ поръ, пока перемѣщающійся по балкѣ грузъ $P=1$ находится съ правой стороны узла m, по лѣвую сторону сѣченія tt дѣйствуетъ только внѣшняя сила A, и тогда D пропорціонально A. Поэтому линія вліянія I отсѣкаетъ на вертикали, проходящей черезъ A', ту силу D_A, которая проявляется въ

Черт. 52.



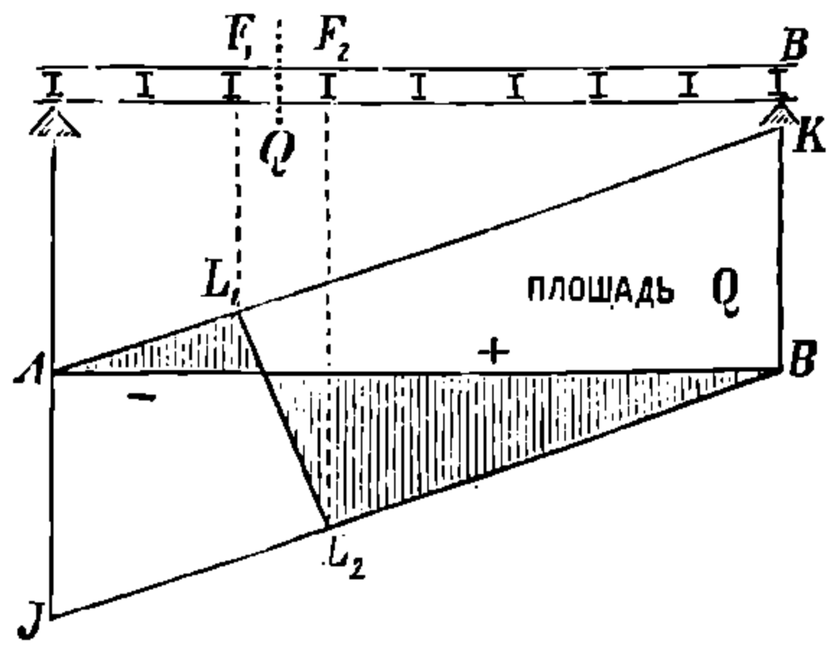
выбранномъ раскосѣ въ то время, когда по лѣвую сторону отъ tt дѣйствуетъ только $A=1$ (черт. 52). Величина D_A находится по способу Риттера (см. стр. 255), или при помощи многоугольника силъ (см. ч. I, стр. 158 и сл.). Такъ же точно находимъ, что прямая III (черт. 51), выражающая

НТБ ДНУЖТ

вліяніе грузовъ, помѣщаемыхъ между A и C, отсѣкаетъ на вертикали черезъ правую опору силу D_B (получаемую отъ $B=1$). Между C и m имѣемъ прямую II. Въ данномъ случаѣ находимъ D_A положительнымъ, а D_B отрицательнымъ.

На черт. 53 показана **линія вліянія** для **перерѣзывающей силы** Q въ панели F_1F_2. Для площади Q имѣемъ $AJ=+1$, $BK=-1$.

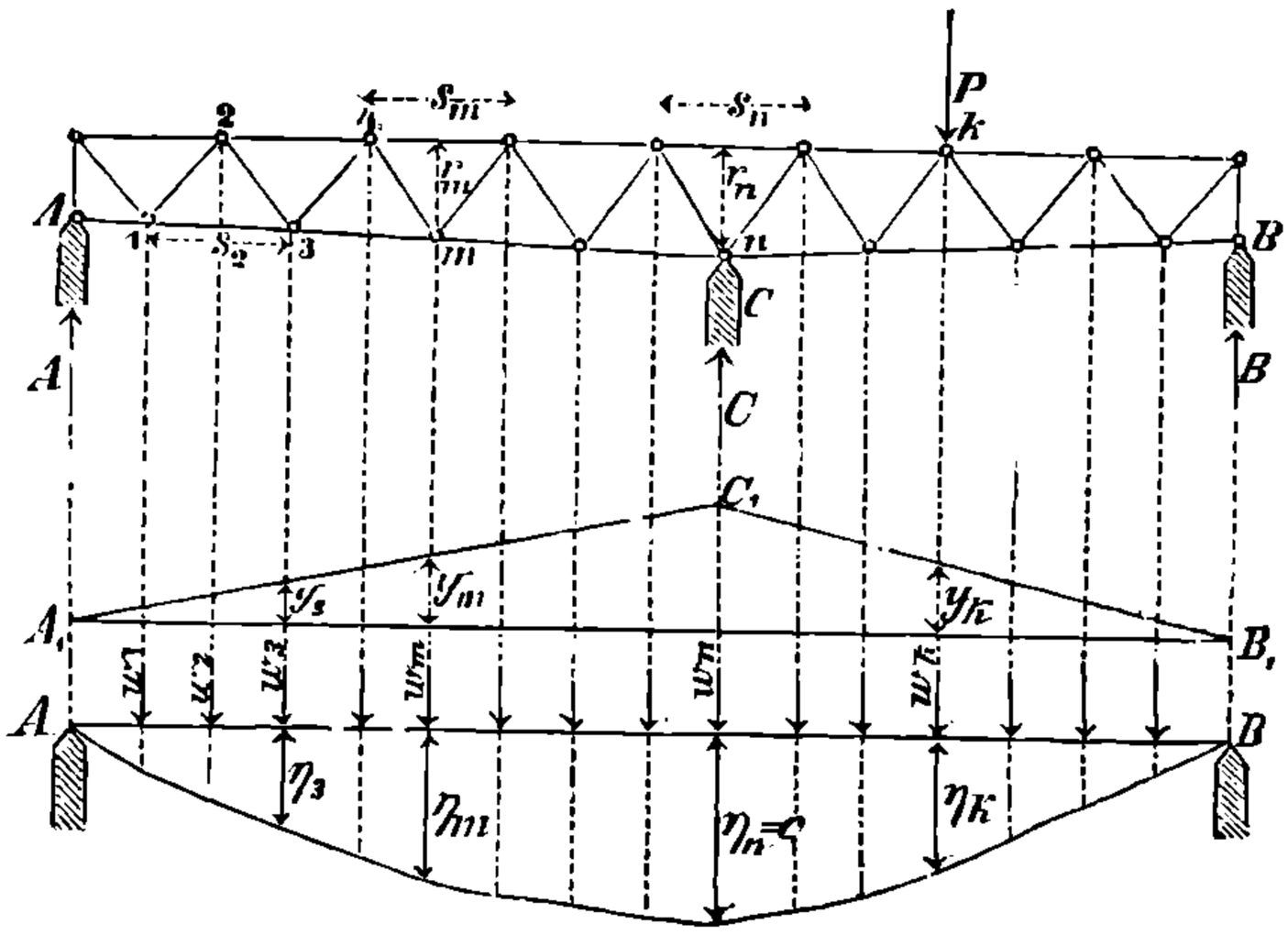
Черт. 53.



2. Неразрѣзныя рѣшетчатыя фермы (безъ шарнировъ) на трехъ опорахъ.

Въ фермѣ ABC (черт. 54) **сопротивленіе** C **средней опоры** не можетъ быть опредѣлено непосредственно статическимъ путемъ. Для опредѣленія величины сопротивленія средней

Черт. 54.

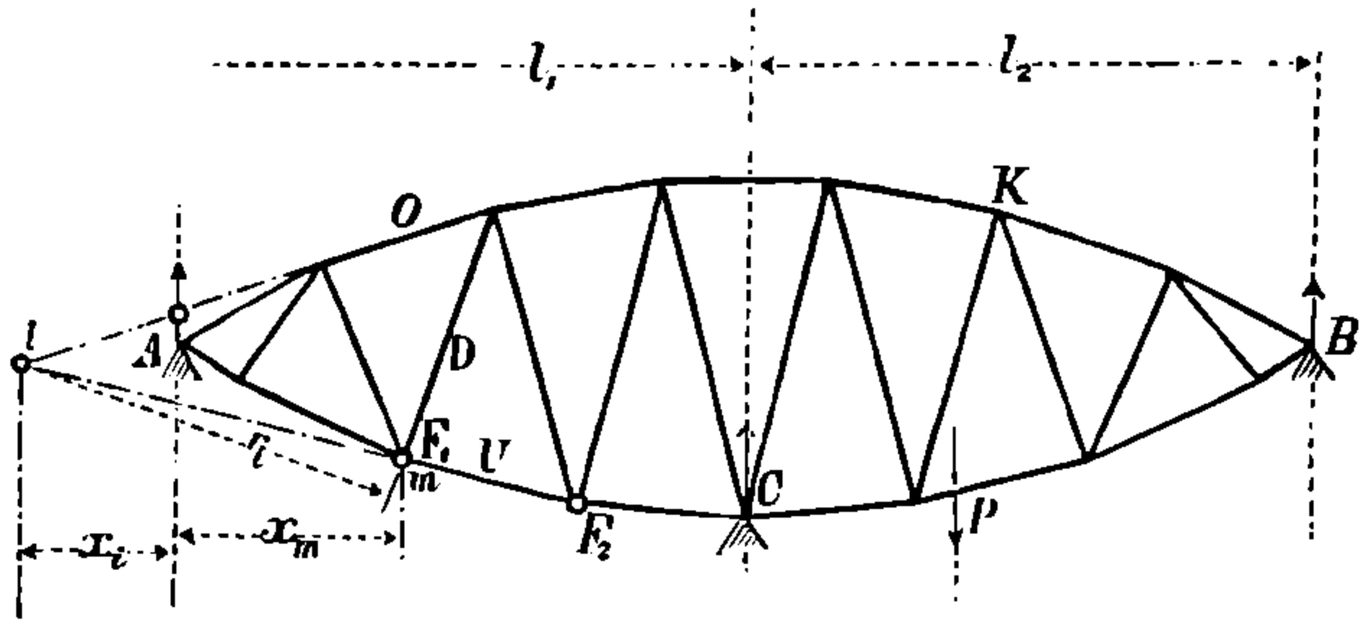


опоры, въ случаѣ дѣйствія на ферму сосредоточеннаго груза P въ точкѣ k, построимъ произвольный треугольникъ $A_1B_1C_1$, вершина котораго лежитъ на вертикальной линіи средней опоры, и опредѣлимъ для каждой связи пояса величину

$$w_m=\frac{y_m s_m}{r^2_m}\frac{F_c}{F_m},$$

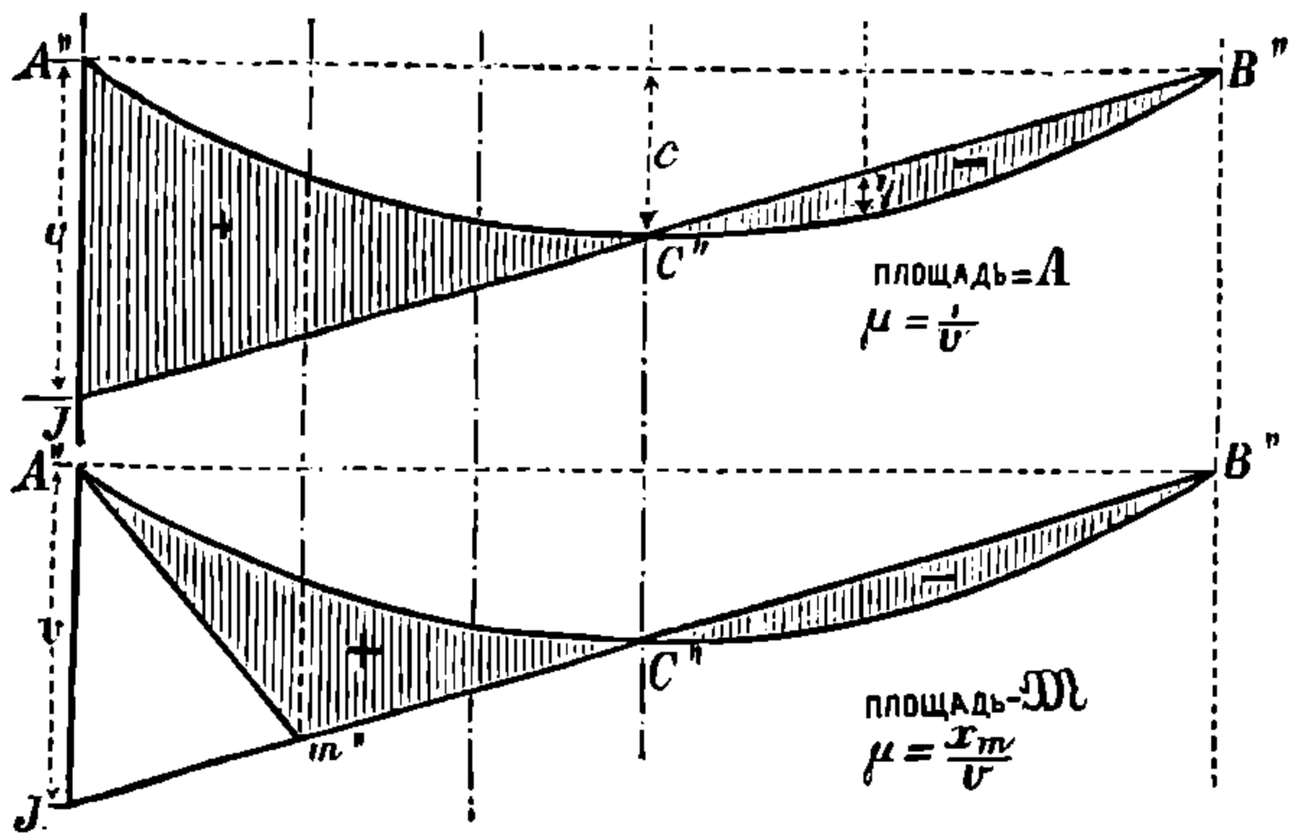
гдѣ m номеръ (по порядку) узла, противолежащаго связи s_m, y_m ордината въ треугольникѣ $A_1 B_1 C_1$, измѣренная противъ узла m, s_m длина связи, r_m перпендикуляръ изъ m на s_m, F_m площадь сѣченія связи s_m и F_c произвольная площадь (всего лучше принимается равной наиболѣе часто встрѣчающимся сѣченіямъ связей съ тѣмъ, чтобы возможно большее число отношеній $F_c : F_m$ равнялось 1). Опредѣливъ затѣмъ для

Черт. 55.



свободно лежащей фермы AB, подверженной дѣйствію какъ бы силъ w_1, w_2, . . . w_m, изгибающіе моменты η_1, η_2 . . η_m (всего лучше съ помощью веревочнаго многоугольника для любого полюснаго разстоянія и кульмановской замыкающей

Черт. 56 и 57.



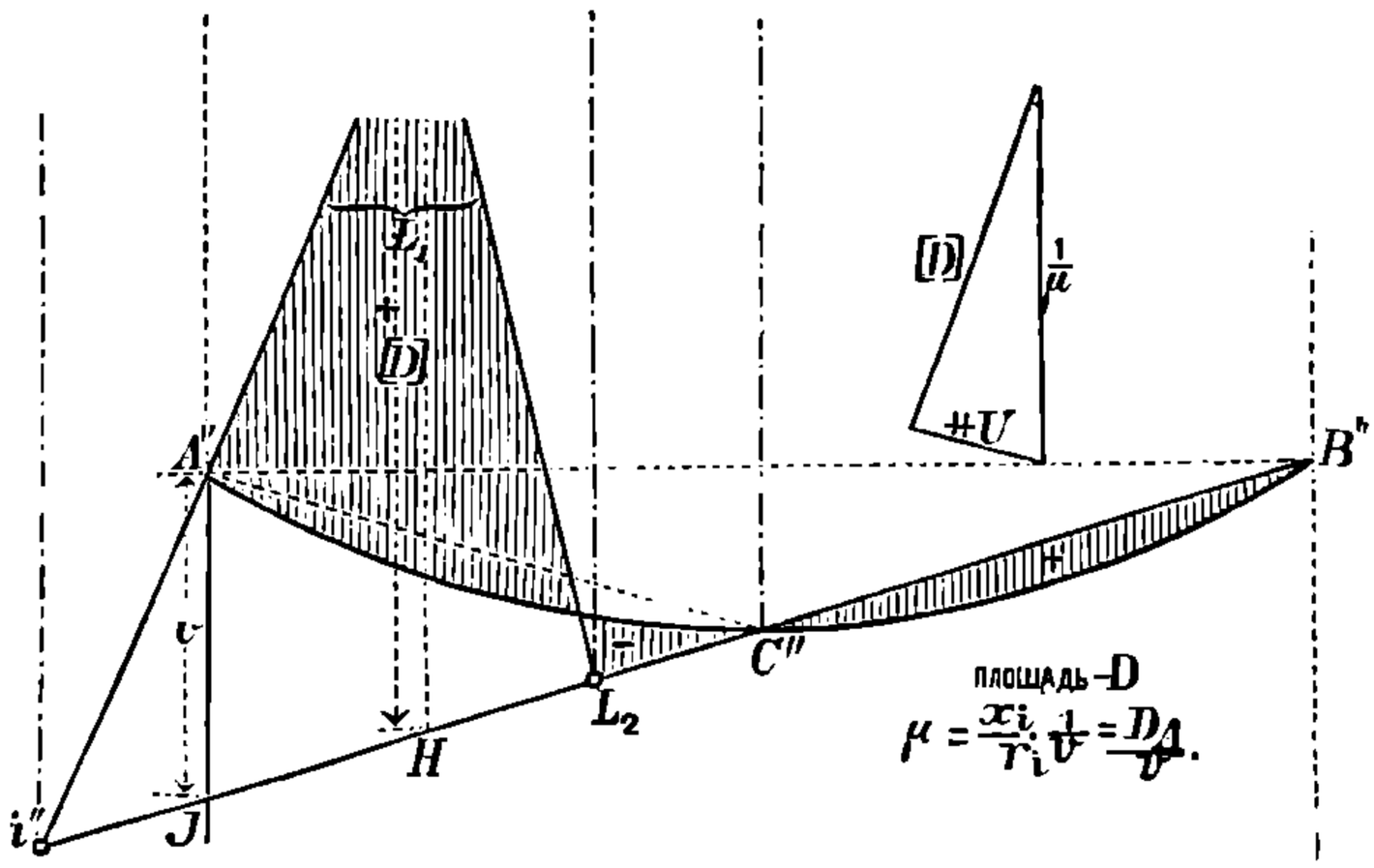
стороны), измѣряемъ ординату $c = \eta_n$ этой кривой моментовъ на средней опорѣ, и тогда сопротивленіе средней опоры при дѣйствіи силы P въ точкѣ k:

$$C = P \frac{\eta_k}{c}.$$

НТБ ДНУЖТ

На черт. 56, 57 и 58 $A''C''B''$ представляетъ линію вліянія для противодѣйствія C средней опоры (множитель для линіи вліянія $A''B''C''$ будетъ $\mu = 1 : c$ неразрѣзной раскосной фермы на трехъ опорахъ, показанной на черт. 55). Площадь между этою линіей C и прямою $B''C''J$ представляетъ площадь вліянія для противодавленія A лѣвой концевой опоры (черт. 56); множитель этой площади вліянія равенъ $\mu = 1 : v$, гдѣ $v = A''J$.

Черт. 58.



Площадь $\mathfrak{M}_m$ (черт. 57) ограничивается линіей C, прямою $B''C''J$ и прямою $A''m''$, причемъ m'' находится на вертикали подъ m. Это относится, однако, лишь къ тому случаю, когда m находится на нагруженномъ поясѣ (ѣзда по низу); въ противномъ случаѣ, если m находится между двумя поперечными балками, уголъ $A''m''B''$ долженъ быть срѣзанъ прямою $L_1 L_2$, какъ это указано на черт. 48.

На черт. 58 показана площадь вліянія для усилія D въ раскосѣ, для случая ѣзды по низу. Направленіе линіи $A''L_1L_2$ опредѣлено двоякимъ способомъ: 1) посредствомъ отрѣзка $[D] = L_1H$, опредѣленнаго разложеніемъ $1 : \mu$ по направленіямъ D и U, причемъ $\mu = D_A : v$, и D_A усиліе при $A = 1$ (черт. 52), и 2) посредствомъ точки i'', находящейся вертикально надъ точкою пересѣченія i прямыхъ O и U; i на черт. 55.

3. Рѣшетчатая ферма Гербера*).

α. Разсчетъ консоли.

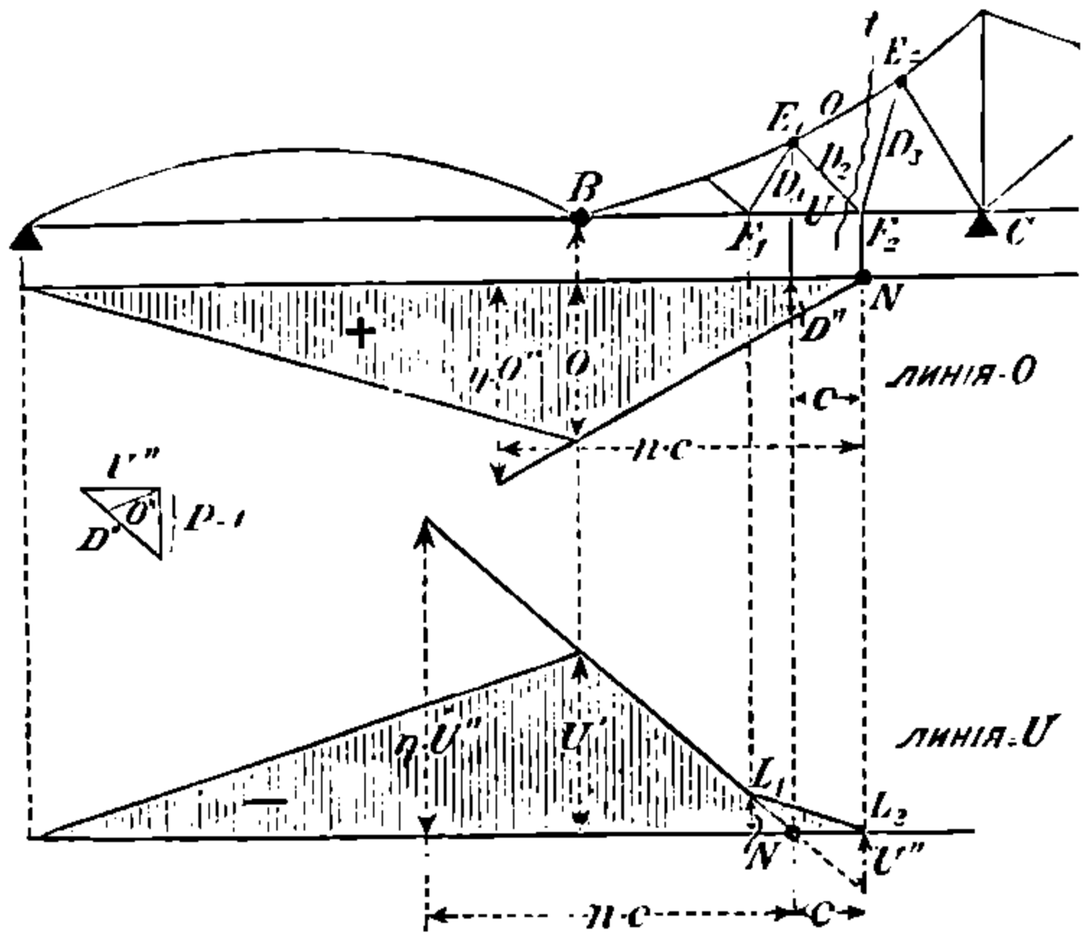
Линіи вліянія для связей поясовъ O и U опредѣляются для дѣйствующаго въ B груза $P = 1$ либо при помощи величинъ

*) См. Мюллеръ-Бреслау, Graphische Statik d. Baukonstrukt., III изд., стр. 330 и слѣд.

НТБ ДНУЖТ

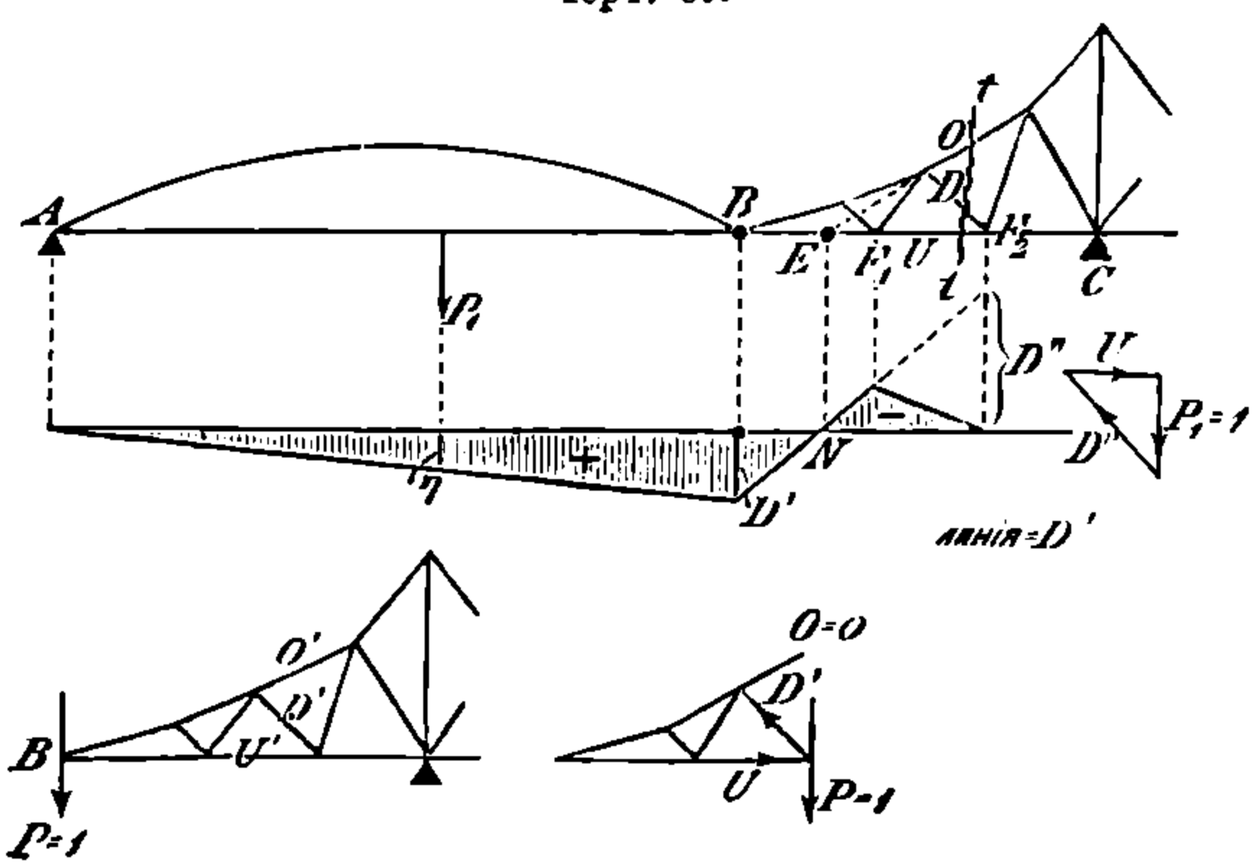
O' и U', которыя получаются изъ Кремоновскаго многоугольника силъ и откладываются подъ шарниромъ B, или при помощи значеній O'' и U'', опредѣляемыхъ разложеніемъ $P=1$ по O и D_2 или по U и D_2 и откладываемыхъ по вертикалямъ подъ узловыми точками E_1 и, соотв., F_2.

Черт. 59.



Въ послѣднемъ случаѣ для избѣжанія ошибокъ при черченіи цѣлесообразно откладывать n-кратныя величины O'' и U'' на n-кратномъ разстояніи отъ точки N, находящейся отвѣсно подъ точкой F_2 или, соотв., E_1 (черт. 59).

Черт. 60.

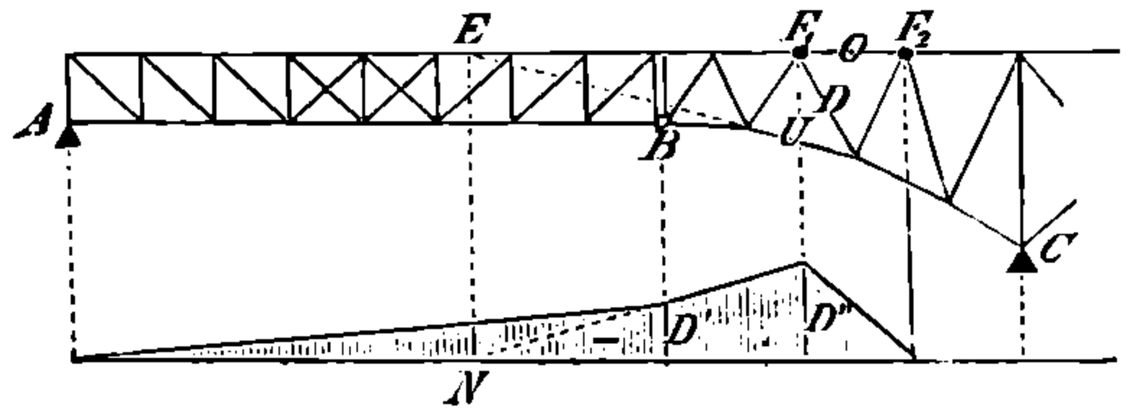


Линія вліянія для **раскоса** опредѣляется при помощи D' для дѣйствующаго въ B груза $P=1$ или при помощи D'' для $P=1$ въ F_2.

НТБ ДНУЖТ

D' находится при помощи Кремоновскаго многоугольника, D'' — разложеніемъ $P=1$ по направленіямъ U и D или по O и D (черт. 60 и 61).

Черт. 61.



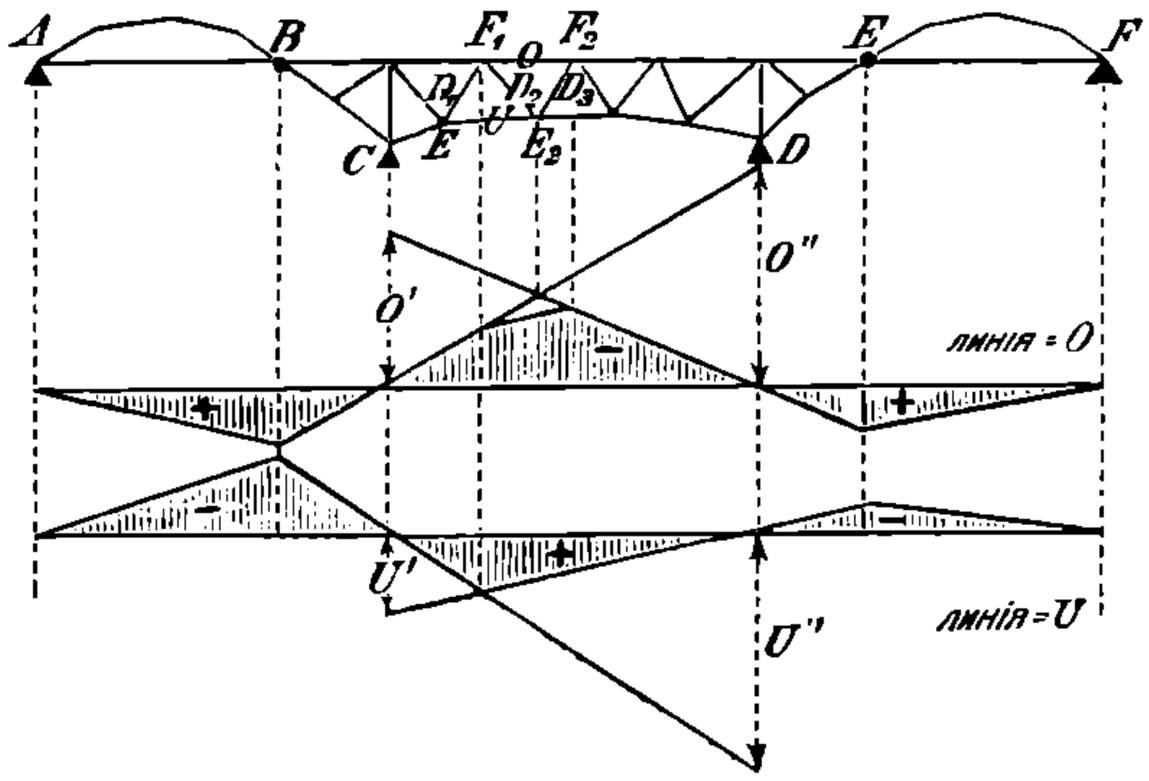
Нулевая точка N лежитъ на вертикали подъ точкой пересѣченія O и U. На черт. 60 эта точка находится справа отъ B, а на черт. 61, напротивъ, слѣва отъ шарнира.

β. Разсчетъ напряженій въ связяхъ для части фермы CD.

Линіи вліянія для **частей поясовъ** O и U опредѣляются при помощи величины O' и U' или O'' и U'' Двѣ первыя величины находятся при помощи Кремоновскаго многоугольника силъ для состоянія нагрузки $C=1$, а обѣ послѣднія опредѣляются точно такъ же для состоянія $D=1$.

Расположеніе линій вліянія показано на черт. 62.

Черт. 62.

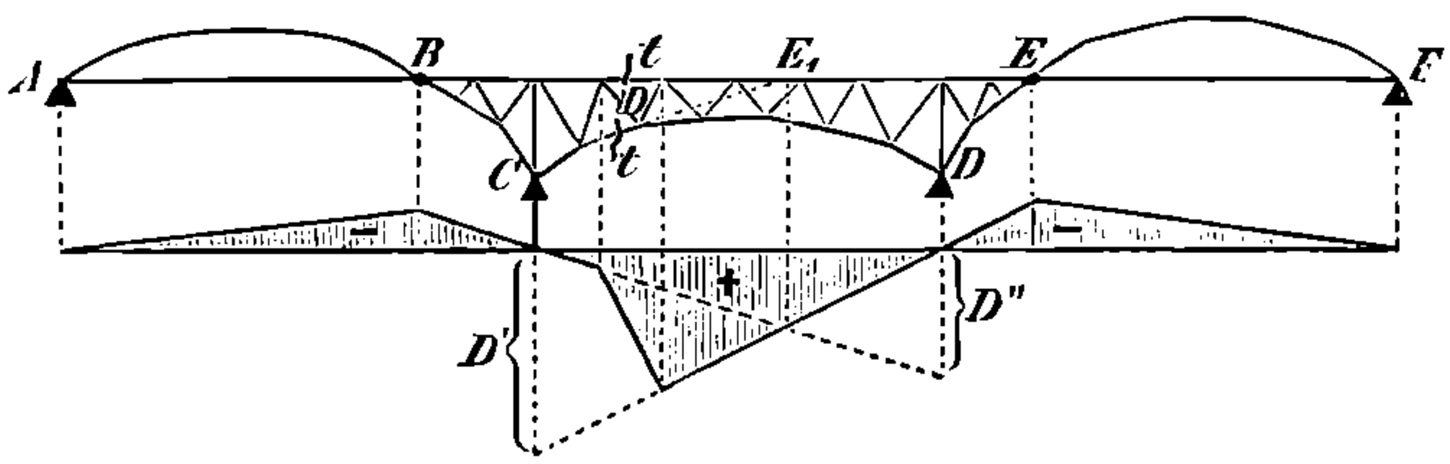


Линіи вліянія для **раскосовъ** D опредѣляются такимъ же образомъ, какъ и для консольныхъ частей, при помощи величинъ D' и D'', гдѣ D' напряженіе въ раскосахъ D для состоянія нагрузки $C=1$ и D'' то же значеніе для состоянія $D=1$ (черт. 63 и 64).

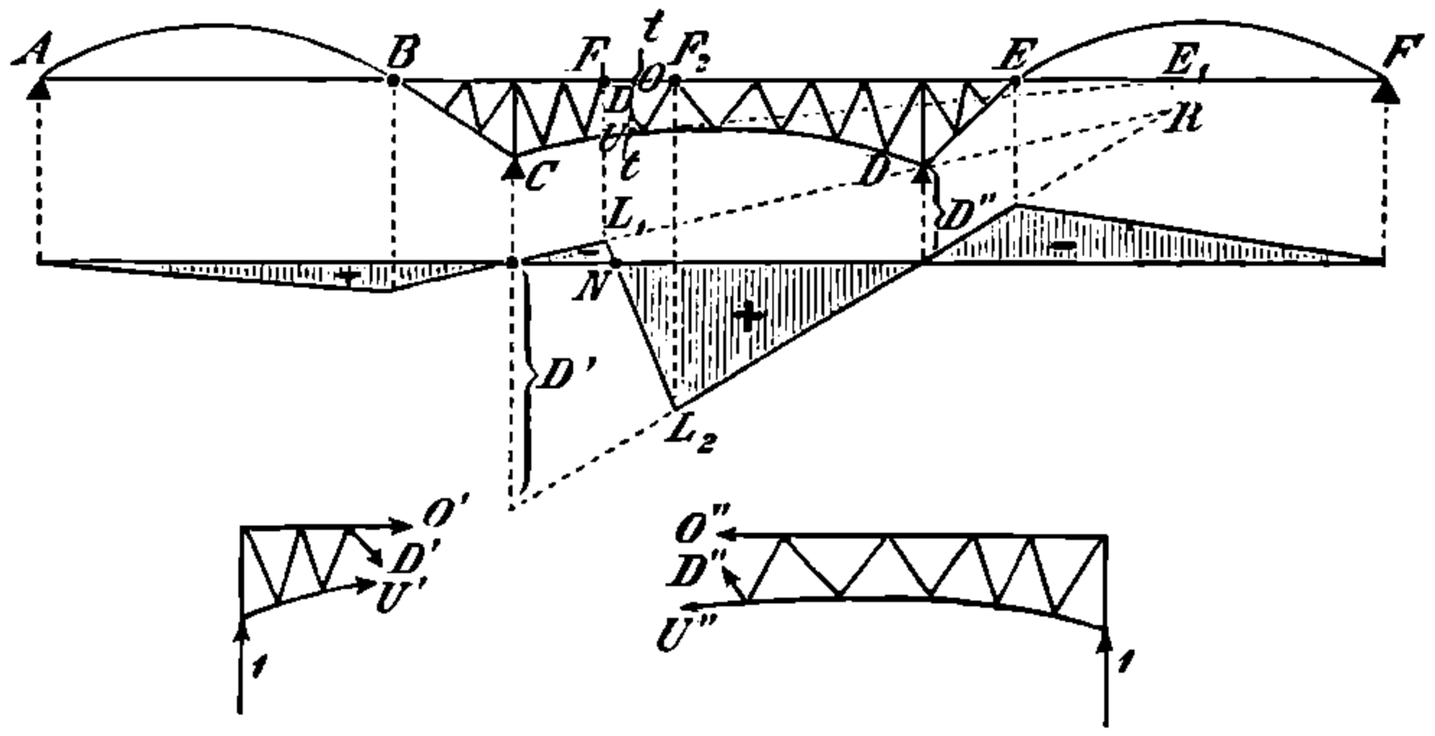
НТБ ДНУЖТ

На черт. 63 показанъ случай, при которомъ точка E_1 пересѣченія направленій соотвѣтствующихъ связей O и U находится между C и D, а на черт. 64 — случай, когда эта точка E_1 пересѣченія находится внѣ этой части фермы.

Черт. 63.



Черт. 64.

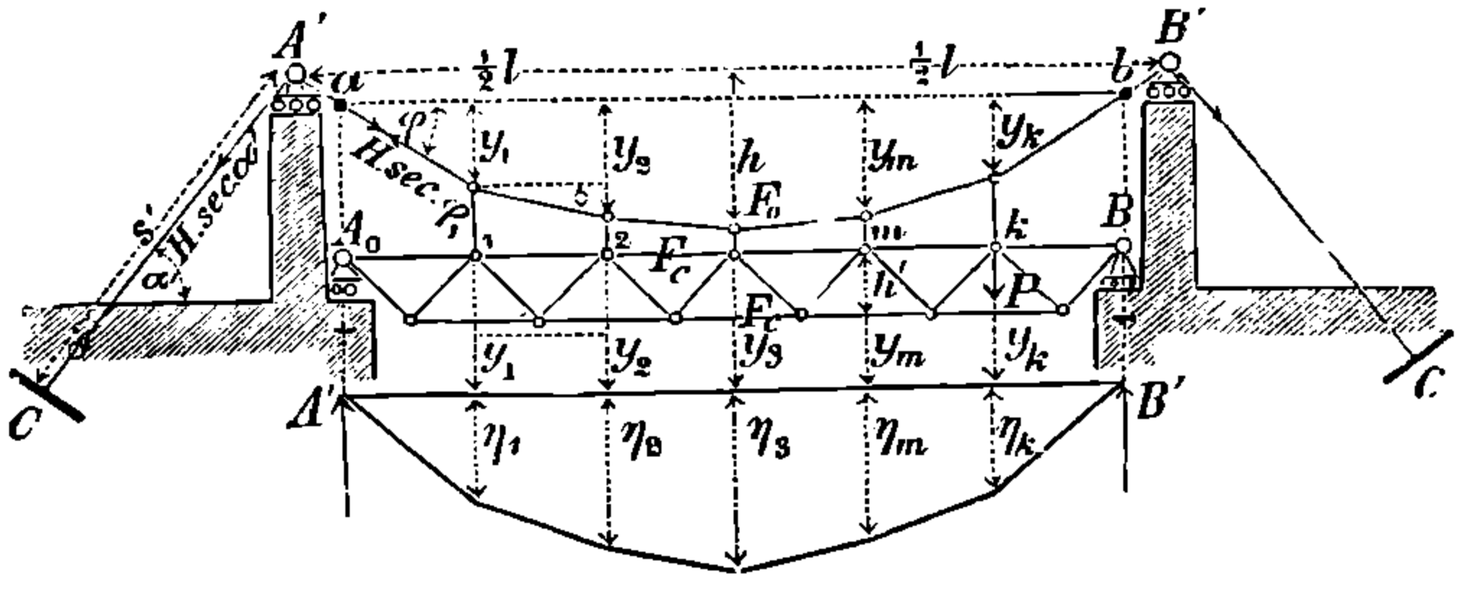


4. Цѣпь, укрѣпленная рѣшетчатой фермой съ параллельными поясами.

Вертикали, проведенныя черезъ опоры A и B, пересѣкаютъ цѣпь въ точкахъ a и b (черт. 65). Линія ab называется замыкающей линіей. При опредѣленіи горизонтальнаго растяженія цѣпи сѣченіе поясовъ фермы можетъ быть принято постояннымъ; пусть его среднее значеніе F_c, а поперечное сѣченіе цѣпи въ вершинѣ пусть будетъ F_0. Разсматривая укрѣпляющую ферму, какъ свободно лежащую балку $A'B'$, подверженную дѣйствію вертикальныхъ силъ y_1, y_2, $y_3 \cdot \cdot \cdot y_m \cdot$ (пропорціональныхъ ординатамъ въ точкахъ 1, 2, 3 $\cdot$ между цѣпиой и замыкающею линіями), опредѣлимъ величины моментовъ η_1, η_2, $\eta_3 \cdot \cdot \cdot \eta_m \cdot$; тогда ве-

НТБ ДНУЖТ

Черт. 65.



личина **горизонтальнаго растяженія** цѣпи, вызываемаго какой-либо силой P, дѣйствующей въ k, выразится:

$$H = P\frac{\eta_k}{\mathfrak{N}},$$

гдѣ: $$\mathfrak{N} = \Sigma y^2 + {}^2/_2 h'^2 \frac{F_c}{F_0}\frac{s_0}{\lambda}, \qquad s_0 = l\left[1 + \frac{16}{3}\frac{h^2}{l^2}\right] + \frac{2s}{\cos\alpha'}.$$

h' высота фермы, λ длина панели,
s длина лѣвой поддерживающей цѣпи $A'C$, l пролетъ цѣпи,
h стрѣла цѣпи, измѣренная до горизонтали $A'B'$.

Пониженіе температуры противъ той, при которой произведена сборка моста, на постоянную величину t^0 вызываетъ горизонтальное натяженіе (α и E см. стр. 314):

$$H_t = \frac{{}^1/_2 h'^2 \frac{F_c}{F_0}\frac{s_0}{\lambda}}{\mathfrak{N}} \alpha E t F_0.$$

Изгибающій моментъ для какой-либо узловой точки m укрѣпляющей фермы равенъ:

$$\mathfrak{M}_m = \mathfrak{M}'_m - H y_m = y_m\left(\frac{\mathfrak{M}_m}{y_m} - H\right),$$

а **перерѣзывающая сила** для панели фермы отъ $(m-1)$ до m равна:

$$Q_m = Q'_m - H \operatorname{tg}\varphi_m = \operatorname{tg}\varphi_m\ (Q'_m \operatorname{ctg}\varphi_m - H),$$

гдѣ $\mathfrak{M}'_m$ и Q'_m соотвѣтствуютъ свободно лежащей балкѣ AB, подверженной дѣйствію силы P, а φ_m уголъ наклоненія къ горизонту цѣпного звена отъ $(m-1)$ до m.

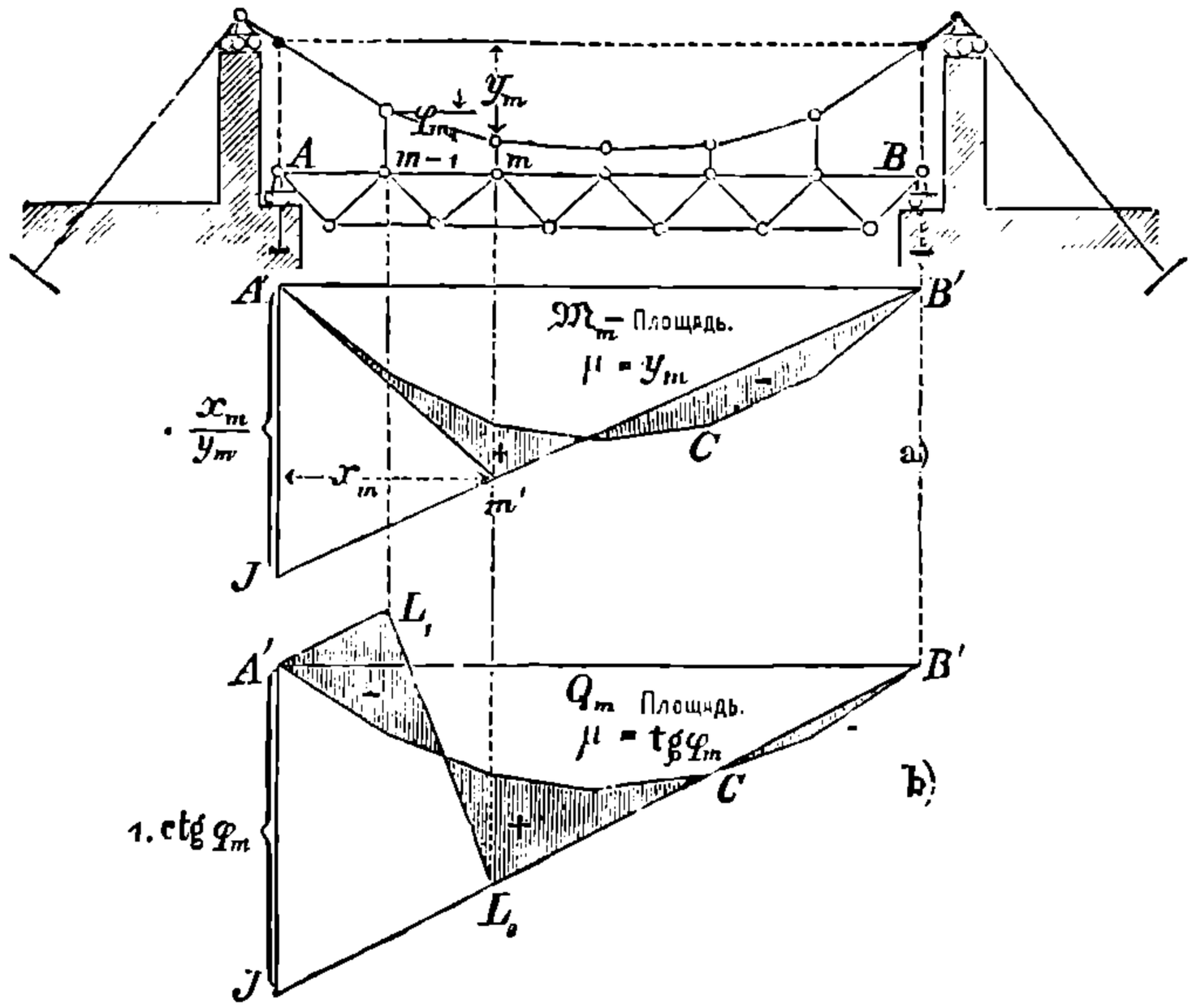
Черт 66а даетъ площадь вліянія для $\mathfrak{M}_m$. Многоугольникъ $A'CB'$ представляетъ линію вліянія для H, прямая $B'm'$ опредѣляется по условію $A'J = 1\ \frac{x_m}{y_m}$. Множитель $\mu = y_m$.

Площадь вліянія для перерѣзывающихъ усилій Q_m изобра-

НТБ ДНУЖТ

жена на черт. 66b. Прямая $B'L_2$ опредѣляется по условію $A'J = 1 \quad \operatorname{ctg} \varphi_m$; кромѣ того, $A'L_1$ параллельна $B'L_2$. Множитель $\mu = \operatorname{tg} \varphi_m$.

Черт. 66a и b.



e. Частные случаи. Равномѣрная нагрузка.

Обозначенія см. стр. 326, кромѣ того, пусть:
x_m и x'_m разстоянія m-аго узла отъ опоръ A (лѣвой) и B (правой)
x''_m разстояніе средины m-ой панели отъ средины пролета (см. черт. 20, стр. 313),
g_o и g_u равномѣрныя постоянныя нагрузки на единицу длины, дѣйствующія на верхній поясъ (g_o) и на нижній поясъ (g_u),
$g_o + g_u = g$; $g + p = q$ (g, p и q см. стр. 310).

1. Фермы съ параллельными поясами.

Ферма составлена изъ **прямоугольныхъ** треугольниковъ (черт. 67). Пусть φ_m уголъ наклоненія m-аго раскоса D_m къ горизонту, тогда:

$$O_m = -\frac{q x_m x'_m}{2h} = -U_{m+1};$$

НТБ ДНУЖТ

$$\max D_m \sin \varphi_m = g x''_m + \frac{p x'^2_m}{2 (l - \lambda_m)};$$

$$\min D_m \sin \varphi_m = g x''_m - \frac{p x^2_{m-1}}{2 (l - \lambda_m)};$$

затѣмъ для нагрузки на верхнемъ поясѣ:

$$\frac{\min}{\max} V_m = - \left[\frac{\max}{\min} D_m \sin \varphi_m - \frac{g_u}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}) \right];$$

при нагрузкѣ же на нижнемъ поясѣ:

$$\frac{\min}{\max} V_m = - \left[\frac{\max}{\min} D_{m+1} \sin \varphi_{m+1} + \frac{g_o}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}) \right].$$

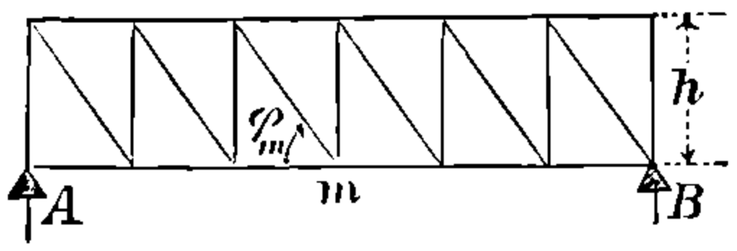
Если въ среднихъ панеляхъ поставить обратные раскосы, то надо опредѣлять только min V

Напряженіе въ крайней стойкѣ у B будетъ (черт. 67) при нагрузкѣ на верхнемъ поясѣ:

$$V_0 = - \frac{q l}{2} + \frac{g_u \lambda_1}{2},$$

а при нагрузкѣ на нижнемъ поясѣ:

Черт. 67.



$$V_0 = - \frac{q (l - \lambda_1)}{2} - \frac{g_0 \lambda_1}{2}.$$

Прогибъ f (въ cm) въ срединѣ фермы приблизительно *):

$$f = \frac{\mathfrak{M} h l}{8 E J} (0{,}85 \frac{l}{h} + 1{,}13 c), \text{ гдѣ}$$

$\mathfrak{M}$ моментъ, вызываемый въ срединѣ фермы равномѣрной нагрузкой (въ cmkg), J моментъ инерціи всего сѣченія фермы въ срединѣ въ cm^4, E модуль упругости въ kg/qcm, l пролетъ и h высота фермы въ cm, $c = 3$ для системы изъ прямоугольныхъ треугольниковъ и $c = 2$ для системы изъ равнобедренныхъ треугольниковъ.

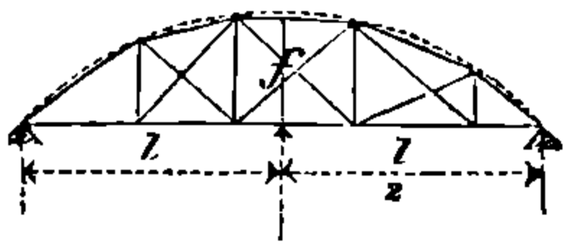
2. Параболическія фермы.

1. Въ каждой панели находятся 2 взаимно пересѣкающихся растянутыхъ раскоса. Если f ордината параболы, соотвѣтствующая ея срединѣ, то длина m-ой стойки:

$$\text{I} \qquad h_m = \frac{4 f x_m x'_m}{l^2},$$

чѣмъ и опредѣляется очертаніе фермы.

Черт. 68.



*) См. также R. F. Mayer, Zeitschr. d. österr. Arch. und Ing.-V. 1892, № 44. J. Labes, Zeitschr. f. Bauwesen 1894, стр. 119.

НТБ ДНУЖТ

Затѣмъ, для системъ черт. 68 и 69 имѣемъ вообще:

Черт. 69.

II $$\begin{cases} O_m = -\dfrac{q\,l^2\,o_m}{8\,f\,\lambda_m}; \\ U_m = +\dfrac{q\,l^2\,u_m}{8\,f\,\lambda_m}. \end{cases}$$

III $$\max D_m = +\frac{p}{8\,f}\,\frac{d_m l^2\,(l - x_{m-1} - \lambda_m)}{(l-\lambda_m)\,(l-x_{m-1})},$$

гдѣ o_m длина m-ой связи (отрѣзка) верхняго пояса,
u_m длина m-ой связи (отрѣзка) нижняго пояса,
d_m длина раскоса m-ой панели.

2. Относительно напряженія стоекъ слѣдуетъ различать слѣдующіе случаи:

α. **Нижній поясъ прямой. Ѣзда по низу** (черт. 68); тогда:

$$\max V_m = +{}^1/_2\,(q - g_o)\,(\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$\min V_m = -\frac{p\,x_{m-1}\,x'_{m+1}}{2\,l} + \frac{g_n}{2}\,(\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

β. **Оба пояса очерчены по кривой.** Ординаты дѣлятся пополамъ горизонтальной линіей, соединяющей опоры. **Ѣзда по низу** (черт. 69):

$$\max V_m = +{}^1/_2\left(\frac{q}{2} - g_0\right)(\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$\min V_m = -\frac{p\,x'_{m+1}\,(x_{m+1} + x_{m-1})}{4\,l} + {}^1/_4\,(g_u - g_o)\,(\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

Для $\lambda_m = \lambda_{m+1} = \lambda$: $\min V_m = -\dfrac{p\,x'_{m+1}\,x_m}{2\,l} + {}^1/_2\,(g_u - g_o)\lambda.$

γ. **Оба пояса очерчены по кривой. Ѣзда по верху.** Остальное, какъ въ *β*. Въ этомъ случаѣ достаточно вычислить $\min V$:

$$\min V_m = -\frac{p\,x'_{m-1}\,(x_{m+1} + x_{m-1})}{4\,l} - {}^1/_4\,(g_o - g_u)\,(\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

Для $\lambda_m = \lambda_{m+1} = \lambda$: $\min V_m = -\dfrac{p\,x'_{m-1}\,x_m}{2\,l} - {}^1/_2\,(g_o - g_u)\,\lambda.$

3. **Прогибъ** δ (въ cm) въ срединѣ параболической фермы, при равномѣрной нагрузкѣ, приблизительно:

$$\delta = c\,\frac{\mathfrak{M}}{E\,J}\,l^2, \text{ гдѣ}$$

$\mathfrak{M}$, J, E и l см. стр. 313, $c = 0{,}1733$ по I. Лабесу, соотв. $c = 0{,}1875$ по A. Риттеру *).

*) См. Zentralbl. d. Bauverw. 1892, стр. 399.

НТБ ДНУЖТ

3. Ферма Паули.

Чечевицеобразное очертаніе фермы, удовлетворяющее условію $O_m = U_m = \text{konst.}$, которое, однако, можетъ быть выполнено только приблизительно, опредѣляется по уравненію:

$$h_m = 4f \frac{x_m x'_m}{l^2} \left[1 + \frac{2f^2}{l^2} \left(1 - \frac{2x_m}{l} \right)^2 \right],$$

гдѣ h_m длина m-ой стойки и f высота фермы посрединѣ (см. черт. 69).

Напряженія связей опредѣляются съ помощью общихъ формулъ, приведенныхъ на стр. 326.

4. Ферма Шведлера.

Если раскосы фермы должны только растягиваться, то при движеніи груза отъ A до узловой точки $m-1$ должно имѣть мѣсто неравенство:

$$\frac{h_{m-1}}{h_m} \geqq \frac{\mathfrak{M}_{m-1}}{\mathfrak{M}_m}.$$

Если (у желѣзнодорожныхъ мостовъ) подвижная нагрузка состоитъ изъ системы **сосредоточенныхъ грузовъ** P, то для предѣла (черт. 70) имѣемъ условіе:

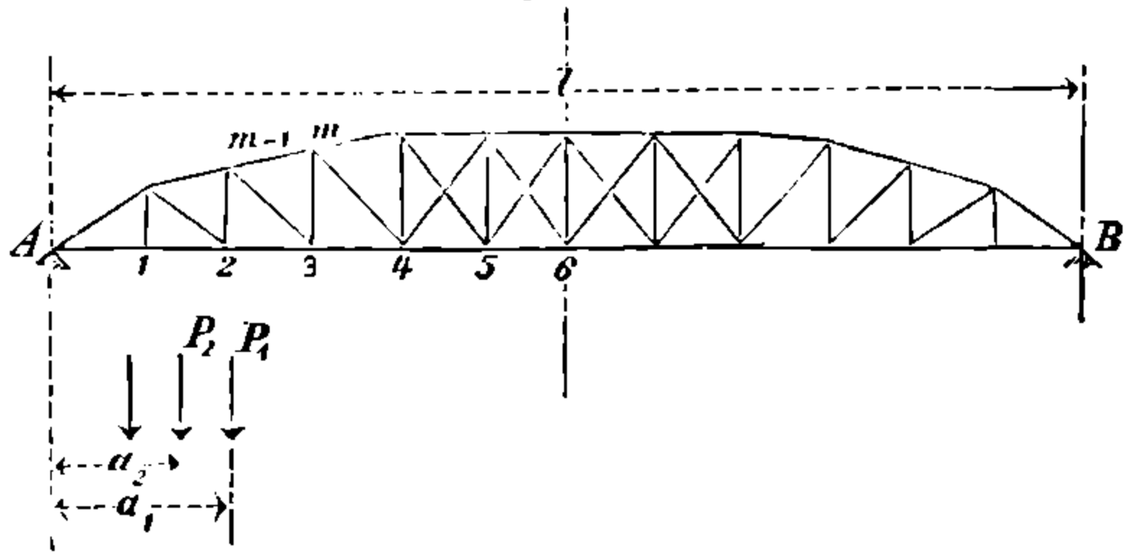
$$\frac{h_{m-1}}{h_m} = \frac{x'_{m-1}(g l x_{m-1} + 2 \Sigma P a)}{x'_m (g l x_m + 2 \Sigma P a)}.$$

Величины отношенія $\frac{h_{m-1}}{h_m}$ вычисляются до тѣхъ поръ, пока получится величина больше 1. Напр., если для фермы (черт. 70) будетъ найдено $(h_4 : h_5) > 1$, то принимаютъ $h_4 = h_5 = h_6$ (всего лучше $= {}^1/_7\, l$) и затѣмъ опредѣляютъ h_3 по h_4, h_2 по h_3 и h_1 по h_2. Средняя часть фермы проектируется съ параллельными поясами и имѣетъ перекрестные раскосы.

При **равномѣрной подвижной нагрузкѣ** имѣемъ:

$$\frac{h_{m-1}}{h_m} = \frac{x_{m-1} x'_{m-1} (g l + p x_m)}{x_m x'_m (g l + p x_{m-1})}.$$

Черт. 70.



НТБ ДНУЖКТ

Напряженія опредѣляются по формуламъ, приведеннымъ на стр. 326 и слѣд.

Для **раскосовъ**, при равномѣрной подвижной нагрузкѣ, имѣется болѣе простая формула:

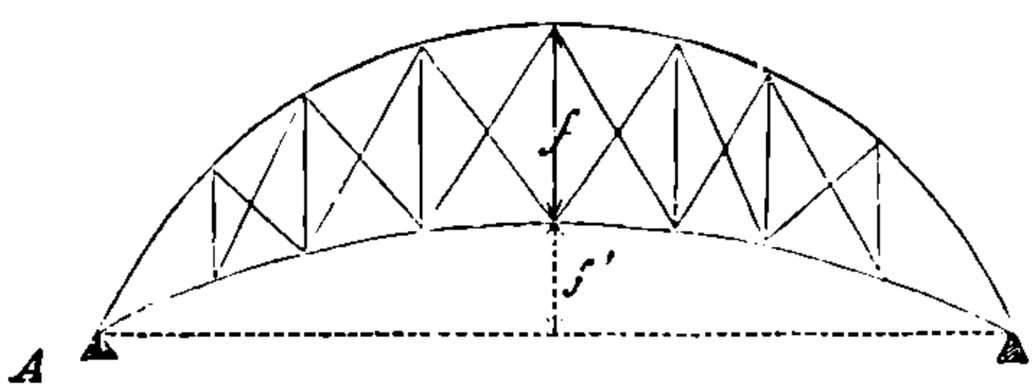
$$\max D_m = \frac{p\,l\,d_m}{4f},$$

гдѣ d_m длина раскоса и $f = \frac{h_1}{4}\,\frac{l^2}{(l-\lambda_1)\,\lambda_1}\,\frac{g+p\frac{\lambda_1}{l}}{g+\frac{p}{2}}$.

Въ послѣдней формулѣ λ_1 означаетъ длину первой панели, h_1 означаетъ длину первой ординаты.

5. Приподнятая параболическая (серповидная) ферма.

Черт. 71.



Очертаніе фермы, напряженія поясовъ и раскосовъ опредѣляются по формуламъ I, II и III, стр. 339. Положивъ (черт. 71)

$$f' \quad f = \varepsilon,$$

найдемъ напряженія въ стойкахъ:

$$\max V_m = {}^1/_2\,(q\varepsilon + g_u)\,(\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$\min V_m = -\frac{p\,x'_{m-1}\,[x_{m-1} - \varepsilon(\lambda_m + \lambda_{m+1})]}{2l} + {}^1/_2\,(g\varepsilon + g_u)\,(\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

6. Система Полонсо (см. стр. 93).

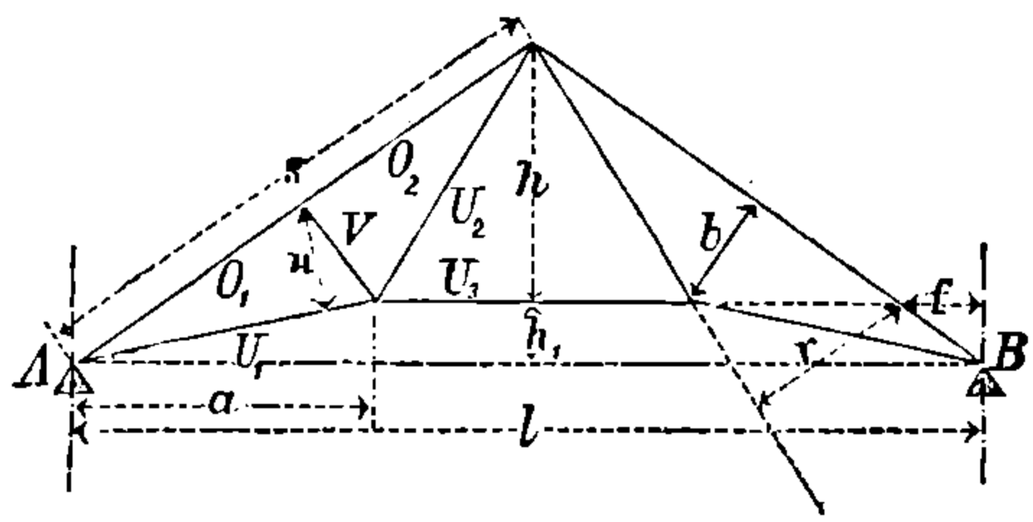
Пусть: l пролетъ фермы въ m,
t разстояніе между сосѣдними фермами въ m,
q общій вѣсъ крыши (собственный вѣсъ + давленіе вѣтра и снѣга) въ kg/qm крыши въ планѣ (см. стр. 275 и слѣд.);
тогда вертикальная нагрузка на каждую ферму:

$$P = l\,t\,q \text{ въ kg:}$$

НТБ ДНУЖТ

1. **Простая система Полонсо.** Если горизонтальное разстояніе между узлами верхняго пояса $^1/_4\,l$, то на каждый изъ узловъ приходится нагрузка $^1/_4\,P$.

Черт. 72.



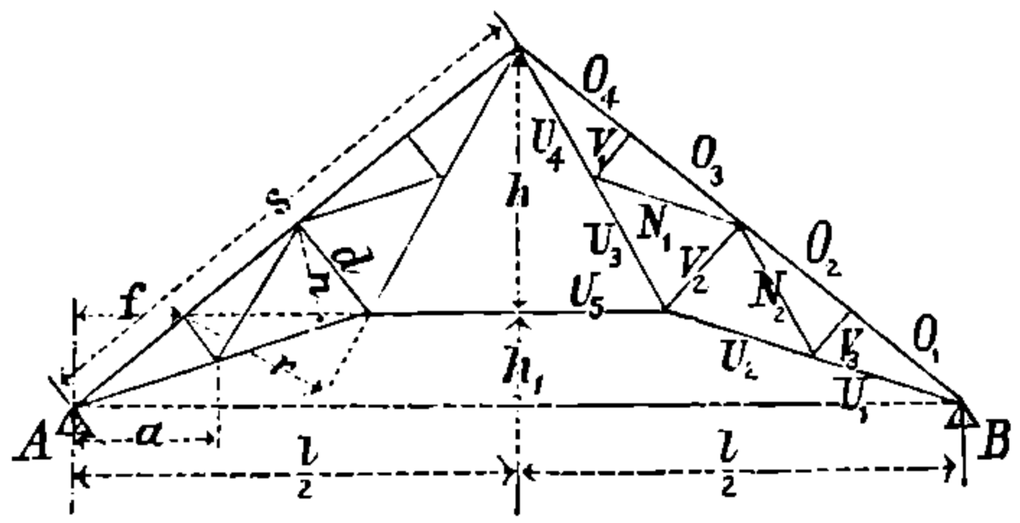
Полагая, что на чертежѣ 72 даны линейные размѣры фермы, имѣемъ усилія:

$$O_1=-\frac{3Pa}{8b};\quad O_2=-\frac{3Pa}{8b}+\frac{P(h+h_1)}{4s};$$

$$U_1=+\frac{3Pl}{32n};\quad U_2=+\frac{P(l+2f)}{16r};\quad U_3=+\frac{Pl}{8h};\quad V=-\frac{Pl}{8s}.$$

2. **Двойная система Полонсо.** При правильномъ дѣленіи горизонтальное разстояніе между узлами верхн. пояса $=^1/_8\,l$, и на каждый изъ узловъ приходится нагрузка $=^1/_8\,P$.

Черт. 73.



Полагая, что на черт. 73 даны линейные размѣры фермы, имѣемъ усилія:

$$O_1=-\frac{7Pa}{8d};\quad O_3=O_2+\frac{P(h+h_1)}{8s};\quad N_1=N_2=+\frac{Pl}{64n};$$

$$O_2=O_1+\frac{P(h+h_1)}{8s};\quad O_4=O_3+\frac{P(h+h_1)}{8s};\quad U_1=7N_1;$$

$$U_2=6N_1;\qquad U_4=\frac{P(3l+2f)}{32r};\qquad V_1=V_3=-\frac{Pl}{16s};$$

$$U_3=\frac{N_1(2n+r)}{r}+\frac{3Pf}{16r};\quad U_5=\frac{Pl}{8h};\qquad V_2=2\,V_1.$$

Частный случай: $h_1=0$.

$$O_1=-\frac{7Pa}{8d};\qquad O_2=O_1+\frac{Ph}{8s};\quad O_3=O_2+\frac{Ph}{8s};\quad O_4=O_3+\frac{Ph}{8s};$$

НТБ ДНУЖТ

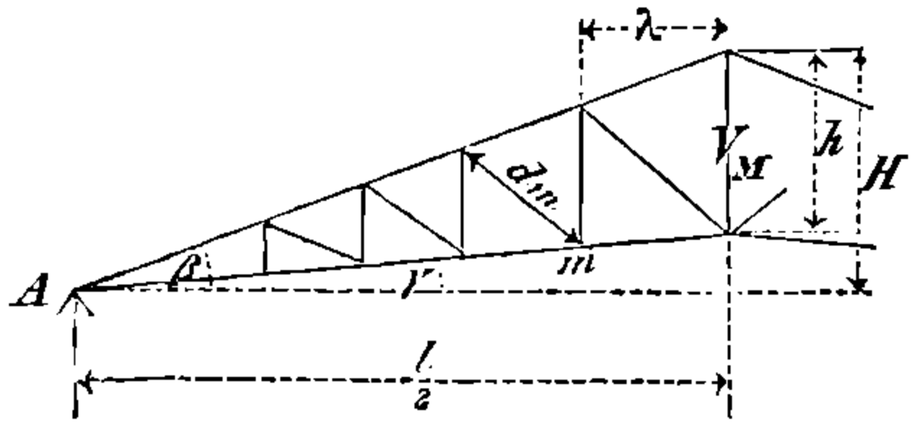
$$N_1 = N_2 = + \frac{P l}{32 h} \qquad U_1 = 7 N_1; \qquad U_2 = 6 N_1; \qquad U_3 = 2 N_1;$$

$$U_4 = 3 N_1; \qquad U_5 = 4 N_1; \qquad V_1 = V_3 = - \frac{P l}{16 s}; \qquad V_2 = 2 V_1.$$

7. Треугольная ферма или англійская ферма.

(Обозначенія см. стр. 326 и 338.)

Черт. 74.



1. Раскосы лѣвой половины фермы подымаются влѣво, раскосы правой — вправо (74).

Напряженія поясовъ:

$$O_m = - \frac{q x'_m l}{4 h \cos \beta};$$

$$U_m = + \frac{q x'_{m-1} l}{4 h \cos \gamma};$$

Напряженія въ обѣихъ первыхъ панеляхъ нижняго пояса равны между собою, т.-е. $U_1 = U_2$.

Затѣмъ напряженія раскосовъ и стоекъ:

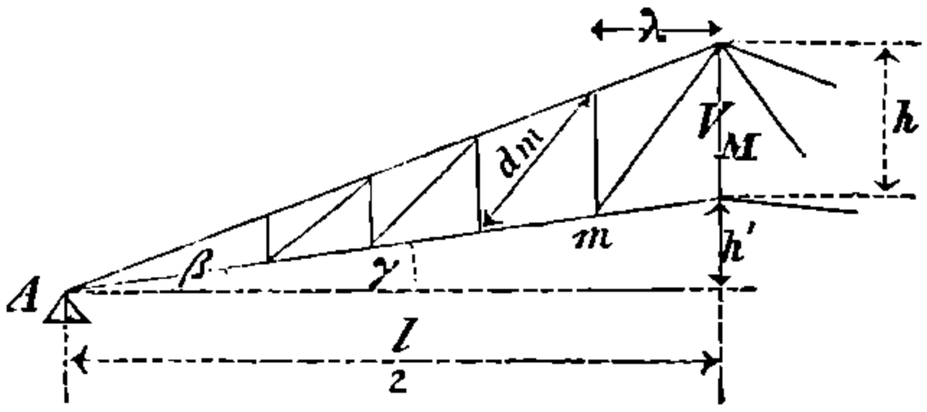
$$D_m = - \frac{q l d_m}{4 h}; \qquad V_m = + \frac{q x_{m-1}}{2}.$$

Напряженіе V_M въ средней стойкѣ:

$$V_M = q \left(\frac{l H}{2 h} - \lambda \right).$$

2. Раскосы лѣвой половины фермы подымаются вправо, раскосы правой — влѣво (черт. 75).

Черт.



Напряженіе поясовъ:

$$O_m = - \frac{q x'_{m-1} l}{4 h \cos \beta};$$

$$U_m = + \frac{q x'_m l}{4 h \cos \gamma}.$$

Напряженія въ обѣихъ первыхъ панеляхъ верхняго пояса равны между собою, слѣд. $O_1 = O_2$.

Затѣмъ, напряженія раскосовъ и стоекъ:

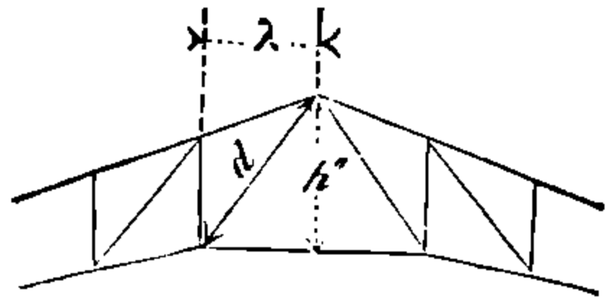
$$D_m = + \frac{q l d_m}{4 h}; \qquad V_m = - \frac{q x_{m+1}}{2}.$$

Напряженіе въ средней стойкѣ:

НТБ ДНУЖТ

$$V_M = \frac{q\,l\,h'}{2h}.$$

Черт. 76.



Въ фермѣ, представленной на черт. 76, **средняя стойка не нужна**; напряженіе же въ горизонтальной затяжкѣ:

$$U_M = \frac{q\,l^2}{8\,h''}.$$

Напряженіе въ каждомъ изъ среднихъ раскосовъ:

$$D_M = + \frac{q\,l\,d\,[l\,(h'' - h) + 2\,\lambda\,h'']}{8\,\lambda\,h\,h''},$$

гдѣ h имѣетъ то же значеніе, что на черт. 75.

3. Второй родъ англійскихъ фермъ получается, если на черт. 74, 75 и 76, при правильномъ дѣленіи, стойки поставлены перпендикулярно къ верхнему поясу фермы (въ качествѣ опоръ въ узлахъ). Въ этомъ случаѣ удобно опредѣлять напряженія по способу Риттера.

8. Шатровыя крыши.

Для шатровыхъ крышъ—стропила, одиночныя (радіальныя) фермы которыхъ сходятся въ одной точкѣ. Онѣ примѣняются для перекрытія пространствъ съ правильнымъ многоугольнымъ основаніемъ.

Обозначимъ черезъ:

P полную (треугольную) нагрузку на половину стропильной фермы,

n число равныхъ панелей въ половинѣ стропильной фермы, отдѣляемыхъ стойками (слѣд. $\lambda = {}^1/_2\,l : n$).

1. Шатровая крыша по черт. 74.

$$O_m = - \frac{P\,[3\,n^2 - m\,(3\,n - m)]\,\lambda}{3\,h\,n\,\cos\beta};$$

$$U_m = + \frac{P\,[3\,n^2 - (m-1)\,(3\,n - m + 1)]\,\lambda}{3\,h\,n\,\cos\gamma};$$

$$D_m = - \frac{P\,d_m\,[3\,n - 2\,m + 1]}{3\,h\,n};$$

$$V_m = + \frac{P\,(m-1)\,[3\,n - 2m + 1]}{3\,n^2};$$

$$V_M = + \frac{P\,[H\,n^2 - h]}{3\,h\,n^2}.$$

НТБ ДНУЖТ

Послѣдняя величина V_M представляетъ напряженіе, вызываемое нагрузкой одной половины стропильной фермы въ средней стойкѣ, общей всѣмъ фермамъ. Условіе $U_1 = U_2$ будетъ имѣть мѣсто при $m = 2$.

2. Шатровая крыша по черт. 75.

$$O_m = -\frac{P[3n^2-(m-1)(3n-m+1)]\lambda}{3hn\cos\beta};$$

$$U_m = +\frac{P[3n^2-m(3n-m)]\lambda}{3hn\cos\gamma};$$

$$D_m = +\frac{Pd_m[3n-2m+1]}{3hn};$$

$$V_m = -\frac{P(m+1)[3n-2m+1]}{3n^2}; \qquad V_M = +\frac{Ph'}{3h}.$$

Относительно V_M см. 1. Напряженіе $O_1 = O_2$ при $m = 2$.

Если ферма имѣетъ среднюю горизонтальную затяжку у нижняго пояса, то напряженіе каждаго изъ среднихъ раскосовъ:

$$D_M = +\frac{Pd[n^2(h''-h)+h''(n+1)]}{3hh''n},$$

а напряженіе горизонтальной затяжки (см. черт. 76)

$$U_M = +\frac{Pl}{6h''}.$$

B. Арочныя фермы.

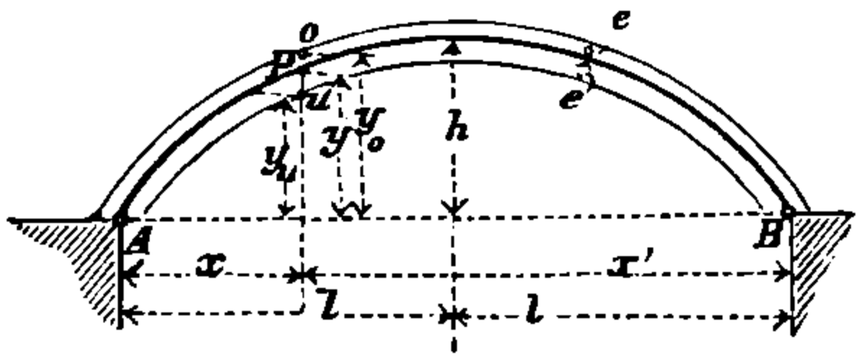
a. Арочныя фермы со сплошной стѣнкой.

Для полосовой упругой арки съ 2-мя шарнирами въ пятахъ и безъ шарнира въ ключѣ (черт. 77) пусть:

W моментъ сопротивленія сѣченія въ ccm,

F площадь симметричнаго сѣченія въ qcm.

Черт. 77.



Двѣ дуги, концентрическія съ заданной и удаленныя отъ нея на разстояніе $e = W:F$, наз. основными линіями.

Если $\mathfrak{M}_o$ и $\mathfrak{M}_u$ дѣйствующіе моменты для точекъ o и u (лежащихъ на одной вертикали), то напряженія наиболѣе удаленныхъ верхнихъ и нижнихъ волоконъ дуги въ точкѣ, удаленной на разстояніи x отъ лѣвой опоры, будутъ*):

$$k_o = -\frac{\mathfrak{M}_u}{W}; \qquad k_u = +\frac{\mathfrak{M}_o}{W}.$$

*) См. Винклеръ, Theorie der Bogenbrücken, Allgemeine Bauzeitung 1874.

НТБ ДНУЖТ

Обозначивъ черезъ:
g постоянную нагрузку
p подвижную »
$g+p=q$ полную »
} на единицу длины пролета.
$2l$ пролетъ и h стрѣлку арки,
y_o и y_u ординаты точекъ o и u,
y ординату, а черезъ x абсциссу точки P на дугѣ,
$y_o - y = c_o$, $y - y_u = c_u$, $x' = 2l - x$,
и положивъ:

$$2l - \frac{4hx}{3y_o} = \xi_o; \quad 2l - \frac{4hx'}{3y_o} = \xi'_o; \quad \frac{y_o \xi^3_o}{16hl} = C_o; \quad \frac{y_o \xi'^3_o}{16hl} = C'_o;$$

$$2l - \frac{4hx}{3y_u} = \xi_u; \quad 2l - \frac{4hx'}{3y_u} = \xi'_u, \quad \frac{y_u \xi^3_u}{16hl} = C_u; \quad \frac{y_u \xi'^3_u}{16hl} = C'_u,$$

имѣемъ для параболической оси арки **изгибающіе моменты** *):

$$\left.\begin{aligned} \min \mathfrak{M}_o &= -\frac{gl^2}{2h} c_o - C_o p - H_t y_o \\ \max \mathfrak{M}_o &= -\frac{ql^2}{2h} c_o + C_o p + H_t y_o \end{aligned}\right\} \text{ при } x < 2l - \frac{3ly_o}{2h};$$

$$\left.\begin{aligned} \min \mathfrak{M}_o &= -\frac{gl^2}{2h} c_o - (C_o + C'_o) p - H_t y_o \\ \max \mathfrak{M}_o &= -\frac{ql^2}{2h} c_o + (C_o + C'_o) p + H_t y_o \end{aligned}\right\} \text{ при } x > 2l - \frac{3ly_o}{2h};$$

$$\left.\begin{aligned} \min \mathfrak{M}_u &= +\frac{gl^2}{2h} c_u - C_u p - H_t y_u \\ \max \mathfrak{M}_u &= +\frac{ql^2}{2h} c_u + C_u p + H_t y_u \end{aligned}\right\} \text{ при } x < 2l - \frac{3ly_u}{2h};$$

$$\left.\begin{aligned} \min \mathfrak{M}_u &= +\frac{gl^2}{2h} c_u - (C_u + C'_u) p - H_t y_u \\ \max \mathfrak{M}_u &= +\frac{ql^2}{2h} c_u + (C_u + C'_u) p + H_t y_u \end{aligned}\right\} \text{при } x > 2l - \frac{3ly_u}{2h}.$$

Въ этихъ формулахъ H_t **горизонтальный распоръ**, появляющійся при увеличеніи и уменьшеніи начальной температуры (при которой произведена сборка) на t^0 град. Если J экваторіальный моментъ инерціи сѣченія (α и E см. стр. 313, F, l и h см. выше), то

$$H_t = \frac{15\alpha E F t}{15\frac{l^2 - h^2}{l^2 + h^2} + 8\frac{F}{J}\frac{h^2 l^2}{l^2 - 2h^2}} = \sim \frac{15\alpha E J t}{8h^2}.$$

*) См. Мюллеръ-Бреслау, Theorie und Berechnung der els. Bogenbrücken, Berlin, 1880. Z. d. B. 1903, 4 марта: Мюллеръ-Бреслау: Ueber parabelförmigen Einflusslinien и Z. d. B. 22 авг. 1903: Brabandt: Ueber ungünstigste Laststellung bei parabelförmigen Einflusslinien.

НТБ ДНУЖТ

b. Арочныя фермы съ раскосами и стойками.

1. Рѣшетчатая арочная ферма съ двумя шарнирами въ пятахъ и безъ шарнира въ ключѣ*).

1. Отъ дѣйствія вертикальной силы P получаются вертикальныя **сопротивленія опоръ:**

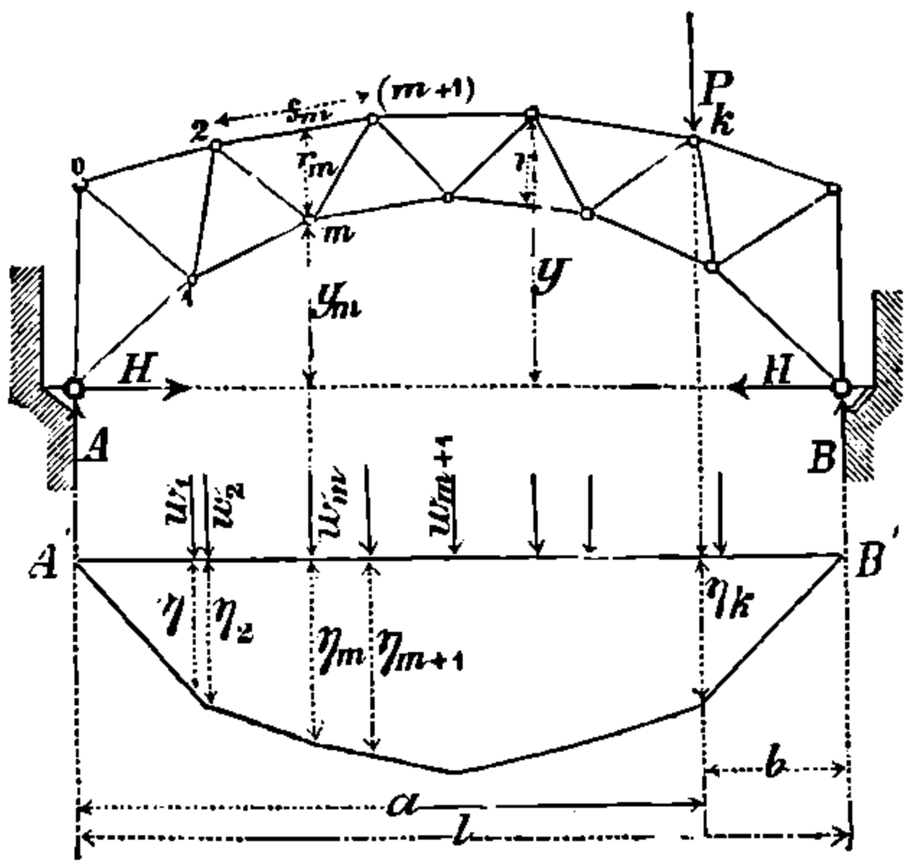
$$A = \frac{P\,b}{l} \text{ и } B = \frac{P\,a}{l}.$$

Для опредѣленія **горизонтальнаго распора** H вычислимъ для каждой связи верхняго пояса, длина которой пусть $= s_m$, величины:

$$w_m = \frac{y_m s_m}{r^2_m}\frac{F_c}{F_m} \quad \text{и} \quad z_m = \frac{y^2_m s_m}{r^2_m}\frac{F_c}{F_m},$$

гдѣ:

Черт. 78.



m послѣдовательный нумеръ узловой точки, противолежащей связи s_m,

y_m ордината точки m,

r_m разстояніе точки m отъ связи s_m,

F_m площадь сѣченія связи s_m,

F_c произвольная площадь сѣченія связи (всего лучше выбирать F_c равной наиболѣе часто встрѣчающейся площади сѣченія связи съ тѣмъ, чтобы, по возможности, большее число отношеній $F_c : F_m$ было $= 1$).

Разсматривая w_m, какъ силы, дѣйствующія на свободно лежащую балку $A'B'$, опредѣлимъ для послѣдней кривую моментовъ, ординаты которой обозначимъ черезъ η. Если P дѣйствуетъ въ точкѣ k, то измѣряютъ моментъ η_k подъ точкою k.

Величина **горизонтальнаго распора** отъ дѣйствія силы P тогда будетъ:

$$H = P\frac{\eta_k}{\Sigma z}.$$

Равномѣрное **повышеніе температуры** на t^0 вызываетъ:

$$H_t = \frac{\alpha E l F_c t}{\Sigma z}.$$

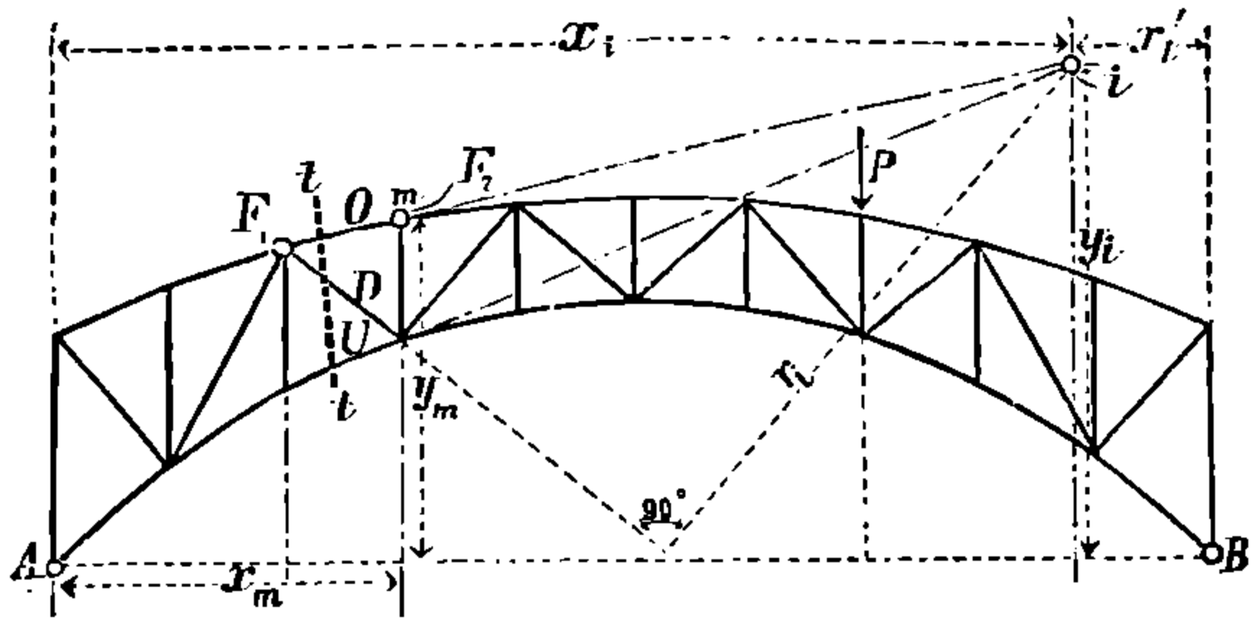
Значенія α и E см. стр. 313.

*) См. Müller-Breslau, Graphische Statik, II, ч. 1, § 7.

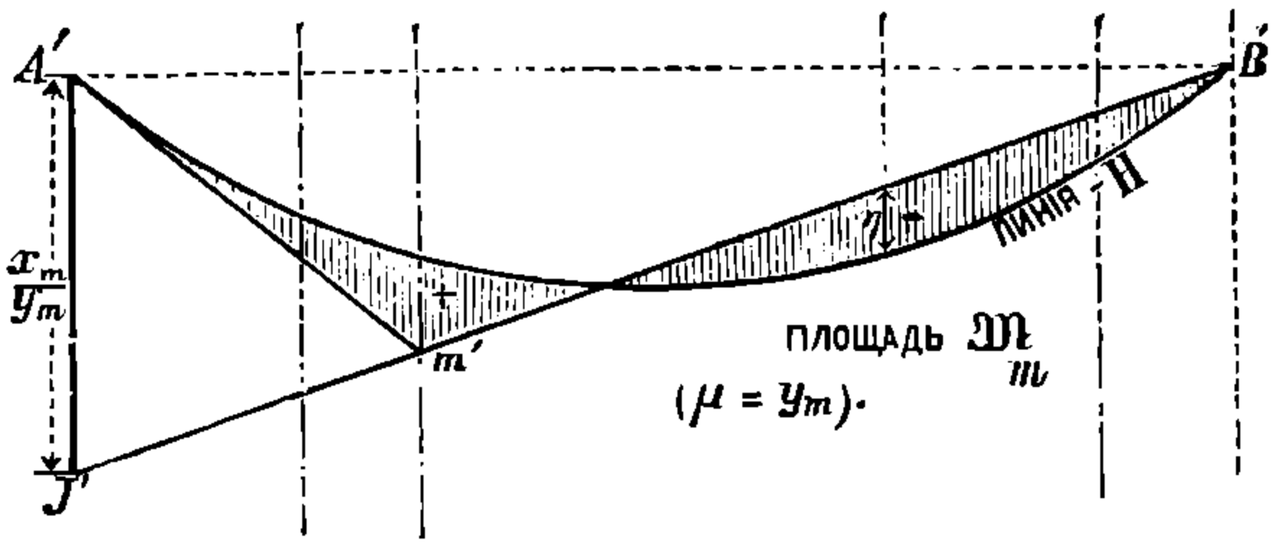
НТБ ДНУЖТ

2. Когда, какъ въ предыдущемъ, найденъ горизонтальный распоръ H и построена линія H, то **площадь** $\mathfrak{M}_m$ находимъ на черт. 80, откладывая $A'J' = 1 \cdot (x_m : y_m)$ и проводя прямыя

Черт. 79.



Черт. 80.



$B'J'$ и $A'm'$. Заштрихованная площадь представляетъ площадь вліянія для $\mathfrak{M}_m$; эта площадь имѣетъ множитель $\mu = y_m$. Принятый на черт. грузъ P даетъ моментъ

$$\mathfrak{M}_m = -P\eta y_m.$$

Для опредѣленія **площади** D (черт. 81) находимъ точку пересѣченія i элементовъ верхняго и нижняго пояса O и U (черт. 79), пересѣченныхъ плоскостью $t\,t$, откладываемъ (черт. 81) $A'J' = 1\ (x_i : y_i)$, гдѣ x_i и y_i координаты точки i (черт. 79), проводимъ (черт. 81) прямыя $J'B'$ и $A'J'$, которыя должны пересѣчься въ i' вертикально подъ i, и проводимъ, наконецъ, прямую L_1L_2, соотвѣтствующую выбранной панели F_1F_2. Множитель площади D равенъ $\mu = (y_i : r_i)$, гдѣ r_i (черт. 79) длина перпендикуляра, опущеннаго изъ i на D. Грузъ P на черт. 81 даетъ

$$D = +P\eta\,(y_i : r_i).$$

Для опредѣленія значеній

$$\frac{x_i}{y_i} \text{ и } \frac{y_i}{r_i}$$

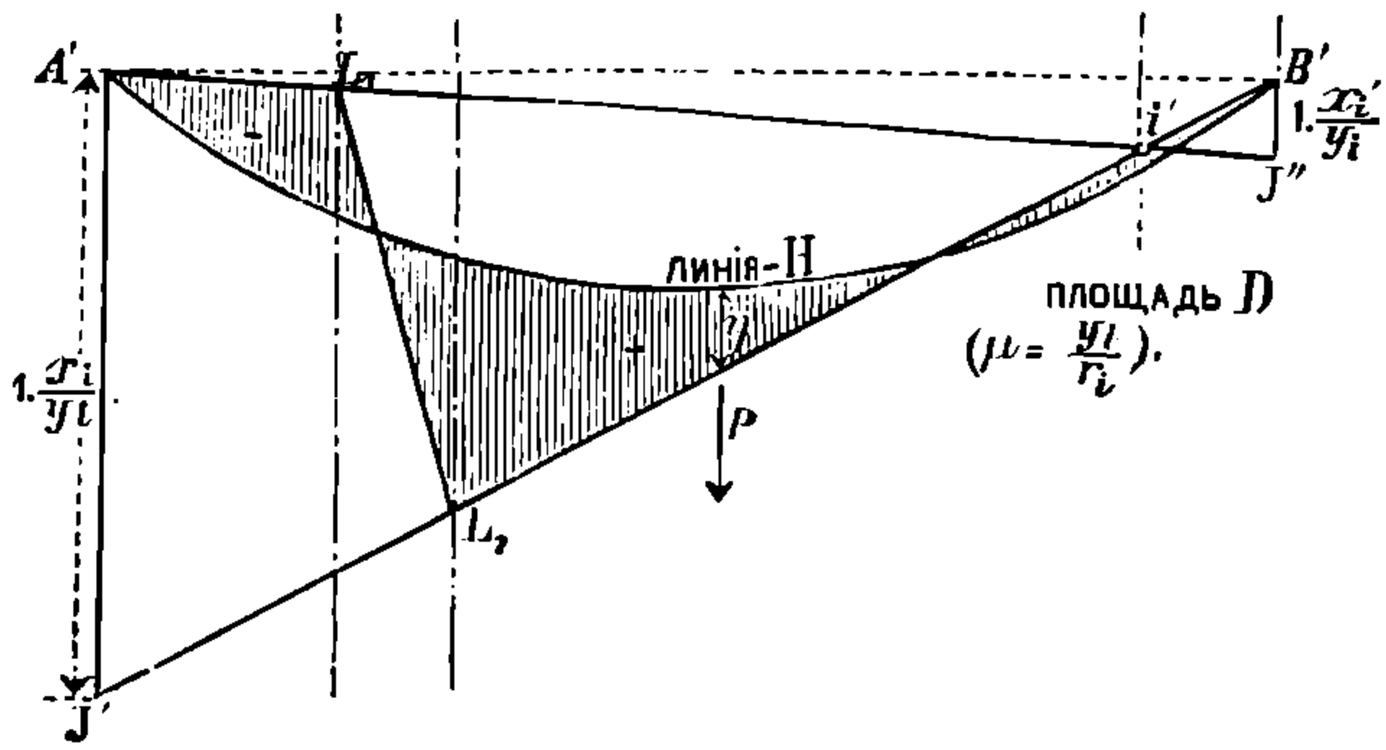
НТБ ДНУЖТ

для линій вліянія раскосовъ важно соотношеніе

$$\frac{x_i}{y_l} = \frac{D_{A=1}}{D_{H=1}} \text{ и } \frac{y_l}{r_i} = D_{H=1}.$$

То же имѣетъ мѣсто и для стоекъ.

Черт. 81.



2. Арки о трехъ шарнирахъ *).

Площадь вліянія для **горизонтальнаго распора** H (черт. 82 и 83) представляетъ треугольникъ ACB, высотою $1 \cdot (l : 4f)$, гдѣ l разсчетный пролетъ и f стрѣла.

Площадь $\mathfrak{M}_m$ для узловой точки m получается, если провести прямую Am до пересѣченія въ точкѣ E съ продолженіемъ прямой BC, проведенной изъ B черезъ ключевой шарниръ, и точку E проектировать на нулевую прямую $A'B'$ въ точку E' (черт. 83). Откладываемъ $A'J' = x_m$ и проводимъ $J'E'C'$, $C'B'$, $A'm'$. Заштрихованная площадь представляетъ искомую площадь $\mathfrak{M}_m$. По лѣвую сторону отъ E' эта площадь соотвѣтствуетъ площади $\mathfrak{M}_m$ для обыкновенной балки $A'E'$. Изъ $\mathfrak{M}_m$ находимъ

$$U_{m+1} = + \frac{\mathfrak{M}_m}{h_m \cos \gamma_{m+1}}.$$

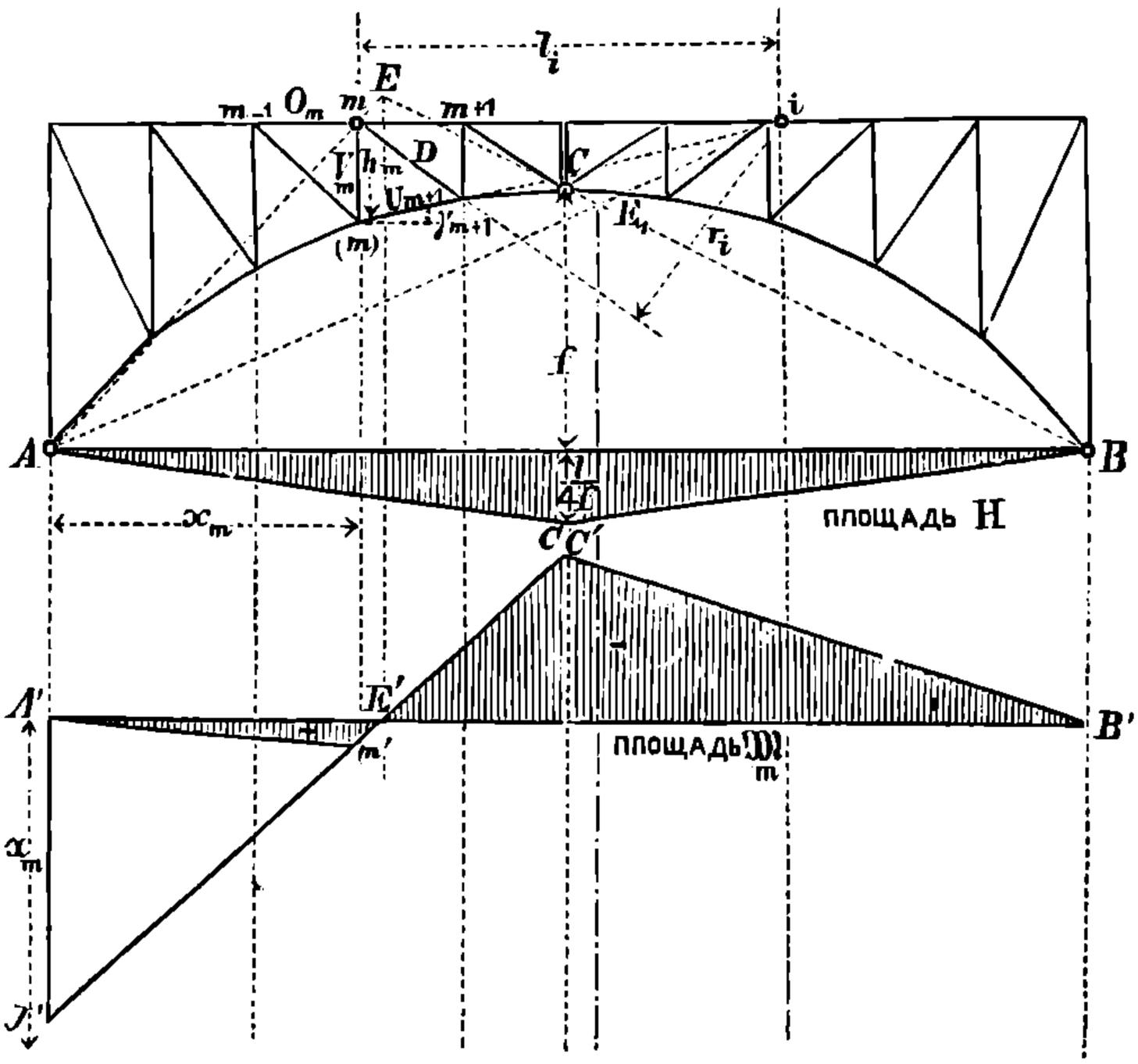
Подобнымъ же образомъ находимъ площадь вліянія для дѣйствующаго момента $\mathfrak{M}_{(m)}$ относительно узла (m) на нижнемъ поясѣ и по этому моменту вычисляемъ

$$O_m = - \frac{\mathfrak{M}_{(m)}}{h_m}.$$

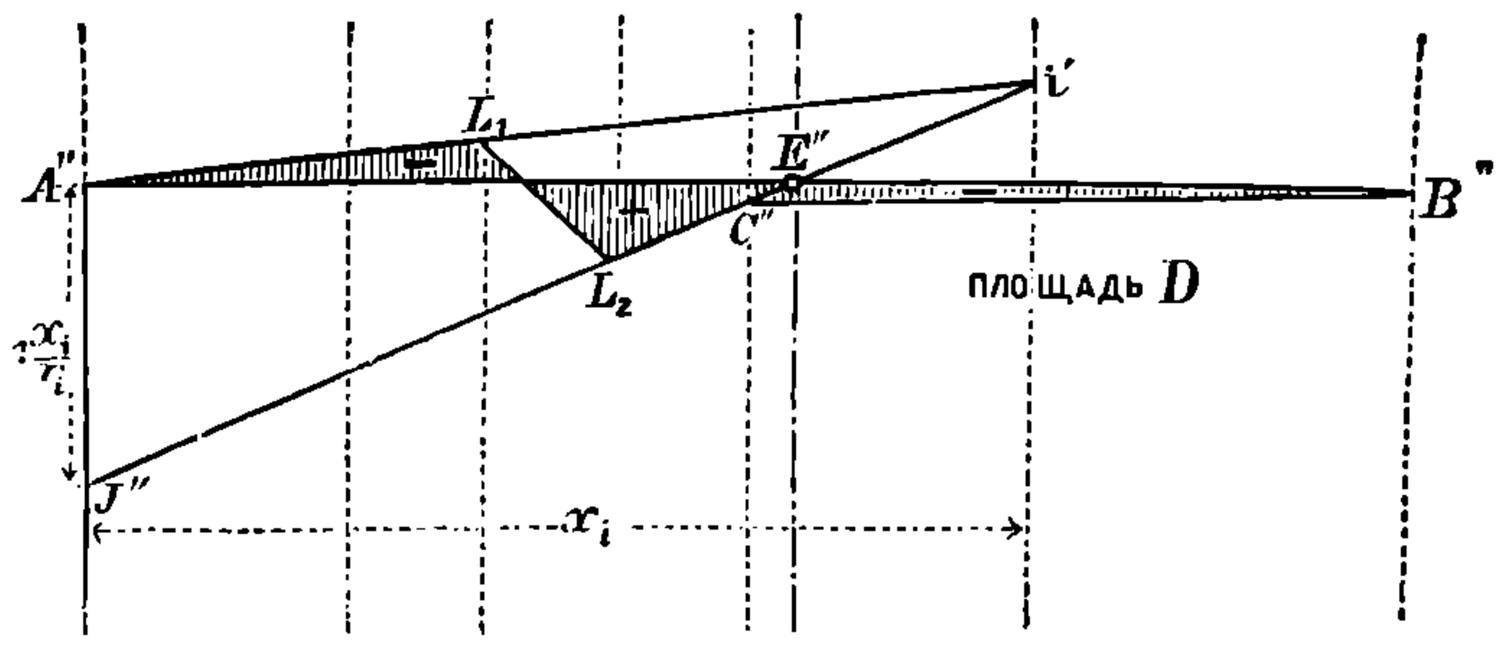
На черт. 84 показана **площадь** D для панели m до $(m+1)$.

*) См. Müller-Breslau, Graphische Statik, II, часть I, § 24 и § 48.

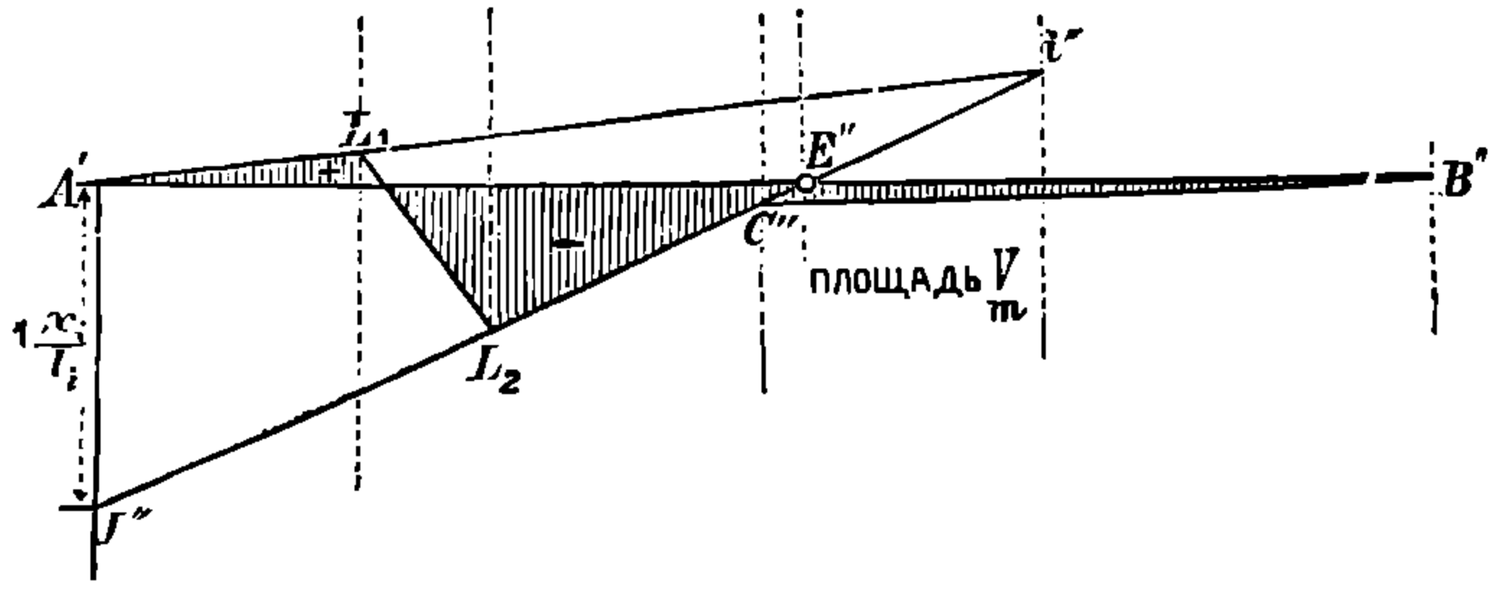
НТБ ДНУЖТ



Черт. 84.



Черт. 85.



НТБ ДНУЖТ

Опредѣляемъ точку пересѣченія i элементовъ пояса O_{m+1}, U_{m+1}, затѣмъ пересѣченіе E_1 прямыхъ Ai и BC. Точку E_1 проектируемъ на нулевую ось $A''B''$ въ точкѣ E''. Откладываемъ $A''J'' = 1 \cdot (x_i : r_i)$, гдѣ r_i разстояніе точки i до раскоса D (т.-е. плечо D_i); проводимъ $J''E''$ до точки пересѣченія i' на вертикали, проходящей черезъ точку i. Соединяемъ i' съ A'' и, наконецъ, проводимъ прямыя L_1L_2 и $C''B''$. Точки L_1 и L_2 находятся на вертикаляхъ, проходящихъ черезъ узловыя точки m и $m+1$, а C'' находится вертикально подъ ключевымъ шарниромъ.

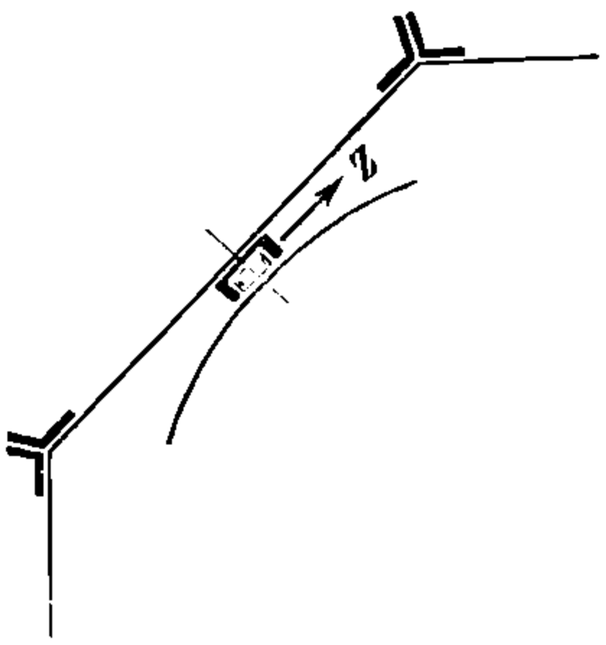
Такимъ же образомъ находимъ **площадь** V_m (черт. 85). Здѣсь i означаетъ точку пересѣченія O_m и U_{m+1}; при прямомъ верхнемъ поясѣ точка эта совпадаетъ съ точкой пересѣченія O_{m+1} и U_{m+1}. Отрѣзокъ $A''J'' = 1 \ (x_i : l_i)$, гдѣ l_i длина перпендикуляра, опущеннаго изъ i на V_m (см. черт. 82). Прямая L_1L_2 соотвѣтствуетъ панели $m-1$ до m.

C. Фермы въ пространствѣ*).

a. Конструкціи для направленія круглыхъ газохранилищъ.

Въ наиболѣе часто встрѣчающихся въ послѣднее время случаяхъ направленія газохранилищъ (колоколовъ) при помощи тангенціальныхъ роликовъ (черт. 86) получается наиболѣе легкая конструкція всей системы направляющихъ; разсчетъ послѣднихъ производится слѣдующимъ образомъ.

Черт. 86.



Если (черт. 87 и 88):

H общее давленіе вѣтра, дѣйствующее на верхнее кольцо,
Z_m напряженіе въ m-ой кольцевой связи (панели) верхняго кольца,
β_m уголъ между осью симметріи AB и перпендикуляромъ на Z_m,
$2n$ число стоекъ во всей конструкціи направляющихъ,
φ уголъ наклоненія раскосовъ къ связямъ колецъ,

то, принимая, что H передается на всю рѣшетчатую конструкцію при помощи жесткаго диска (днище колокола), будемъ имѣть: $Z_m = C \sin \beta_m$,

---

*) См. Z. d. V. d. I. 1898, Müller-Breslau, Beitrag zur Theorie der Kuppel Turmdächer.

НТБ ДНУЖТ

гдѣ C представляетъ постоянную величину, опредѣляемую изъ

$$C = \frac{H}{\Sigma \sin^2 \beta_m}.$$

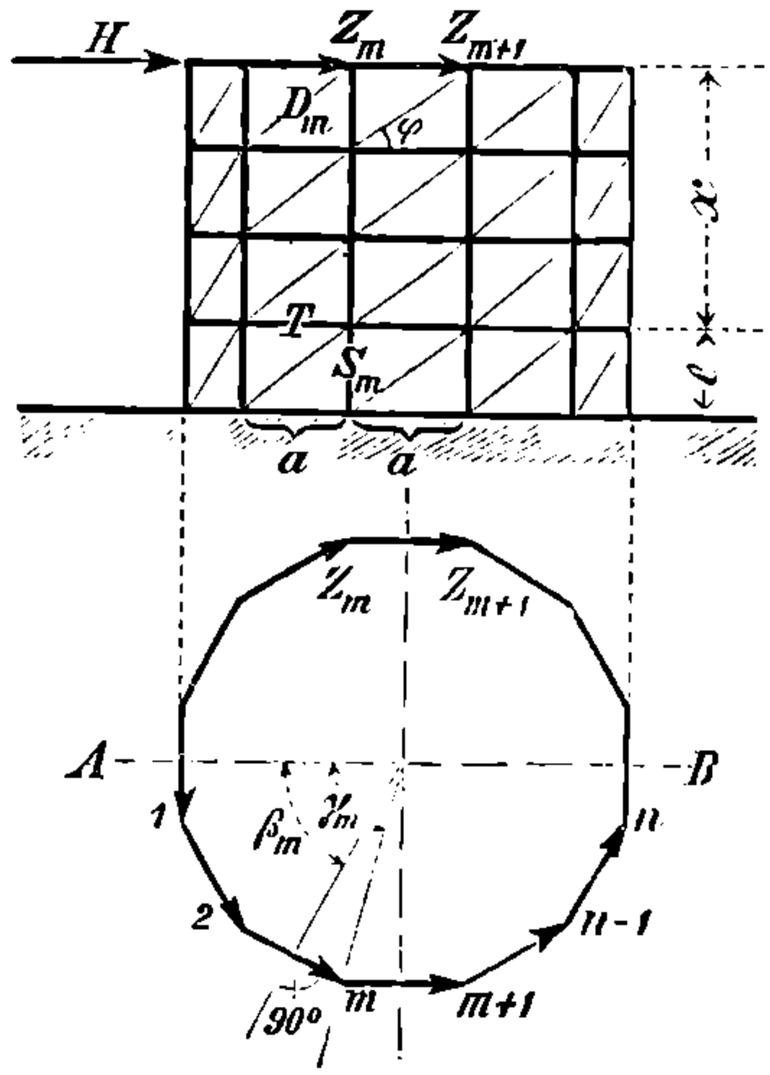
Далѣе имѣемъ:

$$\Sigma \sin^2 \beta_m = n,$$

слѣдовательно

$$Z_m = \frac{H}{n} \sin \beta_m \qquad (1).$$

Черт. 87 и 88.



Связи колецъ (T) и раскосы (D) имѣютъ наибольшее напряженіе въ стѣнкахъ, параллельныхъ направленію вѣтра, а именно:

$$T_{\max} = \frac{H}{n} \qquad (2),$$

$$D_{\max} = \frac{H}{n} \sec \varphi_m \qquad (3).$$

Напряженіе S_m въ элементѣ стойки отъ дѣйствія Z_m и Z_{m+1} при обозначеніяхъ черт. 87 и 88 будетъ:

$$S_m = \frac{1}{a}\left[Z_{m+1} \cdot x - Z_m (x + e)\right],$$

и послѣ нѣкоторыхъ преобразованій (если $\gamma_m - \beta_m = \varepsilon$):

$$S_m = \frac{H}{n \cdot r}\left[\left(x + \frac{e}{2}\right)\cos \gamma_m - \frac{e}{2} \operatorname{ctg} \varepsilon \sin \gamma_m\right].$$

Это выраженіе достигаетъ наибольшей величины при

$$-\left(x + \frac{e}{2}\right)\sin \gamma_m - \frac{e}{2} \operatorname{ctg} \varepsilon \cos \gamma_m = 0,$$

т.-е. для

$$\operatorname{tg} \gamma_m = -\frac{e}{2x + e} \operatorname{ctg} \varepsilon,$$

поэтому наибольшее давленіе въ стойкѣ получается по

$$-S_m = \frac{H}{nr}\left(x + \frac{e}{2}\right)\sqrt{1 + \left(\frac{e}{2x + e}\right)^2 \operatorname{ctg}^2 \varepsilon} \qquad 4)$$

НТБ ДНУЖТ

b. Шпицы для башенъ.

1. Общія данныя.

α. Вліяніе собственнаго вѣса.

Собственный вѣсъ (γ_1) всей желѣзной конструкціи принимается равномѣрно распредѣленнымъ по площади крыши. Обыкновенно принимаютъ:

$\gamma_1 = 45$ kg/qm при слабо укрѣпленныхъ кольцахъ и легкихъ лѣстницахъ,

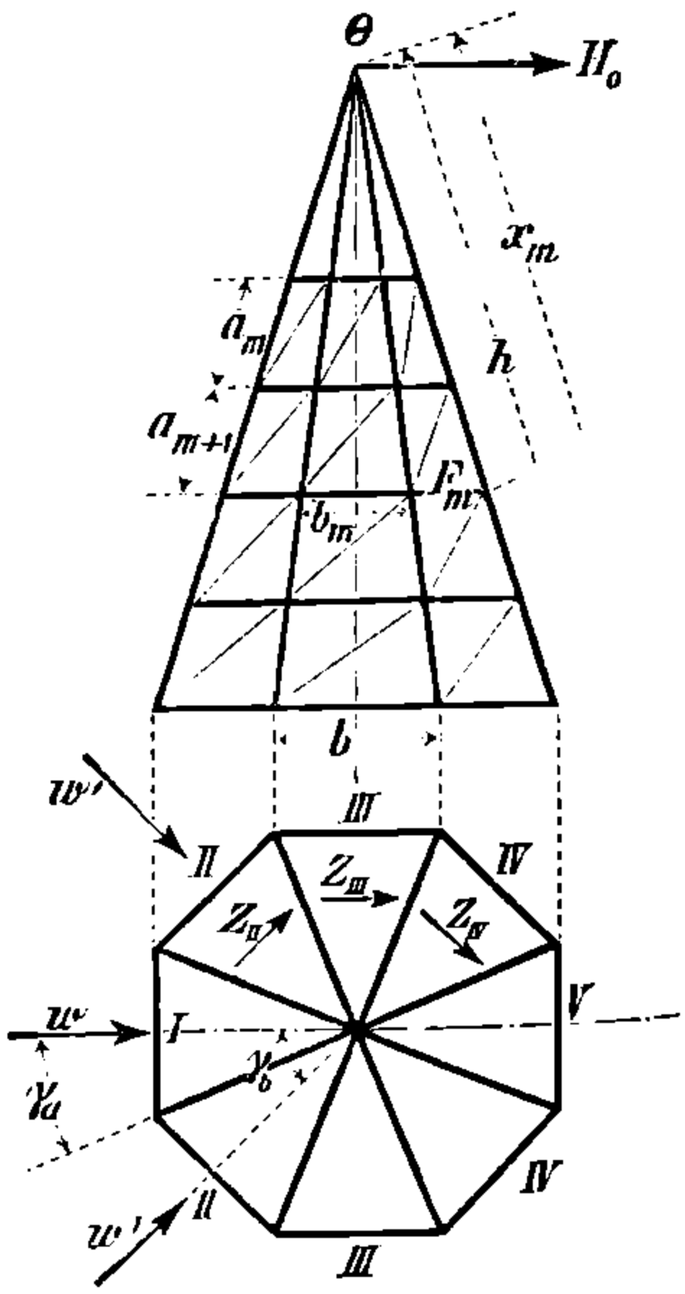
$\gamma_1 = 60$ kg/qm когда кольца конструируются для устройства на нихъ потолковъ, половъ и укрѣпленія прочныхъ лѣстницъ.

Собственный вѣсъ кровли составляетъ:

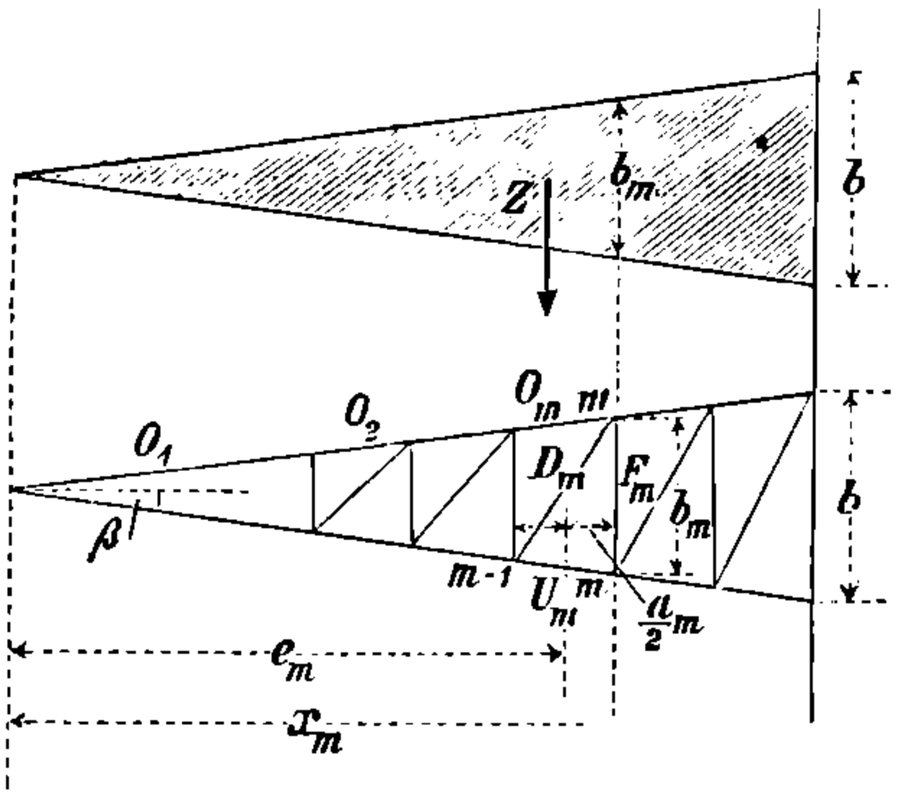
$\gamma_2 = 40$ kg/qm при мѣдной кровлѣ по деревянной обшивкѣ,

$\gamma_2 = 80$ kg/qm при аспидной кровлѣ по деревянной обшивкѣ.

Черт. 89.



Черт. 90.



Если затѣмъ h высота и b ширина внизу одной грани башни (черт. 89), то вѣсъ G_m отрѣзка башни высотой (по наклону) x_m при восьмиугольной формѣ сѣченія (черт. 90) опредѣлится по

$$G_m = 4\,(\gamma_1 + \gamma_2)\,\frac{b}{h}\,x_m^2 \cdot$$

Этотъ вѣсъ вызываетъ въ нижнемъ сѣченіи m-й панели

$$\text{около } S_m = -\,{}^1\!/_8\,G_m \cdot \qquad (5).$$

НТБ ДНУЖТ

Вліяніе давленія вѣтра.

Пусть давленіе вѣтра, принятое горизонтальнымъ, будетъ для грани I (черт. 90) $= \omega$, а для граней II $= \omega' = \frac{\omega}{2}$ kg.

Давленіе вѣтра составляетъ 150 до 200 kg/qm въ зависимости отъ мѣста нахожденія сооруженія.

Для разсчета рѣшетчатой пирамиды разсматриваютъ отдѣльныя ея грани, какъ свободно лежащія балки съ треугольной нагрузкой (по мѣрѣ приближенія къ вершинѣ нагрузка уменьшается и дѣлается $= 0$ въ вершинѣ).

Если черезъ z обозначимъ нагрузку на единицу площади, то общая нагрузка будетъ (черт. 89)

$$Z = {}^1/_2\, z\, b\, h$$

и напряженіе въ элементахъ

$$O_m = +{}^1/_6\, z\, x^2{}_{m-1} \quad (6),$$

$$U_m = -{}^1/_6\, z\, x^2{}_m \quad . (7),$$

$$D_m = +{}^1/_3\, z\, e_m\, d_m \quad . (8),$$

причемъ нагрузка можетъ быть приложена къ верхнему или нижнему поясу.

Напряженіе въ кольцахъ получается въ случаѣ нагрузки сверху по:

$$T_m = -{}^1/_3\, z\, e_{m+1}\, b_{m+1} \quad (9),$$

а при нагрузкѣ, приложенной снизу, по:

$$T_m = -{}^1/_3\, z\, e_m\, b_{m-1} \quad . \quad . \quad . (10).$$

Если на ферму дѣйствуютъ нагрузки Z сверху и снизу, то имѣемъ:

$$T_m = -{}^1/_3\, (z_0\, e_{m+1}\, b_{m+1} - z_u\, e_m\, b_{m-1}) \quad . \quad (11).$$

2, Конструкція башенныхъ шпицевъ съ жесткими кольцами.

(См. черт. 90).

Если нагрузку грани III отъ дѣйствія вѣтра обозначимъ черезъ z, то нагрузка граней II и IV будетъ:

$$z' = z \sin 45^0 \quad . \quad . (12),$$

и, въ виду того, что

$$z + 2\, z' \sin 45^0 = \frac{\omega}{2} + \omega' \sin 45^0, \text{ будемъ имѣть}$$

$$\left.\begin{aligned} z &= 0{,}4268\, \omega \\ z' &= 0{,}3018\, \omega \end{aligned}\right\} \quad (13).$$

Раскосы подвергаются наибольшему напряженію въ боковой грани III и по уравненію 8

$$D_m = 0{,}142\, \omega\, e_m\, d_m \quad . \quad . (14).$$

Наибольшее напряженіе стропильныхъ ногъ равно

$$S_{\max} = +0{,}05\, \omega\, x^2{}_{m-1}. \quad (15).$$

$$S_{\min} = -0{,}05\, \omega\, x^2{}_m. \quad . (16).$$

НТБ ДНУЖТ

Сюда прибавляется еще указанное въ α вліяніе собственнаго вѣса, равно и вліяніе давленія вѣтра на верхушку башни (см. выноску на стр. 352).

Для напряженій въ стропильныхъ ногахъ S_m получаемъ подобный же результатъ, если всю пирамиду разсматривать, какъ одну общую балку, задѣланную на одномъ концѣ и свободную на другомъ*). Въ этомъ предположеніи находимъ для стропильной ноги въ сѣченіи ея на разстояніи x_m отъ вершины

$$S_m = \pm 0{,}05\,\omega\,x^2{}_m\,. \qquad (17).$$

Вышеприведенные разсчеты только тогда даютъ годные результаты, если всѣ горизонтальныя кольца по высотѣ башни можно разсматривать какъ жесткіе диски, что обыкновенно имѣетъ мѣсто, если эти кольца примѣняются для устройства на нихъ пола. Во всѣхъ другихъ случаяхъ пользуются нижеслѣдующими данными.

3. Верхушки башенъ съ нежесткими кольцами.

Для вычисленія $D_{\max}$ и $T_{\max}$ вообразимъ, что три панели IV, V и IV (черт. 90) удалены; тогда нагрузки Z_0 и, соотв., Z_u для остальныхъ пяти панелей опредѣлятся:

для I: $$Z_0 = {}^1\!/_2\,\omega + {}^1\!/_2\,\omega'\sqrt{2} = Z_u \qquad (18),$$

» II: $$Z_0 = {}^1\!/_2\,\omega\sqrt{2} + {}^1\!/_2\,\omega',$$

$$Z_u = {}^1\!/_2\,\omega', \text{ слѣдовательно}$$

$$Z_{\mathrm{II}} = Z_0 - Z_u = {}^1\!/_2\,\omega\sqrt{2} \qquad (19),$$

» III: $$Z_0 = {}^1\!/_2\,\omega'\sqrt{2},$$

$$Z_u = 0, \text{ слѣдовательно}$$

$$Z_{\mathrm{III}} = {}^1\!/_2\,\omega'\sqrt{2} = {}^1\!/_4\,\omega\sqrt{2} \qquad (20).$$

По уравненію 8 будемъ поэтому имѣть:

$$D_m = {}^1\!/_6\,\omega\,e_m\,d_m\sqrt{2}$$

$$D_m = \backsim 0{,}232\,\omega\,e_m\,d_m \qquad (21)$$

и по уравненію 11:

$$T_m = -\,{}^1\!/_3\,\omega\,[({}^1\!/_2\sqrt{2} + {}^1\!/_4)\,e_{m+1}\,b_{m+1} - {}^1\!/_4\,e_m\,b_{m-1}]$$

$$T_m = \backsim -\,0{,}08\,\omega\,(4\,e_{m+1}\,b_{m+1} - e_m\,b_{m-1}). \quad . \quad . \quad (22).$$

Напряженія въ панеляхъ стропильныхъ ногъ (по высотѣ) получаются изъ формулъ 6 и 7, причемъ необходимо, однако, принимать въ разсчетъ, что вслѣдствіе присутствія трехъ панелей IV, V и IV напряженія въ стропильныхъ ногахъ мѣняются на опредѣленныя величины x_a, x_b, x_c и x_d.

Такимъ образомъ получимъ напряженія въ стропильныхъ ногахъ:

а: $$S_m = + \frac{\omega\sqrt{2}}{12}\,x^2{}_{m-1} \qquad + x_a$$

*) См. Breymann, Baukonstruktionslehre, 3 томъ.

НТБ ДНУЖТ

$$\text{b:}\quad S_m = -\frac{\omega\sqrt{2}}{12}(x^2{}_m - {}^1/_2\, x^2{}_{m-1}) + x_b$$

$$S_m = -\frac{\omega\sqrt{2}}{12}\frac{x^2{}_m}{2} + x_c$$

$$d\text{:}\quad S_m = + x_d$$

Если черезъ F_0 и F_u назовемъ сѣченія въ верхней и, соотв., нижней панели стропильной ноги, т. е. для $x = o$ и $x = u$, то получимъ:

$$\left.\begin{array}{lll} \text{a:} & S_m = +\dfrac{\omega\sqrt{2}}{12}\, x^2{}_{m-1} & -0{,}0676\,\omega\, h^2\mu \\ \text{b:} & S_m = -\dfrac{\omega\sqrt{2}}{12}(x^2{}_m - {}^1/_2\, x^2{}_{m-1}) & +0{,}0897\,\omega\, h^2\mu \\ \text{c:} & S_m = -\dfrac{\omega\sqrt{2}}{12}\,{}^1/_2\, x^2{}_m & +0{,}0381\,\omega\, h^2\mu \\ \text{d:} & S_m = & -0{,}0503\,\omega\, h^2\mu \end{array}\right\} \quad (23),$$

гдѣ

$$\mu = \left(\frac{F_0}{F_u - F_0}\right)^2 + \frac{0{,}5 - \dfrac{F_0}{F_u - F_0}}{\ln\dfrac{F_u}{F_0}} \qquad (24).$$

Въ общемъ, можно принимать, что μ находится между ${}^1/_4$ и ${}^1/_5$, $\mu = {}^1/_4$ получается при $F_u = 3F_0$.

По вышеизложенному имѣемъ, напр., для $x_{m-1} = h$, $x_m = h$ и $\mu = {}^1/_4$

$$\max\ S = 0{,}10\,\omega\, h^2 \quad . \qquad . \ (25),$$

$$\min\ S = -0{,}05\,\omega\, h^2. \qquad . \ (26),$$

причемъ уравн. 25 даетъ наибольшее вытягивающее усиліе въ анкерномъ болтѣ, укрѣпляющемъ низъ стропильной ноги, а уравн. 26 наибольшее сжимающее усиліе въ стропильной ногѣ.

Въ виду того, что допущеніе вполнѣ шарнирныхъ соединеній въ частяхъ колецъ никогда не имѣетъ мѣста въ клепаныхъ конструкціяхъ, а, съ другой стороны, напряженія S_m въ верхнихъ панеляхъ при жесткихъ кольцахъ выходятъ значительно менѣе, чѣмъ при кольцахъ нежесткихъ, то Мюллеръ-Бреслау совѣтуетъ вездѣ пренебрегать выгодой отъ статической неопредѣленности, т.-е. принимать:

$$\max\ S_m = +\frac{\omega\sqrt{2}}{12}\, x^2{}_{m\ \ 1} = +0{,}118\,\omega\, x^2{}_{m-1} \quad \text{и}$$

$$\min\ S_m = -\frac{\omega\sqrt{2}}{24}\, x^2{}_m = -0{,}059\,\omega\, x^2{}_m \quad \text{при}$$

$$x_m > 0{,}46\,h;$$

НТБ ДНУЖТ

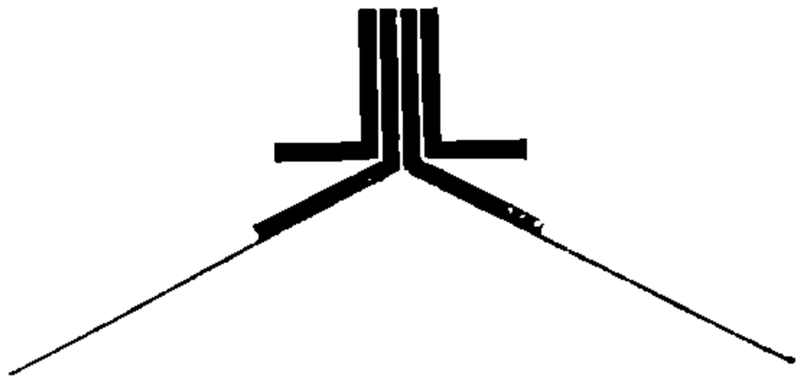
напротивъ того,

$$\min S_m = -0{,}126\,\omega\,h^2 \quad \text{при}$$
$$x_m < 0{,}46\,h,$$

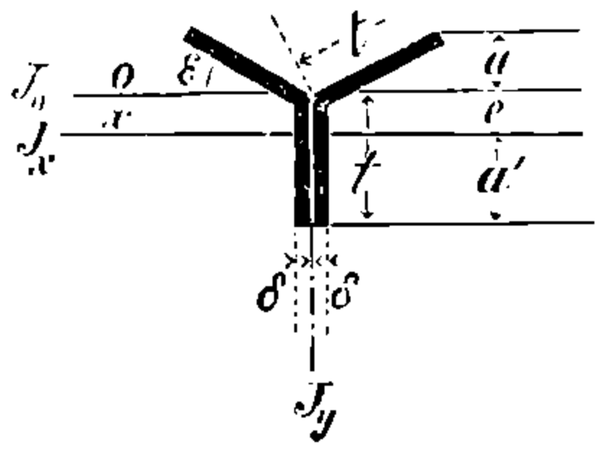
допуская при этомъ, однако, болѣе высокія напряженія ($\sigma = 1600$ kg/qcm).

Въ конструктивномъ отношеніи цѣлесообразно составлять сѣченіе каждой стропильной ноги до верхняго кольца изъ двухъ угольниковъ, толщина которыхъ уменьшается по направленію кверху; для образованія самой вершины пропускается насквозь только одинъ изъ этихъ угольниковъ.

Черт. 91.



Черт.



Наиболѣе подходящія формы сѣченія стропильныхъ ногъ показаны на черт. 91 до 93. Необходимые для составленія этихъ сѣченій угольники прокатываются на заводѣ L. Mannstädt & Co, Кёльнъ, и имѣютъ углы $101^1/_2{}^0$, $112^1/_2{}^0$, 117^0, 120^0, 128^0, 135^0 и 150^0 и размѣры до $130 \cdot 130 \cdot 20$ mm.

Для сѣченія черт. 91 выбираются угольники съ отношеніемъ полокъ 1 : 1,5.

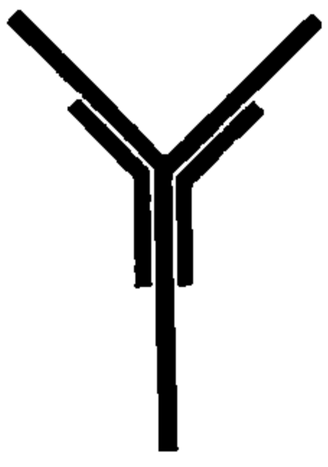
Разсчетъ профилей, указанныхъ на черт. 92 до 94 производится съ удобствомъ при помощи слѣдующихъ формулъ:

$$e = \frac{t_1}{4}(1 - \sin\varepsilon)\,. \qquad (27),$$

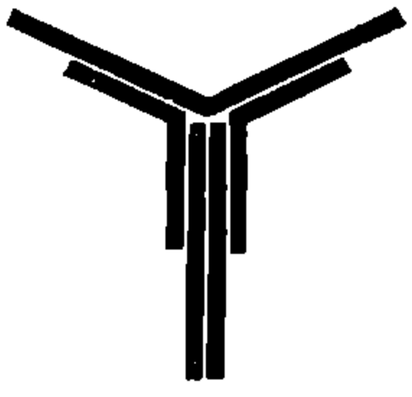
$$t_1 = t - {}^1/_2\,\delta\,\mathrm{ctg}\left(45^0 + \frac{\varepsilon}{2}\right) \qquad (28),$$

$$J_x = t^3{}_1\,\delta\left[\frac{5}{24}(3 - \cos 2\varepsilon) + \frac{1}{2}\sin\varepsilon + \frac{1}{6}\frac{\delta^2}{t_1{}^2}\cos^2\varepsilon\right] (29),$$

Черт. 93.



Черт. 94.



$$J_y = {}^2/_3\,t^3\,\delta\cos^2\varepsilon \qquad (30),$$

$$a = e + t_1\sin\varepsilon + {}^1/_2\,\delta\cos\varepsilon (31),$$

$$a_1 = t\,(1 + \sin\varepsilon) - a \qquad (32),$$

$$W_x = \frac{J_x}{a} \qquad (33),$$

$$W_x' = \frac{J_x}{a'}\,. \qquad (34).$$

При $\varepsilon = 22^1/_2{}^0$ находимъ

НТБ ДНУЖТ

для $t=$	$6\,\delta$	$7\,\delta$	$8\,\delta$	$9\,\delta$	$10\,\delta$
$J_x=$	$0{,}5672\,t^3\,\delta$	$0{,}5806\,t^3\,\delta$	$0{,}5909\,t^3\,\delta$	$0{,}5962\,t^3\,\delta$	$0{,}6056\,t^3\,\delta$
$a=$	$0{,}584\,t$	$0{,}578\,t$	$0{,}572\,t$	$0{,}569\,t$	$0{,}565\,t$
$a'=$	$0{,}799\,t$	$0{,}805\,t$	$0{,}811\,t$	$0{,}814\,t$	$0{,}818\,t$
$W_x=$	$0{,}97\,t^2\,\delta$	$1{,}00\,t^2\,\delta$	$1{,}03\,t^2\,\delta$	$1{,}05\,t^2\,\delta$	$1{,}07\,t^2\,\delta$
$W_x'=$	$0{,}71\,t^2\,\delta$	$0{,}72\,t^2\,\delta$	$0{,}73\,t^2\,\delta$	$0{,}73\,t^2\,\delta$	$0{,}74\,t^2\,\delta$

$J\min = 0{,}57\,t^3\,\delta$ (форм. 29), $W_x = t^2\,\delta$ (форм. 33),
$W_x' = 0{,}7\,t^2\,\delta$ (форм. 34).

c. Купольныя стропила.

Разсчетъ для вертикальныхъ грузовъ *).

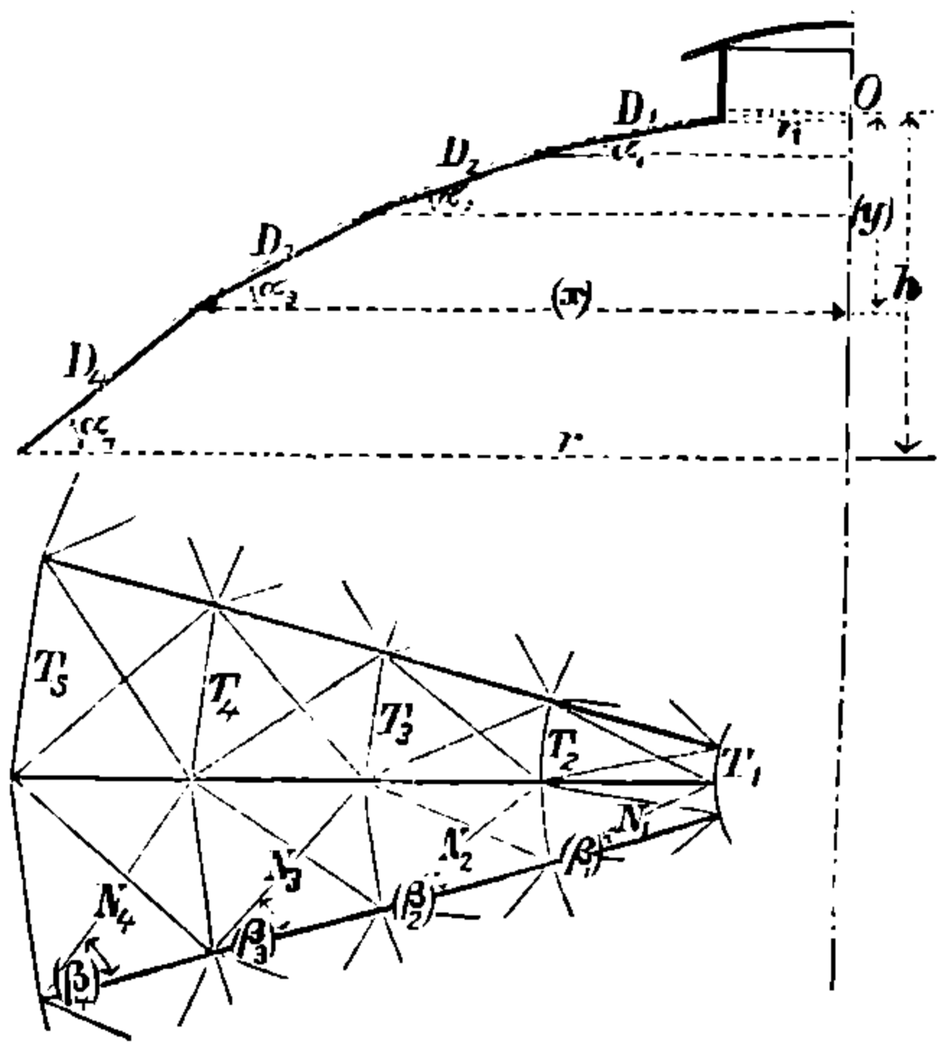
Въ **сочлененной системѣ** куполъ состоитъ изъ отдѣльныхъ упругихъ связей, расположенныхъ по направленіямъ дѣйствія главныхъ силъ и разсчитываемыхъ на равномѣрно распредѣленную нагрузку. Связи располагаются по **меридіональнымъ (стропильныя ноги)** и **параллельнымъ** кругамъ **(кольца).**

Чтобы тѣ и другія связи, выполняемыя въ видѣ многоугольниковъ, не могли имѣть перемѣщенія вслѣдствіе **односторонней нагрузки,** онѣ соединяются между собою **діагональными тягами.**

Меридіональныя связи **(стропильныя ноги)** наиболѣе сжаты **при полной нагрузкѣ** всей сводчатой поверхности.

Связи, расположенныя по параллельнымъ кругамъ **(кольца),** подвергаются наибольшему растяженію, если на часть купола, находящуюся внутри разсматриваемаго кольца, дѣйствуетъ полная нагрузка, а само кольцо и его поясъ не нагружены. Наибольшее сжатіе тѣхъ же частей имѣетъ мѣсто при обратной нагрузкѣ.

Черт. 95.



*) См. Шведлеръ, Die Konstruktion der Kuppeldächer, 2 изд., Берлинъ (II табл. съ текстомъ). Разсчетъ для силъ, дѣйствующихъ въ **косомъ** направленіи (давленіе вѣтра), по Мюллеръ-Бреслау, см. Zentralbl. d. Bauverw. 1891 и 1892, а также Zeitschr. d. V. d. Ing. 1898, № 44 и 45.

НТБ ДНУЖТ

Діагонали между 2-мя стропильными ногами наиболѣе растянуты, когда на половину купола по одну сторону діаметральной плоскости, проходящей черезъ средину разсматриваемыхъ діагоналей, дѣйствуетъ полная нагрузка, а другая половина купола совсѣмъ не нагружена. **Дѣйствительныя,** нижеприведенныя, наибольшія напряженія N діагоналей вдвое меньше, чѣмъ по вычисленію Шведлера.

Обозначимъ (черт. 95) черезъ:

n число стропильныхъ ногъ,

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ углы наклоненія отдѣльныхъ частей стропильныхъ ногъ,

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ углы наклоненія діагоналей къ стропильнымъ ногамъ,

P_1, P_2, P_3, P_4 собственный вѣсъ купольныхъ поясовъ, передающійся на узловыя точки (P_1 со включеніемъ нагрузки фонаря),

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 вѣса поясовъ при полной нагрузкѣ (включая и собственный вѣсъ),

D_1, D_2, D_3, D_4 сжимающія усилія въ частяхъ стропильныхъ ногъ,

T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 напряженія въ кольцахъ,

N_1, N_2, N_3, N_4 » въ діагоналяхъ;

тогда:

$$D_1 = \frac{Q_1}{n \sin \alpha_1}; \qquad D_3 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{n \sin \alpha_3};$$

$$D_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{n \sin \alpha_2}; \qquad D_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{n \sin \alpha_4}.$$

$$T_1 = -\frac{Q_1 \operatorname{ctg} \alpha_1}{2n \sin \frac{\pi}{n}} = -\frac{D_1 \cos \alpha_1}{2 \sin \frac{\pi}{n}}$$ **(фонарное кольцо).**

$$\begin{cases} \max\ T_2 = \dfrac{Q_1 \operatorname{ctg} \alpha_1 - (Q_1 + P_2) \operatorname{ctg} \alpha_2}{2n \sin \frac{\pi}{n}}; \\ \min\ T_2 = \dfrac{P_1 \operatorname{ctg} \alpha_1 - (P_1 + Q_2) \operatorname{ctg} \alpha_2}{2n \sin \frac{\pi}{n}}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \max\ T_3 = \dfrac{(Q_1 + Q_2) \operatorname{ctg} \alpha_2 - (Q_1 + Q_2 + P_3) \operatorname{ctg} \alpha_3}{2n \sin \frac{\pi}{n}}; \\ \min\ T_3 = \dfrac{(P_1 + P_2) \operatorname{ctg} \alpha_2 - (P_1 + P_2 + Q_3) \operatorname{ctg} \alpha_3}{2n \sin \frac{\pi}{n}}. \end{cases}$$

НТБ ДНУЖТ

$$\begin{cases} \max\ T_4 = \dfrac{(Q_1+Q_2+Q_3)\operatorname{ctg}\alpha_3 - (Q_1+Q_2+Q_3+P_4)\operatorname{ctg}\alpha_4}{2n\sin\dfrac{\pi}{n}}; \\ \min\ T_4 = \dfrac{(P_1+P_2+P_3)\operatorname{ctg}\alpha_3 - (P_1+P_2+P_3+Q_4)\operatorname{ctg}\alpha_4}{2n\sin\dfrac{\pi}{n}}, \end{cases}$$

$$T_5 = \frac{(Q_1+Q_2+Q_3+Q_4)\operatorname{ctg}\alpha_4}{2n\sin\dfrac{\pi}{n}} = \frac{D_4\cos\alpha_4}{2\sin\dfrac{\pi}{n}}$$ **(кольцо настѣнное).**

Далѣе, приблизительно:

$$N_1 = \frac{Q_1 - P_1}{2n\sin\alpha_1\cos\beta_1}; \qquad N_2 = \frac{Q_1+Q_2-(P_1+P_2)}{2n\sin\alpha_2\cos\beta_2};$$

$$N_3 = \frac{Q_1+Q_2+Q_3-(P_1+P_2+P_3)}{2n\sin\alpha_3\cos\beta_3};$$

$$N_4 = \frac{Q_1+Q_2+Q_3+Q_4-(P_1+P_2+P_3+P_4)}{2n\sin\alpha_4\cos\beta_4}.$$

Въ приведенныхъ формулахъ для напряженій T и N положительныя значенія представляютъ растягивающія, а отрицательныя — сжимающія напряженія.

Если **нормальное давленіе на стропильныя ноги** должно быть постоянно, т.-е.

$$D_1 = D_2 = D_3 = D_4 = D,$$

то **углы наклоненія:**

$$\sin\alpha_1 = \frac{Q_1}{nD}; \qquad \sin\alpha_3 = \frac{Q_1+Q_2+Q_3}{nD};$$

$$\sin\alpha_2 = \frac{Q_1+Q_2}{nD}; \qquad \sin\alpha_4 = \frac{Q_1+Q_2+Q_3+Q_4}{nD}.$$

Если **среднее напряженіе въ параллеляхъ (кольцахъ)** должно быть $= 0$, т.-е.

$$\max T + \min T = 0,$$

то **углы наклоненія** опредѣляются по:

$$\operatorname{ctg}\alpha_2 = \operatorname{ctg}\alpha_1\frac{P_1+Q_1}{P_1+Q_1+P_2+Q_2}$$ и т. д.

Въ обоихъ случаяхъ каждый послѣдующій уголъ наклоненія вычисляется по предыдущему. Принявъ опредѣленный уголъ наклоненія, мы вмѣстѣ съ тѣмъ опредѣлимъ и форму купола.

Стропильныя ноги повѣряются на изгибъ.

Примѣчаніе. Въ куполахъ зданій Берлинскаго газгольдера (пролетомъ отъ 32 до 44 m) въ основаніе разсчета положено:
собственный вѣсъ 70 kg/qm, случайная нагрузка 100 kg/qm.

НТБ ДНУЖТ

Купола эти состоятъ изъ 4 и соотв. 5 многоугольныхъ колецъ и 24 радіальныхъ стропильныхъ ногъ; кольцо для фонаря представляетъ 12-угольникъ; остальныя кольца 24-угольники; крыша составлена изъ прогоновъ, досчатой обшивки и покрыта картономъ.

Высота стрѣлы $h = {}^1/_8$ до ${}^1/_6$ пролета ($2r$). См. черт. 95.

Поперечное сѣченіе представляетъ кубическую параболу вида:

$$y = (x^3 : r^3)\, h,$$

если начало координатъ находится въ вершинѣ O (см. черт. 95). Средняя часть купола построена по обыкновенной параболѣ, имѣющей общую касательную съ кубической параболой въ точкѣ перехода.

Въ новѣйшихъ постройкахъ въ Берлинѣ дошли до 60 m пролета, употребляя 36 радіальныхъ ногъ. Въ Вѣнѣ газгольдеры пролетомъ 64,5 m.

Желѣзныя фахверковыя стѣны. См. Z. d. V. d. I., №№ 3 и 4, 1898. L. Geusen: Die Berechnung der Ständer eiserner Wandfachwerke mit Ergänzungen Z. d. V. d. I. 1904.

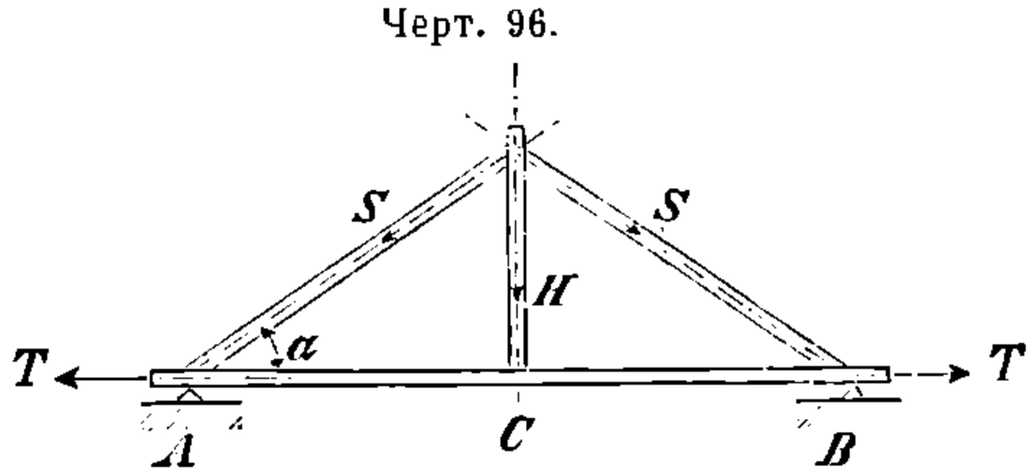
D. Приближенныя формулы для нѣкоторыхъ деревянныхъ конструкцій.

Въ нижеслѣдующемъ приведены только напряженія, вызываемыя нагрузкой, дѣйствующія по **направленію осей** отдѣльныхъ элементовъ фермы. Для точнаго разсчета напряженій слѣдуетъ принимать въ разсчетъ упругую деформацію фермы.

1. Подвѣсныя и шпренгельныя системы (см. стр. 116.)

1. **Обыкновенная подвѣсная система.** Пусть балка AB (черт. 96) равномѣрно нагружена силой Q; C средина AB. Полагая, что балка не закрѣплена въ точкахъ A и B, имѣемъ:

Черт. 96.



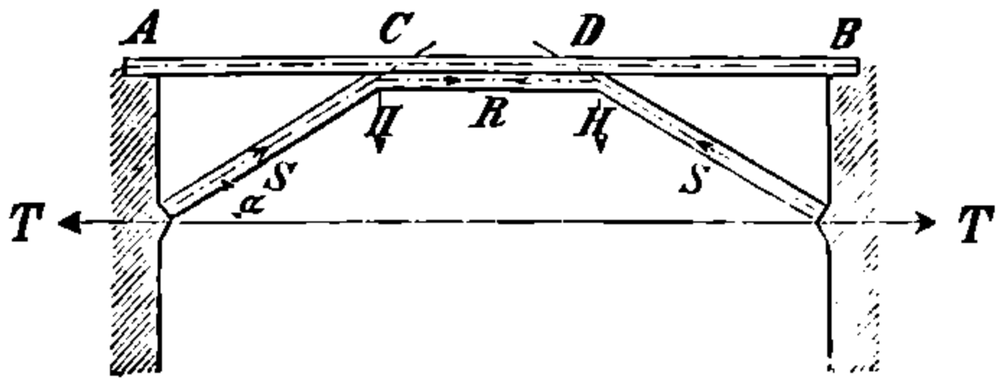
$$H = +\frac{5}{8} Q;$$

$$S = -\frac{5}{16} \frac{Q}{\sin \alpha};$$

$$T = +\frac{5}{16} \frac{Q}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Если подвѣсная стойка H (бабка) нагружается сосредоточеннымъ грузомъ P, а равномѣрно распредѣленной по AB нагрузки Q нѣтъ, то въ предыдущихъ формулахъ вмѣсто ${}^5/_8\, Q$ слѣдуетъ подставлять P.

Черт. 97.



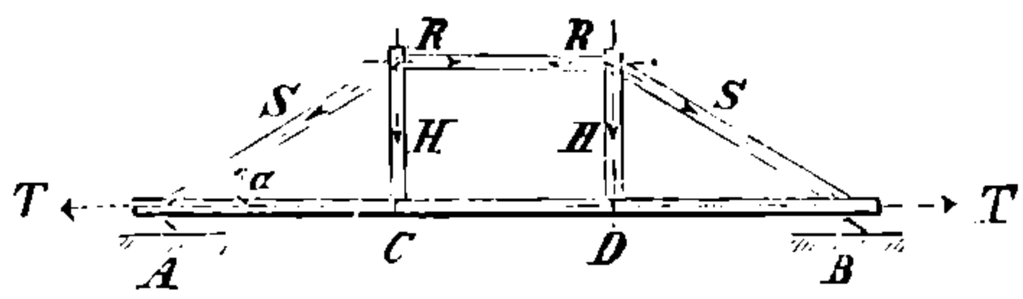
2. **Обыкновенная шпренгельная система.** Если въ черт. 97 концы подкосовъ (точки C и D) совпадаютъ на срединѣ длины AB и, слѣд., длина распорки $R = 0$, то получается обыкновенная шпрен-

НТБ ДНУЖТ

гельная система, для которой служатъ тѣ же формулы, что и для обыкновенной подвѣсной системы (см. 1).

3. **Двойная подвѣсная система** (черт. 98). Въ предположеніи равномѣрнаго распредѣленія нагрузки Q по AB, при $AC = CD = DB$, имѣемъ напряженія:

Черт. 98.



$$H = + \frac{11}{30} Q;$$

$$S = - \frac{11}{30} \frac{Q}{\sin \alpha};$$

$$R = - T = - \frac{11}{30} \frac{Q}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Если каждая изъ стоекъ H нагружена сосредоточеннымъ грузомъ $^1/_2\ P$, а равномѣрной нагрузки Q на AB нѣтъ, то въ предыдущихъ трехъ формулахъ слѣдуетъ замѣнять $^{11}/_{30}\ Q$ черезъ $^1/_2\ P$.

Если главная балка AB подвержена неравномѣрной нагрузкѣ ΣQ, то слѣдуетъ на черт. 98 укрѣпить средній прямоугольникъ двумя діагоналями CR и DR. Въ этомъ случаѣ напряженіе легко опредѣляется по стр. 323 и слѣд.

4. **Двойная шпренгельная система** (черт. 97). Здѣсь примѣняются тѣ же формулы, что и для двойной подвѣсной системы.

2. Крыша на прогонахъ.

Балка AB фермы (черт. 99) подвержена равномѣрной нагрузкѣ Q; кромѣ того, въ точкахъ C_1 и D_1 передается давленіе отъ прогоновъ, поддерживающихъ n стропильныхъ ногъ и передающихъ на ферму грузъ P, нормальный въ плоскости крыши.

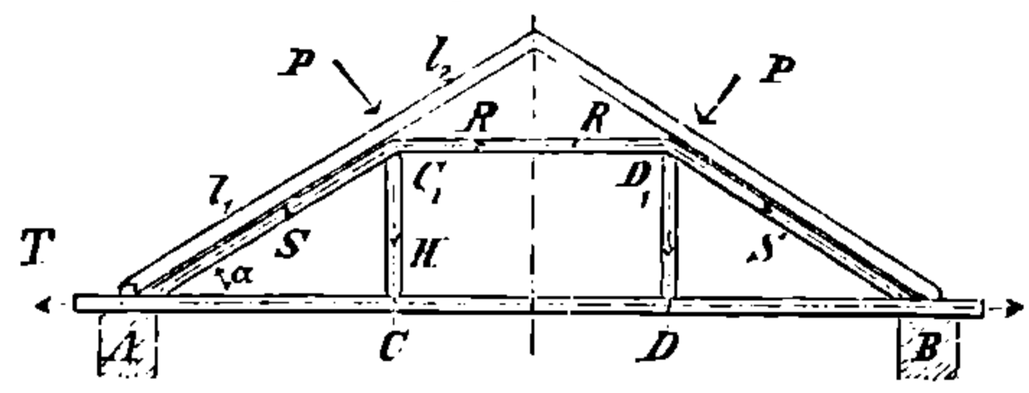
Напряженія опредѣляются по формуламъ:

$$H = + \frac{11}{30} Q; \qquad S = - \frac{1}{\sin \alpha} \left(\frac{11}{30} Q + P \cos \alpha \right);$$

$$R = - T = - \frac{1}{\sin \alpha} \left(\frac{11}{30} Q \cos \alpha + P \right).$$

Стропильная нога представляетъ неразрѣзанную балку, на панели которой l_1 и l_2 дѣйствуетъ равномѣрно распредѣленная нагрузка $P_1 : n$ и, соотв., $P_2 : n$. Имѣемъ

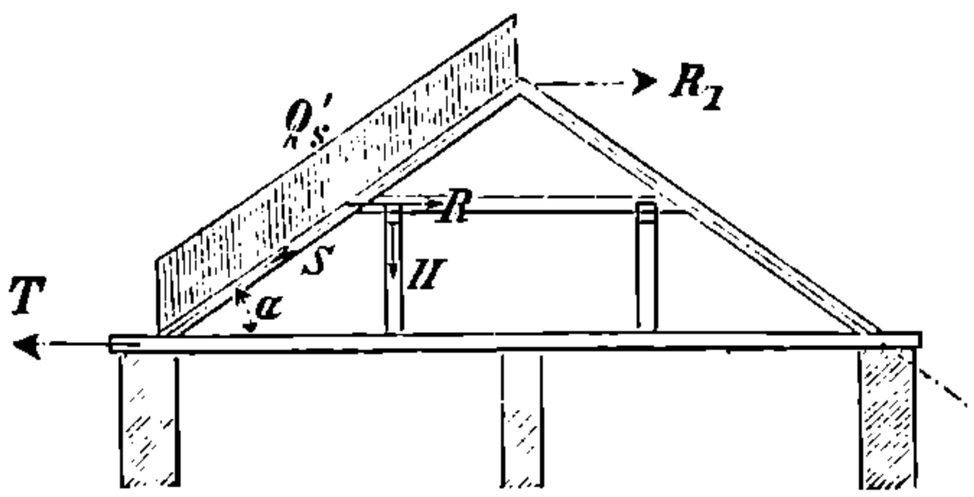
Черт. 99.



$$P = \frac{P_1 l_1 (4 l_2 + l_1) + P_2 l_2 (4 l_1 + l_2)}{8 l_1 l_2}.$$

НТБ ДНУЖТ

Черт. 100.



Полагая равномѣрно распредѣленную нагрузку, дѣйствующую на одну половину стропильной фермы нормально къ плоскости крыши, $= Q_s$, для $l_1 = l_2$ имѣемъ:

$$P = {}^5/_8\, Q_s.$$

Если на черт. 99 силы P дѣйствуютъ не перпендикулярно къ стропильной ногѣ, а вертикально, въ направленіи стойки H, то имѣемъ напряженія:

$$H = +\frac{11}{30} Q; \quad S = -\frac{1}{\sin\alpha}\left(\frac{11}{30} Q + P\right); \quad R = -T = -\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}\left(\frac{11}{30} Q + P\right).$$

3. Стропила съ затяжками (черт. 100).

$$R_1 = -\frac{3}{16}\frac{Q'_s}{\operatorname{tg}\alpha}; \quad R = -\frac{5}{16} Q'_s \sin 2\alpha; \quad H = +\frac{5}{8} Q'_s \cos^2\alpha;$$

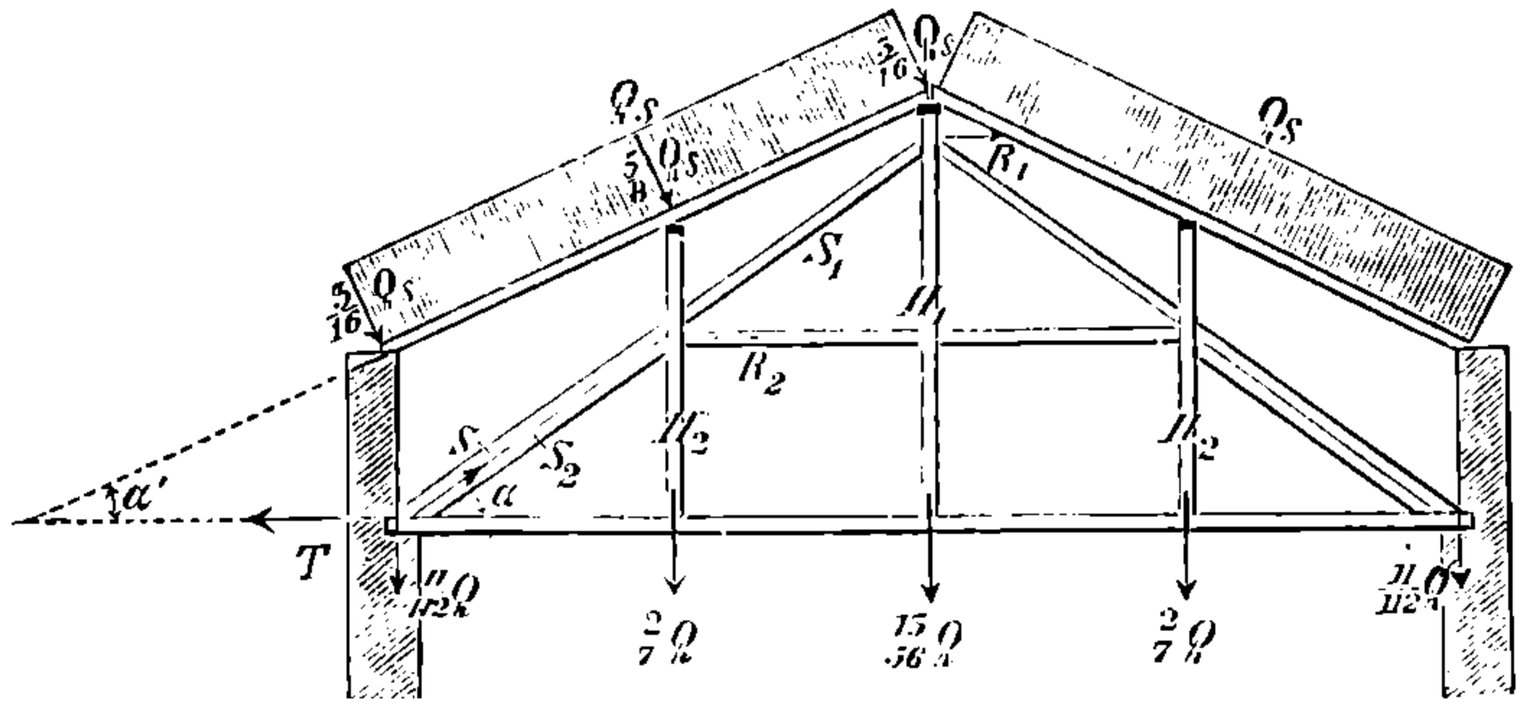
$$S = -\frac{1}{16}\frac{Q'_s}{\sin\alpha}(3 + 10\sin^2\alpha); \quad T = +\frac{1}{16}\frac{Q'_s}{\operatorname{tg}\alpha}(3 + 10\sin^2\alpha),$$

гдѣ Q'_s вертикальная нагрузка на одну половину фермы.

4. Тройная подвѣсная система (черт. 101).

Пусть равномѣрно распредѣленная нагрузка Q дѣйствуетъ на главныя балки, а нагрузка отъ каждой половины стропилъ, дѣйствующая нормально къ крышѣ, пусть будетъ Q_s; тогда напряженія:

Черт. 101.



НТБ ДНУЖТ

$$H_1 = +\frac{13}{56}Q; \qquad H_2 = +\frac{2}{7}Q;$$

$$S_1 = -\frac{1}{112\sin\alpha}(21\,Q_s\cos\alpha' + 13\,Q);$$

$$S_2 = -\frac{1}{56\sin\alpha}(35\,Q_s\cos\alpha' + 16\,Q);$$

$$R_2 = -\frac{1}{56\,\mathrm{tg}\,\alpha}(35\,Q_s\cos\alpha' + 16\,Q);$$

$$S = S_1 + S_2 = -\frac{1}{112\sin\alpha}(91\,Q_s\cos\alpha' + 45\,Q);$$

$$T = +\frac{1}{112\,\mathrm{tg}\,\alpha}(91\,Q_s\cos\alpha' + 45\,Q).$$

III. ДАВЛЕНІЕ ЗЕМЛИ И ПОДПОРНЫЯ СТѢНКИ.

Примѣчаніе.

Давленіе земли (грунта) на неподвижную стѣнку называется **активнымъ**, если оно стремится путемъ сдвиженія или опрокидыванія стѣнки вывести послѣднюю изъ положенія равновѣсія, и называется **пассивнымъ**, если оно противодѣйствуетъ сдвиженію стѣнки, подверженной извнѣ нѣкоторымъ усиліямъ, напр. распоръ свода, давленіе воды и т. п. При разсчетѣ искусственныхъ сооруженій обыкновенно принимается въ разсчетъ только активное давленіе грунта.

Теорія Куломба*).

1. **Положеніе плоскости скольженія и величина давленія грунта.**
Пусть (черт. 102):
E давленіе на часть подпорной стѣнки длиною въ 1 m въ kg,
g собственный вѣсъ каменной кладки въ kg/cbm,
γ_e собственный вѣсъ земляной засыпки позади подпорной стѣнки въ kg/cbm,
p нагрузка на земляную засыпку позади подпорной стѣнки въ kg/qm поверхности грунта,

*) Näheres hieruber vrgl. Rebhann, Theorie des Erddruckes, Wien 1871; Winkler, Neue Theorie des Erddruckes, Wien 1872, sowie Müller-Breslau, Elemente der graphischen Statik, Berlin 1881.

НТБ ДНУЖТ

$\frac{p}{\gamma_e}$ отношеніе нагрузки на грунтъ къ γ_e, т.-е толщина слоя грунта, своимъ вѣсомъ замѣняющаго нагрузку p,

AC плоскость скольженія, т.-е та плоскость, по которой будетъ скользить сползающій грунтъ и отдѣляться отъ остальной массы земли въ случаѣ сдвиженія подпорной стѣнки,

AN естественный откосъ, т.-е. та плоскость, на которой еще держатся частицы земли безъ сцѣпленія, а лишь дѣйствія одного тренія частицъ,

ϱ уголъ между AN и горизонталью (такъ назыв. уголъ тренія),

δ уголъ, образуемый E съ нормалью къ AB,

BL прямая (наз. линіей положенія), образующаяся съ AB уголъ $\varrho+\delta$,

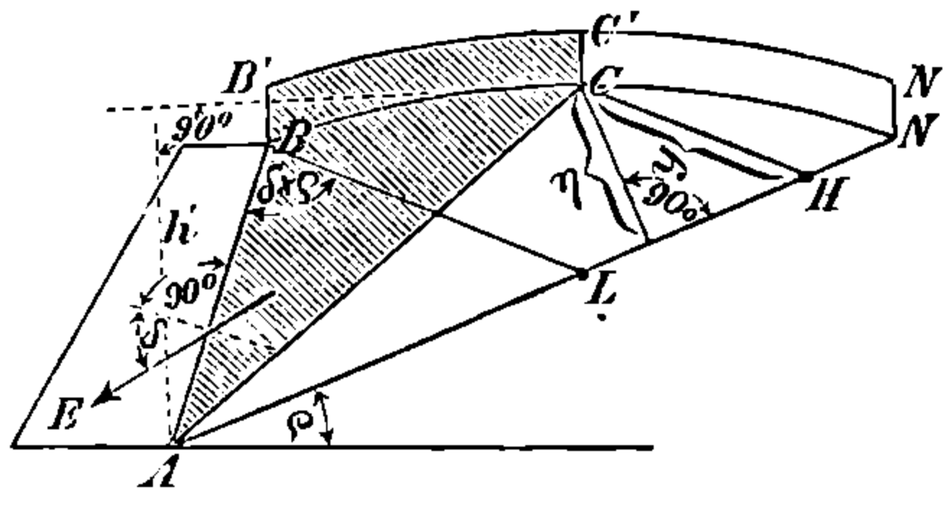
BCN поверхность грунта позади подпорной стѣнки,

$B'C'N'$ поверхность слоя земли такого же вѣса, какъ земляная засыпка, замѣняющаго собою нагрузку,

CH прямая, параллельная линіи положенія,

F площадь фигуры $ABB'C'CA$ (на черт. 102 заштрихована),

Черт. 102.



F' площадь треугольника ACH,

h' длина перпендикуляра, опущеннаго изъ A на касательную къ поверхности грунта BCN въ точкѣ C,

$$\gamma_e' = \gamma_e + \frac{2p}{h'},$$

то положеніе плоскости скольженія стѣны опредѣляется по уравненію

$$\gamma_e' F' = \gamma_e F.$$

Если $p=0$, т.-е. $\gamma_e' = \gamma_e$, то будемъ имѣть

$$F' = F \text{ (законъ Ребхана).}$$

Если означаютъ:

y длину отрѣза CH,

НТБ ДНУЖТ

η длину перпендикуляра, опущеннаго изъ C на AN, то величина давленія земли

$$E = {}^1/_2 \gamma_e' y \eta.$$

2. **Направленіе давленія земли.**

Направленіе давленія земли зависитъ отъ величины тренія между стѣнкой и грунтомъ, а равно и отъ формы и наклона поверхности стѣнки. Въ зависимости отъ того, будетъ ли на задней поверхности стѣнки сопротивляться сдвиженію грунта полное треніе послѣдняго, или это треніе вовсе не будетъ сопротивляться сдвиженію, это направленіе будетъ ограничиваться значеніями $\delta = \varrho$ и $\delta = 0$. Обыкновенно принимаютъ $\delta = \varrho$. Это предположеніе можетъ быть, однако, допущено лишь при шероховатой поверхности стѣнки и сухой, хорошо осушаемой (при помощи щебня или слоя гравія) земляной засыпкѣ. Для осторожныхъ разсчетовъ принимаютъ $\delta = 0$, что безусловно рекомендуется для стѣнокъ набережныхъ, шлюзныхъ камеръ, а также и при мокромъ и илистомъ грунтѣ позади подпорной стѣнки. Задняя поверхность подпорной стѣнки для простоты разсчета принимается плоской. Если въ нѣкоторыхъ случаяхъ (напр. для сбереженія матеріала) является удобнымъ придавать задней поверхности стѣнки форму ломаной или кривой, то послѣднюю всегда замѣняютъ формой ломаной, причемъ ломаная разсматривается какъ нѣсколько отдѣльныхъ стѣнокъ съ различною нагрузкой.

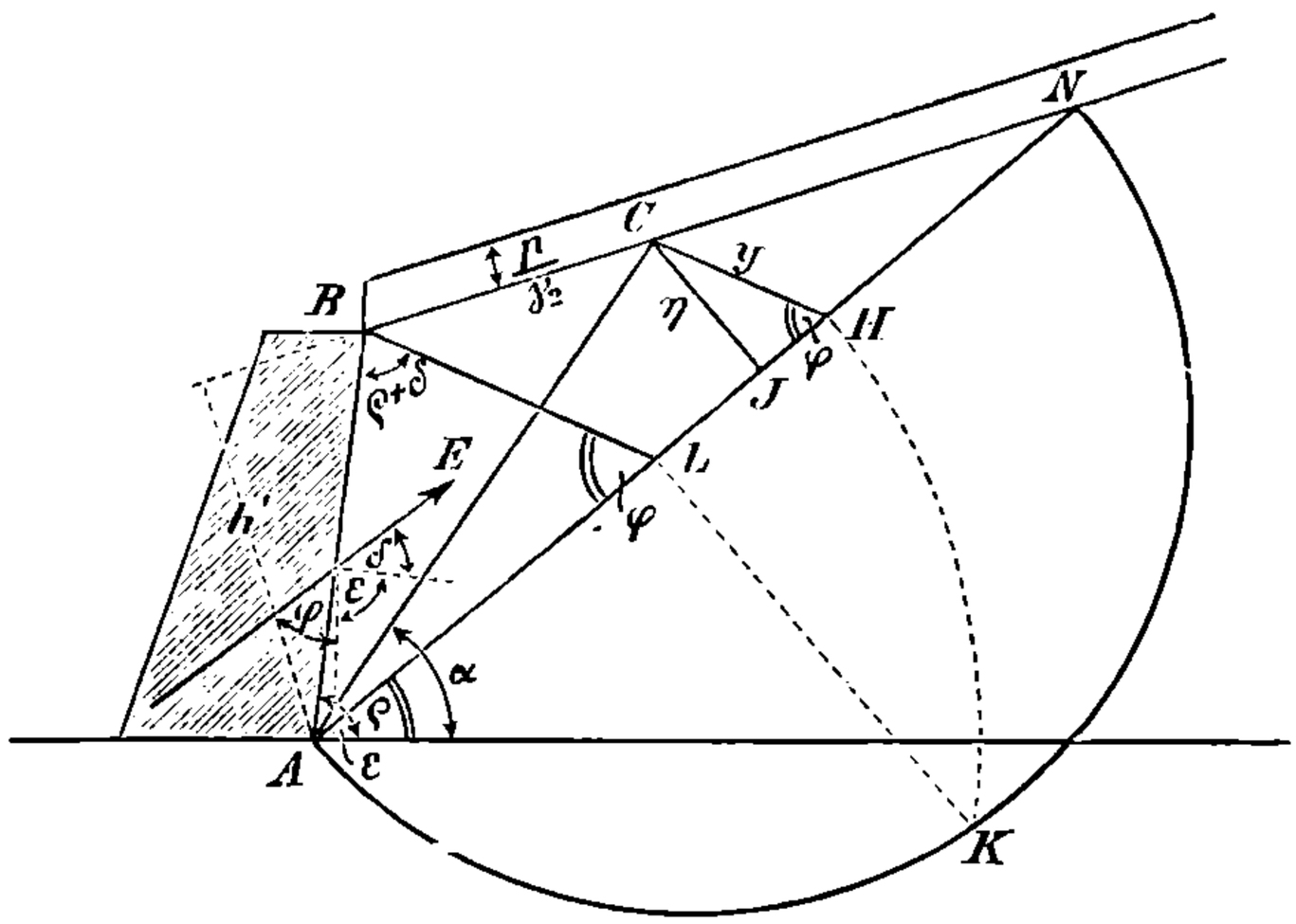
Среднія значенія для ϱ и γ_e приведены въ нижеслѣдующей таблицѣ.

Родъ грунта.	Вѣсъ γ_e t/cbm	Уголъ естественнаго откоса ϱ	$\operatorname{tg}^2\left(45^0 - \frac{\varrho}{2}\right)$	$\operatorname{tg}^2\left(45^0 + \frac{\varrho}{2}\right)$
Сухой глинистый грунтъ	1,5	40^0 до 46^0	0,217 до 0,163	4,599 до 6,126
Мокрый глинистый грунтъ .	1,9	20^0 » 25^0	0,490 » 0,406	2,040 » 2,464
Сухая огнеупорная глина .	1,6	40^0 » 50^0	0,217 » 0,132	4,599 » 7,549
Мокрая огнеупорная глина .	1,98	20^0 » 25^0	0,490 » 0,406	2,040 » 2,464
Мокрая насыпная земля	1,65	30^0 » 37^0	0,333 » 0,249	3,000 » 4,023
Мокрый гравій. .	1,86	25^0	0,406	2,464
Мокрый каменный щебень. . . .	1,6	35^0 до 40^0	0,271 до 0,217	3,690 до 4,599
Уголь газовый (утрамбованный)	0,9	45^0 » 50^0	0,172 » 0,132	5,828 » 7,549
Вода. . .	1,0	0^0	1,000	1,000

НТБ ДНУЖТ

3. **Если уровень грунта представляетъ плоскость** (черт. 103), то построеніе плоскости скольженія упрощается. На AN описываемъ полукругъ, проводимъ $LK \perp AN$, $AH = AK$, $HC \parallel LB$. Измѣряемъ y и η и вычисляемъ E по форм. стр. 367.

Черт. 103.

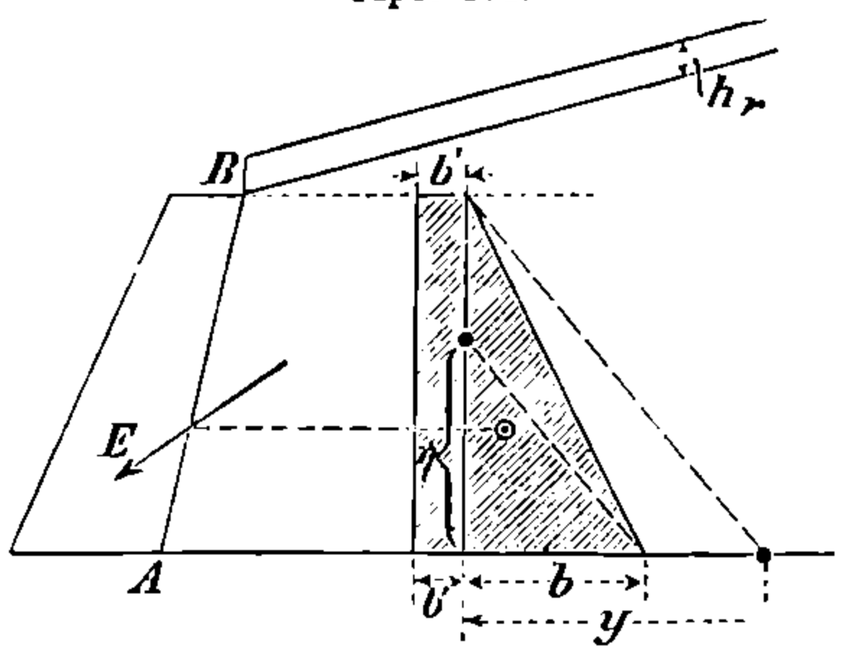


4. **Точка приложенія силы** E. Распредѣленіе давленія земли по поверхности стѣны AB происходитъ по прямой, конечныя ординаты которой равны (черт. 104) b' и $b'+b$, гдѣ

$$b = \frac{y\eta}{h} \qquad b' = b\frac{p}{\gamma_0 h'}.$$

Величина b находится превращеніемъ треугольника размѣрами y и η въ треугольникъ размѣрами b и h. Центръ тяжести заштрихованной на черт. 104 трапеціи опредѣляетъ точку приложенія усилія E.

Черт. 104.



Если $p = 0$, то трапеція превращается въ треугольникъ. При равномѣрно распредѣленной на грунтъ нагрузкѣ давленіе земли E можетъ быть разложено на

$E_{(u)} = {}^1/_2 \gamma_c y \eta =$ давленіе ненагруженнаго грунта,

$E_{(p)} = \frac{p y \eta}{h} =$ прибавка вслѣдствіе нагрузки,

$E_{(u)}$ приложена на ${}^1/_3 h$,

$E_{(p)}$ приложена на ${}^1/_2 h$.

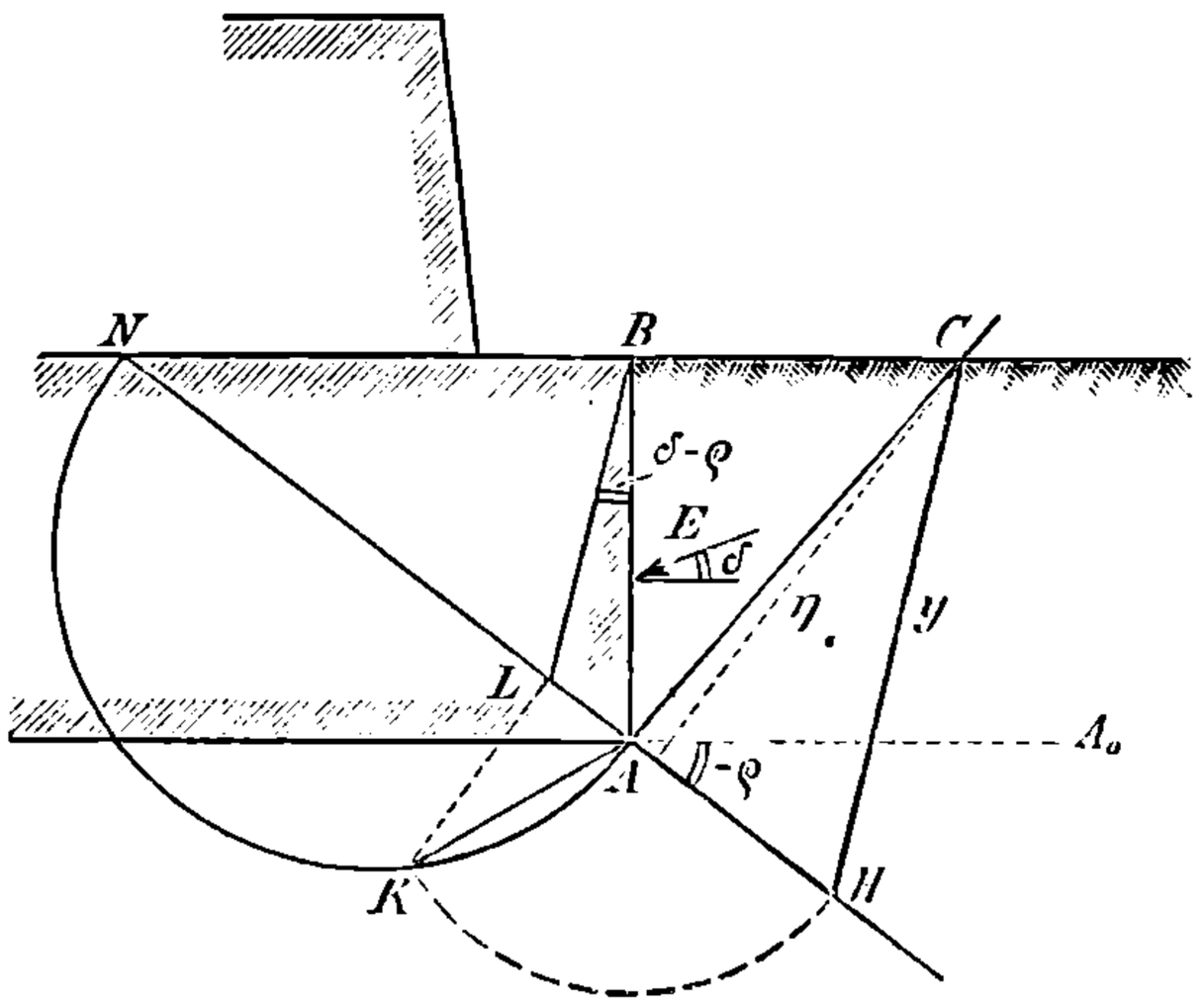
5. **Пассивное давленіе земли** (черт. 105).

Для опредѣленія **величины** этого давленія проводимъ AN подъ угломъ ϱ къ горизонтали AA_0, продолжаемъ BC до N, описываемъ на AN полуокружность, проводимъ BL подъ угломъ $\delta - \varrho$ къ BA, возставляемъ $KL \perp AN$, откладываемъ $AH = AK$, проводимъ $y = HC \parallel BL$ и $\eta \perp AN$; тогда имѣемъ:

$$E = {}^1/_2 \gamma_c \eta y.$$

Направленіе давленія земли выбирается, какъ и въ активномъ давленіи, подъ угломъ $+\delta$ относительно нормали къ поверхности стѣны.

Черт. 105.



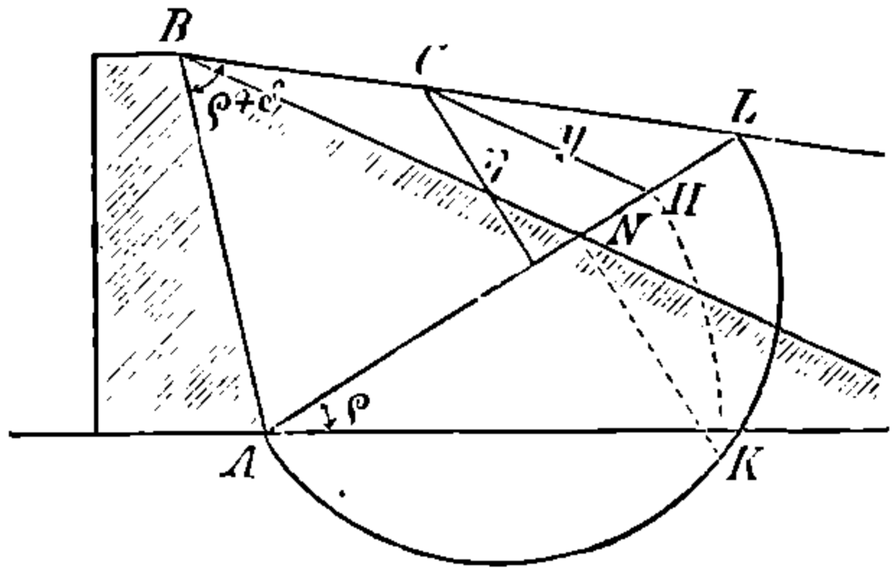
6. **Особые случаи.**

а) **Линія положенія BL находится внѣ грунта** (черт. 106); тогда продолжаемъ AN до L, описываемъ на AL полуокружность, а въ N возставляемъ перпендикуляръ NK, откладываемъ $AK = AH$ по AL, проводимъ $HC \parallel BN$ и $\eta \perp AL$, находимъ y и η и, слѣд.,

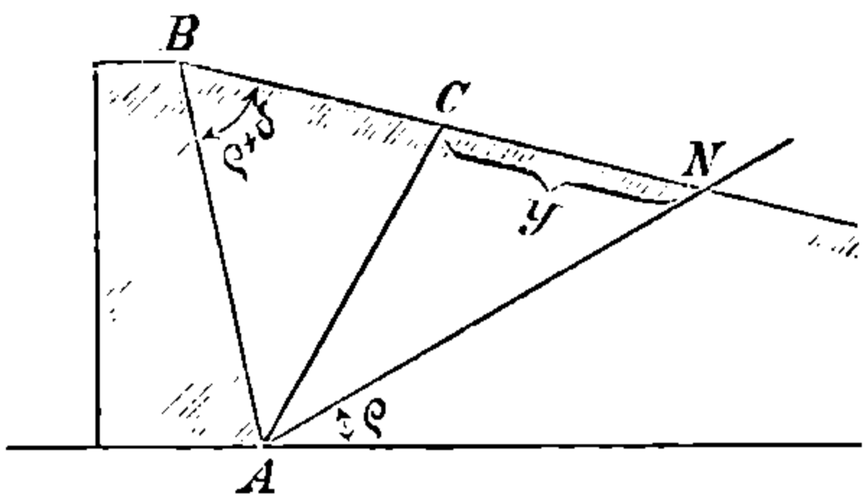
$$E = {}^1/_2 \gamma_e y \eta$$

НТБ ДНУЖТ

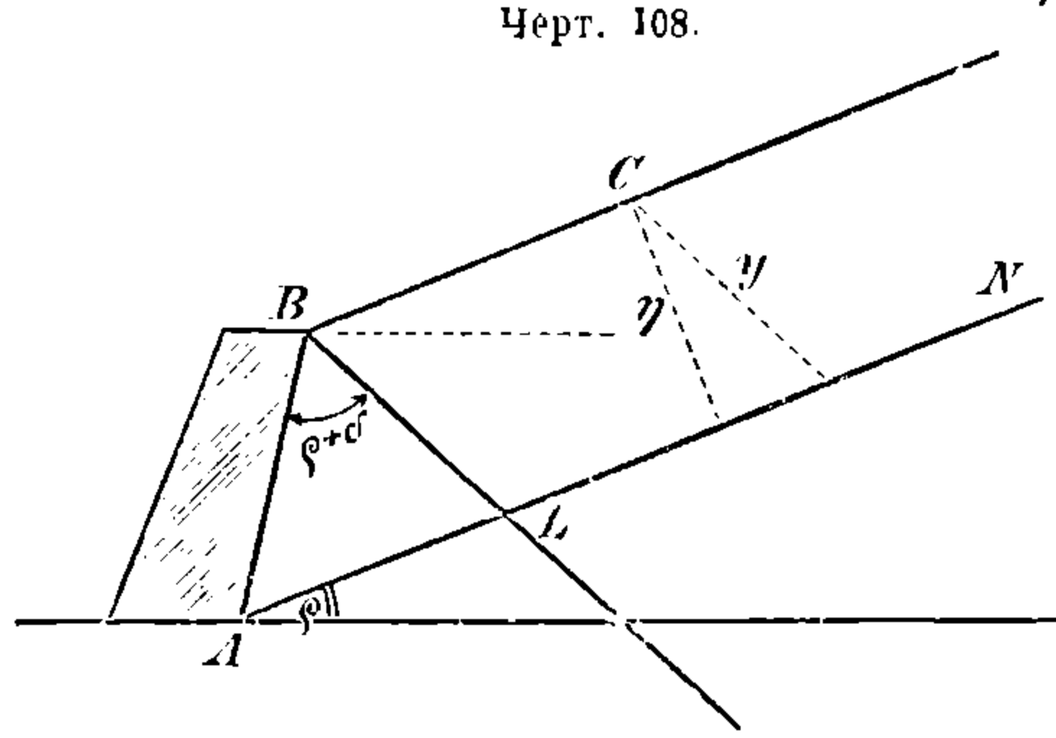
Черт 106.



Черт. 107.



Черт. 108.



b) **Линія положенія совпадаетъ съ направленіемъ откоса** (черт. 107). Въ этомъ случаѣ линія скольженія дѣлитъ пополамъ прямую BN.

c) Если $AN \parallel BC$ (черт. 108), то η и y не зависятъ отъ положенія C; отъ любой точки C поверхности грунта проводятъ $y \parallel BL$ и $\eta \perp AN$ и находятъ, по Ребхану:

$$E = \frac{1}{2}\left(\gamma_e + \frac{2p}{\eta}\right) y\eta.$$

d) При возвышеніи уровня земли надъ верхомъ стѣнки и при отсутствіи нагрузки (черт. 109) продолжаютъ AB до B_1, проводятъ $B_1B' \parallel AD$, AN подъ угломъ ϱ къ горизонтали, BL подъ угломъ $\varrho+\delta$ къ AB, $B'L' \parallel BL$ описываютъ окружность на AN, возставляютъ въ L' перпендикуляръ $L'F$, находятъ y, η и AC; тогда имѣемъ (по Ребхану)

$$E = {}^1/_2 \gamma_e \eta y.$$

Если S центръ тяжести четырехугольника AB_1DC, то, проводя $Sa \parallel AC$, находимъ въ a съ достаточною точностью точку приложенія усилія E.

e) Пусть даны 2 заднія плоскости подпорной стѣнки I и II по положенію, величинѣ и направленію, а равно и направленіе передней плоскости стѣнки III (черт. 110).

Требуется найти ширину стѣнки по верху x для $\sigma_{max} = a$.

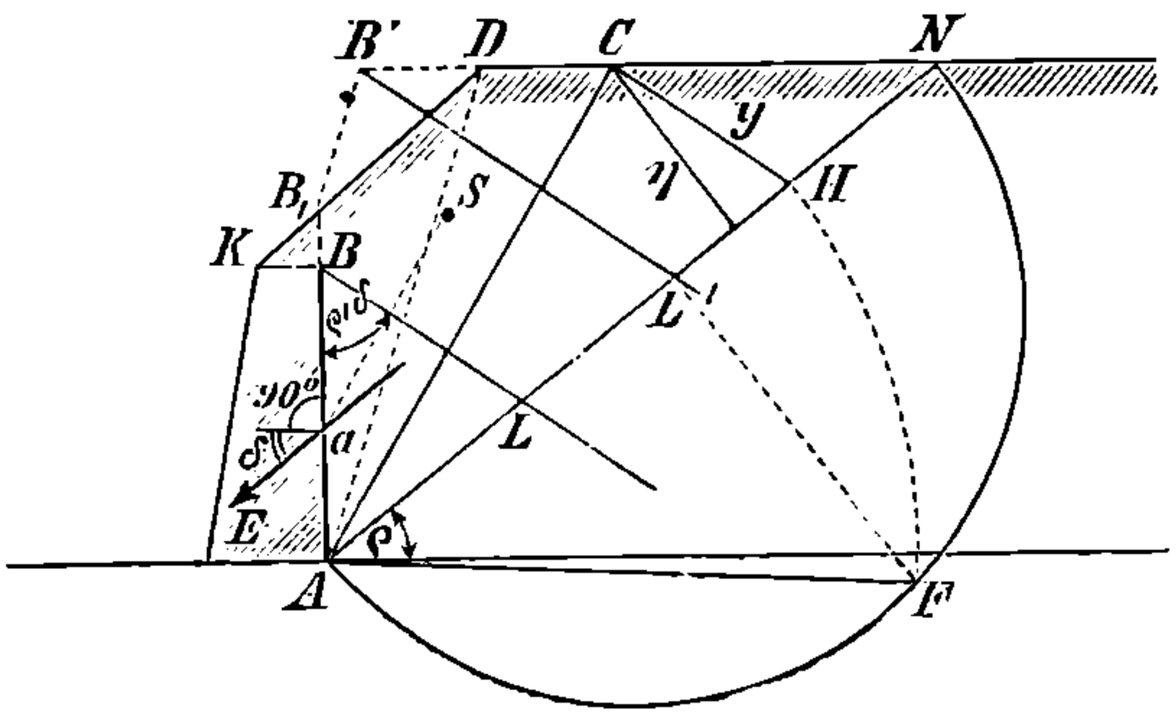
Построеніе*). Проводимъ $B_1A_1 \parallel$ III черезъ B_1, опредѣ-

*) По Мюллеръ-Брес.

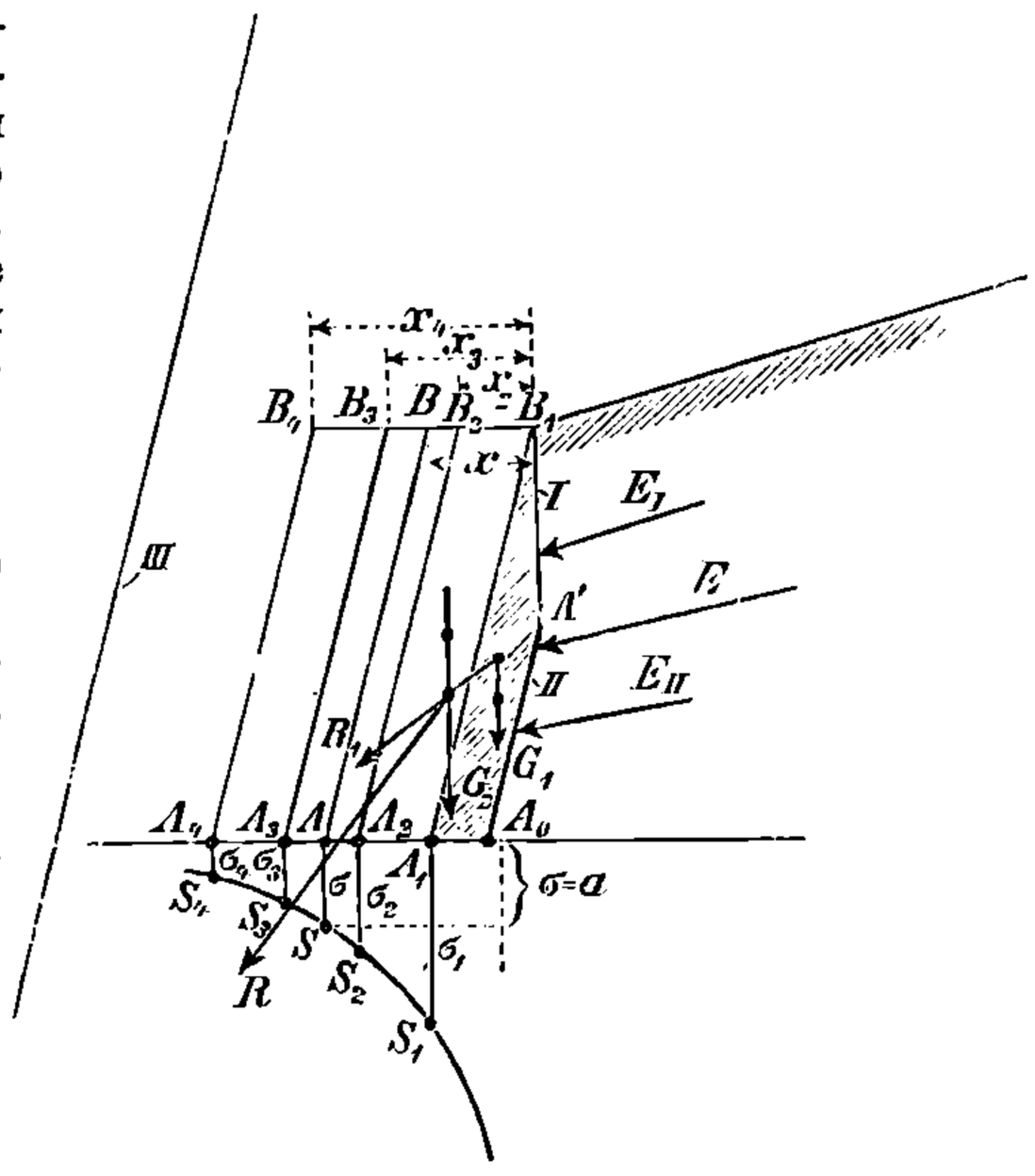
НТБ ДНУЖТ

ляемъ E_I и E_{II} по Ребхану, равнодѣйствующую этихъ силъ E складываемъ съ G_1, вѣсомъ $A_1 B_1 A' A$, находимъ R_1 и опредѣляемъ для нея σ_1, которое откладываемъ по $A_1 S_1 \perp A_0 A_4$. Усиливаемъ стѣнку $A_1 B_1 A' A_0$ на параллелограммъ $A_1 B_1 B_2 A_2$ такъ, что ширина по верху получится x_2; отыскиваемъ для равнодѣйствующей изъ R_1 и G_2 вѣса стѣнки $A_1 B_1 A_2 B_2$ новую равнодѣйствующую R_2, вычисляемъ σ_2 и опредѣляемъ по предыдущему S_2. То же построеніе повторяется для дальнѣйшихъ усиленій стѣнки $A_2 B_2 B_3 A_3$ и $A_3 B_3 B_4 A_4$ съ шириной по верху x_3 и x_4, причемъ цѣлесообразно выбирать $x_3 = 2x_2$ и $x_4 = 3x_2$. Точки S опредѣляютъ **кривую напряженій**. Тогда откладываемъ допускаемое напряженіе $\sigma = a$ перпендикулярно къ $A_0 A_4$, проводимъ параллель къ $A_0 A_4$, находимъ точку S и на одной съ нею вертикали точку A, проводимъ $AB \parallel$ III и находимъ x.

Черт. 109.



Черт. 110.



Подобный же способъ рекомендуется при разсчетѣ всѣхъ

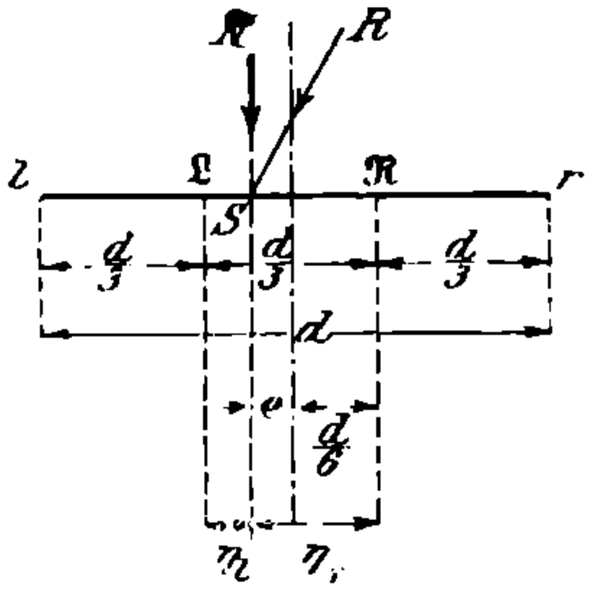
сооруженій на незначительной площади, напр. дымовыхъ трубъ.

7. **Разсчетъ напряженія строительнаго грунта.**

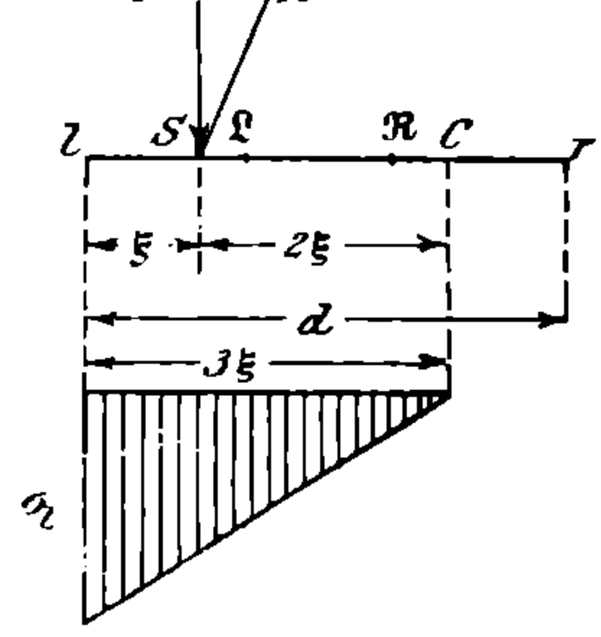
Точка приложенія равнодѣйствующей находится внутри ядра (черт. 111).

$$\left.\begin{matrix}\sigma_l\\ \sigma_r\end{matrix}\right\} = \frac{N}{d}\left(1 \pm \frac{6e}{d}\right) = \frac{6N}{d^2}\left\{\begin{matrix}\eta_r\\ \eta_l\end{matrix}\right.$$

Черт. 111.



Черт. 112.



Точка приложенія равнодѣйствующей находится внѣ ядра (черт. 112).

$$\sigma_l = \frac{2}{3}\frac{N}{\xi}.$$

Въ *Cr* напряженія нѣтъ.

IV. СВОДЫ *).

Опытныя данныя о различныхъ системахъ сводовъ см. стр. 83 и слѣд.

A. Общія данныя.

Точное опредѣленіе формы свода, а равно и вычисленіе требуемой толщины для даннаго пролета и нѣкотораго допускаемаго напряженія возможно лишь, если предварительно задаться нѣкоторымъ опредѣленнымъ сѣченіемъ, дающимъ приблизительную форму и толщину свода.

Для руководства при заданіи этого предварительнаго сѣченія цѣлесообразно при помощи приводимыхъ ниже формулъ опредѣлять приблизительные размѣры толщины свода въ ключѣ и въ пятахъ.

---

*) См. также E. Аутенритъ, Die statische Berechnung der Kuppelgewölbe, Berlin, 1894.

НТБ ДНУЖТ

Пусть означаютъ:

l пролетъ въ свѣту между опорами (устоями) въ m,

l_1 полупролетъ для средней линіи свода въ m,

h стрѣлу прогиба внутренней направляющей свода въ m,

h_1 стрѣлу прогиба средней линіи свода въ m,

d_0 толщину свода въ ключѣ въ m,

d_1 толщину свода въ пятахъ въ m,

d среднюю толщину свода въ m, около $d = {}^1/_2\ (d_0 + d_1)$,

φ_0 уголъ между касательной къ средней линіи свода у пятъ и горизонталью,

γ вѣсъ каменной кладки свода въ kg/cbm,

z_1 высоту каменной кладки (соотвѣтствующую постоянной нагрузкѣ: забутовки, смазки, насыпи, мостовки, пути и т. п.) надъ сводомъ въ m, въ томъ предположеніи, что эта кладка выведена изъ матеріала самаго свода, вѣсъ кубическаго метра котораго равенъ γ,

p подвижную нагрузку, выраженную высотою (въ m) каменной кладки, вѣсомъ γ kg/cbm,

$d_0 + z_1$ высоту посрединѣ пути и въ вершинѣ свода (строительную высоту съ забутовкой),

k_0 среднее давленіе въ ключѣ въ kg/qcm, которое не должно быть превзойдено при равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ моста $= {}^1/_2\ p$; тогда имѣемъ:

а) По **Толкмитту** (черт. 113): *)

$$d_0 \geqq \frac{0{,}5\, p\, h}{(z_1 + d_0) + 0{,}5\, p + 0{,}15\, h}. \qquad \text{I.}$$

$$d_0 \geqq 0{,}000\,014\, \frac{\gamma}{k_0}\, \frac{l^2}{h}\, [(z_1 + d_0) + 0{,}5 p + 0{,}2 h]. \qquad \text{II.}$$

Оба условія I и II должны быть соблюдены для d_0. Первое — для того, чтобы кривая давленій при самой невыгодной (см. стр. 377) нагрузкѣ не выходила изъ внутренней трети сѣченія свода; а второе — для того, чтобы давленіе k_0 не превосходило вышеприведеннаго предѣла. Наибольшее возможное въ сводѣ напряженіе на сжатіе тогда не будетъ больше $k = 2\, k_0$.

Для мостовыхъ сводовъ изъ клинкернаго кирпича на цементномъ растворѣ принимаютъ въ среднемъ $k_0 = 8$ kg/qcm, изъ песчаника $k_0 = 15$ kg/qcm.

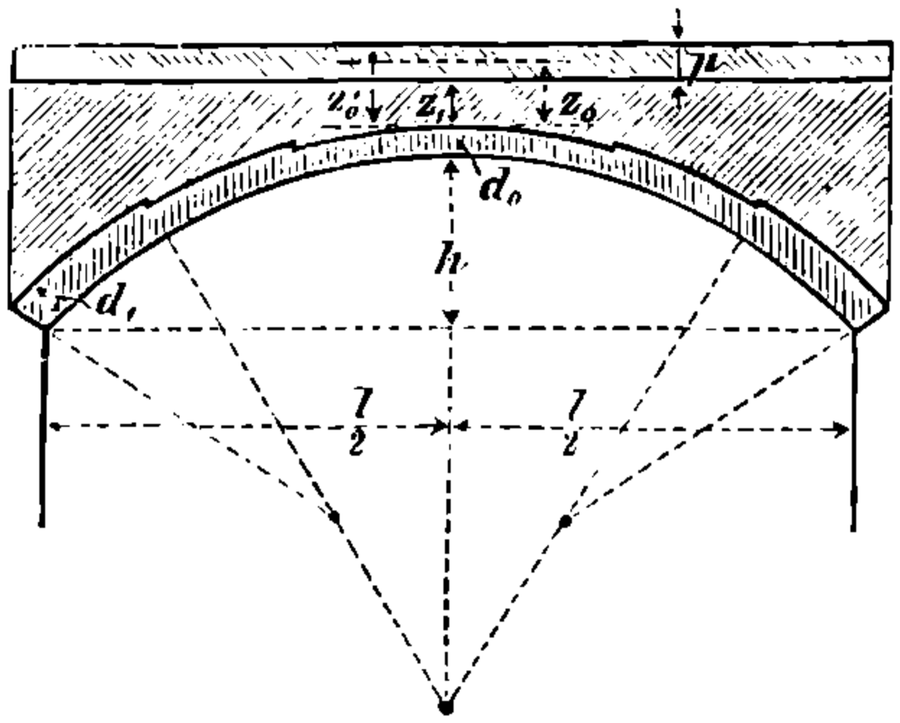
Величина d_0 опредѣляется послѣ нѣсколькихъ пробныхъ подстановокъ.

---

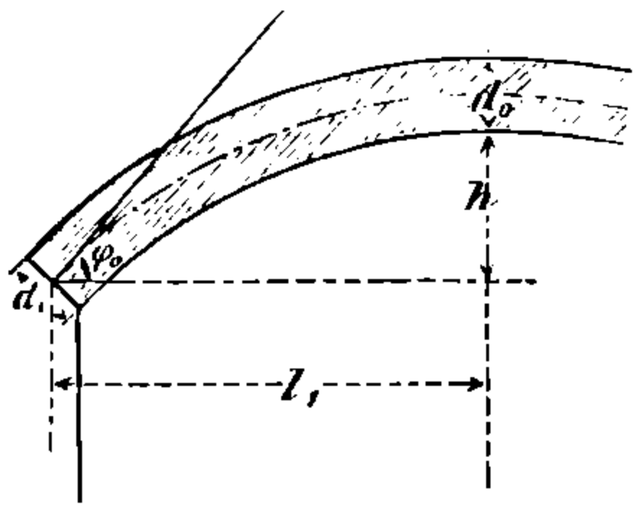
*) См. Г. Толкмиттъ, Das Entwerfen und die Berechnung der Brückengewölbe, Z. f. B. 1885, стр. 263, и Г. Толкмиттъ, Leitfaden für das Entwerfen und die Berechnung der gewölbten Brücken, Berlin, 1895.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 113.



Черт. 114.



По направленію къ опорамъ толщина увеличивается въ зависимости отъ увеличенія давленія по направленію къ пятамъ свода.

Наибольшая подвижная нагрузка (толпа людей), выраженная соотвѣтственною высотою каменной кладки, принимается, наприм., въ городскихъ сводчатыхъ мостахъ изъ кирпича (при $\gamma = 1600$ kg/cbm) при $p_m = 400$ kg/qm для толпы людей равною $p = 0{,}25$ m. Если же принимать въ разсчетъ вѣсъ повозокъ, то надо получаемую по стр. 276 и слѣд. подвижную нагрузку раздѣлить при кирпичной кладкѣ на 1,6 и при кладкѣ изъ песчаника на 2,4, чтобы получить высоту p въ m.

b) По **Мюллеръ-Бреслау** *) (черт. 114).

Полагая, что сводъ построенъ по заданной кривой давленія, имѣемъ наибольшее **давленіе въ пятахъ** свода при односторонней нагрузкѣ въ kg/qcm

$$k_1 = \frac{\gamma\, l_1^2}{20000\, d_1\, h_1}\left\{\left(z_1 + d_0 + 0{,}5\,p + 0{,}14\,h\right)\left(\frac{1}{\cos\varphi_0} \mp \frac{4\,\frac{h_1}{d_1}}{\left(\frac{h}{d_1}\right)^2 + 1}\right) \mp 0{,}75\,p\,\frac{h_1}{d_1}\right\} \qquad \text{III.}$$

Для примѣрнаго заданія толщиною свода предварительно вычисляютъ φ_0 по формулѣ:

$$\operatorname{tg}^2\varphi_0 = \frac{4\,h_1^2}{l_1^2}\,\frac{z_0 + 0{,}5\,h_1}{z_0 + 0{,}14\,h_1}, \qquad \text{IV,}$$

гдѣ: $z_0 = z_1 + d_0 + 0{,}5\,p$ въ m.

Величины d_0 и d_1 сначала должны быть подобраны пробнымъ путемъ, затѣмъ вычисляютъ величину k_1; при слишкомъ большомъ или слишкомъ маломъ k_1 размѣры соотвѣтственно должны быть увеличены или уменьшены.

Отношеніе $d_0 : d_1$ въ пологихъ сводахъ можно выбирать $= \cos\varphi_0$; однако $d_0 : d_1$ должно быть $\geqq 0{,}5$.

Верхній знакъ (—) въ ур. III относится къ верхнему

*) См. H. Müller-Breslau, Elastieitätsthcorie der nach der Stützlinie geformten Tonnengewölbe, Zeitschr. f. Bauwesen 1886.

НТБ ДНУЖТ

ребру опорной пяты, нижній (+) къ нижнему. Если одно изъ значеній для k_1 получится отрицательнымъ, то это указываетъ на то, что кривая давленій выходитъ изъ ядра свода. Пусть въ этомъ случаѣ k'_1 означаетъ давленіе (сжатіе) въ kg/qcm, а k''_1 растяженіе въ швѣ опорной пяты въ kg/qcm, причемъ для k'_1 и k''_1 беремъ абсолютныя ихъ величины; тогда, пренебрегая ничтожнымъ сопротивленіемъ матеріала свода растяженію, надо положить:

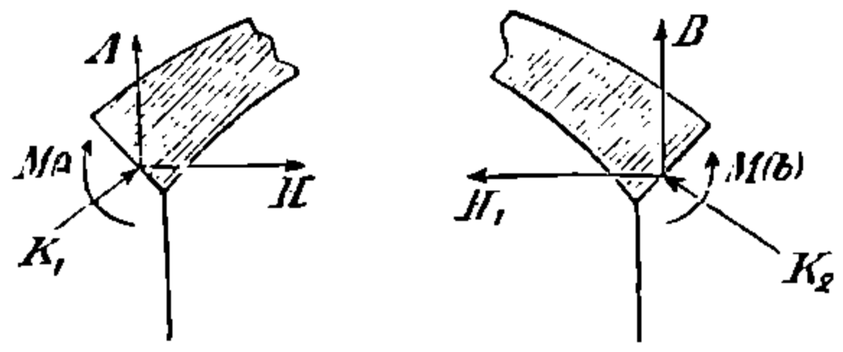
$$k_1 = \frac{\gamma_1 l_1^2}{10000\, d_1 h} (z_0 + 0{,}14\, h) \frac{1}{\cos \varphi_0} \frac{k'_1 - k''_1}{k'_1 - 2\, k''_1} \qquad \text{V.}$$

B. Разсчетъ сводовъ по общей теоріи.

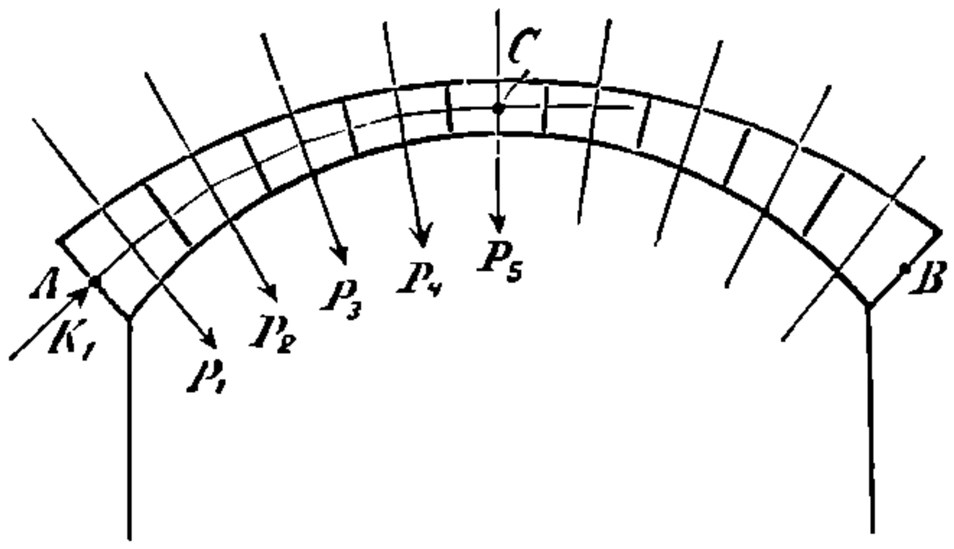
a. Общія данныл.

Пяты находятся на одной высотѣ. Сводъ симметриченъ относительно средней его оси. Арка безъ шарнировъ трижды статически неопредѣленная, ибо имѣется шесть неизвѣстныхъ (A, H и $M_{(a)}$, равно и B, H_1 и $M_{(b)}$) и только три условія равновѣсія (см. черт. 115). Пусть A, H и $M_{(a)}$ опредѣлены, и слѣд. K_1 извѣстно по положенію, величинѣ и направленію. Если начертить многоугольникъ силъ и соотвѣтствующій веревочный многоугольникъ (черт. 116 и 117), проходящій черезъ точки A, B и C, то послѣдній называютъ **веревочнымъ многоугольникомъ равнодѣйствующихъ силъ**, его пересѣченія съ отдѣльными швами представляютъ **опорныя точки**, а геометрическое мѣсто послѣднихъ — **опорную линію.** У сводовъ, равномѣрно нагруженныхъ, опорная линія опредѣляется въ томъ предположеніи, что давленія въ ключѣ и пятахъ проходятъ черезъ средину соотвѣтствующихъ швовъ.

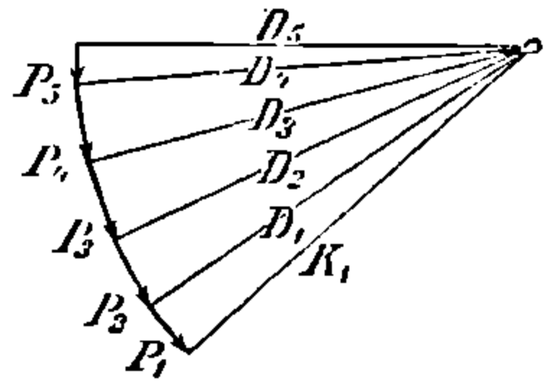
Черт. 115.



Черт. 116.



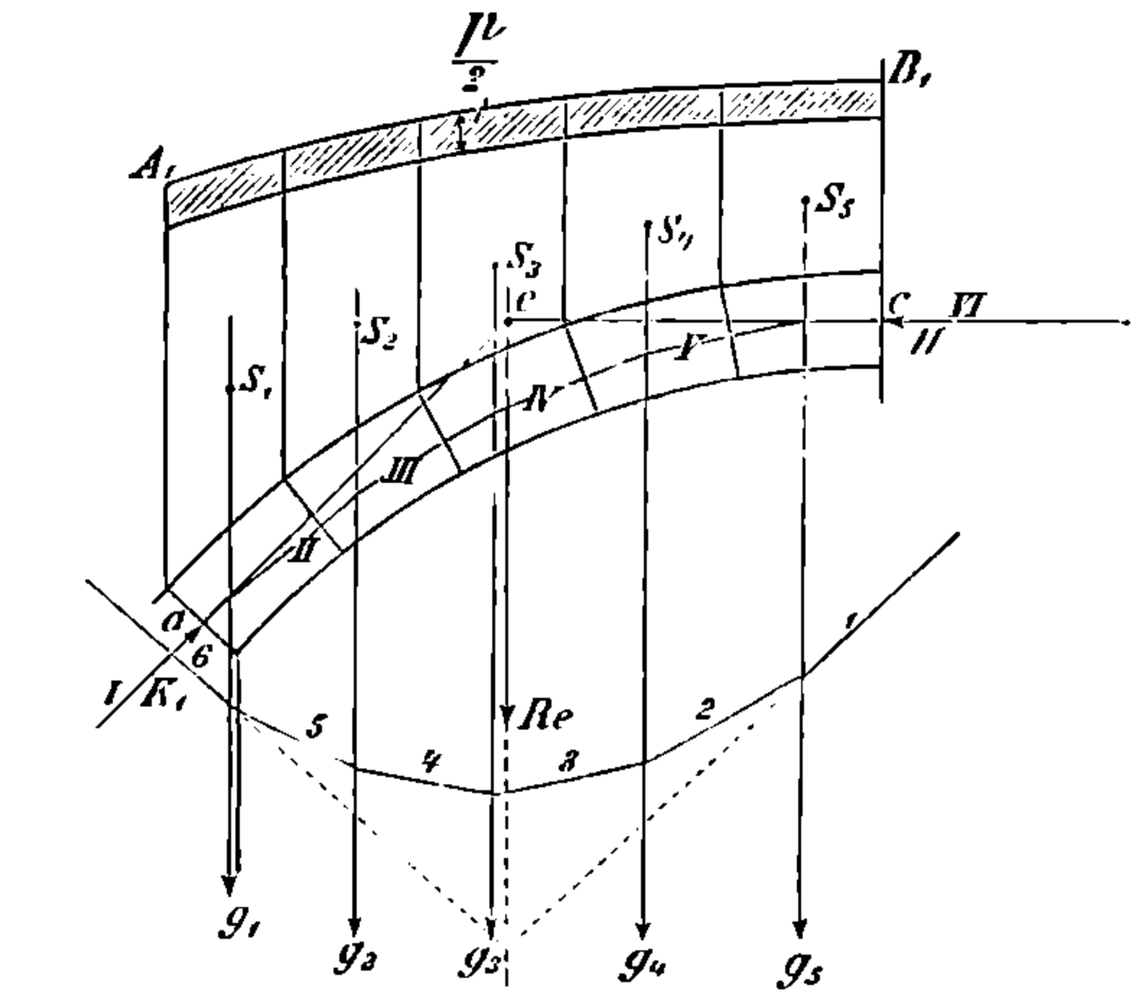
Черт. 117.

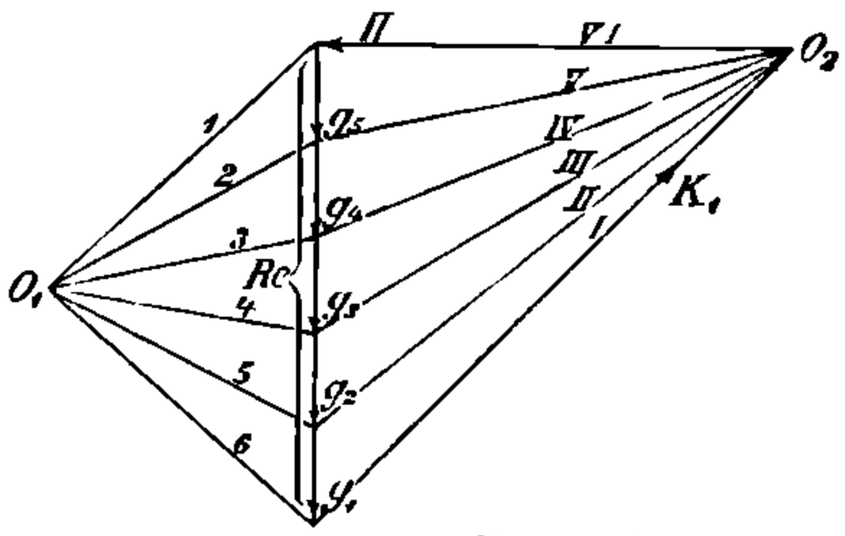


НТБ ДНУЖТ

b. Опредѣленіе формы свода и напряженій.

Черт. 118.





Черт 119.

Предварительно строятъ пробнымъ путемъ такую форму внутренняго очертанія свода, которая наиболѣе соотвѣтствуетъ мѣстнымъ практическимъ и архитектурнымъ условіямъ; по форм. I до V (стр. 317 до 375) вычисляютъ толщину свода въ ключѣ и пятахъ и по этимъ даннымъ опредѣляютъ сѣченіе свода. Пологіе своды обыкновенно образуются изъ дугъ круга.

Затѣмъ опредѣляютъ кривую нагрузки A_1 B_1: отъ собственнаго вѣса (черт. 118), отнесеннаго къ каменной кладкѣ свода и подвижной нагрузки $^1/_2\,p$, равномѣрно распредѣленной на обѣ половины свода.

Для этой цѣли рекомендуется замѣнять сосредоточенную нагрузку равномѣрно распредѣленною и принимать для желѣзнодорожныхъ мостовъ $p = 1600$ до 2500 kg/qm, а для мостовъ проѣзжихъ дорогъ $p = 800$ до 1000 kg/qm.

Послѣ этого производится исправленіе первоначальной формы очертанія свода слѣдующимъ образомъ.

Одна половина свода раздѣляется на отдѣльныя полосы, вѣса которыхъ равны послѣдовательно g_1, g_2, g_3 . . . . (черт. 119), и приложены въ центрахъ тяжести S_1 до S_5 соотвѣтствующихъ полосъ. Раздѣленіе на полосы производится такъ, что у пологихъ сводовъ всѣ части въ горизонтальномъ направленіи между собою равны, а у сильно искривленныхъ сводовъ дуга свода дѣлится на равныя части. g_1 до g_5 слагаются въ одну равнодѣйствующую R_e, точка приложенія ко-

НТБ ДНУЖТ

торой опредѣляется путемъ построенія веревочнаго многоугольника 1 до 6. Пусть опорныя давленія въ ключѣ и пятахъ будутъ приложены на срединѣ швовъ въ *c* и, соотв., *a* (черт. 118).

Въ виду того, что нагрузка принята симметричною, находимъ, что давленіе въ ключѣ горизонтально и равно H.

H, R_e и K_1 должны находиться въ равновѣсіи, т.-е. пересѣкаться въ *e*.

Разложеніемъ R_e по *ce* и *ae* находимъ величины H, K_1 и полюсъ O_2. Для многоугольника силъ съ полюснымъ разстояніемъ H строимъ черезъ центры тяжести *a* и *c* веревочный многоугольникъ равнодѣйствующихъ силъ, который и пересѣкаетъ отдѣльные швы въ опорныхъ точкахъ s_1 до s_4. Направленіе каждой стороны веревочнаго многоугольника совпадаетъ съ направленіемъ равнодѣйствующей внѣшнихъ силъ, дѣйствующихъ на соотвѣтствующую часть кривой свода, причемъ величина каждой такой равнодѣйствующей можетъ быть опредѣляема непосредственно по многоугольнику силъ. Опорная линія, соединяющая точки s_1, s_2 до s_4, приблизительно совпадаетъ съ веревочнымъ многоугольникомъ равнодѣйствующихъ силъ.

Наиболѣе цѣлесообразная форма свода получается въ томъ случаѣ, когда средняя линія выбраннаго сѣченія свода, или криван ось свода, совпадаетъ съ опорною линіей, такъ какъ при этомъ давленіе распредѣляется равномѣрно на отдѣльныя сѣченія свода. Если найденная опорная линія отклоняется значительно отъ средней линіи свода, то построеніе должно быть повторено съ цѣлью выбрать болѣе благопріятную форму очертанія кривой свода.

c. Опорная линія и напряженія въ равномѣрно нагруженномъ сводѣ.

Опредѣляются, какъ было указано въ b., съ тою лишь разницею, что вмѣсто $^1/_2\ p$ принимается полная подвижная нагрузка p.

d. Опредѣленіе опорной линіи и напряженій въ сводахъ, вполнѣ нагруженныхъ съ одной стороны.

Если подвижная нагрузка p мала, то наиболѣе невыгодное напряженіе въ сводѣ имѣетъ мѣсто (приблизительно) тогда, когда нагружена только одна половина свода. Опорная линія (черт. 120) пересѣкаетъ плоскости пятъ и ключа въ точкахъ *a*, *b*, *c*, разстоянія которыхъ (въ m) отъ средней линіи свода опредѣляются уравненіями:

$e = \frac{5}{16}\frac{{d_0}^2}{h_1}$ для точки *c* (по E. Винклеру);

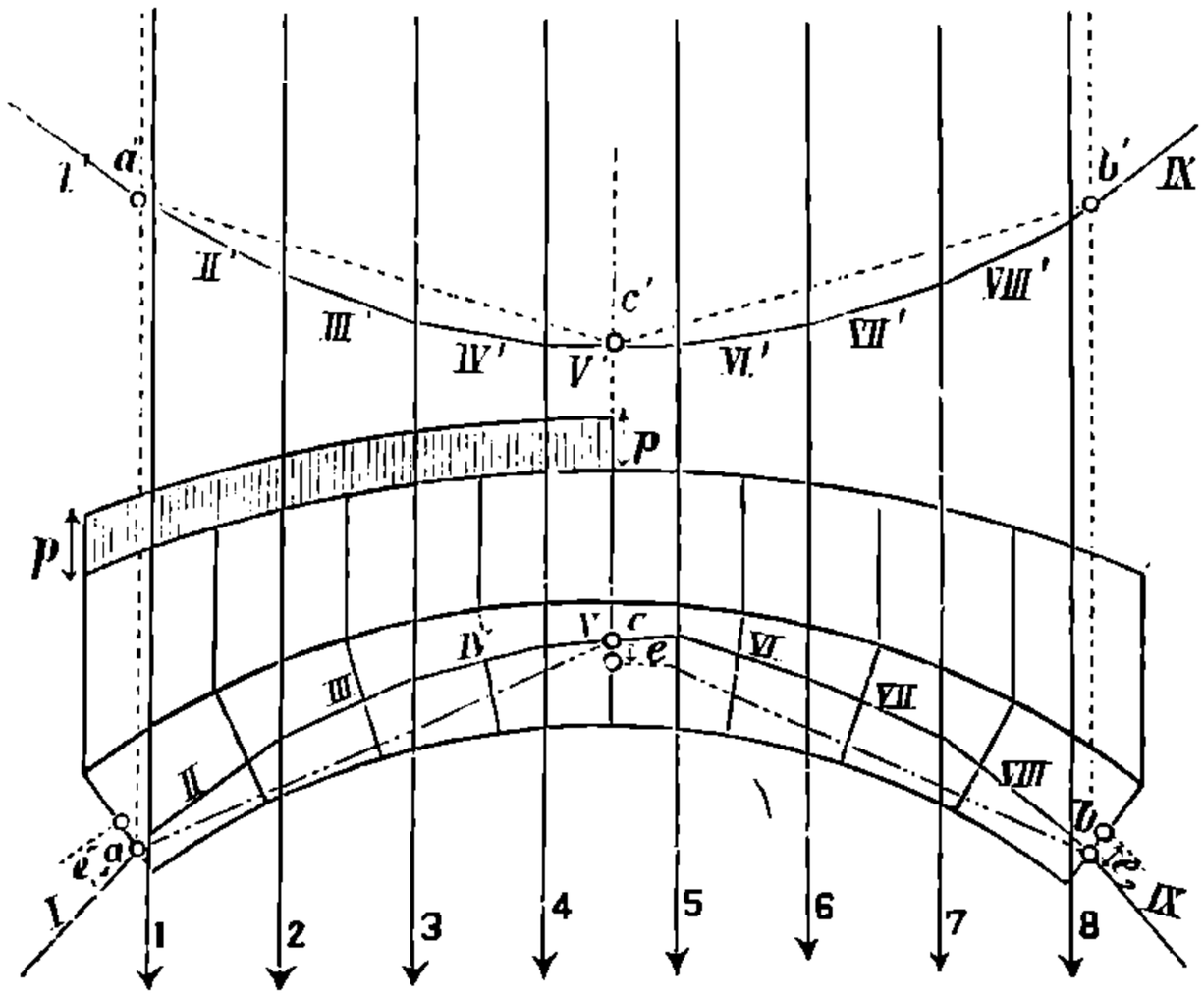
$$\left.\begin{aligned} e_1 &= \cos\varphi^0\left[2e + \frac{1}{8}\frac{p\,h_1}{z_1 + 0{,}14\,h_1}\right] \text{ для } a \\ e_2 &= \cos\varphi_0\left[2e - \frac{1}{8}\frac{p\,h_1}{z_1 + 0{,}14\,h_1}\right] \text{ для } b \end{aligned}\right\}$$ (по Г. Мюллеръ-Бреслау).

НТБ ДНУЖТ

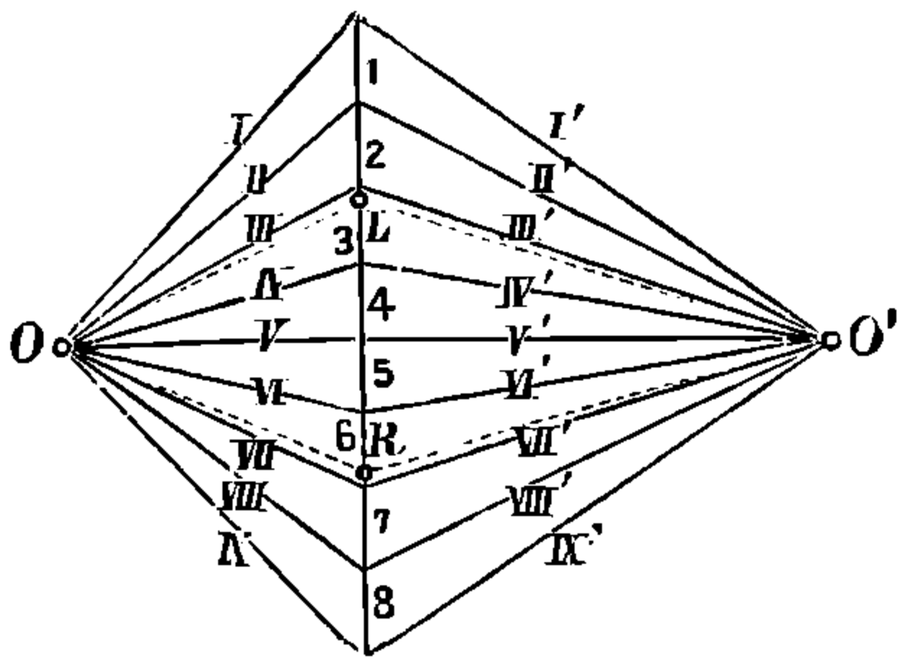
Если для c_2 получается отрицательная величина, то точка b опорной линіи находится выше средней линіи свода.

Для построенія опорной линіи составляютъ изъ вѣсовъ (въ тоннахъ) 1, 2, 3.....8 отдѣльныхъ клиньевъ веревочный многоугольникъ I′ II′ III′. .....IX′ (черт. 120), полюсъ ко-

Черт. 120.



Черт. 121.



тораго выбирается произвольно въ O' (черт. 121), опредѣляютъ пересѣченіе вертикалей черезъ a, b, c съ этимъ веревочнымъ многоугольникомъ въ точкахъ a', b', c' и проводятъ прямыя $O'L \| c'a'$, $O'R \| c'b'$, затѣмъ $LO \| ca$ и $RO \| cb$; тогда точка O представляетъ полюсъ силового многоугольника для искомой опорной линіи I II III.....IX.

е. Опредѣленіе давленія въ швѣ по найденнымъ напряженіямъ.

Пусть, напр., требуется найти давленіе въ швѣ (3) (черт. 122). Давленіе D на этотъ шовъ опредѣляется по масштабу силъ измѣреніемъ луча $O3 = III$ (въ тоннахъ); длины перпендикуляровъ, опущенныхъ изъ точекъ o и u (ядра сѣченія) на сторону III многоугольника, пусть будутъ η_0 и,

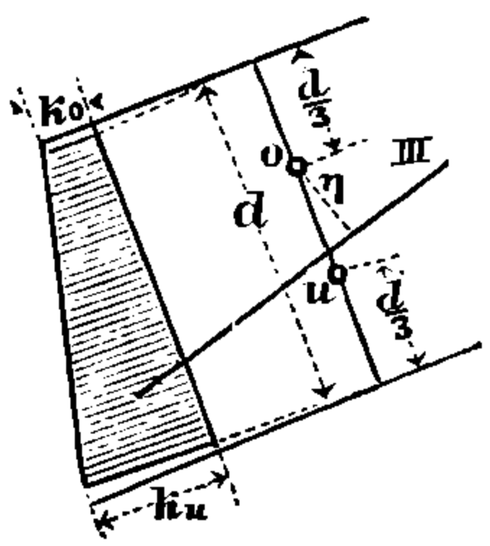
НТБ ДНУЖТ

соотв., η_u въ m. Тогда напряженія въ крайнихъ ребрахъ будутъ въ тоннахъ на qm:

$$k_0 = \frac{6\,D\,\eta_u}{d^2} \text{ и } k_u = \frac{6\,D\,\eta_0}{d^2},$$

гдѣ d длина шва въ m.

Черт. 122.



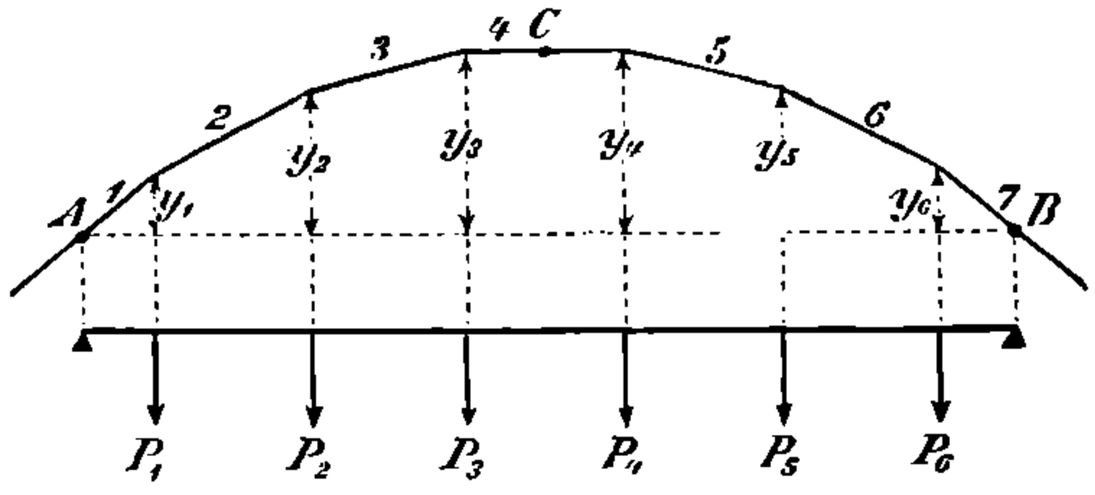
Если прямая III пересѣкаетъ шовъ внѣ ядра (т.-е. внѣ средней трети шва), то, пренебрегая растягивающими усиліями, находимъ наибольшее давленіе въ тоннахъ на qm:

$$k = \frac{2\,D\cos\alpha}{3\,\xi},$$

гдѣ ξ (въ m) разстояніе точки приложенія давленія D отъ наиболѣе сжатаго ребра и α уголъ между D и нормалью къ шву.

Уголъ α долженъ быть вездѣ меньше угла тренія въ покоѣ для кладки по кладкѣ (см. ч. I, стр. 205 и слѣд.), такъ что $\operatorname{tg}\alpha \leqq \mu_0$, гдѣ, въ среднемъ, $\mu_0 = 0{,}7$. Всего лучше, если $\alpha = 0$, т.-е. когда опорная линія встрѣчаетъ шовъ нормально.

Черт. 123.



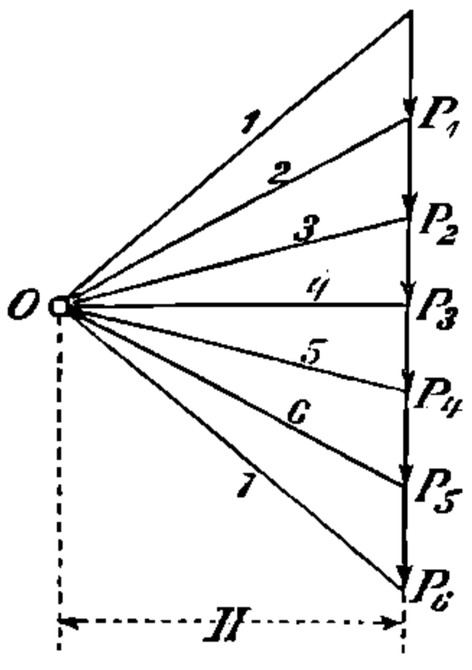
f. Аналитическій разсчетъ опорной линіи (черт. 123 и 124).

Вообразимъ себѣ обыкновенную балку $A\,B$, пролетъ которой равенъ пролету средней линіи свода, и нагруженную грузами P_1, $P_2\ldots$, и будемъ разсматривать площадь $A\,C\,B$, какъ площадь моментовъ для этихъ внѣшнихъ силъ. Вычисляемъ опорныя противодавленія A и B для обыкновенной балки, а затѣмъ и изгибающіе моменты M_1, $M_2\ldots$; тогда имѣемъ:

$$M_1 = H\,y_1$$
$$M_2 = H\,y_2:$$
$$\cdot \qquad \cdot \qquad \cdot$$

$$y_1 = \frac{M_1}{H}; \qquad y_2 = \frac{M_2}{H}\ldots,$$

Черт. 121.



НТБ ДНУЖТ

гдѣ $H = \frac{M_c}{f}$ горизонтальный распоръ,

M_c моментъ въ срединѣ и

f стрѣла прогиба средней линіи свода,

и слѣд.

$$y_m = \frac{M_m}{H} = \frac{M_m}{M_c} f,$$

т.-е. опорная линія представляетъ кривую обратной цѣпной линіи.

С. Вычисленіе напряженій въ сводахъ по теоріи упругости *).

Для этихъ вычисленій предварительно задаются по b., стр. 376, приблизительною формою очертанія свода и опредѣляютъ линію нагрузки $g + {}^1/_2\, p$, отнесенную къ матеріалу каменной кладки свода, чертятъ опорную линію, проходящую черезъ средину ключа и пятъ, и затѣмъ дѣлаютъ исправленіе формы свода по вышеизложенному. Когда опредѣлена такая форма свода, у которой опорная линія приблизительно совпадаетъ со среднею линіею свода въ томъ предположеніи, что эта послѣдняя проходитъ черезъ средину шва въ ключѣ и пятахъ, тогда производятъ болѣе подробное изслѣдованіе свода, разсматривая его, какъ задѣланную дугу, т.-е. отыскиваютъ дѣйствительную опорную линію и вычисляютъ напряженія при помощи трехъ уравненій упругости:

$$\int \frac{M\,ds}{EJ} = 0. \qquad \text{I.}$$

$$\int \frac{M y\,ds}{EJ} - \int \frac{N\,dx}{EF} = 0 \qquad \text{II.}$$

$$\int \frac{M x ds}{EJ} + \int \frac{N\,dy}{EF} = 0 \qquad \text{III.}$$

Это вычисленіе распространяется на два случая нагрузки:

α) сводъ нагруженъ g и равномѣрно распредѣленнымъ ${}^1/_2\, p$,

β) одна половина свода равномѣрно нагружена p.

Разсчетъ не можетъ быть примѣненъ къ сводамъ съ шарнирами въ ключѣ или пятахъ.

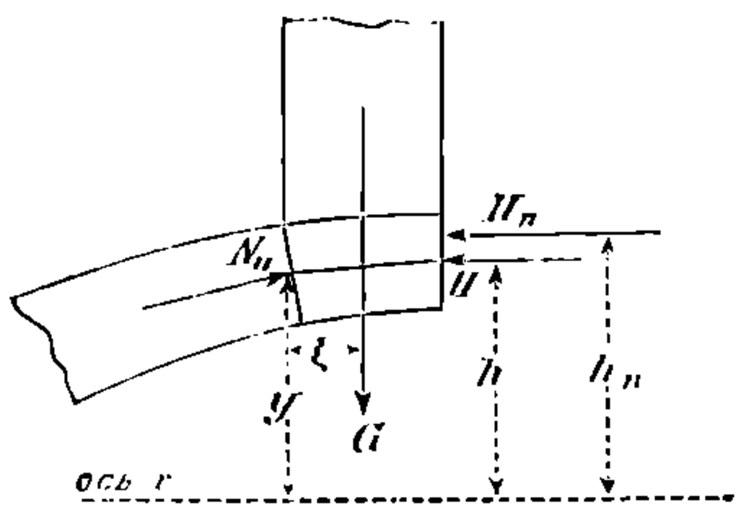
---

*) По Мюллеръ-Бреслау. Elastleitätstheorie der nach der Stützlinie geformten Tonnengewölbe, Z. d. B. 1886, и особыя лекціи Технической школы въ Берлинѣ.

НТБ ДНУЖТ

а. Сводъ нагруженъ равномѣрно. Вычисляется по величинѣ и направленію горизонтальный распоръ, удовлетворяющій уравненіямъ упругости. Пусть (черт. 125 и 126): горизонтальная прямая, проходящая черезъ центръ тяжести очертанія свода, будетъ ось x-овъ,

Черт. 125.

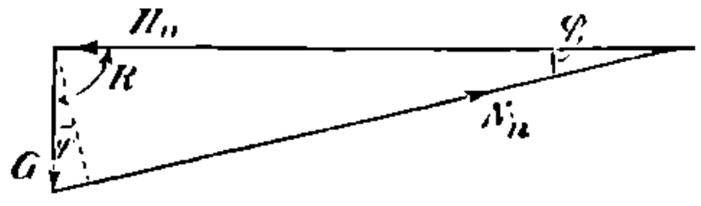


H горизонтальный распоръ при опорной линіи, совпадающей съ осью свода,

H_n дѣйствительный горизонтальный распоръ для даннаго способа нагрузки по условіямъ упругости; тогда имѣемъ:

$$M = H_n (h_n - y) - G\,\xi$$
$$0 = H (h - y) - G\,\xi$$
$$M = H_n h_n - H h + (H - H_n)\, y$$
$$M = H_n h_n - H h + \Delta H\, y.$$

Черт. 126.



$$\int \frac{M\,ds}{EJ} = \int M\,ds\,\frac{J_c}{J} = 0, \qquad \text{I,}$$

гдѣ E модуль упругости,

J моментъ инерціи сѣченія,
J_c произвольный, неизмѣняющійся моментъ инерціи.

$dw = ds\frac{J_c}{J}$ называется **упругимъ вѣсомъ** элемента свода.

$$\int M\,dw = \Delta H \int y\,dw + (H_n h_n - H h)\int dw = 0.$$

Ось x-овъ выбрана такимъ образомъ, что она представляетъ ось центра тяжести упругаго вѣса свода:

$$\int y\,dw = 0,$$

слѣд.
$$H_n h_n = H h, \quad M = \Delta H\, y.$$
$$N = H \sec \varphi$$

НТБ ДНУЖКТ

$$\left.\begin{array}{c} N = H\cos\varphi + G\sin\varphi \\ N_n = H_n\cos\varphi + G\sin\varphi \end{array}\right\}$$
$$N - N_n = \Delta H\cos\varphi$$
$$N_n = H\sec\varphi - \Delta H\cos\varphi.$$

$$\int\frac{M\,y\,d\,s}{E\,J} - \int\frac{N\,d\,x}{E\,F} = 0\,. \qquad \text{II.}$$

$$\int M\,y\,d\,s\,\frac{J_c}{J} - \frac{J_c}{F_c}\int N_u\,d\,s\cos\varphi\,\frac{F_c}{F} = 0.$$

Подставляя въ это уравненіе

$$d\,s\,\frac{J_c}{J} = d\,w, \qquad d\,s\,\frac{F_c}{F} = d\,w'$$

и, кромѣ того, для M и N_n полученныя выше величины, находимъ

$$\frac{F_c}{J_c}\Delta H\int y^2\,d\,w - H\int d\,w' + \Delta H\int\cos^2\varphi\,d\,w' = 0 \qquad \text{III.}$$

Если выразить F_c и J_c черезъ $d\,w$ и $d\,w'$, а эти послѣднія величины черезъ δ и δ_c, гдѣ δ_1, δ_2... толщины отдѣльныхъ частей свода и δ_c означаетъ произвольную постоянную величину такъ, что:

$$d\,w = d\,s\left(\frac{\delta_c}{\delta}\right)^3 \qquad d\,w' = d\,s\,\frac{\delta_c}{\delta},$$

то получимъ $\Delta H = H\,\mu$, гдѣ

$$\mu = \frac{\int d\,w'}{\frac{12}{\delta_c^2}\int y^2\,d\,w + \int d\,w'\,\cos^2\varphi}$$

b. Сводъ нагруженъ g и равномѣрно распредѣленной по всей длинѣ дуги нагрузкой $^1/_2\,p$. Пусть опорная линія совпадаетъ съ осью свода.

1. Опредѣленіе оси x-овъ.

Ось x-овъ выбирается такъ, чтобы она была осью центра тяжести упругаго вѣса свода. При ея построеніи выбираютъ вмѣсто дифференціаловъ ds конечныя длины элементовъ свода. Предварительно вычисляются усилія w_1, w_2, ... по формулѣ:

$$w_1 = s_1\left(\frac{\delta_c}{\delta_1}\right)^3; \qquad w_2 = s_2\left(\frac{\delta_c}{\delta_2}\right)^3$$

гдѣ s_1, s_2 ... означаютъ длины отдѣльныхъ отрѣзковъ свода (по дугѣ), выбираемыя обыкновенно равными,
δ_1, δ_2 ... средняя толщина этихъ отрѣзковъ,
δ_c произвольная постоянная величина.

НТБ ДНУЖТ

Для произвольнаго полюснаго разстоянія w_p (черт. 127 и 128) чертимъ многоугольникъ силъ и по немъ веревочный многоугольникъ I, II,... IV для силъ w_1, w_2,... w_5; черезъ точку пересѣченія крайнихъ сторонъ многоугольника I и VI проводимъ ось x-овъ и находимъ такимъ образомъ h_0 и h_u.

2. **Вычисленіе** ΔH (черт. 127 и 128).

$$\Delta H = H - H n = H \mu$$

$H = \frac{M_c}{f}$ (см. **b.** 2 и **f.**, стр. 376 и 379),

$$\mu = \frac{\int d w'}{\frac{12}{\delta_c^2}\int y^2 d w + \int d w' \cos^2 \varphi}$$

Въ этомъ уравненіи имѣемъ:

$$d w = d s \left(\frac{\delta_c}{\delta}\right)^3,$$

$$d w' = d s \left(\frac{\delta_c}{\delta}\right),$$

$\varphi =$ уголъ между N и H.

Для разсчета достаточно дифференціалы дугъ выражать конечными отрѣзками дуги; поэтому интегралы опредѣляются всего лучше графически (черт. 128 и 127).

$\int y^2 d w$ представляетъ моментъ инерціи вѣсовъ w относительно оси, проходящей черезъ центры тяжести этихъ вѣсовъ, и опредѣляется при помощи двухъ веревочныхъ многоугольниковъ (полюсныя разстоянія w_p и a). Тогда находимъ:

$$\Sigma w y^2 = w_p a c.$$

a и c измѣряются въ масштабѣ чертежа, w_p въ вполнѣ независимомъ отъ нихъ масштабѣ, въ которомъ отложены были вѣса w.

Тогда получаемъ окончательно:

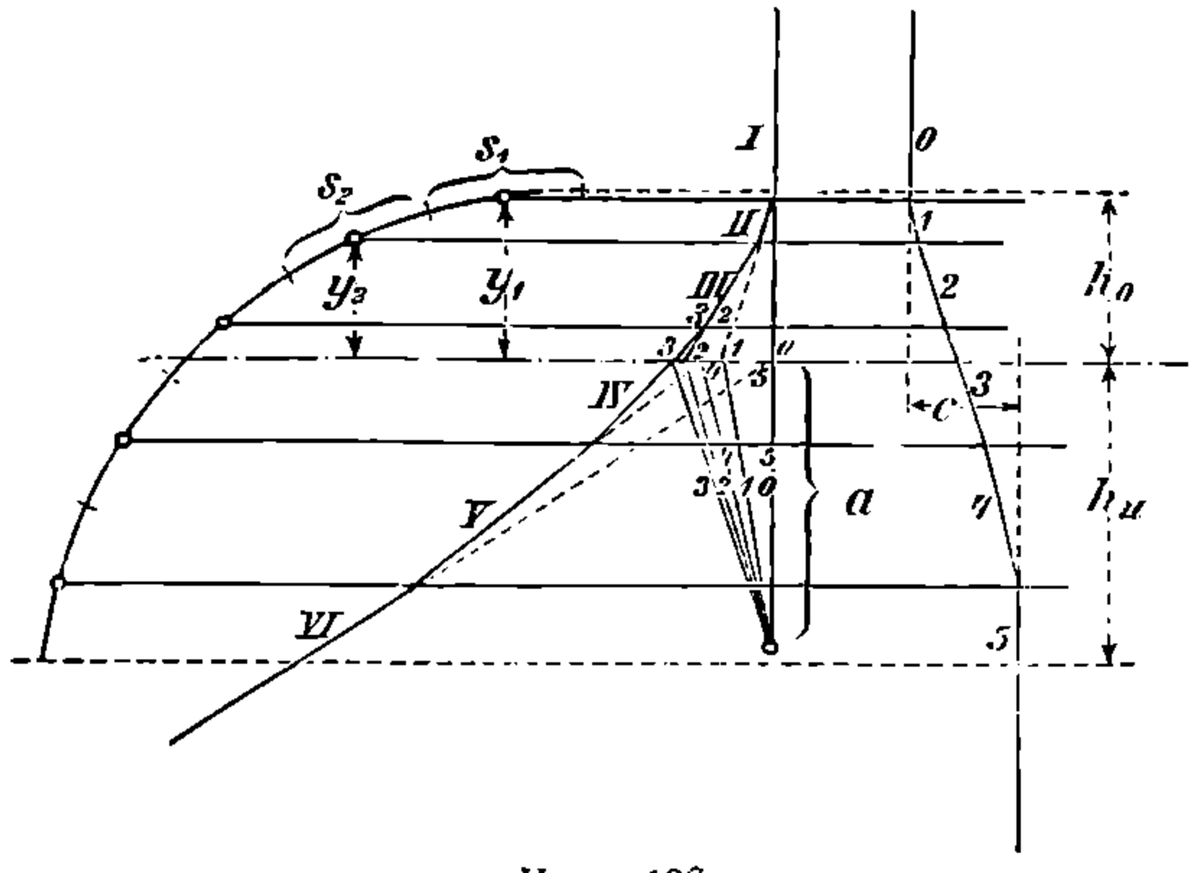
$$\mu = \frac{\Sigma w'}{\frac{12\, w_p a c}{\delta_c^2} + \Sigma w' \cos^2 \varphi}.$$

Такимъ образомъ найдено $\Delta H = H \mu$, а, слѣд., легко могутъ быть вычислены моментъ въ ключѣ $M_s = \Delta H h_0$ и моментъ въ пятахъ $M_k = \Delta H h_u$.

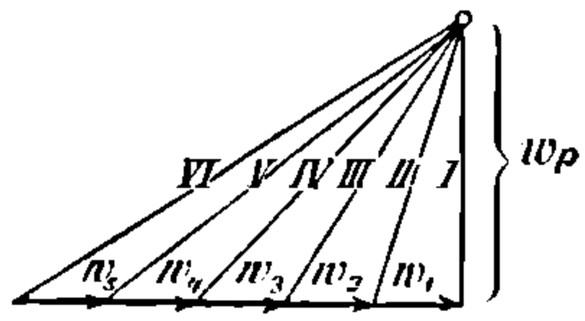
Для опредѣленія значеній $w' \cos^2 \varphi$ необходимо вычисленныя величины w'_5 w'_4 ... w'_1 откладывать послѣдовательно

НТБ ДНУЖТ

Черт. 127.

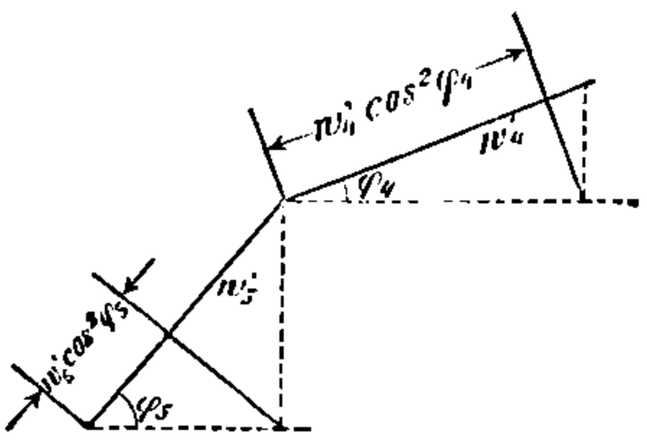


Черт. 128.



въ опредѣленномъ масштабѣ подъ углами φ_5, φ_4 . φ_1; искомыя величины $w' \cos^2 \varphi$ опредѣляются тогда, какъ указано на черт. 129.

Черт. 129.



Если отрѣзки дугъ s имѣютъ одинаковую длину, то въ формулѣ для μ можно числителя и знаменателя раздѣлить на s, и тогда:

$$w_1 = \left(\frac{\delta_c}{\delta_1}\right)^3 \quad w_2 = .,$$

$$w_1' = \frac{\delta_c}{\delta_1}, \quad w_2' =$$

Упругіе вѣса представляютъ числа и, слѣдов., измѣряются въ опредѣленномъ масштабѣ, а именно въ томъ же масштабѣ, что и c, h_p и y.

3. Вліяніе измѣненія поперечнаго сѣченія

по дугѣ свода на конечный результатъ весьма незначительно. Въ большинствѣ случаевъ принимаютъ въ разсчетъ постоянное сѣченіе. δ_c тогда представляетъ среднюю толщину свода:

$$\delta_c = \frac{\delta_s + \delta_k}{2}.$$

НТБ ДНУЖТ

Въ этомъ случаѣ имѣемъ далѣе:

$$w_m = 1, \quad w_m' = 1 \ldots$$

Если сводъ весьма пологій, то при разсчетѣ принимаютъ n-кратныя высоты, т.-е. ny.

c. Предположеніе свода невѣсомымъ и нагруженнымъ грузомъ p только на одной сторонѣ (наиболѣе опасное положеніе груза).

Для облегченія разсчетовъ вообразимъ себѣ эту нагрузку замѣненною равномѣрно распредѣленною нагрузкою $^1/_2\, p$, которая на лѣвой половинѣ свода дѣйствуетъ книзу, а на правой — кверху (черт. 130).

1. Опредѣленіе V_0.

Для любой точки лѣвой половины свода имѣемъ тогда:

$$M_l = V_0 x - {}^1/_2\, p \frac{x^2}{2},$$

а для правой половины точно такъ же:

$$M_r = - V_0 x + {}^1/_2 \frac{p x^2}{2},$$

гдѣ V_0 перерѣзывающая сила въ ключѣ.

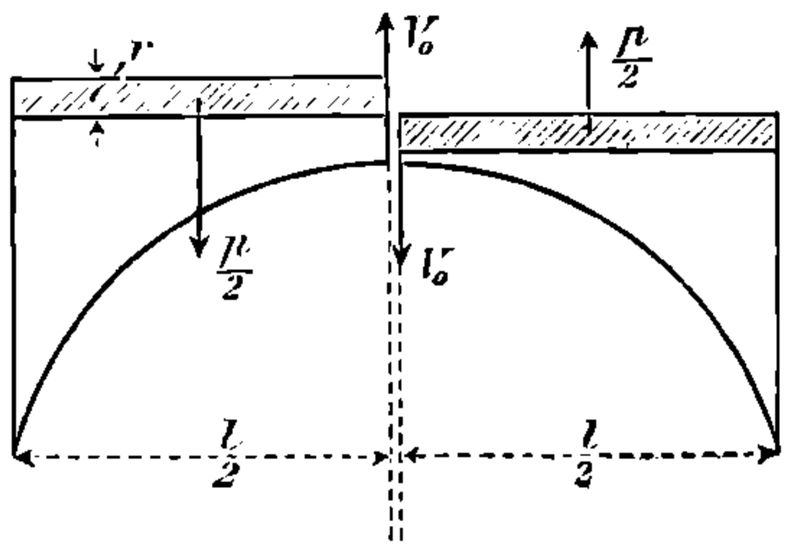
Одно изъ этихъ значеній M, напр. M_l, подставляемъ въ третье уравненіе упругости. Подставляя

$$\frac{ds}{EJ} = dw,$$

пренебрегая осевыми усиліями и принимая въ разсчетъ, что

$$\int M_l x\, dw = \Sigma M_l x\, w,$$

Черт. 130.



находимъ:

$$V_0 = {}^1/_4\, p \frac{\Sigma x^3 w}{\Sigma x^2 w}.$$

Значенія $\Sigma x^3 w$ и $\Sigma x^2 w$ опредѣляются графически, какъ указано въ **b.** 2 (черт. 131 и 132); отсюда находимъ:

$$\Sigma x^3 w = h_{(p)}{}^3 t,$$
$$\Sigma x^2 w = h_{(p)}{}^2 u,$$

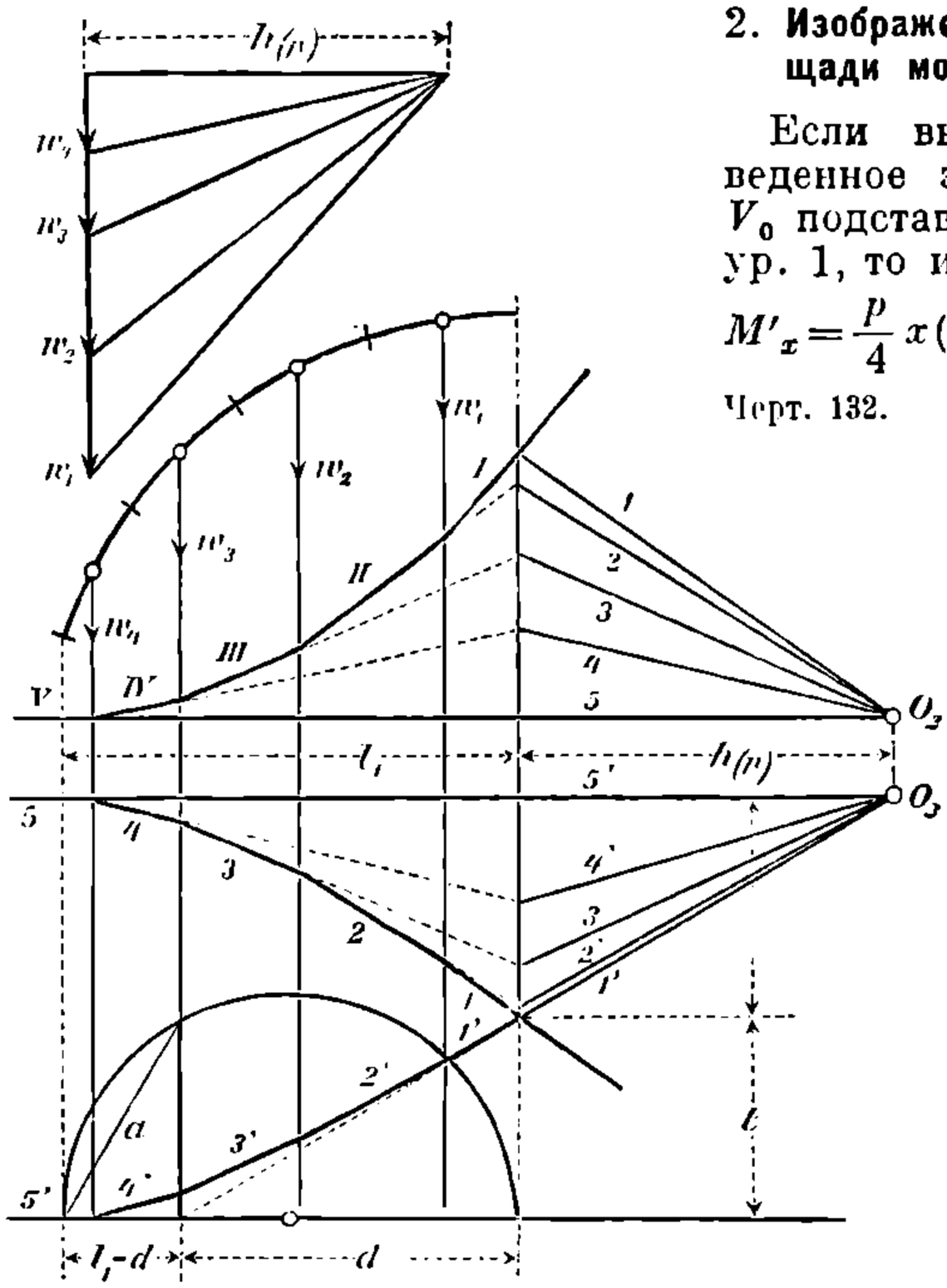
слѣдов. $V_0 = \frac{p}{4} \frac{h_{(p)} t}{u}$,

а въ виду того, что $\frac{d}{h_{(p)}} = \frac{t}{u}$,

будемъ имѣть $V_0 = \frac{p}{4} d$.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 131.



2. Изображеніе площади моментовъ.

Если вышеприведенное значеніе V_0 подставить въ ур. 1, то имѣемъ:

$$M'_x = \frac{p}{4} x(d - x).$$

Черт. 132.

Для **пяты** имѣемъ $x = l_1$ и, слѣд., — $M'_k = {}^1/_4 p\, l_1 (l_1 - d)$, $M'_k = {}^1/_4 p\, a^2$ (черт. 133).

При $x = \frac{l_1}{2}$ имѣемъ:

$$M'_x = {}^1/_{16} p\, l_1^2 - {}^1/_8 p\, l_1 d.$$

Площадь моментовъ для этой нагрузки ограничивается съ каждой стороны параболой надъ полупролетомъ, высота параболы $h = \pm {}^1/_{16} p\, l_1^2$, и прямою, имѣющею съ параболою посрединѣ пролета общую точку, а у пятъ — ординаты $\pm {}^1/_4 p\, a^2$ (черт. 133). Знакъ (+) для принятой нагрузки относится къ лѣвой половинѣ свода, а (—) къ правой половинѣ свода.

Для $x = 0$, т.-е. у ключа, моментъ $M_x' = 0$.

d. Опредѣленіе напряженій.

1. **Напряженія** опредѣляются по вычисленіи моментовъ для пятъ и ключа при различныхъ нагрузкахъ. Въ виду того,

НТБ ДНУЖТ

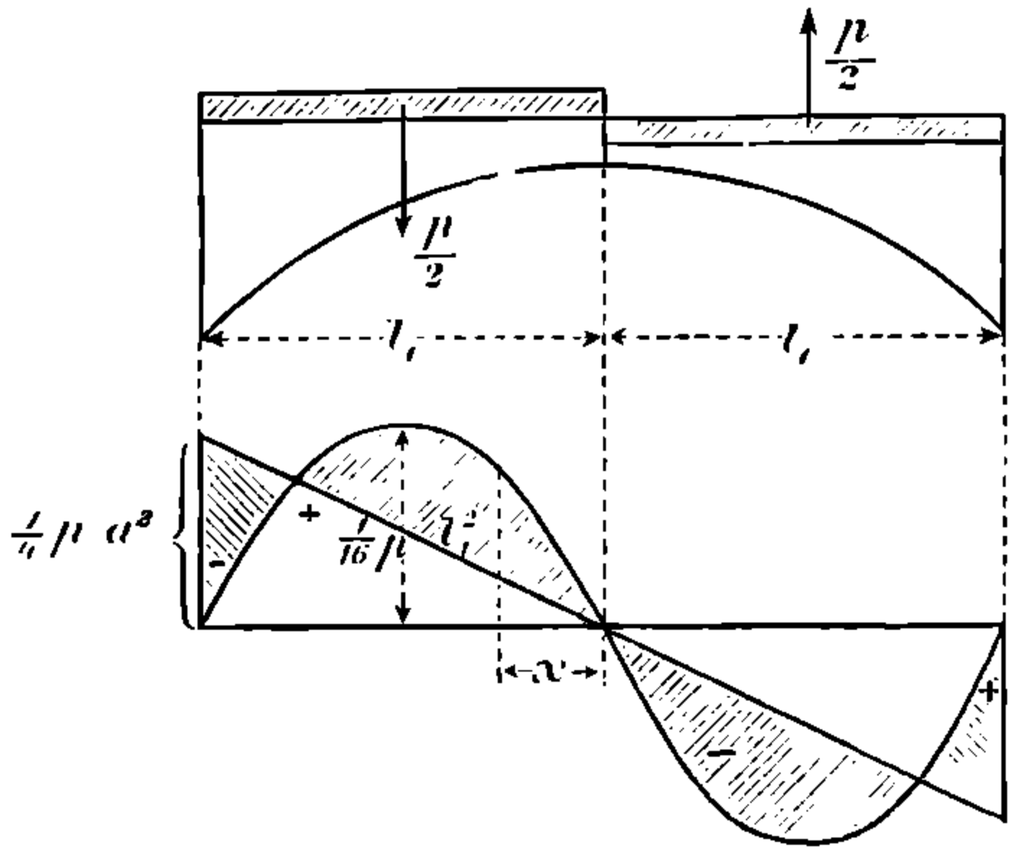
что $M_x = \Delta\, H y + M'_x$, напряженіе опредѣляется по формулѣ:

$$\sigma_x = \frac{N_n}{1\delta} \pm \frac{6 M_x}{\delta^2}.$$

Вслѣдствіе малой разницы можно N_n замѣнить черезъ $N = H \sec \varphi$; тогда будемъ имѣть:

$$\left.\begin{matrix}\sigma_0 \\ \sigma_u\end{matrix}\right\} = \frac{H \sec \varphi}{\delta} \pm \frac{6 M_x}{\delta^2}.$$

Черт. 133.

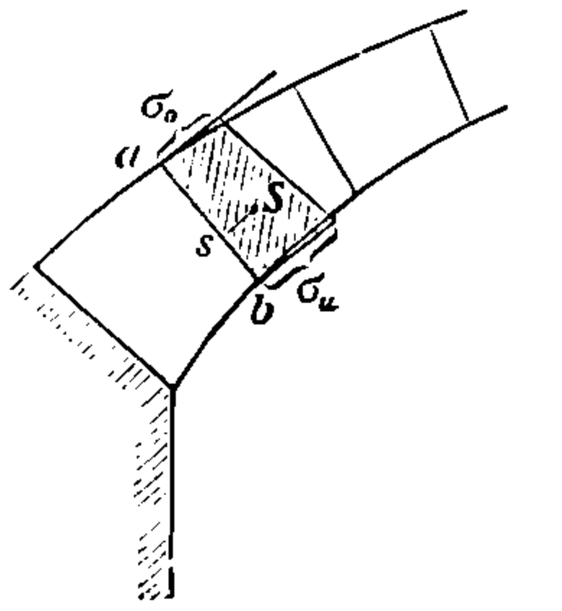


При помощи σ_0 и σ_u чертимъ трапеціи, по которымъ происходитъ измѣненіе напряженій. Центры тяжести этихъ трапецій S соотвѣтствуютъ каждый разъ точкамъ s опорной линіи (черт. 134).

Если какое-либо значеніе σ получается отрицательнымъ, то измѣняютъ разсчетъ, т.-е. вычисляютъ σ по формулѣ

$$\sigma = \frac{2N}{3\xi}.$$

Черт. 134.



Здѣсь означаютъ:

$$N = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}\delta,$$

$$\xi = \frac{\sigma_1 + 2\sigma_2}{3(\sigma_1 + \sigma_2)}\delta$$

и, слѣдов., $\sigma = \dfrac{(\sigma_1 + \sigma_2)^2}{\sigma_1 + 2\sigma_2}$.

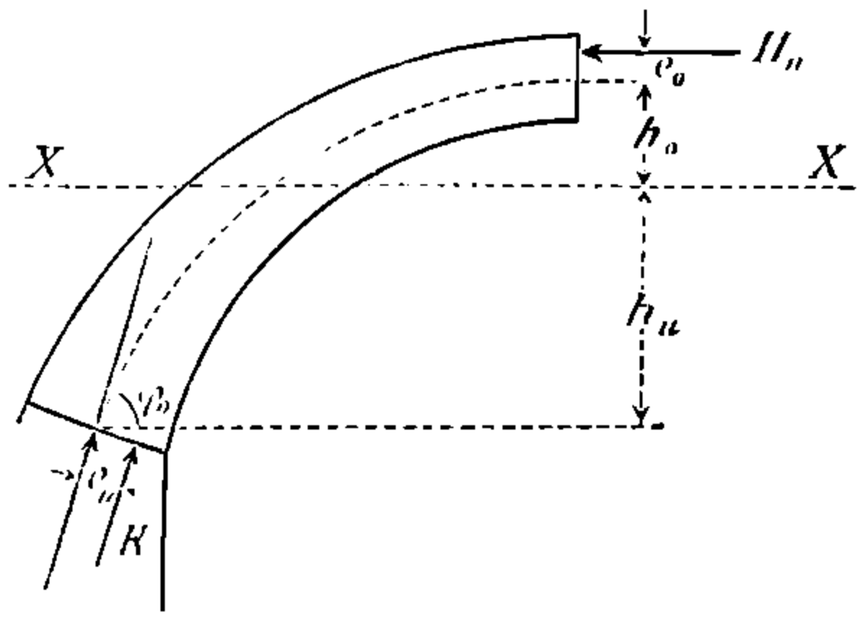
Сама опорная линія не чертится. Пусть, напр., по первой формулѣ получились для σ_0 и σ_u величины $\sigma_1 = 20$ kg/qcm и $\sigma_2 = -8$ kg/qcm; тогда, пренебрегая вытягивающими напряженіями, найдемъ по формулѣ

$$\sigma = \frac{2N}{3\xi} = \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)^2}{\sigma_1 + 2\sigma_2}$$

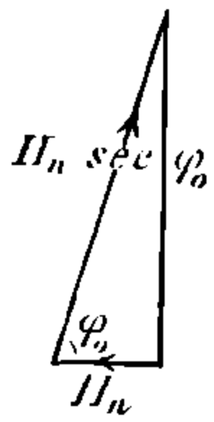
$$\sigma_{max} = \frac{(20 - 8)^2}{20 - 16} = 36 \text{ kg/qcm}.$$

НТБ ДНУЖТ

Черт. 135.



Черт. 136.



2. Если **вычерчивается опорная линія**, то необходимо еще вычислить разстоянія e_0 и e_u (черт. 135 и 136); послѣднее производится по слѣдующему приближенному способу:

$M_s = \Delta H h_0 = H_n e_0$, слѣдов.

$$e_0 = h_0 \frac{\Delta H}{H_n},$$

$$\Delta H = \mu H.$$

$$H_n = (1 - \mu) H.$$

$$e_0 = h_0 \frac{\mu}{1-\mu}$$

$$M_k = \Delta h_u = H_n e_u \sec \varphi_0$$

$$e_u = \frac{\Delta H h_u \cos \varphi_0}{H_n}$$

$$e_u = h_u \frac{\mu}{1-\mu} \cos \varphi_0,$$

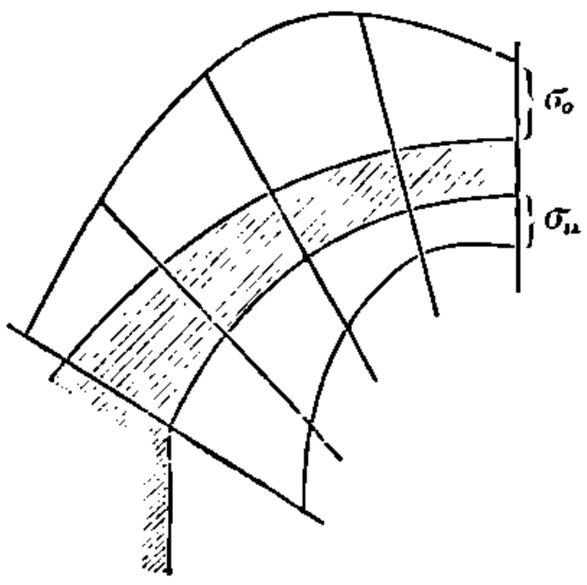
гдѣ
$$\mu = \frac{\int dw'}{\frac{12}{\delta_c^2}\int y^2 dw + \int dw' \cos^2 \varphi}$$

(см. стр. 383) и, приблизительно,

$$\mu = \frac{\int dx}{\frac{12}{\delta_c^2}\int y^2 dx + \int dx}$$

Ось свода имѣетъ форму параболы, если принять $\int y\, ds \frac{J_c}{J} = 0$, отчего $\int y\, dx = 0$.

Черт. 137.



$h_0 = {}^1/_3 f$; $h_u = {}^2/_3 f$, $y = {}^1/_3 f - f \frac{x^2}{({}^1/_2 l)^2}$,

$$\mu = \frac{1}{\frac{16}{15}\frac{f^2}{\delta_c^2} + 1},$$

$$\frac{\mu}{1-\mu} = \frac{15}{16}\left(\frac{\delta_c}{f}\right)^2$$

Винклеръ принимаетъ вообще для пологихъ сводовъ:

$$e_0 = \frac{5}{16}\frac{\delta_c^2}{f}; \quad e_u = 2 e_0 \cos \varphi_0.$$

НТБ ДНУЖТ

3. Когда опредѣлены, на основаніи изложеннаго въ **b.** и **c.**, наибольшіе моменты въ отдѣльныхъ сѣченіяхъ свода и по этимъ моментамъ вычислены по **d.** 1 напряженія σ_0 и σ_u, то законъ измѣненія напряженій можетъ быть изображенъ графически, если направленіе швовъ продолжить и откладывать по этимъ продолженнымъ направленіямъ отъ внѣшней и внутренней направляющей свода найденныя величины σ_0 и, соотв., σ_u. Кривая (черт. 137), соединяющая концы отложенныхъ отрѣзковъ, даетъ законъ измѣненія напряженій.

e. Опоры сводовъ.

Обозначимъ въ kg/m длины свода (черт. 138) черезъ:
K давленіе, производимое сводомъ на устой,
G вѣсъ ненагруженнаго устоя,
R равнодѣйствующую силъ K и G.
Если разложимъ силу R на N, нормальную къ шву SM, и S, параллельную шву SM, тогда для устойчивости должно быть:

$$S \leqq 0{,}7\, N.$$

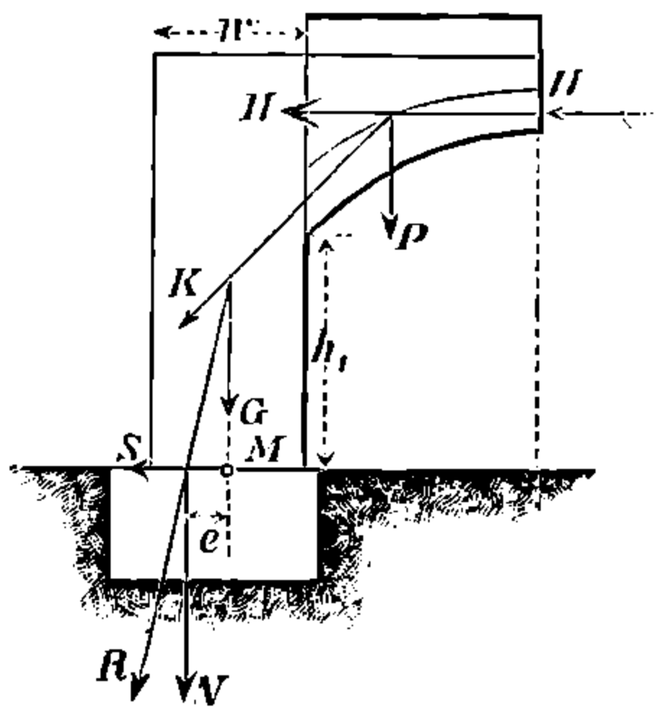
Обозначивъ (въ m) черезъ e разстояніе точки приложенія силы R отъ средины M подошвы устоя SM, имѣемъ наибольшее напряженіе k въ каменной кладкѣ (см. ч. I, стр. 462):

$$\text{при } e < \frac{w}{6} \qquad k = \frac{N}{w}\left(1 + \frac{6\,e}{w}\right) \text{ kg/qm},$$

$$\text{при } e > \frac{w}{6} \qquad k = \frac{2\,N}{3\,(0{,}5\,w - e)} \text{ kg/qm}.$$

При этомъ слѣдуетъ принимать тотъ способъ нагрузки свода, для котораго значенія N и e вызываютъ наибольшее напряженіе k. Обыкновенно условіе это имѣетъ мѣсто въ тѣхъ случаяхъ, когда приблизительно $^1/_4$ пролета свода l, обращенная къ опорѣ, не нагружена. Величина подошвы фундамента опредѣляется по допускаемому давленію на грунтъ (см. стр. 62 и ч. I, стр. 389).

Черт. 138.



Если должно быть принято во вниманіе давленіе грунта, дѣйствующее сзади опорныхъ стѣнъ свода, то вмѣсто K должна быть взята равнодѣйствующая давленія грунта E (оно опредѣляется по стр. 365 и слѣд.) и силы K.

НТБ ДНУЖТ

V. ЖЕЛѢЗО-БЕТОННЫЯ СООРУЖЕНІЯ.

Техническія условія для желѣзо-бетонныхъ сооруженій.

Утверждены по П. М. Н. С. 30 мая 1908, за № 53.

I. Общее положеніе. § 1. Настоящія техническія условія относятся къ такимъ сооруженіямъ изъ бетона, снабженнымъ желѣзною арматурою разнаго вида, въ которыхъ обѣ составныя части играютъ существенную роль въ передачѣ усилій и сопротивленіи, работая какъ одно цѣлое.

II. Составъ проекта. § 2. Проектъ долженъ состоять изъ:

а) Чертежей общаго расположенія, детальнаго устройства каждой части сооруженія съ указаніемъ расположенія и конструкціи арматуръ и съ обозначеніемъ всѣхъ размѣровъ.

б) Подробнаго разсчета съ указаніемъ принятыхъ нагрузокъ, рода матеріаловъ и коэффиціентовъ прочности и устойчивости.

в) Пояснительной записки, заключающей въ себѣ описаніе особенно отвѣтственныхъ частей сооруженія, съ приложеніемъ чертежей формъ и подмостей, указаніе порядка производства работъ, послѣдовательности и сроковъ раскружаливанія, а равно указаніе климатическихъ условій и времени производства работъ.

§ 3. Правильность составленія проекта должна быть удостовѣрена установленнымъ порядкомъ.

III. Разсчетъ. § 4. Разсчетъ прочности долженъ быть основанъ на научныхъ методахъ строительной механики, а равно и на основаніи опытовъ, спеціально произведенныхъ для разсматриваемаго случая.

§ 5. Кромѣ напряженій, вызываемыхъ нагрузками, при разсчетахъ необходимо принимать во вниманіе и дополнительныя напряженія, происходящія отъ измѣненія температуры и объема бетона при процессѣ твердѣнія, если таковыя дополнительныя напряженія не устранены принятіемъ соотвѣтствующихъ мѣръ.

§ 6. Впредь до установленія опредѣленныхъ способовъ разсчетовъ желѣзо-бетонныхъ сооруженій, надлежитъ руководствоваться прилагаемыми къ симъ техническимъ условіямъ нормами разсчета.

IV. Производство работъ. А. Качества работъ и лицъ, надзирающихъ за работами. § 2. Работы должны производиться безусловно привычными къ такимъ работамъ опытными рабочими подъ наблюденіемъ техниковъ. Опытность такихъ лицъ должна быть удостовѣрена исполнителемъ работъ.

В. Матеріалы и ихъ употребленіе. § 8. Желѣзо арматуры должно удовлетворять техническимъ условіямъ М. П. С. для соотвѣтственныхъ построекъ изъ желѣза. Желѣзо должно быть очищено отъ грязи, жира и отъ опадающей ржавчины. Концы прутьевъ арматуры рекомендуется загибать или укрѣплять какимъ-нибудь инымъ способомъ съ цѣлью уменьшить возможность скольженія желѣза по бетону. Количество стыковъ должно быть по возможности уменьшено и самые стыки не должны располагаться въ опасныхъ мѣстахъ.

Положеніе арматуры должно отвѣчать проекту и обезпечивать полное облеганіе желѣза бетономъ.

Толщина слоя бетона, покрывающаго арматуру, не должна быть меньше 1,5 cm, даже въ тѣхъ случаяхъ, когда бетонъ безъ гравія и щебня. Для ненагруженныхъ частей толщина слоя допускается въ 1 cm.

НТБ ДНУЖТ

Разстояніе между отдѣльными стержнями арматуры и разстояніе между арматурой и стѣнками формы должно допускать возможность тщательнаго заполненія.

§ 9. Цементъ долженъ быть портландскій, удовлетворяющій установленнымъ техническимъ условіямъ для портландъ-цемента.

§ 10. Песокъ долженъ быть чистымъ и не долженъ содержать землистыхъ органическихъ или растворимыхъ веществъ; въ противномъ случаѣ тщательно промытъ. Предпочтительно употребленіе песка крупнозернистаго. Крупность песка должна быть такова, чтобы онъ проходилъ черезъ сито съ отверстіями въ 5 mm ($^3/_{16}$ дюйма).

§ 11. Гравій и щебень должны быть чистыми, въ противномъ случаѣ они должны быть промыты. Гравій не долженъ проходить черезъ грохотъ съ отверстіемъ въ 5 mm ($^3/_{16}''$) и наибольшее измѣреніе не должно превышать 20 mm. Во всякомъ случаѣ, крупность гравія должна быть такова, чтобы онъ свободно помѣщался между отдѣльными частями арматуры и между арматурой и стѣнками формъ.

Наибольшіе размѣры щебня таковы же, что и для гравія. Щебень долженъ быть приготовленъ изъ прочныхъ породъ. Для частей, не подверженныхъ большимъ усиліямъ и ударамъ, допускается употребленіе гравія и щебня болѣе крупныхъ, чѣмъ указано выше.

§ 12. Составъ бетона для желѣзо-бетоннаго сооруженія долженъ быть оговоренъ въ кондиціяхъ и во всякомъ случаѣ не тоще, чѣмъ 1 ч. цемента на $2^1/_2$ ч. песку и 4 ч. гравія или щебня.

Бетонъ долженъ имѣть такой составъ и долженъ быть приготовленъ изъ такихъ матеріаловъ и такимъ способомъ, чтобы приготовленные на мѣстѣ работъ кубики размѣрами $30 \times 30 \times 30$ cm, послѣ 28 дней храненія во влажномъ пескѣ, при комнатной температурѣ, выдерживали временное сопротивленіе не менѣе 150 kg/qcm.

Приготовленіе бетона должно происходить въ слѣдующемъ порядкѣ: перемѣшивается сперва насухо цементъ съ сухимъ пескомъ въ потребномъ количествѣ, согласно установленному составу бетона, потомъ прибавляется гравій или щебень и по мѣрѣ перемѣшиванія поливается водой. Количество воды должно быть таково, чтобы масса бетона была настолько сыра, чтобы бетонъ, зажатый въ рукѣ, держался въ формѣ комка и оставлялъ на рукѣ слѣдъ цементнаго раствора. Количество бетона, приготовляемое заразъ, должно быть таково, чтобы весь запасъ приготовленнаго бетона могъ пойти въ работу не позже какъ черезъ 1 часъ по окончаніи затворенія. Бетонъ въ кладкѣ долженъ тщательно утрамбовываться, для достиженія возможно большей плотности. Толщина слоя послѣ трамбованія не должна быть больше 10 cm. Слѣдуетъ по возможности избѣгать перерывовъ въ производствѣ работъ по устройству какой-нибудь отдѣльной части сооруженія. Если же перерывъ сдѣланъ, то бетонъ, ранѣе уложенный, необходимо тщательно очистить, взбороздить и хорошо смочить, прежде чѣмъ укладывать новый слой. Вода, какъ для промывки песка, такъ и для приготовленія бетона, должна быть чистая, прѣсная и не содержать вредныхъ примѣсей.

Въ знойные и сухіе дни должны быть принимаемы мѣры для предохраненія бетона отъ вреднаго дѣйствія зноя и сухости воздуха. При температурѣ же ниже 0^0 веденіе работъ на открытомъ воздухѣ безусловно воспрещается.

C. Предохраненіе готовыхъ частей сооруженій отъ деформацій. § 13. Послѣ окончанія трамбованія, въ теченіе не менѣе 15 дней, должны быть приняты мѣры, предупреждающія быстрое высыханіе бетона, какъ-то: прикрытіе его слоемъ песку съ поддержаніемъ песка всегда въ сыромъ состояніи и т. п. Въ теченіе того же 15-дневнаго срока не допускается никакая, хотя бы очень малая, нагрузка готовой части, а также воспрещается безъ разрѣшенія техническаго надзора передвиженіе по ней людей.

D. Формы, подмости и сроки раскружаливанія. § 14. Формы и подмости должны быть достаточно прочными, чтобы не могли деформироваться при работахъ.

§ 15. Раскружаливаніе возможно только тогда, когда имѣется полная увѣренность въ достаточной степени отвердѣнія бетона, и, во всякомъ случаѣ, не ранѣе слѣдующихъ сроковъ послѣ окончанія трамбованія:

a) для балокъ и заполненій пролетомъ до 3 m **не ранѣе 2 недѣль**;

b) для балокъ и заполненій пролетомъ отъ 3 до 6 m **не ранѣе 1 мѣсяца**;

НТБ ДНУЖТ

с) для балокъ большихъ пролетовъ и для колоннъ срокъ раскружаливанія **не ранѣе $1^1/_2$ мѣсяца.**

При температурѣ ниже 5^0 С. и вообще во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда температура воздуха не соотвѣтствуетъ при раскружаливаніи нормальнымъ условіямъ твердѣнія бетона, сроки соотвѣтственно увеличиваются.

Раскружаливаніе необходимо дѣлать осторожно, безъ толчковъ и сотрясеній.

V. Испытаніе готовыхъ сооруженій и частей ихъ. § 16. Желѣзо-бетонныя сооруженія передъ открытіемъ ихъ для пользованія должны быть подвергнуты испытанію нагрузкой.

Въ виду большого разнообразія конструкцій и невозможности вслѣдствіе этого перечисленія всѣхъ возможныхъ условій и пріемовъ испытаній, послѣднія должны быть подробно изложены въ пояснительной запискѣ проекта.

Пробная нагрузка всегда должна располагаться невыгоднѣйшимъ образомъ на рабочую площадь сооруженія и оставаться на мѣстѣ не менѣе 24 часовъ, причемъ при изгибѣ стрѣла прогиба не должна увеличиваться послѣ 15-часовой нагрузки. При испытаніи отвѣтственныхъ частей не допускается ограничиваться одной какой-либо частью, одинаковой съ другими, входящими въ составъ сооруженія, но непремѣнно надлежитъ убѣдиться опытомъ въ прочности каждой такой части.

Возрастъ бетона къ моменту испытанія, равно какъ и срокъ открытія сооруженія для пользованія должны быть подробно указаны въ пояснительной запискѣ къ проекту. Возрастъ бетона для большихъ сооруженій долженъ быть не менѣе 3 мѣсяцевъ, для половъ не менѣе $1^1/_2$ мѣсяца.

Мостовыя сооруженія испытываются согласно правилъ испытанія таковыхъ, утвержденныхъ по симъ предметамъ Министерствомъ Путей Сообщенія.

§ 17. Всѣ данныя, полученныя при испытаніи, должны быть съ достаточной подробностью записаны въ журналѣ испытанія. Желательно, чтобы, кромѣ вышеуказанныхъ измѣреній, лица, производящія испытанія, во всѣхъ интересныхъ для техники случаяхъ, дѣлали бы и другія измѣренія, которыя могли бы принести пользу для изученія характера работы желѣзобетона въ сооруженіяхъ.

НТБ ДНУЖТ

ШЕСТНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

СООРУЖЕНІЕ МОСТОВЪ *).

Примѣчаніе. Статическій разсчетъ фермъ разныхъ типовъ, собственный вѣсъ **) нагрузки и данныя Минист. Пут. Сообщ. для разсчета мостовъ см. отд. 15.

A. Общія данныя.

1. **Главныя составныя части моста.**

Техническія данныя разнообразны и мѣняются въ зависимости отъ того, предназначена ли проѣзжая часть подъ желѣзную дорогу, шоссе, улицу, для пѣшеходовъ или для канала.

Необходимо различать:

Нижнее строеніе: мостовыя опоры и основанія подъ ними.

Верхнее строеніе: мостовыя фермы и проѣзжая часть.

Строительнымъ матеріаломъ можетъ служить для всѣхъ частей дерево, камень или желѣзо; верхнее и нижнее строенія могутъ быть изъ одинаковаго матеріала или, при различныхъ матеріалахъ, большею частью нижнее строеніе каменное, а верхнее изъ желѣза ***).

2. **Выборъ мѣста постройки** при перекрытіи большихъ рѣкъ зависитъ отъ количества высокихъ водъ, которое должно быть пропущено подъ мостомъ, и отъ условій грунта; послѣднія должны представлять возможно меньше затрудненій при постройкѣ. Слѣдуетъ избѣгать мѣстъ, гдѣ можно опасаться скопленія льда (ледяныхъ заторовъ). Напротивъ, отдаютъ предпочтеніе тѣмъ мѣстамъ, гдѣ берега, по возможности, не затопляются высокой водой.

3. **Наибольшій продольный уклонъ** мостового полотна допускается:

	для желѣзн. дорогъ	для проѣзж. дорогъ	для пѣшеходн. дорогъ
въ мѣстахъ ровныхъ	1 200	1 40	1 12
» » холмистыхъ.	1 100	1 30	
» » гористыхъ	1 40	1 20	

*) По C. Bernhard'y, проф. Технич. школы въ Берлинѣ.

**) Рекомендуется также формула для опредѣленія собственнаго вѣса, составл. фонъ-Боррисомъ. Zentralbl. d. Bauverw. 1897, стр. 156: $g = 800 + 55\,l$ для мостовъ со сплошною стѣнкою или рѣшетчатыхъ съ ѣздою по низу и сквознымъ балластнымъ слоемъ, g вѣсъ желѣза на 1 пог. m однопутнаго моста въ kg, l пролетъ въ m; также см. Z. d. B. 1904, стр. 23, данныя Дирксена.

***) Въ рѣдкихъ случаяхъ имѣетъ мѣсто обратное устройство, напр. туннель для пассажировъ, багажа и почты во Франкфуртѣ-на-Майнѣ состоитъ изъ 18 путей, расположенныхъ на сводчатыхъ перекрытіяхъ, опирающихся на желѣзныя промежуточныя колонны.

НТБ ДНУЖТ

Для мостовъ городскихъ наибольшій допускаемый продольный уклонъ находится въ зависимости отъ выбора системы мостовъ, а именно:

асфальтовая мостовая не круче . .	1 70
деревянная мостовая въ Берлинѣ до.	1 40
то же въ Парижѣ до.	1 20
щебеночная кора .	1 20.

Для большей красоты, лучшаго удаленія воды и содержанія въ чистотѣ правильнѣе придавать длиннымъ городскимъ мостамъ продольный уклонъ въ 1 200 отъ средины моста въ обѣ стороны, предпочтительно передъ расположеніемъ полотна въ горизонтальной плоскости.

Для **поперечнаго уклона** рекомендуется:

Если полотно покрыто мостовою .	1 40 до 1 : 30
» » » щебеночною корою.	1 24 » 1 : 15
Для пѣшеходныхъ мостовъ.	1 100 » 1 : 50.

4. **Строительною высотою** называютъ высоту между верхомъ рельса или серединой полотна съ одной стороны и нижнею гранью поддерживающихъ фермъ (со включеніемъ заклепочныхъ головокъ) при желѣзномъ верхнемъ строеніи съ другой стороны, при условіи наибольшаго прогиба фермъ.

Въ каменныхъ мостахъ подъ желѣзную и подъ проѣзжую дорогу строительная высота при пролетахъ до 22 m можетъ быть ограничена до 1 и, соотвѣтственно. 0,85 m. Наименьшая высота балласта подъ подошвой поперечинъ въ каменныхъ желѣзнодорожныхъ мостахъ составляетъ 10 cm, или до верхней грани желѣзныхъ поперечинъ наименьшая высота балластнаго слоя должна быть принята въ 18 cm. Въ однопутныхъ желѣзнодорожныхъ мостахъ со сквознымъ слоемъ балласта можно обойтись строительной высотой въ 0,75 m, а при продольныхъ балочкахъ уже высотой въ 0,65 m. Для мостовъ проѣзжихъ дорогъ принимаютъ не менѣе:

4 cm для асфальтоваго покрытія,
16 cm » гранитной мостовой при сильномъ движеніи,
8 cm » мелкой мостовой непосредственно по бетону при слабомъ движеніи,
12 cm » брусчатой мостовой хорошей конструкціи,
8 cm » бетонной постели,
15 cm » щебеночной коры.

5. Для **высоты проѣзда** въ свѣту требуется по меньшей мѣрѣ при переходѣ черезъ:
желѣзныя дороги надъ уровнемъ рельсовъ; высота нормальнаго габарита + зазоръ въ 5 cm,
городскія улицы съ уличными желѣзными дорогами 4,5 до 4,7 m,
проселочныя дороги 3,8 m;
водяные пути:

НТБ ДНУЖТ

при судахъ въ 400 t высота должна быть 3,2 m надъ уровнемъ высокихъ водъ и 3,5 m для нормальнаго уровня воды,
для судовъ 600 t 4,4 до 4,5 m,
для океанскихъ судовъ 42 m.

Безъ особенно уважительныхъ причинъ вышеуказанные размѣры уменьшать не слѣдуетъ.

Высота моста находится еще въ зависимости отъ высокой воды и ледохода, надъ уровнемъ которыхъ опоры и пяты свода должны возвышаться не менѣе 0,50 m.

6. **Размѣры пролетовъ въ свѣту и число ихъ** находится въ зависимости отъ рода перекрываемыхъ путей сообщенія, напр. въ путепроводахъ черезъ станціонные пути — отъ числа подлежащихъ перекрытію путей однимъ пролетомъ, при путепроводахъ уличныхъ въ зависимости отъ разстоянія между строеніями и профили улицы.

50 cm отъ грани тротуара можетъ быть установлена опора; для каналовъ нужно принимать за отверстіе въ свѣту по крайней мѣрѣ двойную ширину судна + 0,50 до 1 m со включеніемъ откосовъ канала, бичевника и пѣшеходной дорожки *).

При перекрытіи рѣкъ руководствуются уровнемъ высокой воды, выбирая при этомъ существующіе и хорошо оправдавшіеся размѣры пролетовъ для данной рѣки. Принимая во вниманіе условія судоходства на сосѣднихъ рѣкахъ, необходимо руководствоваться пролетами уже существующихъ на этихъ рѣкахъ мостовъ. При сильныхъ закругленіяхъ и оживленномъ судоходствѣ необходимо проектировать по меньшей мѣрѣ 1 главный пролетъ не менѣе 50 m, предназначаемый для сквозного движенія, причемъ верхнему строенію придается такая форма, чтобы, по возможности, былъ сохраненъ открытый видъ на рѣку. При рѣкахъ шириною 50 до 70 m средній быкъ значительно затрудняетъ ледоходъ. Въ общемъ, возможность сооруженія быковъ въ рѣкѣ, а равно и опредѣленіе свободнаго сѣченія между быками для прохода воды находится въ зависимости отъ количества воды, которое должно проходить между быками при наивысшемъ горизонтѣ (въ полую воду). Наибольшій подпоръ воды, который можетъ быть допущенъ вслѣдствіе возведенія быковъ, не долженъ превосходить

$$h = \frac{v_1^2 - v^2}{2\,g},$$

гдѣ v средняя скорость воды въ свободномъ теченіи рѣки, v_1 допускаемая скорость воды между быками. Если t средняя глубина неподпертаго горизонта воды въ m, то общая ширина между быками должна быть

*) Каналъ Эльба-Траве = 27,30 m, Тельтовъ каналъ = 20 m.

НТБ ДНУЖТ

$$b = \frac{\text{наибольшему количеству воды}}{\mu\sqrt{2g}\left\{{}^2/_3\left[\sqrt{(h+H)^3} - \sqrt{H^3}\right] + t\sqrt{h+H}\right\}}\ *),$$

гдѣ $H = \frac{v^2}{2g}$ = скоростный напоръ въ свободномъ теченіи рѣки.

По Навье, имѣемъ для малыхъ мостовъ:
$\mu = 0{,}95$ для быковъ съ полукруглою и остроконечною формой головы,
$\mu = 0{,}90$ для головы быка подъ тупымъ угломъ,
$\mu = 0{,}80$ » » » ограниченной по прямой,
$\mu = 0{,}70$ если пяты свода одновременно погружены въ воду.

При пролетахъ свыше 50 m величина $\mu = 0{,}95$ является еще невыгодной.

По Зонне, для пролета въ 100 m: $r = 0{,}8$ m/sk, $t_m = 3$ m, $\mu = 0{,}97$.

Обыкновенно руководствуются правиломъ, что **наименьшіе расходы** по сооруженію достигаются въ томъ случаѣ, когда стоимость одного быка вмѣстѣ съ основаніемъ подъ нимъ равна стоимости части главныхъ фермъ и проѣзжей части на 1 пролетъ (безъ покрытія полотна).

7. **Наибольшіе пролеты:**

	Пролетъ.	Отношеніе стрѣлы къ пролету въ арочныхъ мостахъ.	
Бетонный мостъ у Мундеркингенъ (3 шарнира)	50 m	1	10
Каменный мостъ въ Вашингтонѣ	69,49 m	1	3,75
Деревянный арочный мостъ у Веттингенъ	120 m		
Балочный мостъ литого желѣза у Диршау	129 m		
Арочный мостъ литого желѣза въ Боннѣ (улица)	187,9 m		
Арочный мостъ литого желѣза въ Мюнгстенѣ (2 пути желѣзн. дор).	170 m	1	2,5
Мостъ черезъ Ніагару (2 шарнирныхъ арки)	256,03 m	1	5,6
Кабельный висячій мостъ въ Нью-Іоркѣ	487,6 m		
Мостъ Мирабо въ Парижѣ (консольный)	99,34 m	1	16,05 **)
Александровскій мостъ въ Парижѣ (3-шарнирная арка)	107,50 m	1	17,12***)
Фортскій мостъ (консольный).	521,20 m.		

*) Handb. Ing.-Wiss. III, 1, стр. 549.
**) См. Бернгардъ, Z. d. V. d. I. 1900, стр. 1248.
***) См. Бернгардъ, Z. d. V. d. I. 1899, стр. 1053.

НТБ ДНУЖТ

8. Опредѣленіе отверстій мостовъ и трубъ по нормалямъ М. П. С.

α) **Общія данныя.** При устройствѣ мостовъ чрезъ судоходныя и сплавныя рѣки въ Россіи должны быть приняты во вниманіе слѣдующія требованія Министерства П. С. (1897).

А. Относительно числа и расположенія судо- и плотоходныхъ пролетовъ:

а) Мостъ долженъ имѣть такое число судо- и плото-ходныхъ пролетовъ, которое соотвѣтствуетъ условіямъ безопаснаго и безпрепятственнаго судоходства и сплава по существующимъ и необходимымъ направленіямъ ходовъ какъ во время межени, такъ и во время высокихъ водъ.

б) Одинъ пролетъ можетъ вмѣщать въ себѣ или одинъ судовый, или плотовый ходъ, или, при соотвѣтственно большихъ размѣрахъ, два одновременныхъ, сопредѣльныхъ хода; средина пролета должна находиться въ первомъ случаѣ на оси хода, во второмъ — на линіи, разграничивающей хода.

в) Оси и боковыя грани опоръ, ограничивающихъ судо- и плотоходные пролеты, должны быть параллельны направленію теченія и осямъ ходовъ и, въ случаѣ перевала хода выше моста отъ одного берега къ другому, мостъ долженъ быть расположенъ ниже точки начала поворота судовъ на другой ходъ на такомъ отъ этой точки разстояніи, которое соотвѣтствуетъ возможности безопаснаго перевала сплавныхъ судовъ.

г) Если требованія пункта в) въ избранномъ для постройки моста мѣстѣ естественными условіями рѣки не удовлетворяются, то должны быть удовлетворены посредствомъ соотвѣтственныхъ выправительныхъ работъ въ предѣлахъ меженнихъ горизонтовъ и посредствомъ струенаправляющихъ сооруженій для высокихъ водъ выше моста.

д) Для возможности сужденія о соотвѣтствіи моста всѣмъ вышеприведеннымъ требованіямъ, проектъ моста долженъ сопровождаться планомъ русла и долины рѣки на достаточномъ протяженіи съ верховой и низовой сторонъ моста, съ показаніемъ на немъ: границъ коренного русла, линіи наибольшихъ глубинъ въ немъ, линіи судовыхъ и плотовыхъ ходовъ, весеннихъ протоковъ, границъ разлива, расположенія моста и его пролетовъ.

Б. Относительно возвышенія низа фермъ надъ судоходнымъ горизонтомъ и ширины пролетовъ между опорами:

а) Въ судоходныхъ пролетахъ мостовъ деревянныхъ, съ деревянными опорами, низъ фермъ на наибольшей ширинѣ надводнаго габарита судовъ и плотовъ долженъ возвышаться надъ наивысшимъ судоходнымъ горизонтомъ не менѣе увеличенной 2 футами наибольшей высоты надводнаго габарита (отъ ватерлиніи) судовъ и плотовъ, а разстояніе между опорами въ свѣту должно быть не менѣе увеличенной на 1 саж. наибольшей ширины судовъ и плотовъ.

б) Въ судоходныхъ пролетахъ мостовъ съ каменными опорами возвышеніе низа фермъ надъ наивысшимъ судоходнымъ горизонтомъ въ предѣлахъ средней 10-саженной ширины каждаго судоходнаго пролета должно быть не менѣе 16.5 фут и не менѣе увеличенной на 4 фута наибольшей высоты надводнаго габарита надъ ватерлиніей) судовъ, а разстояніе между опорами въ свѣту должно быть не менѣе требуемаго по мѣстнымъ условіямъ судоходства и, во всякомъ случаѣ, не менѣе 15 саж.

в) Если приведенныя требованія относительно возвышенія низа фермъ надъ наивысшимъ судоходнымъ горизонтомъ не могутъ быть удовлетворены, то въ мостѣ должна быть устраиваема разводная часть, причемъ ширина ея пролета, т.-е. чистое разстояніе между наружными гранями опоръ, должно быть: при деревянныхъ опорахъ не менѣе увеличенной на 0,50 саж. наибольшей ширины судовъ, а при каменныхъ опорахъ не менѣе увеличенной на 2 саж. наибольшей ширины судовъ, и не менѣе 15 саж.

В. Относительно стѣсненія русла рѣки:

а) Въ коренномъ руслѣ рѣки въ предѣлахъ урѣзовъ высокихъ водъ, если воды эти не выходятъ изъ береговъ, и въ предѣлахъ всей ши-

НТБ ДНУЖТ

рины коренного русла, если высокія воды выходятъ изъ береговъ, должны быть размѣщаемы лишь опоры, необходимыя для поддержанія моста, и никакихъ постоянныхъ глухихъ заграждeній для высокихъ водъ не должно быть возводимо.

б) Если рѣка во время высокихъ водъ выходитъ изъ береговъ коренного русла, то на поемныхъ берегахъ его должны быть устраиваемы съ верховой и съ низовой стороны моста соотвѣтственныя струенаправляющія сооруженія для правильнаго направленія теченія воды подъ мостъ и ниже его.

См. также **Т. У. П.** и **С.** жел. дор. 35—37, въ отд. 18.

β) **Отверстія мостовъ для бассейновъ болѣе 50 кв. верстъ (Ц. Т. И. К.** 1877 г., № 11230). Приблизительная величина **отверстія моста** опредѣляется въ зависимости отъ площади бассейна рѣки до моста:

Q	*L*	*Q*	*L*
50 до 100	0,0700	10000 до 15000	0,0250
100 » 300	0,0600	15000 » 20000	0,0200
300 » 500	0,0500	20000 » 30000	0,0150
500 » 1000	0,0450	30000 » 50000	0,0100
1000 » 2000	0,0400	50000 » 100000	0,0075
2000 » 5000	0,0350	100000 » 300000	0,0070
5000 » 10000	0,0300		

Q поверхность бассейна въ квадр. верстахъ,
L соотвѣтственный коэффиціентъ, на который должна быть умножена величина поверхности бассейна въ квадратн. верстахъ, для полученія живого сѣченія весеннихъ водъ въ квадр. саженяхъ.

Отверстіе моста въ пог. саж. получается раздѣленіемъ площади живого сѣченія весеннихъ водъ на среднюю глубину ихъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда извѣстны естественныя условія быта рѣки, вліяющія на наибольшій расходъ и наибольшую скорость высокихъ водъ, при опредѣленіи отверстій мостовыхъ сооруженій, надлежитъ руководствоваться этими условіями, независимо отъ приведенной таблицы.

П. М. П. С. отъ 10 іюня 1895 г., № 9699. Распоряженіемъ этимъ постановлено допустить **для разсчета отверстій мостовъ черезъ ручьи и овраги** съ бассейномъ не свыше 50 кв. верстъ предѣльную скорость теченія воды подъ мостами въ 10 фут. въ секунду, съ тѣмъ, чтобы общая толщина мостовой подъ означенными мостами была не менѣе 0,25 саж., причемъ толщина верхняго слоя мостовой должна быть не менѣе половины общей толщины мостовой.

См. также **Т. У. П.** и **С.** 38—42, въ отд. 18.

γ) **Отверстія мостовъ для бассейновъ, не превосходящихъ 50 кв. верстъ (П. М. П. С.** 1884 г., № 5167). Для разсчета **отверстій**

НТБ ДНУЖТ

каменныхъ трубъ и открытыхъ мостиковъ, перекрывающихъ ручьи и сухіе овраги, бассейны которыхъ не превосходятъ 50 кв. вер., М. П С. установлены слѣдующія правила.

а) При опредѣленіи максимальнаго расхода воды, притекающей къ мостовому сооруженію въ единицу времени, руководствоваться нормами Köstlin'a, по коимъ расходъ вычисляется по формулѣ:

$$u = A \cdot Q\,L\ *),$$ гдѣ

u расходъ въ cbm,
$A = 0{,}000016$ m,
Q площадь бассейна въ qm,
L численный коэффиціентъ, величина котораго:

для бассейновъ длиною до 3,5 верстъ . . .								.	.	$^1/_2$
»	»	»	отъ	$3^1/_2$	до	7	вер.	. отъ $^3/_8$	до	$^1/_3$
»	»	»	»	7	»	$10^1/_2$	»	»		$^1/_4$
»	»	»	»	$10^1/_2$	»	14	»	»		$^1/_8$
»	»	»	»	14	»	$17^1/_2$	»	»		$^1/_{16}$

б) при опредѣленіи же, по извѣстному расходу, отверстія мостового сооруженія руководствоваться слѣдующими правилами: по данному уклону, формѣ лога и расходу опредѣлить скорость притекающей къ сооруженію воды и затѣмъ, на основаніи этихъ данныхъ, задавшись отверстіемъ сооруженія, опредѣлить скорость въ сооруженіи и подпоръ, или же, наоборотъ, задавшись скоростью, опредѣлить отверстіе.

При этомъ надлежитъ имѣть въ виду, что **скорость въ каменныхъ сооруженіяхъ** на сплошномъ фундаментѣ съ лоткомъ, обдѣланнымъ въ видѣ обратнаго свода, а также съ соотвѣтствующими укрѣпленіями входныхъ и выходныхъ лотковъ не должна превосходить 14 футовъ въ секунду; въ руслахъ изъ мостовой 7 фут., въ деревянныхъ лоткахъ 20 футовъ**).

Примѣчаніе. Въ случаѣ исключительныхъ мѣстныхъ условій можетъ быть допущено отступленіе отъ указанныхъ въ пунктѣ а) нормъ опредѣленія расхода, но не иначе, какъ съ разрѣшенія инспекціи.

B. Нижнее строеніе.

1. **Основанія** (см. 10 отдѣлъ, стр. 61 и слѣд.).

О каменной кладкѣ, бетонѣ и его приготовленіи и т. п. см. часть I, стр. 581 и слѣд. ***).

---

*) Для бассейновъ, уклонъ которыхъ меньше 0,005, коэффиціентъ L можетъ быть уменьшенъ на половину.

**) Мостовая въ руслахъ должна быть сдѣлана, располагая камни тычкомъ, причемъ толщина камня въ тычкѣ должна быть не менѣе 0,15 саж.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ скорость считается по дну.

***) См. C. d. B. 1896, стр. 15. Бернгардъ, Der Bau der Moabiter Brücke in Berlin.

НТБ ДНУЖТ

Въ послѣднее время примѣняютъ основаніе изъ трамбованнаго бетона, главнымъ образомъ для устоевъ при песчаномъ днѣ, когда требуется только удалить грунтовую воду, для чего искусственно понижаютъ уровень воды при помощи всасывающихъ колодцевъ, глубиною въ 10 m съ откачкою центробѣжными насосами *).

Большое распространеніе получили основанія при помощи сжатаго воздуха **).

2. **Каменные быки** или быки изъ трамбованнаго бетона на цементномъ растворѣ 1 : 3 съ облицовкой клинкеромъ или или тесанымъ камнемъ. Головы быковъ выше уровня воды облицовываются большими тесаными камнями, соединенными между собою желѣзными скобами.

Для подферменныхъ камней всего лучше примѣнять гранитъ. Допускаемое давленіе 45 до 70 kg/qcm.

Данныя для каменной кладки мостовъ, шпунтовыхъ стѣнокъ, землечерпательныхъ работъ и т. п. приведены въ источникѣ, указанномъ ***).

3. **Желѣзныя мостовыя опоры.** Колонны изъ чугуна, 4-хъ частей квадрантнаго желѣза, 2-хъ полосъ корытнаго желѣза, связанныхъ между собой сплошными листами или рѣшеткой; для путепроводовъ черезъ улицы устраиваются шарниры у основанія и у вершины колонны. Стѣнныя опоры: отдѣльныя опоры такого же устройства соединяются между собою наклонными тягами или ригелями. Оба рода опоръ принадлежатъ къ числу подвижныхъ маятниковыхъ опоръ, допускающихъ нѣкоторую подвижность верхняго строенія въ продольномъ направленіи. Опоры въ формѣ башенъ, козелъ и т. п., которыя должны воспринимать горизонтальныя усилія (давленіе вѣтра, тормозящее усиліе), представляютъ неподвижныя опоры, скрѣпленныя съ фундаментомъ при помощи особыхъ болтовъ.

Наиболѣе выгодныя отношенія пролета l въ высотѣ опоры h опредѣляются, по Винклеру:

$\frac{l}{h}=\frac{4}{5}$ для качающихся (маятниковыхъ) опоръ, $\frac{l}{h}=1$ для неподвижныхъ опоръ.

C. Верхнее строеніе.

1. **Матеріалы.**

a) Камни см. ч. I, стр. 579.

b) Дерево см. ч. I, стр. 614.

c) **Желѣзо** см. 5-й отдѣлъ, стр. 502. Въ мостовомъ дѣлѣ

---

*) Z. d. B. 1898, стр. 78, Brettschneider, Ausführung von Kanalisationsbauten in Charlottenburg.

**) Handbuch d. Baukunde, Berlin, 1887: Бреннеке, Der Grundbau, стр. 193 и слѣд. Z. d. V. d. I. 1899, стр. 1053: Бернгардъ, Die Alexander-Brücke in Paris.

***) См. Z. d. B. 1896, стр. 15.

НТБ ДНУЖТ

примѣняютъ почти исключительно прокатное **литое желѣзо**, изготовленное по способу Томаса или основному Сименсъ-Мартена. Принятыя въ Россіи **Н. Т. У.** для изготовленія и пріемки матеріала для мостовъ приведены ниже, стр. 402, 407 и 409.

Въ Германіи приняты слѣдующія предѣльныя профили для литого желѣза, примѣняемаго въ мостахъ:

α) **Плоское желѣзо.** Имѣются сорта толщиною отъ 5 до 50 mm и болѣе при ширинѣ отъ 10 до 131 mm. Нормальная длина 6 m нормальный вѣсъ 200 kg.

β) **Универсальное желѣзо.**

5	до	50 mm	и толще,		ширина	131	до	178 mm,
5	»	30	»	»	»	»	178	»	201	»
6,5	»	30	»	»	»	»	201	»	301	»
10	»	30	»	»	»	»	301	»	401	»
						»	401	»	501	»

Нормальная длина 12 m, нормальный вѣсъ 500 kg *).

γ) **Листовое желѣзо.** Нормальные размѣры и вѣса:

При толщинѣ	5 и ниже 6 mm	6 и ниже 7 mm	7 и ниже 8 mm	8 и ниже 9 mm	9 и ниже 10 mm	10 и ниже 15 mm	15 mm и болѣе
Ширина и діам. до mm	1600	1700	1800	1900	2000	2200	2400
Площадь..... qm	6	7	8	9	10	12	12
Вѣсъ..... kg	500	600	700	800	900	1250	2000

Наибольшіе размѣры.

Прямоугольные листы			Круглые лист.		Прямоугольные листы			Круглые лист.	
Толщина mm	Ширина mm	Длина mm	Толщина mm	Діаметръ mm	Толщина mm	Ширина mm	Длина mm	Тол. щина mm	Діаметръ mm
5	1000	10000	5	2000	11—15	1200	16000		2300
	1700	5000				2200	12000		
	2000	4000				3000	8000		
6	1200	12000	6	2100	16—20	1200	16000		3000
	1500	7000				2300	1 000		
	2000	5000				3200	8000		
7	1200	12000	7	2200	21—25	2400	12000	12 и толще	3500
	1600	8000				3000	8000		
	2100	5000				3200	7000		
8	1200	12000	8	2300	26—40	2600	10000		
	1800	10000				3000	7000		
	2100	7000				3400	5000		
9—10	1200	14000	9	2500					
	2000	12000							
	2400	8000							

*) Союзъ германскихъ желѣзнозаводчиковъ имѣетъ особый сортаментъ для прокатнаго желѣза. Большая длина полосы вызываетъ увеличеніе цѣны. Наибольшая длина полосового желѣза получается по наибольшему вѣсу прокатной полосы равной 300 kg, для универсальнаго желѣза 600 kg; для небольшихъ сѣченій длина полосы выходитъ, однако, меньше, чѣмъ по этому разсчету.

НТБ ДНУЖТ

б) **Угловое желѣзо** при ширинѣ полокъ до 70 mm имѣетъ нормальную длину 8 m. При ширинѣ полокъ свыше 70 mm нормальная длина 10 m.

Для неравнобокаго углового желѣза эти данныя относятся до ширины большой полки.

Наибольшая длина 20 m и болѣе, соотвѣтственно сѣченію.

ε) **Балочное и настильное желѣзо (Зоре).**

Для тавроваго, зетоваго и настильнаго желѣза (Зоре) нормальная длина 8 m.

Для корытнаго желѣза нормальная длина 10 m.

Для двутавроваго желѣза нормальная длина 12 m.

Длина полосъ меньше 4 m и больше 8m вызываетъ увеличеніе цѣны. Наибольшая длина полосъ какъ приведено въ *б*).

П. Т. У. изготовленія и поставки литого желѣза, чугуна и стали для мостовъ.

Литое желѣзо. Литое желѣзо, предназначенное для изготовленія мостовъ и отдѣльныхъ частей ихъ, должно удовлетворять слѣдующимъ условіямъ.

§ 1. На поверхности желѣза не должно обнаруживаться разслоеній, непроварокъ, трещинъ, пленъ, иныхъ нецѣльныхъ мѣстъ и, вообще, недостатковъ, могущихъ вредить прочности поставляемаго желѣза. На ребрахъ граней желѣза не должно быть рванинъ.

§ 2. По выходѣ желѣза изъ вальдовъ заводъ обязанъ устранять всѣ причины быстраго мѣстнаго охлажденія, принимая къ тому мѣры по своему усмотрѣнію.

§ 3. Профиль сортового и фасоннаго желѣза должна быть согласна со спецификаціей заказчика. Кромки должны быть чистыя, причемъ разрѣшаются допуски, смотря по толщинѣ, до 13 mm — 0,5 mm, а при большей толщинѣ — 1 mm, въ ту или другую сторону; допуски въ ширину могутъ быть до 3 mm, а въ длину до 10 mm и болѣе; смотря по требованію точности въ обоихъ случаяхъ, допуски разрѣшаются въ ту или другую сторону. Мостовое желѣзо должно имѣть размѣры, соотвѣтствующіе заводской спецификаціи, причемъ допуски могутъ колебаться въ такихъ предѣлахъ, чтобы вѣсъ штуки отличался не болѣе, какъ на 5% въ ту или другую сторону отъ требуемаго вѣса.

§ 4. Прокатанное литое желѣзо не должно ни ломаться ни давать трещинъ при сгибаніи полосъ въ холодномъ состояніи ударами молотка такимъ образомъ, чтобы внутреннія поверхности согнутой полосы, при толщинѣ ея отъ 9 mm до 20 mm, соприкасались на всемъ протяженіи, при толщинѣ же полосъ, меньшей 9 mm, или отъ 20 mm до 30 mm, внутреннія поверхности согнутой полосы должны отстоять на всемъ своемъ протяженіи на толщину полосы, а при толщинѣ полосы, большей 30 mm, внутреннія поверхности согнутой полосы должны отстоять на всемъ протяженіи на двойную толщину полосы.

Литое желѣзо не должно принимать закалки, въ удостовѣреніе чего пробныя полосы, нагрѣтыя до вишнево-краснаго цвѣта и охлажденныя затѣмъ въ холодной водѣ, должны сгибаться безъ обнаруженія надрывовъ, трещинъ или разслоеній; при этомъ сгибаніе полосъ различной толщины производится, какъ выше указано при пробѣ на изгибъ, въ незакаленномъ состояніи.

Примѣчаніе. Желѣзо для подкладокъ и шайбъ никакимъ испытаніямъ не подвергается.

§ 5. Литое желѣзо, выдержавшее вышеуказанныя испытанія, подвергается вслѣдъ за тѣмъ испытанію разрывомъ.

Усиліе, способное разорвать желѣзо при плавномъ увеличеніи растягивающихъ силъ, должно быть отъ 37 до 45 kg/qmm при толщинѣ желѣза отъ 8 mm и выше. При этомъ удлиненіе должно быть не менѣе 20%, и сумма цифръ сопротивленія съ удвоеннымъ удлиненіемъ должна быть не менѣе 85, или, иначе, $R+2i$ должно быть равно или болѣе 85.

НТБ ДНУЖТ

Для желѣза толщиною менѣе 8 mm, при томъ же сопротивленіи отъ 37 до 45 kg/qmm, допускаются при разрывной пробѣ въ вышеупомянутыхъ предѣлахъ слѣдующія удлиненія:

при толщ. въ 7 mm не менѣе 18%	при толщ. въ 5 mm не менѣе 16%
» » » 6 » » » 17%	» » » 4 » » » 15%

Желѣзо толщиною менѣе 4-хъ mm пробѣ на разрывъ не подвергается.

Если бы при испытаніи на разрывъ образца, взятаго изъ какой-либо штуки, получилось временное сопротивленіе менѣе 37, но не ниже 35 kg, то слѣдуетъ повторить разрывную пробу надъ другимъ образцомъ той же штуки, и если при этомъ низшій предѣлъ окажется не менѣе 37 kg, то таковые результаты признаются удовлетворительными *).

Примѣчаніе. При пробѣ на разрывъ отсчетъ удлиненія производится по правиламъ, установленнымъ общею для сего инструкціею (см. ч. I, стр. 543).

§ 6. Для производства механическихъ испытаній, литое желѣзо разбивается пріемщикомъ на партіи по 100 шт. въ каждой, если предъявленныя къ сдачѣ части одного и того же сорта не превышаютъ 300 шт., причемъ остатокъ менѣе 100 шт. считается за партію.

При сдачѣ свыше 300 шт. одного и того же сорта по размѣрамъ излишекъ свыше 300 шт. можетъ быть разбитъ, по усмотрѣнію пріемщика, для облегченія пріемки, на партіи не болѣе какъ въ 300 шт.

Партіи составляются отдѣльно для листового, полосового, углового и прочаго желѣза, разнящагося между собою по толщинѣ не свыше 2,5 mm, а по ширинѣ не свыше 75 mm для листового желѣза и не свыше 25 mm для полосового, углового, тавроваго и другого фасоннаго желѣза.

Если хотя одинъ изъ образцовъ данной партіи не удовлетворяетъ требуемымъ качествамъ, то изъ этой же партіи выбираются для переиспытанія еще двѣ штуки, и изъ каждой штуки приготовляется число образцовъ, соотвѣтственно числу неудовлетворительныхъ испытаній.

Если бы при этомъ переиспытаніи хотя одинъ изъ образцовъ оказался неудовлетворительнымъ, то соотвѣтствующая партія бракуется.

§ 7. На **металлургическихъ заводахъ** образцы для испытанія на изгибъ, закалку и разрывъ вырѣзаются изъ пробныхъ концовъ, оставленныхъ при обрѣзаніи штукъ въ мѣру. Такіе концы должны быть оставлены на противоположныхъ концахъ по направленію прокатки, и если позволяетъ ширина, то и на сторонѣ штукъ, приходящихся поперекъ прокатки, образцы должны быть вырѣзаемы только сверломъ или рѣзцомъ безъ сгибанія, ударовъ, рѣзки ножницами, нагрѣванія и отжиганія.

Число оставленныхъ припусковъ по выбору инженера отдѣла по испытанію и освидѣтельствованію заказовъ М. П. С. не должно быть менѣе 3% числа штукъ въ партіи, причемъ количество образцовъ берется согласно предыдущаго пункта.

Въ исключительныхъ случаяхъ, при достаточно мотивированномъ сомнѣніи пріемщика, ему предоставляется брать образцы и отъ вполнѣ готовыхъ штукъ, ограничивая число образцовъ указаніями пункта шестого.

На **сборочныхъ заводахъ** указанныя въ семъ § испытанія производятся двоякимъ образомъ: а) въ тѣхъ случаяхъ, когда къ пріемкѣ предъявляется желѣзо, происхожденіе котораго и выборъ припусковъ самимъ инспекторомъ удостовѣрены актами, испытаніе такого желѣза производится, какъ выше указано для металлургическихъ заводовъ, и б) въ тѣхъ же случаяхъ, когда такового удостовѣренія для предъявляемаго сборочнымъ заводомъ для испытанія желѣза не имѣется, испытаніе такого желѣза производится въ удвоенномъ, противъ металлургическихъ заводовъ, числѣ образцовъ, испытывая, въ случаѣ отсутствія припусковъ, уже готовыя части.

§ 8. Заводы, вырабатывающіе литое мостовое желѣзо, должны производить химическіе анализы такового на содержаніе въ немъ углерода, фосфора и сѣры. Эти анализы должны дѣлаться при употребленіи на изготовленіе желѣза одинаковыхъ чугуновъ изъ каждой 10-й плавки, а при разныхъ чугунахъ — изъ каждой 5-й плавки.

---

*) Измѣненъ согласно П. М. П. С. окт. 8 дня 1905, № 133.

НТБ ДНУЖТ

Результаты произведенныхъ на заводѣ анализовъ представляются пріемщикомъ въ Главную Заводскую Инспекцію.

Эти химическіе анализы имѣютъ только факультативное значеніе, не должны вписываться въ акты или служить условіемъ браковки, а равно вліять на уплату причитающихся заводу денегъ.

§ 9. **Литое заклепочное желѣзо.** Литое желѣзо для заклепокъ должно быть мягкое, лучшаго качества и діаметромъ, соотвѣтственнымъ діаметру, показанному на чертежѣ дыръ, для которыхъ таковое предназначается, причемъ заклепочное желѣзо можетъ быть на $^1/_{20}$ долю, но не свыше какъ на 1 mm, менѣе проектнаго діаметра и ни въ какомъ случаѣ не болѣе такового.

§ 10. Заклепочное литое желѣзо при изгибѣ въ холодномъ состояніи должно согнуться настолько, чтобы согнутые концы были между собой параллельны, и разстояніе между ними равнялось бы толщинѣ прута, при этомъ не должно обнаружиться никакихъ признаковъ разрушенія.

Въ горячемъ состояніи заклепочное желѣзо должно согнуться вплотную на 180°, не обнаруживая признаковъ разрушенія.

При образованіи пробныхъ головокъ въ горячемъ состояніи послѣднія должны быть чисты, безъ трещинъ.

§ 11. При пробѣ на разрывъ заклепочнаго желѣза нормальные образцы должны давать сопротивленіе отъ 34 до 40 kg/qmm, при удлиненіи не менѣе 25%, съ тѣмъ, чтобы сопротивленіе, сложенное съ удвоеннымъ удлиненіемъ, т.-е. $R+2i$, было равно или болѣе девяноста (90).

§ 12. Для производства испытаній заклепочное желѣзо разбивается на партіи по величинѣ діаметра отдѣльныхъ сортовъ, причемъ изъ каждой партіи избирается не менѣе трехъ (3) кусковъ и не болѣе одной четверти процента ($^1/_8$%) по счету. Изъ нихъ изготовляются образцы для испытанія, согласно пунктовъ 10-го и 11-го, и притомъ въ количествѣ не менѣе трехъ образцовъ отъ каждой партіи для каждаго испытанія.

Если одинъ изъ образцовъ для какого-либо испытанія не удовлетворитъ требуемымъ качествамъ, то соотвѣтствующее испытаніе повторяется надъ тремя образцами, взятыми дополнительно изъ тѣхъ же партій, но если и при этомъ хотя бы одинъ образецъ оказался неудовлетворительнымъ, то вся соотвѣтствующая партія желѣза бракуется.

§ 13. **Чугунъ.** Чугунъ для опорныхъ частей верхняго строенія мостовъ долженъ быть лучшаго достоинства, второго литья, мягкій, легко обрабатываемый зубиломъ и сверломъ, и представлять изломъ мелкозернистый, однородный, безъ малѣйшихъ раковинъ, пузырей и другихъ недостатковъ, способныхъ вредить его сопротивленію.

Ударъ молоткомъ о край чугуна долженъ оставлять впечатлѣніе, причемъ кромки, однако, не должны крошиться.

§ 14. При пробѣ на разрывъ чугунъ долженъ выдержать не менѣе 10 kg/qmm.

Испытаніе производится надъ образцами круглаго сѣченія, діаметромъ 20 mm и длиною между кернами 200 mm, съ нормальною головкою, какъ для круглыхъ желѣзныхъ образцовъ.

Отъ каждой испытуемой плавки должно быть изготовлено и испытано не менѣе трехъ образцовъ.

Образцы изготовляются изъ спеціально отлитыхъ брусковъ той самой плавки, изъ которой изготовляются чугунныя части, причемъ бруски для образцовъ отливаются длиною 1 m и діаметромъ 32 mm. Бруски эти отливаются горизонтально, съ производствомъ литья изъ двухъ воронокъ, размѣщенныхъ въ одной трети ($^1/_3$) отъ концовъ.

§ 15. **Сталь.** Примѣняемая для опорныхъ частей сталь должна быть мелкозернистаго сложенія, безъ пузырей и прочихъ недостатковъ, и послѣ обточки имѣть совершенно гладкія поверхности, безъ пленъ, раковинъ и другихъ неровностей.

§ 16. Сталь подвергается пробѣ на разрывъ, причемъ требуется для кованой стали временное сопротивленіе отъ 50 до 60 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 12%, а для отливокъ временное сопротивленіе не менѣе 45 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 8%.

Образцы изготовляются согласно инструкціи (ч. I, стр. 543).

Литыя стальныя опорныя части для мостовъ должны быть отжигаемы для уничтоженія получающихся при неравномѣрномъ остываніи частей внутреннихъ напряженій металла. Оставляемыя у частей для образцовъ на

НТБ ДНУЖТ

испытаніе отливины, въ случаѣ затруднительности отжига въ одномъ цѣломъ съ частями, могутъ быть передъ отжигомъ отломаны, но отжигаются вмѣстѣ съ частями. Техническія условія сего отжига устанавливаются Отд. по исп. зак. М. П. С., коимъ указывается температура, при которой долженъ производиться отжигъ, не переходя за критическую температуру.

§ 17. Вѣсъ. Независимо отъ указанныхъ выше качествъ металловъ, предназначаемыхъ для изготовленія мостовъ, они вмѣстѣ съ тѣмъ должны обладать слѣдующими удѣльными вѣсами:

литое желѣзо и сталь	7,85,
чугунъ .	7,2,

каковыя величины принимаются въ основаніе исчисленія теоретическаго или разсчетнаго вѣса.

Н. Т. У. для изготовленія и поставки сварочнаго желѣза для мостовъ.

Сварочное желѣзо, предназначаемое для изготовленія мостовъ и отдѣльныхъ частей ихъ, должно удовлетворять слѣдующимъ условіямъ.

§ 1. Сварочное желѣзо всѣхъ сортовъ должно быть хорошо сваренное, мягкое какъ въ холодномъ, такъ и нагрѣтомъ состояніи, въ изломѣ представлять сложеніе волокнистое и должно быть хорошо прокатано по направленію тѣхъ усилій, которымъ будетъ подвергаться въ постройкѣ. Наружныя поверхности прокатаннаго желѣза должны быть чисты и не имѣть недостатковъ, вредящихъ прочности сооруженія, для котораго матеріалъ предназначается.

§ 2. Профиль сортового и фасоннаго желѣза должна быть согласна съ спецификаціей заказчика. Кромки должны быть чистыя, причемъ разрѣшаются допуски, смотря по толщинѣ желѣза, а именно: при толщинѣ до 13 mm — 0,5 mm, а при большей толщинѣ — 1 mm въ ту или другую сторону; допуски въ ширинѣ могутъ быть до 3 mm, а въ длину 10 mm и болѣе, смотря по требованію точности, въ обоихъ случаяхъ допуски разрѣшаются въ ту или другую сторону. Листовое желѣзо должно имѣть размѣры соотвѣтственно заводской спецификаціи, причемъ допуски могутъ колебаться въ такихъ предѣлахъ, чтобы вѣсъ штуки отличался не болѣе какъ на 5% въ ту или другую сторону отъ требуемаго вѣса.

§ 3. Листовое желѣзо должно изгибаться въ холодномъ состояніи безъ всякихъ трещинъ до опредѣленнаго ниже внѣшняго угла между одной стороной и продолженіемъ другой, причемъ изгибаніе дѣлается съ помощью валика 25 mm діаметромъ.

Толщина листовъ mm	Внѣшній уголъ изгиба въ градусахъ	
	При изгибаніи по направленію волоконъ	При изгибаніи поперекъ волоконъ
20 — 16	25^0	10^0
15 — 12	35^0	15^0
11 — 7	50^0	20^0

Кромѣ того, въ листахъ пробиваются въ холодномъ состояніи дыры отъ $^3/_4$ до одного дюйма въ разстояніи отъ края листа до края дыры на діаметръ дыры, причемъ въ пробиваемыхъ листахъ не должно оказываться трещинъ, а выдавливаемые куски должны быть плотны и не оказывать слоистаго сложенія.

Полосовое, угловое, тавровое и прочее желѣзо должно подчиняться тѣмъ же условіямъ, какъ и листовое желѣзо, относительно изгибанія вдоль волоконъ, причемъ, для испытанія углового и вообще фасоннаго желѣза, таковое разрѣзывается по углу.

Примѣчаніе. Желѣзо для подкладокъ и шайбъ никакимъ испытаніямъ не подвергается.

§ 4. Листовое, полосовое и фасонное желѣзо, разрѣзанное по углу, при темно-красномъ каленіи должно, при толщинѣ желѣза до 20 mm, скла-

НТБ ДНУЖТ

дываться вплотную, а при большей толщинѣ обогнуть стержень, равный толщинѣ испытуемаго желѣза, до параллельности сторонъ, безъ обнаруженія притомъ трещинъ въ мѣстахъ сгиба. Кромѣ того, желѣзо всѣхъ сортовъ должно хорошо свариваться, причемъ для тѣхъ образцовъ, которые при испытаніи на разрывъ, согласно § 5, дали временное сопротивленіе болѣе 31 kg/qmm и удлиненіе около $12^0/_{00}$ производится обязательная проба на сварку, и, въ случаѣ неудовлетворительныхъ результатовъ, соотвѣтственная партія желѣза переиспытывается, послѣ чего, въ случаѣ неудовлетворительныхъ результатовъ, все желѣзо этой партіи бракуется.

§ 5. Сварочное желѣзо, выдержавшее вышеуказанныя въ пунктѣ 3 и 4 испытанія, подвергается вслѣдъ за тѣмъ испытанію разрывомъ, при которомъ желѣзо должно давать временное сопротивленіе разрыву не менѣе 34 kg/qmm вдоль прокатки и не менѣе 28 kg/qmm поперекъ прокатки. При такомъ разрывѣ удлиненіе желѣза должно быть при испытаніи вдоль прокатки не менѣе $12^0/_0$, а при испытаніи поперекъ прокатки $2^1/_2{}^0/_0$ для всякаго желѣза, кромѣ назначеніаго для листовъ поясовъ, балокъ проѣзжей части и планокъ въ связяхъ и раскосахъ фермъ, которое должно давать удлиненіе поперекъ не менѣе $3^0/_0$.

§ 6. Желѣзо для звѣздъ въ среднихъ раскосахъ должно давать сопротивленіе и удлиненіе по двумъ взаимно перпендикулярнымъ направленіямъ тѣ же, что требуются для направленія вдоль волоконъ, т.-е. не менѣе 34 kg/qmm и $12^0/_0$ удлиненія.

§ 7. Для производства механическихъ испытаній (на изгибъ, сварку и разрывъ), по выбору пріемщика, изъ предъявленной ему партіи берется не менѣе одного образца для каждаго испытанія, причемъ, при количествѣ не свыше 300 штукъ предъявленныхъ къ сдачѣ частей, поставка разбивается на партіи по 100 штукъ, а остатокъ менѣе 100 штукъ считается за цѣлую партію. Для облегченія пріема партій свыше 300 штукъ одного и того же сорта каждыя 300 или 500 штукъ (по усмотрѣнію пріемщика) считаются отдѣльною партіею. Партіи составляются отдѣльно для полосового, углового, тавроваго и другого фасоннаго желѣза, разнящагося между собою по толщинѣ не свыше 2,5 mm, а по ширинѣ не свыше 25 mm, а для листового не свыше 150 mm.

Въ случаѣ неудовлетворительныхъ результатовъ по какому-либо роду испытанія, берутся вмѣсто каждаго неудовлетворившаго условіямъ образца два другихъ, и если хотя одинъ изъ этихъ послѣднихъ не выдержитъ испытанія, то соотвѣтствующая партія бракуется. Образцы для испытанія на изгибъ и разрывъ вырѣзываются изъ пробныхъ концовъ, оставленныхъ при обрѣзаніи штукъ въ мѣру. Такіе концы должны быть оставлены на противоположныхъ концахъ по направленію прокатки; если позволяетъ ширина, то и на сторонѣ штукъ, приходящихся поперекъ прокатки.

Число оставленныхъ припусковъ не должно быть менѣе $5^0/_0$ числа штукъ въ партіи, причемъ количество образцовъ берется, какъ выше сказано; въ исключительныхъ случаяхъ, при достаточно мотивированномъ сомнѣніи пріемщика, ему предоставляется брать образцы и отъ вполнѣ готовыхъ штукъ, ограничивая число образцовъ приведенными выше указаніями.

2. Заклепки и болты*).

Наиболѣе употребительные діаметры заклепокъ:

При толщинѣ листовъ и уголковъ менѣе 8 mm $d = 16$, при 8 — 10 mm $d = 20$, при 10 — 13 mm $d = 23$, при 13 и болѣе mm $d = 26$.

Рекомендуется, однако, постепенный переходъ къ слѣдующимъ діаметрамъ: 16, 18, 20, 22, 24 и 26 mm; $d = 26$ mm представляетъ наиболѣе употребительный діаметръ для главныхъ фермъ при l большемъ 10 m; меньшіе діаметры примѣняются только въ проѣзжей части, вѣтровыхъ связяхъ и т. п.

*) О болтовыхъ и заклепочныхъ соединеніяхъ см. отд. 6, стр. 644, о заклепкахъ см. стр. 654.

НТБ ДНУЖТ

Въ единичныхъ, исключительныхъ случаяхъ можно примѣнять заклепки діаметромъ въ 30 mm.

Наименьшее разстояніе между заклепками составляетъ $3\,d$, въ исключительныхъ случаяхъ $2{,}5\,d$; для заклепокъ стягивающихъ (не передающихъ усилія) достаточно разстояніе $6\,d$, которое въ исключительныхъ случаяхъ можетъ быть увеличено до $12\,d$.

Разстояніе отъ средины заклепокъ до края листа по направленію перпендикулярному къ дѣйствію усилія $= 1{,}5\,d$ и не больше $2\,d$; по направленію дѣйствія усилія не меньше $2\,d$.

Если длина заклепокъ выходитъ больше $4\,d$, то лучше примѣнять для соединеній болты.

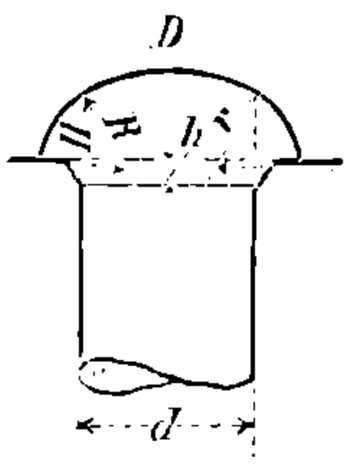
Число заклепокъ находится въ зависимости отъ сопротивленія, которое можетъ выдерживать одна заклепка. Сопротивленіе это при одиночномъ перерѣзываніи $N = \frac{\pi d^2}{4} k_s$, а при двойномъ перерѣзываніи $N = \frac{2\pi d^2}{4} k_s$, гдѣ k_s допускаемое напряженіе на срѣзываніе заклепки.

Если допускаемое напряженіе на сжатіе въ цилиндрической поверхности заклепочнаго отверстія $2\,k_s$, то при толщинѣ листа δ необходимо принимать въ разсчетъ $N = d\,\delta\,2\,k_s$, если эта величина соотвѣтствуетъ меньшему сопротивленію заклепки. Это имѣетъ мѣсто:

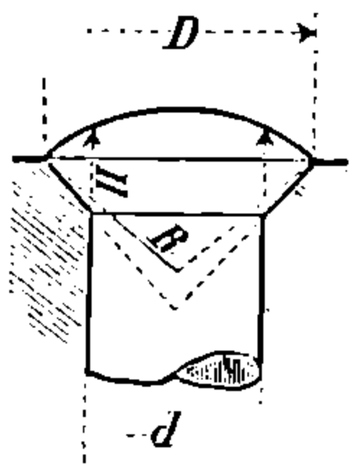
при одиночномъ перерѣзываніи, если $\delta < 0{,}4\,d$,
» двойномъ » » $\delta < 0{,}8\,d$.

Напряженія въ заклепкахъ должны быть разсчитаны въ нижеслѣдующихъ мѣстахъ моста: a) въ стыковыхъ перекрытіяхъ поясовъ, b) въ соединеніяхъ стоекъ, раскосовъ и концевыхъ узлахъ, c) въ соединеніяхъ поперечныхъ и промежуточныхъ балокъ, вѣтровыхъ и поперечныхъ связей, d) въ соединеніяхъ (стыкахъ) вертикальныхъ листовъ; заклепки въ поясахъ (разстояніе между заклепками); поясные

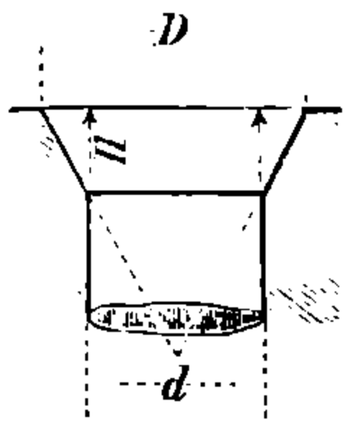
Черт. 1.



Черт. 2.



Черт. 3.



*) Утвержд. приказомъ Министра П. С. отъ 3 декабря 1899 г., № 146.

НТБ ДНУЖТ

листы въ балкахъ со сплошной стѣнкой (разсчетная и дѣйствительная длина) какъ для главныхъ балокъ, такъ и для балокъ проѣзжей части.

Заклепочнымъ головкамъ рекомендуется придавать формы, указанныя на черт. 1, 2 и 3.

$$h = {}^1/_8\, d, \quad H = 0{,}5\, d, \quad D = 1{,}5\, d; \quad R = d, \quad r = 0{,}5\, d.$$

Н. Т. У. поставки заклепочнаго желѣза для мостовъ *).

§ 1. Общія указанія и размѣры. Сварочное и литое желѣзо для заклепокъ должно быть мягкое, лучшаго качества и діаметромъ, соотвѣтственнымъ показанному на чертежахъ діаметру дыръ, для которыхъ таковое предназначается, или согласно спецификаціи, причемъ заклепочное желѣзо можетъ быть на $^1/_{20}$ долю, вообще не болѣе 1 mm, менѣе проектнаго діаметра, но ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть болѣе проектнаго діаметра.

§ 2. Испытанія. Для производства испытаній заклепочное желѣзо разбивается на партіи по 100 прутковъ въ каждой, причемъ разрѣшается соединять въ одну партію прутки различныхъ діаметровъ, равнящихся до 3 mm. Изъ каждой партіи выбирается пріемщикомъ 1 прутокъ, изъ котораго приготовляются 4 образца для нижеуказанныхъ испытаній — по одному образцу для каждаго рода испытанія; при этомъ, однако, число прутковъ независимо отъ числа поставляемыхъ партій, не должно быть менѣе трехъ.

а) Испытаніе на изгибъ въ холодномъ состояніи. Образецъ сварочного или литого желѣза долженъ согнуться настолько, чтобы согнутые концы были между собою параллельны, и разстояніе между ними равнялось толщинѣ прута; при этомъ не должно обнаруживаться никакихъ признаковъ разрушенія.

б) Испытаніе на изгибъ въ горячемъ состояніи. Въ горячемъ состояніи образецъ сварочнаго или литого желѣза долженъ согнуться вплотную на 180°, не обнаруживая признаковъ разрушенія.

в) Испытаніе на образованіе пробныхъ головокъ. При образованіи изъ третьяго образца пробныхъ головокъ въ горячемъ состояніи послѣднія должны быть безъ трещинъ.

г) Испытаніе на разрывъ.

При пробѣ на разрывъ образецъ сварочнаго желѣза долженъ давать сопротивленіе не менѣе 36 kg/qmm при удлиненіи не менѣе $18^1/_2\%$.

При пробѣ на разрывъ образецъ литого желѣза долженъ дать сопротивленіе отъ 34 до 40 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 25% съ тѣмъ, чтобы сопротивленіе, сложенное съ удвоеннымъ удлиненіемъ, т.-е. $R + 2\delta$, было равно или болѣе 90.

Примѣчаніе. Въ случаѣ изготовленія закленочнаго желѣза однимъ заводомъ, а заклепокъ — другимъ, на первомъ должны быть произведены всѣ испытанія надъ матеріаломъ, а на послѣднемъ—надъ готовыми заклепками, какъ указано въ § 5 техническихъ условій на изготовленіе, поставку и сборку металлическихъ частей мостовъ (стр. 410).

§ 3. Оцѣнка результатовъ испытанія. Если хотя одинъ изъ образцовъ данной партіи не удовлетворяетъ требуемымъ качествамъ для какого-либо рода испытанія, то изъ этой же партіи для переиспытанія выбирается еще два прута и изъ каждаго прута приготовляется число образцовъ, соотвѣтственно числу неудавшихся испытаній.

Если бы при этомъ переиспытаніи хотя одинъ изъ образцовъ оказался неудовлетворительнымъ, то соотвѣтственная партія бракуется.

---

*) Утвержд. приказомъ Министра П. С. отъ 3 декабря 1899 г., № 146.

НТБ ДНУЖТ

На основаніи требованій М. П. С. въ Россіи установлены нижеслѣдующія

Н. Т. У. на изготовленіе, поставку и сборку металлическихъ частей мостовъ *).

§ 1. **Общія опредѣленія.** Металлическіе мосты изготовляются въ пролетныхъ частяхъ изъ сварочнаго или литого желѣза, а въ опорныхъ частяхъ изъ чугуна и стали, согласно указаніямъ, даваемымъ при заказѣ и обусловленнымъ договоромъ.

Употребляемые для изготовленія моста матеріалы должны отвѣчать нормальнымъ техническимъ условіямъ на ихъ изготовленіе.

Происхожденіе матеріаловъ удостовѣряется фабричными клеймами, обозначенными на самомъ желѣзѣ, и въ случаѣ заказа желѣза другимъ фирмамъ, таковыя должны сопровождать поставку заказаннаго имъ желѣза письменными обязательствами, что поставленные ими матеріалы должны соотвѣтствовать всѣмъ требованіямъ техническихъ для нихъ условій.

Металлическія части мостовъ должны быть изготовлены въ точности, согласно съ утвержденными проектами.

Каждый пролетъ при сборкѣ на мѣстѣ долженъ имѣть подъемъ, указанный заказчикомъ при выдачѣ чертежей.

§ 2. **Обработка металлическихъ частей.** Листовое и прочее желѣзо, для приведенія его къ требуемымъ для мостовыхъ частей размѣрамъ, можетъ быть обрабатываемо ножницами въ холодномъ состояніи, причемъ для литого желѣза послѣ обрѣзанія всѣ кромки обрабатываемаго желѣза, какъ поперечныя, такъ и продольныя, должны быть удалены или пилою, или рѣзцомъ, или шарошкою, наждачнымъ кругомъ, или на точильномъ станкѣ, на толщину не менѣе 1,5 mm; если же это не будетъ исполнено заводомъ по недостатку запаса въ размѣрахъ, то обработанныя ножницами части нагрѣваются до вишнево-краснаго цвѣта и затѣмъ охлаждаются въ горячей песчаной банѣ.

Пригонка разныхъ сортовъ листового, углового и полосового желѣза должна производиться по надлежащей выправкѣ и обрѣзкѣ оныхъ. Открытые торцы обрѣзанныхъ листовъ и ихъ накладокъ должны имѣть правильныя грани, и всѣ вообще торцы по всей толщинѣ своей не должны представлять никакихъ разрывовъ или недостатковъ матеріала. Торцы всѣхъ стыковъ въ мѣстахъ ихъ взаимнаго соприкасанія должны быть остружены или пригнаны другимъ способомъ подъ угломъ, вполнѣ соотвѣтствующимъ проектнымъ опредѣленіямъ.

Неровности кромокъ слѣдуетъ сглаживать напильникомъ или вубиломъ.

Въ случаѣ изгибанія какого бы то ни было сорта желѣза, въ горячемъ состояніи, таковое должно производиться на металлическихъ формахъ съ медленнымъ охлажденіемъ.

§ 3. **Всѣ дыры въ металлическихъ частяхъ** пролетнаго строенія мостовъ должны быть просверлены или пробиты, но послѣ пробивки дыръ въ литомъ желѣзѣ онѣ должны быть развернуты на 4 mm по діаметру, за исключеніемъ дыръ въ прокладкахъ, шайбахъ и вообще частяхъ, не участвующихъ въ напряженіяхъ, гдѣ дыры могутъ пробиваться безъ развертки.

Сверленіе дыръ должно быть исполнено при такомъ діаметрѣ, чтобы, послѣ общаго расправленія оныхъ въ свинченныхъ частяхъ, онѣ имѣли діаметръ, соотвѣтствующій размѣру, указанному въ проектѣ. Образующіеся при просверливаніи дыръ заусенцы должны быть обрубаемы зубиломъ или сглажены пилою настолько, чтобы соприкасающіяся части плотно прилегали другъ къ другу.

Примѣчаніе къ § 3. Допущеніе развертыванія дыръ не на заводѣ, а на мѣстѣ сборки предоставляется усмотрѣнію заказчика, но отъ завода должно быть потребовано точное выполненіе техническихъ условій относительно размѣровъ разсверливаемыхъ заклепочныхъ отверстій.

§ 4. Заклепочныя дыры во всѣхъ частяхъ должны быть размѣчены въ точности по металлическимъ шаблонамъ. **Неправильность въ разстояніи смежныхъ дыръ** допускается не болѣе, чѣмъ на 1,5 mm, а между крайними дырами цѣлаго листа или уголка не болѣе, чѣмъ на 2,5 mm; въ направленіи

*) Съ измѣненіями согласно П. М. П. С. 8 іюля 1907 г., № 88.

НТБ ДНУЖТ

же дыръ одного продольнаго ряда означенная неправильность не должна превышать 1,5 mm, т.-е. центры дыръ не должны выходить изъ предѣловъ двухъ параллельныхъ линій, отстоящихъ другъ отъ друга на 1,5 mm. Наконецъ, дыры нѣсколькихъ листовъ и частей, соединяющихся общею заклепкою, должны совпадать настолько точно, чтобы неправильность въ положеніи ихъ центровъ не составляла болѣе одной двадцатой доли діаметра стержня заклепки, каковая неправильность, однако, должна быть сглажена разверткою. При невозможности достигнуть означенной точности совпаденія дыръ соотвѣтственнымъ увеличеніемъ отверстій, означенные листы и полосы бракуются.

§ 5. **Заклепки** должны имѣть размѣры и форму, согласные съ проектными опредѣленіями. Стержни заклепокъ должны быть прямые, соотвѣтственнаго діаметра, причемъ колебанія въ толщинѣ не должны превышать $^1/_{20}$ доли послѣдняго, головки же заклепокъ должны имѣть совершенно круглую форму и быть симметрическими относительно оси стержней. Діаметръ стержней заклепокъ можетъ быть меньше діаметра развернутыхъ дыръ на $^1/_{20}$ долю проектнаго діаметра, но во всякомъ случаѣ разница между обоими діаметрами не должна превосходить одного миллиметра.

Показанный на чертежѣ діаметръ заклепки соотвѣтствуетъ діаметру дыры.

Передъ употребленіемъ заклепокъ въ дѣло таковыя подвергаются нижеслѣдующему испытанію: головка заклепки должна сплющиваться въ холодномъ состояніи до тѣхъ поръ, пока діаметръ ея не сдѣлается въ $2^1/_2$ раза болѣе діаметра стержня, причемъ въ головкѣ не должно обнаруживаться никакихъ трещинъ. Для производства сего испытанія изъ партіи въ 1000 штукъ заклепокъ выбираются три заклепки, причемъ если двѣ или болѣе изъ нихъ не удовлетворятъ испытанію, то вся партія бракуется. Если же испытанію не удовлетворитъ только одна заклепка, то изъ той же партіи испытывается еще три, и если при этомъ переиспытаніи хотя одно испытаніе дастъ неудовлетворительный результатъ, то вся партія бракуется *).

§ 6. **Склепываніе.** До склепыванія сложенныхъ вмѣстѣ частей таковыя должны быть хорошо очищены и плотно стянуты достаточнымъ количествомъ болтовъ, самыя же дыры должны быть предварительно выравнены стальными развертками. Заклепки должны быть примѣняемы въ дѣло въ состояніи бѣло-краснаго каленія такъ, чтобы при окончаніи склепыванія онѣ имѣли еще темно-красный цвѣтъ и въ этомъ видѣ плотно сжимали соединяемыя ими части. Головки поставленныхъ на мѣсто заклепокъ должны быть правильной формы, безъ зарубинъ и трещинъ. Заклепки должны заполнять все пространство въ дырахъ и при пробѣ ударами молотка не дрожать.

Заводу разрѣшается, кромѣ ручной клепки, также и машинное склепываніе, но воспрещается сплющиваніе головки непосредственно отъ руки котельнымъ молоткомъ или кувалдою.

Заблаговременно, до приступа къ склепкѣ готовыхъ частей, заводъ обязанъ заявить пріемщикамъ о готовности частей для освидѣтельствованія заклепочныхъ дыръ; если въ теченіе двухъ дней со дня такового заявленія части не будутъ осмотрѣны пріемщиками, то онѣ допускаются къ склепкѣ, не ожидая освидѣтельствованія ими дыръ.

§ 7. **Сборка частей въ заводскихъ мастерскихъ.** Для совершенства сборки металлическихъ частей мостовъ, зависящей, главнымъ образомъ, отъ полнаго взаимнаго соприкасанія, необходимо употреблять сжимы достаточной силы, а также принимать всѣ мѣры предосторожности, дабы не сдвинуть съ мѣста собираемыя части во время ихъ склепыванія, и, въ случаѣ надобности, разрѣшается производить натяжку оправкою. Равнымъ образомъ, необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы входящіе въ составъ собранныхъ частей листы, полосы, уголки и прочіе сорта желѣза не покоробились и не измѣнили своего общаго расположенія, и чтобы линіи и поверхности представляли видъ, согласный съ проектными чертежами. Съ цѣлью убѣжденія въ надлежащей и вполнѣ тщательной пригонкѣ металлическихъ частей въ общемъ составѣ цѣлаго пролета, заказчикъ имѣетъ право требовать отъ завода предварительной сборки частей въ мастерскихъ завода и затѣмъ склепыванія настолько, чтобы получаемыя собранныя части удобно могли быть перевезены

*) Приказъ М. П. С. отъ 25 октября 1905 г., за № 135.

НТБ ДНУЖТ

къ мѣсту установки оныхъ на линіи. Выборъ способовъ сборки мостовъ — горизонтальной или вертикальной, а также требованіе предварительной сборки всѣхъ фермъ полностью на заводѣ предоставляется усмотрѣнію заказчика, но, во всякомъ случаѣ, на заводѣ должны быть предварительно собраны для каждаго однороднаго по системѣ фермъ и по размѣрамъ пролета — не менѣе одной фермы и, сверхъ того, проѣзжая часть и связи; только въ случаѣ изготовленія заводомъ многочисленныхъ малыхъ, совершенно подобныхъ между собою фермъ различныхъ мостовъ разрѣшается ограничиваться сборкой, одной, общей для всѣхъ, шаблонной фермы.

§ 8. **Опорныя части.** Опорныя части должны быть отлиты такъ, чтобы, по надлежащей отдѣлкѣ оныхъ, размѣры ихъ соотвѣтствовали проектнымъ даннымъ. Поверхности опорныхъ частей, прикасающіяся между собою, должны быть остроганы и, гдѣ требуется, обточены. Равнымъ образомъ, поверхности соприкасанія опорныхъ частей съ фермами и подферменными камнями должны представлять правильныя плоскости, которыя повѣряются линейкою.

§ 9. **Вѣсъ.** Вѣсъ металлическихъ частей моста (полосъ, уголковъ и проч.) опредѣляется безъ вычета отверстій для заклепокъ, вѣсъ же заклепочныхъ головокъ опредѣляется въ 3,5% отъ вѣса желѣза, входящаго въ составъ пролетныхъ частей. Для провѣрки единичнаго вѣса поставленныхъ металловъ, а равно съ цѣлью удостовѣриться, что поставленныя части имѣютъ профиль и очертаніе и по удѣльному вѣсу соотвѣтствуютъ установленнымъ требованіямъ, пріемщикомъ производится періодическое контрольное взвѣшиваніе готовыхъ частей по 5% отъ каждой партіи, предъявленной къ пріемкѣ. При этомъ контрольный вѣсъ не долженъ быть ниже разсчетнаго въ отдѣльныхъ частяхъ болѣе, чѣмъ на 3%, а въ среднемъ не болѣе 2%. Превышеніе вѣса не должно быть болѣе 5% противъ теоретическаго вѣса. Въ противныхъ случаяхъ взвѣшиваніе повторяется въ томъ же размѣрѣ съ другими частями соотвѣтственной партіи, и если при этомъ окажется, что недовѣсъ превзошелъ 2% въ среднемъ, то соотвѣтственная партія бракуется.

§ 10. **Приготовленіе частей къ отправкѣ на линію.** Послѣ осмотра и повѣрки пріемщикомъ на заводѣ отдѣльныхъ частей пролетовъ, таковыя должны быть загрунтованы, занумерованы и снабжены соотвѣтственными надписями и условными знаками по отдѣльнымъ пролетамъ.

§ 11. **Сборка и установка металлическихъ частей на мѣсто.** Выборъ способа сборки и установки на мѣсто металлическихъ частей предоставляется заводу, но тотъ или другой способъ сборки, равно какъ проектъ подмостей и прочихъ при установкѣ пролетнаго строенія мостовъ приспособленій, должны быть представлены заблаговременно на одобреніе заказчика. Сборка и склепка частей на мѣстѣ должна производиться знающими свое дѣло рабочими подъ руководствомъ опытныхъ мастеровъ. Самыя же работы должны быть исполнены вполнѣ тщательно и чисто, такъ чтобы всѣ части имѣли правильное очертаніе, безъ неровностей и прочихъ недостатковъ. При окончательной склепкѣ частей мостовъ на мѣстѣ работы должны быть соблюдены всѣ условія, относящіяся къ сборкѣ ихъ на заводѣ. Сверхъ того, какъ при предварительной сборкѣ пролетныхъ частей въ заводскихъ мастерскихъ, такъ и при сборкѣ и установкѣ оныхъ на мѣстѣ работъ, необходимо имѣть въ виду: а) что раскосы въ фермахъ и діагонали въ связяхъ по окончаніи склепочныхъ работъ должны обладать требуемою натянутостью и равномѣрностью натяженія, сели они состоятъ изъ вѣтвей, и б) что продольныя балочки должны окончательно приклепываться къ поперечнымъ балкамъ лишь послѣ освобожденія фермъ отъ подмостей.

§ 12. **Окраска.** Всѣ металлическія части мостовъ должны быть окрашены два раза по загрунтовкѣ, сдѣланной на заводѣ. Составъ, цвѣтъ и порядокъ окраски своевременно устанавливаются заказчикомъ. Окрашиваемыя поверхности предварительно должны быть очищены отъ грязи и ржавчины, и если бы въ нихъ оказались неровности, то таковыя предварительно должны быть зашпаклеваны. Шпаклевка распространяется также на всѣ швы и щели, подверженные дѣйствію дождевой воды. Головки заклепокъ, поставленныхъ при сборкѣ частей на линіи, должны быть до окраски загрунтованы сурикомъ. Окраску должно производить въ хорошую погоду и по сухимъ поверхностямъ. Краски должны быть растираемы какъ можно тщательнѣе и приготовлены на хорошо проваренномъ конопляномъ маслѣ съ прибавленіемъ 3% зильберглету по вѣсу масла. Заводъ приступаетъ къ окраскѣ не иначе, какъ послѣ подробнаго осмотра окрашиваемыхъ частей мѣстными агентами техническаго надзора, которые имѣютъ право отсрочить

НТБ ДНУЖТ

окраску въ случаѣ необходимости предварительнаго исправленія замѣченныхъ въ металлическихъ частяхъ недостатковъ.

§ 13. **Испытаніе верхняго строенія мостовъ.** По совершенномъ окончаніи сборки и установки на мѣсто строенія моста и вслѣдъ за устройствомъ проѣзжей части, пролетныя части подвергаются испытанію согласно существующимъ и могущимъ быть изданными М. П. С. постановленіямъ. Испытанія производятся въ слѣдующемъ порядкѣ: а) Испытаніе статическое. Каждый пролетъ моста нагружается спокойною нагрузкою, расположенною такимъ образомъ, чтобы соотвѣтственная ей равномѣрная нагрузка имѣла величину, указанную въ разсчетахъ проекта моста; продолжительность пребыванія этой нагрузки на каждомъ пролетѣ должна быть не менѣе получаса. б) Испытаніе динамическое. Если въ проектѣ не оговоренъ способъ для сего испытанія, то по мосту пропускается поѣздъ, составленный изъ двухъ самыхъ тяжелыхъ, имѣющихся на дорогѣ, паровозовъ и стольких сполна нагруженныхъ товарныхъ вагоновъ, чтобы длина поѣзда была не менѣе двойной длины пролета; поѣздъ этотъ долженъ двигаться со скоростью отъ 20 до 30 верстъ въ часъ.

§ 14. Постоянный (остающійся) **прогибъ** послѣ испытанія не долженъ превосходить $^1/_{5000}$ части разсчетнаго пролета, а упругій (исчезающій) прогибъ не долженъ превосходить величинъ, обусловленныхъ заказчикомъ въ договорѣ или въ проектѣ. Ближайшія подробности относительно порядка и способовъ испытанія пролетнаго строенія мостовъ и измѣренія величинъ прогибовъ опредѣляются заказчикомъ.

§ 15. Если при испытаніи металлическихъ пролетныхъ частей **временною статическою нагрузкою** постоянный прогибъ окажется болѣе $^1/_{3000}$ части разсчетнаго пролета, то заказчику предоставляется право требовать усиленія за счетъ завода жесткости пролетнаго строенія или же забраковать оное, но послѣдняя мѣра можетъ быть примѣнена лишь на основаніи постановленія Министра Путей Сообщенія.

§ 16. **Предварительный пріемъ.** По выдержаніи мостомъ вышеприведенныхъ испытаній, по немъ открывается движеніе, и если въ продолженіе пятнадцати дней отъ производства послѣдняго испытанія въ мосту не будетъ замѣчено ни малѣйшаго увеличенія постоянной стрѣлы прогиба фермъ и никакихъ общихъ или частныхъ поврежденій и измѣненій по причинѣ недоброкачественности матеріала или несовершенства изготовленія отдѣльныхъ частей, то пролетное строеніе мостовъ считается предварительно принятымъ.

§ 17. **Окончательный пріемъ.** Если затѣмъ въ теченіе послѣдующихъ шести мѣсяцевъ со дня послѣдняго испытанія въ пролетныхъ металлическихъ частяхъ не произойдетъ никакихъ предныхъ перемѣнъ, замѣченныя же поврежденія и неисправности будутъ устранены заводомъ, то мостъ принимается окончательно. Въ случаѣ необходимости производства соотвѣтствующихъ исправленій, шестимѣсячный срокъ окончательной пріемки увеличивается на столько времени, сколько потребуется для приведенія пролетныхъ частей въ полную исправность.

D. Проѣзжая часть мостовъ.

a. Желѣзнодорожные мосты.

Ширина въ свѣту для однопутныхъ мостовъ съ ѣздой по низу 4,1 m*).

1. **Рельсы** прикрѣпляются непосредственно къ продольнымъ подрельсовымъ брусьямъ при помощи литыхъ стальныхъ башмаковъ или зажимныхъ планокъ на разстояніяхъ 600 mm другъ отъ друга. Для уменьшенія удара примѣняютъ иногда упругія прокладки изъ особой фибры, которымъ при толщинѣ

*) По отношенію къ габариту оставляютъ по обѣ стороны предѣльнаго очертанія свободное разстояніе въ 0,20 m.

НТБ ДНУЖТ

въ 2 cm придаются такіе размѣры, чтобы на нихъ приходилось давленіе въ 25 kg/qcm *).

2. Деревянныя **поперечины** располагаются на продольныхъ балочкахъ проѣзжей части вплотную другъ къ другу или на разстояніяхъ не больше 70 cm съ (прибитымъ гвоздями) настиломъ толщиною 5 до 8 cm. Поперечины прикрѣпляются къ продольнымъ балочкамъ отрѣзками неравнобокихъ угольниковъ (80 · 120 · 10), короткая полка которыхъ приклепывается къ поясу продольной балочки, а черезъ длинную полку, по возможности, на серединѣ высоты поперечины пропускаются горизонтальные болты (діам. 20 до 26 mm).

Въ деревянныхъ поперечинахъ допускается напряженіе на изгибъ 75 kg/qcm.

Для различныхъ разстояній между продольными балочками получаются слѣдующіе размѣры поперечинъ**):

Размѣры поперечинъ:

16/16 16/18 18/18 18/20 18/22 18/24 20/22 20/24 20/26 22/28 24/30 28/30 cm

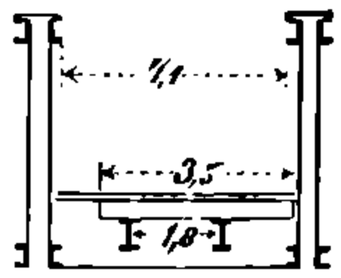
Разстоянія между продольными балочками:

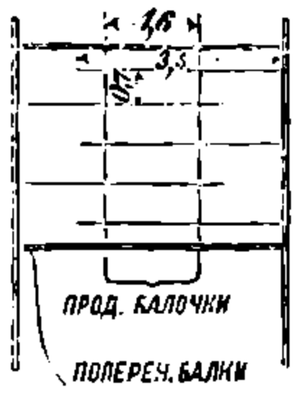
160 162 164 168 171 175 174 178 183 193 204 213 cm.

Наиболѣе часто встрѣчающіяся разстоянія между продольными балочками 170 и 180 cm. Поперечины длиною 3,5 m обыкновенно располагаются въ планѣ такъ, что онѣ сдвинуты въ бокъ поперемѣнно, упираясь концомъ то въ правую, то въ лѣвую ферму (черт. 4). Это расположеніе является болѣе безопаснымъ на случай схода съ рельсовъ. Также рекомендуется располагать поперечины вплотную одна къ другой.

3. Для **продольныхъ балочекъ** всего лучше примѣнять прокатныя двутавровыя балки отъ № 24 до № 55.

Черт. 4 и 5.





4. **Поперечныя балки** (черт. 4 и 5). Для небольшихъ панелей здѣсь также можно примѣнять еще прокатныя балки, въ другихъ случаяхъ балки со сплошной стѣнкой $h = {}^1/_7$ до ${}^1/_{10}\, l$.

При выборѣ для поперечныхъ балокъ прокатной профили или составной балки со сплошной стѣнкой слѣдуетъ руководствоваться не экономіей въ вѣсѣ балки, а стоимостью послѣдней. Единичная цѣна прокатной балки всегда на 30 до 40% ниже цѣны балки составной и еще ниже цѣны рѣшетчатой балки, почему послѣднія рекомендуются въ рѣдкихъ случаяхъ.

Для разсчета поперечныхъ балокъ необходимо опредѣлять опорное давленіе A отъ продольныхъ балочекъ проѣзжей

*) См. Вернгардъ, Z. d. V. d. I. 1900, стр. 1427.
**) По Дирксену, C. d. B. 1901, стр. 405.

НТБ ДНУЖТ

части, принимая въ разсчетъ установленныя въ Россіи нормы эквивалентной нагрузки и правила для разсчета проѣзжей части мостовъ.

5. **Проѣзжая часть** мостовъ для перекрытія городскихъ улицъ устраивается съ непрерывнымъ слоемъ балласта съ цѣлью уменьшенія звукопроводимости; перекрытіе всей проѣзжей части, поддерживающее балластъ, устраивается водонепроницаемымъ. Наименьшій допускаемый слой балласта подъ поперечинами высотою 10 cm. Наименьшее разстояніе отъ края балласта до концовъ поперечинъ 15 cm. Длина поперечинъ 2,7 m. Высота желѣзныхъ поперечинъ около 8 cm. Балластъ покоится на сводчатыхъ квадратныхъ листахъ (ч. I, стр. 535) толщиною 6,5 до 8 mm, при сторонѣ квадрата не болѣе 2 m и стрѣлѣ прогиба $^1/_{12}$ (статическій разсчетъ этихъ сводчатыхъ листовъ на основаніи многолѣтняго наблюденія надъ существующими мостами не требуется).

Балластный слой удерживается сбоку при помощи вертикальныхъ или наклонныхъ плоскихъ или сводчатыхъ листовъ, имѣющихъ опоры съ одной стороны на высотѣ подошвы, а съ другой — на высотѣ поверхности балластнаго слоя, образуя такимъ образомъ ящикъ. Слѣдуетъ, по возможности, уменьшать количество балласта въ виду желательности достиженія экономіи въ вѣсѣ проѣзжей части. По этой же причинѣ остающаяся площадь проѣзжей части выкладывается листами рифленаго желѣза, волнистаго, настильнаго, или сводчатыми листами съ покрытіемъ бетономъ и асфальтомъ, или покрывается тонкимъ слоемъ балласта съ отведеніемъ воды по направленію къ подошвѣ балластнаго слоя. Если тротуары расположены внѣ главныхъ фермъ на консоляхъ, то отведеніе отъ нихъ воды производится при помощи особыхъ желобовъ. Вода отводится отъ балластнаго слоя при помощи особыхъ отверстій діам. 3 cm, расположенныхъ въ наиболѣе пониженныхъ точкахъ сводчатыхъ листовъ; изъ отверстій вода собирается при помощи продольныхъ и поперечныхъ желобовъ.

Для избѣжанія желобовъ въ путепроводахъ черезъ городскія улицы длиною до 30 m примѣняютъ плоскіе листы толщиною въ 8 mm; свободный пролетъ по ширинѣ не свыше 0,85 m; листы имѣютъ продольный уклонъ въ 1 : 100 отъ средины моста въ обѣ стороны.

Сводчатые и плоскіе листы, поддерживающіе балластъ, опираются всего лучше на три и, соотвѣтственно, пять продольныхъ балокъ для каждаго пути; продольныя балки располагаются между поперечными балками проѣзжей части съ такимъ разсчетомъ, чтобы опорныя кромки всѣхъ листовъ лежали въ одной плоскости, избѣгая такимъ образомъ высадки этихъ кромокъ. Въ мѣстахъ соединенія сводчатыхъ или плоскихъ листовъ проѣзжей части съ главными фермами, пояса которыхъ состоятъ изъ нѣсколькихъ листовъ,

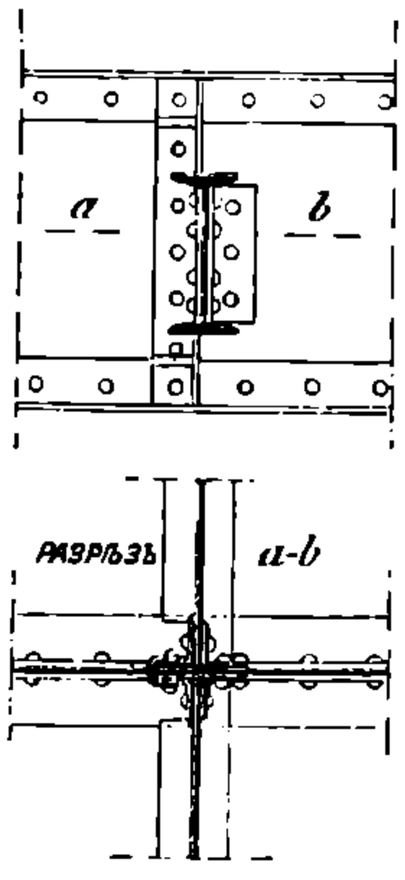
НТБ ДНУЖТ

обыкновенно нижній листъ этого пояса имѣетъ увеличенную ширину, отчего получается выступъ на 60 до 80 mm, къ которому можно приклепать листы проѣзжей части (сводчатые или плоскіе; діам. заклепокъ 16 mm) независимо отъ заклепочнаго соединенія поясныхъ листовъ. При большихъ панеляхъ $\lambda > 2$ m между главными фермами вставляются промежуточныя поперечныя балки.

6. **Соединеніе продольныхъ балочекъ съ поперечными.** Прокатныя балки прикрѣпляются у каждаго конца въ поперечной балкѣ однимъ угольникомъ при помощи особаго листа или при помощи 2-хъ угольниковъ на каждомъ концѣ, изъ которыхъ 1 угольникъ во всю высоту поперечной балки вызываетъ необходимость вырѣзать въ соотвѣтствующихъ мѣстахъ горизонтальныя полки прокатныхъ балокъ съ одной стороны; другой скрѣпляющій угольникъ помѣщается только между полками, для того чтобы избѣжать срѣзанія всѣхъ четырехъ полокъ прокатной балки (черт. 6 и 7).

При ѣздѣ по низу поперечныя балки неизмѣнно соединяются съ главными фермами, и все строеніе усиливается при помощи угловыхъ связей (листовъ), насколько это допускаетъ очертаніе габарита. Это относится какъ до главныхъ фермъ со сплошной стѣнкой, такъ и до рѣшетчатыхъ; въ послѣднемъ случаѣ поперечныя балки прикрѣпляются къ стойкамъ фермъ. Шарнирныя опоры поперечныхъ балокъ можно рекомендовать лишь при пролетахъ свыше 100 m. Жесткость соединенія поперечныхъ балокъ съ главными фермами достигается при помощи вертикальныхъ листовъ такой же толщины, какъ и вертикальная стѣнка поперечной балки. Листы эти цѣльные и начинаются отъ нижняго края поперечной балки, соединяются въ притыкъ съ вертикальнымъ листомъ при помощи двойныхъ накладокъ и выше поперечной балки принимаютъ форму консоли, которою примыкаютъ къ стойкѣ главной фермы. Поясные (верхніе) уголки поперечной балки у начала консоли отгибаются, направляясь вдоль наклонной кромки консольнаго листа до соединенія съ соотвѣтствующими уголками на стойкахъ главныхъ фермъ. Если поперечныя балки состоятъ изъ прокатныхъ двутавровыхъ балокъ, то жесткость соединенія достигается при помощи треугольныхъ листовъ, прочно склепываемыхъ какъ съ поперечною балкою, такъ и съ главными фермами. Поперечныя балки разсчитываются, какъ свободно лежащія на 2-хъ

Черт. 6 и 7.



НТБ ДНУЖТ

опорахъ, причемъ за пролетъ ихъ принимается разстояніе между осями главныхъ фермъ.

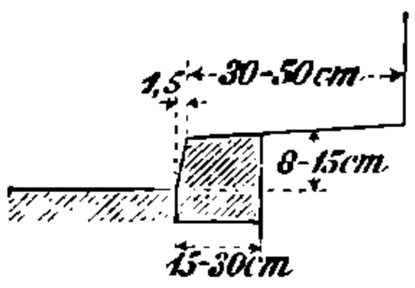
При ѣздѣ по верху необходимо, по возможности, еще достичь опоры поперечныхъ балокъ посрединѣ, пользуясь для этого поперечными скрѣпленіями главныхъ фермъ.

b. Мосты подъ проѣзжую дорогу.

1. Ширина моста.

Для длинныхъ мостовъ проѣзжихъ дорогъ имѣетъ весьма существенное значеніе ширина мостового полотна, отъ которой непосредственно зависитъ стоимость сооруженія; возможное уменьшеніе этой ширины для городскихъ мостовъ даже при оживленномъ движеніи допускается въ виду того, что остановка экипажей у тротуаровъ можетъ быть не принимаема въ разсчетъ. Для обыкновенныхъ мостовъ ширина по разсчету на два ряда экипажей является достаточной; при оживленномъ движеніи разсчитываютъ на три ряда экипажей, а при пропускѣ двухъ рельсовыхъ путей городской дороги необходимо ширину назначить для пропуска этихъ двухъ путей и еще для двухъ рядовъ экипажей. Рельсовые пути всего лучше располагать близъ обрѣза тротуара. Наибольшая **ширина нагруженной телѣги** весьма разнообразна, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, не превосходя обыкновенно 2,5 m. Наибольшая ширина вагона городской дороги, независимо отъ ширины колеи, составляетъ 2 m.

Черт. 8.



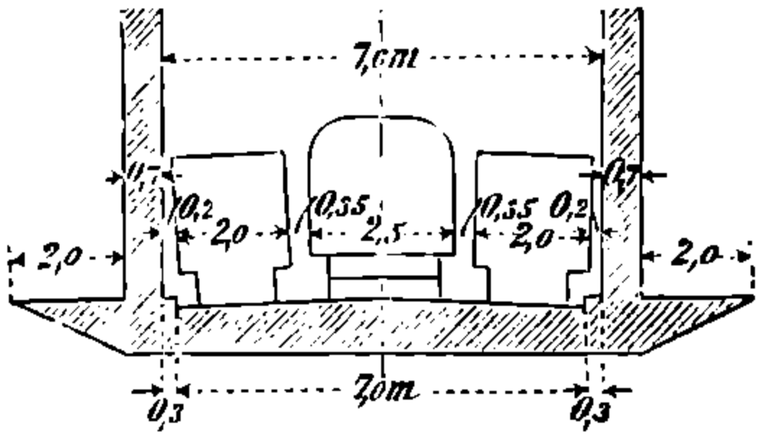
Промежутокъ между двумя телѣгами зависитъ отъ привычной ловкости кучеровъ, которая въ большихъ городахъ больше, чѣмъ въ малыхъ. При гладкой мостовой промежутокъ долженъ быть больше, чѣмъ при шероховатой; въ зависимости отъ этого зазоръ колеблется между 0,35 и 0,50 m. Кромѣ того, необходимо принимать въ разсчетъ свѣшивающуюся часть грузовой телѣги, колеса которой прикасаются къ краю тротуара, а равно и наклонъ телѣги вслѣдствіе поперечнаго наклона полотна (свѣсъ этотъ, въ общемъ, не менѣе 0,3 m).

Наименьшая ширина проѣзжей части для двухъ рядовъ экипажей между обрѣзами тротуаровъ 4,75 m и не болѣе 5 m.

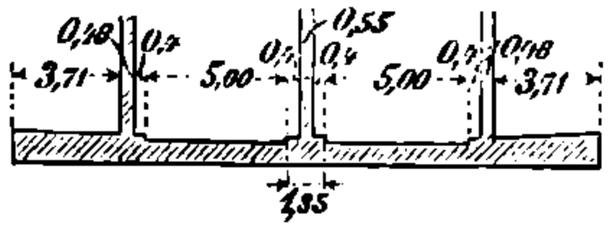
Для трехъ рядовъ экипажей эта ширина должна быть, по меньшей мѣрѣ, 7 m, лучше 7,2 m. Въ этомъ случаѣ разстояніе между главными фермами въ свѣту при ѣздѣ по низу 7,60 до 7,80 m. При ѣздѣ по верху полезно при усиленномъ движеніи для защиты пѣшеходовъ увеличивать ширину между обрѣзами тротуаровъ на 30 cm.

НТБ ДНУЖТ

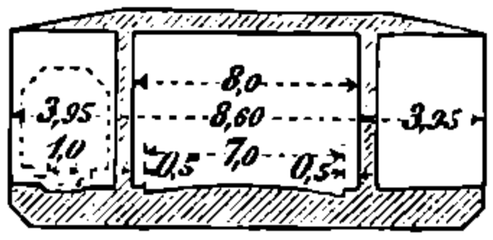
Черт. 9.



Черт. 10.



Черт. 11.



Для четырехъ рядовъ экипажей достаточно разстояніе между обрѣзами тротуаровъ 9,85 до 10 m при ѣздѣ по низу и 10,5 m для ѣзды по верху.

При вышеуказанныхъ размѣрахъ ширина тротуаровъ не должна быть меньше 1,25 m, въ общемъ составлять $^1/_4$ до $^1/_5$ ширины проѣзда для экипажей. При нормальныхъ условіяхъ достаточна ширина въ 3 m. Подъ тротуарами укрѣпляются трубопроводы для разныхъ цѣлей, напр. газа, воды, пневматической почты, кабелей для телеграфа и телефона, по возможности отдѣльно отъ проводниковъ высокаго напряженія. Эти части устанавливаются такъ, чтобы онѣ были легко доступны для осмотра и ремонта. Подъ проѣзжею частью не должно быть никакихъ пустотъ, не сообщающихся съ наружнымъ воздухомъ во избѣжаніе опасности отъ скопленія взрывчатыхъ газовъ.

Ширина нѣкоторыхъ городскихъ мостовъ.

Названіе моста	Построенъ въ году	Ѣзда	Ширина проѣзда m	Разстояніе между главными фермами въ свѣту m	Ширина въ свѣту боковыхъ пѣшеходныхъ дор. m
Мостъ черезъ Рейнъ у Кёльна	.	по низу	5,02	8,50	1,7
» » Эльбу » Гамбурга (с.ч.236)	1890	по низу	7,0	7,60	2,0
» » » » Гарбурга . . .	1898	по низу	7,0	8,00	1,5
» » Рейнъ » Майнца .	1884	по вер.	7,8	.	.
» » » » Вормса . .	1899		6,5	.	.
» » » » Бонна .	1899		6,65	.	3,0
» Ватерлоо въ Лондонѣ . . .	.		7,96		.
» Эбертса въ Берлинѣ	1894		11,00		3,3
» Толбіакъ въ Парижѣ . .	.		10,80		2,6
» Галензее въ Берлинѣ . . .	1895		10,82		4,5
Лондонскій мостъ въ Лондонѣ .	.	по вер.	11,03	.	2,74
Мостъ черезъ Рейнъ у Келя . . .	1898		7,0	8,00	.

НТБ ДНУЖТ

2. Покрытіе (одежда) проѣзжей части мостовъ городскихъ и проѣзжихъ дорогъ.

Для продолжительности службы моста необходимо избѣгать ударовъ при движеніи по немъ грузовъ; въ виду этого покрытіе проѣзжей части гладкою мостовою изъ дерева или асфальта считается наилучшимъ, хотя содержаніе гранитной мостовой и обходится дешевле*).

1. **Настилъ изъ брусьевъ.** Примѣняется либо сплошной двойной настилъ изъ брусьевъ или одиночный сплошной настилъ, лежащій на продольныхъ брусьяхъ; разстояніе между послѣдними опредѣляется съ такимъ разсчетомъ, чтобы верхній настилъ, располагаемый обыкновенно нормально къ оси моста, при износѣ на 6 до 8 cm не могъ ломаться подъ грузомъ отъ колеса**).

2. **Шоссировка.** На сводчатыхъ плитахъ, поверхность которыхъ выравнивается цементно-бетоннымъ слоемъ, устраивается покрытіе водонепроницаемымъ слоемъ изъ асфальтоваго войлока, сверху котораго щебеночная кора толщиною 15 cm съ соотвѣтствующимъ поперечнымъ наклономъ (см. стр. 394).

3. **Деревянная или каменная мостовая.** На сводчатыхъ плитахъ кладется бетонная постель, имѣющая въ наиболѣе пониженной точкѣ толщину въ 8 cm. Каменная мостовая (стр. 263 и слѣд.) кладется на слоѣ гравія толщиною 2 cm. Деревянныя колодки высотою не менѣе 13 cm, шириною 8 cm и длиною 20 до 25 cm (шведская сосна), предварительно хорошо сортированныя, укладываются на гладкомъ цементномъ полу***). При этомъ необходимо: швы, имѣющіе толщину почти въ 6 mm, заливать цементнымъ растворомъ, увеличивать поперечный уклонъ полотна на разстояніи 1 до 1,5 m отъ обрѣза мостового тротуара, заполнять лѣпной глиной шовъ между обрѣзомъ тротуара и деревянной мостовой, а равно покрывать деревянную мостовую по крайней мѣрѣ два раза въ году слоемъ твердаго гранитнаго гравія, который, будучи укатанъ въ торцы деревянной мостовой, придаетъ ея поверхности твердость.

4. **Асфальтъ** утрамбовывается на бетонной постели (указанной въ 3.) и имѣетъ толщину 4 до 8 cm. Это покрытіе при незначительномъ уклонѣ представляется наиболѣе легкимъ и наиболѣе дешевымъ.

Сводчатыя плиты и поддерживающія ихъ балки имѣютъ устройство, показанное во 2. Отведенія воды не тре-

---

*) Цѣлый рядъ образцовыхъ типовъ проѣзжей части для мостовъ проѣзжихъ дорогъ см. Бернардъ, Z. d. V. d. I. 1902.

**) См. Z. d. V. d. I. I. 1900, стр. 1421. Бернардъ, Die Drehbrücke «Neuhof».

***) См. C. d. B. 1891. стр. 443. II. Фрезе, Деревянная мостовая въ Парижѣ. На мосту Лютера въ Берлинѣ въ 1891 уложена деревянная мостовая, хорошо сохранившаяся послѣ тринадцатилѣтней работы.

НТБ ДНУЖТ

буется; рекомендуется, однако, обязательно устраивать отверстія въ наиболѣе пониженныхъ точкахъ сводчатыхъ плитъ для отвода излишней воды изъ бетоннаго слоя и лучшаго высыханія этого слоя.

Вмѣсто покрытія изъ сводчатыхъ плитъ выгодно примѣнять для поддержанія бетоннаго слоя настильное желѣзо (Зоре) (см. ч. I, стр. 523). Послѣднее устройство выходитъ легче. Настильное желѣзо кладется большею частью неразрѣзными полосами на продольныхъ балкахъ и разсчитывается какъ балка, однимъ концомъ задѣланная, а другимъ концомъ свободно лежащая.

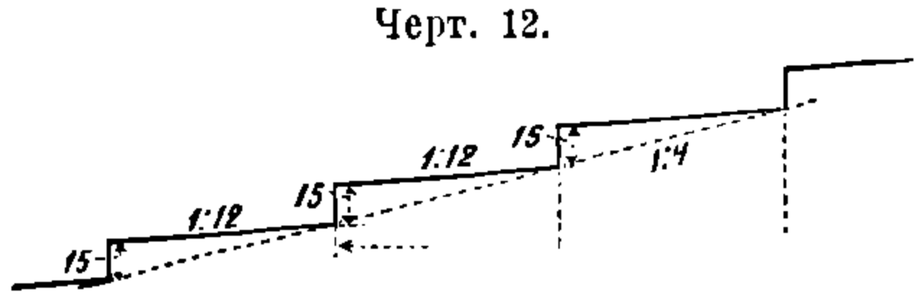
Для опредѣленія давленія, распредѣляемаго сосредоточеннымъ грузомъ черезъ слой балласта, на поддерживающее этотъ слой желѣзное строеніе можно пользоваться формулой $d = b + 2h$, гдѣ d діаметръ круга, по которому передается давленіе, b ширина обода колеса или камня мостовой, h высота балластнаго слоя. Для бетона принимается болѣе выгодное предположеніе: $d = b + 2{,}7h$.

c. Пѣшеходные мосты.

Брусчатый настилъ представляетъ самое легкое покрытіе; брусья кладутся перпендикулярно къ оси моста съ зазоромъ въ 2 до 3 cm и имѣютъ скошенныя ребра. Наибольшій допускаемый при этомъ подъемъ составляетъ 1 : 12 при длинѣ 43 m*). Въ нѣкоторыхъ случаяхъ (Schlütersteg, Берлинъ) подъемъ 1 : 17. Асфальтовое покрытіе по сводчатымъ листамъ или настильному желѣзу допускаетъ подъемъ не болѣе 1 : 20.

Для **наклонныхъ площадокъ (рампъ)** при примѣненіи особой мостовой (цементъ, мозаика) можно на очень короткихъ разстояніяхъ допускать подъемъ въ 1 : 10 и даже 1 : 8. Лѣстницъ съ числомъ ступеней болѣе 4—5 слѣдуетъ, по возможности, избѣгать; для пѣшеходныхъ мостовъ необходимо принимать въ разсчетъ возможность перекатыванія по нимъ ручныхъ грузовыхъ телѣжекъ, дѣтскихъ колясокъ, велосипедовъ, при условіи, чтобы по пѣшеходнымъ мостамъ можно было перемѣщать эти телѣжки однимъ человѣкомъ. Въ тѣхъ случахъ, когда нельзя избѣжать устройства ступеней или лѣстницъ, рекомендуется проектировать ихъ, какъ указано на черт. 12.

Черт. 12.



Ширина полотна мѣняется въ предѣлахъ 1,5 и 4,0 m.

---

*) См. Z. f. B. 1900, № 1. Мюллеръ-Бреслау, der Kaisersteg bei Oberschönewelde.

НТБ ДНУЖТ

Е. Главныя фермы желѣзныхъ балочныхъ мостовъ.

а. Типъ и число главныхъ фермъ.

Пусть означаютъ:
l пролетъ,
λ длину панели или разстояніе между поперечными балками,
h высоту фермы, измѣренную для фермъ со сплошною стѣнкою, со включеніемъ наружныхъ поясныхъ листовъ, а для составныхъ рѣшетчатыхъ фермъ — между центрами тяжести поясовъ.

1. При $l < 15$ m слѣдуетъ безусловно отдавать предпочтеніе балкамъ со сплошною стѣнкою.
2. При $l = 15$ до 22 m необходимо въ каждомъ случаѣ сравнивать стоимость сплошной балки и балки рѣшетчатой.
3. При $l > 22$ m рѣшетчатыя балки всегда выгоднѣе.
4. При $l > 30$ m для двухпутныхъ линій наиболѣе выгоднымъ является проектированіе четырехъ главныхъ фермъ, по двѣ фермы на каждый путь.

Между стѣнками двухъ смежныхъ фермъ необходимо оставлять разстояніе не меньше 50 cm, для доступа на случай осмотра при испытаніи, окраски и смѣны ослабшихъ заклепокъ. Въ рѣдкихъ случаяхъ, когда при разстояніи между осями путей въ 3,5 m этого промежутка достичь нельзя, устраиваютъ три главныя фермы.

Разстояніе между главными фермами должно быть не менѣе $h : 14$; въ противномъ случаѣ дополнительныя напряженія отъ давленія вѣтра и боковыхъ перемѣщеній выходятъ весьма значительными.

b. Балки со сплошною стѣнкою (сплошныя балки).

1. Главные размѣры.

Если l' заданное разстояніе въ свѣту между каменными опорами, то принимаютъ:

$$l = 1{,}01\, l' + 40 \text{ cm}.$$

При неограниченной строительной высотѣ укладываютъ деревянныя поперечины непосредственно на главныя балки.

При ограниченной строительной высотѣ и небольшихъ пролетахъ ($l < 8$ m) соединяютъ двѣ фермы въ двойныя фермы, между которыми на особыхъ поперечныхъ балочкахъ или особыхъ подрельсовыхъ брусьяхъ, при помощи скрѣпленій, указанныхъ на стр. 412, укрѣпляется рельсъ на такой высотѣ, какая можетъ быть допущена въ зависимости отъ габарита.

НТБ ДНУЖТ

При ограниченной строительной высотѣ и большихъ пролетахъ проѣзжая часть, рельсы и поперечины располагаются на продольныхъ балочкахъ, укрѣпленныхъ между поперечными, при этомъ нижняя грань поперечныхъ балокъ опускается до нижней грани главной фермы. Верхняя грань поперечной балки должна оставаться ниже подошвы рельса, по меньшей мѣрѣ на 3, лучше 5 cm. Рекомендуется принимать разстояніе между поперечными балками отъ 1,25 до 3 m, а весь пролетъ раздѣлять на нечетное число панелей.

Разстояніе между главными фермами зависитъ отъ строительной высоты и формы габарита. Для желѣзнодорожныхъ мостовъ въ прямыхъ частяхъ пути при $l > 15$ m разстояніе въ свѣту между фермами можетъ составлять 3,84 m (русскій габаритъ), причемъ можно располагать высотою въ 1,067 (русскій габар.) + строительная высота. Для мостовъ въ кривыхъ необходимо еще принимать въ разсчетъ: 1. наибольшее удаленіе средины пути отъ оси моста, 2. наклонное положеніе габарита подвижного состава вслѣдствіе подъема наружнаго рельса, отчего верхняя грань главной фермы съ внутренней стороны кривой входитъ внутрь. Въ виду возможныхъ ошибокъ при сооруженіи моста всегда долженъ оставаться зазоръ между габаритомъ и очертаніемъ моста въ 5 cm. При выборѣ высоты главныхъ фермъ необходимо, наконецъ, еще провѣрять, не получается ли чрезмѣрно большой прогибъ (см. ниже, 2.). Если прогибъ долженъ оставаться менѣе $^1/_{1200}\,l$, то, допуская напряженіе литого желѣза въ 800 kg/qcm, будемъ имѣть для фермъ со сплошной стѣнкой и параллельными поясами высоту фермы $h > {}^1/_{10{,}4}\,l$, а для кривыхъ поясовъ $h > {}^1/_{11{,}4}\,l$.

Въ общемъ выбираютъ $h = {}^1/_8\,l$ до $^1/_{12}\,l$. Въ этихъ предѣлахъ съ увеличеніемъ h уменьшается вѣсъ фермы.

2. Прогибъ.

Для фермы со сплошною стѣнкою при неизмѣняющемся сѣченіи, т.-е. постоянномъ J (въ cm^4), имѣемъ при равномѣрной нагрузкѣ:

$$f = \frac{5}{48}\,\frac{\mathfrak{M}_m}{EJ}\,l^2 = 0{,}1042\,\frac{\mathfrak{M}_m}{EJ}\,l^2,$$

гдѣ $\mathfrak{M}_m$ изгибающій моментъ посрединѣ пролета (въ cmkg), E модуль упругости (въ kg/qcm) и l пролетъ въ cm. Если опредѣлены высота фермы и допускаемое напряженіе

$$k_b = \frac{\mathfrak{M}_m}{W} = \frac{\mathfrak{M}_m h}{2J},$$

то имѣемъ $$\frac{f}{l} = \frac{l}{h}\,\frac{k_b}{10000}\;(k_b \text{ въ } t/\text{qcm}).$$

При перемѣнномъ сѣченіи фермы имѣемъ, приблизительно, прогибъ для равномѣрной нагрузки

НТБ ДНУЖТ

$$f = \frac{5{,}5}{48}\,\frac{\mathfrak{M}_m}{EJ}\,l^2 = 0{,}1146\,\frac{\mathfrak{M}_m}{EJ}\,l^2,$$

и, соотв., $$\frac{f}{l} = \frac{l}{h}\,\frac{k_b}{10000}\ (k_b \text{ въ } t/\text{qcm}).$$

3. Подборъ сѣченій.

Сѣченіе фермъ со сплошной стѣнкой составляется изъ:

a) вертикальной стѣнки, толщина которой обыкновенно $\delta = 8$, 10 или 12 mm;

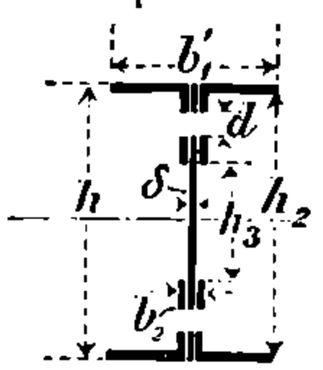
b) двухъ или четырехъ поясныхъ угольниковъ, не менѣе № $6^1/_2$, діам. заклепки $d \geqq 20$ mm (толщину угольниковъ всего лучше принимать равною толщинѣ поясного листа или нѣсколько менѣе; при примѣненіи неравнобокихъ угольниковъ всегда короткая полка ставится вертикально, а длинная — горизонтально);

c) изъ одного до трехъ поясныхъ листовъ, смотря по надобности; употребительную длину поясныхъ листовъ см. стр. 405.

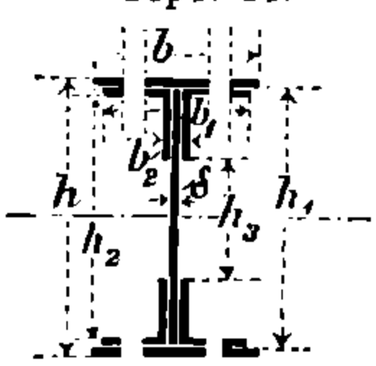
Если k_b (въ kg/qcm) допускаемое напряженіе на изгибъ для матеріала балки, то для опаснаго сѣченія балки необходимый моментъ сопротивленія W относительно горизонтальной оси, проходящей черезъ центръ тяжести сѣченія:

$$W = \frac{\max \mathfrak{M}}{k_b} \text{ въ } \text{cm}^3.$$

Черт. 13.



Черт. 14.



По выбранному h и требуемому W опредѣляютъ сѣченіе балки, приблизительно, пользуясь указаніями въ 4. и 5. или съ помощью таблицы стр. 425*) и пробныхъ разсчетовъ, такъ чтобы опредѣленная величина W превышала требуемую на незначительную величину. Для сѣченія, представленнаго на черт. 13 (размѣры въ cm), безъ поясныхъ листовъ, имѣемъ моментъ инерціи относительно нейтральной линіи въ cm^4 (за вычетомъ обѣихъ горизонтальныхъ заклепочныхъ дыръ):

$$\text{I.... } J_0' = {}^1/_{12}\,[b'_1(h_1^3 - h_2^3) + b_2(h_2^3 - h_3^3) + \delta h_3^3] - \underbrace{- {}^1/_2\,d\,b_2\,[{}^1/_2(h_2 + h_3)]^2}_{\text{приблизительно для вычета заклепокъ}},$$

и, слѣд., моментъ $W'_0 = 2\,J'_0 : h_1$ въ cm^3.

*) По H. Zimmermann, Genietete Träger, 3 изд., Berlin, 1893. См. также B. Böhm und E. John, Widerstandsmomente, Trägheitsmomente und Gewichte von Blechträgern, Berlin, 1895. A. Meves, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1897, стр. 166 и слѣд.

НТБ ДНУЖТ

Для черт. 14 соотвѣтственно, за вычетомъ четырехъ вертикальныхъ заклепочныхъ дыръ (т.-е. если подъ b и b_1 подразумѣвать ширину за вычетомъ двухъ діаметровъ d заклепокъ), въ cm^4:

II.... $J_1 = {}^1/_{12}[b(h^3 - h_1^3) + b_1(h_1^3 - h_2^3) + b_2(h_2^3 - h_3^3) + \delta h_3^3]$
$= {}^1/_{12} b(h^3 - h_1^3) + J_0$; J_0 см. ниже, уравн. III,

и, слѣд., $W_1 = 2J_1 : h$ въ cm^3.

Для сѣченія (черт. 14) безъ поясныхъ листовъ имѣемъ (въ cm^4):

III. .. $J_0 = {}^1/_{12}[b_1(h_1^3 - h_2^3) + b_2(h_2^3 - h_3^3) + \delta h_3^3]$,

и, слѣд,, $W_0 = 2J_0 : h_1$ въ cm^3.

Если $F^1 = {}^1/_2 b(h - h_1)$ полезное сѣченіе поясного листа одного пояса (черт. 14), то имѣемъ приблизительно:

IV. $J_1 = J_0 + {}^1/_2 F' h_1^2$ и (по Мюллеръ-Бреслау) $F' = \frac{W}{h_1} - \frac{W_0}{h}$.

Если измѣнять вверху и внизу (черт. 14) b на Δb, слѣд., F' на $\Delta F'$, то W_1 получаетъ приращеніе (приблизительно), если величина ${}^1/_2(h - h_1)$ мала въ сравненіи съ h:

$$\Delta W_1 = h \cdot {}^1/_2(h - h_1)\Delta b = h \cdot \Delta F'.$$

Если на черт. 14 нижняя (или верхняя) пара заклепочныхъ отверстій пропадаетъ, т.-е. если полезное сѣченіе F увеличивается на $\Delta F = 2d\,{}^1/_2(h - h_2)$, то въ случаѣ, если ${}^1/_2(h - h_2)$ мало въ сравненіи съ h, приблизительное увеличеніе W_1 составитъ:

$$\Delta W_1 = {}^3/_4 h \cdot \Delta F.$$

Приблизительно, по Мюллеръ-Бреслау, если F_0 (въ qcm) обозначаетъ полезное сѣченіе поясныхъ угольниковъ + часть вертикальнаго листа между поясными угольниками, то моментъ сопротивленія при высотѣ вертикальнаго листа h' (въ cm), если $h' < 60$ cm (промежуточныя балки мостовъ), будетъ:

$$W_0 = (0{,}56 + 0{,}007\ h_1)\ F_0 h' \text{ въ } cm^3.$$

Въ нижеслѣдующихъ таблицахъ означаютъ:

g_0 вѣсъ балки изъ сварочнаго желѣза безъ поясныхъ листовъ въ kg/m,

g_1, g_2 и g_3 вѣса желѣзной балки съ однимъ, двумя и, соотвѣтственно, тремя поясными листами въ kg/m,

W'_0 моментъ сопротивленія сѣченія безъ поясныхъ листовъ въ cm^3, за вычетомъ горизонтальныхъ заклепочныхъ отверстій,

W_1, W_2 и W_3 моменты сопротивленія сѣченія съ однимъ, двумя и, соотв., тремя поясными листами въ cm^3, за вычетомъ вертикальныхъ заклепочныхъ дыръ.

Соотвѣтствующіе моменты инерціи получаются умноженіемъ W на половину высоты балки.

При ширинѣ поясныхъ листовъ большей, нежели указано въ таблицахъ, моментъ сопротивленія на каждый cm ширины, сверхъ приведенной, увеличивается приблизительно на

НТБ ДНУЖТ

$^1/_4\ (h^2 - h_1^2)$, гдѣ h_1 высота стѣнки, а h общая высота балки со включеніемъ поясныхъ листовъ (въ cm).

Въ нижеслѣдующихъ таблицахъ **вѣса** g_0, g_1 и g_2 приведены для балокъ, безъ вычета матеріала заклепочныхъ дыръ и безъ прибавки вѣса заклепочныхъ головокъ. Вѣсъ **заклепочныхъ головокъ** см. ч. I, стр. 655.

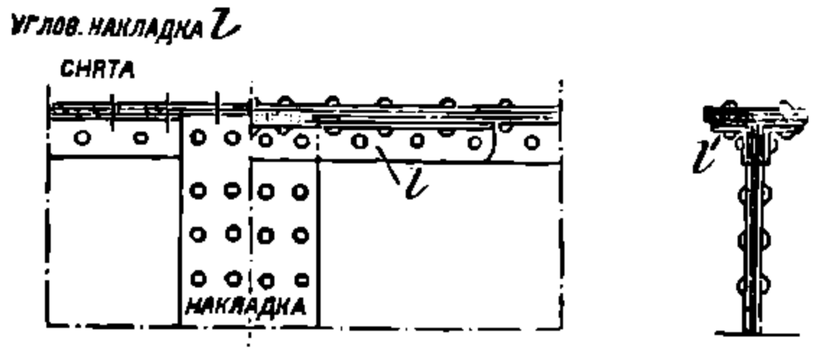
Моменты сопротивленія и вѣса балокъ со сплошною стѣнкою безъ поясныхъ листовъ *).

Высота стѣнки h_1. m	2 L 60 · 60 · 8		2 L 65 65 · 9		2 L 70 · 70 · 10		2 L 75 · 75 · 10mm	
	Діам. закл. 1,6 cm Толщ. стѣн. 0,8 cm		Діам. закл. 1,8 cm Толщ. стѣн. 0,9 cm		Діам. закл. 2,0 cm Толщ. стѣн. 1,0 cm		Діам. заклеп. 2,0 cm Толщ. стѣн. 1,0 cm	
	W'_0 ccm	g_0 kg	W'_0 ccm	g_0 kg	W'_0 ccm	g_0 kg	W'_0 ccm	g_0 kg
20	273	40,4	320	48,0	370	56,1	393	59,3
25	371	43,5	434	51,5	502	60,1	533	63,2
30	476	46,7	558	55,0	644	64,0	684	67,1
35	588	49,8	689	58,5	796	67,9	845	71,0
40	707	52,9	828	62,1	956	71,8	1015	74,9
45	834	56,0	976	65,6	1125	75,7	1194	78,8
50	967	59,2	1131	69,1	1303	79,6	1382	82,7
55	1107	62,3	1293	72,6	1490	83,4	1578	86,6
60	1253	65,4	1464	76,1	1685	87,3	1783	90,4

4. Стыки вертикальной стѣнки.

Вертикальныя **стѣнки въ стыкахъ** перекрываются двойными накладками; толщина каждой накладки $^2/_3\ \delta$ до δ (не менѣе 8 mm); накладки ограничиваются горизонтальными краями вертикальныхъ полокъ верхняго и нижняго поясныхъ угольниковъ. Кромѣ того, на эти вертикальныя полки кладется еще полосовое желѣзо. Лучше, однако, перекрывать накладками всю высоту вертикальной стѣнки (черт. 15 и 16).

Черт. 15 и 16.



Стыковыя заклепки должны передавать тѣ части перерѣзывающаго усилія и изгибающаго момента, которыя вслѣдствіе разрыва вертикальной стѣнки у стыка не могутъ быть воспринимаемы частями фермы, въ этомъ

*) По Циммерману, Genietete Träger, Berlin, 1893. Кромѣ того, рекомендуются таблицы для моментовъ сопротивленія: Böhm u. John, Берлинъ, 1895. С. Шаровскій, Хагенъ, 1898, О. Хаммершмидтъ. Шаровскій и Зейфертъ, Gewichtsberechnungen von Walzeisen und Eisenkonstruktionen, Hagen, 1898, О. Хаммершмидтъ. Штёкль и Хаузеръ, Вѣна, 1898. Кельцовъ, Hülfstafeln für Knicksicherheit, Ганноверъ, 1898.

(Продолженіе см. стр. 427).

НТБ ДНУЖТ

Моменты сопротивленія и вѣса балокъ со сплошною стѣнкой, при толщинѣ стѣнки въ 1 cm.

Высота стѣнки h_1 cm	2 уголка 80 · 80 · 10 mm діаметръ заклепокъ = 2,0 cm					2 уголка 90 90 11 mm діаметръ заклепокъ = 2,0 cm					2 уголка 100 · 100 · 12 mm діаметръ заклепокъ = 2,3 cm				
	безъ поясныхъ листовъ		1 листъ 180 · 10	2 листа 180 · 10	3 листа 180 · 10	безъ поясныхъ листовъ		1 листъ 200 11	2 листа 200 · 11	3 листа 200 · 11	безъ поясныхъ листовъ		1 листъ 230 · 12	2 листа 230 · 12	3 листа 230 · 12
	g_0 kg	W_0 cm³	W_1 cm³	W_2 cm³	W_3 cm³	g_0 kg	W_0 cm³	W_1 cm³	W_2 cm³	W_3 cm³	g_0 kg	W_0 cm³	W_1 cm³	W_2 cm³	W_3 cm³
30	70,2	724	1077	1462	1857	81,4	858	1293	1778	2277	94,2	988	1523	2135	2767
35	74,1	894	1321	1771	2231	85,3	1059	1585	2151	2732	98,1	1218	1864	2579	3312
40	78,0	1073	1575	2092	2617	89,2	1270	1887	2536	3199	102,0	1459	2218	2336	3872
45	81,9	1261	1839	2422	3014	93,1	1491	2150	2933	3678	105,9	1710	2584	3507	4446
50	85,8	1458	2112	2762	3420	97,0	1720	2522	3339	4168	109,8	1971	2960	3988	5031
55	89,7	1664	2395	3112	3836	100,9	1959	2854	3756	4668	113,7	2241	3346	4479	5628
60	93,6	1879	2686	3470	4261	104,8	2207	3196	4182	5178	117,6	2520	3741	4981	6235
65	97,5	2102	2986	3838	4696	108,7	2463	3546	4617	5697	121,5	2808	4146	5492	6851
70	101,4	2333	3294	4214	5139	112,6	2727	3906	5061	6226	125,4	3104	4560	6013	7478
75	105,3	2573	3612	4599	5591	116,5	3001	4273	5514	6763	129,3	3409	4983	6543	8114
80	109,2	2822	3938	4992	6052	120,4	3283	4650	5976	7310	133,2	3723	5415	7082	8760
85	113,1	3079	4273	5394	6522	124,3	3573	5036	6447	7866	137,1	4046	5856	7739	9414
90	117,0	3344	4615	5805	7000	128,2	3872	5430	6926	8430	141,0	4376	6305	8186	10077
95	120,9	3617	4967	6224	7487	132,1	4179	5832	7623	9003	145,7	4716	6763	8751	10750
100	124,8	3900	5326	6652	7983	136,0	4494	6243	7910	9585	148,8	5064	7229	9325	11431
106	128,7	4190	5695	7088	8487	139,9	4818	6662	8619	10174	152,7	5420	7701	9908	12121
110	132,6	4489	6071	7533	8999	143,8	5151	7090	8929	10774	156,6	5785	8188	10499	12819
115	136,5	4796	6456	7985	9520	147,7	5492	7527	9451	11381	160,5	6158	8680	11099	13526
120	140,4	5111	6849	8447	10049	151,6	5841	7971	9981	11998	164,4	6539	9181	11707	14242
125	144,3	5435	7252	8917	10587	155,5	6198	8424	10520	12622	168,3	6929	9690	12324	14966
130	148,2	5768	7662	9395	11133	159,4	6564	8886	11068	13255	172,2	7327	10207	12949	15699
135	152,1	6108	8080	9882	11688	163,7	6937	9355	11623	13896	176,1	7729	10733	13583	16441
140	156,0	6457	8507	10377	12251	167,6	7320	9832	12187	14546	182,0	8144	11268	14225	17191
	$g_1 = g_0 + 28,1$ kg/m, $g_2 = g_0 + 55,2$ » , $g_3 = g_0 + 84,3$ » .					$g_1 = g_0 + 34,32$ kg/m, $g_2 = g_0 + 68,64$ » , $g_3 = g_0 + 102,96$ » .					$g_1 = g_0 + 43,06$ kg/m, $g_2 = g_0 + 86,11$ » , $g_3 = g_0 + 129,16$ » .				

НТБ ДНУЖТ

Моменты сопротивленія и вѣса балокъ со сплошною стѣнкой при толщинѣ стѣнки въ 1,2 cm.

Высота стѣнки h_1	2 уголка 80 120 · 12 mm діаметръ заклепокъ = 2,3 cm					2 уголка 120 120 · 13 mm діаметръ заклепокъ = 2,6 cm					2 уголка 130 · 130 14 mm діаметръ заклепокъ = 2,6 cm				
	безъ поясныхъ листовъ		1 листъ 260 · 12	2 листа 260 12	3 листа 260 · 12	безъ поясныхъ листовъ		1 листъ 260 · 12	2 листа 260 12	3 листа 260 12	безъ поясныхъ листовъ		1 листъ 280 13	2 листа 280 13	3 листа 280 13
cm	g_0 kg	W_0 cm³	W_1 cm³	W_2 cm³	W_3 cm³	g_0 kg	W_0 cm³	W_1 cm³	W_2 cm³	W_3 cm³	g_0 kg	W_0 cm³	W_1 cm³	W_2 cm³	W_3 cm³
60	126,5	2730	4203	5650	7113	148,2	3181	4530	5920	7327	163,6	3593	5169	6820	8492
70	135,9	3356	5105	6801	8511	157,6	3923	5539	7169	8814	173,0	4423	6312	8246	10200
80	145,3	4022	6048	7993	9952	167,0	4706	6592	8463	10347	182,3	5297	7500	9720	11958
90	154,6	4729	7032	9228	11434	176,3	5542	7689	9801	11926	191,7	6213	8732	11239	13763
100	164,0	5477	8057	10503	12959	185,7	6399	8827	11182	13547	201,1	7171	10007	12802	15612
102	165,9	5631	8267	10763	13269	187,5	6577	9060	11463	13877	202,9	7368	10267	13119	15987
104	167,7	5787	8479	11025	13581	189,4	6757	9294	11746	14208	204,8	7566	10529	13439	16363
106	169,6	5944	8692	11288	13894	191,3	6938	9530	12030	14541	206,7	7766	10793	13760	16742
108	171,5	6103	8907	11553	14209	193,2	7121	9768	12316	14876	208,5	7967	11058	14083	17122
110	173,3	6264	9123	11819	14525	195,0	7306	10008	12604	15212	210,4	8170	11325	14407	17504
112	175,2	6427	9341	12087	14843	196,9	7492	10249	12894	15550	212,3	8375	11593	14733	17888
114	177,1	6590	9560	12357	15163	198,8	7680	10491	13185	15890	214,2	8582	11863	15061	18273
116	179,0	6756	9782	12628	15484	200,6	7870	10735	13478	16231	216,0	8790	12135	15391	18660
118	180,8	6923	10004	12901	15807	202,5	8061	10981	13772	16574	217,9	8999	12408	15722	19049
120	182,7	7092	10229	13176	16132	204,4	8254	11229	14068	16918	219,8	9211	12684	16055	19439
122	184,6	7262	10455	13452	16458	206,3	8449	11478	14366	17265	221,6	9424	12960	16389	19831
124	186,5	7434	10683	13730	16786	208,1	8645	11729	14666	17613	223,5	9638	13239	16725	20225
126	188,3	7608	10912	14009	17116	210,0	8843	11981	14967	17962	225,4	9854	13519	17063	20621
128	190,2	7783	11143	14290	17447	211,9	9042	12235	15269	18313	227,3	10072	13800	17403	21018
130	192,1	7960	11375	14573	17780	213,8	9243	12491	15574	18666	229,1	10292	14084	17744	21417
132	193,9	8138	11609	14857	18114	215,6	9445	12749	15880	19021	231,0	10513	14369	18086	21817
134	195,8	8318	11845	15143	18450	217,5	9650	13007	16187	19377	232,9	10735	14655	18431	22219
136	197,7	8500	12082	15431	18788	219,4	9855	13268	16497	19735	234,7	10960	14944	18777	22623
138	199,6	8683	12321	15720	19127	221,2	10063	13530	16808	20094	236,6	11185	15233	19125	23029
140	201,4	8867	12562	16011	19468	223,1	10272	13794	17120	20456	238,5	11413	15525	19474	23436
	$g_1 = g_0 + 48{,}672$ kg/m, $g_2 = g_0 + 97{,}344$ » , $g_3 = g_0 + 146{,}016$ »					$g_1 = g_0 + 48{,}672$ kg/m, $g_2 = g_0 + 97{,}344$ » , $g_3 = g_0 + 146{,}016$ » .					$g_1 = g_0 + 56{,}784$ kg/m, $g_2 = g_0 + 113.568$ » , $g_3 = g_0 + 170{,}352$ » .				

НТБ ДНУЖТ

мѣстѣ не прерывающимися (не имѣющими стыка). Обозначимъ этотъ моментъ черезъ M_n, а общій изгибающій моментъ, вызываемый у стыка, назовемъ черезъ M. Моментъ, передаваемый непрерывающимися частями фермы, будетъ

$$M' = \sigma\left(W - \frac{\delta h_0^3}{6h}\right), \text{ и, слѣд.,}$$

$$M_n = M - \sigma\left(W - \frac{\delta h_0^3}{6h}\right),$$

гдѣ W моментъ сопротивленія неослабленнаго листа, $\frac{\delta h_0^3}{6h}$ моментъ сопротивленія вертикальной стѣнки. Принимаютъ также:

$$M_n = \sigma \frac{\delta h_0^3}{6h}.$$

Предположимъ, что заклепки нагружены тѣмъ сильнѣе, чѣмъ онѣ больше удалены отъ нейтральной оси, въ точности соотвѣтственно распредѣленію изгибающихъ напряженій въ сѣченіи балки; тогда моментъ сопротивленія вертикальнаго заклепочнаго ряда, по Мюллеръ-Бреслау, опредѣляется какъ сумма моментовъ паръ (силъ) каждыхъ двухъ симметрично расположенныхъ другъ относительно друга заклепокъ:

$$M_n = N_1 h_1 + N_2 h_2 + N_3 h_3 + \cdots = N_1 h_1 \frac{m^2 + (m-2)^2 + (m-4)^2 + \cdots}{m^2}$$

$$= N_1 h_1 \cdot \frac{n(n+1)}{6(n-1)},$$

гдѣ $N_1 = \frac{2\pi d^2}{4} k_s$ и, соотв., $N_1 = d\delta 2k_s$

сопротивленіе крайней заклепки и $n = m+1$ число заклепокъ въ этомъ вертикальномъ ряду, m число разстояній между заклепками, k_s напряженіе на срѣзываніе, допускаемое для крайнихъ заклепокъ.

Въ большинствѣ случаевъ для заклёпокъ съ двойнымъ перерѣзываніемъ $\delta < 0{,}8\,d$ (стр. 406), и поэтому цѣлесообразно разсчитывать наибольшее напряженіе стыка по $N_1 = d\delta\sigma$.

Для одного вертикальнаго ряда заклепокъ имѣемъ тогда

$$\sigma = \frac{6(n-1)}{n(n+1)} \cdot \frac{M_n}{d\delta h_1} = \alpha_1 \frac{M_n}{d\delta h_1}.$$

Для двухъ вертикальныхъ рядовъ заклепокъ, когда заклепки расположены въ шахматномъ порядкѣ,

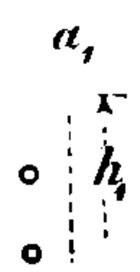
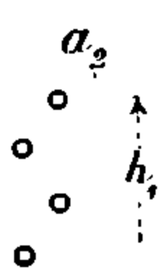
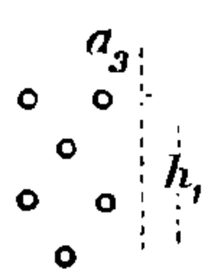
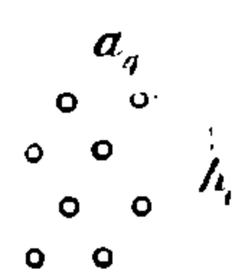
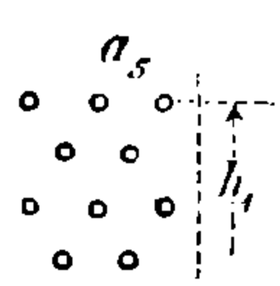
$$\sigma = \frac{6 \cdot (2n-1)}{2n(2n+1)} \cdot \frac{M_n}{d\delta h_1} = \alpha_2 \frac{M_n}{d\delta h_1}.$$

Для наиболѣе часто встрѣчающагося числа заклепокъ $n = 4$ до 16 въ нижеслѣдующей таблицѣ приведены числовыя

НТБ ДНУЖТ

значенія α_1, α_2, α_3, α_4 и α_5 при числѣ рядовъ отъ одного до пяти; при этомъ принято:

$$\alpha_3 = \frac{\alpha_1\,\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}, \qquad \alpha_4 = 0{,}5\,\alpha_2, \qquad \alpha_5 = \frac{\alpha_2\,\alpha_3}{\alpha_2 + \alpha_3}.$$

Число заклепокъ въ вертикальномъ ряду	Расположеніе заклепокъ по одну сторону стыка				
					
	въ одинъ рядъ	въ два ряда	въ три ряда	въ четыре ряда	въ пять рядовъ
4	0,900	0,583	0,354	0,292	0,220
5	0,800	0,491	0,304	0,246	0,188
6	0,714	0,423	0,266	0,212	0,163
7	0,643	0,371	0,235	0,186	0,144
8	0,583	0,331	0,211	0,166	0,129
9	0,533	0,298	0,191	0,149	0,116
10	0,491	0,271	0,175	0,136	0,106
11	0,455	0,249	0,161	0,125	0,098
12	0,423	0,230	0,149	0,115	0,090
13	0,396	0,214	0,139	0,107	0,084
14	0,371	0,200	0,130	0,100	0,080
15	0,350	0,187	0,122	0,094	0,074
16	0,331	0,176	0,115	0,088	0,070

5. Поясные листы.

Наименьшая ширина листа b' = двойной ширинѣ полки уголка + толщина стѣнки $\delta + 1$ cm. Наибольшій выступъ листовъ пояса надъ краемъ уголка $= 3\,\delta$. Толщина листовъ 8 до 16 mm. При требуемомъ моментѣ сопротивленія W (см. стр. 422) и извѣстномъ W_0 въ cm³ имѣемъ приблизительно общую толщину поясныхъ листовъ одного пояса въ cm:

$$s = \frac{W - W^0}{b\,h_1} = 1{,}06\,\frac{W - W_0}{(b' - 2\,d)\,h_1},$$

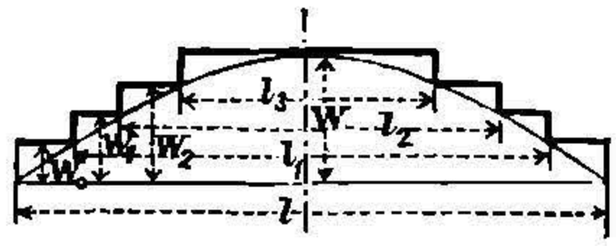
гдѣ b и h_1 (въ cm) по черт. 14, b' обозначаетъ указанную выше наименьшую ширину пояса, d діаметръ заклепокъ въ cm.

Общая толщина поясныхъ уголковъ вмѣстѣ со всѣми листами пояса $< 2{,}5\,d$. Каждый поясъ состоитъ не болѣе, чѣмъ изъ трехъ листовъ одинаковой ширины; толщина листовъ можетъ быть и неодинакова.

НТБ ДНУЖТ

Необходимая теоретическая длина поясныхъ листовъ опредѣляется по чертежу—эпюрѣ моментовъ. Для равномѣрно нагруженной балки на двухъ опорахъ, при постоянной высотѣ вертикальной стѣнки (черт. 17), имѣемъ:

Черт. 17.



длину внутренняго листа: $l_1 = l\sqrt{1 - W_0' : W}$,
» средняго » $l_2 = l\sqrt{1 - W_1 : W}$,
» наружнаго » $l_3 = l\sqrt{1 - W_2 : W}$,

гдѣ W моментъ сопротивленія, необходимый на срединѣ балки, W_0', W_1 и W_2 дѣйствительные (полезные) моменты сопротивленія сѣченія безъ поясныхъ листовъ, съ однимъ и, соотв., двумя поясными листами. Дѣйствительную длину листовъ слѣдуетъ принимать на 25 cm больше.

Стыкъ при помощи накладки, сѣченіе которой равно сѣченію листа. Если возможно, то полезно удлиненіемъ верхняго листа перекрывать стыкъ нижняго. Число n стыковыхъ заклепокъ на каждой сторонѣ стыка (которыя часто располагаются на уменьшенныхъ разстояніяхъ) соотвѣтствуетъ $^5/_4$ полезнаго (чистаго) сѣченія накладки. Стыкъ перекрытый — въ тѣхъ случаяхъ, когда стыковая накладка не можетъ быть расположена непосредственно на стыкѣ соотвѣтствующаго поясного листа. Примѣры перекрытыхъ стыковъ:

Черт. 18.

Черт. 19.

черт. 18, гдѣ $uv = 2 \cdot yz$ и на длинахъ uy, yx, xz и zv ставится по n заклепокъ. Черт. 19 (по Мюллеръ-Бреслау) для трехъ поясныхъ листовъ; n обозначаетъ число требуемыхъ заклепокъ.

6. Разстояніе между заклепками.

Если:

J моментъ инерціи сѣченія въ cm^4,
S статическій моментъ одного пояса въ cm^3, причемъ J и S берутся относительно нейтральной оси (горизонтальной оси центра тяжести),
d діаметръ заклепокъ въ cm, δ толщина стѣнки въ cm,
Q перерѣзывающая сила въ kg,
$k_b = 2\,k_s$ допускаемое давленіе на смятіе въ стѣнкахъ заклепочныхъ дыръ въ kg/qcm (по прусскимъ даннымъ 1895, $k_s = k_z$),
k_s допускаемое напряженіе заклепки на сдвиженіе въ kg/qcm,

НТБ ДНУЖТ

то для каждаго сѣченія **разстояніе между заклепками** въ поясныхъ уголкахъ должно быть (въ cm):

1) $t \leqq \frac{d\,\delta\,k_s}{Q}\,\frac{J}{S}$ и, одновременно, 2) $t \leqq \frac{2\ {}^1/_4\ \pi d^2 k_s}{Q}\,\frac{J}{S}$.

По формулѣ 2) величина t опредѣляется при заклепкахъ малаго діаметра и толстой стѣнкѣ, причемъ $\frac{d}{\delta} < \frac{4}{\pi}$, т.-е. $< 1{,}27$.

Для $J : S$ можно приблизительно принимать (среднее) разстояніе между рядами заклепокъ въ уголкахъ обоихъ обоихъ поясовъ. Для черт. 14 на стр. 422 имѣемъ:

$$S = {}^1/_8\,[b\,(h^2 - h_1{}^2) + (b_1 - \delta)\,(h_1{}^2 - h_2{}^2) + (b_2 - \delta)\,(h_2{}^2 - h_3{}^2)].$$

Если по разсчету выходитъ $t > 6\,d$, то принимаютъ $t = 6\,d$. Если $t < 2{,}5\,d$, то для возможности помѣщенія заклепокъ необходимо увеличеніемъ толщины стѣнки до тѣхъ поръ увеличивать сѣченіе, пока будетъ $t \geqq 2{,}5\,d$. Наименьшее разстояніе между заклепками $= 2{,}5\,d$. При расположеніи въ большихъ поясныхъ угольникахъ заклепокъ въ два ряда (въ шахматномъ порядкѣ), а также и при косыхъ поясахъ, на которые дѣйствуютъ вертикальныя силы, величина t представляетъ не дѣйствительное (наклонное) разстояніе между заклепками, а горизонтально измѣряемое разстояніе между двумя сосѣдними заклепками.

Заклепки **поясныхъ листовъ** расположены вперемежку съ заклепками вертикальной стѣнки.

Если S_1 статическій моментъ сѣченія листовъ одного пояса въ cm^3 относительно нейтральной оси сѣченія балки и d_1 діаметръ **поясныхъ заклепокъ** (J, Q и k_s см. стр. 429), то разстояніе между заклепками **въ** поясѣ (при двухъ заклепкахъ въ каждомъ сѣченіи):

3) $$t_1 \leqq \frac{2 \cdot {}^1/_4 \pi d_1{}^2 k_s}{Q}\,\frac{J}{S_1}.$$

Это разстояніе не должно быть превзойдено и въ томъ случаѣ, если поясные листы выбраны длиннѣе, чѣмъ то требуется по разсчету.

Дальнѣйшее см. ч. I, стр. 661 и слѣд.: **3.** Заклепочныя соединенія въ желѣзныхъ сооруженіяхъ.

7. Жесткость фермъ.

Объ укрѣпленіи верхнихъ поясовъ противъ выпучиванія отъ продольнаго изгиба было отчасти указано на стр. 415. A. Вертикальныя стѣнки у высокихъ балокъ со сплошною стѣнкою укрѣпляются еще наружными жесткими угольниками № $6^1/_2$ до $7^1/_2$, которые высаживаются противъ поясныхъ угольниковъ, а лучше безъ высадки на особыхъ подкладкахъ. Особенная жесткость должна быть сохранена **въ** тѣхъ мѣстахъ, въ которыхъ перерѣзывающія (вертикальныя) усилія

НТБ ДНУЖТ

достигаютъ значительной величины; жесткія скрѣпленія должны поэтому находиться близъ опоръ и на самихъ опорахъ. Жесткія скрѣпленія должны быть расположены, по меньшей мѣрѣ, черезъ каждые 1,3 до 1,5 m. При весьма большихъ балкахъ со сплошной стѣнкой къ этой стѣнкѣ приклепываются еще діагональные жесткіе угольники; діам. заклепокъ $= 2\,\delta$, разстояніе между заклепками $t = 6$ до $8\,d$.

c. Рѣшетчатыя фермы на двухъ опорахъ.

1. Общія данныя.

Выборъ системы фермы и геометрическое расположеніе отдѣльныхъ элементовъ, ее составляющихъ, устанавливаются на основаніи прилагаемыхъ схематическихъ таблицъ 433 и 434 для одно- и двупутныхъ желѣзнодорожныхъ мостовъ съ «ѣздою по верху» и «ѣздою по низу». По этимъ таблицамъ можно выбрать наиболѣе подходящую конструкцію фермы, принимая въ разсчетъ всѣ мѣстныя условія, опредѣляемыя въ зависимости отъ расположенія сооруженія. Въ случаѣ, напр., косыхъ мостовъ можетъ получиться несимметрическое геометрическое очертаніе фермы; послѣднее обусловливается тѣмъ, что въ мѣстахъ соединенія поперечныхъ балокъ съ главными фермами необходимо имѣть двѣ пары стоекъ, расположенныхъ на перпендикулярѣ къ оси моста. Концевыя панели получаются при этомъ неправильными. Если α уголъ пересѣченія моста, a разстояніе между главными фермами, то длина концевой панели будетъ $\lambda_1 = a\,\mathrm{tg}\,\alpha$. Всѣ остальныя панели дѣлаются, по возможности, одинаковой длины.

Для прямыхъ мостовъ всѣ панели дѣлаются, разумѣется, одинаковой длины, чѣмъ достигается одновременно одинаковая конструкція проѣзжей части всего моста.

По этой же причинѣ слѣдуетъ избѣгать непараллельнаго расположенія главныхъ фермъ, даже и въ мостахъ, расположенныхъ въ кривыхъ.

Выборомъ системы фермы, длины панели и высоты фермы посрединѣ одновременно опредѣляются всѣ тѣ точки, по которымъ выясняются геометрически всѣ элементы (стойки, раскосы, пояса и т. п.), входящіе въ составъ фермы. Длина каждой отдѣльной связи (элементы фермы), равная теоретической длинѣ отдѣльныхъ полосъ, опредѣляется точно путемъ вычисленій. Послѣ этого приступаютъ къ статическому разсчету.

2. Подборъ сѣченій.

Всѣ напряженія, по которымъ долженъ производиться подборъ сѣченій, полезно группировать въ формѣ таблицы. При разсчетѣ требуемаго сѣченія необходимо для вытянутыхъ частей производить вычетъ заклепочныхъ отверстій, а для сжатыхъ, гдѣ вычетъ заклепочныхъ дыръ не произво-

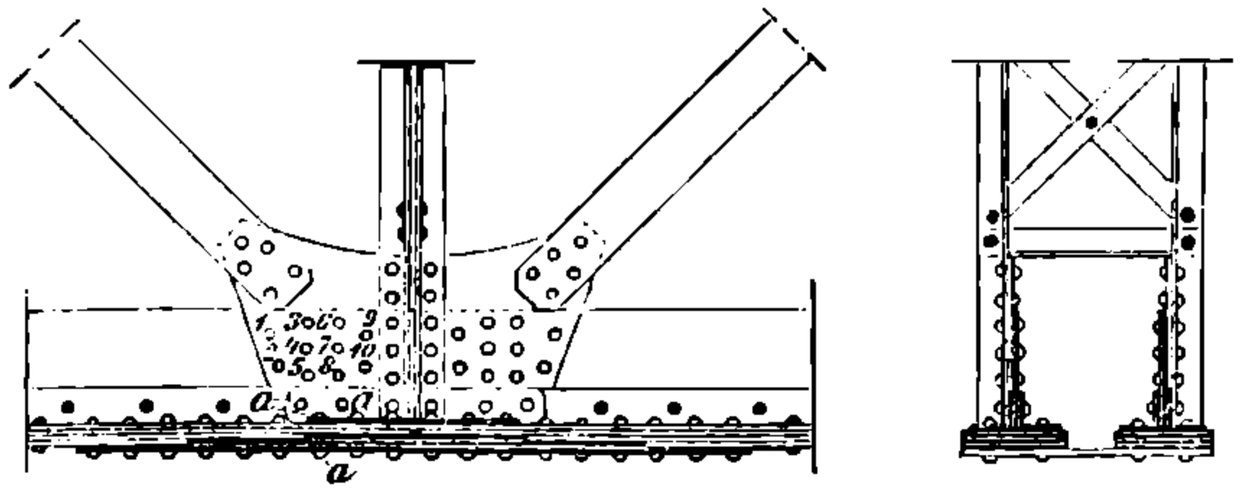
НТБ ДНУЖТ

дится, принимать въ соображеніе продольный изгибъ, не увеличивая при этомъ чрезмѣрно сѣченія, разсчитаннаго на сжатіе. Сѣченію этому должна быть придана такая форма, при которой получается наибольшій возможный моментъ инерціи этого сѣченія. Кромѣ того, необходимо при выборѣ сѣченія принимать въ разсчетъ возможность удобнаго соединенія частей въ узлахъ, легкую доступность частей со всѣхъ сторонъ какъ при склепкѣ, такъ и при окраскѣ и испытаніи окраски. Промежутки между двойными частями фермы должны быть сквозные, длиною, однако, не болѣе 20 cm; закрытыхъ съ одной стороны промежутковъ въ двойныхъ частяхъ фермъ слѣдуетъ избѣгать, а гдѣ это невозможно—заполнять эти промежутки прокладками. Сѣченіямъ сомкнутымъ, въ которыхъ сосредоточены большія массы, напр. 9), слѣдуетъ отдавать предпочтеніе передъ 12) (стр. 435), такъ какъ при нихъ получается наименьшая поверхность при наибольшемъ моментѣ инерціи.

Обязательное условіе, которое должно быть соблюдаемо при расположеніи отдѣльныхъ элементовъ въ мостовыхъ фермахъ,—это строгое сохраненіе центральности ихъ направленія, т.-е. необходимо точное совпаденіе прямыхъ, проходящихъ черезъ центры тяжести раскоса, стойки и т. п., съ геометрическими осями этихъ элементовъ, составляющими очертаніе фермы и обусловливающими ея типъ. Прикрѣпленіе раскосовъ, стоекъ и т. п., т.-е. приклепка ихъ къ листамъ въ узловыхъ точкахъ, производится симметрично какъ по обѣ стороны плоскости проходящей черезъ центръ тяжести фермы, такъ и по обѣ стороны линіи центровъ тяжести соотвѣтствующаго приклепываемаго элемента; въ этомъ же узлѣ производится также и стыковое соединеніе остальныхъ частей фермы, какъ въ одномъ общемъ стыкѣ. Всѣ соединенія устраиваются легко доступными, и притомъ такъ, чтобы осаждающаяся вода могла безпрепятственно стекать.

Черт. 20 и 21.

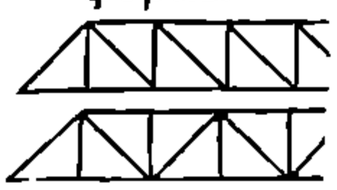
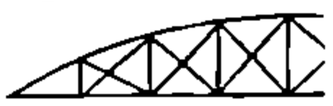
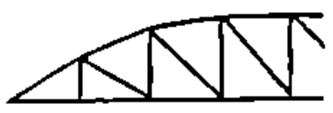
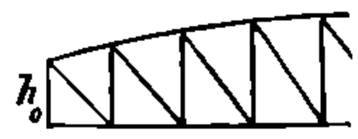
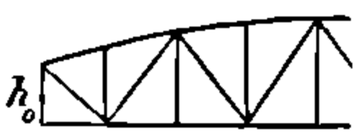
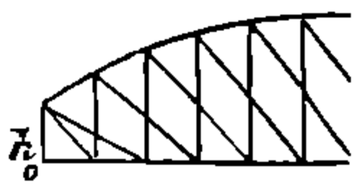
Средній узелъ нижняго пояса фермы (съ параллельными поясами) съ однимъ общимъ стыкомъ. Накладки показаны въ разрѣзѣ.



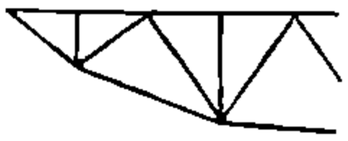
Заклепки 1—10 перекрываютъ стыкъ вертикальной стѣнки пояса, 3 вертикальныя и 3 горизонтальныя заклепки *a* перекрываютъ стыкъ угольника; 6 заклепокъ перекрываютъ стыкъ каждаго поясного листа.
Указанныя • и | заклепки поставлены на заводѣ. (Продолж. на стр. 435.)

НТБ ДНУЖТ

A. Мосты подъ одинъ путь — ѣзда по низу.

Пролетъ l въ m	Типъ фермы	Число панелей n (l въ m)	Высота фермы h	Формы сѣчен. по черт. 22*) для поясовъ	Формы сѣчен. по черт. 22*) для раскосовъ и стоекъ
18 до 40	Трапецевидныя фермы  Параболическ.  Шведлера (также и эллиптич.)	11	$l/_8$ до $l/_{10}$ $l/_8$	для $l < 30$ m: 1) и 2); для $l > 30$: 4), 5) и 6) для $l < 30$: 2); $l = 30$ по 40: 4), 5) и 6); $l > 40$; 7) и 8), вмѣсто верхняго листа у 2) ставится ⊔	1) и 3) 1), 3) и 5)
25 до 55	Полупараболическія 	$l < 40$ — $n = 10$ $l = 40$ до 50 — $n = 11$ $l > 50$ — $n = 12$	$l/_8$		
25 до 55	  **)	10 до 12	$l/_8$ концевыя стойки h_0, по возможности, ниже		
55 до 125		$l < 65$ — 16 $l = 65$ до 70 — 17 $l > 70$ — 18	$l/_7$ $h_0 = 6.0$ m при устройствѣ верхнихъ вѣтровыхъ связей.	какъ у фермъ Шведлера особенно при $l > 70$: 7) при очень большомъ l: листы $= 3\ f$	какъ выше

B. Мосты подъ одинъ путь — ѣзда по верху.

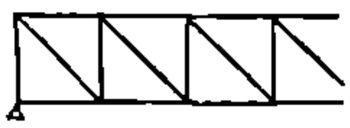
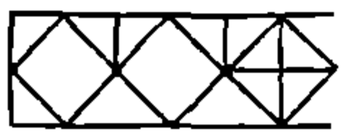
Пролетъ l въ m	Типъ фермы	Число панелей n (l въ m)	Высота фермы h	Формы сѣченій по черт. 22 *) для поясовъ	Формы сѣченій по черт. 22 *) для раскосовъ и стоекъ
15 до 22	Параболическая ферма	10	$l/_8$	2) при $m = 3{,}5$ до 5 (1 листъ)	1)
20 до 40 при желѣзныхъ быкахъ l = высотѣ быка	α въ среднемъ 30°	$l < 30$: 9 $l > 30$: 10	$l/_8$	какъ въ предыдущемъ случаѣ	
30 до 50		10 до 16	$l/_8$	7) $B : m = 7{,}5$ $H : m = 9$	3)

*) Цифры, указанныя въ графахъ, указываютъ формы сѣченій, приведенныя на стр. 435. Обозначенія: B—верхній поясъ, H—нижній поясъ, P—раскосы, C—стойки.

**) Двойная система раскосовъ примѣняется рѣдко.

НТБ ДНУЖТ

B. Мосты подъ одинъ путь — ѣзда по верху.
(Продолженіе.)

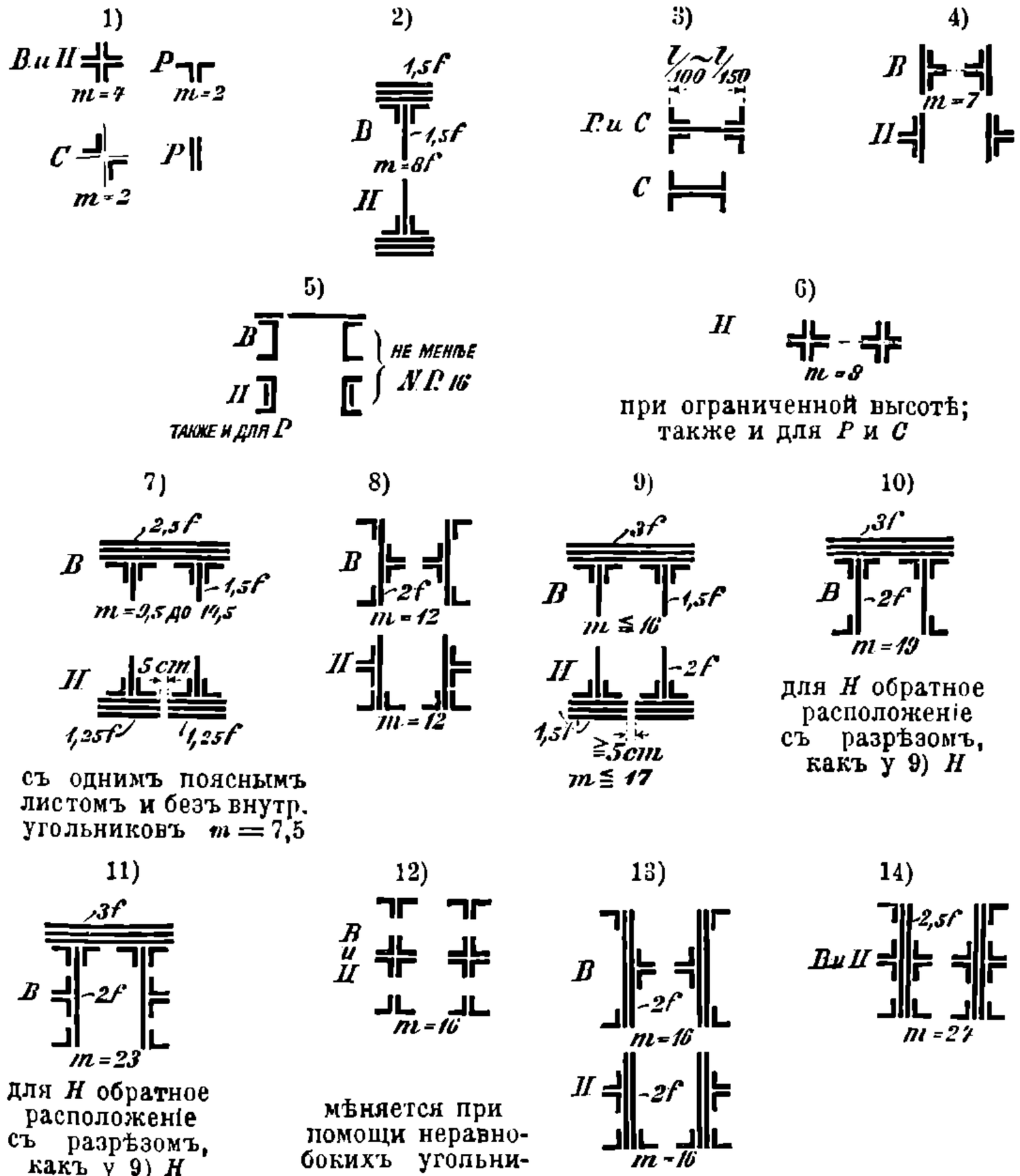
Пролетъ l — въ m	Типъ фермы	Число панелей n (l въ m)	Высота фермы h	Форма сѣченій на черт. 22 *) для поясовъ	для раскосовъ и стоекъ
	Съ параллельными поясами				
40 до 55		$l<35:10$ $l>35$ до $45:11$ $l>45:12$ до 13	$l/9$	7) $m=9$ до $14{,}5$	1) 3)
55 до 90	**)	$l<70:18$ $l>70:19$	$l/8$ до $l/9$	7)	3), 4) и 6) **) раскосы полосового желѣза
55 до 90		18 до 22	$l/8$ до $l/9$	7)	3) и 6)
	C. Мосты подъ два пути — ѣзда по низу.				
30 до 55	Фермы трапецевидныя и Шведлера, какъ у A.	$l<40:10$ $l>40$ до $45:11$ $l>45:12$	$l/8$	8) и 9) 12) 10) и 13)	1) и 3)
55 до 90	Полупараболическія съ двойною системою раскосовъ **)	$l<65:15$ до 17 $l>65:17$ до 22	$l/7$	10), 12) и 13) 11) и 14)	3)
	D. Мосты подъ два пути — ѣзда по верху.				
30 до 40	Параболическія фермы, какъ у B.	9	$l/8$	7) ($B:2$ поясныхъ листа	3)
40 до 55	Съ параллельными поясами, какъ у B.	10 до 12	$l/8$	7) $B:m=14{,}5$ $H:m=16$	3)
55 до 65	Съ параллельными поясами и двойной системой раскосовъ или съ перекрещивающимися раскосами	16	$l/8$	10)	3)
65 до 125		16 до 20	$l/8$	11)	3) и 4)

*) Цифры, указанныя въ графахъ, указываютъ формы сѣченій, приведенныя на стр. 435. Обозначен я: B — верхній поясъ, H — нижній поясъ, P — раскосы, C — стойки.
**) Двойная система раскосовъ примѣняется рѣдко.

НТБ ДНУЖТ

Наиболѣе употробительныя сѣченія разныхъ элементовъ моста приведены на стр. 433, 434 и на черт. 22, гдѣ эти сѣченія обозначены 1) до 14); сѣченіе 12) почти болѣе не примѣняется. Сѣченія 1) и 2) **одностѣнныя**, всѣ остальныя

Черт. 22. Формы сѣченій.



сѣченія **двухстѣнныя**. Для пролетовъ $l < 30$ m одностѣнныя сѣченія лучше, ибо въ нихъ сосредоточивается большая масса, выгоднѣе въ смыслѣ количества израсходованнаго желѣза и дешевле въ содержаніи; сѣченія эти, однако, не обладаютъ достаточною жесткостью въ боковомъ направленіи,

НТБ ДНУЖТ

почему для большихъ пролетовъ недостаточны. Разстояніе между обѣими стѣнками выбираютъ $\frac{l}{100}$ до $\frac{l}{150}$. Въ этихъ случаяхъ примѣняются съ выгодою для образованія сѣченія также и ⊏ и I профили; этимъ сберегается склепываніе по длинѣ мелкихъ профилей, ⊏ желѣзо особенно хорошо для поясовъ сѣченія 5), а I желѣзо для раскосовъ и стоекъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда сѣченіе должно быть составлено изъ угольниковъ и листовъ, полезно пользоваться для выбора соотвѣтствующаго размѣра угольника слѣдующимъ способомъ Мюллеръ-Бреслау*).

Если f сѣченіе угольника для данной связи, то всѣ остальныя части сѣченія соотвѣтствующей стойки, раскоса, пояса и т. п. слѣдуетъ выбирать, какъ кратное отъ f. Тогда находимъ общее сѣченіе $F = mf$, гдѣ m основное число.

F. Опоры желѣзныхъ балочныхъ мостовъ.

1. Матеріалъ.

Чугунъ допускается только для малыхъ мостовъ второстепеннаго значенія. Стальныя отливки рекомендуются для всѣхъ мостовыхъ опоръ. Для подливки подушекъ служитъ слой цемента толщиною въ 1 cm или слой твердаго свинца толщиною 3 до 6 mm.

2. Конструкція.

Подъ каждой главной фермой должна находиться одна неподвижная и одна подвижная опора. Подвижныя опоры должны передавать на быки только вертикальныя усилія, а иногда также и боковыя усилія отъ давленія вѣтра. Неподвижныя опоры передаютъ, кромѣ послѣднихъ усилій, еще всѣ долевыя усилія.

Общее передвиженіе подвижной опоры рѣшетчатой балки пролетомъ l равно

$$\Delta l = \Sigma S' \Delta s,$$

гдѣ S' напряженіе въ элементѣ фермы отъ дѣйствія силы въ 1 тонну по направленію прямой, соединяющей обѣ опоры, и

$$\Delta s = \frac{S s}{E F} \pm \varepsilon t s,$$

т.-е измѣненіе длины каждаго элемента длиною s, сѣченіемъ F, напряженіемъ S, при разницѣ температуръ t^0 въ $\pm 35^0$, коэффиціентѣ расширенія ε и модулѣ упругости E. При

*) Способъ и данныя, приведенныя въ таблицахъ, взяты изъ лекцій Мюллеръ-Бреслау, читанныхъ въ Ганноверѣ, 1884.

НТБ ДНУЖТ

горизонтальномъ верхнемъ и, соотв., нижнемъ поясѣ имѣемъ

$$\Delta l = \Sigma \Delta u, \quad \text{соотв.} \quad \Delta l = \Sigma \Delta o,$$

гдѣ Δu и Δo представляютъ измѣненія длины элементовъ нижняго и верхняго поясовъ.

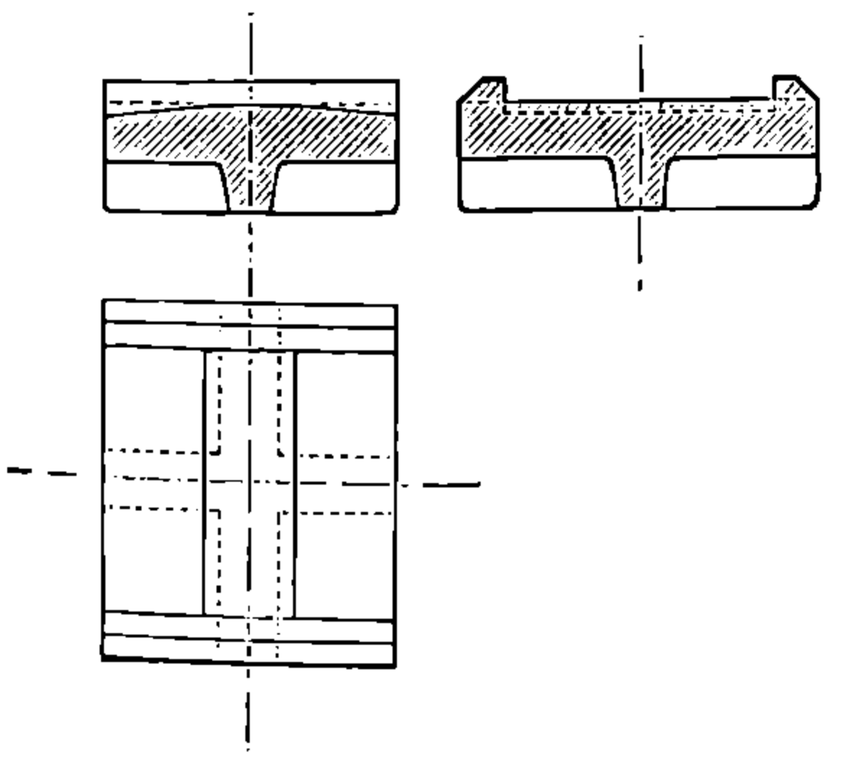
Величина перемѣщенія подвижной опоры принимается не болѣе $2\,\Delta l$.

Всѣ мостовыя опоры должны допускать шарнирное вращеніе концовъ фермъ, вызываемое прогибомъ послѣднихъ. Форма опоръ должна быть, по возможности, проста и компактна.

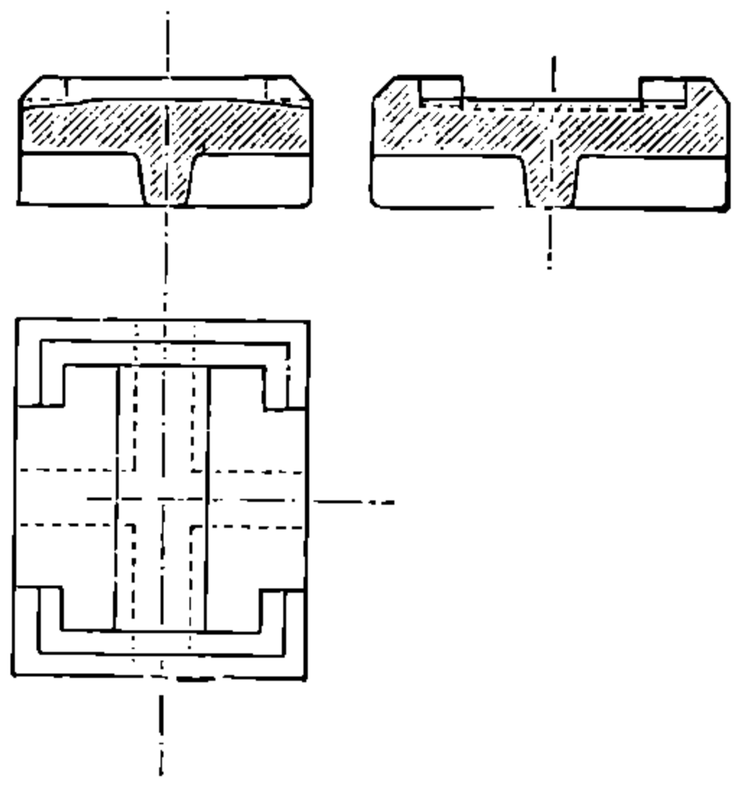
3. Тангенціальныя опоры.

Для небольшихъ фермъ со сплошною стѣнкой достаточно устройство тангенціальной опоры. Приклепанный къ нижнему поясу фермы, плоскій подферменный листъ (нижнія заклепочныя головки въ потай), толщиною 15 до 25 mm, касается цилиндрической поверхности неподвижной опорной подушки; при этомъ листъ остается касательнымъ къ подушкѣ въ различныхъ его положеніяхъ, соотвѣтственно положенію конца фермы при прогибѣ послѣдней. **Опорной подушкѣ** должна быть придана (въ планѣ) площадь $F = \frac{A}{\sigma}$, гдѣ A наибольшее давленіе на опору, σ допускаемое давленіе на сжатіе для под-

Черт. 23 до 25.



Черт. 26 до 28.



ферменнаго камня (см. ниже). Средняя толщина δ опорной подушки опредѣляется такимъ образомъ, что половину длины подушки разсматриваютъ, какъ свободно лежащую балку, нагруженную равномѣрно распредѣленною половиной опорнаго давленія (для чугуна $k_b = 0{,}25$ t/qcm). Для чугунныхъ опорныхъ подушекъ большею частью достаточно принимать $\delta = 0{,}005\,l + 2{,}5$ cm. По Винклеру, длина опорной

НТБ ДНУЖТ

подушки принимается $l' = 0{,}007\,l + 32$ cm (l всегда въ cm), причемъ ширина принимается не менѣе 1,5 ширины поясного листа. Опорныя подушки небольшихъ мостовъ прикрѣпляются къ каменной кладкѣ якорями или скобами или снабжаются на нижней своей поверхности ребрами, вдолбленными въ подферменный камень. Вверху подушки также снабжаются боковыми ребрами; въ неподвижныхъ тангенціальныхъ опорахъ эти ребра входятъ на 4 до 5 cm въ соотвѣтствующіе боковые вырѣзы плоскаго (подферменнаго) листа, приклепаннаго къ нижнему поясу фермы; у подвижныхъ опоръ этотъ плоскій (подферменный) листъ свободно проходитъ между боковыми выступами, имѣющими высоту 1,5 до 2 cm и ширину отъ 3 до 5 cm. Сопротивленіе тренію такой скользящей тангенціальной опоры равно $^1/_4$ до $^1/_7$ отъ опорнаго давленія. На черт. 23 до 25 показана опорная плита подвижной опоры, а на черт. 26 до 28 опорная плита неподвижной опоры съ прилитыми поперечными закраинами, обхватывающими подферменный листъ. Поверхности соприкосновенія должны быть всегда обрабатываемы.

4. Качающіяся опоры.

Для большихъ фермъ примѣняются качающіеся на валикахъ **балансиры** (черт. 29 и 30); послѣдніе даютъ возможность фермѣ свободно прогибаться при одновременной центральной передачѣ давленія; для болѣе широкихъ мостовъ примѣняются также шаровыя цапфы.

Если r радіусъ цилиндрическаго валика (шипа), b его длина, A наибольшее опорное давленіе въ t, σ допускаемое напряженіе на сжатіе (для стали 1,2 до 1,5 t/qcm), то имѣемъ $r = 0{,}8\,\frac{A}{\sigma\, b}$.

Валику (шипу) не слѣдуетъ придавать слишкомъ большихъ размѣровъ, лучше допускать нѣсколько большее напряженіе. Для шаровой цапфы имѣемъ

$$\sigma = \frac{2\,A}{\pi\, r^2},$$

если обхватъ шара происходитъ на $^1/_4$ до $^1/_2$ поверхности шара.

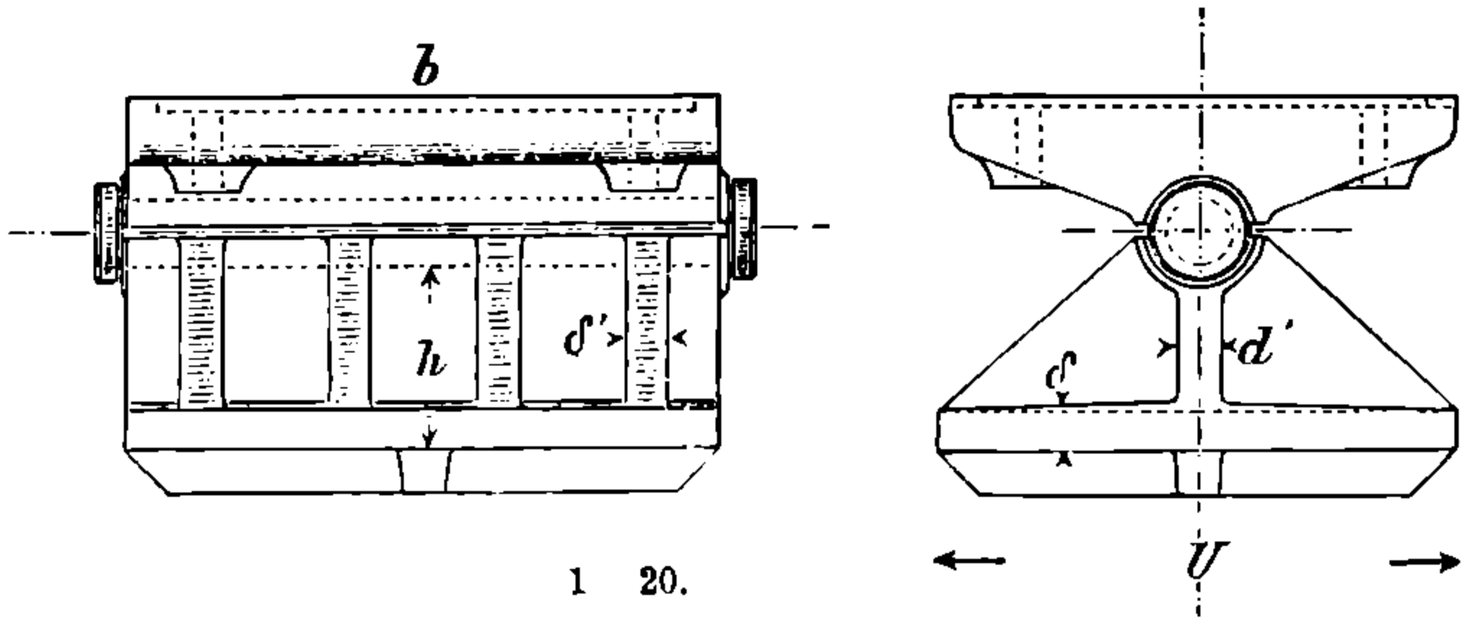
Въ неподвижной опорѣ черт. 29 и 30 валикъ, около котораго происходитъ качаніе, на половину обхваченъ двумя подшипниками, изъ которыхъ верхній, или **балансиръ**, неразрывно связанъ съ фермой, а нижній, подушка (или стулъ), неразрывно связанъ съ подферменнымъ камнемъ. Подушка въ отливкѣ въ большинствѣ случаевъ состоитъ изъ подферменной плиты, вертикальной стѣнки и реберъ; при этомъ достигается для передачи давленія на подферменный камень достаточная площадь (см. **3.**) при наименьшей затратѣ ма-

НТБ ДНУЖТ

теріала. Половина опорной подушки разсматривается точно такъ же, какъ свободно лежащая балка, равномѣрно нагруженная половиной опорнаго давленія, и размѣры придаются этой подушкѣ съ такимъ разсчетомъ, чтобы въ опорномъ сѣченіи допускаемыя напряженія на растяженіе и сжатіе для стали не превосходили 0,5 t/qcm и, соотв., 1 t/qcm; для чугуна 0,25 t/qcm и, соотв., 0,5 t/qcm. Если z число реберъ, δ' толщина реберъ, δ толщина опорной плиты, d' толщина вертикальной стѣнки, h высота, b ширина и l' длина опорной подушки (черт. 29 и 30) и если сѣченіе выбрано съ такимъ разсчетомъ, чтобы нейтральная ось (нулевая линія) находилась, примѣрно, на $^1/_3\ h$, то имѣемъ:

$$\delta = \frac{h}{3}\left[1 - \sqrt{\frac{b - 4\,z\,\delta'}{b - z\,\delta'}}\right]$$ (Требуется, чтобы $4\,z\,\delta'$ было $< b$.)

Черт. 29 и 30.



1 20.

Для $h = 3\,\delta$ имѣемъ $b = 4\,z\,\delta'$,
» $h = 4\,\delta$ » $b = 4{,}2\,z\,\delta'$,
» $h = 5\,\delta$ » $b = 4{,}6\,z\,\delta'$,
» $h = 6\,\delta$ » $b = 5{,}0\,z\,\delta'$,
» $h = 7\,\delta$ » $b = 5{,}45\,z\,\delta'$;

$d' = \frac{A}{1{,}5\,b}$ для стали и $d' = \frac{A}{0{,}7\,b}$ для чугуна (A въ t).

Приблизительно имѣемъ, по Мюллеръ-Бреслау (съ запасомъ),

$$0{,}22\,z\,\delta'\,h^2\,k = \frac{A\,l'}{8},$$

$k = 0{,}5$ для чугуна, $k = 1{,}0$ для литой стали.

Большею частью задаются z и δ' и по нимъ разсчитываютъ h.

НТБ ДНУЖТ

5. Уравнительные приборы: катки: полные и неполные.

Въ большихъ мостахъ ($l > 15$ m) передвиженію фермъ должно противодѣйствовать только катящееся треніе. Описанная въ **4.** опора устанавливается поэтому на нѣкоторомъ количествѣ катковъ, способныхъ перемѣщаться на особой опорной плитѣ по вполнѣ плоскому пути (черт. 31 и 32). Вмѣсто полныхъ катковъ можно примѣнять для сбереженія мѣста неполные катки. Лучше, однако, если можно обойтись опорой объ одномъ каткѣ, ибо тогда сберегается еще валикъ (шипъ), около котораго качается конецъ фермы (черт. 33 и 34).

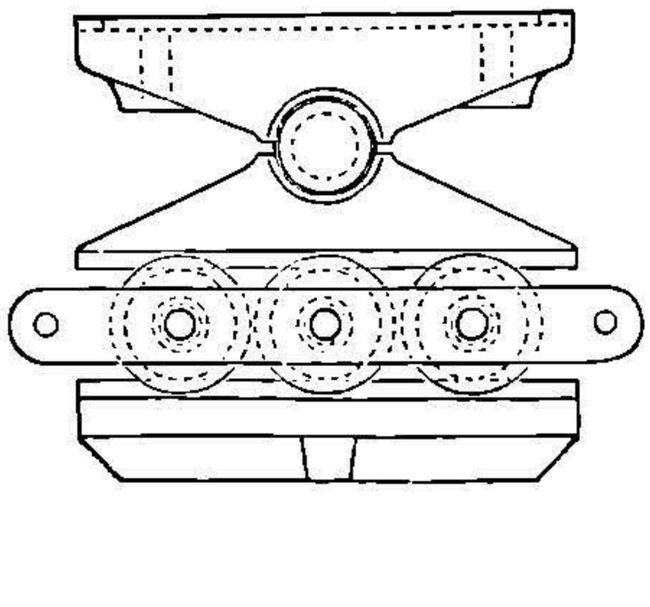
Напряженіе одиночнаго катка, перемѣщаемаго между плоскими поверхностями, по опытамъ Гертца, составляетъ

$$\sigma = 0{,}42\sqrt{\frac{PE}{r}},$$

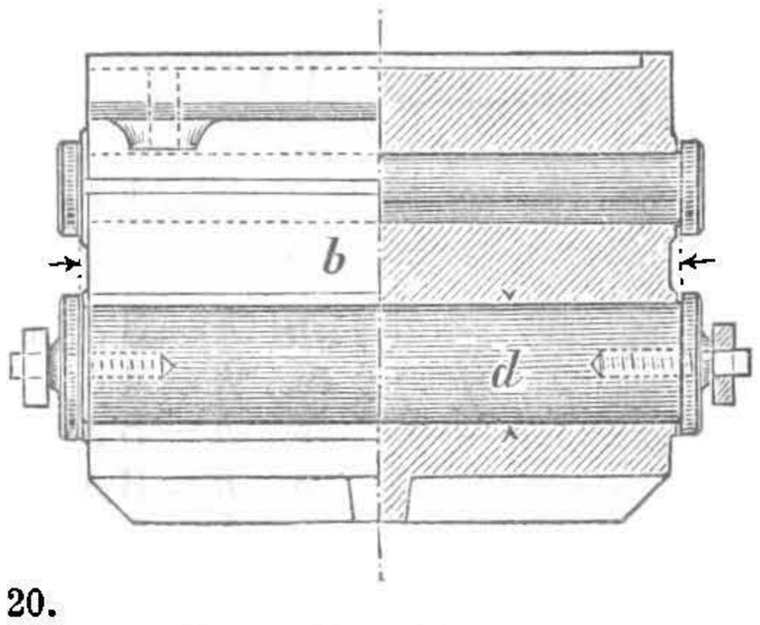
гдѣ P грузъ, передаваемый 1 cm длины катка, E модуль упругости въ t/qcm и r радіусъ катка въ cm.

При установленіи допускаемой величины для σ необходимо принимать въ разсчетъ, что все давленіе передается въ этомъ случаѣ на весьма малой поверхности соприкосновенія, причемъ матеріалъ катка при давленіи можетъ свободно выжиматься наружу. Въ виду этого предѣльное значеніе σ допускается для наилучшей литой стали 6 до 7 t/qcm *).

Черт. 31 и 32.

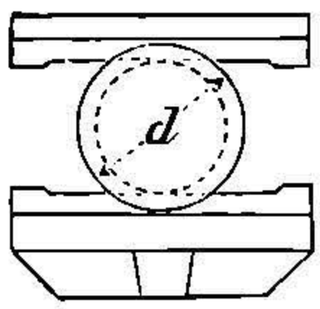


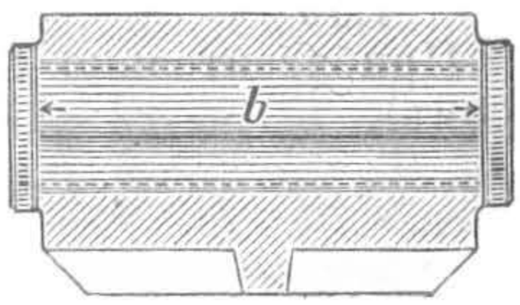
1 20.



Черт. 33 и 34.

Въ случаѣ примѣненія нѣсколькихъ катковъ, когда нельзя быть увѣреннымъ въ равномѣрномъ распредѣленіи давленія между всѣми катками, число катковъ (n), діаметръ ихъ (d) и длина





1 20.

*) См. Вейраухъ, Z. h. u. I, V. 1894, стр. 141.

НТБ ДНУЖТ

(b) въ cm опредѣляются на основаніи вышеизложеннаго по слѣдующей формулѣ:

$$n\,b\,d = 28 \text{ до } 40\ A \quad (A \text{ въ t}),$$

при этомъ $\sigma = 5{,}25$ до $4{,}5$ t/qcm.

Для чугуна допускается σ въ первомъ случаѣ до 4, а во второмъ до 3 t/qcm и, соотвѣтственно этому, $n\,b\,d = 40$ до 56 A.

Толщина неполныхъ катковъ должна составлять $2\,\Delta\,l$ (см. F. **2**.), и можетъ быть въ срединѣ уменьшена до 0,16 d; длина катковъ зависитъ отъ ширины пояса фермы.

Катки полные связываются между собою съ обѣихъ сторонъ плоскимъ или угловымъ желѣзомъ (толщ. 0,15 d и высотою 0,50 d), которое насаживается на шипы, вставленные въ катки; концы полосъ связываются между собой на концахъ сквозными болтами діам. 0,25 d (черт. 31 и 32).

У **неполныхъ катковъ** ставятся съ обоихъ концовъ по двѣ желѣзныхъ полосы (вмѣсто одной, центральной); обѣ полосы располагаются одна надъ другой, и каждая имѣетъ высоту $^1/_2\,d$. Средній катокъ предохраняется противъ опрокидыванія при помощи особыхъ зубцовъ (вверху и внизу), входящихъ въ опорныя плиты. Лучше примѣнять на каткахъ для этой же цѣли боковые заплечики, которые при чрезмѣрномъ наклоненіи катковъ взаимно упираются другъ въ друга и совмѣстно съ боковыми желѣзными полосами образуютъ неизмѣнную систему. Для предохраненія отъ бокового перемѣщенія (вдоль оси катковъ) устраиваются на каткахъ закраины, обхватывающія опорныя плиты.

Толщина опорной плиты зависитъ отъ изгибающихъ напряженій и во всякомъ случаѣ больше 0,2 до 0,3 d; длина ихъ опредѣляется съ такимъ разсчетомъ, чтобы образующійся между катками промежутокъ былъ не больше того, который требуется для содержанія ихъ въ чистотѣ (> 2 cm). Рекомендуется покрывать подвижныя части опоры желѣзнымъ футляромъ для избѣжанія скопленія воды и грязи между подвижными частями опоры.

Ширина опорной плиты опредѣляется съ такимъ разсчетомъ, чтобы достичь равномѣрной передачи давленія на подферменный камень, допускаемаго для гранита 45 до 60 kg/qcm; при этомъ, однако, ширина не болѣе 1,4 b.

Укрѣпленіе нижней опорной плиты къ камню при помощи анкерныхъ болтовъ для большихъ мостовъ является излишнею. Ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ врубать нижнюю плиту въ подферменный камень; послѣдній долженъ возвышаться надъ покрытіемъ каменной кладки быка (подферменной площадкой). Опорная подушка тогда является болѣе доступною для осмотра и чистки, и обезпечивается свободный стокъ воды съ подферменной площадки.

Въ Россіи установлены слѣдующія однообразныя правила для устройства опорныхъ частей мостовыхъ фермъ:

НТБ ДНУЖТ

a. По **Ц. Т. И. К.** 28 янв. 1885, № 820.

1. Укладка уравнительныхъ приборовъ признается необходимою:

а) на однопролетныхъ мостахъ, съ пролетомъ въ 30 саж. и болѣе;

б) на многопролетныхъ мостахъ, пролеты которыхъ составляютъ 30 саж. и болѣе;

в) на многопролетныхъ мостахъ, пролеты которыхъ меньше 30 саж., въ томъ случаѣ, если подвижныя опоры двухъ смежныхъ пролетовъ находятся на одномъ и томъ же быкѣ и если длина обоихъ пролетовъ, вмѣстѣ взятая, составляетъ 30 саж. и болѣе.

2. Въ многопролетныхъ мостахъ предпочтительнѣе ставить на быкахъ разноименныя опоры (неподвижную одного пролета и подвижную другого).

3. При составленіи проектовъ уравнительныхъ приборовъ необходимо имѣть въ виду максимальное удлиненіе фермъ (т.-е. величину пролета и максимальную разность температуръ данной мѣстности).

b. По **П. М. П. С.** 13 апр. 1888, за № 3809.

1) Для уменьшенія вреднаго вліянія на каменную кладку устоевъ сотрясеній отъ проходящихъ поѣздовъ надлежитъ укладывать въ мостахъ отверстіемъ до 3-хъ саженъ включительно чугунныя подушки на деревянныхъ мауерлатахъ, а сіи послѣдніе—на подферменныхъ камняхъ или на плитѣ, обезпечивая при этомъ водѣ свободный стокъ съ подферменной площадки;

2) въ виду незначительнаго вѣса верхняго строенія мостовъ небольшихъ отверстій, устройство подвижныхъ опоръ безъ катковъ допускается въ мостахъ съ пролетами до 7 саж.;

3) въ мостахъ, коихъ пролеты составляютъ 7 и болѣе саженъ, подвижныя опоры должны быть устроены на каткахъ;

4) въ мостахъ, пролеты которыхъ превосходятъ 12 саж., должны быть устроены балансиры;

5) между верхней подушкою и фермою, а также между нижнею подушкою и подферменнымъ камнемъ должны быть проложены свинцовые листы;

6) катки должны быть цилиндрическіе, кругового поперечнаго сѣченія (безъ обрѣзовъ) и безъ закраинъ. Къ верхней подушкѣ долженъ быть прикрѣпленъ легкій футляръ для прикрытія катковъ отъ пыли, сора и атмосферныхъ осадковъ; но футляръ этотъ отнюдь не долженъ препятствовать удобному осмотру опорныхъ частей. Кромѣ того, должны быть приняты мѣры для предохраненія катковъ отъ боковыхъ перемѣщеній.

c. По **Ж. И. С.** 31 мая 1898, № 74, предоставлено усмотрѣнію строителей мостовыхъ сооруженій устраивать опорные

НТБ ДНУЖТ

катки и съ закраинами, а также укладывать нижнюю подушку съ подливкой на портландъ-цементѣ (вмѣсто прокладки свинцовыхъ листовъ).

Кромѣ того, признано необходимымъ, чтобы впредь, при проектированіи и постройкѣ мостовыхъ сооруженій подъ 2 и болѣе путей, всѣ одноименныя металлическія опоры фермъ одного пролета располагались на одной мостовой опорѣ, дабы при измѣненіи температуры всѣ фермы одного пролета перемѣщались въ одну сторону. На существующихъ желѣзнодорожныхъ мостахъ подъ 2 и болѣе путей, гдѣ на одной мостовой опорѣ расположены разноименныя фермы одного пролета,—устранить могущее происходить отъ такого расположенія перекатываніе мостовыхъ поперечинъ разрѣзкою полового настила или инымъ способомъ.

НТБ ДНУЖТ

СЕМНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

СУДОСТРОЕНІЕ.

1. КОРПУСЪ СУДНА И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ.

A. Наружная форма.

a. Общія понятія и обозначенія.

1. Главныя измѣренія.

Длина между перпендикулярами *L*. Перпендикуляры образуютъ прямые углы съ плоскостью строевой ватерлиніи (CWL) и при этомъ передній перпендикуляръ: при желѣзной обшивкѣ — въ пересѣченіи CWL съ заднею кромкой форштевня, при деревянной обшивкѣ — съ наружною кромкой шпунта у форштевня; задній перпендикуляръ: у судовъ съ балансирнымъ рулемъ — въ пересѣченіи CWL съ центромъ головы руля (осью), а въ другихъ случаяхъ — съ передней кромкой ахтерштевня, при деревянной обшивкѣ — съ наружною кромкой шпунта у ахтерштевня.

Въ Англіи измѣряютъ *L* между перпендикулярами у верхней палубы по наружнымъ кромкамъ штевней, въ легкопалубныхъ судахъ у главной палубы, а въ военныхъ судахъ и яхтахъ у грузовой ватерлиніи.

Ширина *B* измѣряется въ наиболѣе широкомъ мѣстѣ подводной части судна; при желѣзной обшивкѣ — по внѣшнему очертанію шпангоутовъ, а при деревянной — по внѣшнему очертанію обшивки.

Боковая вышина *H* измѣряется въ миделѣ (посрединѣ между перпендикулярами): при желѣзной обшивкѣ отъ верхней кромки киля (плоскаго), а при деревянной обшивкѣ отъ наружной кромки шпунта въ килѣ до верхней кромки бимса верхней палубы (сбоку).

2. Строевая ватерлинія CWL есть та плоскость плаванія судна, для которой оно построено; принимается большею частью на высотѣ $^2/_3$ *H* снизу.

3. Строевая глубина (или осадка) *T* измѣряется посрединѣ между перпендикулярами отъ CWL до верхней кромки киля и, соотв., до наружной кромки шпунта въ килѣ.

4. Осадка судна измѣряется отъ ватерлиніи до нижней кромки киля.

НТБ ДНУЖТ

5. Дифферентъ (или триммъ) есть разница въ осадкѣ спереди и сзади судна, измѣренная у перпендикуляровъ. Различаютъ: дифферентъ на корму и дифферентъ на носъ.

6. Поперечный наклонъ дна есть подъемъ судового дна для $^1/_2 B$ на величину, равную $^1/_2$ ширины киля съ каждой стороны.

7. Продольная погибь—проекція палубы на плоскость продольнаго разрѣза.

8. Бухтъ, или поперечная погибь, палубныхъ бимсовъ.

9. Главный шпангоутъ, или мидель (⊗) — сѣченіе въ мѣстѣ наибольшей ширины, большею частью посрединѣ между перпендикулярами.

10. Надводный бортъ — разница между H и T.

11. Водоизмѣщеніе — объемъ V или вѣсъ $P = \gamma V$ вытѣсняемаго судномъ объема воды. Запасное водоизмѣщеніе представляетъ объемъ находящейся надъ водой части судового корпуса (стр. 474 и 475).

12. Центръ тяжести водоизмѣщенія F представляетъ центръ тяжести вытѣсняемой массы воды.

13. Центръ тяжести системы G сосредоточенъ въ центрѣ тяжести судна (⊙) со всѣми находящимися на немъ предметами.

14. Метацентръ M означаетъ для наклоннаго положенія судна пересѣченіе нормали къ наклонной ватерлиніи черезъ F (опредѣленнаго для даннаго наклона) съ нормалью къ CWL черезъ G (черт. 9 и 10).

15. Степени полноты:

$$\alpha = \frac{\text{CWL}}{LB}; \qquad \beta = \frac{\otimes}{BT};$$

$$\delta = \frac{V}{LBT}; \qquad \varphi = \frac{V}{L\otimes} = \frac{\delta}{\beta}.$$

Необходимо сообразоваться съ тѣмъ, приняты ли во вниманіе разныя выступающія части судна, каковы: киль, выступающія части валовъ и т. п., особенно слѣдуетъ точно указывать, какъ измѣрена величина L.

b. Соотношенія размѣровъ.

1. Таблица исполненныхъ судовъ. (См. стр. 446 и 447.)

2. Продольная погибь.

Болѣе подробныя данныя см. въ отдѣлахъ «надводный бортъ» (стр. 475) и «водонепроницаемыя переборки» стр. 477. Въ общемъ продольная погибь составляетъ 0.02 до 0,04 L. Наиболѣе пониженная точка находится, примѣрно, на $^1/_8 L$ позади средины. Спереди дѣлаютъ большею частью $^2/_3$, а сзади $^1/_3$ отъ общей погиби. Военнымъ судамъ придаютъ очень малую погибь или ихъ строятъ безъ погиби.

НТБ ДНУЖТ

Таблица исполнен

№	Типъ судна	Водоизмѣщеніе t	Скорость Узлы	$L:B$	$T:B$	$L:H$	$T:H$
1	Большой скорый пароходъ . .	22900	23,5	9,892	0,421	14,90	0,633
2	» » » . . .	21385	22,0	9,572	0,398	14,38	0,603
3	Большой почтовый пароходъ	17500	15,0	8,749	0,430	13,60	0,670
4	» » » . . .	10600	16,0	8,580	0,471	11,75	0,644
5	Малый товарный и пассаж. пароходъ	4980	13,0	8,340	0,513	13,13	0,806
6	» » » » »	1775	12,0	6,95	0,468	10,80	0,700
7	Пароходъ для канала (съ винтами) .	1300	21	8,15	0,280	18,50	0,680
8	» » » (съ колесами) .	1000	16	8,41	0,195	20,00	0,570
9	Паровая яхта	5710	15,0	8,508	0,351	13,44	0,555
10	» » .	1140	13	6,50	0,400	11,30	0,692
11	Большой товарный пароходъ. .	24800	13,5	9,031	0,513	13,65	0,772
12	» » » . .	18000	12,5	8,640	0,481	12,35	0,686
13	» » » . .	12100	11,0	7,522	0,412	13,70	0,750
14	» » » .	7170	11,0	7,961	0,495	12,89	0,805
15	Малый товарный пароходъ . . .	4600	10,5	7,400	0,462	12,70	0,792
16	» » »	3400	9,0	7,650	0,585	10,1	0,772
17	» » » . . .	2360	10,0	7,350	0,382	11,90	0,620
18	» » » . .	1180	9,0	6,750	0,464	14,2	0,980
19	» » » . .	550	8,0	6,300	0,410	12,0	0,800
20	Рыболовный пароходъ. . .	400	10	5,30	0,458	9,25	0,800
21	Лоцманскій пароходъ. .	365	9,1	5,200	0,436	8,35	0,700
22	Буксирный » .	340	12,1	5,110	0,429	7,70	0,645
23	Ледоколъ . .	700	12	3,48	0,333	7,18	0,682
24	Малый береговой пароходъ . .	130	12,0	6,23	0,267	14,00	0,596
25	Товарн. рѣчной пароходъ, винтовой .	400		7,38	0,327	20,04	0,886
26	Пассаж. рѣчной пароходъ, колесный.	520	13,5	10,10	0,143	28,50	0,400
27	» » » » » .	360	13,5	10,80	0,139	24,00	0,300
28	Рѣчной колесный буксирный пароходъ	795	.	7,831	0,313	20,0	0,900
29	» » » »	212	10,5	6,670	0,200	15,93	0,478
30	Пароходъ съ кормовымъ колесомъ . .	144	9,0	8,060	0,112	24,0	0,333
31	» » » » .	43	8,0	4,800	0,105	22,8	0,50
32	Баркассы . .	28	9·75	4,57	0,356	8,0	0,65
33	» . .	20	8,20	4,60	0,400	9,93	0,86
34	» . .	16	12,0	5,05	0,308	10,0	0,615
35	Парусныя товарныя суда . .	8603		7,23	0,486	10,85	0,766
36	» » » .	6242		6,77	0,491	10,7	0,778
37	» » » .	3852		6,35	0,509	9,78	0,786
38	Парусное рыболовное судно	150		4,28	0,400	7,37	0,680
39	Линейный корабль . .	13200	18	5,47	0,343	9,46	0,594
40	Большой крейсеръ .	9530	22	6,10	0,351	10,11	0,585
41	Малый » .	3130	26	8,69	0,41	13,3	0,625
42	Канонерская лодка . .	981	14	6,4	0,30	13,0	0,615
43	Торпедная лодка . .	408	28	8,71	0,257	15,24	0,449

НТБ ДНУЖТ

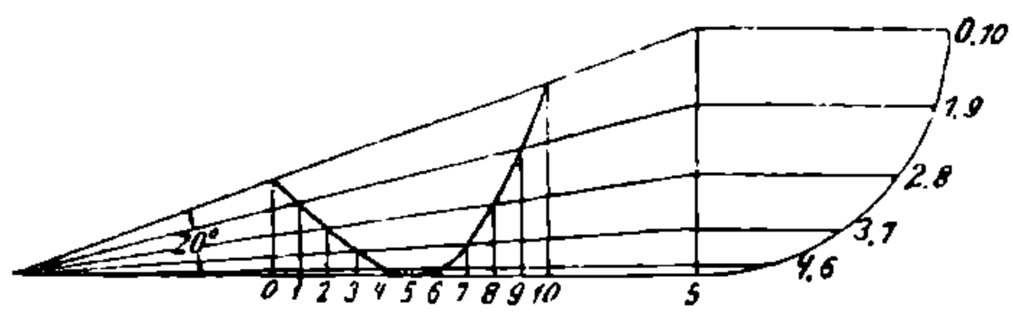
ныхъ судовъ.

$\sqrt[3]{V:L}$	$U:[B+2H]$	F позади $\frac{1}{2}L$ $a:L$	F подъ CWL $b:T$	⊙CWL позади $\frac{1}{2}L$ $c:L$	δ	α	β	$\delta:\alpha$	$\varphi=\delta:\beta$	$\varkappa=\delta:\alpha.\beta$	№
0,140	0,920	0,023	0,450	0,045	0,631	0,749	0,949	0,842	0,665	0,888	1
0,145	0,910	0,020	0,406	0,045	0,627	0,739	0,928	0,849	0,675	0,913	2
0,161	0,935	0,025	0,450	0,040	0,746	0,859	0,958	0,868	0,650	0,907	3
0,161	0,930	0,018	0,450	0,040	0,625	0,799	0,905	0,783	0,691	0,866	4
0,160	0,908	— 0,007	0,456	0,000	0,670	0,812	0,948	0,825	0,707	0,870	5
0,181	0,930	0,006	0,470	0,009	0,705	0,835	0,950	0,842	0,740	0,890	6
0,129	0,750	0,020	0,382	0,040	0,510	0,740	0,840	0,685	0,605	0,820	7
0,116	0,748	0,022	0,380	0,037	0,585	0,755	0,835	0,775	0,700	0,925	8
0,145	0,920	— 0,006	0,447	0,010	0,634	0,790	0,884	0,803	0,717	0,908	9
0,158	0,700	0,003	0,450	0,005	0,468	0,750	0,794	0,626	0,590	0,790	10
0,170	0,920	0,005	0,470	0,010	0,773	0,869	0,960	0,889	0,806	0,927	11
0,171	0,930	— 0,006	0,466	0,000	0,776	0,860	0,958	0,903	0,803	0,934	12
0,178	0,940	— 0,006	0,477	0,001	0,780	0,843	0,949	0,925	0,822	0,975	13
0,178	0,926	— 0,007	0,456	0,001	0,727	0,847	0,963	0,859	0,755	0,891	14
0,187	0,945	0,000	0,457	0,006	0,771	0,876	0,967	0,880	0,798	0,888	15
0,187	0,945	0,003	0,460	0,003	0,655	0,817	0,937	0,804	0,699	0,858	16
0,174	0,950	0,004	0,455	0,009	0,735	0,861	0,936	0,855	0,786	0,887	17
0,177	0,950	0,001	0,442	0,008	0,692	0,840	0,960	0,825	0,721	0,860	18
0,199	0,950	0,022	0,489	0,015	0,742	0,875	0,931	0,848	0,798	0,912	19
0,198	0,650	0,003	0,350	0,014	0,460	0,720	0,750	0,640	0,615	0,854	20
0,196	0,640	0,003	0,332	0,006	0,485	0,770	0,740	0,631	0,657	0,850	21
0,197	0,645	0,010	0,355	0,060	0,465	0,717	0,800	0,650	0,581	0,810	22
0,230	0,643	0,035	0,380	0,050	0,465	0,745	0,800	0,625	0,582	0,780	23
0,159	0,745	0,012	0,450	0,060	0,578	0,717	0,975	0,807	0,593	0,827	24
0,163	0,960	0,056	0,490	0,100	0,778	0,814	0,980	0,956	0,796	0,975	25
0,096	0,988	0,002	0,495	0,003	0,634	0,731	0,987	0,870	0,645	0,880	26
0,089	0,980	0,003	0,489	0,003	0,620	0,750	0,950	0,826	0,653	0,870	27
0,143	0,960	0,002	0,490	0,006	0,841	0,875	0,994	0,961	0,846	0,967	28
0,149	0,940	0,002	0,490	0,006	0,737	0,860	0,960	0,860	0,768	0,900	29
0,112	0,718	0,020	0,493	0,020	0,815	0,860	0,997	0,948	0,844	0,991	30
0,155	0,853	— 0,0 3	0,467	0,000	0,77	0,879	0,993	0,875	0,770	0,880	31
0,189	0,556	— 0,001	0,345	0,000	0,347	0,678	0,634	0,513	0,547	0,808	32
0,195	0,683	0,012	0,344	0,020	0,403	0,742	0,664	0,543	0,615	0,839	33
0,157	0,650	0,012	0,316	0,020	0,415	0,676	0,715	0,616	0,581	0,856	34
0,190	0,800	— 0,019	0,445	0,003	0,693	0,831	0,942	0,835	0,736	0,886	35
0,194	0,781	— 0,008	0,443	0,004	0,686	0,830	0,932	0,826	0,736	0,887	36
0,206	0,663	— 0,008	0,440	0,005	0,677	0,839	0,928	0,808	0,730	0,870	37
0,252		— 0,017			0,545	0,810	0,770	0,674	0,700	0,865	38
0,195	0,830	0,020	0,435	0,047	0,623	0,782	0,920	0,797	0,677	0,865	39
0,172	0,828	0,026	0,416	0,045	0,525	0,702	0,879	0,747	0,598	0,849	40
0,137	0,810	0,020	0,461	0,026	0,468	0,660	0,770	0,708	0,608	0,922	41
0,160	0,790	0,027	0,427	0,045	0,536	0,724	0,882	0,740	0,608	0,839	42
0,122	0,760	0,018	0,461	0,038	0,456	0,628	0,772	0,726	0,590	0,940	43

НТБ ДНУЖТ

На черт. 1 указанъ способъ опредѣленія погиби, употребляемый въ Англіи.

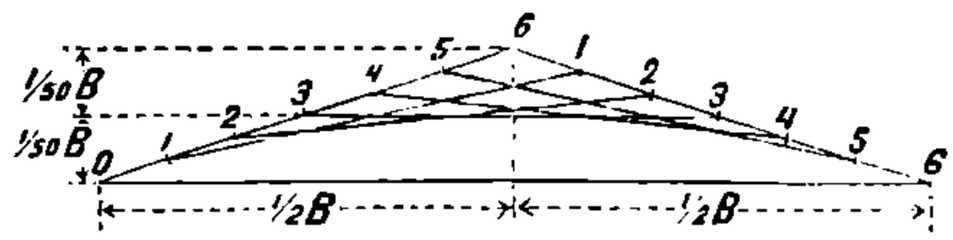
Черт. 1.



3. Поперечная погибь.

Нормальный выгибъ балокъ (бухтъ) составляетъ $^1/_{50}$ до $^1/_{48}$ отъ B. Удобная конструкція кривой (по параболѣ) черт. 2.

Черт. 2.



4. Приближенныя формулы для опредѣленія главныхъ соотношеній въ размѣрахъ судна.

α. **Степени полноты.**

$$\alpha = 1{,}15 \times \frac{\delta}{\beta}\ ^*) \qquad \varkappa = \frac{\delta}{\alpha \cdot \beta} = 0{,}87\ ^*).$$

β. **Центръ тяжести водоизмѣщенія.**

$$F \text{ подъ CWL} = (0{,}10 + 0{,}36\,\beta)\,T\ ^*).$$

γ. **Метацентръ по ширинѣ.**

$$\overline{MF} = (0{,}008 + 0{,}0745\,\alpha^2)\,\frac{B^2}{T\,\delta}\ ^*)$$

$$= \frac{L\,B^3}{V}\,\frac{\alpha^3}{2\,(\alpha+1)\,(2\,\alpha+1)}\ ^*) = 0{,}076\,\beta\,\frac{T}{B}.\ ^{**})$$

δ. **Метацентръ по длинѣ.**

$$\overline{M'F} = (0{,}008 + 0{,}077\,\alpha^3)\,\frac{L^2}{T\,\delta}\ ^*).$$

ε. **Центръ тяжести** CWL **находится въ общемъ на разстояніи** $0{,}005\,L$ **позади** F.

c. Способы вычисленія и построенія.

Корпусъ судна разсчитывается при помощи системы шпангоутовъ и ватерлиній; предварительно опредѣляютъ разсче-

---

*) По Норманду.
**) По Аббарету.

НТБ ДНУЖТ

томъ площади шпангоутовъ и ватерлиній путемъ непосредственнаго измѣренія ординатъ или путемъ обвода планиметромъ и полученныя площади разсматриваютъ снова, какъ ординаты новыхъ кривыхъ, служащихъ для опредѣленія объемовъ, центровъ тяжести и т. п.

1. Вспомогательныя правила.

x = взаимное разстояніе между ординатами.
y = длины ординатъ.
n = число разстояній x.

α. Площади.

$$F = \text{площади} = \int y\,dx.$$

a) Правило трапецій (n произвольное число):

$$F = x\left(\frac{y_0}{2} + y_1 + y_2 \ldots + y_{n-1} + \frac{y_n}{2}\right).$$

b) Правило Симпсона № 1 (n четное число):

$$F = \frac{x}{3}(1\,y_0 + 4\,y_1 + 2\,y_2 + 4\,y_3 + \ldots\ldots 4\,y_{n-1} + 1\,y_n).$$

c) Правило Симпсона № 2 (n дѣлится на 3):

$$F = {}^3/_8\,x\,(1\,y_0 + 3\,y_1 + 3\,y_2 + 2\,y_3 + 3\,y_4 + \ldots 3\,y_{n-1} + 1\,y_n).$$

d) Правило для площади между обѣими крайними ординатами:

$$F = \frac{x}{12}(5\,y_0 + 8\,y_1 - 1\,y_2).$$

Таблица множителей для обоихъ правилъ Симпсона 1 и 2 при примѣненіи промежуточныхъ ординатъ:

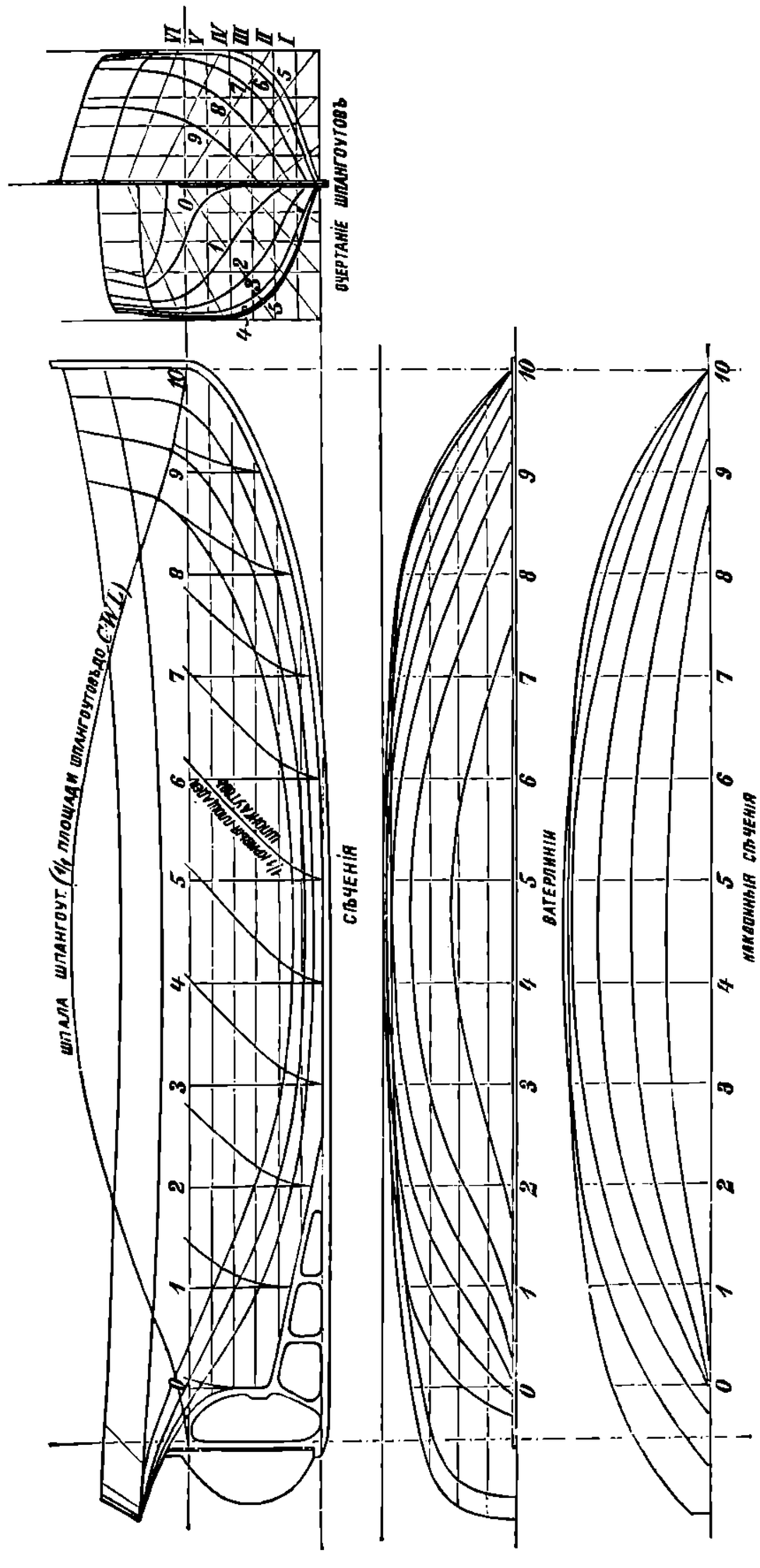
	Правило № 1															Правило № 2													
Орд.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
	1	4	1		1	4	1		1	4	1					1	3	3	1			1	3	3	1				
			1	4	1		1	4	1										1	3	3	1							
Множ.	1	4	2	4	2	4	2	4	2	4	1					1	3	3	2	3	3	2	3	3	1				
Орд.	0	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9 1/2	10			0	1/3	2/3	1	1 1/3	1 2/3	2	2 1/3	2 2/3	3	4	5	6	
	1/2	2	1/2		1	4	1		1	4	1					1/3	1	1	1/2			1/3	1	1	1/3				
			1	4	1		1	4	1		1/2	2	1/2						1/3	1	1	1/3			1	3	3	1	
Множ.	1/2	2	3/2	4	2	4	2	4	2	4	3/2	2	1/2			1/3	1	1	2/3	1	1	2/3	1	1	4/3	3	3	1	
Орд.	0	1/4	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	
	1/4	1	1/4		1/2	2	1/2		1	4	1		1	4	1	1/4	3/4	3/4	1/4			1/2	3/2	3/2	1/2				
			1/4	1	1/4		1	4	1		1	4	1						1/4	3/4	3/4	1/4			1	3	3	1	
Множ.	1/4	1	1/2	1	3/4	2	3/2	4	2	4	2	4	2	4	1	1/4	3/4	3/4	1/2	3/4	3/4	3/4	3/2	3/2	3/2	3	3	1	

Примѣчаніе. Правило Симпсона не можетъ быть примѣнено въ тѣхъ случаяхъ, когда имѣетъ мѣсто значительное измѣненіе формы кривой, напр. при весьма полныхъ шпангоутахъ.

e) Правило Чебышева (см. черт. 4):

$$F = {}^1/_3\,k\,(f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6).$$

НТБ ДНУЖТ


ОЧЕРТАНІЕ ШПАНГОУТОВЪ
ШПАЛА ШПАНГОУТ. (½ ПЛОЩАДИ ШПАНГОУТОВЪ ДО C.W.L.)
СѢЧЕНІЯ
ВАТЕРЛИНІЙ
НАКЛОННЫЯ СѢЧЕНІЯ

Черт. 3.

β. Центры тяжести.

$d =$ разстояніе ⊙ отъ одной изъ концев. ординатъ $= \dfrac{\int xy\,dx}{\int y\,dx}$.

a) Правило трапеціи:

$$d = x\,\frac{y_1 + 2y_2 + 3y_3 + \ldots\ldots + (n-1)y_{n-1} + n \cdot y_n}{\frac{y_0}{2} + y_1 + y_2 + y_3 + \ldots\ldots + y_{n-1} + \frac{y_n}{2}}$$

b) Правило Симпсона № 1:

$$d = x\,\frac{1 \cdot 4y_1 + 2 \cdot 2y_2 + 3 \cdot 4y_3 + \cdots + (n-1) \cdot 4y_{n-1} + n \cdot 1y_n}{1 \cdot y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + \cdots + 4y_{n-1} + 1 \cdot y_n}$$

c) Правило Симпсона № 2:

$$d = x\,\frac{1 \cdot 3y_1 + 2 \cdot 3y_2 + 3 \cdot 2y_3 + 4 \cdot 3y_4 + \cdots + (n-1) \cdot 3y_{n-1} + n \cdot y_n}{1 \cdot y_0 + 3y_1 + 3 \cdot y_2 + 2y_3 + \cdots + 3y_{n-1} + 1y_n}$$

d) Правило Чебышева (см. черт. 4):

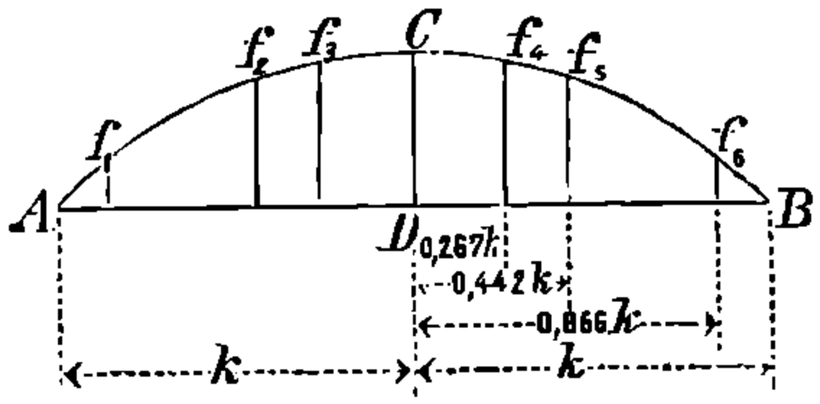
$$d = \frac{k(0{,}134 f_1 + 0{,}578 f_2 + 0{,}733 f_3 + 1{,}267 f_4 + 1{,}422 f_5 + 1{,}866 f_6)}{f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6}.$$

γ. Моменты инерціи ватерлиній.

a) Относительно оси симметріи: $J = {}^2/_3 \int y^3\,dx$ (вся WL) по правилу Симпсона № 1

$$= {}^2/_3 \cdot {}^1/_3 x(1y_0^3 + 4y_1^3 + 2y_2^3 + \ldots\ldots 1y_n^3).$$

Черт. 4.



b) Относительно поперечной оси, проходящей черезъ ⊙. Вычисляютъ предварительно J_1 относительно плоскости шпангоута, а затѣмъ пересчитываютъ для оси, проходящей черезъ ⊙, по формулѣ $J = J_1 - Fa^2$, гдѣ $a =$ разстоянію ⊙ до соотвѣтствующаго шпангоута.

НТБ ДНУЖТ

$$J_1 = 2\int y\,dx\,(dx)^2 \text{ (вся WL);}$$

по правилу Симпсона № 1, напр., для 8 шпангоутовъ

$$J_1 = {}^2/_3 x^3\,(4^2\,1\cdot y_0 + 3^2\,4\cdot y_1 + 2^2\,2\cdot y_2 + 1^2\,4\,y_3 + 0^2\,2\,y_4 + 1^2\,4\,y_5 + 2^2\,2\,y_6 + 3^2\,4\,y_7 + 4^2\,1\,y_8).$$

δ. **Высота метацентра надъ центромъ тяжести водоизмѣщенія:**

$\overline{MF} = \frac{J}{V}$ (метацентръ по ширинѣ), $\overline{M'F} = \frac{J'}{V}$ (метацентръ по длинѣ).

2. Вычисленіе кривыхъ очертаній судна.

Примѣръ вычисленія съ примѣненіемъ интегратора Амслера.

Осью моментовъ для ⊙ по высотѣ служитъ линія базиса (верхняя грань киля).

Масштабъ чертежа $^1/_{100}$. При другихъ масштабахъ разницы въ показаніяхъ должны быть помножены на соотвѣтственныя соотношенія.

$$L = 136{,}0 : 10 = 13{,}6 : 3 = 4{,}53;$$

$$\frac{2}{3}\times 13{,}6^3 = 1677; \qquad \frac{2}{9}\times 13{,}6 = 3{,}02.$$

Водоизмѣщеніе до WL II $= 856{,}2\times 2\times 4{,}53 = 7750$ cbm $\times$ $1{,}025 = 7944$ t.

⊙ водоизмѣщенія впереди шпангоута $0 = 4517{,}4 : 856{,}2 \times 13{,}6 = 71{,}7$ m.

⊙ водоизмѣщенія надъ верхнею гранью киля $= 2360{,}4 : 856{,}2 = 2{,}76$ m.

Площадь WL II $= 195{,}6\times 2\times 4{,}53 = 1770$ qm.

⊙ WL отъ шпангоута $5 = 23{,}0 : 195{,}6\times 13{,}6 = 1{,}61$ m.

Моментъ инерціи по длинѣ WL II относительно оси, проходящей черезъ ⊙ WL $= 1167{,}5\times 1677 - 1770\times 1{,}61^2 = 1951400$ m⁴.

$M'F = 1\,951\,400 : 7750 = 252{,}0$ m.

Моментъ инерціи по ширинѣ WL II относительно продольной оси $= 10728\times 3{,}02 = 32400$ m⁴.

$\overline{MF} = 32\,400 : 7750 = 4{,}1$ m.

Триммъ-моментъ на 1 m разницы въ осадкѣ судна (стр. 470) $\left(\text{съ достаточною точностью} = \frac{M'F\times P}{L}\right) = 252{,}0\times 7750\times 1{,}025 : 136{,}0 = 14500$ mt.

При помощи особыхъ вычисленій опредѣляется объемъ и центръ тяжести наружной обшивки, стевней, руля, винтовъ, выступающихъ концовъ валовъ и т. п. При неправильной формѣ концовъ судна рекомендуется среднюю его часть и оба конца вычислять независимо и результаты надлежащимъ образомъ скомбинировать.

НТБ ДНУЖТ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				4 × 2	5 × 1			8 × 0,6	9 × 2		11 × 2	12 × 14		13 × 14	11^3	16 × 2
Шпангоуты		Отсчитываемыя показанія на роликѣ площадей	Разности = ½ площадей шпангоутовъ m^2	Произведенія для водоизмѣщенія.	Произведенія для водоизмѣщенія. $\odot L$	Отсчитываемыя показанія на роликѣ моментовъ	Разности	½ момента шпангоутовъ m^3	Произведенія для водоизмѣщенія $\odot H$	½ ординатъ W L m	Произведенія для площадей W L	Произведенія для $\odot$ W L		Произведенія для $M' F$	½ ординатъ $W L^3$	Произведенія для $M F$
0	½	187,6	—	—	—	3308	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—
½	2	191,0	3,4	6,8	3,4	3290	18	10,8	21,6	1,7	3,4	15,3	4½	68,9	4,9	9,8
1	½	202,0	11,0	16,5	16,5	3228	62	37,2	55,8	4,4	6,6	26,4	4	105,6	85,2	127,8
2	4	230,2	28,2	112,8	225,6	3092	136	81,6	326,4	7,3	29,2	87,6	3	262,8	389,0	1556,0
3	2	267,1	36,9	73,8	221,4	2928	164	98,4	196,8	8,0	16,0	32,0	2	64,0	512,0	1024,0
4	4	304,4	37,3	149,2	596,8	2760	168	100,8	403,2	8,0	32,0	32,0	1	32,0	512,0	2048,0
5	2	—	37,3	74,6	373,0	—	168	100,8	201,6	8,0	16,0	193,3	0	—	512,0	1024,0
6	4	—	37,3	149,2	895,2	—	168	100,8	403,2	8,0	32,0	32,0	1	32,0	512,0	2048,0
7	2	342,3	37,8	75,6	529,2	2593	177	106,2	212,4	7,9	15,8	31,6	2	63,2	493,0	986,0
8	4	376,2	34,0	136,0	1088,0	2443	150	90,0	360,0	7,3	29,2	87,6	3	262,8	389,0	1556,0
9	½	400,0	23,8	35,7	321,3	2333	110	66,0	99,0	5,6	8,4	33,6	4	134,4	175,6	263,4
9½	2	413,0	13,0	26,0	247,0	2266	67	40,2	80,4	3,5	7,0	31,5	4½	141,8	42,9	85,8
10	½	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—
				856,2	4517,4				2360,4		195,6	216,3		1167,5		10728,8
												23,0				

НТБ ДНУЖТ

3. Чертежи кривыхъ (черт. 5).

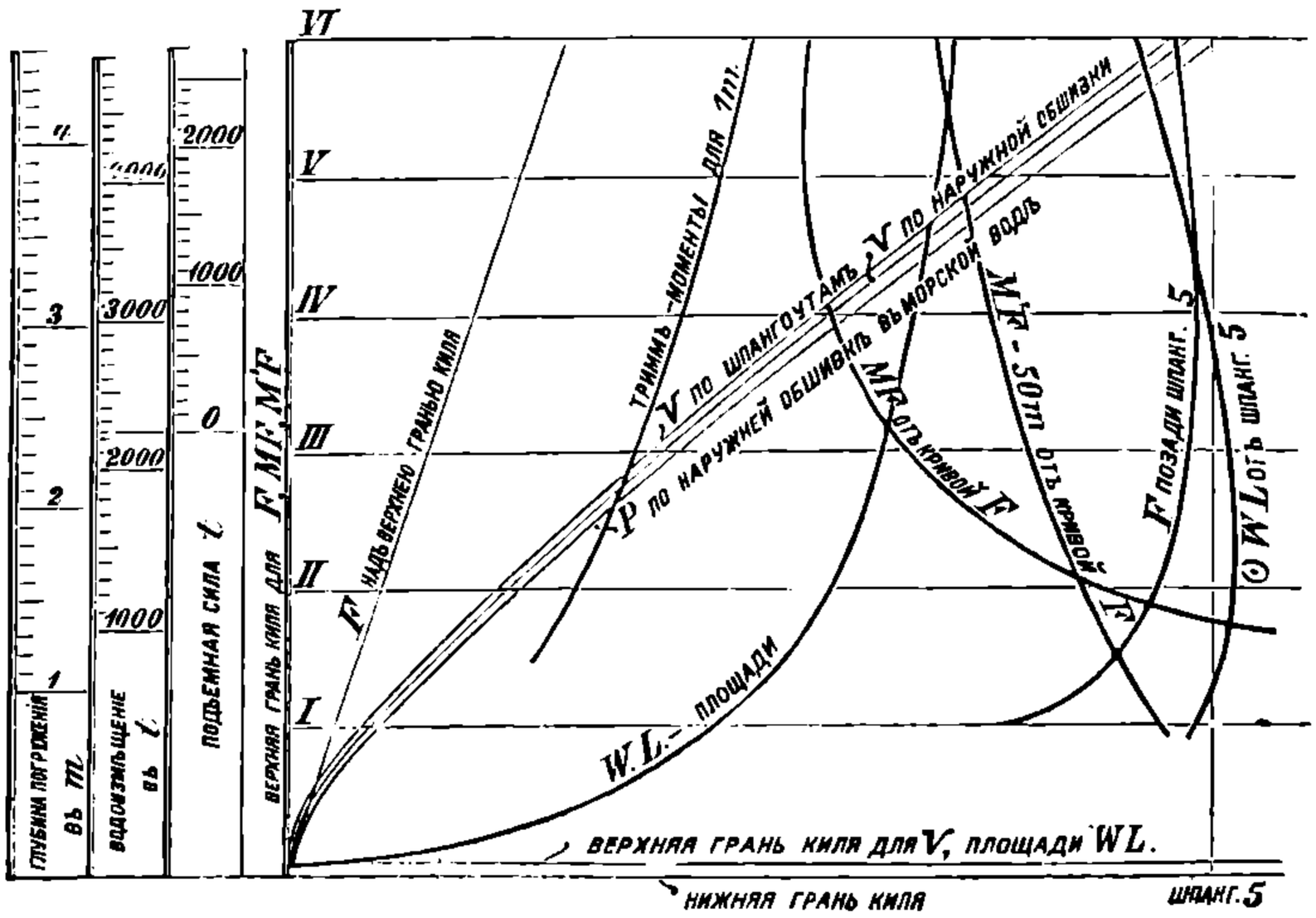
Примѣчаніе. У каждой кривой должны быть указаны: масштабъ, ординатъ и обозначеніе основной линіи (оси абсциссъ).

1. Подъемная сила на 1 cm погруженія = площади WL · 0,01 m · 1,025 тоннъ.

2. Кубическое содержаніе наружной обшивки со включеніемъ киля, штевня и т. п. составляетъ внизу 1%, вверху 0,7%, въ среднемъ около 0,8% отъ водоизмѣщенія по шпангоутамъ.

3. Удѣльный вѣсъ морской воды обыкновенно принимается 1,025.

Черт.



4. Проектъ судна.

Для составленія проекта судна требуются слѣдующія данныя.

1. Родъ судна (пароходъ, парусное судно, двойное дно, число палубъ и т. п.). 2. Главное назначеніе. 3. Воды, по которымъ будетъ крейсировать. 4. Подъемная сила, число пассажировъ и т. п. 5. Перевозимые запасы (угля, масла, воды, провіанта и т. п.). 6. Приблизительные главные размѣры. 7. Наибольшая осадка и высота надводнаго борта. 8. Классъ и родъ постройки. 9. Скорость. 10. Типъ судовыхъ машинъ. 11. Вооруженіе (оснастка). 12. Команда. 13. Особыя требованія относительно непогружаемости, балласта, укрѣпленія противъ ледохода, длины помѣщеній для погрузки товара, величины люковъ и т. п. 14. Особыя требованія относительно отдѣлки и внутренняго устройства. 15. Для военныхъ судовъ: панцырь, муниція и т. п. 16. Особыя условія конструкціи для спеціальныхъ судовъ. 17. Цѣна.

НТБ ДНУЖТ

α. Опредѣленіе главныхъ размѣровъ и очертаній.

Если ни одно изъ главныхъ измѣреній не дано, то соотношенія $L:B$, $T:B$, $H:T$, δ могутъ быть выбраны на основаніи данныхъ таблицы стр. 446 и 447. При помощи приближенныхъ формулъ (стр. 440) и собственныхъ вѣсовъ (стр. 420) можно превратить уравненіе: водоизмѣщеніе = вѣсу судна + вѣсъ машинъ + уголь + нагрузка + . . . + резервы въ уравненіе 3-й степени съ неизвѣстною B и изъ него опредѣлить B. Тогда опредѣляются также и L, T и H.

Эти предварительные главные размѣры затѣмъ еще повѣряются на:

1. объемное содержаніе (стр. 476),
2. на высоту борта (стр. 474),
3. первоначальную устойчивость (стр. 448),
4. номера, установленные классификаціей.

Если результатъ (послѣ производства необходимыхъ измѣненій) удовлетворителенъ, то приступаютъ къ проектированію конструктивныхъ очертаній. Предварительно выбираются очертанія носа, кормы, линіи киля, поперечныхъ скуловыхъ выгибовъ, продольная погибь, положеніе ⊙ водоизмѣщенія, α и β (табл. стр. 446 и 447).

Длину L дѣлятъ всего лучше на 10 частей, а строительную глубину T — на 6 частей.

Затѣмъ проектируютъ по изложеннымъ ниже пріемамъ скалу шпангоутовъ или ватерлиній, затѣмъ CWL, главный шпангоутъ (⊗) и скуловой выгибъ. По правилу Чепмана, исходятъ изъ параболы, пользуясь формулой $y = p\,x^m$.

β. Проектированіе скалы шпангоутовъ.

Строевая по шпангоутамъ — это кривая, ординаты которой представляютъ площади шпангоутовъ, находящихся въ мѣстахъ этихъ ординатъ. Если $\otimes = \beta B T$ означаетъ площадь главнаго шпангоута,

$$\text{то: } y = \otimes \cdot \left(\frac{2x}{L}\right)^m \quad \text{причемъ } m = \frac{\delta}{\beta - \delta}.$$

Разстояніе центра тяжести параболы отъ ея вершины равно:

$$\overline{CG} = \otimes \quad \frac{\beta}{\beta + \delta} \text{ (черт. 6).}$$

Если ⊙ водоизмѣщенія долженъ быть удаленъ на величину a за срединой между перпендикулярами, то откладываемъ (черт. 6) величину $a = \overline{GH}$ отъ точки G параллельно AD, проводимъ EHC' и черезъ нижнія точки всѣхъ ординатъ проводимъ прямыя параллельныя EHC', которыя въ

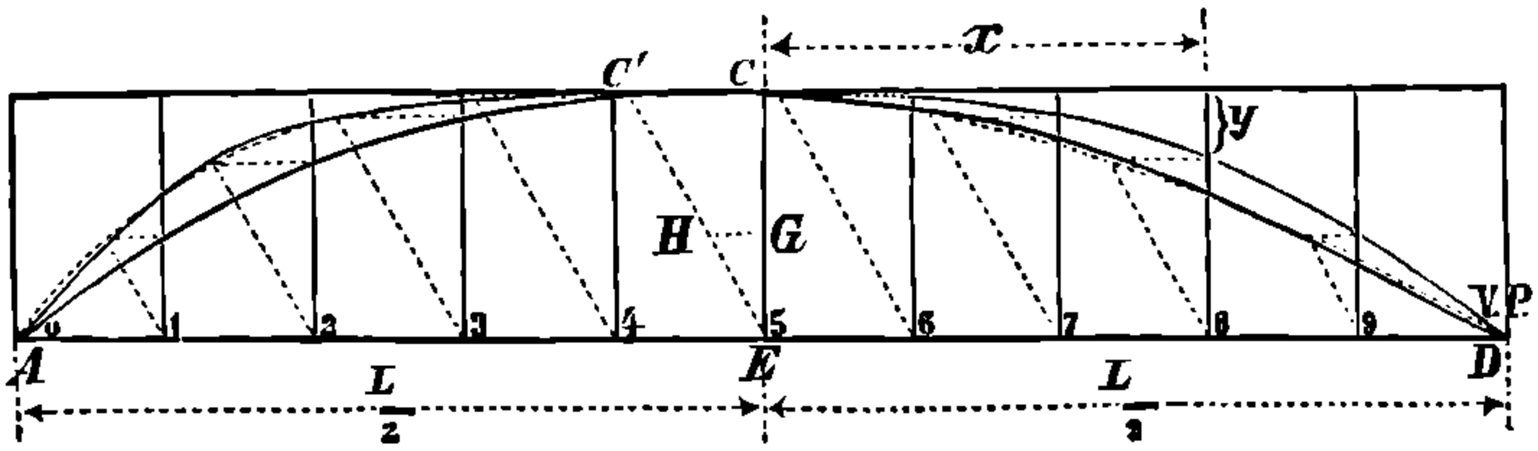
НТБ ДНУЖТ

пересѣченіи съ горизонтальными прямыми, проведенными черезъ верхнія точки соотвѣтствующихъ ординатъ, дадутъ точки новой строевой по шпангоутамъ, представляющей сдвинутую параболу.

Концы кривой заостряются (стягиваются) при условіи сохраненія площади и положенія центра тяжести.

По этой кривой весьма скоро получается очертаніе всѣхъ шпангоутовъ, если площади отдѣльныхъ шпангоутовъ сна-

Черт. 6.



чала начертить въ видѣ прямоугольниковъ высотою T и затѣмъ въ эти прямоугольники вчертить кривыя соотвѣтствующаго шпангоута при условіи сохраненія его площади *).

γ. Проектированіе строевой по ватерлиніямъ.

Строевая по ватерлиніямъ — это кривая, ординаты которой представляютъ площади WL находящихся въ мѣстахъ этихъ ординатъ. Если CWL есть площадь строевой ватерліи, то имѣемъ $y = \mathrm{CWL}\left(\frac{x}{T}\right)^{m_1}$, причемъ $m_1 = \frac{\delta}{\alpha - \delta}$ (черт. 7).

Разстояніе ⊙ параболы подъ CWL равно $^1/_2\, T\left(\frac{\alpha}{2\alpha - \delta}\right)$.

Если ⊙ водоизмѣщенія долженъ имѣть опредѣленное положеніе по высотѣ, то перемѣщаютъ строевую по WL такъ же, какъ это было сдѣлано для строевой по шпангоутамъ.

δ. Проектированіе CWL.

$$y = {}^1/_2\, B\left(\frac{2x}{L}\right)^{m_2}, \quad \text{причемъ} \quad m_2 = \frac{\alpha}{1 - \alpha}.$$

---

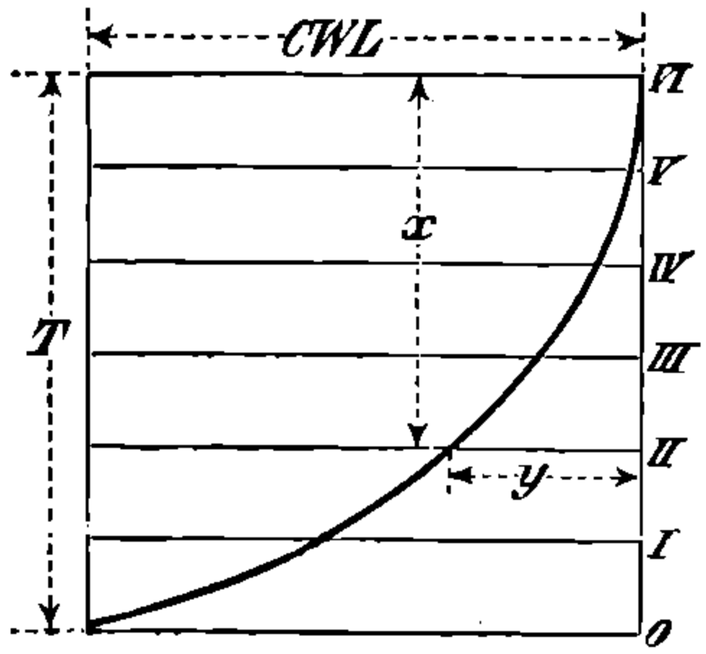
*) См. Archibald Hogg. Tables of constructing Ship Lines.

НТБ ДНУЖТ

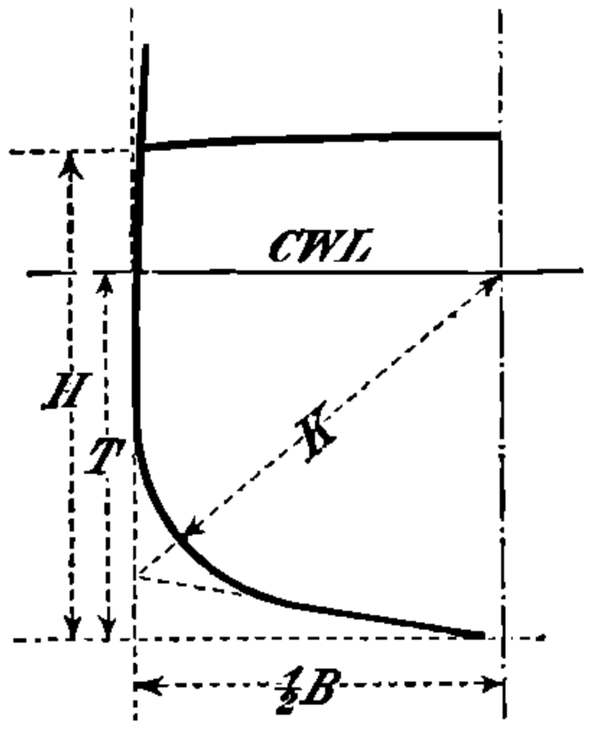
е. Проектированіе главнаго шпангоута (миделя) ⊗.

$$y = B\left(\frac{x}{T}\right)^{m_3}, \text{ причемъ } m_3 = \frac{\beta}{1-\beta}.$$

Черт. 7.



Черт. 8.



ζ. Проектированіе очертанія скулового выгиба (по Циммерману).

Если K средняя ордината скулового выгиба (черт. 8) и k степень полноты ограниченной ею площади, то, принимая эту степень полноты по нижеприведенной таблицѣ $\varphi = \frac{\delta}{\beta}$, найдемъ, что $y = K\left(\frac{2x}{L}\right)^{m_4}$, причемъ $m_4 = \frac{k}{1-k}$.

φ	k	φ	k	φ	k	φ	k	φ	k
0,34	0,504	0,48	0,580	0,62	0,669	0,76	0,774	0,88	0,881
0,36	0,513	0,50	0,592	0,64	0,683	0,78	0,792	0,90	0,900
0,38	0,523	0,52	0,605	0,66	0,688	0,80	0,808	0,92	0,920
0,40	0,534	0,54	0,617	0,68	0,713	0,82	0,827	0,94	0,940
0,42	0,546	0,56	0,628	0,70	0,729	0,84	0,845	0,96	0,960
0,44	0,558	0,58	0,642	0,72	0,742	0,86	0,862	0,98	0,980
0,46	0,569	0,60	0,656	0,74	0,759				

η. Дальнѣйшая разработка проекта.

Въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ построенія кривыхъ концы параболъ заостряются на глазъ при условіи сохраненія требуемой площади (см. выше).

Послѣ построенія кривыхъ, дающихъ очертаніе судового корпуса, разрабатывается общій планъ для внутренняго устройства судна и распредѣленія на немъ помѣщеній, а равно проектируется главный шпангоутъ для выясненія размѣровъ необходимаго для него матеріала. Послѣ того выч-

НТБ ДНУЖТ

сляютъ, возможно точнѣе, вѣсъ судна и ⊙ системы и, наконецъ, путемъ повѣрки на водоизмѣщеніе, устойчивость, триммъ, течь, скорость и прочность, убѣждаются въ пригодности составленнаго проекта.

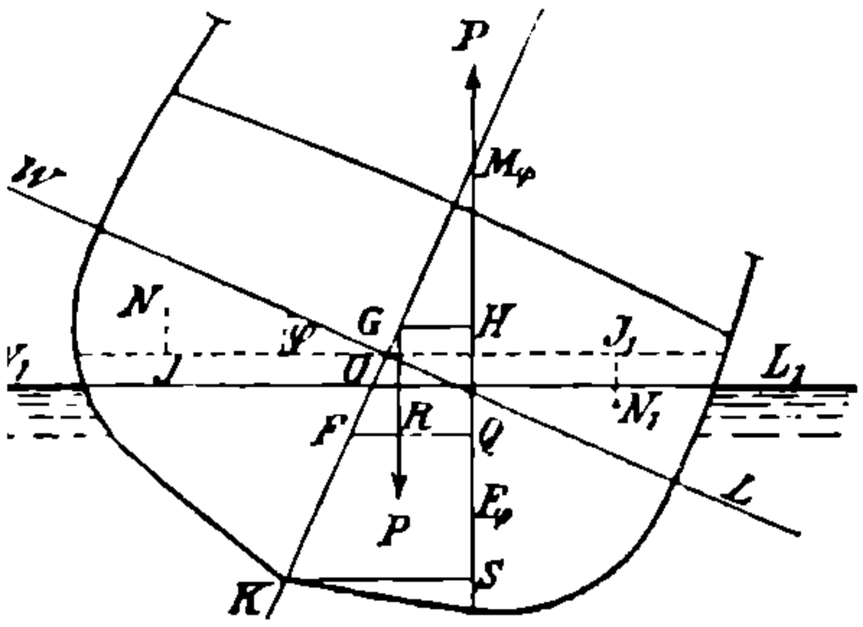
d. Устойчивость, крепъ, дифферентъ.

1. Общія данныя.

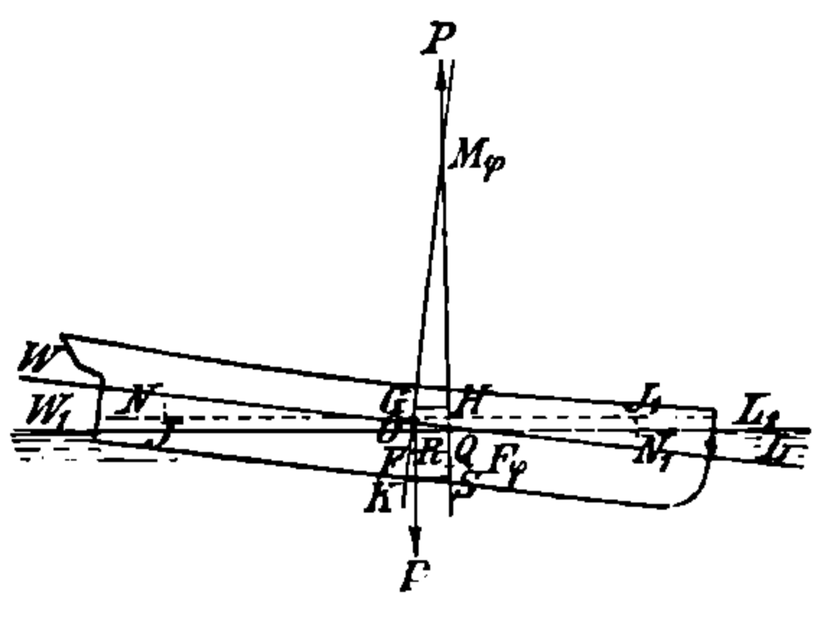
Устойчивость судна зависитъ отъ положенія центра тяжести системы G и центра тяжести водоизмѣщенія F. Судно будетъ въ равновѣсіи до тѣхъ поръ, пока F и G будутъ находиться на одной вертикальной прямой.

До тѣхъ поръ, пока моментъ $P \quad \overline{GH}$ (черт. 9 и 10) стремится привести судно обратно въ вертикальное положеніе, судно будетъ устойчивымъ (часто говорятъ остойчивымъ).

Черт. 9.



Черт. 10.



Статическій моментъ устойчивости (=сопротивленію судна его наклону изъ вертикальнаго положенія)

$$St = P \cdot \overline{GH} = P\,(\overline{KS} - \overline{KG} \cdot \sin\varphi).$$

Если (черт. 9) v объемъ каждаго клина между наклонною WL и уровнемъ воды, то

$$St = P\left(\frac{v\,\overline{JJ_1}}{V} \pm \overline{FG}\sin\varphi\right) \qquad \text{(формула Атвуда).}$$

Для небольшихъ угловъ наклоненія (до 15°) можно принимать: $St = P \quad \overline{MG} \quad \sin\varphi,$

гдѣ $\overline{MG}$ «высота метацентра» для начальной устойчивости. О вычисленіи M см. стр. 451.

Динамическій моментъ устойчивости (=механической работѣ, затрачиваемой на достиженіе извѣстнаго наклона)

$$St_d = P\,(\overline{F_\varphi H} - \overline{FG}) = \int_0^\varphi St\,d\varphi$$

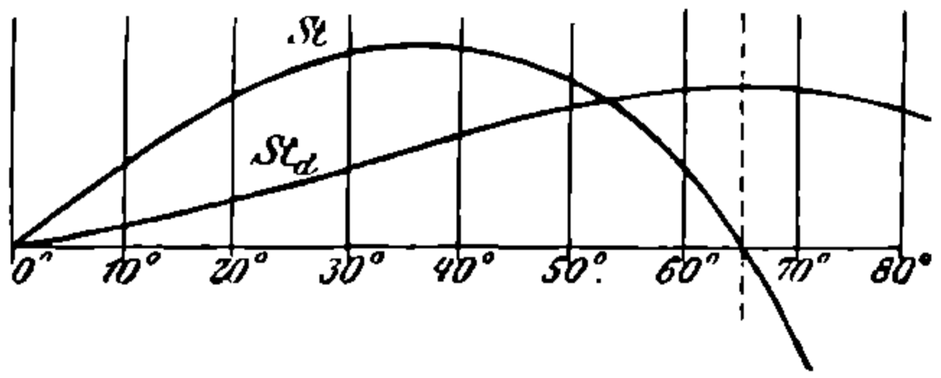
НТБ ДНУЖТ

(сумма статическихъ моментовъ устойчивости до соотвѣтствующаго наклона)

$$St_d = P\left(\frac{v\,(\overline{JN}+\overline{J_1N_1})}{V} \pm \overline{FG}\,(1-\cos\varphi)\right). \qquad \text{(Формула Мозелея).}$$

Кривая St_d (черт. 11) есть интегральная кривая кривой St (см. устойчивость подъ парусами стр. 467).

Черт. 11.



Вычисляютъ обыкновенно только долевые и поперечные наклоны. При этомъ пренебрегаютъ тѣмъ фактомъ, что у большинства судовъ при каждомъ поперечномъ наклонѣ одновременно долженъ происходить и долевой наклонъ.

2. Опытныя данныя $\overline{MG}$ для нагруженныхъ и готовыхъ къ плаванію судовъ.

Большіе быстроходные пароходы » почтовые пароходы .	. 0,4 до 0,6 m.
Пароходы для каналовъ Паровыя яхты	. 0,5 » 0,7 m.
Большіе товарные пароходы Малые » »	. 0,4 » 0,5 m.
Рыболовные пароходы . .	0,6 » 0,8 m.
Буксиры, ледоколы и т. п..	. 0,5 » 0,6 m.
Малые береговые пароходы.	0,8 » 1,0 m.
Рѣчные пароходы	. 1,0 » 3,0 m.
Баркассы	∽ 0,5 m.
Парусныя суда для товаровъ.	. 0,6 до 0,8 m.
Парусныя рыболовныя суда .	0,5 » 0,6 m.
Парусныя яхты . .	1,0 » 1,2 m.
Линейные корабли .	∽ 1,1 m.
Большіе крейсера .	∽ 1,0 m.
Малые крейсера Канонерскія лодки	∽ 0,7 m.
Торпедныя лодки	0,4 до 0,5 m.

3. Примѣры для устойчивости.

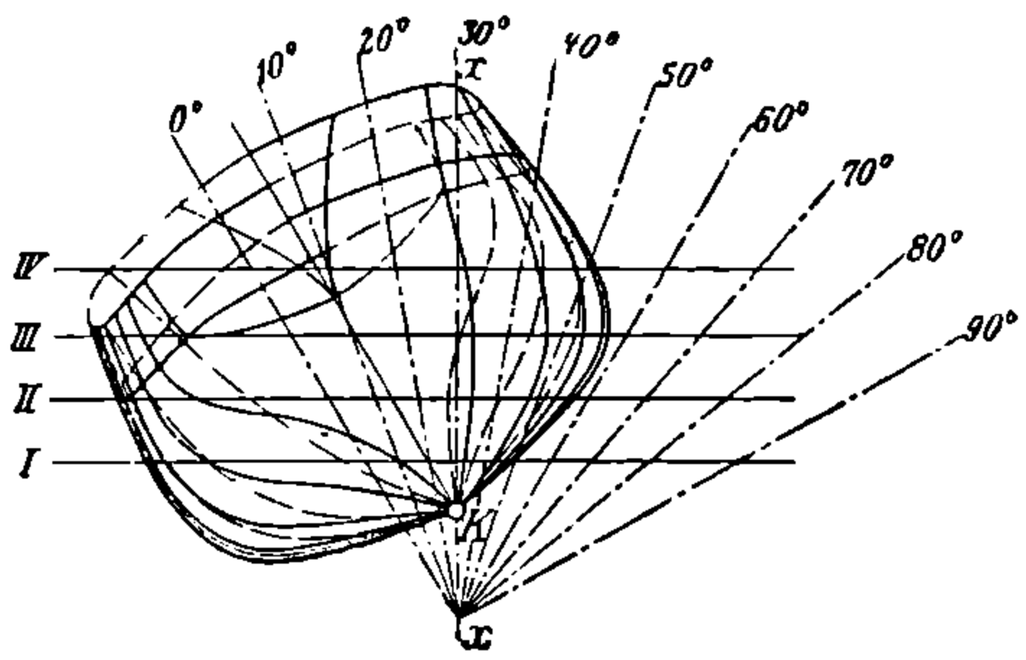
α. **Разсчетъ устойчивости.** (Примѣръ разсчета при пользованіи планиметромъ Амслера.) (Способъ Шульца.)

На бѣломъ листѣ чертежной бумаги наносятся градусныя дѣленія (10^0, 20^0, 30^0, 40^0 и т. д.); на листѣ прозрачной бумаги

НТБ ДНУЖТ

наносятся 4 ватерлиніи I, II, III, IV и перпендикулярная къ нимъ ось моментовъ $x — x$. На другомъ листѣ прозрачной бумаги наносится полное очертаніе шпангоутовъ. Три листа бумаги накладываются другъ на друга, какъ показано на черт. 12. Для каждаго наклоненія ось моментовъ $x — x$ проходитъ черезъ точку K очертанія шпангоутовъ (линія базиса) и одна изъ ватерлиній I, II, III, IV проводится въ пересѣченіи палубы съ ⊗. Интеграторъ устанавливается тогда по оси моментовъ $x — x$. Верхній листъ долженъ имѣть такіе размѣры, чтобы ролики интегратора ни въ одномъ положеніи не могли заходить за края листа. Обводятъ всѣ шпангоуты, которые должны быть умножены на одинъ и тотъ же множитель. Показанія индикатора и вычисленія записываются въ нижеслѣдующую таблицу (при каждомъ наклоненіи для 4 ватерлиній):

Черт. 12.



$$L = 136{,}0\ m : 10 = 13{,}60\ m : 3 = 4{,}53.$$

Масштабъ чертежа 1 : 100. При другихъ масштабахъ разницы въ показаніяхъ умножаются на соотвѣтственныя соотношенія.

Кренъ 30°. Ватерлинія I.

Шпангоутъ.		Показанія отсчитываемыя на роликѣ площадей.	Разности.	Произведенія для водоизмѣщенія.	Показанія отсчитываемыя на роликѣ моментовъ.	Разности.	Произведенія для центра тяжести.
0, 10	1/2	026,4	—	—	9881	—	—
1/2, 3, 5, 7, 9 1/2	2	135,8	109,4	218,8	9054	827	1654
1, 9	3/2	158,8	23,0	34,5	8952	102	153
2, 4, 6, 8	4	280,9	122,1	122,1	8024	928	3752
				741,7			5519

Водоизмѣщеніе $= 741{,}7 \times 4{,}53 = 3360$ cbm.

Плечо $\overline{KS}$ (черт. 9) $= 5519 : 741{,}7 \times 0{,}6 = 4{,}458$ m.

НТБ ДНУЖТ

Если положеніе G извѣстно, то ординаты для кривой плечъ статической устойчивости получаются изъ уравненія:

$$\overline{GH} = \overline{KS} - \overline{KG} \times \sin \varphi.$$

Наклонъ.	10^0	20^0	30^0	40^0	50^0	60^0	70^0	80^0	90^0
Sinus.	0,1737	0,3420	0,5000	0,6428	0,7660	0,8660	0,9397	0,9848	1,000
$\overline{KS} =$ $-\overline{KG} \times \sin \varphi =$									
$\overline{GH} =$									

β. Опытъ на кренъ.

Служитъ для опредѣленія положенія центра тяжести системы.

Приготовленія.

1. Погода должна быть, по возможности, тихая и уровень воды спокойный.
2. Необходимо установить удѣльный вѣсъ воды.
3. Судно можетъ быть слегка расчалено спереди и сзади по продольному направленію и лежать по направленію существующаго теченія или вѣтра.
4. Необходимо тщательно установить состояніе судна: оно не должно быть наклонено на одну сторону, водяные трюмы должны быть сухіе; всѣ передвижные предметы должны быть укрѣплены; котлы заполняются водой до нормальнаго уровня; объемы угольныхъ ямъ и водяныхъ танковъ, а равно ихъ центры тяжести должны быть въ точности опредѣлены (поверхность угля должна быть, по возможности, горизонтальна, а танки либо порожніе, либо вполнѣ наполненные); недостающіе и непринадлежащіе судну предметы, а равно предметы, находящіеся въ ненадлежащихъ мѣстахъ, должны быть особо обозначены по вѣсу и положенію ихъ центра тяжести.
5. Въ средней плоскости судна привѣшиваютъ два или три возможно длинныхъ тяжелыхъ (2 kg) отвѣса, у нижняго конца которыхъ устанавливается горизонтальная доска для измѣренія на ней отклоненія отвѣса. Длина отвѣса отъ точки его привѣса до того мѣста, гдѣ измѣряется его отклоненіе, должна быть въ точности установлена.
6. Балластъ для достиженія крена (обыкновенно = 0,01 до 0,03 P, или опредѣляется по нижеприводимой формулѣ, принимая наклонъ въ 2^0 и приблизительно назначая положеніе G) располагается по верхней палубѣ, симметрично у обоихъ бортовъ, такимъ образомъ, чтобы судно подъ этимъ балластомъ опускалось внизъ параллельно самому себѣ, т.-е., примѣрно, надъ ⊙ водоизмѣщенія. Вѣсъ и центръ тяжести бал-

НТБ ДНУЖТ

ласта по ширинѣ и по высотѣ должны быть точно установлены.

7. Команда должна во время производства опытовъ быть на одномъ опредѣленномъ по указанію мѣстѣ и находиться тамъ, не перемѣщаясь во время наклоненія судна, или должна быть удалена съ судна при его наклоненіи.

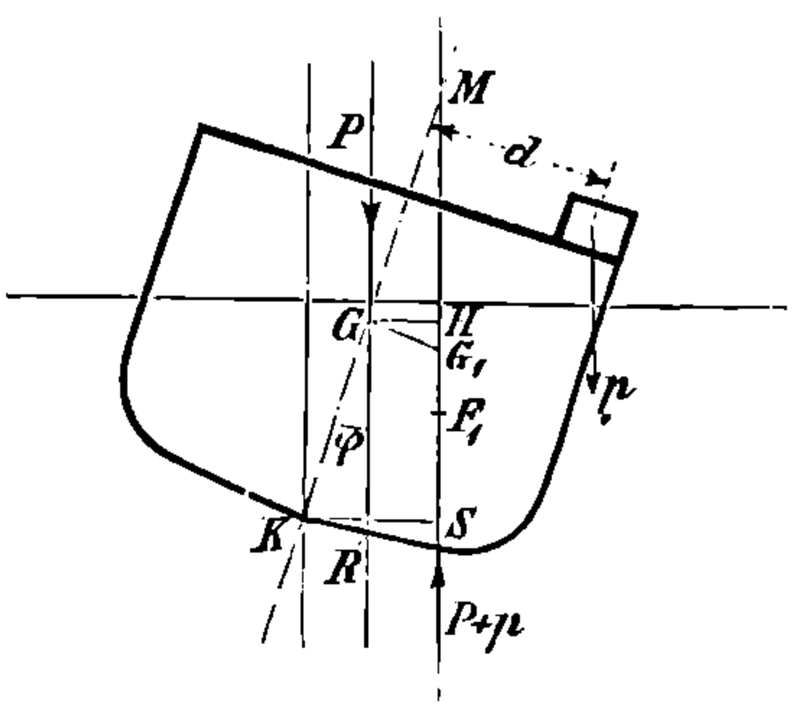
Производство опыта.

1. Въ точности измѣряется осадка судна спереди и сзади.
2. Отмѣчается среднее положеніе отвѣсовъ, а равно и плоскость плаванія посрединѣ судна у наружнаго борта.
3. Балластъ переносится полностью на одну сторону судна, и измѣряютъ отклоненіе отвѣсовъ, а равно опредѣляютъ со стороны борта погруженіе судна въ воду съ одной стороны и выходъ изъ воды съ другой стороны.
4. Балластъ переносится полностью на другую сторону судна, и производятся измѣренія подобно предыдущему.
5. Балластъ снова переносится въ первоначальное положеніе и производится контроль, приходятъ ли отвѣсы и судно снова въ первоначальное положеніе.

Вычисленіе положенія G.

1. Среднее значеніе для $\operatorname{tg}\varphi =$ отклоненію отвѣса, раздѣленному на его длину = величинѣ погруженія въ воду или выхода изъ воды на длинѣ $^1/_2 L$, раздѣленному на $^1/_2 B$ (полуширину судна).

Черт. 13.



2. Вѣсъ судна подъ креномъ долженъ быть опредѣленъ возможно точно. $= P + p$.

3. $\overline{MG} = \dfrac{p\,d}{(P+p)\operatorname{tg}\varphi}$. При $\varphi > 3$ до 5^0 имѣемъ

$$\overline{KM} = \frac{\overline{KS}}{\sin\varphi}.$$

4. Дѣйствительное положеніе G, послѣ того какъ судно освобождено отъ креноваго балласта, экипажа и другихъ грузовъ, не составляющихъ принадлежность судна, и послѣ того какъ недостающіе грузы снова прибавлены, опредѣляется при помощи вычисленія моментовъ.

γ. Измѣненіе устойчивости при перемѣщеніи G по высотѣ.

Примѣръ: Товарный пароходъ 136,0 × 16,0 × 10,5 m.

НТБ ДНУЖТ

Случай 1. Судно порожнее. Водоизмѣщеніе = 5500 t; средняя осадка = 3,7 m; G надъ верхнею гранью киля = 7,35 m; M надъ верхнею гранью киля = 7,80 m; $\overline{MG} = 7{,}80 - 7{,}35 = 0.45$ m; St = max. при 36°; $St = 0$ при 62°; верхняя палуба касается воды при 40°.

Случай 2. Двойное дно наполнено грузомъ въ 1300 t. ⊙ объема двойного дна = 0,6 m надъ верхнею гранью киля; водоизмѣщеніе = 6800 t; средняя осадка = 4,48 m; G надъ верхнею гранью киля $= \frac{550 \,.\, 7{,}35 + 1300 \,.\, 0{,}6}{6800} = 6{,}06$ m; M надъ верхнею гранью киля = 7,20 m; $\overline{MG} = 7{,}20 - 6{,}06 = 1{,}14$ m; St max. при 50°; верхняя палуба касается воды при 36°.

Случай 3. Судно вполнѣ нагружено.

Судно:	5500 t	× 7,35 m	= 40 425	mt
Нагрузка:	6000 »	× 5,50 »	= 33 000	»
Уголь:	1000 »	× 7,50 »	= 7 500	»
Вода:	200 »	× 0,60 »	= 120	»
Водоизмѣщеніе = 12 700 t			81 045	mt

G надъ верхнею гранью киля $= \frac{81\,045}{12\,700} = 6{,}40$ m; средняя осадка = 7,65 m; M надъ верхнею гранью киля = 6,20 m; $\overline{MG} = 6{,}90 - 6{,}40 = 0{,}50$ m; St = max. при 34°; $St = 0$ при 65°; верхняя палуба касается воды при $16^1/_2{}^0$.

Случай 4a. Судно нагружено на половину, кромѣ того 15 t подвѣшено на укосинѣ крана.

Судно:	5500 t	× 7,35 m	= 40 425	mt
Нагрузка:	3000 »	× 3,00 »	= 9 000	»
Уголь:	500 »	× 3,75 »	= 1 875	»
На укосинѣ крана:	15 »	× 22,00 »	= 330	»
Водоизмѣщеніе = 9015 t			51 630	mt

G надъ верхнею гранью киля $= \frac{51\,630}{9015} = 5{,}72$ m; средняя осадка = 5,70 m; M надъ верхнею гранью киля = 6,80 m; $\overline{MG} = 6{,}80 - 5{,}72 = 1{,}08$ m; St = max. при 50°; верхняя палуба касается воды при 29°.

b) Если укосина крана выложена такъ, что грузъ въ 15 t приложенъ на плечѣ $d = 9{,}0$ m (измѣренномъ нормально въ средней плоскости судна), то направленіе, по которому дѣйствуетъ вѣсъ судна, перемѣщается въ направленіи параллельномъ d на величину $\overline{GG_1} = \frac{15 \cdot 9{,}0}{9015} = 0{,}015$ m. Величина «G надъ верхнею гранью киля» отъ этого практически не измѣняется, но плечи статической устойчивости уменьшаются на $0{,}015 \times \cos\varphi$. Если эту величину, вычисленную для $\varphi = 0^0$,

НТБ ДНУЖТ

10^0, 20^0 и т. д., откладывать книзу отъ кривой St для случая 4а, гдѣ приложенный къ укосинѣ грузъ принятъ въ средней плоскости судна, то получимъ новую кривую St, и ея пересѣченіе съ осью абсциссъ даетъ тотъ наклонъ, который вызывается грузомъ выложенной поперекъ судна укосины. Въ этомъ случаѣ кренъ составляетъ около $^3/_4{}^0$.

При малыхъ наклонахъ можно кренъ принимать:

$$P \cdot \overline{MG} \cdot \sin\varphi = P \cdot \overline{GG_1} \cdot \cos\varphi$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\overline{GG_1}}{\overline{MG}} = \frac{0{,}015}{1{,}08} = 0{,}014$$

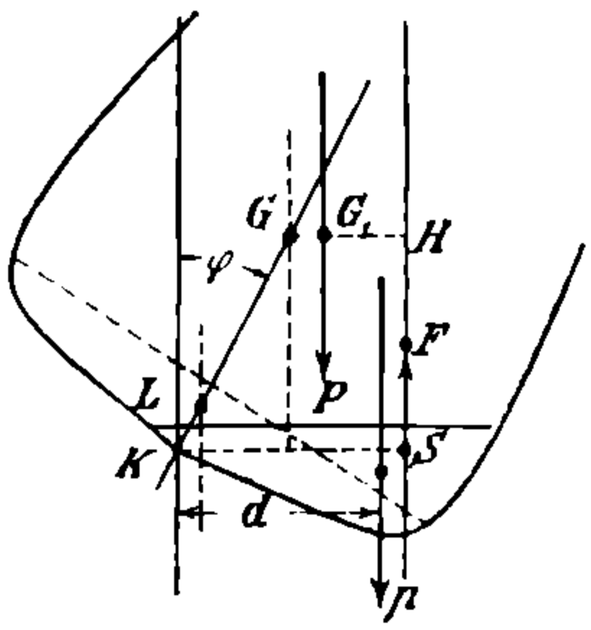
$$\varphi = \sphericalangle 45'$$

(Данныя относительно высоты G см. въ D. d., стр. 521 и 522.)

δ. Устойчивость при передвижной нагрузкѣ.

Устойчивость уменьшается, если объемъ не вполнѣ заполненъ, напр. балластные ящики, пловучій докъ, затворный понтонъ дока, нагрузка грузовъ въ ссыпную, песчаный балластъ. Сыпучіе грузы при наклонѣ въ 25^0 начинаютъ перемѣщаться. Для предварительныхъ разсчетовъ принимаютъ $\overline{MF} = \frac{J - i}{V}$, гдѣ J моментъ инерціи плоскости плаванія судна, i моментъ инерціи свободной поверхности ссыпного груза (относительно средней плоскости судна) V = водоизмѣщеніе. Если $\overline{MG} < 0{,}2 \cdot \overline{MF}$, то судно недостаточно устойчиво.

Черт. 14.



Для болѣе точнаго изученія условій устойчивости внутренній объемъ, занятый сыпучимъ грузомъ, подвергается разсчету устойчивости подобно изложенному въ A. d. 3. α., т.-е. опредѣляются плечи перемѣщаемой массы для различныхъ наклоновъ. Вслѣдствіе передвижки груза направленіе силы, выражающей вѣсъ судна со включеніемъ груза, перемѣщается на величину

$$\overline{GG_1} = \frac{p\,(d - KL\sin\varphi)}{P + p}$$

(черт. 14), гдѣ p вѣсъ передвигающагося груза, d его плечо, KL высота центра тяжести груза при нормальномъ положеніи судна, $P + p$ общій вѣсъ судна и нагрузки. Отъ плеча $\overline{GH}$ статическаго момента устойчивости теряется такимъ образомъ часть $\overline{GG_1}$. Величина d опредѣляется, какъ показано выше, при помощи интегратора, GG_1

НТБ ДНУЖТ

вычисляется по вышеприведенному уравненію, а ординаты кривой *St* получаются изъ уравненія:

$$\overline{G_1 H} = \overline{K S} - \overline{K G} \cdot \sin \varphi - \overline{G G_1}.$$

Опасныя для устойчивости судна перемѣщенія груза устраняются устройствомъ продольныхъ перегородокъ или уменьшеніемъ свободной поверхности груза (расширительныя шахты у танковыхъ пароходовъ, башенные пароходы).

ε. Устойчивость при течи.

Въ этомъ случаѣ необходимо одновременно изслѣдовать триммъ (см. A. d. 3. *β*.) и устойчивость. Увеличеніе погруженія судна происходитъ на величину, равную потерянному водоизмѣщенію или количеству проникающей воды, раздѣленному на площадь WL. Измѣненіе устойчивости происходитъ вслѣдствіе измѣненія формы тѣла, производящаго водоизмѣщеніе.

1) Во время періода проникновенія воды въ судно, входящая вода должна быть разсматриваема какъ перемѣщающійся грузъ (см. A. d. 3. *δ*.).

2) Если какой-либо объемъ судна заполнился водой до водонепроницаемой палубы, то поступившее въ судно количество воды можетъ быть разсматриваемо либо какъ прибавочный грузъ, причемъ устойчивость опредѣляется какъ бы для увеличеннаго водоизмѣщенія (какъ указано въ A. d. 3. *γ*., случай 4b) или же для оставшагося тѣла водоизмѣщенія производится новый разсчетъ устойчивости по A. d. 3. *α*.

3. Если вода внутри судна имѣетъ свободный уровень на одинаковой высотѣ съ уровнемъ воды снаружи, то для остающагося тѣла водоизмѣщенія производится новый разсчетъ устойчивости.

Если вполнѣ заполненный объемъ судна находится на одной сторонѣ, напр. въ случаѣ продольныхъ перегородокъ, то судно всегда наклонится на одну сторону, хотя и будетъ сохранять достаточную устойчивость. Кривая *St* будетъ имѣть отрицательную часть, а ея пересѣченіе съ осью абсциссъ укажетъ величину крена.

ζ. Устойчивость при соприкосновеніи съ дномъ.

Если судно килемъ будетъ задѣвать за грунтъ (дно), то оно получитъ нѣкоторый поперечный наклонъ φ. Противодавленіе у киля составитъ тогда

$$R = \frac{P \cdot \overline{M G}}{\overline{K M}}.$$

Уравновѣшеніе этого давленія съ цѣлью облегчить стаскиваніе судна съ мели достигается тѣмъ, что грузъ *p* передви-

НТБ ДНУЖТ

гается параллельно палубѣ на величину d съ такимъ разсчетомъ, чтобы было соблюдено условіе:

$$p\,d = P \cdot \overline{M\,G}\,\mathrm{tg}\,\varphi.$$

η. Колебательныя движенія.

Колебательныя движенія зависятъ отъ момента устойчивости St и момента инерціи массы судна J. Для опредѣленія J дѣлаютъ опытъ надъ колебаніемъ судна. Судно приводится въ колебательное движеніе при помощи перемѣщенія въ тактъ съ одного борта на другой людей, число которыхъ должно быть равно $^2/_3\,P$. Приготовленія къ опыту такія же, какъ и при опытахъ на кренъ (стр. 461). Необходимо произвести по меньшей мѣрѣ три опыта.

Наблюдаютъ: 1) число колебаній въ минуту,
2) величину отдѣльныхъ угловъ размаха.

Если наблюденныя величины откладывать: абсциссы — время, а ординаты — величину угловъ, то получимъ кривую колебанія или размаха. Тогда имѣемъ:

$J = \dfrac{T^2 P \quad \overline{M\,G}}{\pi^2}$ (не принимая въ разсчетъ сопротивленій отъ тренія и т. п.), гдѣ T время простого колебанія отъ St B до $B\,B$ (періодъ), P вѣсъ судна.

Измѣненіе St имѣетъ большее вліяніе на T, чѣмъ измѣненіе J.

Если J велико, напр., у линейныхъ кораблей, то St также можетъ быть велико.

У новыхъ судовъ G должно находиться по возможности въ плоскости плаванія.

Если опыты на колебаніе производятся надъ моделями, то имѣютъ мѣсто слѣдующія соотношенія:

Отношеніе	размѣровъ	$= 1 : n$
»	водоизмѣщеній	$= 1 : n^3$
»	размаховъ	$= 1 : 1$
»	продолжительности качанія	$= 1 : \dfrac{1}{\sqrt{n}}$
»	времени качанія	$= 1 : \dfrac{1}{\sqrt{n}}$

Волны. Теоретическая форма волны — трохоида. Если l длина волны, t періодъ волны, v скорость волны, то имѣемъ приблизительно:

$$v = \frac{l}{t} = 1{,}56\,t = 1{,}25\,\sqrt{l}$$

$$t = 0{,}8\,\sqrt{l} = 0{,}64\,v$$

$$l = 1{,}56\,t^2 = 0{,}64\,v^2.$$

НТБ ДНУЖТ

Движеніе судна при большомъ волненіи: законы Ранкина:

1) Вслѣдствіе устойчивости судна средняя его плоскость перпендикулярна къ линіи волнъ, проходящей черезъ центръ тяжести водоизмѣщенія.
2) Судно, имѣющее большую устойчивость и малое килевое сопротивленіе, перекатывается вмѣстѣ съ волной, какъ плотъ.
3) Судно, у котораго періодъ колебанія относится къ періоду волны какъ $\sqrt{2}:1$, перекатывается какъ поставленная на ребро плавающая доска, т.-е. противъ волнъ.
4) Судно, у котораго отношеніе періода колебанія къ періоду волны $< \sqrt{2}:1$, перекатывается съ бо́льшими углами наклона, чѣмъ углы наклона волнъ, и плаваетъ вертикально передъ встрѣчею съ гребнемъ или низкою частью волны.
5) Если періодъ колебанія судна равенъ періоду волны, то судно перекатывается всего сильнѣе, и при этомъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ меньше килевое сопротивленіе.
6) Судно, у котораго отношеніе періода колебанія къ періоду волны $> \sqrt{2}:1$, перекатывается съ меньшими углами наклона, чѣмъ углы наклона волнъ, и плаваетъ вертикально послѣ прохожденія гребня или пониженной части волны.

Колебательныя движенія судна ослабляются:
1) отъ неправильности въ образованіи волнъ,
2) отъ поступательнаго движенія судна,
3) отъ сопротивленія воздуха (парусовъ),
4) отъ тренія воды и воздуха,
5) отъ вліянія боковыхъ килей (площадь $\backsim {}^1/_{10}$ площади WL.),
6) отъ водяныхъ ящиковъ (объемъ $\backsim 0{,}02P$).

9. Устойчивость подъ парусами.

На черт. 15 представляютъ:
dc положеніе парусовъ,
gk направленіе и сила вѣтра,
gi нормальное давленіе на поверхность парусовъ,
ki составляющая gk,
fg сила, движущая впередъ,
$fi = W$ сила наклоняющая и вызывающая дрейфъ,
φ уголъ наклона,
A поверхность парусовъ,
h высота центра тяжести парусовъ надъ центромъ тяжести нагруженной части судна,
p давленіе вѣтра на единицу поверхности (см. скалу Бофорта стр. 468).

НТБ ДНУЖТ

Международная скала для силы вѣтра по Бофорту.

Вѣтеръ					Состояніе моря		
№	Обозначеніе	Скорость m/sk	Скорость узлы/чс	Давленіе kg/qm	№	Обозначенія	Высота волны m
0	Штиль или самый легкій вѣт.	0 до 1,3	0 до 2,5	0 до 0,2	0	Вполнѣ спокойно.	0
1	Весьма легкій вѣтеръ.....	3,6	7	1,5	1	Очень » .	<1
2	Легкій вѣтеръ.	5,8	11,3	4,1	2	Спокойно	1—2
3	Слабый вѣтеръ	8,0	15,6	7,7	3	Легкая зыбь	2—3
4	Средній вѣтеръ	10,3	20,0	12,6	4	Средняя зыбь . ..	3—4
5	Свѣжій вѣтеръ	12,5	24,3	18,9	5	Крупная зыбь....	4—5
6	Сильныйвѣтеръ	15,2	29,6	27,9	6	Неспокойное	6—7
7	Весьма сильн. вѣтеръ.....	17,9	34,8	38,7	7	Высокая волна...	8—9
8	Вѣтеръ, прибл. по своей силѣ къ бурѣ.....	21,5	41,8	55,6			
9	Штормъ.....	25,0	48,6	75,6	8	Очень высок. волна	10—12
10	Сильн. штормъ	29,1	56,6	102,5			
11	Весьма сильный штормъ	33,5	65,1	135,7	9	Сильная буря .	>12
12	Ураганъ	40,2	78,1	195,5			

Имѣемъ: $W = p A \cos \varphi$.

$$W h \cos \varphi = p A h \cos^2 \varphi = P \cdot \overline{MG} \cdot \sin \varphi .$$

$$p A h (1 - \sin^2 \varphi) = P \cdot \overline{MG} \cdot \sin \varphi .$$

При парусахъ $\varphi < 8$ до 10^0, почему $\sin^2 \varphi$ можно пренебречь, слѣд.

$$\sin \varphi = \frac{p A h}{P \quad \overline{MG}} .$$

Величины φ и p для всѣхъ судовъ одинаковы, почему отношеніе $\frac{A h}{P \,.\, \overline{MG}}$ можетъ служить масштабомъ для оснастки парусныхъ судовъ (см. въ С. а. 3. стр. 489).

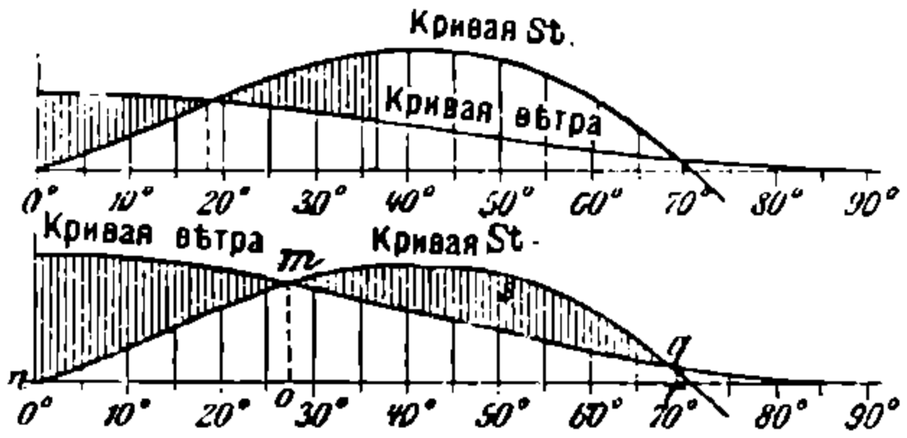
Ординаты кривой давленія вѣтра $= p A h \cos^2 \varphi$ (черт. 16).

При равномѣрномъ вѣтрѣ судно до тѣхъ поръ наклоняется на навѣтренную сторону, пока статическій моментъ устойчивости St дѣлается равнымъ моменту $p A h \cos^2 \varphi$, т.-е. пока кривая давленія вѣтра пересѣкаетъ кривую St. При внезапномъ шквалѣ судно до тѣхъ поръ наклоняется на навѣтренную сторону, пока механическая работа давленія вѣтра будетъ равна механической работѣ момента устойчивости St, т.-е. до тѣхъ поръ, пока площади, ограничиваемыя

НТБ ДНУЖТ

обѣими кривыми, или разности площадей между собой равны. Этотъ уголъ приблизительно вдвое больше того угла, на ко-

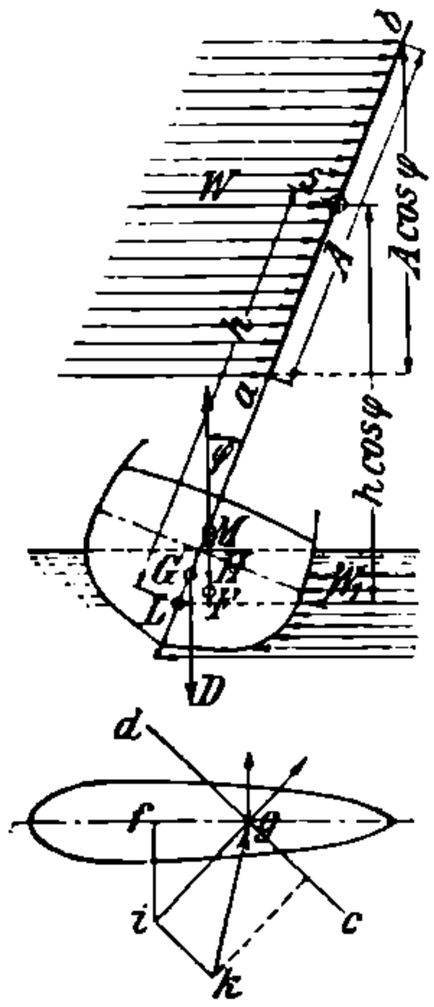
Черт. 16.



торый бы наклонилось судно при равномѣрномъ вѣтрѣ такой же силы.

Для принятія въ разсчетъ вліянія большой волны необходимо, чтобы (по Ранкину) запасная устойчивость, т.-е. та часть кривой *St*, которая лежитъ внѣ кривой вѣтра, простиралась по меньшей мѣрѣ далѣе 39°.

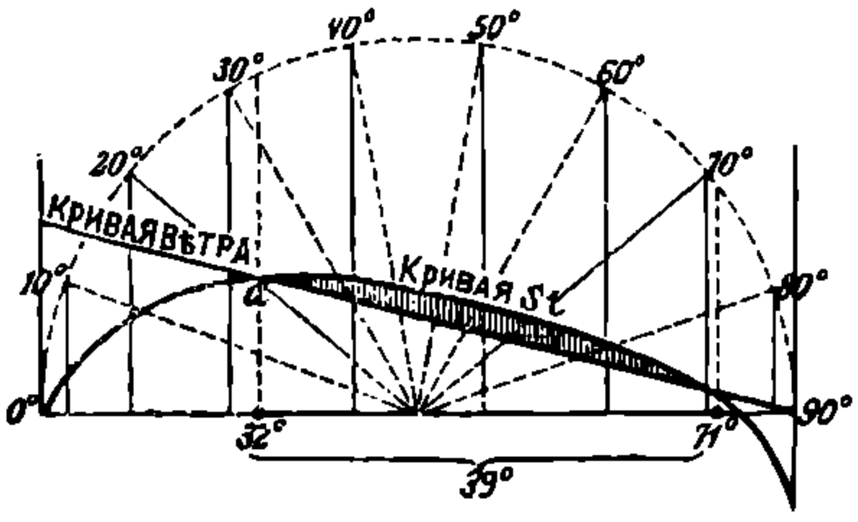
Черт. 15.



Кривую *St* чертимъ (черт. 17) навитою на круговой цилиндръ и изъ точки 90° проводимъ прямую (навитую кривую вѣтра) такимъ образомъ, чтобы кривая *St* отсѣкала на этой прямой 39°. При равномѣрномъ вѣтрѣ и большой волнѣ, судно безопасно можетъ наклоняться на уголъ, равный половинѣ угла, опредѣляемаго пересѣченіемъ точки *a*. Отсюда получается допускаемый для этого случая моментъ парусовъ.

Для изслѣдованія того, какое внезапное давленіе вѣтра можетъ выдержать судно въ извѣстномъ его состояніи, не опрокидываясь, необходимо въ кривую *St* вчертить вѣтровую кривую (черт. 16) такимъ образомъ, чтобы площади $\overline{pmn}$ и $\overline{msq}$ были между собою равны. Допускаемое давленіе вѣтра въ этомъ случаѣ будетъ равно ординатѣ $\overline{np}$ вѣтровой кривой, раздѣленной на *Ah*.

Черт. 17.



Для большинства портовъ земного шара можно, по Миддендорфу, принимать, что наибольшее давленіе вѣтра равно 80 до 100 kg/qm; тѣмъ не менѣе, въ Тріестѣ, напр., встрѣчаются давленія (или удары вѣтра) въ 200 kg/qm.

НТБ ДНУЖТ

4. Наклоненія около поперечной оси.

Для даннаго положенія G необходимо опредѣлять осадку спереди и сзади.

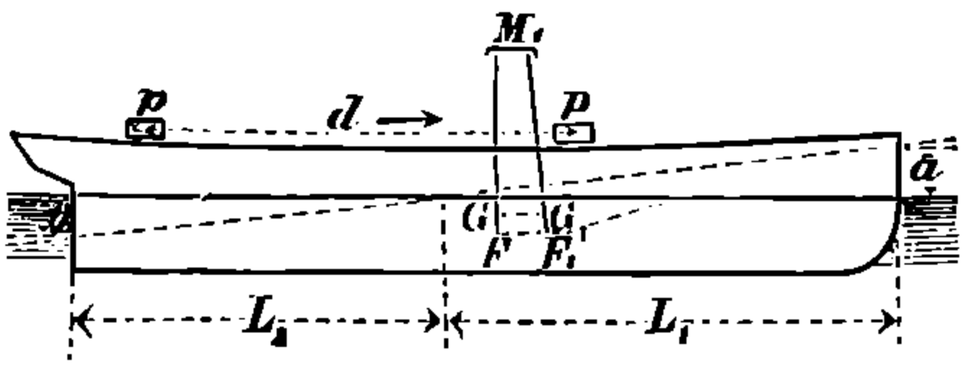
α. Измѣненіе положенія ⊙ G.

Триммъ-моментъ (см. стр. 452) для 1 m общей разницы погруженія (триммъ)

$$Tr = \frac{\overline{M'G} \cdot P}{L},$$

гдѣ вмѣсто $\overline{M'G}$ можно съ достаточною точностью подставить $M'F$ (кривую для Tr см. черт. 5). Для извѣстнаго передвиженія груза $p\,d$ (черт. 18) имѣемъ тогда $a+b=\frac{p\,d}{Tr}$. Предполагая, что наклонная W L проходитъ черезъ центръ тяжести первоначальной ватерлиніи, имѣемъ

Черт. 18.



$$a=(a+b)\,\frac{L_1}{L} \text{ и}$$

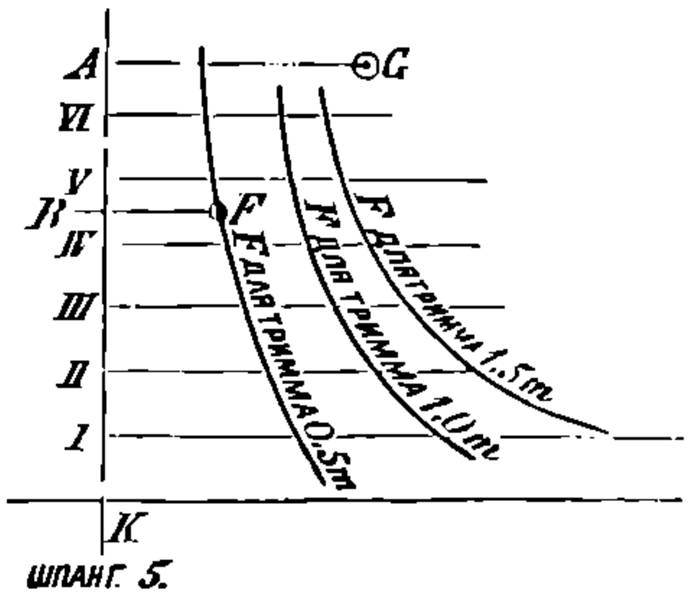
$$b=(a+b)\,\frac{L_2}{L},$$

т.-е. измѣненія въ осадкѣ у перпендикуляровъ пропорціональны отрѣзкамъ, на которые дѣлится разстояніе между перпендикулярами центромъ тяжести плоскости плаванія.

β. Способъ Г. Л. Шульца.

Для нѣсколькихъ водоизмѣщеній вычисляютъ F въ предположеніи тримма, равномѣрно распредѣленнаго спереди и сзади (большею частью 1,0 m), и результаты вычисленій наносятся въ формѣ кривыхъ (черт. 19).

Черт. 19.



Разницы въ водоизмѣщеніяхъ при наклонномъ положеніи судна противъ того же водоизмѣщенія при вертикальномъ положеніи при этомъ настолько незначительны, что при малыхъ измѣненіяхъ въ триммѣ (исключая случаевъ течи) ими можно пренебречь. Равнымъ образомъ перемѣщеніе F для одинаковыхъ наклоненій впередъ и назадъ на практикѣ одинаковы, такъ что достаточно дѣлать вычисленіе только для

НТБ ДНУЖТ

одного случая. Если желательно знать триммъ для опредѣленнаго положенія G, напр. $A\,G$ (черт. 19), то для соотвѣтствующей осадки $B\,K$ берутъ по кривой положеніе точки F, напр. для тримма 0,5 m $= B\,F$, и тогда искомый триммъ будетъ $\frac{A\,G}{B\,F} \cdot 0{,}5$ m. Обыкновенно бываетъ достаточно равномѣрное распредѣленіе тримма на переднюю и заднюю осадку. При болѣе значительныхъ измѣненіяхъ дифферента необходимо производить контрольныя вычисленія при помощи площадей шпангоутовъ.

γ. Прибавка или удаленіе груза.

Въ этомъ случаѣ разстояніе d съ достаточною точностью принимается равнымъ горизонтальному разстоянію между первоначальнымъ центромъ тяжести и центромъ тяжести груза, и вычисленіе тогда производится по формулѣ

$$G\,G_1 = \frac{p\,d}{P \pm p}.$$

Средняя осадка получается изъ $P \pm p$.

Прикосновеніе ко дну (отмели) разсматривается какъ удаленіе груза.

δ. Вычисленія для случая течи. (См. также стр. 482.)

a) Примѣрный разсчетъ.

Разсматриваютъ вѣсъ воды, проникшей въ камеру съ течью (до первоначальной W L), какъ прибавленный грузъ, и поступаютъ, какъ указано въ α или γ.

b) Способъ метацентровъ.

Необходимо производить слѣдующія вычисленія:

1. Водоизмѣщенія заполнившейся водой камеры до первоначальной W L (v).

2. Остающейся площади ватерлиніи W L = W L_1.

3. Осадку судна $\frac{v}{W L_1}$.

4. Центръ тяжести новаго объема (тѣла) водоизмѣщенія $= F_1$.

5. Триммъ-моментъ $= P \,.\, \overline{F_1\,G}$ (горизонтальную проекцію).

6. $\overline{M'\,G}$ и, соотв., $\overline{M'\,F_1}$ для новаго объема водоизмѣщенія:

   α) площади частей W L $= f_1, f_2$,

   β) центры тяжести f_1, f_2 и ихъ взаимныя разстоянія $= a$,

НТБ ДНУЖТ

γ) моменты инерціи f_1 и f_2 относительно ихъ центровъ тяжести $= i_1$, i_2,

δ) общаго момента инерціи обѣихъ частей ватерлиніи относительно ихъ общаго центра тяжести:

$$J_1 = i_1 + i_2 + \frac{f_1 f_2 a^2}{f_1 + f_2},$$

ε) $\overline{M'F_1} = \frac{J_1}{V}$.

7. $T r_1$ (триммъ-моментъ для дифферента въ 1 m) для новаго объема водоизмѣщенія $= \frac{\overline{M' F_1}\, P}{L}$.

8. Общее измѣненіе осадки $= \frac{P \quad F_1 G}{T r_1}$.

9. Распредѣленіе на переднюю и заднюю осадку по разстоянію центра тяжести оставшейся площади ватерлиніи отъ обоихъ перпендикуляровъ (см. выше).

10. Контрольныя вычисленія по площадямъ шпангоутовъ.

ε. Удлиненіе корпуса судна.

Вычисленія производятся такъ же, какъ и въ случаѣ течи и заполненія соотвѣтственной водонепроницаемой камеры; но здѣсь, вмѣсто выключенія части судна, напротивъ, прибавляется новая часть.

ζ. Спускъ съ эллинга.

Необходимыя данныя для вычисленій:

1. Уклонъ пути для спуска (смазанные спускные брусья). Обыкновенно:

для малыхъ судовъ	1 : 12	до 1 : 14,
» среднихъ »	1 : 16	» 1 : 18,
» большихъ »	1 : 20	» 1 : 24,

продольная профиль пути по дугѣ круга $R = 8000$ до 10000 m.

2. Положеніе судна относительно салазокъ, а также салазокъ относительно крайней точки эллинга и уровня воды.

3. Поверхность тренія салазокъ.

4. Вѣсъ судна, салазокъ и расположеніе ихъ центровъ тяжести.

5. Родъ смазки. Средній коэффиціентъ тренія $\mu = 0{,}04$.

Ходъ разсчета.

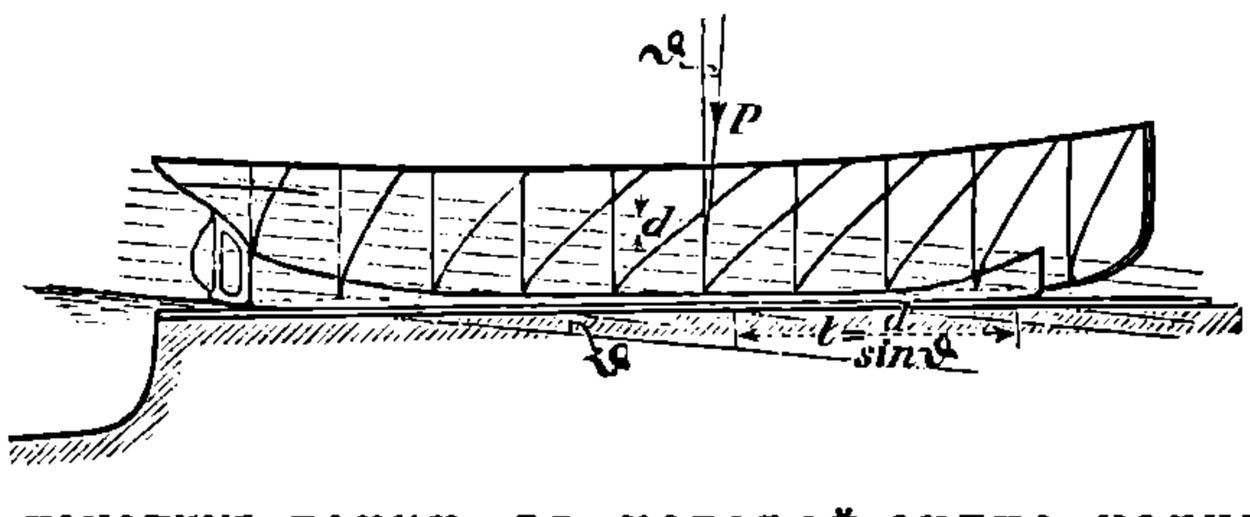
1. Давленіе на плоскость спуска по возможности не должно быть болѣе 2 до 4 kg/qcm.

2. Сила, дѣйствующая параллельно плоскости спуска $= P \sin \delta - \mu P \cos \delta$ (черт. 21); она должна быть достаточна для преодолѣнія сопротивленія отъ воды при спускѣ судна.

НТБ ДНУЖТ

3. Кривыя, указанныя на черт. 22, служатъ для того, чтобы судить о различныхъ моментахъ при спускѣ судна, и вычисляются по черт. 21. Разстояніе между ординатами для нанесенія кривыхъ равно вертикальному разстоянію между плоскостями плаванія d, раздѣленному на sin δ. Въ пересѣченіи

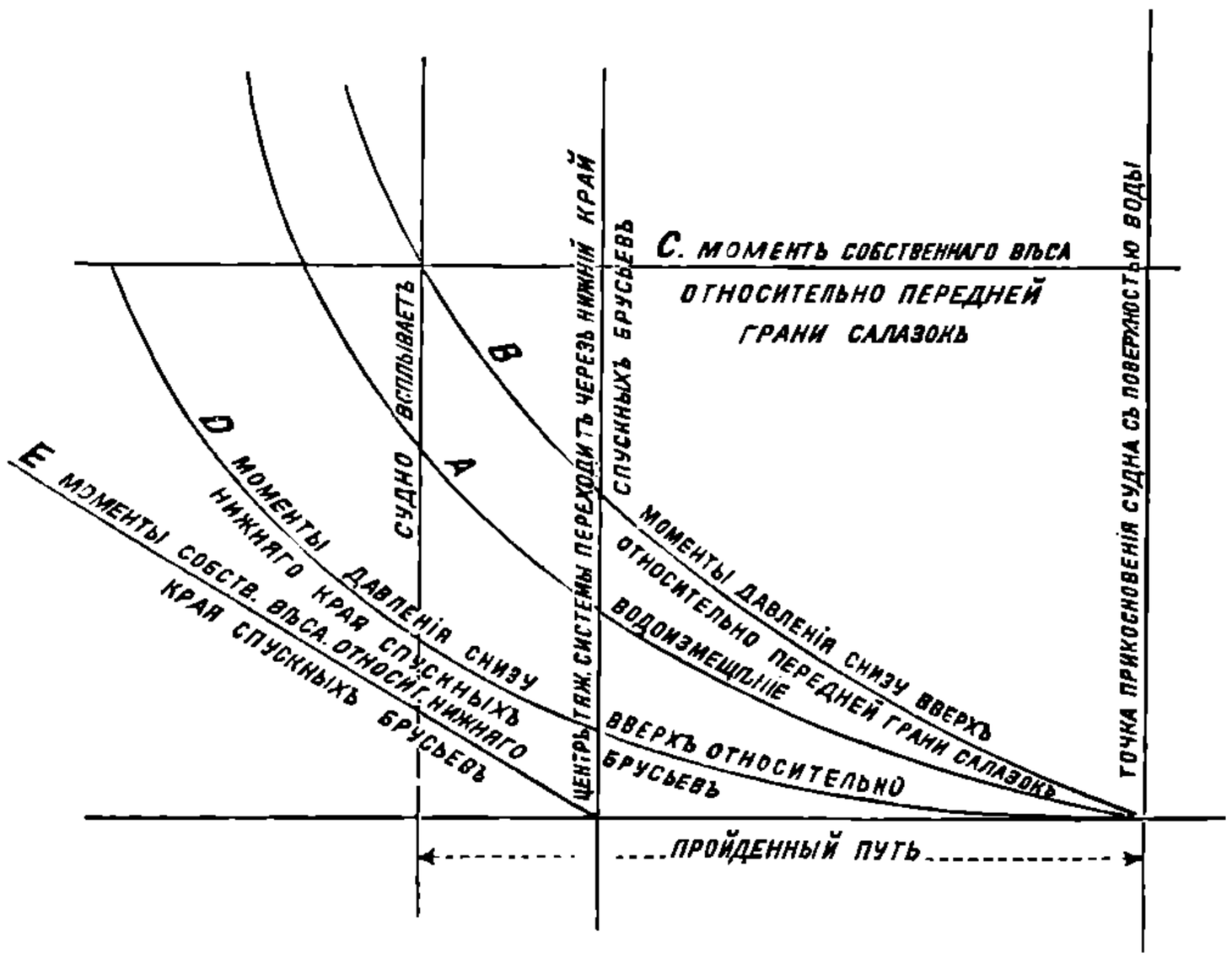
Черт. 21.



B и *C* находимъ точку, въ которой судно начинаетъ всплывать, вращаясь около передней грани спускныхъ брусьевъ эллинга. Средняя скорость спуска 4 до 5 m/sk.

4. Осадка въ моментъ всплыванія равна sin δ, помноженному на разстояніе, которое должно быть пройдено наинизшей точкой судна отъ начала погруженія до момента всплыванія.

Черт. 22.

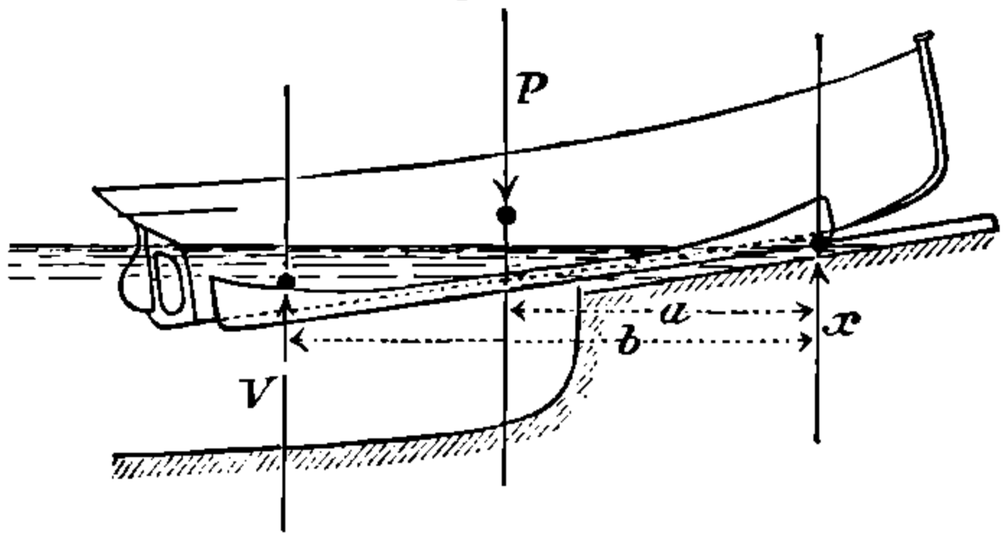


5. Давленіе на передній конецъ спускныхъ брусьевъ въ моментъ всплыванія равна разности между вѣсомъ

судна и его водоизмѣщеніемъ въ этотъ моментъ $x = P - V$ (черт. 22а).

Въ дѣйствительности судно всплываетъ нѣсколько позднѣе; въ небольшихъ докахъ, когда уровень воды при началѣ погруженія спускаемаго судна, вслѣдствіе водоизмѣщенія, сразу повышается въ докѣ, иногда имѣетъ мѣсто обратное явленіе.

Черт. 22 а.



Для того, чтобы убѣдиться, что судно не всплываетъ слишкомъ поздно, т.-е. послѣ того, какъ центръ тяжести системы перешелъ за передній край спускныхъ брусьевъ, отчего судно спереди отдѣляется отъ спускныхъ брусьевъ, необходимо выяснить, что кривая D не пересѣкаетъ прямую E. Для избѣжанія, однако, вредныхъ изгибающихъ усилій въ суднѣ при спускѣ, обѣ эти кривыя должны быть расположены возможно ближе другъ къ другу.

Вмѣстѣ съ вычисленіями для спуска судна необходимо опредѣлять возможное положеніе тримма и изслѣдованіе устойчивости послѣ спуска.

Наклонъ судна при спускѣ съ эллинга:

военныя суда и скорые пароходы	40%,
обыкновенныя коммерческія суда	75%,
паровыя суда.	75%.

Втягиваніе на эллингъ.

Примѣняются тѣ же разсчеты и формулы, что и для спуска съ эллинга, но въ обратномъ порядкѣ. Коэффиціентъ тренія принимается $\mu = 0{,}15$ до $0{,}2$. Втягиваніе выгодно производить по направленію поперекъ судна.

е. Надводный бортъ.

Подъ надводнымъ бортомъ обыкновенно подразумѣваютъ высоту верхней кромки палубы у борта надъ уровнемъ воды. При установленіи величины надводнаго борта обыкновенно руководствуются:

1. обезпеченіемъ устойчивости,
2. обезпеченіемъ запаснаго водоизмѣщенія,
3. необходимостью предохранить палубу отъ заливанія водой,
4. необходимостью предохранить судно отъ чрезмѣрныхъ напряженій матеріала въ груженомъ состояніи,

НТБ ДНУЖТ

5. особыми условіями, которымъ должно удовлетворять судно, и желаніями судохозяевъ.

При проектированіи строевыхъ линій судна обыкновенно принимаютъ высоту надводнаго борта на длинѣ $^1/_2$ *L* равной $^1/_3$ *H*. Высоту борта у исполненныхъ судовъ см. табл. A. стр. 446 и 447.

B. Внутренній объемъ судна.

a. Обмѣръ.

1 рег. тонна = 100 англ. куб. фут. = 2,832 cbm.
1 cbm = 0,353 рег. тон. = 35,32 англ. куб. фут.
1 англ. куб. футъ = 0,01 рег. тон. = 0,0283 cbm.

1. Инструкція для обмѣра судовъ въ Германіи

(1 марта 1895).

Извлеченіе.

У всѣхъ судовъ, имѣющихъ больше одного дека, принимаютъ за **обмѣрный деиъ** второй декъ снизу. Всѣ помѣщенія, находящіяся подъ обмѣрнымъ декомъ, обмѣряются какъ одно цѣлое; надъ обмѣрнымъ декомъ каждый декъ обмѣряется отдѣльно.

Объемное содержаніе брутто. Для опредѣленія объемнаго содержанія брутто производится обмѣръ всѣхъ помѣщеній со включеніемъ надстроекъ на палубѣ, за вычетомъ, однако, двойного дна, если послѣднее не утилизируется для помѣщенія груза, запасовъ или топлива; обмѣръ производится до внутренней грани судовой обшивки; изъ поперечной погиби палубы принимается въ разсчетъ лишь $^2/_3$. Также подвергается обмѣру та часть выступающихъ надъ палубой люковъ, которая превышаетъ $^1/_2$ % всего объемнаго содержанія брутто. Напротивъ того, не подвергаются обмѣру: палубныя надстройки, служащія исключительно для помѣщенія вспомогательныхъ машинъ, рулевая рубка, кухня и объемъ для дистилляціоннаго аппарата, если эти помѣщенія не больше того, что требуется для помѣщенія команды; отхожія мѣста для команды и по одному отхожему мѣсту для каждыхъ 50 пассажировъ (и во всякомъ случаѣ не больше 12 отхожихъ мѣстъ).

Объемное содержаніе нетто. Объемное содержаніе нетто получается, если изъ объемнаго содержанія брутто вычесть:

1. Всѣ помѣщенія, которыми пользуется судовая команда.
2. Всѣ помѣщенія, необходимыя для направленія движенія судна, какъ-то: рулевая рубка, помѣщеніе для морскихъ картъ, кабельгатъ и т. п.
3. Помѣщенія для вспомогательныхъ машинъ и вспомогательныхъ котловъ.
4. У парусныхъ судовъ — помѣщеніе для парусовъ; этотъ объемъ не долженъ, однако, превышать $2^1/_2$ % отъ объемнаго содержанія брутто.
5. У пароходовъ — помѣщенія для паровыхъ машинъ и котловъ со включеніемъ туннелей для гребного вала и вертикальныхъ шахтъ, за исключеніемъ, однако, угольныхъ ящиковъ.

Если объемъ помѣщеній для паровыхъ машинъ и котловъ составляетъ у колесныхъ пароходовъ менѣе 20%, а у винтовыхъ пароходовъ менѣе 13% отъ объемнаго содержанія брутто, то къ объему помѣщенія для машинъ и котловъ прибавляется у колесныхъ пароходовъ 50%, у винтовыхъ 75%; если этотъ объемъ составляетъ у колесныхъ пароходовъ 20 до 30%, а у винтовыхъ 13 до 20%, то дѣлается вычетъ: для колесныхъ пароходовъ 37%, а для винтовыхъ — 32% изъ объемнаго содержанія брутто; если этотъ объемъ составляетъ 30 и, соотв., 20%, то судовладѣльцу предоставляется выбирать, по какому изъ обоихъ правилъ долженъ быть произведенъ вычетъ.

НТБ ДНУЖТ

2. Приближенныя формулы для объемнаго содержанія брутто (по англійскимъ даннымъ).

Вмѣстимость въ тоннахъ $= \delta_1 \frac{L B T' + A}{100}$ регистр. тоннъ,

L внутренняя длина, измѣренная у палубы, между обшивкой на носу и на кормѣ, въ англ. фут.,
B наибольшая ширина внутри, между обшивками, въ англ. фут.,
T' глубина посрединѣ судна, отъ нижней грани палубной обшивки до верхней грани лимбербортоваго бруса около кильсона, въ англійскихъ футахъ,
A объемъ надстроекъ въ англ. куб. футахъ.

Вообще, имѣемъ приблизительно $\delta_1 = \delta + 0{,}04$,

для скорыхъ пароходовъ . . . . = 0,6 до 0,65
» товарныхъ и пассажирскихъ пароходовъ. = 0,7 » 0,72
» обыкновенныхъ товарныхъ и танковыхъ пароходовъ . . . . = 0,72 » 0,80
» парусныхъ судовъ . = 0,60 » 0,65
» яхтъ свыше 60 рег. тон. . = 0,5
» » менѣе 60 » » . = 0,45.

3. Обмѣръ по Builder's Old Measurement.

Вмѣстимость въ тоннахъ Old Meas. $= \frac{(L - 0{,}6\,B)\,0{,}5\,B^2}{94}$

(1 тонна Old Meas. = 94 англ. куб. фут. = 2,662 cbm), гдѣ L длина между наружными гранями шпунтовъ для обшивки, измѣренная на палубѣ въ горизонтальномъ направленіи, и B наибольшая ширина между наружными гранями обшивки; L и B въ англ. футахъ.

4. Соотношенія у исполненныхъ судовъ (объемы).

Типъ судна	L m	B m	H m	Подъемная сила t	Емкость cbm	Угольные ящики t	Рег. тон. брутто	Рег. тон. нетто
Скорый пароходъ . . .	202,0	20,42	13,41	5840	1460	4820	16502	5196
Большой почтовый пароходъ	152,0	18,30	11,58	10100	10700	1630	10600	6598
Малый тов. и пас. пароходъ	73,15	10,97	6,70	1700	2650	240	1738	1045
Большой товарный пароходъ	171,0	18,90	12,50	14160	24600	1430	13424	8495
Малый товарный пароходъ	62,1	8,53	6,55	1060	1650	100	834	607
Цѣпной пароходъ .	116,05	14,63	9 99	5670	2770	670	4630	2470
Морской буксиръ .	35,00	6,85	4,40	.	.	40	230	17
Пятимачтовый баркъ .	107,2	15,10	9,60	6200	11000		4025	3853
Четырехмачтовый баркъ.	94,0	13,90	8,76	4500	8000		2906	2763
Полное судно. . .	76,0	11,96	7,77	2800	4800		1804	1710

НТБ ДНУЖТ

b. Разстояніе между водонепроницаемыми переборками *).

1. Инструкціи общества «See-Berufsgenossenschaft» относительно водонепроницаемыхъ переборокъ для пассажирскихъ пароходовъ во внѣевропейскихъ сообщеніяхъ 1896.

Извлеченіе.

Въ нижеслѣдующихъ указаніяхъ подразумѣваются подъ **скорыми пароходами**: острыя суда съ большою скоростью, служащія почти исключительно для перемѣщенія пассажировъ и сравнительно съ ихъ величиной могущія принимать лишь небольшой грузъ.

Товарными и пассажирскими пароходами: средней полноты или полныя суда средней скорости, которыя перевозятъ значительное количество груза и, кромѣ того, перевозятъ обыкновенно болѣе 50 пассажировъ.

Взаимное разстояніе между водонепроницаемыми перегородками опредѣляется съ такимъ разсчетомъ, чтобы на случай течи судно продолжало сохранять свою пловучесть, если водою будутъ наполнены:

1. У скорыхъ пароходовъ, длиною:

свыше 180 m	2 сосѣднихъ отдѣленія за вычетомъ 5% для всѣхъ помѣщеній подъ водонепроницаемою палубой.
свыше 150 и до 180 m	2 сосѣднихъ отдѣленія за вычетомъ $16^2/_3$% для всѣхъ помѣщеній подъ водонепроницаемою палубой.
120 » » 150 m	2 сосѣднихъ отдѣленія за вычетомъ $33^1/_3$% для всѣхъ помѣщеній подъ водонепроницаемою палубой.
100 » » 120 m	2 переднихъ отдѣленія или 1 любое отдѣленіе; въ обоихъ случаяхъ за вычетомъ 5% для всѣхъ помѣщеній подъ водонепроницаемою палубой.
до 100 m	1 любое отдѣленіе за вычетомъ 5% для всѣхъ помѣщеній подъ водонепроницаемою палубой.

2. У товарныхъ и пассажирскихъ пароходовъ, длиною:

		при вычетѣ для:	
		машиннаго и котельнаго помѣщенія, а также для конц. объем. %	всѣхъ остальныхъ помѣщ. подъ водонепроницаемой палубой %
свыше 180 m	2 сосѣднихъ отдѣленія .	5	$16^2/_3$
свыше 150 и до 180 m	2 » » .	5	$33^1/_3$
» 120 » » 150 m	2 переднихъ отдѣленія или 1 любое отдѣлен.	5	10
100 » » 120 m	1 любое отдѣленіе .	5	20
90 » 100 m	1 » » .	5	30

По обществу S. B. G., длина отдѣленій (отсѣковъ), которыя могутъ быть заполнены водой безъ того, чтобы судно могло погрузиться ниже водоне-

*) См. также Ф. Л. Миддендорфъ, Vorschriften usw., Z. d. V. I. 1897, стр. 609 и 643 и слѣд.

НТБ ДНУЖТ

проницаемой палубы, опредѣляется по особой кривой (черт. 23). Ординаты этой кривой выражены въ $\frac{L}{100}$, берутся изъ таблицъ (стр. 478—481) и наносятся, какъ показано на черт. 23.

При вычисленіи пользуются слѣдующими правилами.

1. У судовъ съ **двойнымъ дномъ** принято, что въ предѣлахъ одного и, соотв., двухъ заполненныхъ водой отдѣленій это двойное дно также заполнено водой.

2. Принято, что **водонепроницаемая палуба** (до которой доходятъ водонепроницаемыя перегородки, и глубже которой судно не должно погружаться) проходитъ сплошнымъ поясомъ спереди назадъ и что продольная **погибь** ея имѣетъ размѣры, приведенные въ нижеслѣдующей таблицѣ. Погибь измѣряется кверху отъ плоскости параллельной ватерлиніи и проходящей черезъ нижнюю грань палубы сбоку на половинѣ длины судна.

3. Ординаты кривыхъ для опредѣленія длины перегородокъ вычислены такимъ образомъ, что при наполненіи одного и, соотв., двухъ отсѣковъ водой ватерлинія касается нижней грани водонепроницаемой палубы. Для судовъ, у которыхъ водонепроницаемая палуба состоитъ только изъ желѣзныхъ или стальныхъ листовъ безъ расположеннаго сверху деревяннаго настила, устраивается предохранительный бортъ, равный употребительной толщинѣ деревянной палубы.

4. Если судно имѣетъ **приподнятую кормовую палубу** или имѣются плотно (непроницаемо для воды) запираемыя палубныя **рубки**, а водонепроницаемая перегородка продолжена до высоты соотвѣтствующей палубы (на которой находятся рубки), то ватерлинія, полученная при заполненіи одного и, соотв., двухъ отсѣковъ, можетъ касаться нижней грани этой послѣдней палубы; при этомъ предположено, что свободная водонепроницаемая палуба нигдѣ не будетъ находиться подъ водой. При подобнаго рода водонепроницаемыхъ рубкахъ, а равно и при осадкѣ меньшей, нежели принято въ таблицахъ, разстояніе между водонепроницаемыми перегородками можетъ быть соотвѣтственно увеличено; при меньшей погиби и при большей осадкѣ разстояніе это, напротивъ того, должно быть соотвѣтственно уменьшено.

Длина судна по штевнямъ въ ватерліи въ m	**Продольная погибь палубы у боковъ**							
	у форштевня		на $^1/_4$ L позади форштевня		посрединѣ судна и на $^1/_4$ L впереди ахтерштевня		у ахтерштевня	
	I	II	I	II	I	II	I	II
	m	m	m	m			m	m
60	1,35	1,68	0,433	0,540			0,473	0,524
70	1,44	1,79	0,444	0,554			0,522	0,579
80	1,53	1,91	0,455	0,567			0,572	0,634
90	1,62	2,02	0,466	0,581			0,621	0,689
100	1,71	2,13	0,477	0,594			0,671	0,743
110	1,80	2,24	0,488	0,608			0,720	0,798
120	1,89	2,35	0,499	0,621			0,770	0,853
130	1,98	2,47	0,510	0,635			0,819	0,907
140	2,07	2,58	0,521	0,648			0,869	0,962
150	2,16	2,69	0,532	0,662			0,918	1,017
160	2,25	2,80	0,543	0,675			0,968	1,071
170	2,34	2,91	0,554	0,689			1,017	1,126
180	2,43	3,03	0,565	0,702			1,067	1,181
190	2,52	3,14	0,576	0,716			1,116	1,235
200	2,61	3,25	0,587	0,729			1,166	1,290

I относится до **скорыхъ пароходовъ** и II — до **товарныхъ и пассажирскихъ пароходовъ**.

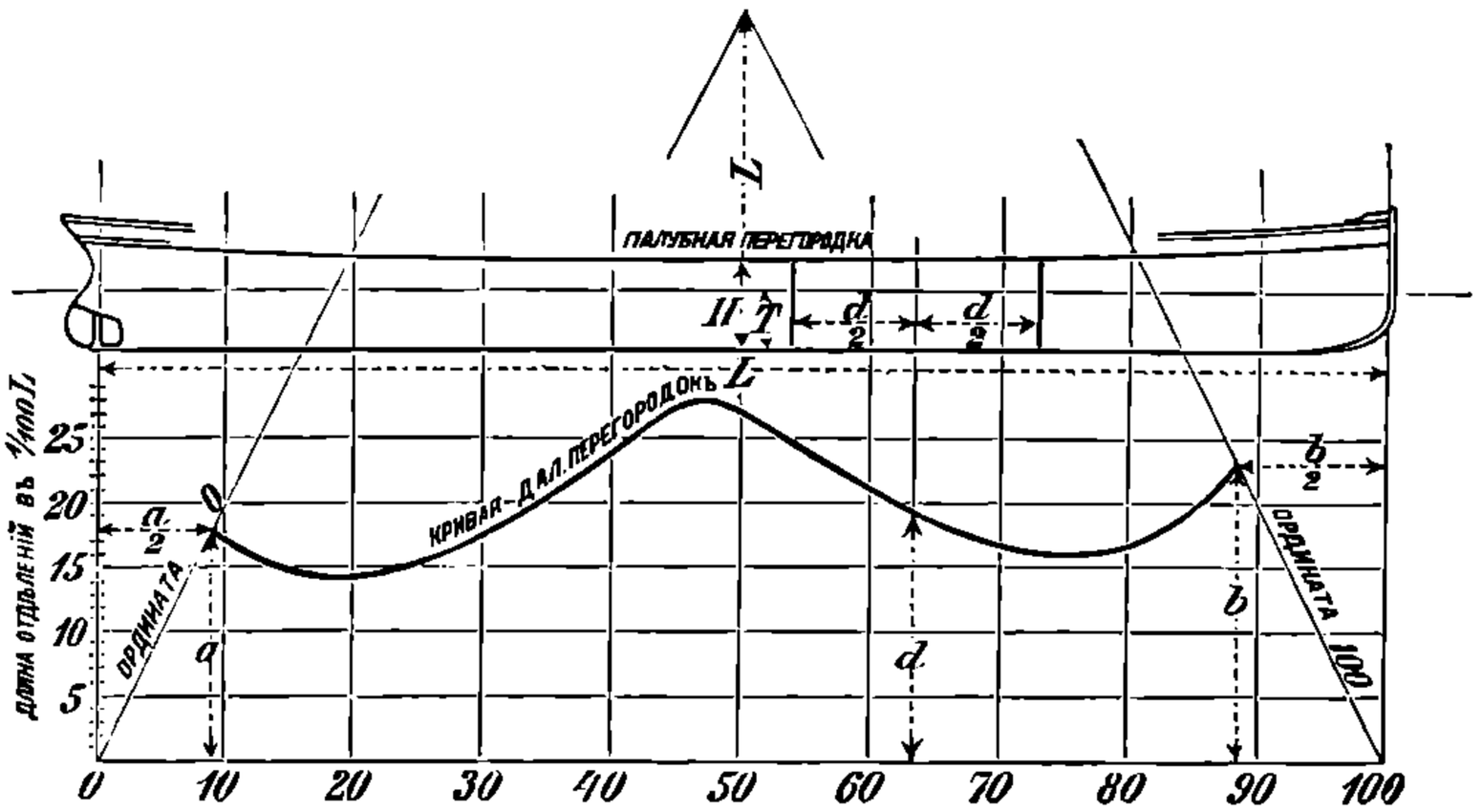
5. Для тѣхъ судовъ, у которыхъ ординаты кривой представляютъ длину двухъ сосѣднихъ отсѣковъ, эти послѣдніе дѣлаются одинаковой вели-

НТБ ДНУЖТ

чины. Если это невозможно, то меньшее отдѣленіе должно имѣть длину по меньшей мѣрѣ $^1/_4$ отъ общей длины обоихъ сосѣднихъ отсѣковъ.

6. Если **паровые котлы** судна расположены группами, одна позади другой то для каждой группы котловъ слѣдуетъ устраивать водонепроницаемую камеру; длина одного помѣщенія для паровыхъ котловъ не должна превышать 28 m.

Черт. 23.



7. **Осадка судна**, которая была принята при опредѣленіи разстоянія между водонепроницаемыми перегородками, не должна быть превзойдена на срединѣ судна.

8. По своей конструкціи водонепроницаемыя перегородки должны удовлетворять правиламъ Германскаго Ллойда или имѣть указанную въ этихъ правилахъ толщину.

Ординаты	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

1. Скорые пароходы длиною болѣе 180 m.

(Ординаты указываютъ длину двухъ сосѣднихъ отдѣленій въ $\frac{L}{100}$.)

$T=0{,}60\ H$ . .	22,8	20,7	17,7	21,3	28,0	32,5	24,4	18,9	18,7	.	27,7
$T=0{,}65\ H$ . .	20,8	17,8	15,0	18,3	24,5	28,1	21,5	17,2	17,0	.	26,1
$T=0{,}70\ H$ . .	19,0	15,4	12,7	15,6	21,1	24,0	18,8	15,5	15,3	.	24,5
$T=0{,}75\ H$ . .	17,1	13,1	10,8	13,3	17,8	20,1	16,2	13,6	13,5	.	22,9
$T=0{,}80\ H$.	15,4	11,1	9,3	11,1	14,7	16,2	13,6	11,7	11,6	17,8	21,1
$T=0{,}85\ H$.	13,7	9,1	7,9	9,1	11,5	12,4	10,8	9,7	9,6	14,3	19,0
$T=0{,}90\ H$ . .	12,0	7,2	6,4	7,0	8,2	8,5	7,8	7,3	7,2	10,5	16,2
$T=0{,}95\ H$ . .	9,0	4,6	4,1	4,3	4,3	4,2	4,1	4,1	4,1	6,0	11,8

2. Скорые пароходы длиною отъ 150 до 180 m.

(Ординаты указываютъ длину двухъ сосѣднихъ отдѣленій въ $\frac{L}{100}$.)

$T=0{,}62\ H$ . .	14,7	11,6	10,9	13,4	17,6	.	15,6	12,3	11,9	14,8	18,1
$T=0{,}65\ H$ . .	13,8	10,6	10,0	12,1	16,2	18,8	14,4	11,5	12,2	14,0	17,5
$T=0{,}70\ H$ . .	12,5	9,2	8,4	10,4	14,0	16,0	12,5	10,2	10,0	12,7	16,4
$T=0{,}75\ H$.	11,3	7,9	7,3	8,8	11,8	13,4	10,8	9,0	8,8	11,4	15,4
$T=0{,}80\ H$.	10,2	6,8	6,1	7,4	9,7	10,9	9,1	7,8	7,7	10,5	14,2

НТБ ДНУЖТ

Ординаты	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

3. Скорые пароходы длиною отъ 120 до 150 m.

(Ординаты указываютъ длину двухъ сосѣднихъ отдѣленій въ $\frac{L}{100}$.)

$T=0{,}62\ H$ . .	18,4	15,3	13,8	16,7	22,1	.	19,4	15,3	15,0	20,4	22,6
$T=0{,}65\ H$ . .	17,4	14,0	12,4	15,2	20,3	23,4	18,0	14,3	14,0	19,0	21,8
$T=0{,}70\ H$ . .	15,8	12,0	10,6	13,0	17,6	19,9	15,7	12,8	12,5	17,1	20,4
$T=0{,}75\ H$ . .	14,3	10,4	9,1	11,1	14,9	16,7	13,5	11,2	11,0	15,2	19,0
$T=0{,}80\ H$ . .	12,9	8,9	7,8	9,4	12,2	13,6	11,3	9,8	9,6	13,2	17,6

4. Скорые пароходы длиною отъ 100 до 120 m.

(Ординаты указывають длину обоихъ переднихъ или одного любого отдѣленія въ $\frac{L}{100}$).

$T=0{,}62\ H$ . .	22,1	19,5	16,6	20,2	26,7	.	23,3	18,4	18,1		27,2
$T=0{,}65\ H$ . .	20,9	17,8	15,0	18,3	24,5	28,1	21,7	17,4	17,1		26,2
$T=0{,}70\ H$ . .	19,0	15,4	12,7	15,7	21,1	24,1	18,9	15,5	15,3		24,6
$T=0{,}75\ H$ . .	17,2	13,2	10,8	13,3	17,8	20,0	16,2	13,7	13,6		22,9
$T=0{,}80\ H$ . .	15,5	11,2	9,3	11,2	14,8	16,2	13,7	11,8	11,7		21,2

5. Товарные и пассажирскіе пароходы длиною болѣе 180 m.

a) Помѣщенія для машинъ, котловъ и концевыя помѣщенія (два сосѣднихъ отсѣка).

$T=0{,}66\ H$ . .	21,2	17,4	14,2	18,0	25,0	.	25,8	19,5	15,8	21,2	22,9
$T=0{,}70\ H$ . .	20,0	16,0	13,0	15,8	22,0	27,0	23,1	17,8	14,7	19,3	21,8
$T=0{,}75\ H$ . .	18,3	14,0	11,3	13,5	18,7	22,8	19,9	15,5	13,2	16,8	20,3
$T=0{,}80\ H$.	16,5	11,9	9,5	11,3	15,3	18,3	16,5	13,2	11,4	14,3	18,7
$T=0{,}84\ H$ . .	15,0	10,2	8,1	9,7	12,9	15,0	13,8	11,3	9,9	12,3	17,2

b) Остальныя помѣщенія (два сосѣднихъ отдѣленія).

$T=0{,}66\ H$ . .	15,4	11,6	9,3	11,6	16,5	20,5	17,0	12,5	10,5	12,6	16,1
$T=0{,}70\ H$ . .	14,0	10,2	8,4	10,2	14,5	17,9	15,2	11,4	9,7	11,5	15,1
$T=0{,}75\ H$ . .	12,6	8,8	7,1	8,7	12,1	15,0	13,0	10,0	8,6	10,0	13,8
$T=0{,}80\ H$ . .	11,3	7,3	6,0	7,2	10,1	12,1	10,8	8,6	7,4	8,5	12,7
$T=0{,}84\ H$ . .	10,2	6,2	5,0	6,1	8,5	9,9	9,0	7,4	6,3	7,1	11,7

6. Товарные и пассажирскіе пароходы длиною отъ 150 до 180 m.

a) Для помѣщеній паровыхъ машинъ, котловъ и концевыхъ помѣщеній принимаются ординаты, указанныя въ 5a.

b) Остальныя помѣщенія (два сосѣднихъ отдѣленія).

$T=0{,}66\ H$ . .	17,5	14,3	12,1	14,1	20,3	24,6	20,7	15,5	13,0	15,4	18,8
$T=0{,}70\ H$ . .	16,0	12,7	10,6	12,6	17,7	21,5	18,5	14,0	11,9	14,1	17,5
$T=0{,}75\ H$ . .	14,5	11,0	9,0	10,7	14,9	18,0	15,9	12,4	10,6	12,5	16,2
$T=0{,}80\ H$ . .	13,0	9,3	7,7	9,0	12,3	14,8	13,4	10,7	9,2	10,8	15,0
$T=0{,}84\ H$ . .	11,9	7,8	6,5	7,6	10,4	12,1	11,1	8,9	7,9	9,2	13,9

НТБ ДНУЖТ

Ординаты.	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

7. Товарные и пассажирскіе пароходы длиною отъ 120 до 150 m.

a) Для машинъ, котловъ и концевыхъ помѣщеній принимаются ординаты, указанныя въ 5a } (оба переднихъ или одно любое отдѣленіе).
b) Остальныя помѣщенія }

$T=0{,}66\ H$ . .	21,4	18,2	14,8	18,9	26,3	.	27,1	20,5	16,6	22,3	23,4
$T=0{,}70\ H$ . .	20,4	16,9	13,6	16,6	23,0	28,3	24,3	18,6	15,7	20,1	22,4
$T=0{,}75\ H$ . .	18,8	14,8	11,9	14,2	19,5	23,8	20,8	16,2	14,0	17,6	20,8
$T=0{,}80\ H$.	17,0	12,7	10,1	12,0	16,2	19,4	17,4	13,9	12,0	15,0	19,1
$T=0{,}84\ H$.	15,5	10,7	8,5	10,2	13,5	15,9	14,5	11,9	10,4	12,9	17,7

8. Товарные и пассажирскіе пароходы длиною отъ 100 до 120 m.

a) Для машинъ, котловъ и концевыхъ помѣщеній принимаются ординаты, указанныя въ 5a } (одно любое отдѣленіе).
b) Остальныя помѣщенія }

$T=0{,}66\ H$.	24,9		18,3	21,8	30,0	.	30,8	23,0	19,8		25,8
$T=0{,}70\ H$ . .	23,0		16,0	19,0	26,0	31,7	27,5	21,0	18,1		24,8
$T=0{,}75\ H$ . .	20,8		13,7	16,2	22,0	26,8	23,7	18,3	16,0		23,3
$T=0{,}80\ H$.	18,7		11,5	13,5	18,1	21,8	19,8	15,8	13,8		21,6
$T=0{,}84\ H$ . .	17,1		9,8	11,5	15,0	17,8	16,5	13,5	12,0		19,5

9. Товарные и пассажирскіе пароходы длиною отъ 90 до 100 m.

a) Для машинъ, котловъ и концевыхъ помѣщеній принимаются ординаты, указанныя въ 5a } (одно любое отдѣленіе).
b) Остальныя помѣщенія }

$T=0{,}66\ H$ . .	26,6		20,1	23,8	32,3	.	33,8	25,5	21,8		28,4
$T=0{,}70\ H$ . .	24,7		17,7	20,9	28,1	34,5	30,1	23,1	20,0		27,1
$T=0{,}75\ H$.	22,3		15,1	17,7	23,8	29,0	25,9	20,2	17,7		25,4
$T=0{,}80\ H$.	20,2		12,7	14,7	19,7	23,7	21,6	17,2	15,3		23,4
$T=0{,}84\ H$ . .	18,4		10,8	12,5	16,5	19,3	17,9	14,7	13,2		21,4

2. Указанія Германскаго Ллойда.

(Извлеченіе.)

1. Ударная перегородка (передній отсѣкъ) должна находиться у всѣхъ судовъ, примѣрно, на $^1/_{20}\ B$ отъ форштевня и доходить до верхней сквозной палубы; перегородка эта должна обладать особенно большою прочностью.

2. У пароходовъ на каждомъ концѣ котельнаго и машиннаго помѣщеній по одной перегородкѣ, которая у полныхъ и легкопалубныхъ судовъ доходитъ до главной палубы, а у остальныхъ судовъ до верхняго сквознаго дека.

3. Перегородка съ сальниками для винтовыхъ пароходовъ доходитъ до главной палубы или до водонепроницаемой платформы надъ грузовой ватерлиніей.

4. Разстояніе между двумя перегородками у пароходовъ не больше 28 m.

5. У парусныхъ судовъ длиною болѣе 61 m, кромѣ ударной перегородки, дѣлается еще перегородка въ задней части судна (задній отсѣкъ); при $L > 85{,}3$ m, между каждыми двумя мачтами устраивается перегородка.

6. Большіе пассажирскіе пароходы должны имѣть столько перегородокъ, чтобы они сохраняли плавучесть въ томъ случаѣ, когда одно отдѣленіе заполнено.

НТБ ДНУЖТ

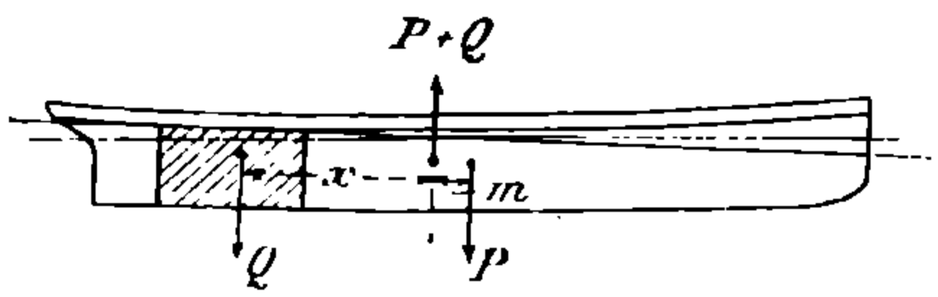
3. Вычисленіе кривой для перегородокъ.

Проводимъ рядъ плоскостей плаванія касательныхъ къ водонепроницаемой палубѣ и вычисляемъ объемы и положенія центровъ тяжести соотвѣтственныхъ тѣлъ водоизмѣщеній. Тогда по черт. 24 имѣемъ:

$$x = \frac{P\,m}{Q},$$

гдѣ P вѣсъ и, соотв., водоизмѣщеніе неповрежденнаго судна,
$P+Q$ объемъ тѣла водоизмѣщенія до принятой плоскости плаванія касательной къ водонепроницаемой палубѣ,
m разстояніе центра тяжести $P+Q$ отъ общаго центра тяжести вѣса G судна.

Черт. 24.



При помощи скалы шпангоутовъ соотвѣтствующей $P+Q$ строимъ кривую, путемъ пробъ опредѣляемъ длину и расположеніе отсѣка объемомъ Q, пользуясь положеніемъ центра тяжести по вышеприведенному уравненію.

c. Жилыя помѣщенія и принадлежности.

1. Жилыя помѣщенія для пассажировъ.

§ 7. **Необходимый объемъ воздуха.** На каждаго находящагося на палубѣ пассажира (переселенца), со включеніемъ прибывающихъ на бортъ во время пути, долженъ приходиться объемъ, вполнѣ свободный отъ груза, багажа (за исключеніемъ ручного), предметовъ провіанта, по крайней мѣрѣ, въ 2,85 cbm. При исчисленіи этого объема высота палубы бо́льшая, нежели 2,40 m, принимается за 2,40 m. Кромѣ того, на каждаго находящагося на палубѣ переселенца должна еще приходиться свободная для пользованія площадь палубы въ 0,25 qm.

§ 8. **Устройство палубы для переселенцевъ.** Палуба для помѣщенія переселенцевъ должна быть расположена на такой высотѣ, чтобы во время ѣзды боковыя окна находились еще надъ ватерлиніей. Помѣщеніе должно имѣть разстояніе между палубами, по крайней мѣрѣ, 1,83 m и быть снабжено водонепроницаемымъ поломъ достаточной прочности.

Если самая верхняя палуба желѣзная, то въ непосредственно находящемся подъ этою палубой помѣщеніи только тогда разрѣшается перевозить переселенцевъ, когда палуба эта покрыта деревяннымъ настиломъ толщиною но меньшей мѣрѣ 7 cm; настилъ прикрѣпляется къ желѣзной палубѣ болтами. Надъ помѣщеніемъ, предназначаемымъ для переселенцевъ, воспрещается помѣщать скотъ въ качествѣ груза.

§ 13. **Спальныя мѣста.** Отдѣльныя койки должны быть отдѣлены другъ отъ друга низкими перегородками; каждая койка должна имѣть длину не менѣе 1,83 m и ширину 0,60 m; разрѣшается устраивать двойныя койки двойной ширины, но безъ перегородки. Не разрѣшается устраивать больше двухъ коекъ, расположенныхъ одна надъ другою. Разстояніе нижней койки до пола не менѣе 0,15 m, разстояніе верхней койки до потолка помѣщенія не

НТБ ДНУЖТ

менѣе 0,75 m. Для удобства пользованія устраивается передъ койками долевой проходъ шириною не менѣе 0,60 m.

§ 15. **Камеры.** При устройствѣ на переселенческой палубѣ особыхъ камеръ, къ объему послѣднихъ, согласно § 7, можетъ быть прибавленъ объемъ помѣщеній, находящихся въ соотвѣтственномъ отдѣленіи палубы внѣ этихъ камеръ, если это помѣщеніе предоставлено въ распоряженіе переселенцевъ и не утилизируется для груза, багажа (за исключеніемъ ручного) и предметовъ провіанта.

§ 23. **Обозначеніе помѣщеній.** Проходы, отдѣленія, камеры, уборныя, клозеты и лазаретъ обозначаются особыми вывѣсками съ обозначеніемъ, какіе изъ нихъ предназначены исключительно для мужчинъ и женщинъ.

2. Жилыя помѣщенія для команды.

По Board of Trade полагается на каждаго человѣка судовой команды 72 куб. фута = 2,03 cbm объема воздуха со включеніемъ коекъ и 12 кв. фута = 1,1 qm свободной площади пола. Матросы и кочегары помѣщаются въ отдѣльныхъ помѣщеніяхъ.

3. Лазареты.

§ 21. На каждомъ суднѣ должны находиться два отдѣленныхъ другъ отъ друга больничныхъ помѣщенія для мужчинъ и женщинъ. Объемъ помѣщеній долженъ составлять 10 cbm на каждые 100 пассажировъ. При опредѣленіи объема, согласно § 7 и 15, больничныя помѣщенія въ разсчетъ не принимаются; помѣщенія эти разрѣшается утилизировать для другихъ предметовъ лишь настолько, чтобы на каждаго находящагося въ лазаретѣ пассажира приходилось не меньше 5 cbm воздуха.

d. Объемы для провіанта.

О вѣсѣ провіанта см. стр. 487.

1. На германскихъ военныхъ судахъ.

	Линейный корабль								Большой крейсеръ						Малый крейсеръ.	
	Флагманское судно						безъ штаба		Флагман. судно				безъ штаба			
	Флота		Эскадры		Отдѣленія				Эскадры		Отдѣленія					
	qm	cbm	qm	cbm	qm	cbm	qm	cbm	qm	cbm	qm	cbm	qm	cbm	qm	cbm
Запасы для:																
Адмирала:																
a) Вино	10	15	8	12	6,7	10			9,3	14	8	12				
b) Провіантъ	20	30	16,7	25	13,3	20			16,7	25	14,7	22				
Командира:																
a) Вино	4	6	4	6	4	6	5,3	8	5,3	8	5,3	8	6,7	10	3,3	4
b) Провіантъ	10	15	10	15	10	15	12	18	10	15	10	15	13,3	20	6,6	8
Офицеровъ:																
a) Вино	10,7	16	12	18	12	18	10	15	16,7	25	16,7	25	14,7	22	8,3	10
b) Провіантъ	28	42	30	45	30	45	26,7	40	32	48	32	48	30	45	16,6	20
Палубн. офиц.	26,7	40	26,7	40	26,7	40	26,7	40	30	45	30	45	30	45	20,8	25
Лейтенанта:																
a) Вино	4	6	4,7	7	4,7	7	4	6	6,7	10	6,7	10	5,3	8		
b) Провіантъ	13,3	20	14,7	22	14,7	22	13,3	20	16	24	16	24	14,7	22		
Мясной грузъ . .	39	78	39	78	37,5	75	35	70	35,5	71	34	68	31,5	63	13,5	27
Хлѣбный грузъ . .	42	84	42	84	40	80	37,5	75	37	74	35,5	71	33	66	14,7	29
Сухой грузъ .	46	92	46	92	44,5	89	41,5	83	40,5	81	39	78	36	72	18,2	36
Картофель	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Объемы холодильн.	7	14	7	14	7	14	6	12	8	16	8	16	7	14	3,5	7

ИТБ ДНУЖТ

2. На пассажирскихъ пароходахъ.

(По даннымъ Сѣверо-Германскаго Ллойда.)

Величина объемовъ для провіанта въ зависимости отъ продолжительности поѣздки = 0,33 до 1,33 cbm на одно лицо.

Необходимая площадь пола для мясныхъ продуктовъ:

1 qm для 300 kg въ умѣренномъ климатѣ,
1 » » 270 » между тропиками.

На больныхъ пассажирскихъ пароходахъ должны быть устроены слѣдующія помѣщенія:

Мѣсто для мяса и дичи,
» » льда,
» » консервовъ,
» » пива въ боченкахъ и другихъ напитковъ, требующихъ холоднаго помѣщенія,
» свѣжихъ овощей, яицъ и фруктовъ,
» спирта очищеннаго.

Мѣсто для сухого провіанта, муки, риса и т. д.,
» сырого провіанта, солонины и т. д.,
» картофеля,
» для выдачи провіанта.

Для того чтобы при открываніи холодильниковъ теплый воздухъ не могъ приходить въ соприкосновеніе съ мясомъ и дичью, цѣлесообразно устраивать передъ холодильниками общее изоляціонное помѣщеніе.

Цѣлесообразныя температуры: для мяса . . 0° до + 2° C,
» льда . 3° » — 5° C,
» консервовъ . + 4° C,
» овощей и пива + 8° C.

Какъ предохранительное средство на случай столкновенія, рекомендуется устраивать два отдѣленныхъ другъ отъ друга помѣщенія для провіанта: одно въ передней части судна и одно въ задней. Холодильныя машины для лучшаго надзора устанавливаются въ общемъ машинномъ помѣщеніи. Холодильныя помѣщенія рекомендуется устраивать вблизи машиннаго помѣщенія, причемъ необходимо особенно слѣдить за хорошею изоляціей.

При опредѣленіи размѣровъ холодильной машины принимаютъ приблизительно при 20-часовой работѣ для тропиковъ 200 ET/cbm, а для умѣреннаго климата 100 до 150 ET/cbm подлежащаго охлажденію помѣщенія.

e. Ящики для цѣпей, грузовъ, инструмента.

Ящики для цѣпей. Объемъ, занимаемый 183 m якорной цѣпи = 0,00155 d^2 въ cbm, гдѣ d — діаметръ цѣпного желѣза въ mm. Надъ цѣпью долженъ оставаться порожній объемъ высотою по крайней мѣрѣ въ 1,2 m.

НТБ ДНУЖТ

На германскихъ военныхъ судахъ.	Линейные корабли и большіе крейсеры		Малые крейсеры.	
	qm	cbm	qm	cbm
Ящикъ для цѣпи, носъ . .	3,5	14,0	5	7
корма .	2,5	5,0	—	—
Канаты	20,0	40,0	9,5	19,0 кромѣ прох.
Каюта для парусовъ .	28,0	56,0	15,0	30,0 » »
Инструментъ боцмана	12,5	25,0	6,0	12,0 » »
» рулевого	12,0	24,0	5,0	10,0 » »
» плотника .	15,0	30,0	5,0	10,0
» маляра . . .	10,0	20,0	1,0	2,5 » »
» пожарный .	25,0	50,0	10,0	20,0 » »
» машиниста . .	56,0	116,0	—	—
Общій магазинъ . .	50,0	100,0	—	—

f. Объемы для груза.

См. таблицу соотношеній объемовъ у исполненныхъ судовъ, стр. 476.

Литература: R. Wh. Stevens, On the stowage of ships; Döring, Der Befrachter; Dick & Kretschmer, Handbuch der Seemannschaft. См также «Hütte» 2 ч., стр. 272 и слѣд.; Johow, Hülfsbuch f. d. Schiffbau, стр. 97 до 99, 816 и слѣд.

Разсчетъ объема производится на чистый объемъ: по внутреннимъ гранямъ обшивки, нижней грани балокъ, внутренней грани линіи балокъ, за вычетомъ пристроекъ, вентиляторовъ и т. д. Люки причисляются къ нижнему объему и вычитаются изъ верхняго.

По Миддендорфу, можно принимать при хорошей укладкѣ груза въ объемѣ судна слѣдующія соотношенія.

1) Для груза въ желѣзныхъ цилиндрическихъ бочкахъ = 80%.
2) Для хлѣбныхъ грузовъ = 75%.
3) Для груза въ обыкновенныхъ деревянныхъ бочкахъ = 70%.
4) Для каменнаго угля = 60%.
5) Для штучныхъ предметовъ = 10%.

См. инструкцію для разстояній между водонепроницаемыми переборками, стр. 477.

Для приблизительныхъ разсчетовъ и для судовъ общаго плаванія можно принимать на каждый 1 cbm объема 0,6 до 0,75 t груза. Для болѣе точныхъ вычисленій руководствуются таблицею стр. 487.

Единицы мѣръ для объемнаго содержанія грузовъ.

1 freight ton = 40 англ. куб. фут. = 1,133 cbm = 0,4 регистр. тоннъ.

1 ton dead weight = 0,66 до 0,75 × регистр. тоннъ = 1,85 до 2,1 cbm.

1 keel = 24,07 cbm = 850 англ. куб. фут. = 8,5 регистр. тоннъ.

1 tonneau d'accombrement = 1,44 cbm.

НТБ ДНУЖТ

1 tonneau d'affrêtement = 1,44 cbm, если 1,44 cbm товара вѣситъ менѣе 1000 kg.
1 tonneau d'affrêtement = 1000 kg, если 1,44 cbm товара вѣситъ больше 1000 kg.
1 ед. объема (load) дровъ = 50 англ. куб. фут.
1 chaldron = 36 бушелей = 1,3 cbm.
1 Standard (досокъ и т. п.) = 100 штукъ.

g. Угольныя ямы (бункеры).

Угольныя ямы высчитываются до внѣшней обшивки и нижней грани балокъ; въ неудобныхъ углахъ, гдѣ уголь не можетъ быть тщательно загруженъ, дѣлаются соотвѣтствующіе выступы. Объемное содержаніе вѣсовой единицы для угля см. стр. 517; см. также стр. 487.

Въ узкихъ и низкихъ бункерахъ можно на 1 cbm ихъ объема помѣстить меньше угля, чѣмъ въ широкихъ и высокихъ бункерахъ. Наименьшая допускаемая ширина бункера только въ исключительныхъ случаяхъ меньше 0,8 m. Наименьшій діаметръ загрузнаго отверстія 400 mm. Загрузныя двери въ наружной обшивкѣ 600 × 600 mm, бункерныя задвижки въ топочномъ помѣщеніи — 850 × 550 mm.

h. Танки водяные.

Танки: на толщину стѣнокъ металла, заклепочныя головки, цементъ, якорныя скрѣпленія танковъ и т. п. можно вычитать для водяного трюма 1 до 1,5% для глубокихъ танковъ 3%, для танка въ передней части судна 7%, а въ задней части 12%.

По инструкціи для переселенческихъ судовъ на каждаго переселенца и на каждаго человѣка команды необходимо имѣть по 60 литровъ воды на 10 дней.

На германскихъ судахъ различаютъ три вполнѣ самостоятельныхъ водяныхъ груза:

1. Грузъ питательной воды, раздѣленный на два объема: питательный и запасный. Первый = $^1/_2$ водяного объема всѣхъ паровыхъ котловъ + 5% на воздушный объемъ; второй = 2 t на каждыя 1000 $ЛС_i$ + 5% на воздушный объемъ.

2. Вода для мытья. Емкость = 70 литр. на одного человѣка (по разсчету на одну недѣлю) + 5% на воздушный объемъ.

3. Вода питьевая. Емкость = 70 литр. на каждаго человѣка + 5% на воздушный объемъ.

Танки, находящіеся въ двойномъ днѣ, заполняются лишь на $^3/_4$ объема.

C. Вооруженіе (оснастка) и внутреннее устройство.

a. Мачты, такелажъ, паруса.

1. Общія данныя о парусахъ.

Ось, около которой вращаются реи, можетъ быть принята на продолженіи средней линіи брамъ-стеньги; среднія линіи рей располагаются перпендикулярно къ этой оси. Разстояніе реи отъ нижней грани салинга составляетъ для нижнихъ рей 3,577 діаметра мачты, для марса-рей 0,006 до 0,01 отъ длины

НТБ ДНУЖТ

Таблица объемнаго содержанія грузовъ.

(1 куб. фут./t англ. = 0,03 cbm/t по 1000 kg).

Грузъ	Упаковка	cbm/t	Грузъ	Упаковка	cbm/t
Аспидъ	—	0,39	Масло жидкое	бочки	1,30
Асфальтъ	коровай	1,57	Овесъ	—	1,46
Балластъ (песокъ)	—	0,66	Конопля	кипы	2,40
Балки сосновыя	load	1,3	Пробковое дерево	кипы	6,9
» (Сѣв. Амер.)	»	1,78	Пряжа прессованная (1 кипа=100 kg)	кипы	5,00
Бобы	—	1,2	Пшеница	ссыпная	1,32
Брикеты	—	0,95	Рисъ	мѣшки	1,17
Вино	бочки	1,2	Рожь	—	1,35
Горохъ	—	1,2	Ромъ	бочки	1,80
Гравій крупный	—	0,69	Песокъ сухой	—	0,66
Грунтъ землечерпат. тяжелый	—	0,33	» сырой	—	0,63
Доски половыя	Standart	1,38	Сало	бочки	1,44
		1,42	Смола	»	1,50
Дрова: буковыя	—	2,5	Сахаръ въ корзинахъ	—	1,50
дубовыя	—	2,38	»	мѣшки	1,25
сосновыя	—	3,13	»	ящики	1,72
Джутъ	—	1,47	Сода	бочки	1,51
		до 2,31	Селитра	—	0,96
Жиръ	бочки	1,76	Соль	мѣшки	1,60
Земля сухая		0,6	Сѣно прессованное	—	3,18
» сырая		0,5	» непрессованное	—	4,20
Зола	—	1,40	Плоды южные	ящики	2,4
Индиго	ящики	3,0	Уголь каменный	—	1,3
Инбирь		2,25	» прессованный	—	0,95
Известь (гаш. въ порошкѣ)	—	2,00	Сало	ящики	1,55
Камень бутовый	—	0,5	Табакъ	бочки	2,41
Камфора	—	1,2	Торфъ сухой	—	2,76
Картофель	—	1,42	» сырой	—	1,68
»	мѣшки	2,80	Хлопокъ америк. непрессованный	кипы	5,1
Камни (гранитъ, песчаникъ)	—	0,42	Хлопокъ америк. прессованный		2,6
Камни пористые		1,18	Хлопокъ египетск. непрессованный		4,82
Кирпичъ (250 шт./t)	штуки	0,86	Хлопокъ египет. прессованный		2,63
» клинкеръ	штуки	0,86	Хлопокъ остъ-индскій прессованный		2,48
Коксъ	—	2,20	Хлѣбъ въ зернѣ	—	1,35
Картонъ	кипы	1,34—1,44	(отъ слеживанія теряетъ въ объемѣ ок. 10%)		
Керосинъ		0,818	Пиво	бочки	1,60
Кофе	мѣшки	1,40	Хлѣбъ печеный	мѣшки	4,0
Кожи сухія		3,33	Чай	ящики	2,49—2,60
» соленыя		1,42	Чугунъ	—	0,27
Ленъ очищенный	кипы	2,4	Шелкъ	кипы	3,84
Ледъ	—	1,5	» въ ткани	ящики	3,30
Льнян. сѣмя выжимки	мѣшки	1,2	Шерсть непрессован.	кипы	7,05
» масло	бочки	1,46	» мытая и прес.	»	3,00
Маисъ	—	1,38	» грязная прес.		2,52
Масло (коровье)	боченки	1,46	Цементъ	бочки	1,10
Мергель	—	0,84			
Мука	бочки	1,75			
Мясо	бочки	1,46			
Мѣха	кипы	3,33			

НТБ ДНУЖТ

стеньги, для брамъ- и бомъ-брамъ-рей 0,075 до 0,1 соотвѣтственной части стеньги подъ соотвѣтствующимъ топомъ. Бизань-мачта 2 m надъ палубой.

Гаффель располагается подъ угломъ 20 до 30°, по возможности параллельно бизань-штагу и, соотв., гротштагу, подъ нижнею гранью салинга на разстояніи 5 діаметровъ мачты и, соотв., на высотѣ реи. Нижній ликъ бизань-паруса имѣетъ такую длину, что шкотовый узелъ у полныхъ судовъ приходится на 0,23 *L*, а у бригговъ на 0,16 до 0,19 *L* позади задняго перпендикуляра. Нижній ликъ кливера на 0,6 m длиннѣе, чѣмъ утлегарь; передній ликъ составляетъ 0,8 отъ длины кливерлеера; задній ликъ 0,8 отъ передняго лика. Уголъ кливерлеера со стеньгой долженъ составлять 51° до 53°, уголъ между штагомъ форъ-стеньги и стеньгой 34° до 35°.

2. Расположеніе и наклонъ мачтъ.

	Разстояніе мачтъ отъ передней грани форштевня въ CWL и наклонъ мачтъ (среднія значенія)					
	Фокъ-мачта	Гротъ-мачта	Средн. мачта	Главн. мачта	Крюйсъ или бизань-мачта	Бугшпритъ
Пятимачтов. полное судно.	0,1082 *L* $3^1/_2{}^0$	0,3036 *L* 4^0	0,4990 *L* $4^1/_2{}^0$	0,6944 *L* 5^0	0,8673 *L* $5^1/_2{}^0$	$18-19^0$
Пятимачтовый баркъ. . .	0,1268 *L* $3^1/_2{}^0$	0,3310 *L* 4^0	0,5325 *L* $4^1/_2{}^0$	0,7324 *L* 5^0	0,8927 *L* $5^1/_2{}^0$	$18-19^0$
Четырехмачт. полн. судно.	0,157 *L* $3-4^0$	0,397 *L* $4-4^1/_2{}^0$		0,637 *L* $4^1/_2-5^0$	0,850 *L* $5-5^1/_2{}^0$	. $17^1/_2-19^0$
Четырехмачтовый баркъ .	0,165 *L* $3-4^0$	0,423 *L* $4-4^1/_2{}^0$	.	0,681 *L* 5^0	0,869 *L* $5^1/_2{}^0$	. $17^1/_2-19^0$
Полное судно. . .	0,1988 *L* $3-4^0$	0,5260 *L* $4-4^1/_2{}^0$	.		0,8234 *L* $5-5^1/_2{}^0$	. $17^1/_2-19^0$
Баркъ . .	0,2142 *L* $3-4^1/_2{}^0$	0,5596 *L* 5^0	.	.	0,8306 *L* $5^1/_2-6^0$	. $17-19^0$
Шкуна-баркъ. . . .	0,2057 *L* $3-4^0$	0,5039 *L* $4-5^1/_2{}^0$	.	.	0,7864 *L* $5-6^0$	. $17-19^0$
Бриггъ . . .	0,246 *L* $3-4^0$	0,653 *L* $4-5^0$	.			. $17-19^0$
Шкуна-бриггъ . .	0,2816 *L* $3-4^0$	0,5956 *L* $5-6^0$		. .	. .	$17-19^0$
Трехмачт. тоннель-шкуна.	0,197 *L* $3-4^0$	0,532 *L* $4^1/_2-5^0$		. .	0,817 *L* $6-6^1/_2{}^0$	$17-19^0$
Трехмачтовая шкуна . . .	0,2000 *L* $3^1/_2-4^0$	0,4983 *L* $4^1/_2-5^0$		.	0,7805 *L* $5^1/_2-6^0$	. $17-19^0$
Шкуна . . .	0,258 *L* $3-7^0$	0,613 *L* $4^1/_2-8^0$		.	.	$17-19^0$
Трехмачт. гаффель-шкуна.	0,158 *L* $2-4^0$	0,483 *L* $2^1/_2-5^0$	.	. .	0,781 *L* $3-6^0$	. $15-18^1/_2{}^0$
Гаффель-шкуна.	0,244 *L* $1^1/_2-7^0$	0,609 *L* $2^1/_2-8^0$	. .		.	. $12^1/_2-17^0$
Шкуна-яхта .	0,2520 *L* $2-3^0$	0,6139 *L* $3-4^0$	.	.	.	. $10-12^0$
Рыболовн. парусное судно.	0,3227 *L* 2^0				0,8984 *L* 5^0	. 8^0
Катеръ .	0,3783 *L* $0-2^0$					

НТБ ДНУЖТ

3. Размѣры мачтъ.

Стеньгамъ и реямъ придаются на всѣхъ мачтахъ одинаковые размѣры, только у крюйсъ-мачты размѣры эти меньше.

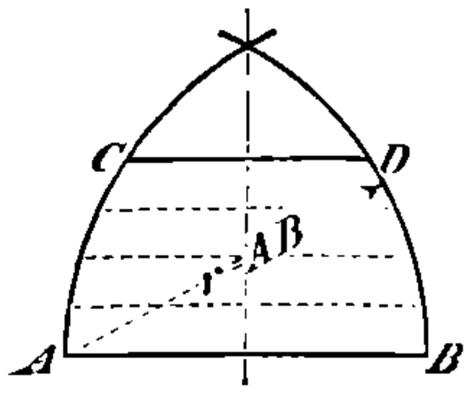
a. Основныя мѣры для парусовъ.

a h		25 000	20 000	15 000	10 000	6500	4000
a = площади паруса на фокъ-мачтѣ	qm	880	760	640	500	370	270
h = высотѣ ⊙ системы парусовъ надъ ⊙ плана судна. . . .	m	29,5	26,0	23,0	20,0	17,5	15,0
G_r = длина гротъ-мачты надъ WL для полныхъ судовъ и барковъ	»	24,5	22,5	20,5	18,5	17,0	15,5
F_m = длина фокъ-мачты надъ WL для всѣхъ остальныхъ судовъ							
G_t = длина топа гротъ-мачты для полныхъ судовъ и барковъ.	»	5,0	4,5	4,0	3,75	3,5	3,25
F_t = длина топа фокъ-мачты для всѣхъ остальныхъ судовъ.							
M_s = вся длина марса-стеньги	»	19,0	17,0	15,5	14,0	12,25	11,0
M_t = длина топа марса-стеньги.	»	3,75	3,50	3,25	2,25	2,00	1,75
B_0 = брамъ-стеньга основаніе до 1 уступа	»	11,25	10,25	9,0	6,5	5,5	4,5
B_1 = брамъ-стеньга отъ 1 до 2 уступа	»	6,75	6,0	5,0	4,5	4,0	3,0
B_2 = брамъ-стеньга отъ 2 до 3 уступа	»	7,0	6,0	5,0		.	.
R_u = вся длина нижней реи .	»	30,0	28,0	25,0	22,0	19,0	16,0
$U M_r$ = » » » марса-реи	»	27,0	25,0	23,0	20,0	17,0	14,0
$O M_r$ = » » верхней » »	»	25,0	23,0	20,0	18,0	14,0	12,0
$U B_r$ = » » нижн. брамъ-реи	»	22,0	20,0	18,0	16,0		.
B_r = » » брамъ-реи . .	»	.	.	.		11,5	9,0
$O B_r$ = » » верхн. брамъ-реи	»	19,5	18,0	16,0	14,0	.	.
R_r = » » бомъ-брамъ-реи	»	16,0	14,0	12,0	10,0	8,0	7,0
Высота нижней реи надъ WL . . .	»	17,5	16,0	14,5	13,0	11,5	11,0
» » марса-реи надъ WL	»	25,0	22,5	20,5	18,5	17,0	15,5
» верхней » » » »	»	33,0	30,0	27,0	24,5	22,0	20,0
» нижней брамъ-реи » »	»	39,0	35,5	32,0	28,5	.	
» брамъ-реи » »	»	.	.	.	.	28,0	25,0
» верхн. брамъ-реи надъ »	»	45,0	40,5	36,5	32,5		.
» бомъ-брамъ-реи » »	»	52,0	46,5	42,0	37,0	32,0	29,0

НТБ ДНУЖТ

β. Діаметръ мачтъ

Черт. 25.



опредѣляется по инструкціямъ классификаціонныхъ обществъ.

Построеніе кривой уменьшенія сѣченія по длинѣ мачты согласно черт. 25, гдѣ AB = наибольшій, CD = наименьшій діаметръ.

γ. Нагрузные краны.

При длинѣ до 13 m и грузѣ до 3 t укосины изъ дерева, а при большой нагрузкѣ изъ стали. Подъемъ груза надъ палубой до 8 m, вылетъ до 1,8 m отъ края борта.

Діаметръ деревянныхъ укосинъ

$$d = \sqrt[4]{\frac{83{,}3\, a\, P\, l^3}{0{,}05}},\ \text{гдѣ}$$

P = грузъ, l = длина укосины,
a = 0,7 до 0,8, при l до 7 m,
a = 0,8 до 0,9, при l = 7 до 10 m,
a = 0,9 до 1,0 при l = 10 до 13 m.

4. Такелажъ.

Число и размѣры стоячаго и подвижного такелажа, а равно и запасныя части, которыя должны находиться на суднѣ, устанавливаются въ зависимости отъ требованій обществъ для классификаціи, а равно и въ зависимости отъ желанія судохозяевъ.

5. Паруса.

Изслѣдованіе устойчивости подъ парусами см. A. d. 2. 9., стр. 467.

α. Площадь парусовъ у пароходовъ.

$$A = K \cdot L \cdot U,\ \text{гдѣ:}$$

A = площадь парусовъ,
K = 0,4 до 0,35 для продолжительныхъ переѣздовъ и для Индійскаго океана,
K = 0,37 до 0,35 для переходовъ вблизи береговъ и для Атлантическаго океана,
L = длина по ватерлиніи,
U = периметръ главнаго шпангоута до ватерлиніи.

Центръ тяжести парусовъ у пароходовъ = 0,11 до $0{,}19 \cdot L$ впереди $^1/_2\ L$.

НТБ ДНУЖТ

Примѣры такелажа пароходовъ.

L m	*B* m	*T* m	*U* m	Такелажъ	Площадь парусовъ qm	⊙ парусовъ надъ WL m	⊙ парусовъ впереди ½ *L* m
140,0	15,0	7,3	26,2	4 мачты	1360	20,7	26,14
122,0	14,35	7,1	26,0	3 »	1110	17,94	21,97
113,5	13,56	6,9	24,5	шкуны	978	17,10	16,04
95,0	11,6	6,2	21,6	»	800	13,36	12,24
70,0	10,0	5,5	19,4	»	500	11,10	9,87
52,0	8,0	4,0	14,5	»	284	8,12	5,75

β. Поверхность парусовъ у парусныхъ судовъ.

$A \quad h = P \cdot MG \cdot \varepsilon$ (см. A. d. 2. ϑ., стр. 467), гдѣ:

A = поверхность всѣхъ парусовъ за исключеніемъ перемѣщающихся между мачтами штагселей и парусовъ бегинь-мачты у полныхъ судовъ,

h = высота ⊙ парусовъ надъ центромъ тяжести плана судна (значенія для h см. табл. стр. 489),

a = поверхность парусовъ на реяхъ фокъ-мачты,

P = вѣсъ судна,

$\varepsilon = 26$ до 24 для продолжительныхъ переходовъ или поѣздокъ черезъ Индійскій океанъ,

$\varepsilon = 24$ до 21 для переѣздовъ черезъ Атлантическій океанъ,

$\varepsilon = 21$ до 19 для переѣздовъ по европейскимъ морямъ,

$\varepsilon = 19$ до 17 для переѣздовъ длинныхъ вблизи береговъ,

$\varepsilon = 17$ до 14 для переѣздовъ короткихъ вблизи береговъ.

	Распредѣленіе общей поверхности парусовъ *A* на отдѣльные паруса (среднія значенія).					
	Бугшпритъ	Фокъ-мачта (*a*)	Гротъ-мачта	Средн. мачта	Главная мачта	Крюйсъ или безань-мачта
Пятимачтовое полное судно	0,0624	0,1975	0,2106	0,1985	0,2047	0,1263
Пятимачтовый баркъ .	0,0652	0,2124	0,2248	0,2132	0,2235	0,0609
Четырехмачт. полное судно	0,0600	0,2630	0,2630		0,2630	0,1510
Четырехмачтовый баркъ	0,0674	0,2820	0,2908		0,2874	0,0724
Полное судно .	0,0837	0,3413	0,3598			0,2154
Баркъ . . .	0,0927	0,3827	0,3958			0,1287
Шкуна-баркъ	0,1232	0,3700	0,2993			0,2075
Бриггъ	0,1540	0,3500	0,4960			
Шкуна-бриггъ . . .	0,1604	0,4720	0,3676			.
Трехмачт. топсель-шкуна	0,1889	0,2079	0,4278			0,1754
Трехмачтовая шкуна	0,1943	0,2184	0,3830			0,2043
Шкуна . .	0,2270	0,4510	0,3220			
Гаффель-шкуна . .	0,2765	0,2811	0,4434			.
Рыболовное парусное судно	0,3117	0,5069				0,1814
Катеръ .	0,3100	0,6900				

НТБ ДНУЖТ

	Основная мѣра	Пятимачтовое полное судно	Пятимачтовый баркъ
Фокъ-мачта, длина надъ WL	G_r	0,975—0,980	0,975—0,98
» » » топа . . .	G_t	1,000	1,000
Средняя мачта, длина надъ WL	G_r	1,000	1,000
» » » топа . .	G_t	1,000	1,000
Главная » » надъ WL .	G_r	0,970—0,980	0,98—0,99
» » » топа . .	G_t	1,000	1,000
Крюйсъ » » надъ WL . .	G_r	0,90—0,91	
» » » топа . . .	G_t	0,85—0,9	
Бизань- » » надъ WL	G_r		0,965—1,00
» » » топа	G_t		0,8—0,85
Бугшпритъ, дл. отъ перед. гр. форштевня	G_r	0,6—0,86	0,6—0,86
Гротъ-стеньга, дл. отъ подошвы до 1 уст.	M_s		
» » » » 1 до 2 уступа .	M_s		
Крюйсъ-стеньга, длина { при двойн.	M_s	0,84—0,845	
» » топъ { брамъ-реяхъ	M_t	0,8—0,9	
» » длина { при одиночн.	M_s	0,835—0,84	
» » топъ { брамъ-реяхъ	M_t	0,7—0,8	
Бизань-стеньга, дл. отъ подошвы до 1 уст.	M_s		0,742—5,747
» » » » 1 до 2 уступа .	M_s		0,385—0,455
Крюйсъ-брамъ-стеньга, длина отъ подошвы до 1 уступа	B_s	0,8 0,87	
Крюйсъ-брамъ-стеньга, дл. отъ 1 до 2 уст.	B_1	0,65—0,8	.
Нижнія реи, длина нока . . .	дл. реи	0,021—0,028	0,022—0,029
» марса-реи, длина нока .	UM_r	0,005—0,009	0,006—0,01
Верхнія » » » »	OM_r	0,022—0,025	0,023—0,025
Нижнія брамъ-реи, » »	UB_r	0,007—0,010	0,008—0,01
Брамъ-реи, длина нока . .	B_r		
	OB_r	0,022—0,028	0,023—0,029
Верхнія брамъ-реи, длина нока	R_r	0,026—0,031	0,027—0,032
Бомъ-брамъ-реи, » » .	S_r	0,028—0,034	0,029—0,035
Бегинь-реи, длина реи	R_n	0,800	
» » » нока . . .	дл. реи	0,022—0,03	
Нижняя крюйсъ-рея, длина реи .	UM_r	0,8—0,82	
» » » » нока	дл. реи	0,006—0,01	
Крюйсъ-рея, длина реи	OM_r	1,000	
» » » нока . . .	дл. реи	0,022—0,025	
Верхняя крюйсъ-рея, длина реи . .	OM_r	0,8—0,87	
» » » » нока	дл. реи	0,022—0,025	
Крюйсъ-брамъ-рея, » реи . .	R_r	1,000	
» » » » нока. .	R_r	0,026—0,031	
Крюйсъ-бомъ-брамъ-рея, » реи .	S_r	1,000	
» » » » » нока. . .	S_r	0,028—0,034	.
Бизань-мачта, длина	L	0,149	0,137
(Бриггъ-мачта), » нока .	Длина мачты	0,03—0,05	0,03—0,051
Бизань-гаффель, » . . .	L	0,093	0,106
(Бриггъ-гаффель), » нока .	Длина гаффеля	0,1	0,1
Гротъ-мачта, » . .	L		
» » » нока .	Длина мачты		
Гротъ-гаффель, » . .	L		
» » » нока . .	Длина гаффеля		

НТБ ДНУЖТ

Четырехмачт. полное судно	Четырехмачтовый баркъ	Полное судно	Баркъ	Шкуна-баркъ	Бриггъ	Шкуна-бриггъ
0,98—0,99	0,98—0,99	0,965—0,98	0,965—0,98	F_m	0,965—0,98	F_m
1,000	1,000	1,000	1,0	F_t	1,000	F_t
				Гротъ-мачта.		Гротъ-мачта.
				=		=
0,96—0,97	0,98—0,99			1,218 F_m		1,27 F_m
1,000	1,000			0,9 F_t		0,84 F_t
0,83—0,9		0,9—0,91				
0,82—0,85		0,82—0,85				
	0,97—1,0		0,97—1,0	1,228 F_m		
	0,8—0,85	.	0,8—0,85	0,9 F_t	.	
0.6—0,8	0,6—0,8	0,6—0,75	0.6—0.75	0,68—0,7 F_m	0,68—0,7	0,675—0,8 F_m
				0,855		0,84
				0,322		0,304
0,84—0,845		0,83—0,84				
0,8—0,9		0,8—0,9				
0,835—0,84		0,83—0,84				
0,7—0,8		0,7—0,8				
	0,742—0,747	0,742—0,747		0,117		
	0,385—0,455	0,385—0,455				
0,65—0,8		0,7—0,8				
0,7—0,85	.	0,7—0,8	.	.	.	.
0,023—0,03	0,024—0,031	0,025—0,032	0,026—0,033	0,027—0,034	0,028—0,035	0,029—0,036
0,007—0,012	0,008—0,013	0,009—0,014	0,01—0,015	0,011—0,016	0,012—0,017	0,013—0,018
0,024—0,026	0,025—0,026	0,026—0,028	0,027—0,029	0,028—0,03	0,029—0,031	0,03—0,032
0,009—0,012	0,01—0,014	0,011—0,016	0,012—0,018			
		0,826—0,032	0,029—0,034	0,03—0,036	0,031—0,038	0,032—0,04
0,024—0,03	0,025—0,031	0,028—0,032	0,027—0,033			
0,028—0,033	0,029—0,034	0,03—0,036	0,031—0,037	0,032—0,038	0,034—0,035	0,035—0,04
0,03—0,036	0,031—0,037	0,032—0,038				
0,8		0,8				
0,024—0,032		0,026—0,034				
0,8—0,81		0,8				
0,008—0,013		0,009—0,015				
1,00		1,00				
0,024—0,026		0,026—0,028				
0,77—0,85		0,77—0,83				
0,024—0,026		0,026—0,028				
1,00		1,0				
0,028—0,033		0,03—0,036				
1,00		1,0				
0,23—0,036	.	0,032—0,038	.	.	.	.
0,150	0,167	0,194	0,207	0,265	0,361	
0,03—0,052	0,03—0,053	0,03—0,054	0,03—0,055	0,06	0,03—0,055	
0,104	0,127	0,108	0,147	0,211	0,242	
0,1	0,1	0,1	0,1	0,12—0,131	0,1	
				Соотв. удалению мачтъ		0,476
				0,060		0,038
				0,205		0,290
				0,088		0,106

НТБ ДНУЖТ

Примѣры такелажа парусныхъ судовъ.

	L m	B m	H m	T m	$\overline{MG}$ подъ грузомъ m	Поверх. парус. A qm	⊙ парусовъ надъ WL m	⊙парус. впереди $^1/_2 L$ m
Пятимачтовое полное судно . . .	120,0	16,4	9,9	7,614	0,529	4664	26,43	7,0
Пятимачтовый баркъ	109,4	14,84	8,5	6,7	0,847	3883	24,83	7,75
Четырехмачт. полное судно . . .	95,0	13,87	8,35	6,72	0,591	2932	23,46	5,25
Четырехмачт. баркъ	95,0	13,87	8,35	6,72	0,591	2932	23,89	5,19
» »	85,0	13,00	8,0	6,45	0,591	2665	21,90	6,68
Полное судно .	80,0	12,25	7,5	6,05	0,513	2007	20,99	4,84
Баркъ .	80,0	12,25	7,5	6,05	0,513	2007	20,17	5,46
»	70,0	11,60	7,1	5,77	0,419	1581	19,03	5,23
»	58,3	10,21	6,52	5,32	0,453	1255	16,76	3,99
Шкуна-баркъ .	40,59	8,3	4,02	3,25	0,985	689	12,64	2,86
Бриггъ .	36,8	7,45	4,0	3,375	0,950	683	12,15	2,37
Шкуна-бриггъ . . .	32,0	7,7	4,38	3,75	0,732	513	12,64	2,33
Трехмачтовая топсель-шкуна . .	36,6	8,1	4,60	4,00	0,788	691	14,20	1,82
Трехмачтовая шкуна	33,3	7,4	3,61	2,92	0,837	515	12,09	2,50
Шкуна . . .	27,0	6,57	3,20	2,81	0,857	415	10,94	1,94
»	23,4	5,85	2,92			330	9,50	1,33
Семимачтовая гаффель-шкуна . . .	112,0	15,24	10,5	8,575		3770	22,18	1,66
Трехмачтовая гаффель-шкуна . .	33,22	7,47	3,125	2,70	1,175	573	11,69	1,82
Двухмачтовая гаффель-шкуна . .	33,22	8,0	3,125	2,70	1,382	639	12,87	1,55
Шкуна-яхта . .	23,1	5,6	3,38	2,90	0,946	331	9,38	−0,17
Рыболовное парусное судно .	22,0	5,95	3,15	2,63	0,714	253	8,68	−0,072
Катеръ	18,5	5,80	3,10	2,35	1,41	296	9,74	−0,02

b. Руль съ принадлежностями.

1. Площадь руля.

Величина площади руля находится въ зависимости отъ тѣхъ условій, которыя ставятся судну для большей или меньшей его способности маневрированія, и составляетъ:

для трансатлантическ. пароходовъ . . . . . $^1/_{50}$ до $^1/_{70}$ LT,
» » скорыхъ пароход. рѣдко . $^1/_{85}$ LT,
» товарн. пароход. при длинныхъ рейсахъ . $^1/_{40}$ до $^1/_{60}$ LT,
» небольшихъ пароход. и парусн. судовъ . $^1/_{40}$ до $^1/_{50}$ LT,
» буксирныхъ пароходовъ . . . $^1/_{30}$ LT,
» военныхъ судовъ рѣдко менѣе $^1/_{30}$ до $^1/_{50}$ LT.

НТБ ДНУЖТ

Для судовъ панцырныхъ принимаютъ нижній предѣлъ, а для быстроходныхъ крейсеровъ — верхній предѣлъ.

Для обезпеченія достаточной устойчивости руля (у рулей балансирныхъ) впереди оси вращенія должно находиться не болѣе $^1/_4$ общей площади руля.

2. Давленіе на руль.

Для болѣе точныхъ вычисленій размѣровъ головы руля и остальныхъ его частей принимаютъ въ основаніе моментъ давленія на руль, помноженный на разстояніе ⊙ площади руля F отъ оси вращенія.

Пусть:

R давленіе на руль въ kg,

v скорость судна въ узлахъ (морскія мили въ часъ),

F площадь руля въ qm,

то, по Миддендорфу,

$$R = 11\, F\, (\varepsilon\, v)^2 \sin^2 \alpha, \text{ гдѣ}$$

$\varepsilon = 1$ для парусныхъ судовъ,

$\varepsilon = 1{,}1$ » колесныхъ пароходовъ,

$\varepsilon = 1{,}2$ » винтовыхъ пароходовъ,

$\alpha =$ уголъ поворота руля (у военныхъ судовъ 35 до 40°, у коммерческихъ пароходовъ 40 до 43°).

Германскій флотъ принимаетъ:

1) по Ранкину . . $R = 11\, F\, v^2 \sin^2 \alpha$,

2) » Вейсбаху $R = 34{,}5\, F\, v^2 \sin \alpha\, (1 - \cos \alpha)$.

Обѣ формулы даютъ одинаковые результаты для $\alpha = 35\,^1/_3{}^0$.

Движеніе руля должно быть такъ устроено, чтобы въ теченіе 30 секундъ можно было привести руль изъ одного крайняго положенія (у самаго борта) въ другое.

3. Голова руля и принадлежности.

Для діаметра **головы руля** (въ cm) Герм. Ллойдъ даетъ особую таблицу и, кромѣ того, для пароходовъ съ $v > 12$ узловъ формулу:

$$d = \sqrt[3]{0{,}08\, F\, r v^2} = 0{,}43 \sqrt[3]{F\, r\, v^2},$$

гдѣ, кромѣ вышеприведенныхъ обозначеній, r означаетъ разстояніе ⊙ площади руля отъ оси вращенія въ cm, v скорость судна въ узлахъ. Табличная величина принимается въ томъ случаѣ, если она больше, чѣмъ получается по разсчету на основаніи приведенныхъ формулъ.

НТБ ДНУЖТ

Употребительные размѣры частей руля, рулевого привода.

Валовая вмѣстимость, регистров. тонны брутто	Діаметръ головы руля mm	Радіусъ сектора mm	Діаметръ приводной тяги mm	Діаметръ цѣпного желѣза приводной цѣпи mm	Пружина	
					Средній діаметръ mm	Толщина стали mm
100—200	82	700	16	13	120	16
200—300	89	800	16	13	120	16
300—400	95	850	17,5	14,5	120	17,5
400—550	108	930	19	16	120	19
550—700	120	1050	19	16	130	19
700—900	133	1100	22	19	130	22
900—1100	146	1180	25	22	130	25
1100—1300	152	1250	25	23	140	25
1300—1500	159	1300	27	25	140	27
1500—1700	165	1380	29	26	150	29
1700—2000	171	1440	32	27	160	30
2000—2400	178	1480	32	28	170	32
2400—3000	197	1500	35	29	180	33
3000—3500	216	1740	35	31	185	34
3500—4000	235	1800	38	33	190	36
4000—4500	254	2000	41	35	195	38
4500—5000	273	2150	44	36	200	40
5000—5500	292	2250	44	37	210	42
5500—6000	311	2350	46	38	220	44

При опредѣленіи размѣровъ цѣпей, тягъ и натяжныхъ болтовъ необходимо прибавлять 40% на износъ.

c. Якоря, цѣпи, троссы и принадлежности.

Вѣсъ **якоря** устанавливается инструкціями обществъ для классификаціи судовъ. Если G вѣсъ якоря, то для адмиралтейскаго якоря (черт. 26) основная мѣра.

$$d_0 = 22{,}692 \sqrt[3]{G}$$

для якоря Инглефильда

$$d_0 = 18{,}822 \sqrt[3]{G} \quad (\text{въ mm}),$$

для якоря Галля (черт. 27)

$$d_0 = 18{,}5 \sqrt[3]{G}.$$

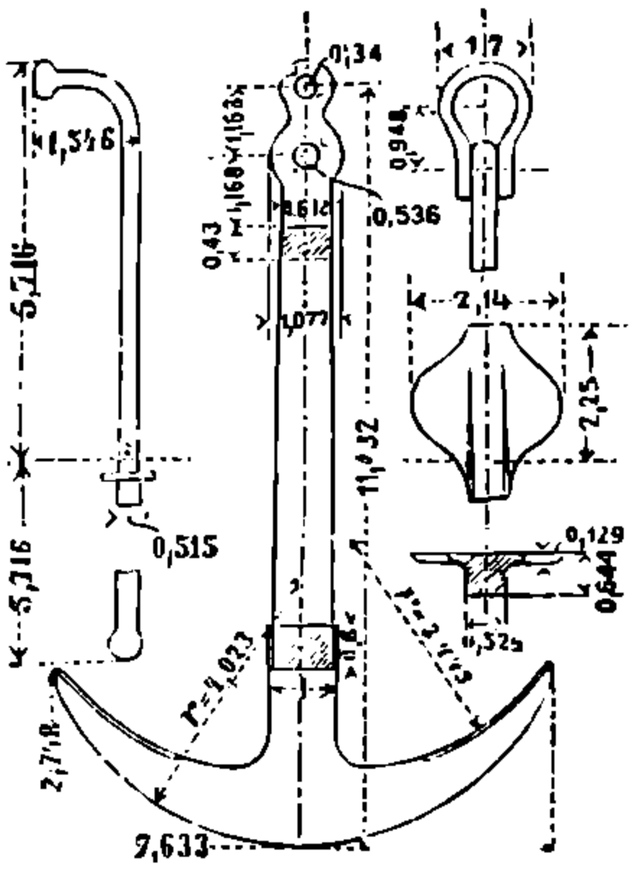
Длина и толщина **якорныхъ цѣпей** согласно инструкціи классификаціонныхъ обществъ по черт. 28. Вѣсъ цѣпей см. стр. 512. См. также ч. I, стр. 754 и слѣд.

Ящики для цѣпей см. стр. 485.

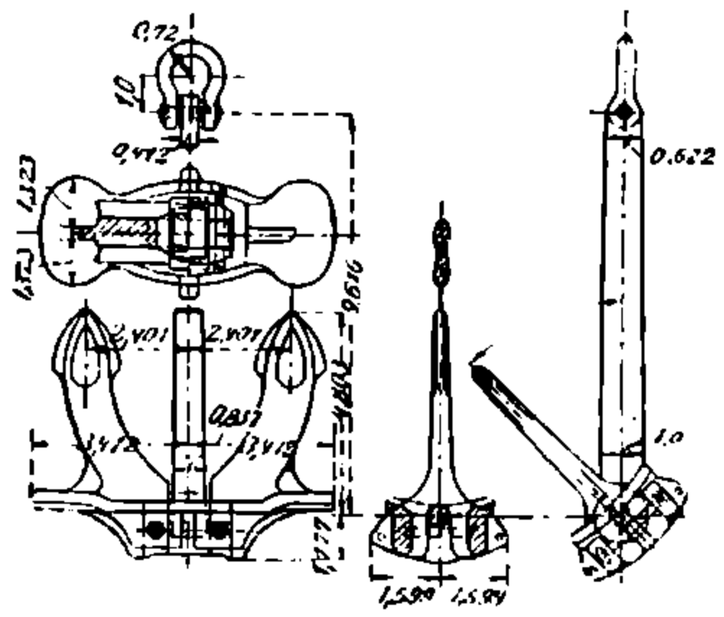
Толщина и длина **троссовъ** согласно инструкціи классификаціонныхъ обществъ. Вѣса см. стр. 512.

НТБ ДНУЖТ

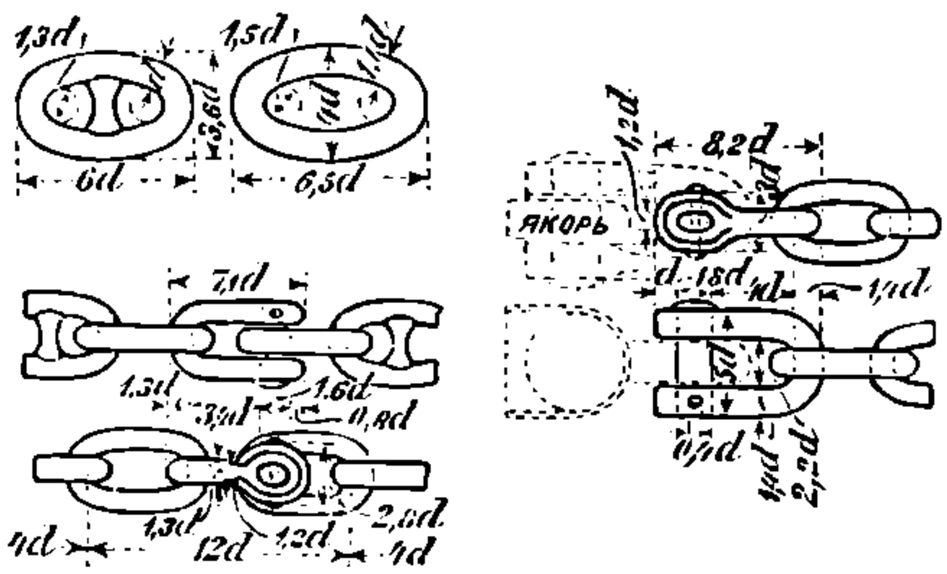
Черт. 26.



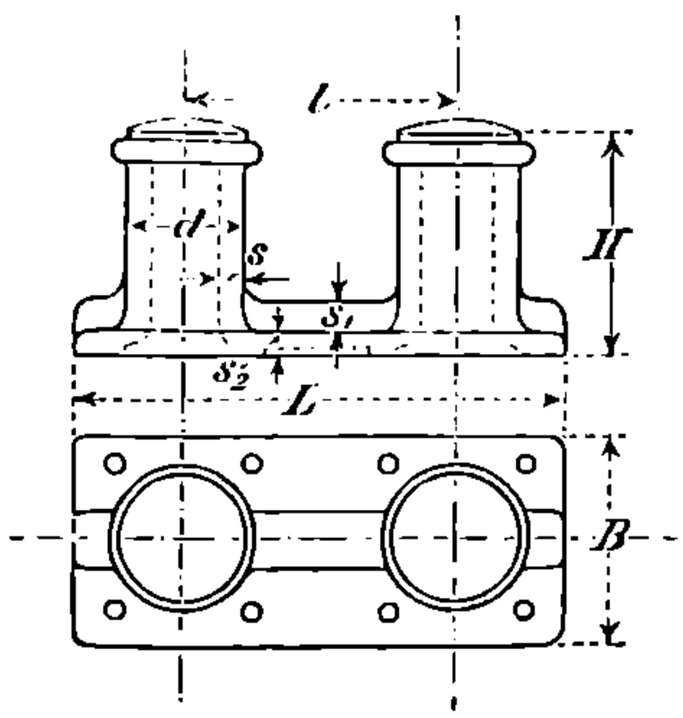
Черт. 27.

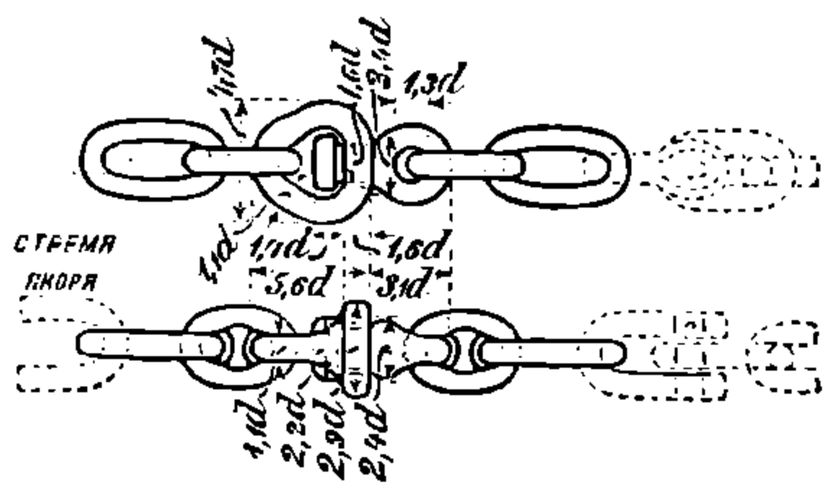


Черт. 28.



Черт. 29.





Паровые якорные шпили для пароходовъ *).

Діаметръ цѣпного желѣза .	mm	29	38	45	51	64	70
» цилиндра	»	128	152	191	217	242	305
Ходъ поршня	»	230	254	280	305	356	382
Длина фундаментной плиты	»	1640	1840	2145	2730	2870	3380
Ширина » »	»	1875	2150	2520	3000	3100	4150
Вѣсъ шпиля	t	3,3	3,9	6,2	11	14	20,5

*) M. Achgelis Söhne въ Geestemünde.

НТБ ДНУЖТ

Якорные шпили для парусныхъ судовъ *).

Конструкція.		Передача при помощи балансира.		Передача при помощи кабестана.		
Діаметръ цѣпного желѣза . .	mm	30	40	45	51	57
Длина фундаментной плиты	»	1000	1120	1350	1550	1750
Ширина » »	»	1550	1700	2200	2350	2510
Вѣсъ шпиля.	t	2	4,5	7	9	13

Небольшіе ручные якорные шпили *).

Діаметръ цѣпного желѣза . .	mm	17	20	25	29
Длина фундаментной плиты	»	840	880	1015	1080
Ширина » »	»	840	960	1050	1300
Вѣсъ шпиля .	t	0,9	1,1	1,7	1,8

Паровые кабестаны *).

Усиліе тяги у тросса	t	1	3	5
Діаметръ цилиндра	mm	128	178	204
Ходъ поршня	»	204	254	305
Длина фундаментной плиты	»	1430	1650	2120
Ширина » »	»	1090	1300	1750
Вѣсъ парового кабестана	t	1,5	2,4	4,4

d. Кнехты и скобы.

Носовые и кормовые кнехты (черт. 29).

Регистров. тонны брутто	L mm	B mm	H mm	d mm	s mm	s_1 mm	s_2 mm	l mm	Укрѣпляющіе болты: Число	Укрѣпляющіе болты: Діам. mm	Вѣсъ около kg
До 200	1200	350	400	215	25	35	20	680	8	25	200
200—400	1200	380	420	228	25	35	25	680	8	25	220
400—600	1250	400	440	240	30	35	25	700	8	29	250
600—800	1280	410	450	250	30	35	28	700	8	32	270
800—1000	1300	440	460	265	30	35	28	700	8	35	290
1000—2000	1340	470	480	280	30	35	30	720	8	35	310
2000—4000	1400	500	500	300	30	40	30	760	8	38	360
4000—6000	1480	550	600	330	32	40	30	800	8	38	470
6000—8000	1540	580	650	350	35	45	35	860	8	41	600
8000—10000	1640	660	740	400	40	50	40	900	8	44	800
10000—12000	1700	700	780	430	45	55	45	960	8	48	1000
12000—14000	1760	760	800	450	50	60	50	1000	8	51	1200

*) Von M. Achgelis Söhne въ Geestemünde.

НТБ ДНУЖТ

Носовые и кормовые ролики со скобами.

Валовая вмѣстимость рег. тон. брутто.	Ролики				Укрѣпляющіе болты		Вся длина скобы	Вѣсъ
	число	наружный діаметръ mm	высота mm	діаметръ валика mm	число	діаметръ mm	mm	kg
до 1000	1—2	140	160	38	8	25—29	800	300
1000—3000	2	160	180	41	8	35	900	400
3000—5000	2	160	180	48	8	38	1000	450
5000—7000	3	170	190	51	10	41	1350	500
7000—9000	3	170	190	57	10	44	1400	600
9000—11000	3	180	200	63	10	48	1500	700
11000—13000	4	180	200	70	12	51	1600	900

Ролики должны быть снабжены мѣдными (литыми) втулками и смазочными отверстіями. Валики, около которыхъ вращаются ролики, должны быть укрѣплены въ скобахъ и фундаментныхъ плитахъ съ такимъ разсчетомъ, чтобы ролики можно было во всякое время вынимать, не отнимая фундаментной плиты отъ палубы.

e. Нагрузочныя лебедки, краны и принадлежности.

Подъемная сила . t	1,5	2	3	4	4,5	5,5	7	10
Діаметръ цилиндра mm	114	127	152	178	178	204	204	228
Ходъ поршня . . »	204	254	254	254	305	305	355	380
Длина фундам. плиты »	1040	1140	1180	1320	1330	1330	1450	1580
Ширина » » »	1560	1825	1860	1970	2000	2000	2000	2000
Вѣсъ лебедки . t	1,7	2,375	2,75	2,9	3,325	3,4	4,1	4,8

Подъемныя лебедки для сѣтей рыболовныхъ пароходовъ *).

	Легкая модель 1 барабанъ	Тяжелая модель 1 барабанъ	Тяжелая модель 2 барабана
Діаметръ цилиндра . mm	178	178	178
Ходъ поршня . . . . . »	254	305	305
Длина фундамент. плиты. »	1420	1540	1600
Ширина » » »	1640	1750	2420
Вѣсъ лебедки . t	3,5	4,5	6,5

*) M. Achgells Söhne въ Geestemünde.

НТБ ДНУЖТ

Паровые краны *).

Подъемная сила .	t	1	2	3
Вылетъ	»	5,0	5,0	7,0
Діаметръ цилиндра	mm	128	153	178
Ходъ поршня . . .	»	254	254	305
Діаметръ основной плиты	»	1200	1300	1655
Вѣсъ крана	t	3,75	5,25	8,5

Таблица для подъемныхъ блоковъ и направляющихъ роликовъ.

Шкивы цѣпные или канатно-проволочные	Средній діаметръ шкива	Наружная ширина шкива	Діаметръ шкивного болта	Діаметръ болта въ поперечинѣ	Діаметръ болта въ стремени
Діам. цѣпн. жел. $= d$	$20\,d$	4 до $4{,}5\,d$	$1{,}55\,d$	$1{,}8\,d$	$1{,}45\,d$
Діам. пров. кап. $= d$	$13\,d$	$2\,d$	$1{,}4\,d$	$1{,}5\,d$	$1{,}3\,d$

Блоки снабжаются мѣдными втулками, требуется хорошая смазка.

Число шкивовъ для $P =$ до 3 t $= 1$,
» » » $P = 3$ до 5 t $= 2 + 1$,
» » » $P = 5$ до 7 t $= 2 + 2$,
» » » $P = 7$ до 8,5 t $= 3 + 2$,
» » » $P = 8{,}5$ до 10 t $= 3 + 3$.

f. Нагрузные люки, сходни, лѣстницы.

§ **9.** Изъ каждаго отдѣленія переселенческой палубы, расположеннаго между двумя перегородками, должна быть устроена лѣстница, ведущая непосредственно на верхнюю палубу; лѣстница шириною 0,80 m снабжается перилами. Если въ такомъ отдѣленіи помѣщается болѣе 100 человѣкъ, то на каждую сотню должна быть одна лѣстница; если въ отдѣленіи болѣе 400 человѣкъ, то на каждые 150 чел. устраивается одна лѣстница; число лѣстницъ, однако, не можетъ быть менѣе 4.

Въ общемъ: высота подступенка $\backsim$ 250 mm, верхняя ступень на высотѣ палубы, подъемъ 1,35 m/1,0 m.

g. Устройство жилыхъ каютъ, мебель и т. п.

Койки, гамаки.

§ **13. Спальныи койки.** См. стр. 482.

Въ помѣщеніяхъ для команды располагаются большею частью 3 койки одна надъ другой.

Ширина сидѣнья для одного человѣка = 500 до 550 mm. Ширина столовъ = 600 mm, скамеекъ = 250 mm.

На военныхъ судахъ платяной шкафъ для одного человѣка вышиною 450 mm, шириною 500 mm и глубиною 500 mm, число шкафовъ по возможности не болѣе 3 рядомъ и не болѣе трехъ въ вертикальномъ ряду.

НТБ ДНУЖТ

§ **22**. Помѣщенія для больныхъ должны быть удобно расположены и снабжены хорошими приборами для освѣщенія, отопленія и вентиляціи, а равно и дверью, ширина которой должна быть достаточна для того, чтобы вносить и выносить больного. Вблизи лазарета должно находиться ванное помѣщеніе для больныхъ и два клозета.

Въ больничныхъ помѣщеніяхъ должно находиться не менѣе двухъ кроватей на каждые 100 пассажировъ; передъ кроватями на всей ихъ длинѣ долженъ быть проходъ шириною не менѣе 1 m.

h. Ванны, умывальники, клозеты.

§ **19**. По инструкціи: Для исключительнаго пользованія переселенцевъ должно быть устроено не менѣе 2 помѣщеній для умыванія: одно для мужчинъ и одно для женщинъ; размѣры этихъ помѣщеній должны соотвѣтствовать данному числу переселенцевъ и содержать необходимыя приспособленія для мытья. На пароходахъ эти помѣщенія снабжаются водопроводами или насосами.

Если переселенцы помѣщаются въ камерахъ, то устройство отдѣльныхъ помѣщеній для умыванія не требуется въ томъ случаѣ, когда въ камерѣ на каждые 6 находящихся въ ней переселенцевъ имѣется одинъ постоянный умывальникъ.

На каждомъ суднѣ, которое плаваетъ южнѣе 30 градуса сѣверной широты, должна быть устроена ванная или душъ.

Переселенцы должны снабжаться прѣсной водой для умыванія въ достаточномъ количествѣ.

§ **20**. На каждые 50 мужчинъ и на каждыя 50 женщинъ должно быть по одному отхожему мѣсту, которыя должны хорошо вентилироваться и имѣть хорошее освѣщеніе днемъ и ночью.

По Board of Trade установлено для 10 человѣкъ команды 1 клозетъ.

На военныхъ судахъ: по 1 клозету и 1 писсуару:
для начальника эскадры или отдѣленія,
» коменданта,
» начальника штаба,
12 до 15 офицеровъ,
16 палубныхъ офицеровъ, лейтенантовъ,
25 унтеръ-офицеровъ,
40 человѣкъ команды.

Размѣры ваннъ: 1700 до 1800 · 600 до 650 · 500 до 550 mm; высота отъ пола 700 до 750 mm.

Діаметръ умывальника 350 до 400 mm. Число ихъ для переселенцевъ составляетъ 1% отъ числа пассажировъ.

Разстояніе между срединами умывальныхъ чашекъ 600 до 650 mm.

Размѣры воронкообразныхъ клозетовъ: верхній діаметръ 350 до 380 mm, ширина сидѣнья 600 до 800 mm, глубина сидѣнья не менѣе 900 mm.

Размѣры клозетныхъ горшковъ и принадлежностей для команды и палубныхъ пассажировъ.

Размѣръ	Горшокъ			Фановая труба (свинецъ) діам.	Промывной бакъ				Труба для притока воды въ бакъ	Труба для стока воды изъ бака
	длина mm	ширина mm	глубина mm	mm	число	длина mm	ширина mm	высота mm	mm	mm
2 стульчака	1200	400	350	110		500	300	500	25—30	50—60
3	1800	400	350	120		500	300	500	25—30	50—60
4	2400	400	350	130		600	350	500	30—35	60—65

НТБ ДНУЖТ

l. Размѣры кухонъ и т. п. (См. стр. 513.)

k. Вентиляція.

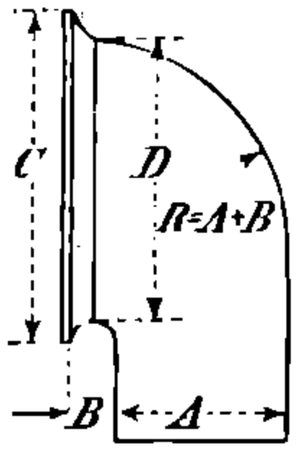
§ 11. Въ каждомъ изъ указанныхъ въ § 9 отдѣленій должны быть устроены два вентилятора діаметромъ не менѣе 30 cm, изъ которыхъ одинъ служитъ для впусканія воздуха, а другой — для выхода воздуха. Если въ одномъ отдѣленіи помѣщается болѣе 100 человѣкъ, то необходимо либо увеличить число вентиляторовъ, либо увеличить ихъ діаметръ.

Въ помѣщеніяхъ для груза вентиляторы запираются на замокъ.

Головки вентиляторовъ устраиваются поворотными, съемными и устанавливающимися въ опредѣленномъ положеніи.

Размѣры головокъ вентиляторныхъ трубъ (черт. 29).

Черт. 29.



A mm	*B* mm	*C* mm
100	25	200
200	50	400
300	75	600
400	100	800
500	125	1000
600	150	1200
700	175	1400
800	200	1600
900	225	1800
1000	250	2000
1100	275	2200
1200	300	2400
1300	325	2600
1400	350	2800

Пожаротушительныя приспособленія по особымъ инструкціямъ, установленнымъ въ Германіи, Англіи и Америкѣ.

l. Шлюпки съ принадлежностями.

Шлюпки. Число шлюпокъ и ихъ размѣры устанавливаются по инструкціи обществъ для классификаціи судовъ и по закону о переселенцахъ.

Не допускаются шлюпки объемомъ менѣе 3 cbm.

§ 41. **Опредѣленіе объемнаго содержанія шлюпокъ.** Объемнымъ содержаніемъ шлюпки называется произведеніе изъ наибольшей наружной длины на наибольшую наружную ширину и на глубину внутри, умноженное на 0,6.

Длина измѣряется между внѣшними очертаніями обшивки у фор- и ахтерштевня.

Ширина измѣряется по внѣшнему очертанію обшивки.

Глубина измѣряется на срединѣ длины отъ верхней кромки борта до верхней кромки киля. Если шлюпка снабжена отверстіями въ бортахъ для подвѣсныхъ ремней, то глубина считается отъ низа этихъ отверстій до верхней кромки киля.

На каждой шлюпкѣ должно быть указано объемное ея содержаніе на выгравированной доскѣ или прочною краскою.

§ 42. **Типы шлюпокъ.** Всѣ указанныя въ § 40 шлюпки должны быть устроены по типу спасательныхъ.

НТБ ДНУЖТ

§ 40. „Инструкціи для переселенческихъ судовъ".

Количество и размѣръ шлюпокъ согласно нижеслѣдующихъ данныхъ:

Валовая вмѣстимость судна cbm	Шлюпки: числомъ не менѣе	Шлюпки: общій объемъ не менѣе cbm	Валовая вмѣстимость судна cbm	Шлюпки: числомъ не менѣе	Шлюпки: общій объемъ не менѣе cbm
до 250	2	6	отъ 16200 до 16900	8	104
250 » 500	2	7	16900 » 17600	10	111
500 » 800	2	8,5	» 17600 » 18300	10	114
800 » 1100	2	9	» 18300 » 19000	10	117
1100 » 1400	2	11	» 19000 » 19700	10	120
1400 » 1700	3	17	» 19700 » 20400	10	123
1700 » 2000	3	21	» 20400 » 21100	10	126
2000 » 2300	4	23	» 21100 » 21800	10	129
» 2300 » 2600	4	26	» 21800 » 22500	10	132
» 2600 » 2900	4	29	» 22500 » 24000	12	140
» 2900 » 8300	4	35	» 24000 » 25500	12	144
» 3600 » 4300	4	42	» 25500 » 27000	12	148
» 4300 » 5000	4	46	» 27000 » 28500	14	152
» 5000 » 5700	4	49	» 28500 » 30000	14	156
» 5700 » 6400	4	52	» 30000 » 31500	14	160
» 6400 » 7100	4	55	» 31500 » 33000	14	164
» 7100 » 7800	4	58	» 33000 » 34500	14	168
» 7800 » 8500	4	61	» 34500 » 36000	14	172
» 8500 » 9200	6	67	» 36000 » 37500	14	180
» 9200 » 9900	6	70	» 37500 » 39000	14	188
» 9900 » 10600	6	73	» 39000 » 40500	14	196
» 10600 » 11300	6	76	» 40500 » 42000	14	204
» 11300 » 12000	6	79	» 42000 » 43500	14	212
» 12000 » 12700	6	82	» 43500 » 45000	14	220
» 12700 » 13400	6	85	» 45000 » 46500	16	228
» 13400 » 14100	8	92	» 46500 » 48000	16	236
» 14100 » 14800	8	95	» 48000 » 50000	16	244
» 14800 » 15500	8	98	» 50000 »	пропорціон.	
» 15500 » 16200	8	101		больше.	

Спасательными шлюпками признаются:

1. Шлюпки, построенныя изъ дерева или металла, спереди и сзади острыя, снабженныя (если онѣ деревянныя) прочными, водонепроницаемыми воздушными камерами, по объему равными по меньшей мѣрѣ 10% объема шлюпки, или замѣняющими эти камеры пловучими приспособленіями. Съ каждой стороны шлюпки у борта снаружи по всей его длинѣ долженъ быть укрѣпленъ канатъ.

У металлическихъ спасательныхъ шлюпокъ объемъ приспособленій для плаванія долженъ быть увеличенъ соотвѣтственно меньшей пловучести матеріала спасательной шлюпки.

2. Шлюпки, какъ указано въ 1., у которыхъ по меньшей мѣрѣ половина пловучихъ приспособленій укрѣплена снаружи бортовъ.

Оба типа спасательныхъ шлюпокъ должны при полной нагрузкѣ еще имѣть достаточную высоту надводнаго борта.

§ 43. Запасный объемъ шлюпокъ. Если указанный въ § 40 объемъ шлюпокъ оказывается больше, чѣмъ это требуется для помѣщенія всѣхъ находящихся на суднѣ пассажировъ и команды, равно и тѣхъ пассажировъ, которые будутъ взяты на бортъ во время ѣзды, то объемъ шлюпокъ и ихъ число могутъ быть соотвѣтственнымъ образомъ уменьшены до требуемой величины. При разсчетѣ этого числа необходимо принимать, что указанныя въ 1. § 42 шлюпки должны имѣть на каждаго пассажира объемъ 0,285 cbm, а другія шлюпки — 0,23 cbm.

НТБ ДНУЖТ

§ 44. Объемъ вспомогательныхъ шлюпокъ. Если число требуемыхъ по инструкціи спасательныхъ шлюпокъ недостаточно для помѣщенія всѣхъ находящихся на суднѣ пассажировъ и команды, а равно и тѣхъ пассажировъ, которые будутъ взяты на бортъ во время ѣзды, то на суднѣ долженъ еще находиться нѣкоторый вспомогательный объемъ въ формѣ другихъ шлюпокъ, складныхъ лодокъ, спасательныхъ плотовъ, пловучихъ сидѣній или подобныхъ приспособленій; величина этого вспомогательнаго объема составляетъ у судовъ съ объемомъ до 14000 cbm до одной четверти, у судовъ свыше 14000 cbm до 28000 cbm до трехъ восьмыхъ, а у большихъ судовъ до половины вышеуказаннаго въ инструкціи объема шлюпокъ.

Спасательные плоты, пловучія сидѣнья и т. п. должны имѣть на человѣка, по меньшей мѣрѣ, 0,085 cbm объема воздушныхъ водонепроницаемыхъ камеръ или иное соотвѣтствующее иловучее приспособленіе; на каждомъ спасательномъ приспособленій должно быть ясно указано краской то число людей, для котораго это приспособленіе предназначается.

Паровые баркасы или моторныя шлюпки могутъ быть допущены въ зачетъ обязательнаго объема спасательныхъ шлюпокъ въ томъ предположеніи, что типъ машины, котла или двигателя вполнѣ безопасны для жизни пассажировъ. Объемъ, занимаемый котломъ, машиной или двигателемъ, вычитывается изъ объема шлюпки брутто.

Шлюпбалки: формула германскаго Ллойда:

$$d = 0{,}223 \sqrt[3]{G\,(a + 0{,}18\,h)},\ \text{гдѣ}$$

G — половина вѣса шлюпки съ командой и людьми въ kg,
a — вылетъ шлюпбалки въ cm,
h — высота отъ верхней головки шлюпбалки до опоры (подшипника) въ cm,
d — діаметръ шлюпбалки у опоры (подшипника) въ cm,
Діаметръ въ вершинѣ и у основанія шлюпбалки $= {}^2/_3\,d$.

D. Вѣса и центры тяжести.

a. Подраздѣленіе частей и опредѣленіе вѣсовъ.

Примѣчаніе. Исчисленіе вѣса должно быть составлено такимъ образомъ, чтобы имъ можно было пользоваться для возможно точнаго опредѣленія вѣса и центра тяжести судна, а равно и для удобнаго составленія смѣты на стоимость; въ случаѣ необходимыхъ измѣненій, форма исчисленія должна допускать возможность производить необходимыя измѣненія и дополненія безъ затрудненій.

1. Подраздѣленіе для торговыхъ судовъ.

1. Корпусъ судна со включеніемъ оснастки и внутренняго устройства.
2. Матеріалы, необходимые для ремонта и содержанія судового корпуса, принадлежностей и внутренняго устройства.
3. Машинное устройство (главныя машины, приводные валы, гребные винты, трубопроводы, клапаны, котлы, вспомогательныя машины и другія приспособленія для обслуживанія машиннаго устройства, лѣстницы, рѣшетчатые люки, вентиляторы для машиннаго и котельнаго помѣщенія, вода

НТБ ДНУЖТ

въ котлахъ, холодильникахъ и трубахъ, инвентарь, запасныя части).

4. Матеріалы для главныхъ машинъ и всего остального машиннаго устройства судна (топливо для главной машины, вспомогательныхъ машинъ, кухни, отопленія, паровыхъ баркасовъ и т. п., вода для питанія котловъ, смазка, пряжа, краска и т. п.).

5. Команда съ вещами, провіантомъ, питьевой водоіі и водой для мытья.

6. Пассажиры, багажъ, провіантъ, вода. Скотъ, кормъ, вода. 8. Грузъ. 9. Балластъ. 10. Запасы.

Подраздѣленіе для военныхъ судовъ.

1. Корпусъ судна со включеніемъ оснастки и внутренняго устройства.

2. Панцырь, пробковые пояса.

3. Матеріалы для ремонта и содержанія судового корпуса, принадлежностей и внутренняго устройства.

4. Машинное устройство (какъ выше).

5. Матеріалы для машинъ (какъ выше).

6. Артиллерія, муниція.

7. Торпеды.

8. Команда съ вещами, провіантомъ, водой для питья и умыванія.

9. Резервы.

b. Образецъ для исчисленія вѣса и опредѣленія центра тяжести.

Предметы, распредѣленные по группамъ	Размѣры сѣченія	Пог. m, qm, количество	Вѣсъ одной единицы	Нѣсколько графъ для отдѣльныхъ матеріаловъ kg	kg	kg	kg	Общій вѣсъ	Разстояніе ⊙ до шпангоута 0	Горизонтальные моменты	Высота ⊙ надъ килемъ	Вертикальные моменты
								Сумма A		Сумма B		Сумма C

$$\text{Общій вѣсъ} = \text{сумма A}.$$

$$\text{удаленіе } \odot \text{ системы отъ шпангоута } 0 = \frac{\text{суммѣ B}}{\text{сумму A}}$$

$$\text{возвышеніе } \odot \text{ системы надъ килемъ} = \frac{\text{суммѣ C}}{\text{сумму A}}.$$

НТБ ДНУЖТ

c. Данныя для опредѣленія вѣса и центра тяжести.

1. Корпусъ судна.

Вѣсъ судового корпуса составляется слѣдующимъ образомъ:

1. Тяжелыя поковки и отливки.
2. Прокатные продукты.
3. Заклепки, болты, винты, гвозди.
4. Дерево для плотничныхъ работъ.
5. Разные матеріалы.
6. Оснастка, внутреннее устройство со включеніемъ скрѣпленій.

α. Примѣрныя данныя для вѣса и центра тяжести.

Вѣсъ деревяннаго судового корпуса со включеніемъ полной оснастки и внутренняго устройства, отнесенный въ LBH, составляетъ kg:

для большихъ дерев. парусныхъ судовъ = 140 до 160 LBH,
» » » яхтъ = 100 до 125 LBH,
» малыхъ » » = до 45 LBH.

Желѣзныя суда.

Судовой корпусъ, полная оснастка и внутреннее устройство имѣютъ вѣсъ, отнесенный къ LBH, въ kg

для полнопалубныхъ судовъ . . .	= 180	до 220	LBH,
» судовъ спардечныхъ и легкопалубныхъ . . . . (*H* измѣряется до спардека и, соотв., до легкой палубы),	= 160	» 180	LBH,
» небольшихъ судовъ .	= 150	» 160	LBH,
» буксировъ и ледоколовъ .	= 200	» 230	LBH,
» береговыхъ пароходовъ . . .	= 130	» 150	LBH,
» » » легкой конструкціи . .	$\backsim 100 \cdot LBH$,		
» рѣчныхъ пароходовъ весьма легкой конструкціи со сквозными надстройками . . .	= 150	» 155	LBH,
» судовъ панцырныхъ . .	= 130	» 140	LBH,
» панцырныхъ крейсеровъ . . .	= 125	» 135	LBH,
» крейсеровъ съ панцырной палубой	= 120	» 140	LBH,
» канонерскихъ лодокъ	= 170	» 180	LBH,
» торпедныхъ лодокъ. .	= 95	» 105	LBH.

Примѣчаніе. Для военныхъ судовъ съ мѣдной обшивкой по дереву слѣдуетъ придерживаться высшаго предѣла.

НТБ ДНУЖТ

Судовой корпусъ большихъ судовъ вѣситъ около 100 до 160 LBH kg.

При сравненіи двухъ судовъ съ различными надстройками на палубѣ обыкновенно распредѣляютъ объемъ надстроекъ по всей длинѣ судна равномѣрно и высоту полученнаго такимъ образомъ тѣла прибавляютъ къ высотѣ H.

Центръ тяжести порожняго судового корпуса (безъ машинъ, но съ оснасткой и внутреннимъ устройствомъ) вообще находится на $^1/_3$ H сверху (у судовъ съ двойнымъ дномъ до 0,4 H сверху) и до 0,5 m позади средины «общей длины судна». Размѣры и характеръ надстроекъ принимаются въ разсчетъ отдѣльно. У современныхъ большихъ океанскихъ пароходовъ, съ устройствомъ для пассажировъ, центръ тяжести готоваго судна со включеніемъ машинъ находится примѣрно на 0,75 H надъ верхнею гранью киля.

У судовъ парусныхъ центръ тяжести вполнѣ оснащеннаго судна по Миддендорфу находится на 0,82 H выше верхней грани киля.

β. Собственные вѣса.

(См. ч. I, 5 отд., Матеріалы).

1. Тяжелыя отливки и поковки.

Килевый брусъ и прямая часть форштевня входятъ въ разсчетъ профильнаго желѣза. Форштевень, ахтерштевень, выступы валовъ, рулевая рама, квадрантъ и рулевой тормозъ опредѣляются по чертежу или на основаніи уже исполненныхъ судовъ подобнаго типа.

2. Прокатные продукты.

Необходимо вычислять отдѣльно вѣса листовъ котельныхъ, тонкихъ, рифленыхъ и т. п. уголковъ полосового желѣза и спеціальныхъ профилей, палубныхъ опоръ и т. под.

Вѣсъ 1 qm листовъ см. ч. I, стр. 500.

Перекрышки листовъ и накладки либо принимаются въ 6 до 7% отъ вѣса листовъ, либо разсчитываются по даннымъ обществъ для классификаціи судовъ, причемъ принимаются листы длиною 5 до 8 m и шириною 1,0 до 1,8 m, съ уменьшеніемъ толщины листовъ по направленію къ концамъ судна, а у перегородокъ—снизу кверху.

Наружная поверхность обшивки = 1,015 до 1,03 L разъ взятому очертанію миделя ⊗, умноженному на 0,9 до 0,92, а въ очень полныхъ судахъ до 0,82.

Площадь палубы въ среднемъ = 0,8 LB.

Площадь второй палубы (двойной) въ среднемъ = 0,8 LB.

Часть поверхности дна приблизительно = 0,75 соотвѣт-

НТБ ДНУЖТ

ствующей части дна у поверхности главнаго шпангоута, помноженной на число шпангоутовъ.

Листы руля.

Для рифленнаго желѣза прибавляютъ на возвышенія 4,5 kg/qm.

На оцинковку прибавляютъ 0,5 kg/qm.

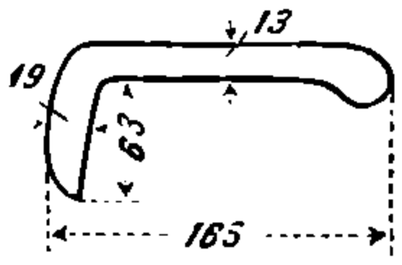
Вѣсъ листовъ обыкновенно составляетъ $^2/_3$ общаго вѣса всего прокатнаго желѣза.

Вѣсъ 1 пог. m полосового желѣза см. ч. I, стр. 506 и слѣд.

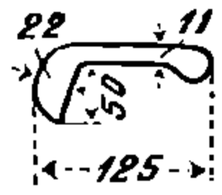
Мачтовое желѣзо = 13,09 kg/qm.

Релинговое желѣзо.

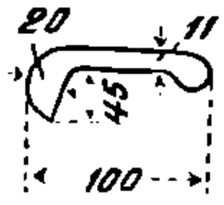
27,5 kg/m



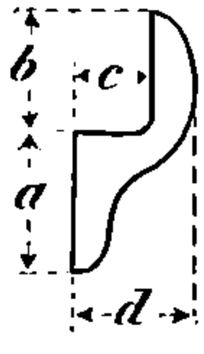
18,5 kg/m



15,23 kg/m.



Люковое желѣзо.



a	*b*	*c*	*d*	kg/m
40	25	25	35	5,89
50	32	30	45	10,41
65	45	35	55	17,23
85	60	40	68	27,87

Вѣсъ профильнаго желѣза составляетъ около $^1/_3$ общаго вѣса всего прокатнаго желѣза.

На обрѣзки принимаютъ обыкновенно 7% для разсчета стоимости. Выдавки и стружки составляютъ около 10%.

3. Заклепки, винты, болты, гвозди.

Производится отдѣльно вычисленіе для: желѣза, стали, бронзы, латуни, оцинковки и т. под.

Діаметръ и разстояніе между заклепками по предписанію обществъ для классификаціи судовъ.

При составленіи проектовъ на заклепочныя головки прибавляется 3,5% общаго вѣса прокатнаго желѣза (эта цифра колеблется и зависитъ отъ примѣненія профилей [или Z взамѣнъ ⅂).

Общій вѣсъ требуемыхъ для судна заклепокъ составляетъ 6% отъ общаго вѣса прокатнаго желѣза, для наливныхъ нефтяныхъ пароходовъ около 7,5%.

Вѣсъ заклепочныхъ головокъ, болтовъ, гаекъ и т. п. см. ч. I, стр. 645 и 655.

НТБ ДНУЖТ

Вѣсъ обыкновенной величины заклепокъ съ головками (сварочнаго желѣза).

Діам.	Головка		Для обжатой головки требуется	1 m заклепочнаго желѣза вѣситъ	Діам.	Головка		Для обжатой головки требуется	1 m заклепочнаго желѣза вѣситъ
	ширина	высота				ширина	высота		
mm	mm	mm	mm	kg	mm	mm	mm	mm	kg
10	18	7	18	0,611	19	35	12,5	35	2,205
11	20	7	20	0,739	20	36,5	13	36	2,443
12	22	8	22	0,879	21	38	14	37	2,693
13	24	9	23	1,032	22	40	14,5	38	2,956
14	26	9,5	24	1,197	23	42	15	41	3,231
15	27,5	10	25	1,374	24	43,5	15,5	42	3,518
16	29,5	11	28	1,563	25	45,5	16,5	43	3,817
17	30,5	11,5	30	1,765	26	47	17	45	4,129
18	33	12	33	1,979					

Примѣръ. 1000 шт. заклепокъ діам. 26 mm и длиной 50 mm имѣютъ вѣсъ: $(45+50) \cdot 4{,}129 = 392$ kg.

Для головки подъ обжимку прибавляется при заказѣ въ среднемъ длина стержня $= 1\,d$, для гидравлической клепки до $1{,}6\,d$, независимо отъ того, будетъ ли головка въ потай или подъ полукруглую обжимку.

Вѣсъ палубныхъ болтовъ:

10 шт. гальван. болтовъ съ гайк. дл. $3^1/_2''$ и діам. $^5/_8'' = 2{,}2$ kg,
10 » » » » » $3''$ » $^5/_8'' = 1{,}95$ »
10 » » » » » $3''$ » $^1/_2'' = 1{,}15$ »

На укрѣпленіе деревянныхъ частей (винты, гвозди, замки, петли и другіе приборы) принимаютъ при проектѣ 4 до 5% отъ вѣса дерева.

4. Дерево.

Необходимо указывать: породу дерева, размѣры, число пог. m, cbm.

Обрѣзки: 30 до 50%.

Букъ	700 kg/cbm	Красное дерево .	650 kg/cbm
Кедръ .	500 »	Орегонпайнъ	600 »
Кипарисъ	660 »	Тополь . .	510 »
Дубъ	800 »	Питчпайнъ	720 »
Ясень	750 »	Бакаутъ	1330 »
Пихта	550 »	Ель	600 »
Сосна .	650 »	Тикъ	900 »
Гринхартъ .	1000 »	Ульмъ .	700 »
Лиственница .	600 »	Іелоупайнъ . . (желт. сосна).	550 »
Липа	760 »		

НТБ ДНУЖТ

Деревянныя каютныя перегородки со включеніемъ дверей вѣсятъ 26 до 32 kg/qm; или принимаютъ по разсчету для средней толщины перегородки 40 mm, а для дверей 30 mm.

Деревянную мебель въ каютѣ можно принимать по вѣсу равной вѣсу перегородки или для нормальной каюты 0,22 cbm тиковаго дерева и 0,22 cbm сосны.

5. Разные матеріалы

(см. ч. I, отд. 5, Матеріалы).

Цементировка (со включеніемъ песка, камней, кокон и т. п.) у малыхъ судовъ 9 до 10 LBH kg, у большихъ судовъ менѣе, у военныхъ судовъ до 2 LBH kg.

Краска (замазка, шпаклевка) у обыкновенныхъ грузовыхъ пароходовъ около 0,5 LBH kg, у военныхъ судовъ 1,5 LBH kg, у лучшихъ судовъ отъ 2 до 3 LBH kg (см. слѣд. табл.). Потеря около 15%.

1. Краска для дерева g/qm				2. Краска для желѣза g/qm			
Родъ окраски.	Первая окраска	Вторая окраска	Третья окраска	Родъ окраски	Первая окраска	Вторая окраска	Третья окраска
Грунтовка . .	80	—		Свинц. сурикъ	136	152	140
Мачтов. краска	110	84	74	Желѣзн. »	120	112	103
Свинц. бѣлила.		105	90	Свинц. бѣлила	—	87	63
Цинков. »	—	95	85	Цинков. »	—	83	50
Черная краска.	—	22	28	Черная краска	—	25	32

Оцинковка: 0,5 kg/qm.

Изоляціонный матеріалъ: древесный уголь 292 kg/cbm, кизельгуръ 232,5 kg/cbm, шлаковая шерсть 554 kg/cbm.

Половыя цементныя плитки съ растворомъ и основаніемъ (толщ. около 100 mm) ∽ 100 kg/qm.

Гипсъ 2170 kg/cbm.

Резина толщиною 7 mm, 12 kg/qm.

» » 4 mm, съ одной прокладкой 7 kg/qm.

Конопатка: на 1 пог. метръ жгута 0,04 до 0,06 kg пакли и 0,05 kg дегтя; на каждые 25 mm толщины обшивки 1 жгутъ.

Половые обшивочные листы красной мѣди. Размѣръ листовъ 1,22 · 0,36 = 0,44 qm, на перекрышку (20 mm) 7,5% вѣса листовъ; на прикрѣпленіе 0,5 kg на 1 листъ; войлочная подкладка 2 kg/qm.

Линолеумъ со включеніемъ прикрѣпляющихъ частей (планокъ, шуруповъ и т. п.) и клея 4,25 до 5 kg/qm.

Морской клей, 160 kg/cbm.

Никелевая сталь, 8000 kg/cbm.

Пробковые камни, ч. I, стр. 580.

Сюда причисляются, кромѣ того, также: паруса, войлокъ, картонъ, обои, стекло, фарфоръ, мраморъ, аспидъ и т. п., за исключеніемъ частей, приведенныхъ въ 6.

НТБ ДНУЖТ

6. Оснастка и внутреннее устройство.

(См. стр. 486.)

Предметы по возможности подраздѣляются въ зависимости отъ характера работъ для ихъ изготовленія: кузница, литейная, слесарная, мѣдницкая, обойная и т. п.

Прибавка дѣлается для: кузнечныхъ работъ 20%, литыхъ предметовъ 5%, снастей 5%.

Мачты, дерева, такелажъ, паруса (см. стр. 486)

= 4 до 5% отъ остального вѣса судового корпуса. По Штейнгаузу, имѣемъ вѣсъ:

Желѣзныхъ мачтъ съ реями, такелажа съ принадлежностями = 400 · l kg (длина отъ верхней грани киля до второго уступа брамъ-стеньги). Центръ тяжести надъ верхомъ киля = 0,413 · l.

Желѣзныхъ мачтъ безъ рей (бизань-мачтъ) со всѣми принадлежностями = 195 · l kg (длина отъ верхней грани киля до второго уступа бизань-стеньги). Центръ тяжести надъ верхомъ киля = 0,437 l.

Желѣзный бугшпритъ съ принадлежностями = 175 · l kg (длина отъ передняго перпендикуляра до средняго кливера).

Паруса. Вѣсъ готовыхъ парусовъ, со включеніемъ ликовъ, нашитыхъ на паруса полосъ и т. д., составляетъ на 1 qm площади парусовъ:

Вѣсъ полотна для 1 qm	Вѣсъ готоваго паруса въ kg на 1 qm
0,90 kg	паруса на гротъ- и фокъ-мачтѣ 1,8 kg; штормовые паруса 1,8 до 2,0 kg;
0,87	марсель 2,4 до 2,1 kg; штаксель и кливеръ 1,6 kg;
0,78	паруса на реяхъ 1,7 до 1,4 kg; на гаффелѣ 1,3 kg; кливеръ 1,1 kg;
0,83	крюйсель 2,1 до 2 kg; штаксель и кливеръ 1,55 kg;
0,74	паруса на реяхъ 1,6 до 1,2 kg; на гаффелѣ 1,1 kg; веръ 1,05 kg;
0,70 »	брамсель 1,5 до 1,2 kg; лисель 1,3 kg; кливеръ 1,0 kg;
Легкіе паруса	
0,58 kg	брамсель 1,0 kg; лисель 0,9 kg; кливеръ 0,97 kg;
0,565 »	бомъ-брамсель и лисель 0,85 kg; наружн. кливеръ 0,95 kg;
0,36 »	бомъ-брамсель и лисель 0,75 kg; наружн. кливеръ 0,75 kg.

По Штейнгаузу, можно принимать для всей площади парусовъ = 530 kg/qm.

Принадлежности руля. (См. стр. 494.)

Вѣсъ рулевыхъ принадлежностей (паровая рулевая машина, запасный рулевой приводъ, валы, трубопроводы) по Миддендорфу.

НТБ ДНУЖТ

Діаметръ рулевого шпинделя

50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | | 550 mm

Вѣсъ рулевыхъ принадлежностей

350 | 1100 | 2550 | 5000 | 8400 | 12900 | 18200 | 24600 | 32000 | 41000 | 49000 kg

Якоря, цѣпи, троссы и принадлежности (стр. 496).

Цѣпи. Обыкновенныя цѣпи см. ч. I, стр. 753.

Якорныя цѣпи. Если d діаметръ цѣпного желѣза въ mm, то вѣсъ якорной цѣпи $= 0{,}0246\ d^2$ kg/m.

Діам. цѣпн. желѣза mm	kg/m	Діам. цѣпн. желѣза mm	kg/m	Діам. цѣпн. желѣза mm	kg/m	Діам. цѣпн. желѣза mm	kg/m	Діам. цѣпн. желѣза mm	kg/m	Діам. цѣпн. желѣза mm	kg/m
16	5,5	30	19,4	44	41,7	58	72,5	72	111,7	86	159,4
18	7,0	32	22,1	46	45,6	60	77,6	74	118,0	88	166,9
20	8,6	34	24,9	48	49,6	62	82,8	76	124,5	90	174,5
22	10,4	36	27,9	50	53,9	64	88,3	78	131,1	92	182,4
24	12,4	38	31,1	52	58,3	66	93,9	80	137,9	94	190,4
26	14,6	40	34,5	54	62,8	68	99,6	82	144,9		
28	16,9	42	38,0	56	67,6	70	105,6	84	152,0		

Канаты и троссы (см. ч. I, стр. 739 и слѣд.).

Вѣсъ канатовъ и троссовъ въ kg опредѣляется, если u окружность въ cm:

1 пог. m	пеньковаго троса	$0{,}00877\ u^2$ kg
1 »	» кабеля	$0{,}00817\ u^2$ »
1 »	» стального троса .	$0{,}034\ u^2$ »
1 »	» троса Манилья	$0{,}00673\ u^2$ »
1 »	» кабеля » . .	$0{,}00589\ u^2$ »
1 »	» стальной проволоки	$0{,}06331\ u^2$ »

См. таблицу на стр. 513.

Вѣса якорныхъ шпилей см. стр. 498, 497.
Кнехты, скобы см. стр. 498.
Нагрузочныя лебедки, краны и принадлежности см. стр. 499.

Обстановка жилыхъ помѣщеній, мебель и т. п.

Для деревянной мебели (см. стр. 510).

1 желѣзная разборная кровать (для судовой команды и палубныхъ пассажировъ) = 50 kg,
1 чугунная стойка для стола гостиной = 18 kg,
1 стулъ для гостиной = 16 kg.

НТБ ДНУЖТ

Собственный вѣсъ и разрывающій грузъ канатовъ и троссовъ.

Окружность		Сталь 72 проволоки		Сталь 114 провол.		Желѣзо 42 проволоки		Пенька		Манилья	
англ. дюйм	mm	разрывающій грузъ kg	вѣсъ kg/m	разрывающій грузъ kg	вѣсъ kg/m	разрывающій грузъ kg	вѣсъ kg/m	разрывающій грузъ kg	вѣсъ kg/m	разрывающій грузъ kg	вѣсъ kg/m
1	25	2500	0,16	3400	0,25	1700	0,25	750	0,11	1200	0,06
$1^1/_4$	32	3800	0,28	5000	0,40	2500	0,40	900	0,13	1400	0,09
$1^1/_2$	38	5000	0,39	7200	0,55	3600	0,55	1050	0,15	1800	0,11
$1^3/_4$	45	6500	0,47	9500	0,70	4700	0,70	1200	0,18	2000	0,14
2	51	8000	0,70	12000	0,90	6000	0,90	1300	0,22	2400	0,17
$2^1/_4$	57	10000	0,85	16000	1,20	8000	1,20	2000	0,27	3000	0,22
$2^1/_2$	64	12000	1,00	19000	1,45	9500	1,45	2500	0,31	3500	0,26
$2^3/_4$	70	14000	1,24	23000	1,70	12000	1,70	3000	0,38	4000	0,31
3	76	18000	1,50	28000	2,00	14000	2,00	3500	0,46	5000	0,36
$3^1/_4$	83	20000	1,70	33000	2,40	16000	2,40	4000	0,56	6000	0,42
$3^1/_2$	89	24000	1,95	38000	2,80	19000	2,80	4500	0,65	7000	0,50
$3^3/_4$	95	28000	2,40	44000	3,20	22000	3,20	5000	0,74	8000	0,57
4	102	32000	2,90	51000	3,60	25000	3,60	5500	0,85	9000	0,65
$4^1/_4$	108	36000	3,15	57000	4,00	28000	4,00	6000	0,96	10000	0,72
$4^1/_2$	114	40000	3,15	64000	4,55	32000	4,55	7000	1,00	12000	0,80
$4^3/_4$	121	47000	3,70	72000	5,10	36000	5,10	8000	1,20	14000	0,90
5	127	52500	4,00	80000	5,90	40000	6,00	9000	1,40	16000	1,00

Устройство для кухонь и т. д.

Паровые кухонные очаги (Becker & Ullmann).

Число лицъ .	50	100	150	200	300	400	500	600	700
Длина . .	1960	2260	2550	2560	2860	3160	3460	3460	3460 mm
Ширина . . .	650	750	850	850	950	1050	1150	1150	1150 »
Вѣсъ . .	520	760	900	1100	1620	1900	2100	2250	2480 kg

Очаги Зенкингса для варки и печенія.

Число лицъ . .	20	30	40	50	60	70	80	90
Длина . .	1220	1280	1380	2760	2760	2760	2760	3110 mm
Ширина	700	900	1000	750	800	900	1000	1000 »
Вѣсъ .	600	800	970	1530	1650	1840	2000	2250 kg

Очаги Зенкингса для варки и печенія (многоэтажные).

Длина .	1200	1100	1000	960	900	850 mm
Ширина .	920	820	780	750	720	670 »
Вышина . .	1700	1700	1700	1650	1600	1600 »
Вѣсъ . .	1500	1350	1200	1050	900	750 kg

НТБ ДНУЖТ

Окна:

1	боковое	окно	діам.	въ свѣту	190 mm	безъ	рамки	= 10,0 kg
1	»	»	»	»	254 »	съ	»	= 33,5 »
1	»	»	»	»	305 »	»	»	= 40,0 »
1	»	»	»	»	254	патентъ Утлей		= 70,5 »
1	»	»	»	»	305	»		= 84,0 »
1	четырехугольное	гостиное	окно	Стона				= 51,0 »
1	четырехуг.	гостиное	окно	верхняго	свѣта.			= 26,75»
1	палубное	стекло .						= 0,75 »

Насосы. Паровые насосы Дуплексъ низкаго давленія (для питьевой воды, воды для мытья, чистки парохода и откачки):

Производительность .	130	300	600	800	1100	2000 *l*/min
Вѣсъ .	130	320	950	1200	1450	2700 kg

Паровые насосы Дуплексъ для высокаго давленія (питательные для котловъ, противопожарные и т. п.):

Производительность .	360	629	1510	2500	3700 *l*/min
Вѣсъ .	1100	2000	3410	5300	7800 kg

Насосы Стона:

Діаметръ цилиндра . .	114	140	178 mm
Производительность . .	11	17	27 cbm/чс
Вѣсъ	285	372	500 kg

Лодки. Патентованныя лодки Френсиса съ воздушными камерами красной мѣди:

Длина .	9,75	9,15	9,15	8,55	8,55	8,55	7,90	7,90	7,90	7,30	7,30	7,30	6,70	6,70	6,70	6,10m
Ширина. .	2,75	2,75	2,60	2,60	2,45	2,30	2,30	2,20	2,05	2,20	2,05	1,98	1,98	1,90	1,83	1,83»
Высота . .	1,15	1,15	1,10	1,10	1,05	1,00	1,00	0,95	0,90	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,75	0,75»
cbm	18,5	17,4	15,7	14,7	23,2	11,8	10,9	9,9	8,7	9,2	8,1	7,4	6,4	5,7	5,5	5,0
Число лицъ . .	65	61	55	51	46	41	38	35	31	32	28	26	22	20	19	17
Вѣсъ съ оснасткой	2125	2000	1925	1800	1725	1650	1525	1450	1375	1225	1150	1100	975	925	875	775kg

Складныя лодки.

Длина. .	7,925	7,925 m	cbm . . .	12,9	8,0
Ширина . .	2,44	2,13 »	Число лицъ . . .	45	30
Высота .	1,11	0,81 »	Вѣсъ безъ оснастки .	1350	1100 kg

НТБ ДНУЖТ

Деревянныя лодки купеческихъ судовъ.

Обозначеніе	Большія лодки				Среднія лодки				Джолли			Гички	
L . . . . m	7,5	6,9	6,3	5,7	7,5	6,9	6,3	5,7	5,15	4,5	4,0	7,7	5,7
B . . . . . m	2,4	2,4	2,3	2,0	2,0	2,0	1,8	1,7	1,7	1,4	1,25	1,4	1,4
Вѣсъ безъ инвентаря . . kg	700	630	550	470	600	525	450	388	325	250	212	385	258

При этомъ $H = 0{,}4\ B$ и объемное содержаніе лодокъ $= 0{,}6\ (L\ B\ H)$.

Лодки съ паровыми и нефтяными двигателями для военныхъ судовъ.

Обозначенія	Паровыя лодки					Нефтяныя лодки	
	A	1 кл.	2 кл.	3 кл.	4 кл.		
Длина между стевнями . . m	16,0	12,0	10,0	9,0	8,0	8,5	8,0
Наибольш. шир. по обшивкѣ m	3,12	2,94	2,68	2,48	2,24	2,10	2,10
Глубина . . . . . m	1,40	1,52	1,27	1,20	1,07	0,82	0,82
Осадка { спереди . m	0,85	0,90	0,74	0,74	0,82	0,34	0,34
Осадка { сзади m	1,10	1,10	1,04	0,98	0,85	0,78	0,78
Вѣсъ лодки . . . . . kg	5370	3400	2000	1520	1220	1080	900
Вѣсъ машинъ и котловъ . kg	4940	4340	3650	2730	1850	600	600
Вѣсъ топлива . . . . . kg	3000	1000	600	400	300	250	200
Вѣсъ лодки съ принадлежн., топливомъ и командой . . kg	15534	11300	7724	5934	4614	2750	2500

Шлюпки для военныхъ судовъ.

	Баркасы					Пинассы			Катеры		
	0	I	II	III	IV	0	I	II	0	I	II
Длина	14,0	13,0	12,0	11,0	10,0	11,0	10,0	9,5	10,0	9,0	8,5 m
Ширина .	3,60	3,40	3,15	2,90	2,80	2,95	2,80	2,65	2,50	2,25	2,1 »
Высота	1,19	1,19	1,12	1,07	1,06	1,07	1,05	1,02	0,92	0,87	0,82 »
Вѣсъ безъ оснастки .	3560	3320	2550	1950	1620	2480	1800	1928	1320	1200	1080 kg
Вѣсъ съ оснасткой .	4660	4380	3550	2900	2480	3200	2500	2230	1920	1780	1620 »

	Катеры		Гички			Джолли		Динджи (Dingi)	Китоловныя лодки	Вспом. для торпед. лодокъ
	III	IV	I	II	III	I	II			
Длина	8,0	7,5	10,0	9,3	8,0	6,0	5,5	3,6	7,54	3,84 m
Ширина	2,1	2,0	1,9	1,844	1,774	1,9	1,8	1,3	1,9	1,288 »
Высота	0,82	0,77	0,77	0,77	0,70	0,77	0,72	0,55	0,732	0,474 »
Вѣсъ безъ оснастки .	890	870	630	590	480	550	510	135	445	126 kg
Вѣсъ съ оснасткой	1400	1320	1030	950	790	820	730	175	740	147 »

НТБ ДНУЖТ

2. Броня и коффердаммъ.

Вѣсъ деревянной подкладки = 4 до 6%
Скрѣпляющіе болты для дерев. подкладки = = 0,25 до 0,3%
Сурикъ и замазка = 1%
Панцырные болты для поясовъ = 1,6%
» » » цитадели = 1,5%
» » » казематовъ = 1,3%
} отъ вѣса панцыря.

Для панцырной палубы броневые листы исчисляются отдѣльно.

Пробка, залитая морскимъ клеемъ, = 330 kg/cbm.

3. Матеріалы для содержанія судна.

На суднѣ должны находиться: краски, олифа, масло, керосинъ, смола, пряжа, песокъ, дерево, гвозди, шурупы, проволока, листовое желѣзо, парусина, канаты, троссы и т. п.

4. Машинное устройство.

Вѣсъ въ kg машинъ и котловъ съ водой въ котлахъ и холодильникѣ, съ промежуточными валами, гребнымъ винтомъ или колесомъ, отнесенный къ числу индикаторныхъ силъ машины ($ЛС_i$):

для	товарныхъ	пароход.	съ цилиндрич.	котлами	200 до 240
»	быстроходн.	»	»	»	140 » 200
»	панцырныхъ	судовъ	»	»	110 » 120
»	»	»	»	водотрубными	80 » 110
»	больш.	крейсеровъ	»	цилиндрич.	100 » 110
»	»	»	»	водотрубными	80 » 100
»	малыхъ	»	»	»	75 » 85
»	канонерокъ	»	»	»	80 » 90
»	торпедныхъ	лодокъ	»	паровозными	30 » 35
»	»	»	»	водотрубными	15 » 25

Вѣсъ этотъ распредѣляется, также и при усиленной тягѣ, слѣдующимъ образомъ.

Машины для винтовыхъ пароходовъ:		Качающіеся цилиндры колесныхъ пароходовъ:	
на машину	37%	на машину	33%
» котелъ съ водой	56 »	» котелъ съ водой . .	47 »
» валъ .	5 »	» колеса (патентован.)	12 »
» винтъ.	2 »	» запасныя части .	8 »

НТБ ДНУЖТ

Для пароходовъ съ боковыми гребными колесами и наклонно расположенной машиной:

	Машины тройного расш.	Машины компаундъ.
Машина	32,5%	29,0%
Котелъ съ водой.	50,5 »	51,0 »
Гребныя колеса	11,0 »	13,0 »
Трубопроводъ	2,0 »	2,5 »
Запасныя части . (1,5 до 4,5)	3,0 »	(1,5 до 4,5) 3,0 »
Инвентарь.	∽ 1,0 »	∽ 1,5 »

На запасныя части и принадлежности считаютъ для машинъ до 2000 инд. ЛС 10 kg, отъ 2000 до 3000 инд. ЛС 8 kg, а для бо́льшихъ машинъ 5 kg на инд. ЛС; запасы матеріаловъ для машинъ на 6 мѣсяцевъ вѣсятъ 1,5 kg на 1 инд. ЛС.

Центръ тяжести принимается:

для цилиндрическихъ котловъ и котловъ съ плоскими стѣнками со включеніемъ дымовой трубы, перегрѣвателя и т. д., примѣрно, на 0,6 всей высоты котла снизу,
для вертикальныхъ машинъ, примѣрно, въ наивысшей точкѣ круга кривошипа,
для горизонтальныхъ машинъ большею частью нѣсколько выше верхняго края вала.

5. Матеріалы, расходуемые для машинъ.

Расходъ угля при полной работѣ машины составляетъ на 1 инд. ЛС въ часъ для двухцилиндровыхъ машинъ компаундъ безъ охлажденія пара 1,2 до 1,5 kg, а съ охлажденіемъ пара 0,9 до 1,0 kg, для машинъ компаундъ съ тройнымъ расширеніемъ 0,7 до 0,85 kg (см. ниже, пароходные котлы), при неполной работѣ машины (военныя суда) 1,25 до 1,3 kg.

Для опредѣленія всего необходимаго запаса угля или для опредѣленія пространства, которое можно будетъ пройти съ даннымъ запасомъ угля, необходимо къ количеству угля на 1 инд. ЛС въ часъ прибавить еще на содержаніе пара во время стоянокъ, для работы перегоннаго аппарата, для кухни, паровой лебедки, шпиля, кузницы и т. д., всего около 20% всего количества угля, необходимаго для передвиженія парохода.

Объемъ, занимаемый углемъ, см. стр. 486 и 487. Также необходимо брать съ собой: масло, сало, набивку, краски, желѣзо, дерево и т. п.

НТБ ДНУЖТ

6. Артиллерія и муниція.

Примѣрные вѣса современныхъ судовыхъ орудій:

Калибръ cm	Число	Вѣса: Орудій комплектъ t	Граната kg	Заряда kg	Патрона kg	Емкость патрона.
Башенныя орудія.						
28		250	350	120	50	1
24		145	140	65	40	1
21		115	110	45	30	1
17		40	65	35	25	1
15		20	40	15	40	4
Казематныя орудія.						
17			65	35	25	1
15			40	15	40	4
Легкія орудія.						
10,5		4	20	10		3
8,8		2,5	15,5			5
5			6			12
3,7		0,5	0,9			60
8 mm		0,1	0,05			1600

7. Полная арматура для торпедъ.

1 подводная торпедная труба, діам. 45 cm, вѣситъ около 4000 kg,
1 подводная боковая труба, діам. 45 cm, вѣситъ около 9000 »
1 воздушный насосъ » » 650 »
1 главный собиратель » » 1500 »
1 труба » » 100 »
1 торпедо, діам. 45 cm, » » 550 »

8. Вѣсъ команды, пассажировъ, провіанта, воды.

Вѣсъ, въ среднемъ, принимается:

1 пассажира съ ручнымъ багажомъ 75 до 80 kg, 1 человѣка изъ экипажа съ имуществомъ 75 kg, для 1 офицера всѣ принадлежности 125 kg, для унтеръ-офицера и матроса 30 kg, провіантъ на одного человѣка въ день 2,5 до 3,0 kg, вода на 1 человѣка въ день 5 до 6 kg.

На 1 лицо со включеніемъ провіанта на 3 мѣсяца и воды на 1 мѣсяцъ, а равно и кухонной посуды требуется вѣсъ 400 до 450 kg.

НТБ ДНУЖТ

Приспособленія для команды на судахъ военныхъ вѣсятъ 25 до 28 kg на человѣка.

Толпа людей: 400 до 500 kg/qm. Одинъ человѣкъ вѣситъ въ среднемъ 68 kg.

Провіантъ: въ германскомъ флотѣ принимаютъ на одного человѣка въ недѣлю:

Мясного груза:	3,3 kg	= 0,0234 cbm
Сухого груза:	2,98 kg	= 0,0372 cbm
Хлѣбнаго груза:	4,51 kg	= 0,0106 cbm
Спиртн. напитковъ:	0,50 kg	= 0,0053 cbm.

Для командира: 127 kg, для 1 офицера или палубнаго офицера 40 kg въ недѣлю.

Вода: на одного человѣка въ недѣлю въ герм. флотѣ считаютъ 140 литр. воды для питья, варки и умыванья.

9. Скотъ.

	Вѣсъ kg	Необходимая площадь qm
Тяжелая ломовая лошадь.	715	11,0
Кавалерійская лошадь. . .	560	
Волъ. . .	335—410	3,4—5,6
Корова. .	330—410	8,4—9,3
Свинья.	50—75	0,9—1,1
Овца. .	35—65	

10. Нагрузку судна

см. стр. 485.

11. Балластъ.

Парусныя суда, по Миддендорфу, должны брать съ собою для «продолжительныхъ переходовъ» столько балласта, чтобы ихъ осадка составляла 0,6 до 0,7 осадки подъ полнымъ грузомъ. Въ общемъ при твердомъ балластѣ 0,4 до 0,55 *t*, и при водяномъ балластѣ 0,53 до 0,61 *t* на каждую регистрованную тонну брутто.

НТБ ДНУЖТ

d. Таблица вѣса исполненныхъ судовъ.

1. Торговые пароходы.

ТИПЪ СУДНА.	*L* m	*B* m	*H* m	*P* t	Корпусъ судна t	%	Машинное устройство t	%	Подъемная t	Подъемная %	Бункеры t
Скорые пароходы . . .	202,0	20,42	13,41	23200	11690	50,4	5670	24,4	5840	25,2	4820
Большіе почтовые пароходы .	152,0	18,90	11,60	16900	7600	45,0	1500	8,8	7800	46,2	1500
Большой товарный пароходъ	171,0	18,90	12,50	24200	9250	38,2	1200	5,0	13750	56,8	1430
Малый » »	74,4	10,97	5,72	3330	960	28,9	170	5,1	2200	66,0	400
» » » .	52,0	8,52	4,20	1300	415	32,0	85	6,6	840	61,4	
Рыболовный пароходъ .	42,7	7,5	4,3	490	253	51,6	90	30,0	147	18,4	100
Буксирный морской пароходъ.	36,4	7,0	4,35	365	245	67,0	80	22,0	40	11,0	40
Малый береговой пароходъ.	32,0	5,1	2,30	130	60	46,2	45	34,6	25	19,2	10
Рѣчной винтовой товарный пароходъ	77,5	11,8	2,10	1460	310	21,2		0,8	1140	78,0	10
Рѣчной колесный буксиръ .	65,0	8,3	2,60	795	240	30,0		20,0	400	50,0	60
Пароходъ съ кормовымъ колесомъ . .	22,8	4,75	1,00	44	21	47,5	16	36,5	7	16,0	7
Цѣпной пароходъ .	46,0	6,40	2,50	300	90	30,0	55	18,3	155	51,7	20
Паровой баркасъ. .	13,8	2,97	1,40	20	10	50,0	8	40,0	2	10,0	2

НТБ ДНУЖТ

2. Парусныя суда.

ТИПЪ СУДНА.	*L* m	*B* m	*H* m	*P* t	Судовой корпусъ t	Судовой корпусъ %	Нагрузка t	Нагрузка %	Центръ тяжести судоваго корпуса надъ верхнею гранью киля m	Центръ тяжести нагрузки надъ верхнею гранью киля m
Пятимачтовое полное судно . .	120,0	16,4	9,9	10790	3430	32	7360	68	8,12	5,83
Пятимачтовый баркъ .	109,4	14,84	8,5	7580	2200	29	5380	71	6,97	5,25
Четырехмачтовое полное судно .	95,0	13,87	8,35	6180	1710	28	4470	72	6,85	5,00
Четырехмачтовый баркъ .	95,0	13,87	8,35	4680	1440	31	3240	69	6,56	4,77
Полное судно . . .	80,0	12,25	7,5	4250	1140	27	3110	73	6,15	4,47
Баркъ. .	80,0	12,25	7,5	3235	890	27	2345	73	5,82	4,27
Шкуна-баркъ	40,59	8,3	4,02	660	210	32	450	68	3,30	2,51
Бриггъ .	36,8	7,45	4,00	550	170	31	380	69	3,28	2,57
Шкуна-бриггъ.	32,0	7,7	4,28	540	160	30	380	70	3,51	2,81
Трехмачтовая топсель-шкуна .	36,6	8,1	4,6	655	210	32	445	68	3,77	3,08
шкуна	33,3	7,4	3,61	450	140	31	310	69	2,96	2,25
Шкуна	27,0	6,57	3,20	330	90	37	240	73	2,62	2,03
Трехмачтовая гаффель-шкуна .	33,22	7,47	3,125	445	130	29	315	71	2,56	2,03
Двухмачтовая » .	33,22	8,00	3,125	470	140	30	330	70	2,56	2,00

НТБ ДНУЖТ

3. Военныя суда.

ТИПЪ СУДНА.	*L* m	*B* m	*H* m	*P* m	Судовой корпусъ t	Судовой корпусъ %	Броня t	Броня %	Матеріалы для судна и машины t	Матеріалы для судна и машины %
Линейный корабль .	120,5	20,8	12,77	13150	4300	32,7	4350	33,0	100	0,8
Большой крейсеръ .	120,0	19,6	12,0	9100	3140	34,5	2250	24,7	60	0,7
Малый »	100,0	12,3	7,5	2850	1160	40,6	300	10,5	20	0,7
Канонерская лодка .	62,0	9,7	4,7	975	550	56,4			20	2,1
Торпедная лодка .	63,5	6,2	3,9	400	140	35,0			3	0,8

ТИПЪ СУДНА.	Машинное устройство t	Машинное устройство %	Уголь t	Уголь %	Артиллерія t	Артиллерія %	Торпеды t	Торпеды %	Вооруженіе, экипажъ и т. д. t	Вооруженіе, экипажъ и т. д. %	Центръ тяжести судового корпуса надъ верхнею гранью киля m
Линейный корабль.	1600	12,2	700	5,4	1400	10,7	100	0,8	600	4,4	7,5
Большой крейсеръ . .	1550	17,0	750	8,3	650	7,3	100	0,9	600	6,6	7,6
Малый »	550	19,3	400	14,0	130	4,6	30	1,1	260	9,2	5,6
Канонерская лодка	120	12,3	120	12,3	40	4,1			125	12,8	3,85
Торпедная лодка	135	33,7	100	25,0	5	1,3	9	2,2	8	2,0	2,66 (общій ⊙)

НТБ ДНУЖТ

E. Прочность связей судна.

Разсчетъ прочности долевыхъ связей судна даетъ не дѣйствительныя напряженія въ частяхъ судна, а лишь данныя для сравненія съ напряженіями въ однотипныхъ судахъ.

a. Опредѣленіе изгибающаго момента.

α) Для примѣрныхъ разсчетовъ и нормально построенныхъ судовъ:

$$M = \frac{P\,L}{30}.$$

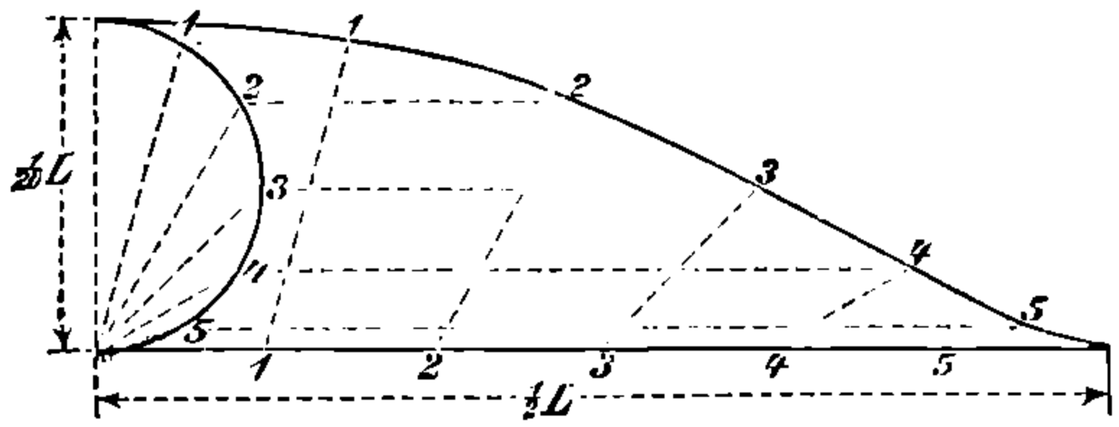
β) Для болѣе точныхъ разсчетовъ различаютъ три случая:

1. судно плаваетъ на гладкой поверхности воды,
2. судно плаваетъ на гребнѣ волны,
3. судно плаваетъ въ пониженной части волны.

Очертаніе волны принимаютъ по трохоидѣ (черт. 30), длина которой L и высота $^1/_{20}\ L$.

Высота волны по Радермахеру $= (^1/_{20}\ L + 0{,}5)$ m,
» » » Кроно $= {}^1/_{15}\ L$ при $L < 100$ m,
$= {}^1/_{20}\ L$ » $L > 100$ m.

Черт. 30.

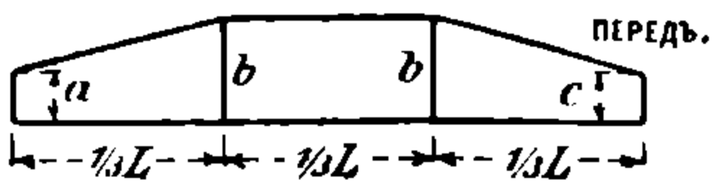


Порядокъ разсчета:
1. Построеніе трохоиды (см. черт. 30).
2. Опредѣленіе кривой нагрузки B (черт. 32).

Если нѣтъ разсчета вѣса, то распредѣленіе груза судового корпуса производится достаточно точно по черт. 31:

для острыхъ судовъ: $a=0{,}653$, $b=1{,}195$, $c=0{,}566$
» полныхъ » $a=0{,}706$, $b=1{,}174$, $c=0{,}596$ $\Big\}\cdot\ \frac{\text{вѣсъ}}{L}$.

Черт. 31.



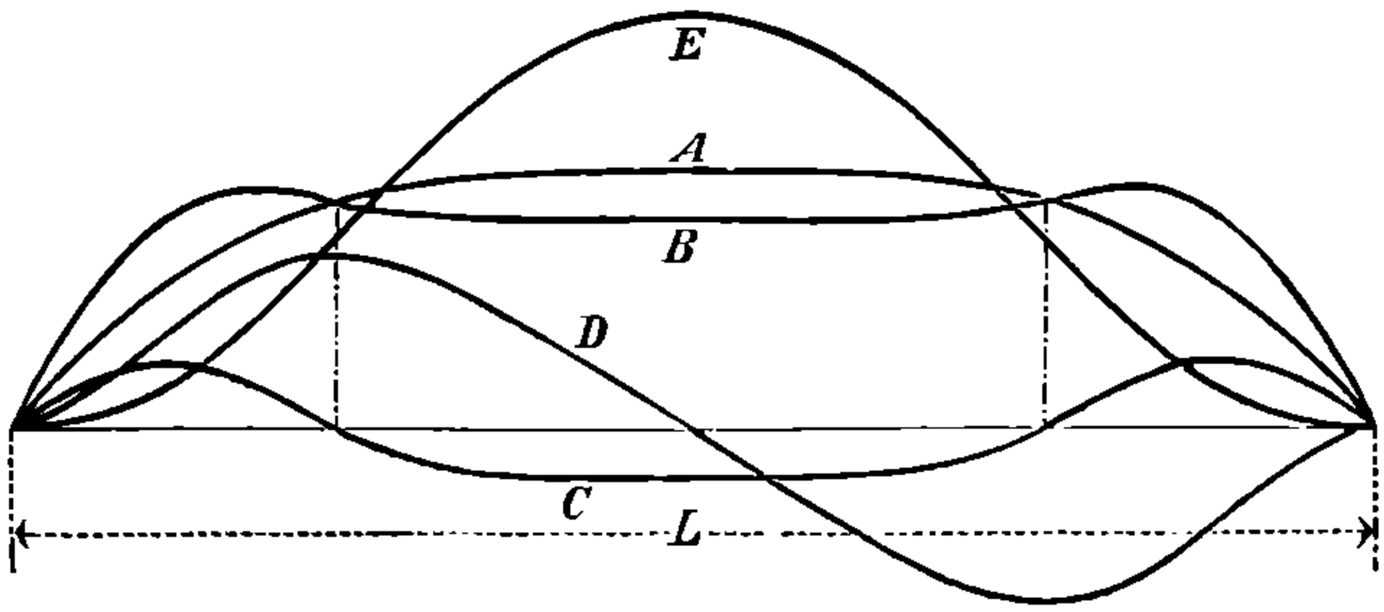
НТБ ДНУЖТ

3. Опредѣленіе кривой водоизмѣщенія *A* по кривой для площадей шпангоутовъ. Она должна имѣть одинаковую площадь съ кривою *B* и одинаковое разстояніе ⊙ отъ перпендикуляра. Это достигается перемѣщеніемъ волны.

4. Построеніе кривой *C* разностей, ординаты которой представляютъ разницы между ординатами кривыхъ *A* и *B*.

5. Кривая перерѣзывающихъ усилій *D* представляетъ первую интегральную кривую отъ *C*.

Черт.



6. Кривая изгибающихъ моментовъ *E* представляетъ интегральную кривую отъ *D*.

Наиболѣе подходящіе масштабы (по Радермахеру):

для *A*, *B* и *C*: 20 mm = 1 t/m,
» *D*: 0,2 mm = 1 t,
» *E*: 0,01 mm = 1 mt.

При большихъ сосредоточенныхъ грузахъ очертанія кривыхъ имѣютъ большею частью неправильную форму.

b. Опредѣленіе момента сопротивленія сѣченія.

Примѣръ. $L = 126{,}00$ m, $B = 16{,}50$ m, $H = 10{,}5$ m, $P = 6500$ t.

Единицы мѣры выбраны въ cm и m для полученія меньшихъ чиселъ. Со стороны вытянутыхъ волоконъ сдѣланъ вычетъ около 12,5% для заклепочныхъ отверстій, со стороны сжатыхъ волоконъ сѣченіе считано все полностью, равно какъ и интеркостельные листы. Дерево принимается въ разсчетъ въ размѣрѣ 4% отъ его толщины. Моменты инерціи отдѣльныхъ связей относительно ихъ собственнаго центра тяжести (какъ требуется по точной формулѣ ч. I, стр. 204) въ разсчетъ не принимаются въ виду незначительнаго ихъ вліянія на общій результатъ. См. разсчетъ на слѣдующей страницѣ.

Дѣйствительная нейтральная ось находится на $5{,}000 - \frac{390}{5815} =$ $= 4{,}933$ m надъ верхнею кромкою киля.

Моментъ инерціи *J* относительно дѣйствительной нейтральной оси составляетъ:

$$140\,186 - 11\,630 \quad 0{,}067^2 = 140\,428 \text{ m}^2 \text{ qcm}.$$

НТБ ДНУЖТ

Схема для вычисленія момента инерціи сѣченія.

Нейтральная ось здѣсь принята приблизительно на высотѣ 5,00 m надъ килемъ для избѣжанія слишкомъ большихъ чиселъ.

Связи	Размѣры (одна сторона) cm	Сѣченіе cm	Плечи относительно принятой оси m	Моментъ m · qcm	Моменты инерціи относительно принят. оси m² · qcm
1. Выше принятой оси:					
Листъ палубн. стрингера верхней палубы.	150 · 1,3	195	5,53	1080	5950
Угольн. палубн. стрингера верхн. палубы .	(9+9) · 1,0	18	5,50	99	544
Палубные листы близъ шахтъ . . .	400 · 0,85	340	5,65	1920	10870
Планки верхней палубы.	435 · 6,5 · 0,04	113	5,68	642	3647
Листы промежуточной палубы . . .	520 · 0,7	364	3,28	1195	3920
Панцырная палуба, горизонт. часть. . .	232 · 1,5	348	2,03	707	1435
Панцырная палуба, наклонныя части. . .	375 · 1,5	563	0,97	546	530
Панцырн. палуба, верх. скрѣпл. угольн. .	(13+9) · 1,5	33	0,00	—	—
Наружн. обшивка, пояса *J*—*L* (три пояса).	430 1,2	516	1,50	774	1160
Наружн. обшивка, двойной листъ пояса *J* .	125 · 1,2	150	0,25	37	6
Наружн. обшивка, поясъ *M*.	120 · 1,3	156	3,96	620	2440
Наружн. обшивка, поясъ *N* подъ окнами .	20 · 1,3	26	4,52	117	530
Наружн. обшивка, поясъ *N* надъ окнами .	68 · 1,3	88	5,29	465	2460
Наружн. обшивка, двойн. листъ пояса *N*	60 · 1,3	78	5,30	414	2180
		2988		8616	35675
2. Ниже принятой оси:					
Наружный килевой листъ. . .	47 · 1,3	61	5,02	306	1540
Внутренній килевой листъ	60 · 1,4	84	5,01	422	2150
Наружн. обшивка, поясъ *A*	133 1,3	173	4,83	836	4040
Наружн. обшивка, пояса *B* до *D* (три пояса)	399 1,2	478	4,33	2070	9000
Наружн. обшивка, поясъ *E*	133 1,2	159	3,56	568	2010
Наружн. обшивка, поясъ *F* . .	133 1,2	159	2,98	474	1410
Наружн. обшивка, поясъ *G* . . .	133 1,2	159	2,13	338	720
Наружн. обшивка, поясъ *H*	133 1,2	159	1,00	159	159
Листы скулового киля (Schlingerkiel).	130 · 0,7	91	3,40	310	1053
Угольники скулового киля	(7,5+4,5) · 0,8 · 2	24	3,15	75	238
Бимсовая полоса скулового киля . .	15 · 0,8	12	3,58	43	154
½ листа средней балки.	118 · 0,65	77	4,41	340	1495
Нижній угольникъ средней балки. . .	(9+9) · 1,5	27	4,98	135	670
Верхній угольникъ средней балки.	(7,5+7,5) · 1,1	16	3,88	62	245
Долев. шпанг. I (отверстія для легкости)	49 · 0,9	44	4,25	187	795
Долев. шпанг. II (отверстія для легкости) .	35 · 0,9	32	4,06	130	527
Долев. шпанг. III (безъ отверстій).	60 0,9	54	3,58	193	690
Долев. шпанг. IV (отверстія для легкости)	36 · 0,8	29	2,68	78	20)
Долев. шпанг. V (отверстія для легкости).	48 · 0,8	38	1,25	48	60
Панцырн. палуба, нижній скрѣпл. угольн.	(15+9) · 1,5	36	0,08	3	—
Внутреннее дно, пояса 1 до 3. . . .	370 · 0,8	296	3,82	1130	4330
Внутреннее дно, поясъ 4	125 · 0,8	100	3,45	345	1190
Внутреннее дно, поясъ 5 . . .	125 · 0,8	100	3,00	300	900
Внутреннее дно, поясъ 6 . .	125 · 1,0	125	2,30	288	663
Внутреннее дно, поясъ 7 . .	125 1,1	138	1,20	166	200
Внутреннее дно, поясъ 8	130 · 1,2	156	0,00	—	—
		2827		9006	34568
		+ 2988		— 8616	+ 35675
		2 · 5815		390	70243
		11630			140486

НТБ ДНУЖТ

c. Опредѣленіе нормальныхъ напряженій въ сѣченіи.

Разстояніе (e) крайняго вытянутаго волокна (со стороны палубы) до нейтральной оси = 10,5 — 4,933 = 5,567 m.
Наибольшій изгибающій моментъ:

$$M = \frac{PL}{30} = \frac{6500 \cdot 126}{30} = 27300 \text{ mt.}$$

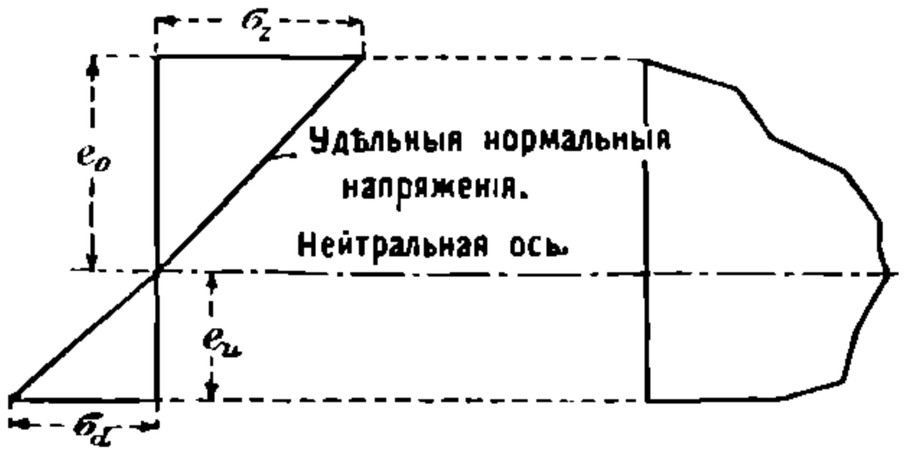
Напряженіе крайняго волокна на растяженіе:

$$= \frac{Me}{J} = \frac{27300 \cdot 5{,}567}{140428} \quad 10 = 10{,}8 \text{ kg/qmm.}$$

Обыкновенно принимаютъ 4 до 5-кратную надежность; для очень длинныхъ океанскихъ пароходовъ достаточна уже 2 до 3-кратная надежность, ибо морскія волны соотвѣтствующей длины и высоты не встрѣчаются (см. ч. I, стр. 275).

Если наибольшую величину удѣльнаго растяженія и сжатія, вычисленную согласно вышеприведеннаго, откладывать какъ ординаты въ конечныхъ точкахъ оси абсциссъ, длина которой равна высотѣ сѣченія судна (черт. 33), то въ случаѣ если разсчетъ правиленъ, прямая, соединяющая концы ординатъ, должна проходить черезъ пересѣченіе нейтральной оси съ осью абсциссъ. Можно также вычислить удѣльное нормальное напряженіе на разстояніи 1,0 m отъ нейтральной оси $= \frac{M}{J}$, отложить его какъ ординату и провести прямую черезъ ея конецъ и пересѣченіе нейтральной оси съ осью абсциссъ. Если удѣльныя напряженія, получаемыя изъ этой діаграммы напряженій, умножать на площади сѣченій, расположенныя на той же высотѣ, интегрировать эти произведенія сверху внизъ и отдѣльныя суммы откладывать какъ ординаты, то получимъ кривую общихъ вытягивающихъ и сжимающихъ напряженій въ сѣченіи (черт. 33). Наибольшая ордината находится на нейтральной оси.

Черт. 33.

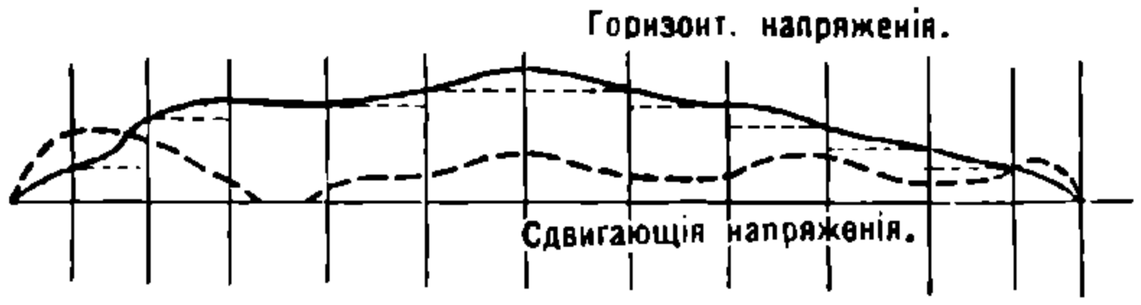


d. Опредѣленіе горизонтальнаго сдвигающаго напряженія.

Если для ряда сѣченій судна опредѣлена кривая общихъ вытягивающихъ и сжимающихъ напряженій, то можно при помощи ординатъ, соотвѣтствующихъ нѣкоторому продольному волокну (напр. заклепочный шовъ на-

НТБ ДНУЖТ

Черт. 34.



ружной обшивки), построить для длины судна какъ оси абсциссъ кривую горизонтальныхъ напряженій, вызываемыхъ въ этомъ волокнѣ (черт. 34). Разность между каждыми двумя ординатами этой кривой (уменьшеніе горизонтальнаго напряженія) можетъ быть снова выражена въ видѣ ординатъ для кривой горизонтальныхъ сдвигающихъ напряженій (черт. 34). По этой кривой опредѣляется приблизительно напряженіе заклепокъ въ соотвѣтствующемъ волокнѣ.

c. Опредѣленіе прогиба судового корпуса.

Если для ряда сѣченій вычислить значеніе $\frac{1}{\varrho} = \frac{M}{E \cdot J} = \alpha \frac{M}{J} = \frac{d^2y}{dx^2}$ (уравненіе для радіуса кривизны упругой линіи), подставляя $\alpha = \frac{1}{E} = \frac{1}{2\,200\,000}$ (для судостроительной стали см. ч. I, стр. 377), то можно по этой формулѣ построить кривую для длины судна какъ оси абсциссъ. Интегрируя эту кривую отъ ея maximum'а по направленію къ концамъ и снова откладывая суммы какъ ординаты, получимъ вспомогательную кривую. Интегрируя снова эту кривую и откладывая значенія какъ ординаты, находимъ приблизительно кривую упругой линіи.

Прогибъ судового корпуса тогда равенъ величинѣ стрѣлки упругой линіи.

F. Скорость и сила машины.

a. Мѣра скорости.

1 узелъ = 1 нѣмецк. морской милѣ въ 1 часъ = $^1/_{60}$ градуса меридіана въ часъ = 1,852 килом. въ часъ = 0,999 морской мили (nautical mile) въ часъ = 0,998 адмиралт. узла въ часъ (admiralty knot) = 1,149 statute mile въ часъ = 0,5144 m/sk = 1,686 англ. футъ/sk.

Если t означаетъ время въ секундахъ, необходимое для прохода одной морской мили, то скорость въ узлахъ = $3600 : t$.

НТБ ДНУЖТ

Разстояніе между узлами лаглиня въ Германіи для 28-секундной склянки (песочныхъ часовъ) = 1852 : 3600 · 28 — 5% на скольженіе (Slip) лаглиня = 13,68 m.

Етмалъ = разстояніе въ морскихъ миляхъ, пройденное отъ полудня до полудня. Для полученія отсюда скорости необходимо принимать въ разсчетъ разность во времени, происходящую отъ вращенія земли; эта разница при переходахъ по направленію на западъ прибавляется къ 24 часамъ, а при переходахъ по направленію на востокъ, напротивъ, вычитается. Подобнымъ же образомъ поступаютъ при вычисленіи средней скорости переѣзда черезъ океанъ по общему пройденному пути.

b. Пробная ѣзда.

До пробной ѣзды необходимо въ точности установить состояніе судна, машинъ и двигателей, въ особенности его осадку и водоизмѣщеніе. При оцѣнкѣ результатовъ должны быть приняты въ разсчетъ возможныя теченія въ массѣ воды. Въ глубокой водѣ могутъ быть достигнуты бо́льшія скорости, чѣмъ въ мелкой.

Проходимые пути измѣряются лаглинемъ, или судно проходитъ заранѣе отмѣренное разстояніе и опредѣляется необходимое для этого время.

Во время ѣзды измѣряютъ силу машины, число ея оборотовъ, а равно и расходъ топлива и воды.

Для опредѣленія силы машины и т. д. при увеличивающейся скорости и постоянномъ водоизмѣщеніи служатъ т. наз. прогрессивныя пробныя поѣздки.

Активнымъ радіусомъ называютъ то число морскихъ миль, которое можетъ быть пройдено судномъ съ опредѣленною скоростью (въ Германіи обыкновенно 10 узловъ) при нормальномъ запасѣ угля. Активный радіусъ опредѣляется по расходу угля на 1 индик. ЛС въ часъ при пробной ѣздѣ.

c. Вычисленіе сопротивленія судна и силы машины.

1. Общія данныя.

Сопротивленіе, въ общемъ, растетъ съ квадратомъ скорости; необходимая работа, равная сопротивленію, умноженному на скорость, растетъ съ третьею степенью скорости.

Эффективная работа N_e (равная индикаторной работѣ N_i за вычетомъ работы тренія судового двигателя + сколь-

НТБ ДНУЖТ

женіе этого двигателя въ водѣ + работа тренія паровой машины + работа насоса), въ общемъ, составляетъ 0,45 отъ N_i.

1 англ. ЛС = 550 англ. фунто-футъ/sk = 76,04 mkg/sk.

Разсчетъ двигателей, слипъ, индикаторное сдвиженіе и т. п. см. стр. 537 и слѣд.

2. Приближенныя формулы.

Могутъ быть примѣняемы лишь для судовъ одинаковой конструкціи, снабженныхъ одинаковыми паровыми машинами и однородными двигателями.

$\alpha)$ $N_i = \otimes\left(\frac{v}{m}\right)^3$ ЛС (Французская формула).

$\beta)$ $N_i = \frac{v^3 \cdot \otimes P^2/_3}{C}$ ЛС (Англійская формула).

$\gamma)$ $N_i = \frac{\otimes \cdot v^3}{C_1}$.

$\delta)$ $N_i = \varrho \times$ поверхность нагрѣва въ qm.

Миддендорфъ даетъ слѣдующія значенія величины ϱ для случаевъ, если не примѣняется искусственная тяга:

Машины съ двойнымъ расширеніемъ (компаундъ).		Машины съ тройнымъ расширеніемъ.		Машины съ четвернымъ расширеніемъ.	
N_i	ϱ	N_i	ϱ	N_i	ϱ
ниже 250	2,50	ниже 400	3,00	ниже 1500	3,30
250 и » 350	2,55	400 и » 600	3,05	1500 и » 2500	3,35
350 » » 550	2,60	600 » » 1000	3,10	2500 » » 4000	3,40
550 » » 850	2,65	1000 » » 1600	3,15	4000 » » 6000	3,45
850 » » 1250	2,70	1600 » » 2400	3,20	6000 » свыше	3,50
1250 » » 1750	2,75	2400 » » 3400	3,25		
1750 » свыше	2,80	3400 » » 4600	3,30		
		4600 » свыше	3,35		

НТБ ДНУЖТ

Типъ судна.	L m	P t	$\otimes$ qm	v Узлы	N_i ЛС	$\frac{N_i}{P}$	m	C	C_1
Большой скорый парох.	202,00	22900	166,5	23,52	37800	1,65	3,86	277	57
» » »	190,50	21385	148,7	22,00	27000	1,31	3,84	292	57
» » » .	153,16	11540	114,7	19,80	16100	1,39	3,83	245	55
» почт. » .	159,32	17460	138,5	16,5	9000	0,52	4,10	336	69
Малый пассаж. парох. .	69,50	2200	44,3	10,0	1050	0,48	3,48	162	43
Парох. для канала. .	103,63		30,0	22,2	8135		3,44		40
» » » .	84,73		32,0	17,0	3545		3,54		45
» » » .	70,00		16,2	17,0	1800		3,37		44
Паровая яхта.	121,92	5710	63,7	15,0	3700	0,645	3,86	294	58
» » . .	116,60	4260	65,3	21,5	9650	2,26	4,12	272	68
Больш. товарн. парох .	170,69	24800	176,0	13,5	5460	0,22	4,29	380	80
» » »	152,40	21115	163,0	12,0	4000	0,19	4,13	330	71
» » »	131,06	12400	115,4	11,0	2500	0,21	3,96	284	62
» » »	105,16	7985	89,7	11,0	1700	0,21	4,12	314	71
Малый » » .	88,10	4580	63,1	10,5	1225	0,27	3,92	264	73
» » »	79,86	3400	59,9	9,0	700	0,21	3,96	234	62
» » » .	62,10	1760	37,3	9,0	440	0,25	3,96	243	62
» » » .	47,30	940	29,4	8,0	350	0,37	3,50	142	43
» » »	37,84	320	13,54	9,0	260	0,82	3,36	130	38
Рыболовный пароходъ	33,53		11,1	10,5	300		2,60		44
Буксирный пароходъ.	40,00	390	17,2	11,0	350	0,89	4,00	142	66
» »	35,00	340	16,1	12,1	520	1,53	3,80	165	55
» » . .	15,24	48	5,2	9,1	150	3,16	3,97	66	26
Ледоколъ . . .	47,25	890	29,8	9,5	500	0,56	3,70	160	51
Малый берегов. парох.	32,00	130	6,9	12,0	225	1,72	3,74	199	53
» » »	26,00	66	4,1	12,0	220	3,33	3,18	128	32
Рѣчной товарный винтовой пароходъ . .	77,40	1460	21,8	6,0	60	0,042	1,98		79
Рѣчной колесный пассажирскій пароходъ .	54,86	252	6,5	13,5	540	2,14	2,90	184	30
Рѣчной колесный пассажирскій пароходъ	40,50	100	3,2	11,1	250	2,53	2,60	118	17
Рѣчн. колесн. буксиръ .	50,30		9,6	10,0	340		3,04		28
Рѣчн. колесн. буксиръ	40,00	212	6,9	10,5	300	1,42	3,00	137	27
Парох. съ корм. колесомъ	46,80	144	3,8	9,0	210	1,44	2,40	97	13
Парох. съ корм. колесомъ	22,80	43	2,4	8,0	80	1,85	2,50	73	15
Баркасъ. .	16,00	28	2,9	9,5	90	3,05	3,06	106	29
»	15,00	23	2,6	8,0	65	2,70	2,75	67	21
» .	16,00		2,2	12,5	180		2,88		24
»	13,20	20	2,6	8,5	40	2,05	3,40	112	39
Линейный корабль.	122,00	13200	156,5	18,0	16000	1,21	3,76	205	57
Большой крейсеръ. .	139,00	11320	136,0	22,5	22000	1,94	4,12	258	70
Малый »	104,00	3300	52,3	22,0	10000	3,06	3,82	235	56
Канонерская лодка	62,00	1000	25,3	13,5	1300	1,33	3,64	250	48
Торпедная лодка. . .	62,50		7,2	30,0	5600		3,20		35

НТБ ДНУЖТ

3. Законъ подобія.

Примѣненіе къ судамъ. Если соотношеніе между линейными размѣрами $= \alpha$ и, слѣд., между водоизмѣщеніями $= \alpha^3$ и скоростями $= \sqrt{\alpha}$, то сопротивленія судовъ относятся между собою какъ α^3 и, слѣд., производительности машинъ какъ $\alpha^3\sqrt{\alpha}$.

Примѣръ:

Исполненное судно	Соотношеніе	Проектъ
$L = 62{,}0$ m	$\alpha = 1{,}13$	70,0 m
$B = 9{,}7$ »	$\alpha = 1{,}13$	11,0 »
$T = 2{,}95$ »	$\alpha = 1{,}13$	3,35 »
$P = 1000$ t	$\alpha^3 = 1{,}44$	1440 t
$v = 13{,}5$ Узл.	$\sqrt{\alpha} = 1{,}06$	14,3 Узл.
$ЛС_i = 1300$	$\alpha^3\sqrt{\alpha} = 1{,}525$	1980

4. Опыты надъ движеніемъ судовъ (буксировка).

Методъ В. Фруде. Сопротивленіе отъ тренія судна и соотвѣтствующей модели вычисляется въ зависимости отъ строенія, абсолютной величины и длины поверхности, погруженной въ воду, и выражается, по Фруде, формулой (въ kg):

$$W_w = \gamma O v^m f, \quad \text{гдѣ}$$

γ вѣсъ воды въ t/cbm; въ среднемъ, для морской воды $\gamma = 1{,}025$ t/cbm, для прѣсной воды $\gamma = 1{,}0$ t/cbm,
O поверхность, погруженная въ воду, въ qm (см. стр. 536),
v скорость судна въ m/sk,
f и m коэффиціенты, имѣющіе нижеслѣдующія значенія:

Для моделей изъ гладкаго парафина.

$m = 1{,}94$, f зависитъ отъ длины модели l въ m:

l	f	l	f	l	f	l	f
0,6	0,2140	2,2	0,1805	3,0	0,1710	4,2	0,1610
1,0	0,2025	2,4	0,1775	3,2	0,1689	4,6	0,1585
1,5	0,1915	2,6	0,1750	3,4	0,1669	5,0	0,1565
2,0	0,1830	2,8	0,1730	3,8	0,1638	6,0	0,1520

НТБ ДНУЖТ

Для судовъ съ гладкою поверхностью обшивки (не покрыто морскими раковинами и т. под.).

Длина L судна по C W L m	Желѣзный корпусъ съ любою масляной окраской; лакъ		Новая обшивка изъ красной мѣди или цинка		Старая обшивка изъ красн. мѣди (корветъ «Greyhound»)	
	f	m	f	m	f	m
5	0,1780	1,8507	0,1633	1,9015	0,2263	1,8660
10	0,1622	1,8427	0,1590	1,8525	0,2087	1,8525
20	0,1572	1,8290	0,1563	1,8270	0,1985	1,8430
30	0,1555	»	0,1546	»	0,1945	»
40	0,1540	»	0,1533	»	0,1925	»
50	0,1530		0,1522	»	0,1906	
60	0,1515		0,1510	»	0,1895	
70	0,1502		0,1502	»	0,1882	
80	0,1490		0,1498		0,1873	
90	0,1480		0,1490		0,1862	
100	0,1472		0,1485		0,1855	
110	0,1468	»	0,1483		0,1852	»
120	0,1460	1,8290	0,1482	1,8270	0,1846	1,8430

Если α есть соотношеніе между линейными размѣрами модели и судна, то вычисленное сопротивленіе отъ тренія модели вычитаютъ изъ общаго сопротивленія движенію модели, опредѣленнаго опытнымъ путемъ (буксировкой), полученный остатокъ умножаютъ на α^3, прибавляютъ къ вычисленному сопротивленію тренія судна и находятъ общее сопротивленіе судна.

$$N_i = \frac{W \cdot v}{75} : 0{,}37, \quad \text{гдѣ}$$

W = общее сопротивленіе судна,
v = скорость судна въ m/sk.

5. Ранкинъ.

$$N_i = \frac{v^3}{1850} L G (1 + 4 \sin^2 \varphi + \sin^4 \varphi), \quad \text{гдѣ}$$

v = скорость судна въ узлахъ,
L = длина судна въ m,
G = средній погруженный въ воду периметръ шпангоута въ m,
φ = средній уголъ ватерлиній съ осью судна въ передней его части.

Эта формула примѣняется только для очень острыхъ судовъ ($\delta < 0{,}50$, $\alpha < 0{,}66$).

6. Кирнъ.

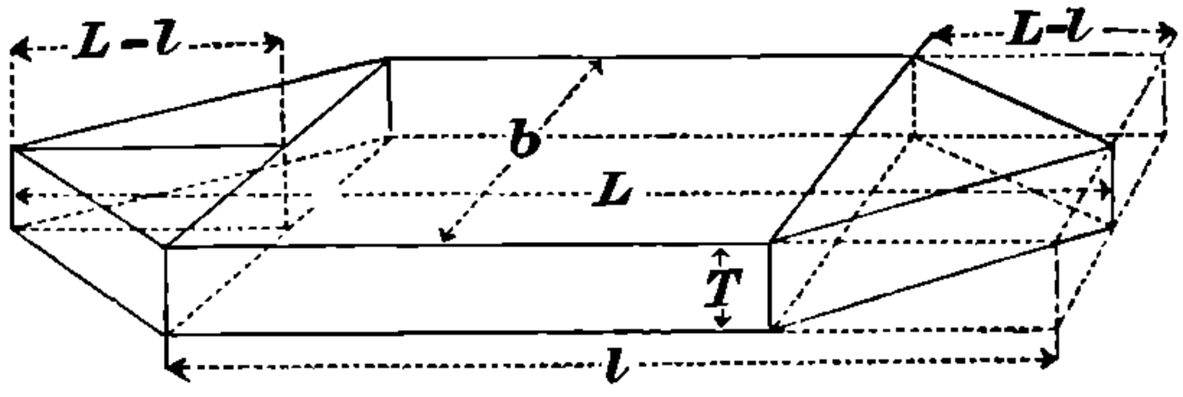
Поверхность тренія $0 = x \cdot$ (дно + боковая поверхность) сплошного тѣла (черт. 35).

НТБ ДНУЖТ

Для этого тѣла имѣемъ $b = \frac{\otimes}{T}$; $l = \frac{V}{\otimes}$; площадь дна $= l\,b$;

боковыя поверхности $= T\left[2 \cdot (2l - L) + 4\sqrt{(L-l)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}\right]$.

Черт. 35.



Для особенно полныхъ судовъ . . . . . $x = 0{,}98$,
» обыкновенныхъ морск. пароходовъ $x = 0{,}97$,
» морск. пароходовъ средней остроты $x = 0{,}95$,
» очень острыхъ судовъ . . . . $x = 0{,}92$.

Если уголъ на концахъ разсчетнаго тѣла $= \varphi$, такъ что

$$\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2} = \frac{b}{2\,(L-l)},$$

то по вышеприведенному способу находимъ слѣдующія соотношенія:

Родъ судна	Среднія скорости въ узлахъ	$\frac{L-l}{l}$	Уголъ φ
Большіе быстроход. океанскіе пароходы	14 и болѣе	0,30—0,36	18^0—15^0
Обыкновенные большіе океанскіе пароходы	12 до 14	0,26—0,30	21^0—18^0
Обыкновенные товарные пароходы .	10 до 12	0,22—0,26	30^0—22^0

Для судовъ, указанныхъ въ вышеприведенной таблицѣ, имѣемъ

$$N_i = 0{,}532 \cdot F \cdot (0{,}1 \cdot v)^3, \quad \text{гдѣ}$$

F = поверхность сплошного тѣла въ qm,
v = скорость судна въ узлахъ.

Для судовъ съ острыми очертаніями и высокою степенью полезнаго дѣйствія машины можно принимать вмѣсто 0,532 величину 0,425; для широкихъ и тяжелыхъ судовъ: 0,64 до 0,745.

7. По Миддендорфу.

Пусть обозначаютъ:
L длину по штевнямъ въ WL въ m,
B наибольшую ширину главнаго шпангоута въ m,
T осадку безъ киля въ m,
$\otimes$ часть плоскости миделя, погруженную въ воду, въ qm,
F погруженную въ воду поверхность судна,
f площадь круга гребного винта или гребныхъ винтовъ, а у колесныхъ пароходовъ поверхность двухъ лопатокъ гребного колеса въ qm,

НТБ ДНУЖТ

V скорость судна въ узлахъ,
v скорость судна въ m/sk,
W общее сопротивленіе въ kg,
W_1 общее сопротивленіе, за вычетомъ сопротивленія отъ тренія, въ kg,
W_2 сопротивленія отъ тренія въ kg,
N_e эффективную производительность въ ЛС,
N_i индикаторную » » ЛС,
ζ, ε, η коэффиціенты по нижеприводимымъ таблицамъ.

I $$W_1 = \varepsilon \frac{\otimes B v^{2,5}}{\sqrt{B^2 + \zeta L^2}}.$$

II $$\begin{cases} W_2 = 0{,}16 F v^{1,85} \text{ для винтовыхъ пароходовъ.} \\ W_2 = 0{,}16 F (1{,}2\, v)^{1,85} \text{ для колесныхъ пароходовъ.} \end{cases}$$

III $$W = W_1 + W_2.$$

IV. $$N_e = \frac{W}{75}\left(v + \sqrt{\frac{W}{160 f}}\right).$$

V $$N_i = \eta N_e.$$

Значенія для ζ.

$L:B$	ζ	$L:B$	ζ	$L:B$	ζ
менѣе 8,5	2,00	9,3— 9,4	1,79	10,2—10,3	1,41
8,5—8,6	1,99	9,4— 9,5	1,75	10,3—10,4	1,38
8,6—8,7	1,98	9,5— 9,6	1,71	10,4—10,5	1,35
8,7—8,8	1,97	9,6— 9,7	1,67	10,5—10,6	1,32
8,8—8,9	1,95	9,7— 9,8	1,62	10,6—10,7	1,29
8,9—9,0	1,92	9,8— 9,9	1,58	10,7—10,8	1,27
9,0—9,1	1,89	9,9—10,0	1,54	10,8—10,9	1,25
9,1—9,2	1,86	10,0—10,1	1,50	10,9—11,0	1,24
9,2—9,3	1,83	10,1—10,2	1,45	11,0 и болѣе	1,23

Значенія для ε.

$L:v^2$	ε	$L:v^2$	ε	$L:v^2$	ε	$L:v^2$	ε	$L:v^2$	ε	$L:v^2$	ε	$L:v^2$	ε
0,10	24,3	0,20	21,9	0,30	19,9	0,40	18,0	0,60	14,8	0,80	12,3	1,00	10,8
0,11	24,0	0,21	21,7	0,31	19,7	0,42	17,6	0,62	14,5	0,82	12,1	1,02	10,7
0,12	23,8	0,22	21,5	0,32	19,5	0,44	17,3	0,64	14,3	0,84	12,0	1,04	10,6
0,13	23,5	0,23	21,3	0,33	19,3	0,46	17,0	0,66	14,0	0,86	11,8	1,06	10,5
0,14	23,3	0,24	21,1	0,34	19,1	0,48	16,6	0,68	13,7	0,88	11,6	1,08	10,4
0,15	23,0	0,25	20,9	0,35	18,9	0,50	16,3	0,70	13,5	0,90	11,4	1,10	10,3
0,16	22,8	0,26	20,7	0,36	18,7	0,52	16,0	0,72	13,2	0,92	11,3	1,12	10,3
0,17	22,6	0,27	20,5	0,37	18,5	0,54	15,7	0,74	13,6	0,94	11,2	1,14	10,2
0,18	22,4	0,28	20,3	0,38	18,4	0,56	15,4	0,76	12,8	0,96	11,0	1,16	10,2
0,19	22,1	0,29	20,1	0,39	18,2	0,58	15,1	0,78	12,5	0,98	10,9	1,18	10,1
												1,20 и болѣе	10,0

НТБ ДНУЖТ

Значенія для η.

N_e	η	N_e	η	N_e	η	N_e	η
менѣе 10	1,73	230—250	1,57	680—720	1 41	151 —1590	1,25
10—20	1,72	250—270	1,56	720—760	1,40	1590—1670	1,24
20—30	1,71	270—290	1,55	760—800	1,39	1670—1770	1,23
30—40	1,70	290—310	1,54	800—840	1,38	1770—1870	1,22
40—50	1,69	310—330	1,53	840—880	1,37	1870—1980	1,21
50—60	1,68	330—355	1,52	880—930	1,36	1980—2090	1,20
60—70	1,67	355—385	1,51	930—980	1,35	2090—2220	1,19
70—85	1,66	385—410	1,50	980—1030	1,34	2020—2370	1,18
85—100	1,65	410—440	1,49	1030—1080	1,33	2370—2540	1,17
100—115	1,64	440—470	1,48	1080—1130	1,32	2540—2730	1,16
115—135	1,63	470—510	1,47	1130—1180	1,31	2730—3000	1,15
135—150	1,62	510—530	1,46	1180—1240	1,30	3000—3500	1,14
150—175	1,61	530—560	1,45	1240—1300	1,29	3500—4000	1,13
175—190	1,60	560—600	1,44	1300—1370	1,28	4000—5000	1,12
190—210	1,59	600—640	1,43	1370—144	1,27	5000—6000	1,11
210—230	1,58	640—680	1,42	1440—1510	1,26	6000 и болѣе	1,10

Значенія величинъ $v^{1,85}$, v^2, $v^{2,5}$.

V	v	$v^{1,85}$	v^2	$v^{2,5}$	V	v	$v^{1,85}$	v^2	$v^{2,5}$
5,0	2,57	5,75	6,62	10,63	16,5	8,49	52,34	72,14	210,24
5,5	2,83	6,86	8,02	13,49	17,0	8,75	55,31	76,58	226,53
6,0	3,09	8,06	9,54	16,77	17,5	9,01	58,36	81,15	243,56
6,5	3,35	9,34	11,20	20,48	18,0	9,27	61,48	85,85	261,33
7,0	3,60	10,71	12,98	24,65	18,5	9,52	64,68	90,69	279,86
7,5	3,86	12,17	14,91	29,29	19,0	9,78	67,95	95,66	299,15
8,0	4,12	13,72	16,96	34,41	19,5	10,04	71,29	100,76	319,22
8,5	4,38	15,34	19,15	40,05	20 0	10,30	74,71	105,99	340,02
9,0	4,63	17,05	21,46	46,20	20,5	10,55	78,20	111,36	361,74
9,5	4,89	18,85	23,91	52,88	21,0	10,81	81,77	116,86	384,20
10,0	5,15	20,72	26,50	60 12	21 5	11,07	85,40	122,49	407,48
10,5	5,41	22,68	29,21	67,92	22,0	11,33	89,12	128,25	431,59
11,0	5,66	24,72	32,06	76,29	22 5	11,58	92,90	134,15	456,53
11,5	5,92	26,84	35,04	85,26	23,0	11,84	96,75	140,17	482,32
12,0	6,18	29 04	38,16	94,83	23,5	12,10	100,68	146,33	508,96
12,5	6,43	31,32	41,40	105,02	24,0	12,35	104,68	152,63	536,46
13,0	6,69	33,67	44,78	115,84	24,5	12,61	108,75	159,05	564,84
13,5	6,95	36,11	48,29	127,31	25,0	12 87	112,89	165,61	594,10
14,0	7,21	38,62	51,94	139,42	25,5	13,13	117,10	172,30	624,25
14,5	7,46	41,21	55,71	152,21	26,0	13,38	121,39	179,13	655,30
15,0	7,72	43,88	59,62	165,67	26,5	13,64	125,74	186,08	687,27
15,5	7,98	46,6	63,66	179,82	27,0	13.90	130,16	193,17	720 15
16,0	8,24	49,44	67,83	194,68	27,5	14,16	134,66	200,39	753,95

НТБ ДНУЖТ

V	v	$v^{1,85}$	v^2	$v^{2,5}$	V	v	$v^{1,85}$	v^2	$v^{2,5}$
28,0	14,41	139,22	207,74	788,69	32,0	16,47	178,24	271,34	1101,20
28,5	14,67	143,86	215,23	824,37	32,5	16,73	183,42	279,88	1144,80
29,0	14,93	148,56	222,85	861,02	33,0	16,99	188,68	288,56	1189,30
29,5	15,19	153,33	230,60	898,60	33,5	17,24	194,00	297,37	1234,90
30,0	15,44	158,18	238,48	937,16	34,0	17,50	199,39	306,31	1281,50
30,5	15,70	163,09	246,50	976,70	34,5	17,76	204,85	315,39	1329,10
31,0	15,96	168,07	254,64	1017,20	35,0	18,02	210,38	324,60	1377,80
31,5	16,22	173,12	262,93	1058,80					

8. По Аеанасьеву.

γ) Формулы Аоанасьева*).

a) Для v_{max} имѣемъ:

$$N_i = \frac{1000}{1-s}\sqrt[3]{\frac{B \cdot P^2}{L^2}}\sqrt[3]{\left(\frac{v_{max}}{A}\right)^{10}}$$

b) для небольшихъ скоростей:

$$\frac{N_i}{N_{i\,max}} = \frac{1}{2}\left(1+\frac{v^2}{v_{max}{}^2}\right)\sqrt[3]{\left(\frac{v}{v_{max}}\right)^7}$$

гдѣ: s = слипъ двигателя, v скорость въ узлахъ, A = коэффиціентъ по нижеслѣдующей таблицѣ, B ширина судна, P вѣсъ судна, L длина судна.

Значенія для A.

Винты	Колеса	Судовые корпуса			
		окрашены		покрыты мѣдью	
		m	англ. футы	m	англ. футы
полированы	подвиж.лопасти	29,5	26	30,5	27
неполиров.	неподв. лопасти	29	25,5	30	26,5

d. Методы для опредѣленія поверхности судна, погруженной въ воду.

1. Очертанія шпангоутовъ до WL

обмѣряются, соединяются, по правилу Симпсона, и помножаются на 1,015 до 1,030 (въ зависимости отъ полноты судна).

2. Формула Буржуа.

$F = \varepsilon L(B+2T)$, гдѣ $\varepsilon = 0{,}65$ до $0{,}78$.

*) Докладъ на Congrès d'Architecture et Const. Nav. въ Парижѣ, 1900.

НТБ ДНУЖТ

3. Формула Денни.

$$F = L\,B\,\frac{\delta}{\beta} + 1{,}7\,L\,T\,.$$

4. По Дюпре.

$$F = 2 \cdot L \cdot \sqrt{\otimes}.$$

5. По Рота.

$$F = 0{,}95\ \frac{\delta}{\beta}\ U + 2 \cdot T\left(1 - \frac{\delta}{\beta}\right), \quad \text{гдѣ}$$

$U =$ периметръ $\otimes$ до W L.

II. СУДОВЫЯ МАШИНЫ И ДВИГАТЕЛИ.

A. Двигатели.

a. Гребныя колеса.

Обозначенія:
W сопротивленіе судна въ kg,
v, скорость судна въ m/sk (см. стр. 527 и слѣд.),
l длина и h высота лопастей въ m,
m число лопастей каждаго колеса,
$A = 2\,l\,h = 2$ площадямъ лопасти въ qm,
d діаметръ, измѣренный между центрами давленія на лопасти, въ m,
γ вѣсъ 1 cbm воды въ kg,
g ускореніе отъ силы тяжести $= 9{,}81$ m/sk^2,
u скорость по окружности (центровъ давленія на лопасти) въ m/sk,

[Центръ давленія на лопасти принимается въ Англіи на $^1/_3\,h$, во Франціи и Германіи на $^1/_2\,h$, считая отъ наружнаго ребра лопасти.]

c разстояніе отъ уровня воды до наружныхъ реберъ лопастей,
n число оборотовъ колеса въ минуту.

$$W = m\,A\,\frac{\gamma\,\xi}{2\,\pi\,g}\,u^2\left[\vartheta_1 - \frac{v_s}{u}\ \vartheta_2 + \left(\frac{v_s}{u}\right)^2 \vartheta_3\right] = m\,A\,\frac{\gamma\,\xi}{2\,\pi\,g}\,u^2\,\Omega.$$

ξ по Кампаньяку $= 1{,}21$ до $3{,}9$; по Дюбуа $= 1{,}433$; по Понселе $= 1{,}333$; по Дюшевеку $= 1{,}254$.

$v_s : u$ находится въ предѣлахъ 0,7 и 0,85 соотвѣтственно скольженію (Slip) въ 30 до 15% (см. стр. 540). При среднемъ значеніи $v_s : u = 0{,}8$ имѣемъ для разныхъ угловъ φ, подъ которыми лопасть входитъ въ воду, для ϑ и Ω слѣдующія значенія:

НТБ ДНУЖТ

φ въ градусахъ	φ въ длинѣ дуги	ϑ_1	ϑ_2	ϑ_3	Ω	η
20	0,3491	0,34202	0,67046	0,32868	0,01601	0,782
25	0,4363	0,42262	0,81932	0,39746	0,02154	0,773
30	0,5236	0,50000	0,95661	0,45830	0,02802	0,754
35	0,6109	0,57358	1,08075	0,51068	0,03582	0,735
$37^1/_2$	0,6545	0,60876	1,13746	0,53356	0,04027	0,724
40	0,6981	0,64279	1,19051	0,55426	0,04511	0,713
45	0,7854	0,70711	1,28540	0,58926	0,05592	0,685
50	0,8727	0,76604	1,36511	0,61620	0,06832	0,652

Полезное дѣйствіе $\eta = \frac{v_s}{u} \frac{\Omega}{\varphi - 2\frac{v_s}{u}\vartheta_1 + \left(\frac{v_s}{u}\right)^2 \frac{\vartheta_2}{2}}$.

Для **соотношенія** между длиной и высотой лопасти $l : h$ имѣемъ:

для скорыхъ морскихъ колесныхъ пароходовъ (почтовые пароходы Англія-Континентъ — скорость больше 14 узловъ) $h = 0{,}38$ до $0{,}48\ l$; въ среднемъ $0{,}43\ l$;

для береговыхъ пароходовъ (8 до 16 узловъ) $h = 0{,}23$ до $0{,}30\ l$;

для рѣчныхъ колесныхъ пароходовъ ($7^1/_2$ до 11 узловъ) h въ среднемъ $= 0{,}17$ до $0{,}24\ l$.

Величина l у морскихъ пароходовъ составляетъ $^1/_3\ B$, у рѣчныхъ до $^1/_2\ B$.

Для **діаметра** D **по наружнымъ кромкамъ лопастей** имѣемъ:

для скорыхъ морскихъ колесныхъ пароходовъ съ подвижными лопастями $D = 5{,}3$ до $5.5\ h$;

для береговыхъ пароходовъ $D = 8\ 1$ до $8{,}8\ h$;

для небольшихъ рѣчныхъ пароходовъ съ неподвижными лопастями $D = 8{,}2$ до $10\ h$;

для новѣйшихъ рѣчныхъ буксирныхъ пароходовъ $D = 4{,}2$ до $5{,}5\ h$.

Кромѣ того, отношеніе $e : D = 0{,}22$ до 0.24 для большихъ скорыхъ пароходовъ съ подвижными лопастями. Для меньшихъ пароходовъ имѣемъ вообще, по Скоттъ-Русселю, $e : D = 0{,}17$ до $0{,}22$. Внутренняя кромка лопастей должна погружаться въ воду не менѣе, чѣмъ на 100 mm.

Внутренній діаметръ D_1 гребного колеса приблизительно равенъ:

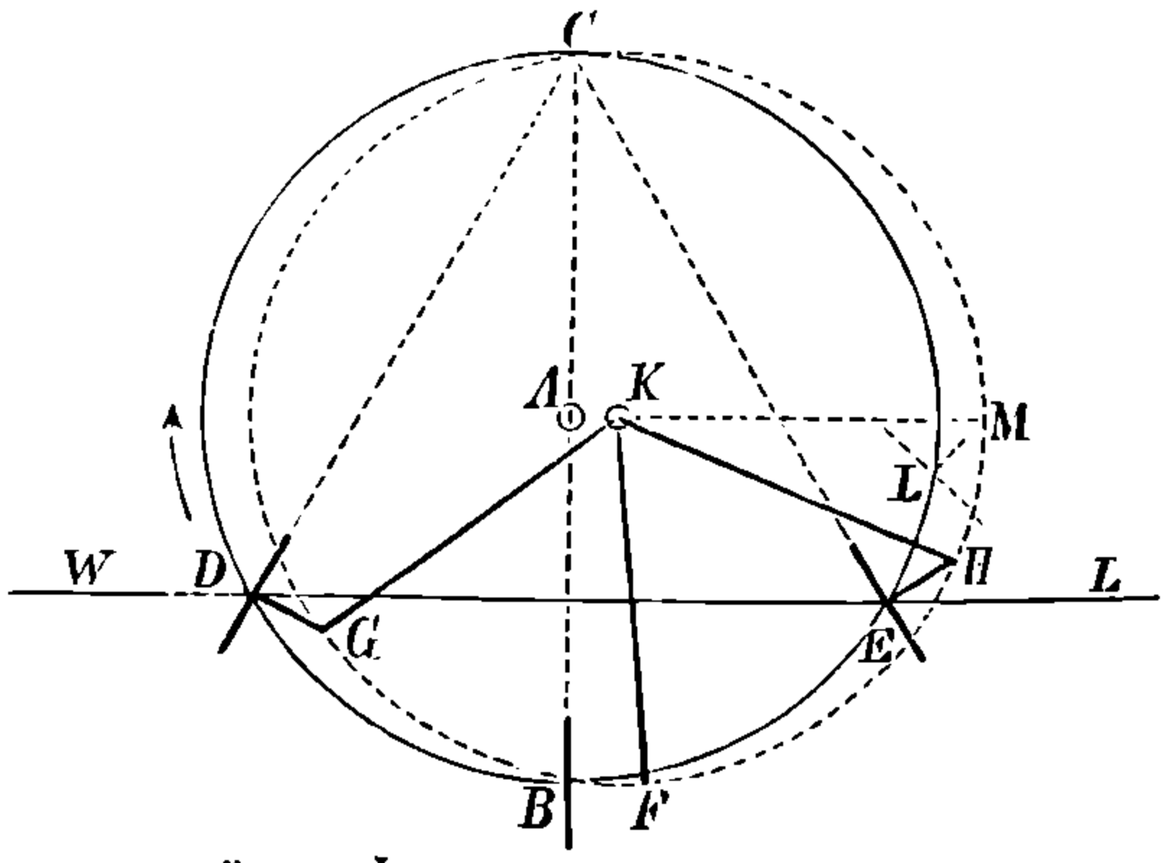
$D_1 = 1{,}1$ до $1{,}15\ \frac{1852\,v}{60\,\pi\,n} = 11$ до $11{,}5\ \frac{v}{n}$, гдѣ v скорость судна въ узлахъ. Обыкновенно $n = 20$ до 30, въ новѣйшее время $n = 40$ до 50 обор./мин.

НТБ ДНУЖТ

Разстояніе между лопастями, считая по окружности центровъ давленія, составляетъ 0,9 до 1,2 m, для рѣчныхъ судовъ до 0,7 m, при подвижныхъ лопастяхъ до 1,9 m. Число лопастей, одновременно погруженныхъ въ воду, должно быть не менѣе 3.

Построеніе колесъ съ подвижными лопастями (черт. 36).

Черт. 36.



WL — ватерлинія, C — средина колеса, имѣющаго двойной радіусъ и неподвижныя лопасти. Проводимъ CD, CB, CE и перпендикулярно къ нимъ рычаги лопастей DG, BF и EH, длина которыхъ $= 0{,}6\ h$. Центръ круга, проходящаго черезъ GFH, представляетъ средину эксцентрической цапфы для механизма, передвигающаго лопасти. Слѣдуетъ произвести пробу, не задѣваетъ ли тяга къ рычагу въ ея положеніи KM за плоскость лопасти; въ противномъ случаѣ лопасть въ этомъ мѣстѣ вырѣзается.

Вѣсъ гребного колеса въ kg опредѣляется приблизительно:

для неподвижныхъ лопастей . $14\,b\,d\sqrt{N_i}$,

для подвижныхъ » $26\,b\,d\sqrt{N_i}$,

гдѣ d діаметръ круга, проходящаго черезъ центры давленій на лопасти, и b ширина лопастей; обѣ величины въ m.

Напряженіе для желѣза допущено въ 1000 kg/qcm; N_i индикаторная работа машины въ ЛС.

b. Гребной винтъ.

Въ нижеслѣдующемъ означаютъ:

D діаметръ гребного винта въ m, т.-е. діаметръ круга, описываемаго концами лопастей,

H ходъ винта въ m или величина хода каждой точки винтовой поверхности лопасти или то разстояніе, на которое перемѣщалась бы по направленію вала каждая точка на поверхности лопасти при одномъ оборотѣ вала, если бы винтъ перемѣщался въ твердомъ тѣлѣ,

A развернутая на плоскости поверхность каждой лопасти въ qm, т.-е. та площадь, которую занимала бы поверх-

НТБ ДНУЖТ

ность лопасти, если бы эта поверхность была разложена на плоскости,
z число винтовыхъ лопастей,
N_i индикаторная производительность машины въ ЛС для одного винта,
n число оборотовъ вала въ минуту,
V скорость судна въ узлахъ (морскихъ миляхъ въ часъ, морская миля (узелъ) = 1852 m),
C поступательное движеніе винта въ морскихъ миляхъ, т.-е. путь въ морскихъ миляхъ, который былъ бы пройденъ винтомъ въ часъ, если бы онъ вращался въ твердомъ тѣлѣ,
S кажущійся слипъ (скольженіе) въ %,
s дѣйствительный слипъ (скольженіе) въ %,
P индикаторная поступательно-сдвигающая сила для одного винта въ kg.

Форма винта. Поверхность лопастей, направленная назадъ и при переднемъ ходѣ судна производящая давленіе на воду, называется поверхностью давленія. Эта поверхность представляетъ часть простой винтовой поверхности.

Каждая лопасть винта составляетъ отдѣльную винтовую поверхность; винтъ о трехъ лопастяхъ представляетъ трехходовой винтъ. Примѣняются винты правоходовые и лѣвоходовые. У двухвинтовыхъ судовъ всегда одинъ винтъ правый, а другой лѣвый. Производящія винтовыхъ поверхностей имѣютъ наклонъ назадъ подъ угломъ 0^0 до 20^0, большею частью 8^0. Наклонъ дѣлается тѣмъ больше, чѣмъ больше число оборотовъ. Наклонъ производящей имѣетъ цѣлью отбрасывать назадъ ту воду, которая увлекается треніемъ и отбрасывается наружу центробѣжною силой, отчего увеличивается степень полезнаго дѣйствія. Винты, у которыхъ производящая нормальна къ оси, хорошо оправдались при весьма большомъ числѣ оборотовъ. Лопасти съ наклонною производящею см. черт. 37.

Лопасти, развернутыя на плоскости, имѣютъ большею частью эллипсовидную форму съ уширеніемъ къ ступицѣ. Черт. 38.

У мелко сидящихъ буксирныхъ пароходовъ съ большою поверхностью лопастей встрѣчаются формы лопастей, значительно уширяющіяся по направленію къ периферіи.

Число лопастей большею частью 4, только у военныхъ судовъ и небольшихъ быстроходныхъ судовъ 3. Винты о двухъ лопастяхъ больше не строятся.

Индикаторная поступательно-сдвигающая сила. Работа, производимая машиною при одномъ оборотѣ, должна бы быть теоретически равна работѣ поступательно-сдвигающей силы, производимой винтомъ при одномъ его оборотѣ. Это теоретическое сдвиженіе, или такъ наз. индикаторное сдвиженіе, опредѣляется изъ уравненія

$$P = \frac{N_i \cdot 75 \cdot 60}{n\,H}.$$

НТБ ДНУЖТ

Степень полезнаго дѣйствія винта. Эффективная производительность, затрачиваемая на вращеніе винта, равна

$$N_e = \eta N_i.$$

Значеніе η колеблется между 0,8 для машинъ малыхъ и до 500 ЛС$_i$ и 0,95 для большихъ и наибольшихъ установокъ.

Степень полезнаго дѣйствія винта равна

$$\eta_s = \frac{\text{полезной работѣ осевого сдвиженія}}{\text{эффективную производительность}} = \frac{N_u}{N_e}.$$

Степень полезнаго дѣйствія η_s колеблется у лучшихъ и наиболѣе извѣстныхъ винтовъ между 60 и 70%; у винтовъ обыкновенной конструкціи меньше.

Вычисленіе діаметра винта. Діаметръ винта долженъ быть тѣмъ больше, чѣмъ больше площадь нулевого шпангоута; съ другой стороны, діаметръ винта не долженъ быть настолько великъ, чтобы лопасти могли выходить изъ воды. Діаметръ винта въ mm опредѣляется изъ уравненія:

$$D = K_1 \sqrt{\frac{N_i}{\left(\frac{nH}{100}\right)^3}};$$

гдѣ K_1 число, которое опредѣляется изъ слѣдующей таблицы:

Таблица 1.

Постоянныя K_1 и K_2 для разсчета винта по Sealon'y, Pocket-book of marine engineering.

Родъ судна	Скорость V въ узлахъ	Число винтовъ	Число лопастей	K_1	K_2	Матеріалъ лопастей
1. Полные товарные пароходы . .	8—10	1	4	0,87—0,90	1,8—1,6	Чугунъ
2. Товарные пароходы, имѣющіе очертаніе средней полноты	10—13	1	4	0,92—0,97	1,6—1,4	Чугунъ
3. Почт. и пас. пароходы, полные.	13—17	1	4	1,00—1,05	1,4—1,2	Бронза или литая сталь
4. тоже	13—17	2	4	1,05—1,10	1,3—1,2	Бронза или литая сталь
5. » весьма полные	17—22	1	4	1,08—1,13	1,2—1,0	Бронза
6. »	17—22	2	3	1,13—1,18	1,0—0,8	Бронза
7. Военныя суда	16—22	2	4	1,08—1,15	1,1—1,0	Бронза
8. » »	16—22	2	3	1,13—1,21	0,8—0,7	Бронза
9. Торпедныя лодки .	20—26	1	3	1,23—1,38	0,7—0,5	Бронза

НТБ ДНУЖТ

Скорые пароходы съ двумя винтами о 4 лопастяхъ попадаютъ между 6 и 7 (постоянная K_1 до 1,2).

Если опредѣленный такимъ образомъ діаметръ винта получается слишкомъ большимъ для заданной осадки, и притомъ настолько, что концы лопастей вверху будутъ находиться близко отъ поверхности воды, то производительность машины должна быть распредѣлена на два винта.

Погруженіе винта. Мѣра, на которую долженъ быть погруженъ въ воду конецъ лопасти, считая отъ поверхности воды, составляетъ у большихъ судовъ 200 до 600 mm; у малыхъ скороходныхъ судовъ, имѣющихъ кормовой валъ большаго діаметра, концы лопастей могутъ касаться уровня строевой ватерлиніи судна.

Вычисленіе размѣровъ поверхности винта. Давленіе на единицу поверхности лопасти $\frac{P}{z\,A}$ принимаютъ равнымъ 0,3 до 0,9 kg/qcm; при этомъ принимаютъ меньшія значенія для полныхъ товарныхъ пароходовъ или медленно идущихъ судовъ, снабженныхъ быстроходными машинами, а наибольшія значенія — для торпедныхъ лодокъ; у скорыхъ пароходовъ встрѣчается давленіе въ 0,6 до 0,7 kg/qcm. Общую поверхность лопастей у винта находимъ точнѣе изъ уравненія

$$z\,A = K_2 \sqrt{\frac{N_i}{n}};$$

гдѣ значенія для K_2 берутся изъ вышеприведенной таблицы.

Для обыкновенныхъ соотношеній находимъ величину развернутой площади изъ соотношенія:

$$\frac{\text{развернутая площадь}}{\text{площадь круга}} =$$

= 0,3 до 0,33 у торпедныхъ лодокъ и торпедныхъ крейсеровъ,
= 0,33 до 0,39 у большихъ быстроходныхъ пароходовъ и товарныхъ пароходовъ, снабженныхъ медленно вращающимися машинами,
= 0,39 до 0,45 у медленно движущихся пароходовъ, снабженныхъ быстроходными машинами,
= 0,45 до 0,8 у мелкосидящихъ лодокъ съ малыми винтами и особенно у буксировъ.

Чѣмъ больше величина сдвиженія и чѣмъ меньше діаметръ винта, тѣмъ болѣе увеличивается это соотношеніе; оно получается естественно наибольшимъ для буксирныхъ пароходовъ, у которыхъ къ сопротивленію парохода прибавляется еще сопротивленіе перемѣщаемаго судна.

Вычисленіе подъема винта. Отношеніе подъема винта къ его діаметру колеблется между 0,9 и 1,5; отношеніе большее 1,5 даетъ невыгодную степень полезнаго дѣйствія. Перемѣнный подъемъ винта примѣняется рѣже, чѣмъ подъемъ постоянный.

НТБ ДНУЖТ

Осевое измѣненіе подъема имѣетъ мѣсто въ томъ случаѣ, если погружающіеся въ воду края лопасти и выходящіе изъ воды края имѣютъ различные подъемы; радіальное измѣненіе подъема — въ томъ случаѣ, если подъемъ различенъ въ предѣлахъ различныхъ поясовъ, ограниченныхъ концентрическими цилиндрами. Разсчетъ величины подъема происходитъ при помощи слипа (скольженія). Различаютъ слипъ кажущійся и дѣйствительный. Первый указываетъ, насколько винтъ, а слѣд. и судно, отстаетъ отъ того пути, которое оно проходило бы, если бы винтъ вращался въ неподвижномъ твердомъ тѣлѣ. Кажущійся слипъ выражается въ %

$$S = \frac{C - V}{C} 100,$$

причемъ поступательное движеніе винта въ узлахъ

$$C = \frac{n H 60}{1852} \text{ (для 1 часа).}$$

Таблица 2.

Значенія $S = \frac{C - V}{C} 100$ для

медленно движущихся товарныхъ пароходовъ .	— 2	до	+ 8
острыхъ пассажирскихъ пароходовъ.	+ 8	»	+15
» большихъ военныхъ судовъ	+13	»	+20
» малыхъ полныхъ судовъ .	+20	»	+27,

въ томъ предположеніи, что опредѣленіе поверхности лопастей произведено при помощи постоянныхъ, приведенныхъ въ табл. стр. 541. Дѣйствительный слипъ (которымъ никогда не пользуются для разсчетовъ) всегда больше кажущагося; онъ указываетъ, насколько скользитъ винтъ, находящійся въ водѣ, которая у кормы всегда болѣе или менѣе увлекается впередъ.

Если U скорость увлекаемой впередъ воды въ узлахъ для 1 часа, то

$$s = \frac{C - (V - U)}{C}.$$

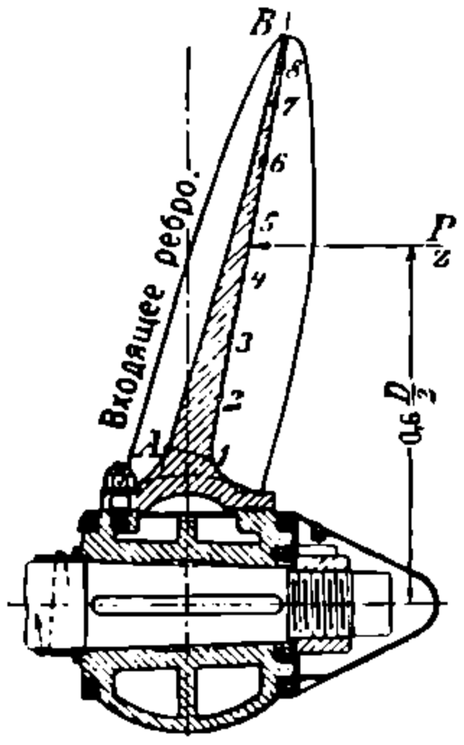
Такое теченіе U всегда имѣетъ мѣсто; оно наибольшее у очень полныхъ судовъ и наименьшее — у очень острыхъ судовъ. Дѣйствительный слипъ никогда не можетъ стать отрицательнымъ.

Прочность лопастей. Для примѣрныхъ разсчетовъ пользуются слѣдующимъ приближеннымъ способомъ. Принимаютъ, что индикаторное сдвиженіе $\frac{P}{z}$ приложено къ срединѣ лопасти на разстояніи $0{,}7 \frac{D}{2}$ отъ центра вала; тогда въ нижнемъ сѣ-

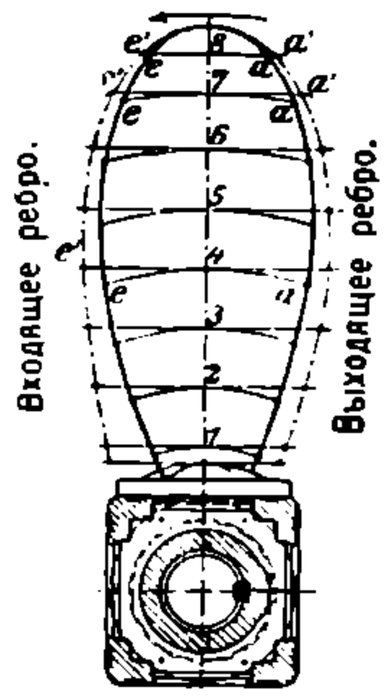
НТБ ДНУЖТ

ченіи у закругленія A (черт. 38) дѣйствуетъ изгибающій моментъ $M = \frac{P}{z}\, 0{,}7\, \frac{D}{2}$.

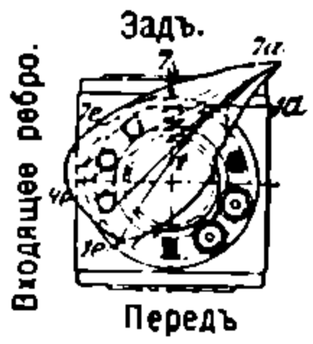
Черт. 37.



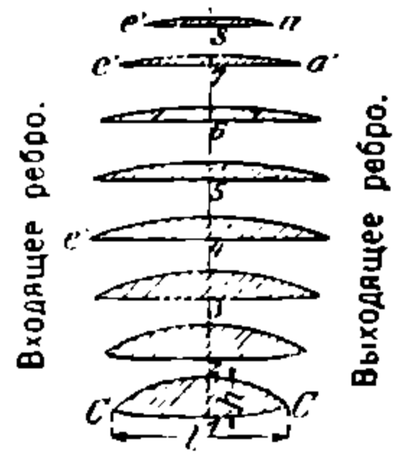
Черт. 38.



Черт. 39.



Черт. 40.



Если, далѣе, принять, что изгибаемое сѣченіе лежитъ поперекъ оси и представляетъ собою параболическій сегментъ (черт. 40), то моментъ сопротивленія относительно долевой оси сѣченія $= \frac{8}{105}\, l h^2$ и напряженіе волокна CC на сжатіе въ вершинѣ на передней поверхности

$$s_z = \frac{M}{8}\,\frac{105}{l h^2}.$$

Этотъ способъ разсчета даетъ напряженія больше дѣйствительныхъ, почему у коммерческихъ пароходовъ можно принимать

$s_z = 550$ kg/qcm для литой стали,
$= 400$ » » прочной бронзы,
$= 200$ » » чугуна.

Для военныхъ судовъ можно принимать еще большія величины. Къ напряженію s_z прибавляется еще напряженіе отъ центробѣжной силы, которая у лопастей съ наклонными производящими и при большомъ числѣ оборотовъ иногда достигаетъ значительной величины.

Когда вычислено сѣченіе у корня лопасти, то толщину у ея вершины принимаютъ въ зависимости отъ величины винта: для бронзы 6 до 20 mm, чугуна 15 до 30 mm. Линія AB (черт. 37) ограничиваетъ всѣ сѣченія лопасти спереди.

НТБ ДНУЖТ

Конструкція. Небольшіе винты діаметромъ не болѣе 4,5 m отливаются изъ одного куска, если не придается особое значеніе необходимости замѣны лопастей и измѣненію подъема винта. Лопасти большихъ винтовъ прикрѣпляются при помощи стальныхъ штифтовъ, завинчиваемыхъ въ ступицу винта. Укрѣпляющіе винты изъ бронзы ненадежны. Дыры во фланцѣ лопасти овальныя (черт. 39), для того, чтобы путемъ поворачиванія лопастей можно было измѣнять подъемъ винта. Ступицы большею частью чугунныя, иногда стальныя, у военныхъ судовъ изъ бронзы. Лопасти у первоклассныхъ торговыхъ пароходовъ и военныхъ судовъ изъ бронзы высокой прочности, у обыкновенныхъ товарныхъ пароходовъ—чугунъ (рѣже литая сталь), у буксирныхъ пароходовъ и ледоколовъ часто литая сталь, для достиженія большей сопротивляемости при ударѣ лопастей о твердыя тѣла. Лопасти литой стали легче ржавѣютъ, нежели чугунныя.

Вѣсъ гребного винта получается исчисленіемъ вѣса лопастнаго фланца и прибавленіемъ къ нему вѣса лопасти; послѣдній опредѣляется по формулѣ:

Вѣсъ лопасти = площади развернутой лопасти × толщину въ корнѣ × удѣльный вѣсъ × 0,4.

Ходъ разсчета. Пусть требуется спроектировать гребной винтъ для бронированнаго крейсера о двухъ винтахъ. Осадка = 6,3 m.

Глубина центра вала подъ CWL—3,1 m,

наибольшій допускаемый для данныхъ условій (разстояніе центра вала отъ корпуса судна) діаметръ пусть будетъ 5100 mm.

Мощность каждой машины = 10 000 ЛС$_i$. Скорость = 23 узла.

Число оборотовъ = 150. Слипъ принятъ 16% (см. табл. 2, стр. 543);

тогда будемъ имѣть $$C = \frac{n\,H}{1852}\,60 = \frac{23}{0{,}84} = 27{,}4$$

$$H = \frac{27{,}4 \cdot 1852}{150 \cdot 60} = \text{около } 5{,}65 \text{ m}.$$

Діаметръ получится (см. табл. 1, стр. 511) для 3 лопастей у каждаго винта

$$D = 1{,}2\sqrt{\frac{10\,000}{\left(\frac{150 \cdot 5{,}65}{100}\right)^3}} = 1{,}2\sqrt{\frac{10\,000}{610}} = \text{около } 4900 \text{ mm}.$$

Полученный діаметръ для данныхъ условій объема и данной осадки, какъ указано выше, можетъ быть допущенъ.

Площадь развернутой поверхности (см. табл. 1) $= 0{,}8\sqrt{\frac{10\,000}{150}}$

= около 6,5 qm или по **площади круга** $= 0{,}35\,\frac{\pi D^2}{4} = 6{,}6$ qm для одного винта.

Индикаторное сдвиженіе $P = \frac{10\,000 \cdot 75 \cdot 60}{150 \cdot 5{,}65} = 53\,000$ kg для одного винта

Сдвиженіе на 1 qcm развернутой поверхности $= \frac{53\,000}{66\,000} = 0{,}8$ kg.

B. Судовыя машины.

По вычисленіи производительности, необходимой для передвиженія судна (числа индикаторныхъ ЛС N_i), производится опредѣленіе размѣровъ цилиндровъ (см. ч. I, 7 отд., III), $N_i = \frac{\pi D^2}{4}\,\frac{p_i v}{75}$, гдѣ D діаметръ цилиндра низкаго давленія

НТБ ДНУЖТ

въ cm, p_i среднее индикаторное давленіе въ at, v средняя скорость поршня въ m/sk.

Среднее индикаторное давленіе p_i зависитъ отъ абсолютнаго давленія пара въ котлѣ p_0 или при сминаніи пара — отъ давленія его въ золотниковой коробкѣ цилиндра высокаго давленія, а также и отъ общей степени наполненія (впуска)

$$= \frac{\text{наполненіе цилиндра высокаго давленія}}{\text{отношеніе объемовъ}};$$

равнымъ образомъ оно зависитъ отъ дѣйствія пароораспредѣлительнаго механизма, величины потерь на охлажденіе и т. п.

Такимъ образомъ имѣемъ:

$$p_i = \quad {}_0\,\varepsilon\left(1+\ln\frac{1}{\varepsilon}\right) = k p_0\,\Theta.$$

Дѣйствіе пароораспредѣлительнаго механизма, потери на охлажденіе и т. п. выражены въ коэффиціентѣ k, величину котораго можно установить по ранкинизированнымъ діаграммамъ аналогичныхъ машинъ (полнота діаграммы). Для k можно принимать слѣдующія среднія значенія:

для машинъ двойного расширенія	0,65	до	0,7,
тоже при большомъ числѣ оборотовъ	0,6	»	0,65,
для машинъ тройного расширенія	0,55	»	0,6,
тоже при большомъ числѣ оборотовъ .	0,52	»	0,58,
для машинъ четверного расширенія	0,52	»	0,54.

Чѣмъ больше число цилиндровъ машины, тѣмъ меньше степень полноты k; у машинъ тройного расширенія о 4 цилиндрахъ принимаютъ поэтому меньшія величины. При вычисленіи размѣровъ для средней производительности при длинныхъ переѣздахъ, вышеприведенныя величины k уменьшаются на 5%.

Общая степень расширенія $= \frac{1}{\varepsilon}$ выбирается:

для машинъ компаундъ, вспомогательныхъ лодокъ и малыхъ пассажирскихъ лодокъ . .	5	до 6	кратн.
» машинъ компаундъ, товарныхъ пароходовъ	7	» 8	»
» » тройного расширенія торпедныхъ лодокъ	5	» 7	»
» машинъ тройного расширенія военныхъ судовъ	6,5	» 8	»
» машинъ тройного расширенія скорыхъ пароходовъ	8	» 10	»
» машинъ тройного расширенія товарныхъ пароходовъ	9	» 10	»
» машинъ четверного расширенія скорыхъ пароходовъ	∽	» 10	»
» машинъ четверного расширенія товарныхъ пароходовъ .	11	» 13	»

Вышеуказанныя данныя относятся до наполненія въ 70% въ Ц В Д. Товарные пароходы и медленно идущіе пасса-

НТБ ДНУЖТ

жирскіе пароходы большею частью работаютъ со впускомъ въ 60% въ Ц В Д.

Таблица 3.

Таблица значеній $\Theta = \varepsilon \left(1 + \ln \frac{1}{\varepsilon}\right)$.

ε	Θ	ε	Θ	ε	Θ	ε	Θ	ε	Θ
0,01	0,056	0,10	0,330	0,19	0,506	0,28	0,636	0,40	0,767
0,02	0,098	0,11	0,353	0,20	0,522	0,29	0,649	0,45	0,810
0,03	0,135	0,12	0,374	0,21	0,538	0,30	0,661	0,50	0,847
0,04	0,169	0,13	0,395	0,22	0,555	0,31	0,673	0,55	0,879
0,05	0,200	0,14	0,415	0,23	0,569	0,32	0,685	0,60	0,906
0,06	0,229	0,15	0,435	0,24	0,583	0,33	0,696	0,65	0,930
0,07	0,257	0,16	0,453	0,25	0,597	0,34	0,707	0,70	0,949
0,08	0,282	0,17	0,471	0,26	0,610	0,35	0,717	0,75	0,969
0,09	0,307	0,18	0,480	0,27	0,624	0,375	0,743	0,80	0,978

Средняя скорость поршня въ секунду, v, зависитъ отъ мѣстныхъ и экономическихъ условій судна. Точныхъ данныхъ поэтому привести нельзя; необходимо принимать въ разсчетъ, что съ увеличеніемъ v уменьшаются размѣры и стоимость машины, а равно и потери на охлажденіе и на неплотность; затрудненія при уходѣ за машиной, напротивъ того, увеличиваются въ незначительной мѣрѣ.

Таблица 4.

Число оборотовъ, ходъ и скорость поршня.

Родъ машины	Число оборотовъ n	Ходъ поршня s mm	Скорость поршня v m/sk
Торпедныя лодки	300—400	400—500	5—6
Пинассы, вспомогат. лодки .	250—380	150—200	1,5—2,5
Малые буксиры . .	180—250	200—300	1,5—2,5
» пассажир. пароходы .	150—200	280—500	2—3
Большіе буксиры и рыболовные пароходы . . .	100—160	300—700	2—3,5
Легкіе крейсеры	120—180	600—900	3,5—5
Бронированные крейсеры . . .	100—150	900—1100	4—5
Панцырныя суда .	100—120	950—1300	4—4,5
Скорые пароходы	75—95	1600—1850	4—4,8
Большіе пароходы для груза и пассажировъ	70—90	1300—1500	3,5—4,5
Малые товарные пароходы	95—130	650—900	3—3,8
Большіе товарные пароходы	70—85	900—1400	3,5—4,0

НТБ ДНУЖТ

Таблица 6. Исполненныя ма

Названіе судна	Типъ судна	Примѣръ
Hart Handy Hunter	Контръ-миноносецъ	Постр. для англ. флота у Fairfield & Co. 1896. 27 узловъ
S. 42	Торпедная лодка	Постр. для герм. флота заводомъ Germania въ Тегелѣ
Minneapolis	Бронирован. крейсеръ	Постр. для сѣв.-амер. флота у Cramp, Филадельфія 1894. 23 узла
Victoria Luise	Бронирован. крейсеръ	Построенъ для герм. флота на зав. «Weser», въ Бременѣ
Hay Yung Hay Shen Hay Schew	Бронирован. крейсера	Постр. для китайскаго флота на зав. Vulcan, въ Штетинѣ 1897/98. 20 узловъ
Infanta Maria Theresa	Панцырный крейсеръ	Постр. для испанск. флота на зав. Astilleros del Nervion, Bilbao. 20,2 узловъ
Jashima	Боевое судно	Постр. для японск. флота у Armstrong; машины отъ Humphrys, Tennant & Co
Kaiser Friedrich III.	Боевое судно	Постр. для герм. флота въ Wilhelmshaven 1900
Prinz-Regent Luitpold	Парох. для груза и пассажировъ	Постр. для Сѣв. Герм. Ллойда на зав. Шихау, Эльбингъ. 15,5 узл. 2 винта
Krefeld Aachen	Товарные пароходы	Постр. для Сѣв. Герм. Ллойда на зав. Vulcan, Штетинъ. 1 винтъ. 13 узловъ
Iberia	Пароходы длл груза и пассажировъ	Постр. на зав. Felton Works, Liverpool. 1 винтъ. 16 узловъ
Speedy	Яхта для экскурсій	Постр. на зав. Ramage & Ferguson. 13 узловъ
Hermes	Рыболовный пароходъ	Построенъ у Hall & Co. Aberdeen. 10,5 узловъ
Delaware	Пароходъ для керосина	Построенъ у Dunlop & Co, 12,3 узла
Trave Saale	Скорые пароходы	Сѣв. Герм. Ллойдъ. Спабженъ новыми машинами на зав. Vulcan, Штетинъ 1895 и 1897. 18 узловъ
Fürst Bismarck	Скорый пароходъ	Для гамб.-амер. линіи, постр. на заводѣ Vulcan, Штетинъ 1891. 19,5 узл.
Kaiser Wilhelm der Grosse	Скорый пароходъ	Для Сѣв. Герм. Ллойда, постр. на зав. Vulcan, Штетинъ 1897. 22,5 узла въ среднемъ

НТБ ДНУЖТ

шины тройного расширенія.

Число машинъ и мощность N_i ЛС	Число оборотовъ	Рабочее давленіе въ котлѣ at	Діаметры цилиндр. ВД mm	СД mm	НД mm	Ходъ mm	Отношеніе діаметровъ цилиндровъ	Общее расширеніе для впуска 70% въ ЦВД
2×2250	390	14,8	464	699	1067	457	1 : 2,27 : 5,3	7,6-кратн.
1×1440	307	15	500	730	2 × 760	450	1 : 2,16 : 4,67	6,7 »
3×6800	132		1067	1498	2337	1067	1 1,97 : 4,79	6,9 »
3×3300	140	13	770	1110	2 × 1300	750	1 : 2,10 : 5,76	8,2 »
2×3800	178		760	1130	2 × 1210	700	1 : 2,3 : 5,06	7,2 »
2×6800	118		1067	1575	2337	1168	1 : 2,18 : 4,79	6,8 »
2×6750	120	11	1016	1498	2235	1140	1 : 2,16 : 4,8	6,9 »
3×4870	108	12	880	1380	2180	950	1 : 2,49 : 6,24	8,9 »
2×2800	88	12,3	720	1170	1800	1200	1 : 2,65 : 6,25	8,9 »
1750	75	12,5	580	980	1540	1250	1 : 2,85 : 7,05	10,1 »
1×4500	72	12,7	838	1372	2235	1524	1 : 2,67 : 7,11	10,2 »
2×200	—	12,7	305	483	762	533	1 : 2,51 : 6,24	8,9 »
1×418	140	11,5	305	483	819	610	1 : 2,51 : 7,21	10,3 »
1×2680	71	11,5	686	1105	1778	1295	1 : 2,6 : 6,72	9,6 »
1×8760	69	11,5	1118	1778	2743	1829	1 : 2,53 : 6,03	8,6 »
2×8200	85		1100	1700	2700	1600	1 : 2,38 : 6,02	8,6 »
2×13500	78	12,5	1320	2280	2 × 2450	1750	1 : 3 : 6,9	9,9 »

НТБ ДНУЖТ

Таблица 5. Исполненныя машины компаундъ.

Названіе судна	Типъ судна	Примѣчанія	Число ЛС и мощность N_i ЛС	Число оборотовъ n	Рабочее давленіе въ котлѣ at	Діаметры цилиндровъ ВД mm	Діаметры цилиндровъ НД mm	Ходъ mm	Отношеніе діаметровъ цилиндровъ	Общее расширеніе для впуска 70% въ ЦВД
—	Ледоколъ	Построенъ 1895	1×1600	95	8	740	1560	1000	1 : 4,4	для 60% 7,3-крат.
Netherlands	Суда паровыя для переправы	Hoboken Ferry.—Машины отъ Fletcher & Co. 12,4 узла	1×740	119		457	965		4,5	для 60% 7,4 »
—	Малый пассаж. пароходъ	Для рѣчного плаванія	1×180	150		350	640	420	1 3.4	для 60% 5,7
—	Паров. плоскодон. поромы	Постройки Vulcan въ Штетинѣ	1×200	130	8	380	680	500	3,2	для 40% 8 »
—	Вспомог. лодка	Для бронирован. крейсера	1×50	380	10	160	300	200	1 : 3,5	для 70% 5 »

Таблица 7. Исполненныя машины четверного расширенія.

Названіе судна	Типъ судна	Примѣчанія	Число машинъ и мощность N_i ЛС	Число оборотовъ	Рабочее давленіе въ котлѣ at	Діаметры цилиндр. ВД mm	Діаметры цилиндр. СД mm	Діаметры цилиндр. СД II mm	Діаметры цилиндр. НД mm	Ходъ mm	Отношеніе діаметровъ цилиндровъ	Общее расширеніе для впуска 70% въ ЦВД
Vletoria Luise	Яхта	Для гамб.-амер. линіи постройки Blohm & Voss, Гамбургъ	2×2100	123		484	700	1000	1450	920	1 : 2,08 : 4,25 : 8,9	12,7-крат.
Deutschland	Скорый пароходъ	Для гамб.-амер. линіи постройки Vulcan, Штетинъ 1900. 23 узла	2 × 17 000	78	15	2×930	1870	2640	2×2700	1850	1 : 2,1 : 4,16 : 8,45	
Patricia	Пароходъ для грузовъ и пассажировъ	Для гамб.-амер. линіи постройки Vulcan, Штетинъ 1899. 13,5 узловъ	2×2800	74	15	585	850	1220	1770	1400	1 : 2,15 : 4,46 : 9,46	13,5 »
Friedrich der Grosse, Königin Luise	Пароходъ для грузовъ и пассажировъ	Для Сѣв. Герм. Ллойда постройки Vulcan, въ Штетинѣ 1896. 15 узловъ	2×3500	75	15	640	970	1330	1920	1400	1 : 2,3 : 4,3 : 9	12,9 »

НТБ ДНУЖТ

Болѣе подробныя данныя о ходѣ поршня и числѣ оборотовъ см. таблицу исполненныхъ судовыхъ машинъ, стр. 548 до 550.

Соотношеніе цилиндровъ. При выборѣ соотношеній діаметровъ цилиндровъ стремятся къ достиженію по возможности одинаковой производительности во всѣхъ цилиндрахъ для полученія по возможности одинаковыхъ напряженій въ движущихся частяхъ механизма. Наполненіе каждаго отдѣльнаго цилиндра можетъ быть при помощи особаго расширительнаго приспособленія измѣняемо въ предѣлахъ отъ 15 до 23%; возможностью измѣнять наполненіе пользуются въ большинствѣ случаевъ для достиженія одинаковой производительности всѣхъ цилиндровъ. Производительность Ц С Д или Ц Н Д повышается отъ уменьшенія наполненія соотвѣтствующихъ цилиндровъ.

Исполненныя судовыя машины см. табл. 5, 6 и 7.

Уравновѣшеніе массъ у машинъ съ четырьмя кривошипами (систем Шликъ).

Уравновѣшеніе массъ имѣетъ цѣлью достичь такого уравновѣшенія давленій отъ силъ инерціи движущихся массъ, дѣйствующихъ на машину вмѣстѣ съ ея станиной какъ на жесткую балку, чтобы эта балка оставалась въ равновѣсіи.

Для этой цѣли разстоянія между осями цилиндровъ, вѣса кривошипнаго механизма и углы между кривошипами выбираются такъ, чтобы имѣли мѣсто слѣдующія три уравненія (черт. 41):

1. $A+B+C+D=0$ (равновѣсіе вертикальныхъ силъ);
2. $A\,(a+b+l)+C\,(a+l)+Da=0$ (уравновѣшеніе опрокидывающихъ моментовъ относительно плоскости B);
3. $B\,(a+b+l)+D\,(b+l)+C\,b=0$ (уравновѣшеніе опрокидывающихъ моментовъ относительно плоскости A);

гдѣ A, B, C и D давленія отъ силъ инерціи движущихся массъ кривошипнаго механизма, перемѣщающихся въ плоскостяхъ A, B, C и D поперекъ главнаго вала.

Эти уравненія должны быть соблюдены для каждаго мгновенія вращенія, причемъ горизонтальное уравновѣшеніе массъ должно имѣть мѣсто для горизонтальныхъ силъ инерціи, а вертикальное уравновѣшеніе для силъ вертикальныхъ.

Если G вѣсъ частей кривошипнаго механизма для даннаго цилиндра, g ускореніе силы тяжести, v скорость на окружности круга кривошипа, то вертикальное давленіе силъ инерціи для соотвѣтственнаго механизма въ предположеніи безконечной длины ведущаго шатуна будетъ:

$$A=\frac{G_A}{g}\quad\frac{v^2}{r}\cos\omega;\qquad B=\frac{G_B}{g}\quad\frac{v^2}{r}\cos\omega \text{ и т. д.},$$

НТБ ДНУЖТ

а горизонтальное давленіе

$$A=\frac{G_A}{g}\cdot\frac{v^2}{r}\sin\omega;\qquad B=\frac{G_B}{g}\quad\frac{v^2}{r}\sin\omega \text{ и т. д.,}$$

и тогда вышеприведенныя уравненія примутъ видъ:

а) для вертикальнаго уравновѣшенія:

$$\text{Ур. 1.}\ \frac{G_A}{g}\cdot\frac{v^2}{r}\cos\omega+\frac{G_B}{g}\cdot\frac{v^2}{r}\cos(\alpha+\omega)+\frac{G_C}{g}\cdot\frac{v^2}{r}\cos(\alpha+\beta+\omega)$$
$$+\frac{G_D}{g}\cdot\frac{v^2}{r}\cos(\alpha+\beta+\gamma+\omega)=0;$$

и соотвѣтственно для ур. 2. и 3.

b) для горизонтальнаго уравновѣшенія: такъ же, какъ и выше, только вмѣсто **cos** вездѣ слѣдуетъ подставлять **sin**, а подъ G_A, G_B и т. д. слѣдуетъ подразумѣвать вѣсъ горизонтально перемѣщаемыхъ массъ. См. ниже.

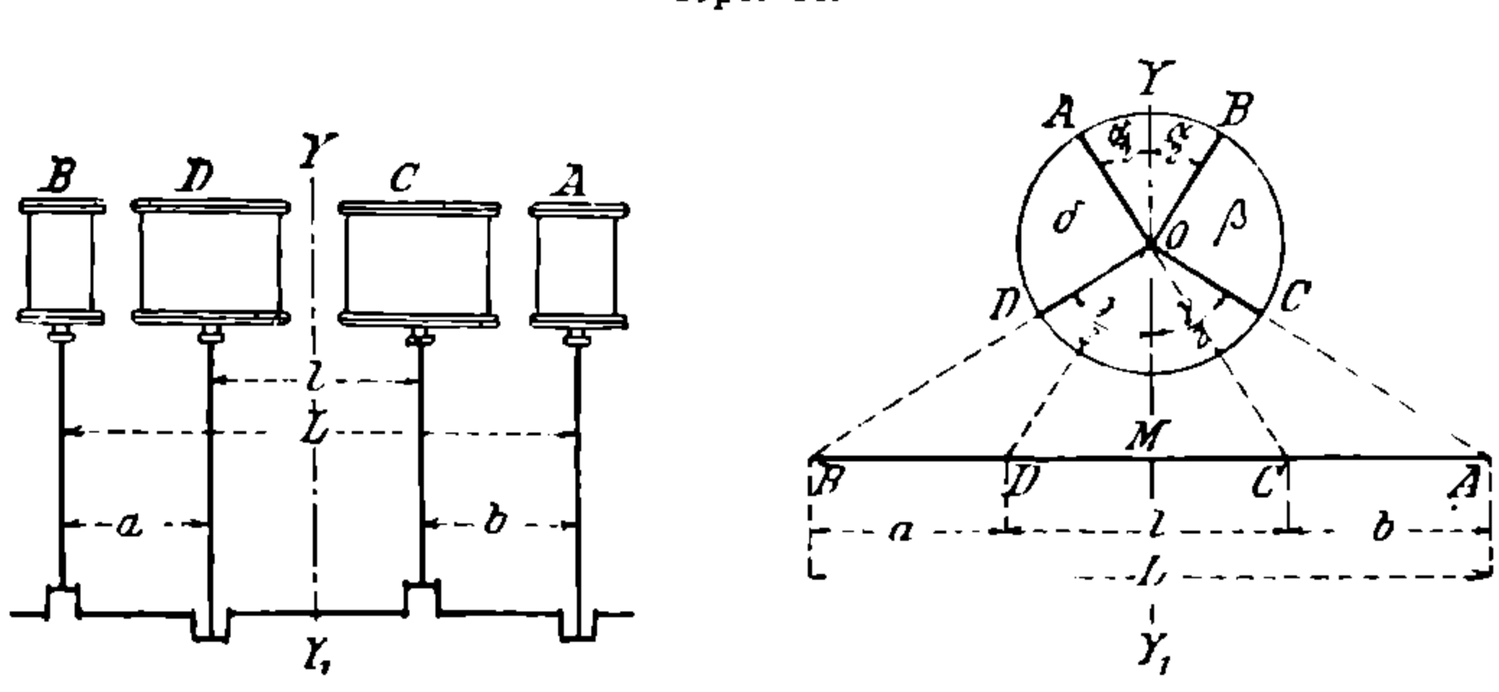
Здѣсь ω означаетъ уголъ поворота кривошипа въ данный моментъ, считая отъ верхней мертвой точки, а уравненія 1., 2. и 3. должны быть соблюдены для всякаго значенія угла ω, если требуется, чтобы было достигнуто полное уравновѣшеніе массъ.

Относительно вѣсовъ G необходимо замѣтить нижеслѣдующее (въ предположеніи вертикальныхъ машинъ).

1. Вѣсъ массъ, перемѣщающихся только вертикально, относится до: поршня, поршневаго стержня, крейцкопфа, верхней части шатуна и механизма насоса.

2. Вѣсъ вращающихся массъ относится до: кривошиповъ, ихъ пальцевъ, нижней части шатуна. Послѣднія массы принимаются въ разсчетъ для вертикальнаго и горизонтальнаго уравновѣшенія; для вертикальнаго уравновѣшенія подъ G подразумѣвается сумма вѣсовъ, указанныхъ въ 1. и 2., а для горизонтальнаго—вѣса, указанные во 2.

Черт. 41.



Вѣсъ шатуна распредѣляется на вертикально перемѣщающіяся и вращающіяся массы обратно пропорціонально раз-

НТБ ДНУЖТ

стояніямъ центра тяжести шатуна отъ средины обѣихъ цапфъ.

Уравненія 1., 2. и 3. могутъ имѣть мѣсто только для шатуновъ **«безконечно-большой длины»**. Возможно, однако, найти такую комбинацію въ расположеніи осей цилиндровъ, угловъ кривошипа и вѣсѣ частей массъ кривошипнаго механизма, при которой ур. 1. имѣетъ мѣсто также и для **конечной длины шатуна.**

Для общеупотребительныхъ на практикѣ разсчетовъ различаютъ поэтому слѣдующіе случаи.

I. Уравновѣшеніе вертикальныхъ силъ при какой угодно длинѣ шатуна и уравновѣшеніе опрокидывающихъ машину паръ силъ въ предположеніи безконечно длиннаго шатуна.

Принимаютъ всегда симметричное расположеніе цилиндровъ относительно средней линіи YY' (черт. 41), т.-е. $a=b$. Вычисляютъ значеніе

$$h=\frac{1}{4}\left(\frac{L}{l}+\frac{l}{L}\right)$$

и опредѣляютъ углы α и γ (черт. 41) изъ уравненій

$$\cos\frac{\gamma+\alpha}{2}=\frac{1}{2}+h-\sqrt{h^2+\frac{3}{4}}$$

$$\cos\frac{\gamma-\alpha}{2}=\frac{1}{2}-h+\sqrt{h^2+\frac{3}{4}}.$$

Если черезъ G_a обозначить болѣе тяжелый вѣсъ только вертикально перемѣщающихся массъ (1.) кривошипнаго механизма у одного изъ обоихъ крайнихъ цилиндровъ, то вѣсъ частей кривошипнаго механизма (1.) G_c у внутренняго цилиндра, необходимый для уравновѣшенія, опредѣлится изъ уравненія:

$$\frac{G_c}{G_a}=\frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{\cos\frac{\gamma}{2}}.$$

Эти вѣса и углы кривошиповъ также принимаются симметрично, слѣд. $G_a=G_b$, $G_c=G_d$ и $\beta=\delta$.

Углы α и γ могутъ быть по черт. 41 построены геометрически, если OM опредѣлить съ такимъ разсчетомъ, чтобы

$$\cos\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\gamma}{2}=\frac{1}{2}.$$

По вышеприведенному способу производится уравновѣшеніе только вертикально движущихся массъ (1). Массы вращающіяся (2.) могли бы быть при вышеприведенномъ выборѣ угловъ и разстояній между цилиндрами точно такъ же уравно-

НТБ ДНУЖТ

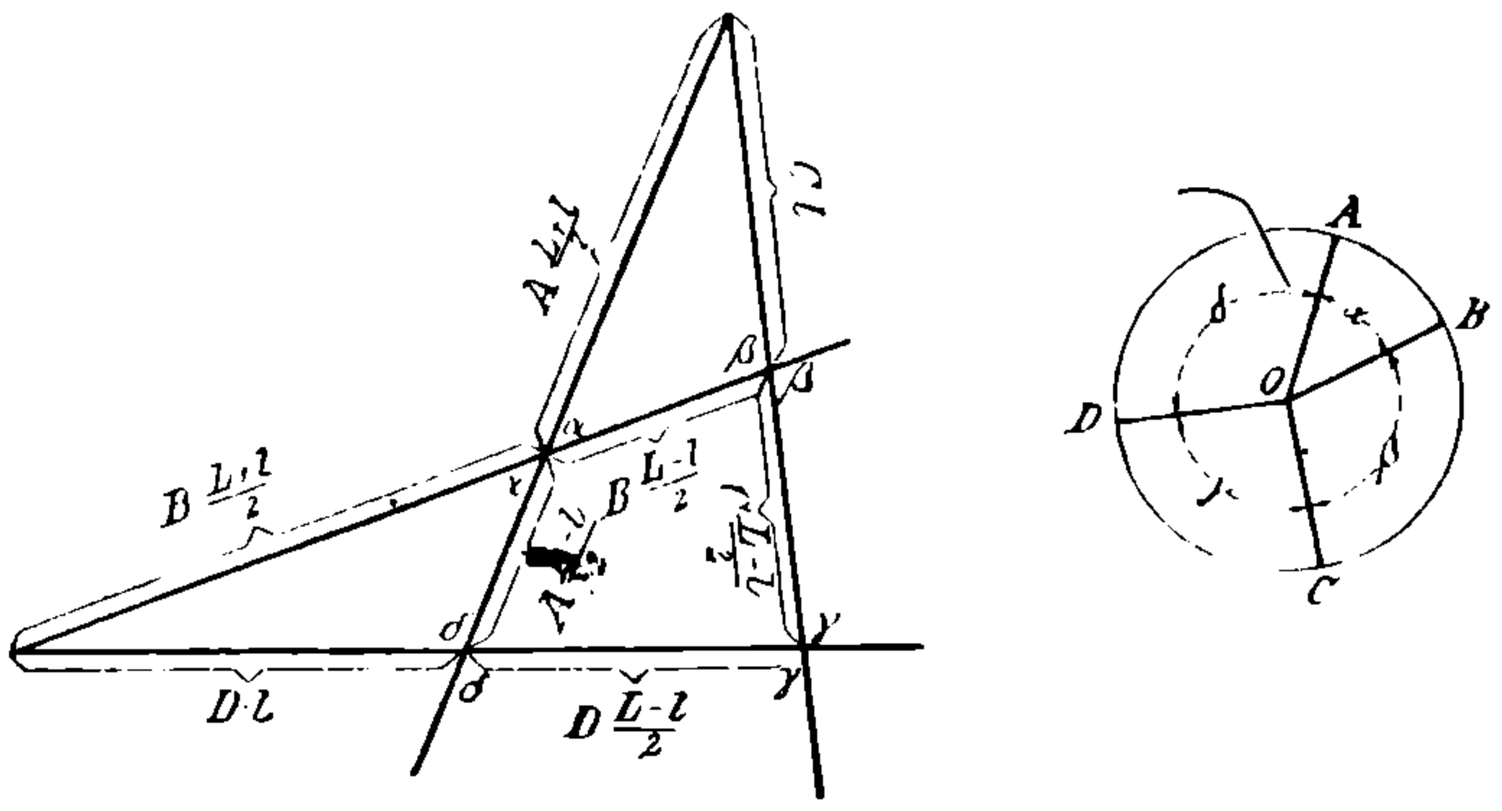
вѣшены только тогда, когда между вѣсами будетъ существовать слѣдующее соотношеніе

$$\frac{G_c}{G_a} = \frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{\cos\frac{\gamma}{2}}.$$

Соотношеніе это большею частью мѣста не имѣетъ, почему является необходимымъ примѣненіемъ противовѣсовъ по возможности достичь этого соотношенія вращающихся массъ. Когда это сдѣлано, то вертикальное и горизонтальное уравновѣшеніе массъ достигнуто.

У машинъ тройного расширенія о 4 кривошипахъ наиболѣе цѣлесообразно располагать Ц В Д и Ц С Д посединѣ и на каждомъ концѣ по одному Ц Н Д, изъ которыхъ каждый имѣетъ производительность, равную половинѣ производительности Ц В Д иил Ц С Д. Кривошипные механизмы Ц Н Д дѣлаются соотвѣтственно легче и ихъ цапфы кривошиповъ короче, нежели у Ц В Д и Ц С Д. Если затѣмъ золотникъ Ц В Д имѣетъ внутреннiй впускъ и золотники Ц Н Д располагаются снаружи, то противовѣсовъ не требуется и машина обнаруживаетъ необыкновенно высокую равномѣрность вращающихъ моментовъ.

Черт. 42.



II. Уравновѣшеніе вертикальныхъ силъ и опрокидывающихъ паръ силъ въ предположеніи шатуновъ безконечной длины.

Подъ G_A, G_B, G_C и G_D здѣсь подразумѣваются вѣса только вертикально перемѣщающихся частей кривошипнаго механизма (1.) съ добавленіемъ вѣсовъ вращающихся частей (2.), отнесенныхъ къ окружности кривошипа. При не-

НТБ ДНУЖТ

симметричномъ расположеніи вѣсовъ должно имѣть мѣсто уравненіе

$$\frac{L}{l}(G_B^2 - G_A^2) = (G_D^2 - G_C^2),$$

что достигается незначительнымъ измѣненіемъ одного или двухъ вѣсовъ. Затѣмъ вычисляются указанныя на черт. 42 произведенія и чертится фиг. черт. 42. Положенія кривошиповъ опредѣляются проведеніемъ черезъ точку O параллелей къ сторонамъ построенной фигуры. Горизонтальное уравновѣшеніе остается при этомъ несовершеннымъ, но можетъ быть приблизительно достигнуто при помощи противовѣсовъ у кривошиповъ, какъ показано въ I.

Скорость пара.

Въ основаніе разсчета скорости пара принимается всегда средняя скорость поршня $c = \frac{s\,n}{30}$ m/sk. Скорость пара $=$

$$\frac{\text{скорости поршня} \times \text{площадь поршня соотвѣтств. цилиндра}}{\text{Сѣченіе парового канала}}.$$

Для нормальныхъ машинъ имѣемъ:

Скорость въ главномъ паропроводѣ . .			$v = 30$	до 40	m/sk,
» » паровыхъ каналахъ	Ц В Д .		$v = 25$	» 30	»
» » » »	Ц С Д		$v = 30$	» 36	»
» » » »	Ц Н Д .		$v = 36$	» 42	»
» » исходящихъ и ресивер-					
ныхъ трубахъ	Ц В Д		$v = 20$	» 24	»
»	Ц С Д		$v = 24$	» 28	»
»	Ц Н Д .		$v = 29$	» 34	»

У машинъ весьма легкой постройки скорость до 20% болѣе.

Толщина стѣнокъ цилиндровъ. Толщина стѣнокъ чугунной вставной втулки Ц В Д при рабочемъ давленіи 6 до 18 at равна

$$\delta = \frac{D\,p}{360 + 10\,p} + 10 \text{ mm},$$

гдѣ D діаметръ пароваго цилиндра въ mm, p рабочее давленіе пара въ at. Эта толщина стѣнокъ δ относится также и до толщины стѣнокъ Ц В Д безъ вставной втулки, а также и до втулокъ, вставляемыхъ въ Ц С Д и Ц Н Д.

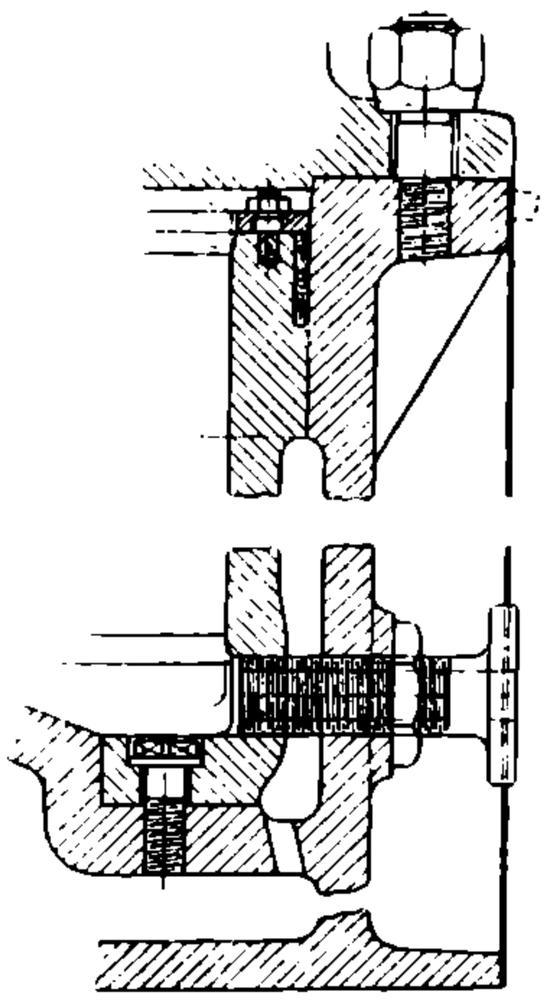
Толщина стѣнокъ у втулокъ машинъ болѣе легкой конструкціи на нѣсколько mm меньше, чѣмъ указано въ вышеприведенной формулѣ. Укрѣпленіе втулокъ по черт. 43.

У легкихъ военныхъ судовъ вставныя въ цилиндры втулки не употребляются, и толщина стѣнокъ цилиндровъ разсчитывается на сопротивленіе растяженію 180 до 220 kg/qcm и болѣе (по формулѣ для опредѣленія толщины стѣнокъ тонкостѣнныхъ трубъ).

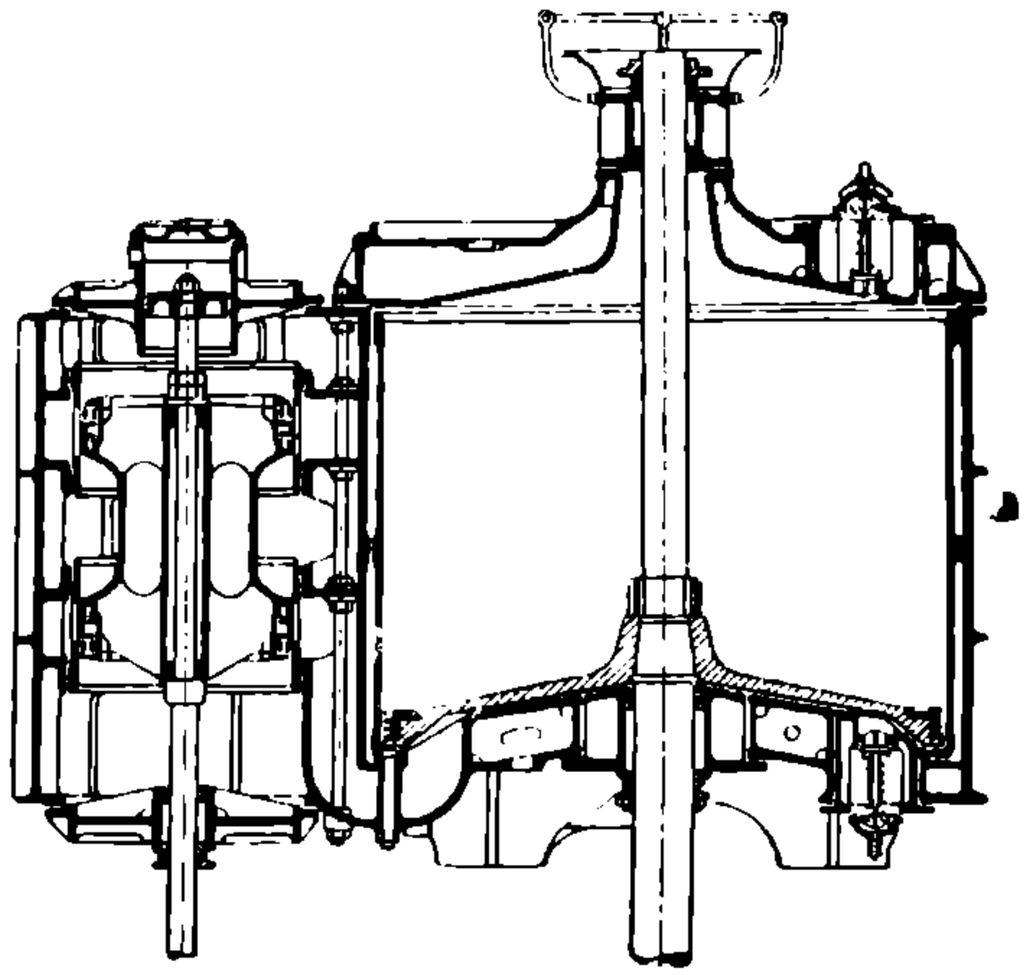
НТБ ДНУЖТ

Цилиндры, не снабжаемые вставными втулками, имѣютъ на 3 до 5 mm большую толщину стѣнокъ для позднѣйшей расточки.

Черт. 43.



Черт. 44.



Дно и крышка цилиндра имѣютъ такую же толщину стѣнокъ, или на 10% менѣе, какъ и вставная втулка, и снабжаются ребрами. Крышкамъ литой стали придается толщина стѣнокъ 0,6 до 0,65 толщины стѣнокъ для чугуна. Чугунныя крышки съ двойными стѣнками имѣютъ толщину стѣнокъ на 20% меньше, чѣмъ стѣнки вставной въ цилиндръ втулки.

Толщина фланца у цилиндровой крышки $= 1{,}2 \times$ діам. крышечнаго болта. Ширина фланца 2,6 до 3,3 діам. крышечнаго болта.

Наружный діам. крышечнаго болта (большею частью штифты) $= \delta$, Разстояніе между болтами у Ц В Д приблизительно $= 3\delta$. у Ц С Д $= 5{,}5\ \delta$, а у Ц Н Д $= 6{,}5\delta$. Напряженіе въ болтахъ на растяженіе (у военныхъ судовъ) для Ц В Д до 450 kg/qcm.

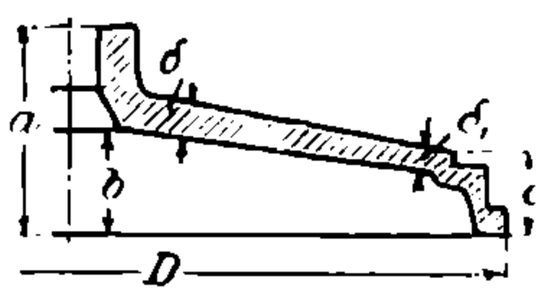
Принадлежности паровыхъ цилиндровъ. Предохранительные клапаны въ днѣ и крышкѣ. Размѣръ для Ц Н Д около $^1/_{20}$ діам. цилиндра. Въ небольшихъ машинахъ клапаны для всѣхъ цилиндровъ одинаковы, для большихъ машинъ придаютъ клапану Ц В Д размѣръ около $^1/_{12}$ діаметра цилиндра, а клапану Ц С Д около $^1/_{17}$ діаметра цилиндра. Предохранительный клапанъ на ресиверѣ имѣетъ тѣ же размѣры, какъ у соотвѣтствующаго цилиндра. Нагрузка клапановъ, примѣрно, на $^1/_2$ at выше ожидаемаго наибольшаго давленія.

НТБ ДНУЖТ

Продувательные краны у каждаго цилиндра, а у большихъ цилиндровъ нѣсколько кранонъ, въ золотниковой коробкѣ и у паровой рубашки; у паровой рубашки ставятся иногда указатели уровня воды. Отростки (штуцера) для индикатора ставятся у каждаго цилиндра. Вспомогательные золотники въ машинахъ компаундъ большею частью только у Ц Н Д, а при тройномъ расширеніи у Ц С Д и Ц Н Д. Паръ входитъ либо въ соотвѣтствующій ресиверъ или его можно впускать надъ или подъ соотвѣтствующимъ поршнемъ; послѣднее устройство предпочтительно.

Поршни. Для среднихъ и большихъ машинъ примѣняются преимущественно поршни литой стали въ виду меньшаго ихъ вѣса. Чугунные поршни примѣняются лишь для небольшихъ машинъ. Для весьма легкихъ машинъ (торпедныя лодки) поршни изготовляются также изъ кованой стали. Для опредѣленія толщины стѣнокъ литыхъ стальныхъ поршней (черт. 45) нижеслѣдующія формулы даютъ подходящія значенія.

Черт. 45.



Для толщины стѣнокъ поршней литой стали находимъ надлежащія значенія по формулѣ

$$\delta = 0{,}016\, D \sqrt{p} + C,$$

$\delta_1 = 0{,}5$ до $0{,}7\,\delta$ (меньшее значеніе для большихъ поршней).

p = давленію на поршень въ kg/qcm, а именно:
p = давленію пара въ котлѣ для поршня Ц В Д,
= 0,45 × давленіе пара въ котлѣ для поршня Ц С Д,
= 0,2 × давленіе пара въ котлѣ для Ц Н Д у машины тройного расширенія.

C = 0,6 cm для поршня Ц В Д (съ сильнымъ конусомъ)
= 0,9 » » » Ц С Д (» умѣрени. »)
= 1,2 » » » Ц Н Д (» слабымъ »).

Для кованыхъ поршней съ умѣреннымъ конусомъ имѣемъ:

$$\delta = 0{,}014\, D \sqrt{p} + 0{,}5 \text{ cm}, \qquad \delta_1 = 0{,}5\,\delta \text{ до } 0{,}7\,\delta.$$

Для достиженія одинаковой длины какъ Ц В Д, Ц С Д и Ц Н Д, такъ и ихъ поршневыхъ стержней необходимо три размѣра a, b и c поршня у разныхъ цилиндровъ одной и той же машины дѣлать равными. Набивка Рамсботтома представляетъ наиболѣе употребительную въ настоящее время для поршней набивку.

Разсчетъ частей кривошипнаго механизма. Въ основаніе разсчета принимается усиліе P = площади поршня Ц В Д × давленіе пара въ котлѣ или въ случаѣ, если Ц В Д расположенъ надъ Ц Н Д — величина P = площади поршня Ц В Д × давленіе пара въ котлѣ + площадь поршня Ц Н Д × 2 at.

Поршневые стержни изготовляются изъ не очень мягкой

НТБ ДНУЖТ

стали. При употребительной длинѣ поршней ихъ сѣченіе опредѣляется по сѣченію въ рѣзьбѣ, и притомъ такъ, чтобы напряженіе на растяженіе въ стержнѣ винта не превосходило: 400 до 500 kg/qcm у торговыхъ судовъ, 750 kg/qcm у военныхъ судовъ, 900 kg/qcm у торпедныхъ лодокъ. Укрѣпленіе поршня на стержнѣ при помощи конуса и гайки черт. 44.

Напряженіе матеріала въ поршневомъ стержнѣ равно примѣрно половинѣ напряженія матеріала въ стержнѣ винта. Провѣрка размѣровъ на продольный изгибъ тогда не требуется. См. табл. 8.

У горизонтальныхъ машинъ съ большимъ ходомъ поршня и у очень большихъ цилиндровъ машинъ вертикальныхъ цѣлесообразно пропускать стержень черезъ обѣ крышки. Поршневой стержень дѣлается тогда настолько большаго діаметра, чтобы его прогибъ былъ незначителенъ. Полые поршневые стержни примѣняются только у торпедныхъ лодокъ.

Кулакъ (крейцкопфъ). Въ малыхъ машинахъ изготовляется большею частью изъ одного куска съ поршневымъ стержнемъ; при этомъ примѣняются вилкообразныя цапфы у шатуна; въ большихъ машинахъ кулакъ представляетъ отдѣльную часть, соединенную съ поршневымъ стержнемъ на конусъ съ гайкой; въ этомъ случаѣ устраиваются два боковыхъ подшипника.

Давленіе на поверхность крейцкопфнаго валика см. табл. 9; матеріалъ валика не долженъ быть слишкомъ мягкимъ.

Подшипники большею частью заливаются бѣлымъ металломъ. Толщина стальныхъ или бронзовыхъ вкладышей около $0{,}2d$ (гдѣ d діаметръ крейцкопфнаго валика). У малыхъ машинъ вкладыши подшипниковъ изготовляются обыкновенно изъ бронзы.

Таблица 8.

Напряженія въ частяхъ кривошипнаго механизма въ kg/qcm.

Типъ машины	Поршневой стержень		Болты для подшпиниковъ шейки колѣнчатаго вала и крейцкопфнаго (въ нарѣзкѣ)	Колѣнчатые валы на скручиваніе
	въ рѣзьбѣ	въ стержнѣ		
Торпедн. лодки	750—900	380—500	700—850	420—510
Военныя суда.	580—750	300—380	600—750	350—450
Почт. пароходы	500—600	250—300	500—600	280—350
Товарн. парох.	400—500	200—250	350—500	260—320

НТБ ДНУЖТ

Таблица 9.

Давленія на единицу поверхности kg/qcm.

Типы машины	Основной подшипникъ	Подшипникъ колѣнчатаго вала	Подшипн. крейцкопфный	Параллели	Упорный подшипникъ
Торпедн. лодки	28—38	60—70	120—150	6,0—8,5	6—8
Военныя суда .	20—28	50—60	90—120	5,0—6,5	5—6
Скорые парох.	16—22	40—50	70—90	4,5—5,8	4—5,5
Товарн. парох.	14—16	25—40	50—70	3,8—4,5	3—4

Параллели изготовляются у торговыхъ судовъ большею частью изъ чугуна, у военныхъ судовъ — изъ чугуна или литой стали; крейцкопфъ снабжается поползушками изъ литой стали или чугуна, заливаемыми бѣлымъ металломъ или (только у очень малыхъ машинъ) поползушки снабжаются бронзовыми вкладышами. Давленіе на единицу рабочей поверхности см. табл. 9. Давленіе на параллель равно $P\frac{r}{l}$, гдѣ r радіусъ кривошипа, l длина шатуна. Параллель для передняго хода большею частью охлаждается водой.

Шатунъ изъ стали Сименса-Мартина. Длина l между срединами цапфъ, по крайней мѣрѣ, равна 4 до 4,5 разъ взятой длинѣ кривошипа, а у торпедныхъ лодокъ $5\times$ длину кривошина. Разсчетъ стержня производится на продольный изгибъ силою, дѣйствующей на поршень и на изгибъ силами инерціи. У легкихъ скороходныхъ машинъ шатуны иногда высверливаются на нижнемъ концѣ. Діаметръ шатуна подъ вилкой приблизительно равенъ діаметру поршневаго стержня. Діаметръ надъ цапфой колѣнчатаго вала приблизительно въ 1,1 до 1,4 раза больше, въ зависимости отъ длины шатуна. Напряженіе болтовъ въ подшипникѣ шейки колѣнчатаго вала см. табл. 8.

Напряженіе кованой стальной крышки подшипника отъ дѣйствія силы P равномѣрно распредѣленной = 400 до 600 kg/qcm.

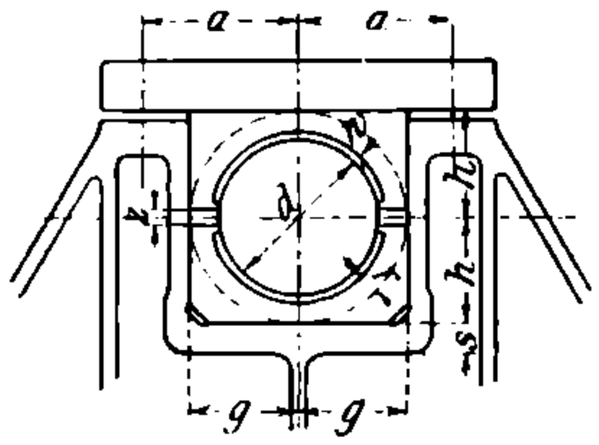
Подшипникъ шейки колѣнчатаго вала большею частью заливается бѣлымъ металломъ, слоемъ толщиною $^1/_{40}\,d + 0{,}5$ cm. Въ настоящее время вкладыши подшипниковъ изготовляются большею частью изъ литой стали; толщина ихъ въ вершинѣ около $0{,}17\,d$ до $0{,}24\,d$ со включеніемъ толщины бѣлаго металла (большее значеніе для меньшихъ цапфъ). Вкладышъ въ крышкѣ подшипника часто не дѣлается и взамѣнъ этого сама крышка заливается бѣлымъ металломъ.

Давленіе на единицу поверхности подшипника цапфы колѣнчатаго вала см. табл. 9.

НТБ ДНУЖТ

Основные подшипники. Вкладыши подшипниковъ у большихъ машинъ всегда заливаются бѣлымъ металломъ, изготовляются для торговыхъ судовъ изъ чугуна, для военныхъ судовъ изъ бронзы; вкладыши большею частью полые, съ циркуляціей въ нихъ охлаждающей воды. Вкладыши для торговыхъ судовъ черт. 46.

Черт. 46.



$a = 0{,}8$ до $0{,}9\,d$

$g = \frac{d}{2} + r + w$

$h = 1{,}05\,g$ до g

$w = 5$ mm $+ \frac{d \text{ mm}}{35}$

$z = 5$ mm $= \frac{d \text{ mm}}{15}$

$r = 0{,}11$ до $0{,}12\,d + 5$ mm для чугуна

Толщина круглыхъ бронзовыхъ вкладышей у судовъ военныхъ за исключеніемъ бѣлаго металла

$$r = 0{,}07 \text{ до } 0{,}09\,d + 3 \text{ mm}.$$

Толщина основной плиты подъ вкладышемъ у торговыхъ судовъ для

чугуна $s = 0{,}25\,d$,
литой стали $s = 0{,}14\,d$.

Напряженіе кованой стальной крышки подшипника отъ половины наибольшей нагрузки равномѣрно-распредѣленной равно 400 до 600 kg/qcm.

Давленіе на единицу поверхности основного подшипника см. табл. 9. Это давленіе опредѣляется

$$= \frac{\text{наибольшее давленіе } P \times \text{число кривошиповъ}}{\text{общую длину всѣхъ основныхъ подшип.} \times \text{діам. колѣнч. вала.}}$$

Основная плита. Для торговыхъ судовъ чугунъ; толщина стѣнокъ $= \frac{d}{30} + 12$ mm.

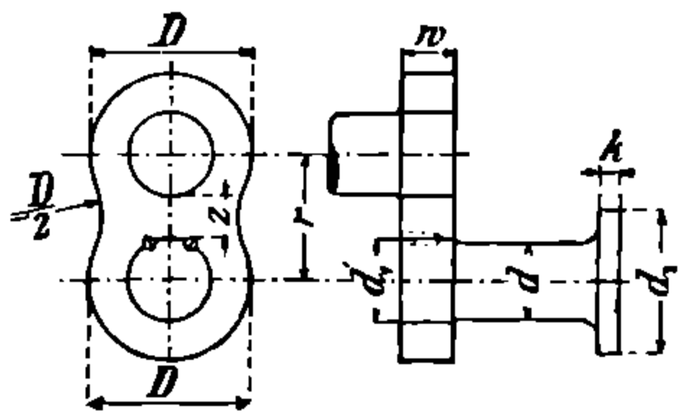
Для военныхъ судовъ литая сталь; толщина стѣнокъ $= \frac{d}{50} + 12$ mm, а при легкой конструкціи значительно тоньше.

Станины. Для товарныхъ и почтовыхъ пароходовъ чугунъ; для скорыхъ пароходовъ литая сталь или чугунъ; для тяжелыхъ военныхъ судовъ литая сталь со стороны параллелей, а съ другой стороны кованыя колонны; для легкихъ военныхъ судовъ кованыя колонны и діагональныя связи.

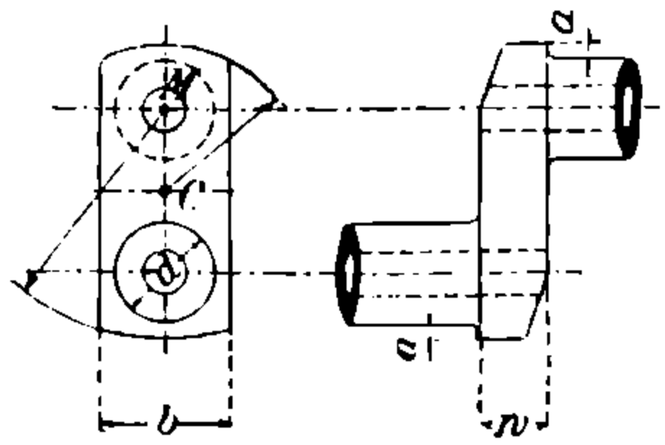
Кривошипъ. Для судовыхъ машинъ (за исключеніемъ нѣкоторыхъ колесныхъ пароходовъ) примѣняются только колѣнчатые валы; размѣры валовъ для судовъ торговаго флота устанавливаются по инструкціи классификаціонныхъ обществъ.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 47.



Черт 48.



Разсчетъ на скручиваніе.

Вращающій моментъ для вала $M = \frac{N_i}{n} 71620$ въ kg и cm;

Діаметръ вала $d^3 = \frac{16}{\pi} \frac{M}{S}$ для сплошныхъ валовъ;

$d^3 = \frac{16}{\pi} \frac{M}{S} \frac{1}{\left(1 = \frac{\delta^4}{d^4}\right)}$, для полыхъ валовъ, если $\delta =$ діаметръ расточки.

Напряженіе на скручиваніе S см. табл. 8.

Отношеніе $\frac{\delta}{d}$ 0,4 до 0,6.

Діаметръ вала, цапфы и толщину щекъ дѣлаютъ одинаковою для всѣхъ цилиндровъ одной машины.

У валовъ составныхъ цапфы вставляются въ щеки на прессу или въ горячемъ состояніи; примѣняются всегда для торговыхъ судовъ черт. 47.

$D = 1{,}9$ до $2\,d$ (рѣдко $1{,}8\,d$);

$w = 0{,}6$ до $0{,}7\,d$;

$d_1 = d + \frac{d}{40}$;

d_2 въ зависимости отъ выбора болтовъ. Для возможности взаимной замѣны, длина всѣхъ частей кривошипнаго вала одинакова.

z не менѣе, чѣмъ 0,45 до $0{,}5\,d$;

$k = 0{,}25$ до $0{,}28\,d$.

Кованые колѣнчатые валы для военныхъ судовъ черт. 48. Толщина щекъ w какъ выше.

Отношеніе длины цапфы къ ея діаметру

для торговыхъ судовъ	0,9 до 1,2
» военныхъ » .	1,1 до 1,4
» торпедныхъ лодокъ	1,4 до 1,6 и болѣе.

Сцѣпныя муфты. Болты большею частью коническіе. Число 6 до 14. Діаметръ болта на срединѣ копуса $^1/_4$ до $^1/_6$ діаметра вала. Напряженіе на срѣзываніе равно напряженію

НТБ ДНУЖТ

на скручиваніе вала. Гайки у болтовъ должны быть предохранены отъ ослабленія.

Матеріалъ колѣнчатыхъ валовъ.

Сталь Сименса-Мартина сопротивленіемъ въ 40 до 50 kg/qcm при удлиненіи не менѣе 20%.

У военныхъ судовъ иногда тигельная сталь такихъ же качествъ.

Для скорыхъ пароходовъ иногда никелевая сталь сопротивленіемъ 55 до 65 kg при удлиненіи не менѣе 20%.

Предписанія Германскаго Ллойда.

Для всѣхъ машинъ съ расширеніемъ при несвѣшивающемся мотылѣ (кривошипѣ):

$$\left.\begin{aligned} d &= \sqrt[3]{\frac{P L n_1 D_1^2}{C_1}} \\ d &= \sqrt[3]{\frac{P L n D^2}{C}} \end{aligned}\right\}$$ руководствуются большимъ изъ полученныхъ размѣровъ,

гдѣ d діаметръ кривошипнаго вала въ cm, P абсолютное давленіе пара въ котлѣ въ at, L длина мотыля въ cm, D_1 діам. Ц В Д въ cm, D діам. Ц Н Д въ cm, n_1 и n число Ц В Д и, соотв., Ц Н Д, C_1 и C постоянныя, имѣющія слѣдующія значенія:

Машины Компаундъ, 2 цилиндра, 2 кривошипа подъ угломъ 90°

$$C_1 = 115, \text{ при } \frac{D^2}{D_1^2} < 3{,}478$$

$$C = 400, \text{ при } \frac{D^2}{D_1^2} > 3{,}478$$

Машины тройн. расшир. о 4 цил. (2 одинаковыхъ Ц В Д на 2 одинаковыхъ Ц Н Д), три кривошипа подъ угломъ 120°

$$C_1 = 93, \quad \text{при } \frac{D^2}{D_1^2} < 6{,}796$$

$$C = 632, \text{ при } \frac{D^2}{D_1^2} > 6{,}796$$

Машины тройного расширенія, три различныхъ цилиндра, три кривошипа подъ угломъ 120°.

$$C_1 = 96, \quad \text{при } \frac{D_2}{D_1^2} < 6{,}604$$

$$C = 634, \text{ при } \frac{D^2}{D_1^2} > 6{,}604$$

Машины четверного расширенія, 4 различныхъ цилиндра, 4 кривошипа подъ угломъ 90°.

$$C_1 = 82, \quad \text{при } \frac{D^2}{D_1^2} < 9{,}171$$

НТБ ДНУЖТ

$$C = 752, \text{ при } \frac{D^2}{D_1^2} > 9{,}171.$$

При этомъ предположено, что матеріалъ валовъ кованой стали обладаетъ сопротивленіемъ 40 до 47 kg qmm при удлиненіи не меньшемъ 20% на длинѣ 200 mm.

Промежуточные валы (между гребнымъ и упорнымъ валомъ) подвергаются скручиванію, изгибу отъ дѣйствія собственнаго вѣса и сжатію на длинѣ до упорнаго вала *).

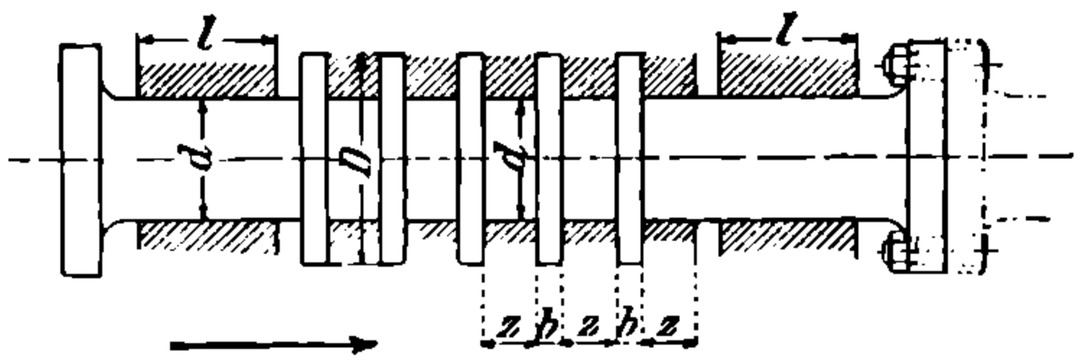
Напряженіе вала отъ сдвигающаго усилія гребного винта такъ незначительно, что имъ можно пренебречь. Если d діаметръ кривошипнаго вала, то діаметръ промежуточнаго вала $= 0{,}85\ d$ до $1\ d$.

По инструкціи Герм. Ллойда, промежуточные валы могутъ имѣть діам. на 5% меньше діаметра кривошипнаго вала.

Поддерживающіе подшипники располагаются по возможности ближе къ фланцу соединительной муфты.

Длина промежуточныхъ валовъ у большихъ судовъ 5 до 7 m. Поддерживающіе подшипники изъ чугуна (у военныхъ судовъ литая сталь) заливаются бѣлымъ металломъ только въ нижней своей части.

Черт. 49.



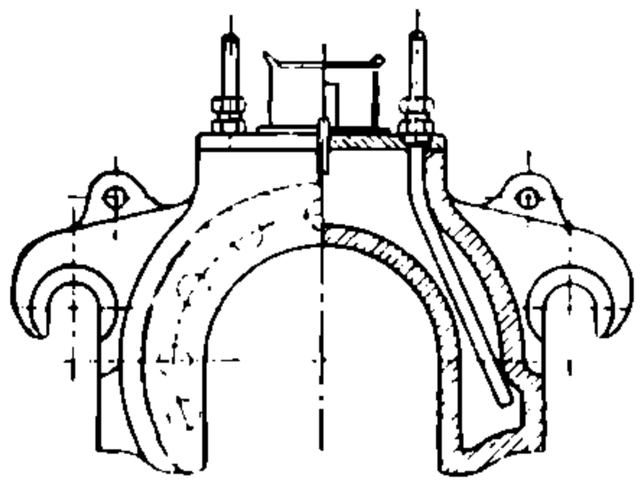
Упорные валы черт. 49 воспринимаютъ долевое сдвиженіе, вызываемое гребнымъ винтомъ. Площадь упорныхъ колецъ разсчитывается по сдвигающему усилію гребного винта (стр. 540). Давленіе на 1 qcm поверхности колецъ, воспринимающей давленіе, см. табл. 9, стр. 559. Діаметръ d вала почти равенъ діаметру кривошипа. $D = 1{,}6\ d$ до $1{,}9\ d$; $b = 0{,}13$ до $0{,}16\ d$ для судовъ военныхъ; $b = 0{,}15$ до $0{,}2\ d$ для судовъ торговыхъ.

Между каждыми двумя смежными кольцами вставляются хомуты черт. 50 (большею частью полые съ охлажденіемъ

*) Вслѣдствіе колебаній вала напряженіе его на скручиваніе можетъ быть значительно повышено; см. ст. L. Gümbel, Ueber Torsionsschwingungen von Wellen, Schiffbau 1902; H. Frahm, Untersuchungen über die dynamischen Vorgänge in den Wellen, Z. d. V. d. I. 1902. H. Foettinger, Schiffbautechn. Gesellschaft 1902.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 50.



циркулирующей водой) изъ чугуна или литой стали съ заливкою бѣлымъ металломъ. Хомуты имѣютъ подковообразную форму, закладываются сверху и особыми боковыми крюками навѣшиваются на двѣ тяги, расположенныя въ горизонтальной плоскости по обѣ стороны вала. Число хомутовъ до 13 для одного вала. Эти упорныя тяги передаютъ сдвигающую силу винта черезъ упорный подшипникъ судовому корпусу. Ширина хомутовъ $z = 2{,}5$ до $3\,b$ при полыхъ хомутахъ. Упорный подшипникъ имѣетъ съ каждой стороны по одному обыкновенному подшипнику, длина котораго l равна діаметру упорнаго вала.

Гребной валъ имѣетъ наименьшій діаметръ, равный діаметру кривошипнаго вала (въ послѣднее время на 10% больше). Валъ подвергается напряженію на скручиваніе *), изгибу отъ дѣйствія вѣса винта и испытываютъ иногда добавочное изгибающее напряженіе отъ эксцентрическаго осевого давленія въ винтѣ; при отчасти выступающихъ изъ воды винтовыхъ лопастяхъ добавочныя напряженія могутъ достигать значительной величины. Гребной валъ въ рабочей части располагается въ дейдвудной трубѣ ахтерштевня, рабочія поверхности вала въ этой трубѣ покрываются слоемъ бронзы и работаютъ въ деревянныхъ подшипникахъ. Остальная часть вала облицовывается слоемъ красной мѣди или каучука. Въ валахъ малаго діаметра часто облицовки не дѣлаютъ, а валъ работаетъ во втулкахъ изъ бѣлаго металла. Длина рабочихъ поверхностей дейдвудной трубки около 3 до 5 діаметровъ вала. При чугунныхъ дейдвудныхъ трубкахъ (употребительны въ судахъ коммерческихъ) полосы дерева помѣщены въ особую бронзовую втулку, вставляемую въ дейдвудную; при бронзовыхъ дейдвудныхъ трубахъ эта втулка часто не дѣлается. Дейдвудная труба для торговыхъ судовъ показана на черт. 51.

$$\left.\begin{array}{ll} l_1 + l_2 = 6d \text{ до } 10d & \\ a = 1{,}5c \text{ до } 1{,}8c & c = 20\ \text{mm} + \frac{d}{20} \\ b = 1{,}2c \text{ до } 1{,}5c & e = 10 \text{ до } 20\ \text{mm} \\ & f = 20 \text{ до } 30\ \text{mm} \end{array}\right\} \text{для валовъ діаметромъ } 200 \text{ до } 600\ \text{mm}.$$

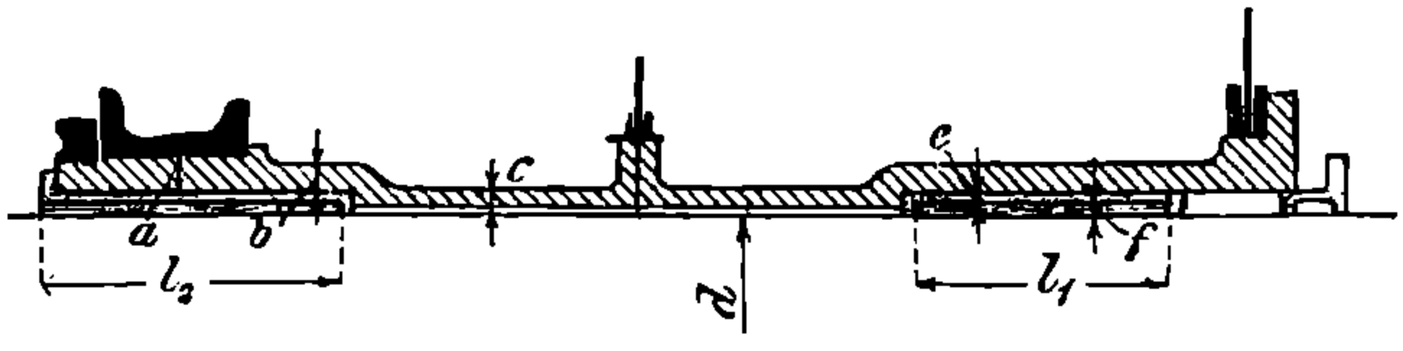
Дейдвудная труба или труба гребного вала большею частью вставляется въ корпусъ изнутри, а иногда и снаружи и должна сидѣть прочно въ ахтерштевнѣ.

---

*) См. статьи Л. Гюмбеля и Г. Фрама.

НТБ ДНУЖТ

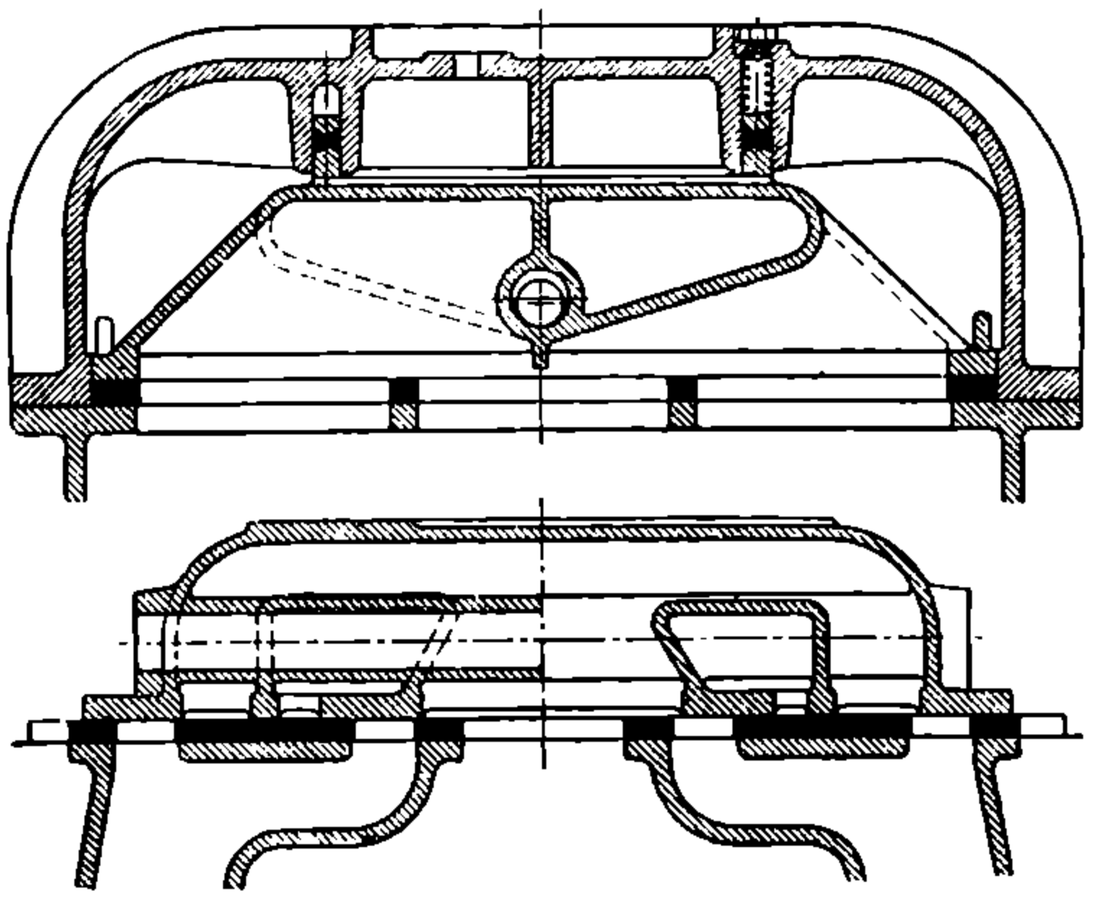
Черт. 51.



Части парораспредѣлительнаго механизма. Общую теорію парораспредѣленій см. ч. I, Паровыя машины.

Для Ц В Д и Ц Н Д примѣняютъ большею частью цилиндрическіе золотники черт. 44, для Ц Н Д, напротивъ того, плоскіе

Черт. 52



золотники; послѣдніе часто для уменьшенія тренія уравновѣшиваются. Для полученія возможно малыхъ эксцентриситетовъ примѣняютъ для плоскихъ золотниковъ двойной впускъ пара и двойной выходъ (черт. 52, золотникъ Пенна), или золотникъ снабжается (только у малыхъ машинъ) каналомъ Трикка. Сила, дѣйствующая на золотниковый стержень, $P = L B\ 0{,}18 p$, гдѣ L длина плоскаго золотника или общая высота уплотняющихъ колецъ у цилиндрическихъ золотниковъ въ cm, B ширина плоскаго золотника или окружность цилиндрическаго золотника въ cm, p наибольшее возможное давленіе пара въ золотниковомъ ящикѣ, 0,18 коэффиціентъ тренія. Уравновѣшеніе золотника и другія условія, могущія вызвать уменьшеніе давленія на золотникъ, въ разсчетъ не принимаются. Для золотниковаго стержня допускается напряженіе на растяженіе въ нарѣзкѣ 250 до 400 kg/qcm; необходимо имѣть надежное направленіе для золотниковаго

НТБ ДНУЖТ

стержня. Для сбереженія числа запасныхъ частей золотниковые стержни для различныхъ золотниковъ имѣютъ одинаковые размѣры. Вѣсъ золотника со стержнемъ часто уравновѣшивается при помощи особаго поршня (черт. 44). Цапфы и ихъ подшипники должны имѣть по возможности большіе размѣры, причемъ давленіе на единицу рабочей поверхности, если возможно, не должно превышать 40 до 70 kg/qcm. Эксцентрики у торговыхъ судовъ изъ чугуна, часто нижнія ихъ части кованыя изъ желѣза или литой стали; у военныхъ судовъ изъ кованой стали или литой стали. Эксцентриковые хомуты очень малыхъ машинъ изъ бронзы, у торговыхъ судовъ изъ литой стали, у военныхъ судовъ изъ кованой стали. Давленіе на единицу рабочей поверхности эксцентрика 5 до 10 kg/qcm.

Холодильникъ. Для морскихъ судовъ употребительны поверхностные, для рѣчныхъ — впрыскивающіе холодильники. Корпусъ поверхностнаго холодильника либо соединенъ съ машиной и изготовленъ изъ чугуна, или представляетъ отдѣльный резервуаръ: для судовъ военнаго флота склепанный изъ красной или желтой мѣди или литой бронзовый, а для коммерческихъ судовъ склепанный изъ желѣзныхъ листовъ или литой чугунный. При устройствѣ холодильниковъ отдѣльно отъ машины облегчается доступъ къ послѣдней. Охлаждающая вода протекаетъ по трубамъ, окруженнымъ паромъ; обратное устройство нынѣ встрѣчается рѣдко. Величина охлаждающей поверхности зависитъ отъ количества и температуры подлежащаго охлажденію пара и охлаждающей воды, а равно отъ требуемой степени разрѣженія. Подходящія значенія получаются изъ слѣдующихъ данныхъ:

Типъ машины	Охлажд. поверхн. на 1 индик. ЛС.
Двойного расширенія	0,15 до 0,17 qm,
Тройного расширенія . .	0,13 » 0,15 »
Четверного расширенія .	0,10 » 0,13 »
Машины торпедныхъ лодокъ	0,75 » 0,9 »

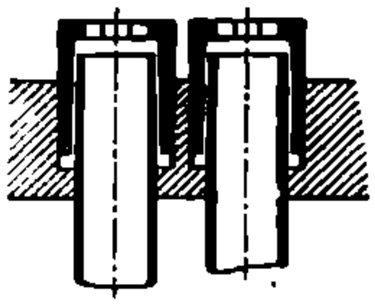
Меньшія значенія для военныхъ судовъ, бо́льшія значенія для судовъ коммерческихъ, плавающихъ между тропиками.

Трубы холодильниковъ изъ желтой мѣди, снаружи и внутри покрыты оловомъ, наружн. діам. 17 или 19 mm и обыкновенно толщиною стѣнокъ въ 1 mm. Для торпедныхъ лодокъ до 0,75 mm. Трубы, длина которыхъ превышаетъ 80 до 100-кратный ихъ діаметръ, на срединѣ своей длины имѣютъ еще подпорку. Трубныя стѣнки состоятъ изъ прокатанныхъ листовъ желтой мѣди толщиной 19 до 28 mm въ зависимости отъ діаметра трубъ. Разстояніе между центрами трубъ = наружному діаметру рѣзьбы + 3 до 4 mm. Трубы укрѣпляются въ трубной стѣнкѣ при помощи винтовой нарѣзки. Укрѣпленіе въ трубныхъ стѣнкахъ при помощи винтовыхъ втулокъ см. черт. 53.

НТБ ДНУЖТ

Воздушный насосъ. Передача движенія большею частью при помощи качающагося рычага отъ крейцкопфа; наиболѣе употребителенъ вертикальный насосъ простого дѣйствія, какъ самый выгодный; горизонтальныя и наклонныя машины имѣютъ точно такъ же вертикальные воздушные насосы, приводимые въ движеніе отъ крейцкопфа при помощи колѣнчатыхъ рычаговъ. Въ весьма большихъ машинахъ очень часто отдѣляютъ воздушный насосъ отъ главной машины; этимъ облегчается маневрированіе главной машины и большая независимость дѣйствія. Тогда примѣняютъ насосы Блэка или Вейра; отношеніе площадей парового и насоснаго цилиндра 1 : 7 до 1 : 9. Величину воздушнаго насоса, приводимаго въ движеніе качающимся рычагомъ, цѣлесообразно опредѣлять по объему Ц Н Д.

Черт. 53.



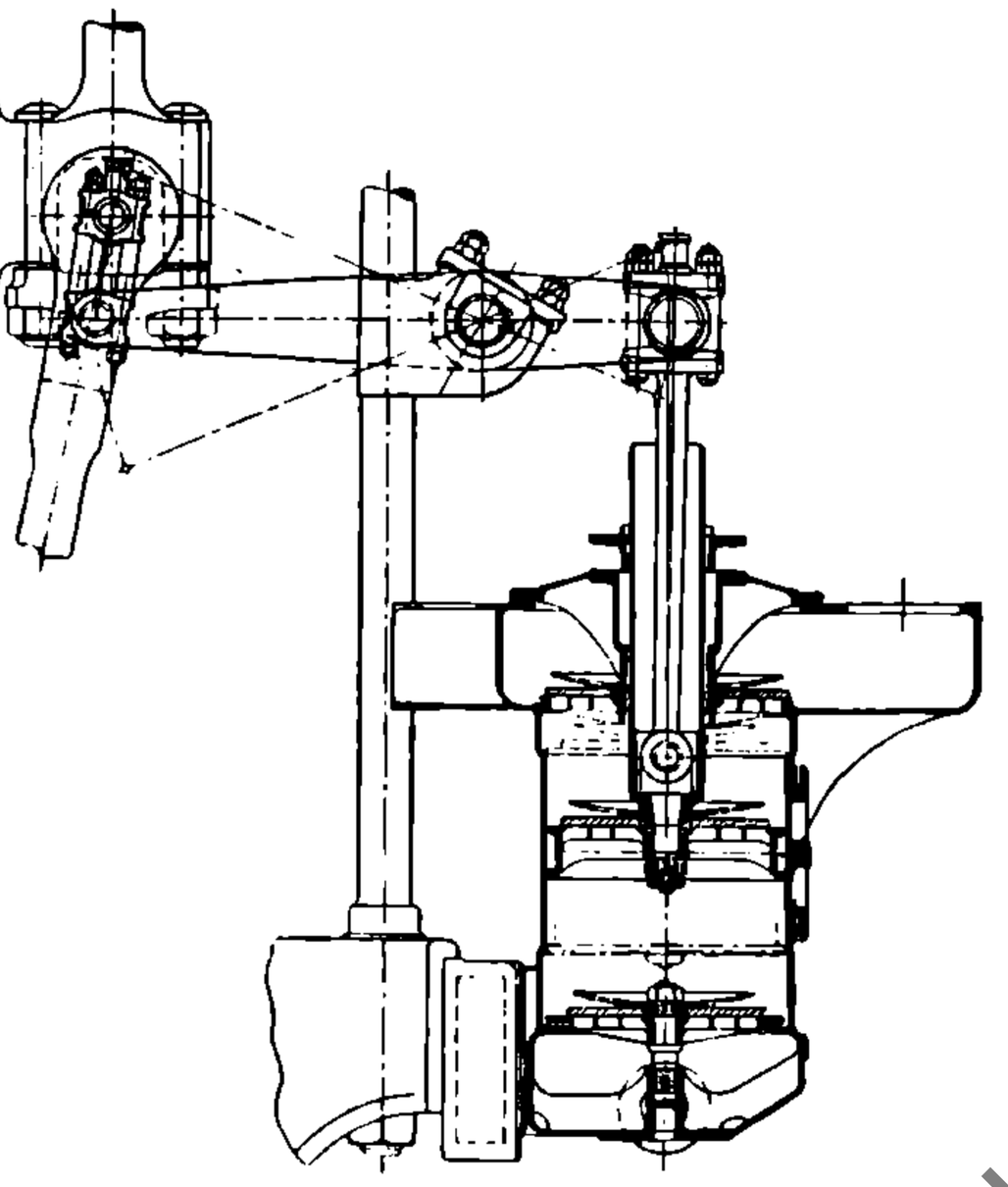
Объемъ воздушнаго насоса для поверхностныхъ холодильниковъ:

для машинъ двойного расширенія $^1/_{14}$ до $^1/_{18}$ отъ объема Ц Н Д
» » тройного » $^1/_{20}$ » $^1/_{24}$ » » »
» » четверного » $^1/_{26}$ » $^1/_{30}$ » » »

У впрыскивающихъ холодильниковъ объемъ воздушнаго насоса составляетъ $^1/_6$ до $^1/_8$ объема Ц Н Д.

Скорость поршня обыкновенно не должна превосходить 2 до 2,4 m/sk; при впрыскивающихъ холодильникахъ лучше брать меньше 1,5 m/sk. Площадь свободнаго прохода клапана въ поршнѣ и въ днѣ насоса дѣлается, по возможности, больше, такъ чтобы скорость движенія воды черезъ насосъ, если его представить себѣ наполненнымъ, оставалась ниже 10 m/sk. Осевая скорость движенія воды черезъ

Черт. 54.



НТБ ДНУЖТ

клапаны не превосходитъ 4 до 5 m/sk. Скорость движенія воды въ нагнетательной трубѣ можетъ доходить до 10 и 12 m/sk (если представить себѣ насосъ наполненнымъ). Скорость воды во всасывающей трубѣ составляетъ не болѣе 4 до 6 m/sk. Въ воздушныхъ насосахъ для впрыскивающихъ холодильниковъ эту скорость принимаютъ до 3,5 m/sk.

У коммерческихъ судовъ тѣло воздушнаго насоса изъ чугуна со вставленнымъ цилиндромъ изъ бронзы. Поршень и сѣдалища клапана точно такъ же изъ бронзы. Поршневой стержень изъ стали, снабжается бронзовой покрышкой; въ малыхъ насосахъ весь стержень изъ бронзы. Діаметръ стержня въ нарѣзкѣ принимаютъ равнымъ около D 10 до D 12, гдѣ D діаметръ цилиндра воздушнаго насоса. Діаметръ самого стержня около $0{,}12\,D + 12$ mm. Для клапановъ берутъ резину или тонкіе металлическіе диски. Воздушный насосъ военнаго судна см. черт. 54. На коммерческихъ и военныхъ судахъ часто примѣняются насосы типа Эдвардса, у которыхъ имѣются только нагнетательные клапаны.

Насосы для циркуляціи охлаждающей воды. Для небольшихъ судовъ коммерческаго флота эти насосы изготовляются по типу воздушныхъ насосовъ поршневаго типа съ передачей движенія отъ главной машины; для судовъ военныхъ и большихъ коммерческихъ, напротивъ того, насосы эти, обыкновенно круговращательнаго типа, устраиваются отдѣльно отъ главной машины; этимъ увеличивается способность маневрированія главной машины.

а) **Поршневые циркуляціонные насосы,** въ противоположность насосамъ воздушнымъ, устраиваются большею частью двойного дѣйствія, ихъ величина зависитъ отъ количества охлаждающей воды и составляетъ, примѣрно, $^1/_{40}$ объема Ц Н Д. Количество охлаждающей воды, необходимое на 1 $ЛС_i$ въ часъ, равно:

у машинъ компаундъ . . .	250 до 300 литр.,
у маш. тройного и четверного расширенія.	200 » 250 »

Ходъ поршня насоса такой же, какъ и воздушнаго насоса. Для сбереженія въ числѣ запасныхъ частей поршневой стержень имѣетъ такіе же размѣры, какъ у воздушнаго насоса. Тѣло насоса изъ чугуна со вставленной втулкой изъ бронзы, сѣдалище клапановъ изъ бронзы, клапаны большею частью изъ резины. Сѣченіе клапана настолько велико, что скорость прохода черезъ него воды не превосходитъ 3 до 3,5 m/sk. Скорость движенія воды во всасывающей и нагнетательной трубѣ не должна быть болѣе 3,5 m/sk. За нагнетательными клапанами устанавливается воздушный колпакъ, объемъ котораго равенъ объему насоснаго цилиндра. Насосъ долженъ быть устроенъ такъ, чтобы онъ могъ всасывать воду также изъ трюма.

НТБ ДНУЖТ

b) **Насосы для циркуляціи охлаждающей воды круговращательнаго типа** (см. ч. I, круговращательные насосы). Подходящія значенія получаются при слѣдующихъ предположеніяхъ. Наибольшая скорость воды во всасывающей трубѣ 2 до 3,5 m/sk въ зависимости отъ бо́льшаго или меньшаго числа изгибовъ трубъ. Внутренній діаметръ колеса дѣлается при двухсторонемъ входѣ воды = 1,2 до 1,4 отъ діаметра всасывающей трубы; наружный діаметръ равенъ двойному внутреннему. Число оборотовъ зависитъ отъ высоты подъема, сопротивленія и діаметра колеса. О формѣ лопастей, ширинѣ колеса и т. п. см. ч. I, круговращательные насосы. Насосы эти точно такъ же должны качать изъ наиболѣе пониженной точки трюма, для чего должны преодолѣвать извѣстную высоту всасыванія; число оборотовъ тогда соотвѣтственно увеличивается. Всасывающей трубѣ, забирающей воду изъ трюма, часто придается діаметръ, равный 0,6 діаметра всасывающей трубы изъ моря.

Величина машины опредѣляется въ зависимости отъ работы, необходимой для подъема воды по разсчету на среднюю степень полезнаго дѣйствія въ 40%. Эта работа должна быть достигнута уже при $^2/_3$ рабочаго давленія въ котлѣ.

Насосы, выкидное отверстіе которыхъ находится подъ уровнемъ воды, должны преодолѣвать только сопротивленіе въ трубопроводѣ. Производительность машины опредѣляется по тому количеству воды, которое должно подлежать откачкѣ, а размѣры трубъ устанавливаются по количеству охлаждающей воды. Въ этомъ случаѣ производительность машины будетъ также достаточна и для цѣлей конденсаціи.

Тѣло циркуляціоннаго насоса для военныхъ судовъ изготовляется изъ бронзы, для торговыхъ судовъ—изъ чугуна; лопастныя колеса—всегда изъ бронзы, валы ихъ изъ кованой бронзы или изъ стали съ покрытіемъ слоемъ бронзы.

Машина для приведенія въ дѣйствіе циркуляціонныхъ насосовъ у небольшихъ судовъ—одноцилиндровая, для большихъ, напротивъ того,—компаундъ; въ послѣднемъ случаѣ цилиндры для сбереженія мѣста иногда располагаются другъ надъ другомъ.

Питательные насосы и питательные трубопроводы. Для небольшихъ и наиболѣе простыхъ установокъ главнымъ питательнымъ приборомъ служитъ насосъ съ ныряломъ, приводимый въ движеніе отъ главной паровой машины при помощи балансира отъ воздушнаго насоса (1 до 2 поршней для 1 машины). Вторымъ питательнымъ приборомъ (установленъ закономъ) служитъ ручной насосъ или инжекторъ.

У нѣсколько большихъ установокъ вспомогательнымъ питательнымъ приборомъ служитъ паровой насосъ (двойной Вортингтонъ или подобнаго типа, одиночный Блэка, Вейра и т. п.).

У установокъ средней величины питательная вода большею частью нагнетается главнымъ питательнымъ насосомъ въ подогрѣватель, нагрѣваемый мятымъ паромъ отъ разныхъ

НТБ ДНУЖТ

вспомогательныхъ машинъ. Отъ подогрѣвателя вода притекаетъ къ одному или нѣсколькимъ насосамъ Вейра, нагнетающимъ воду въ котлы. Дѣйствующіе отъ машины питательные насосы также могутъ нагнетать воду непосредственно въ котелъ. Вторымъ питательнымъ приборомъ служитъ, кромѣ того, паровой насосъ.

У весьма большихъ установокъ независимые воздушные насосы подаютъ питательную воду въ танкъ, изъ котораго она нагнетается въ подогрѣватель особыми паровыми насосами. Изъ подогрѣвателя вода притекаетъ къ особымъ паровымъ насосамъ, нагнетающимъ ее въ котелъ. Вспомогательными питательными приборами служатъ особые паровые насосы въ котельныхъ помѣщеніяхъ. Изъ машиннаго отдѣленія въ котельное помѣщеніе прокладываются два отдѣльныхъ и независимыхъ питательныхъ трубопровода къ котламъ. Притокъ пара къ главнымъ питательнымъ насосамъ регулируется автоматически, смотря по надобности, при помощи особаго поплавка въ питательномъ танкѣ.

У военныхъ судовъ воздушные насосы подаютъ питательную воду большею частью въ особый танкъ (который конструируется иногда какъ водоочиститель и подогрѣватель—система Шульцъ). Изъ танка вода при помощи главнаго или вспомогательнаго питательнаго насоса (большею частью паровые насосы одинаковой конструкціи) нагнетается въ котелъ черезъ главный или вспомогательный питательный трубопроводъ.

Фильтры для питательной воды у торговыхъ и военныхъ судовъ вставляются въ питательный трубопроводъ, а именно либо во всасывающую либо въ нагнетательную трубу.

Насосы для откачки и промывки. Для установокъ малыхъ и средней величины примѣняются для этихъ цѣлей большею частью насосы съ нырялами, которые приводятся въ дѣйствіе отъ главной машины одновременно съ насосами: воздушнымъ, циркуляціоннымъ и питательнымъ. У большихъ установокъ, кромѣ вышеуказаннаго, устанавливаются въ машинномъ и котельномъ помѣщеніи одинъ или нѣсколько паровыхъ насосовъ. Послѣдніе всасываютъ тогда изъ моря, трюма (отчасти также изъ балластныхъ танковъ) и нагнетаютъ въ море, клозетные танки на палубѣ и на палубу для мытья и тушенія пожара.

Балластные насосы. Въ большихъ установкахъ устраивается часто особый двойной насосъ (Вортингтонъ) для откачки балластныхъ танковъ.

Охлаждающая вода для подшипниковъ и трущихся поверхностей машины берется изъ нагнетательнаго объема циркуляціоннаго или клозетнаго насоса.

Машины для движенія переводнаго вала (или переводныя машины). У малыхъ машинъ до 500 ЛС валъ парораспредѣлительнаго механизма (или переводный валъ) приводится во вращеніе отъ руки, для чего насаженный на распредѣли-

НТБ ДНУЖТ

тельный валъ рычагъ передвигается при помощи винтового шпинделя отъ ручного махового колеса.

У большихъ установокъ движеніе переводному валу сообщается отъ особой круговращательной переводной паровой машины или отъ особой переводной машины прямого дѣйствія системы Броуна.

Паровая переводная машина. Одно- или лучше двухцилиндровая паровая машина, направленіе вращенія которой можетъ быть измѣняемо при помощи переставного золотника, передаетъ движеніе при помощи червяка и червячнаго колеса. За цапфу, укрѣпленную въ ободѣ червячнаго колеса, захватываетъ тяга, которая при движеніи паровой машины перемѣщаетъ взадъ и впередъ рычагъ на переводномъ валу. Паровая машина стопорится, когда переводный валъ принялъ надлежащее положеніе.

Переводная машина Броуна (прямого дѣйствія) состоитъ изъ вертикально расположеннаго парового цилиндра и находящагося надъ нимъ тормозного цилиндра, наполненнаго масломъ. Въ обоихъ цилиндрахъ на общемъ поршневомъ стержнѣ перемѣщаются поршни. Если паръ производитъ давленіе на поршень парового цилиндра, то переводный валъ получаетъ движеніе. При помощи особой рычажной передачи паръ автоматически запирается въ то время, когда машинистъ можетъ достичь любого положенія переводнаго вала.

Главные размѣры переводныхъ машинъ.

1. $fs = c_1 \frac{Pr}{pn}$ для круговращательныхъ переводныхъ машинъ.

   $fs = c_2 \frac{Pr}{p}$ для переводныхъ машинъ Броуна,

гдѣ

P наибольшее усиліе у золотниковаго стержня въ kg (см. «части пораспредѣленія»),

r эксцентриситетъ въ cm,

p рабочее давленіе въ паропроводной трубѣ въ kg/qcm

f площадь поршня цилиндра переводной машины въ qcm или сумма площадей обоихъ поршней, если машина двухцилиндровая,

s ходъ поршня въ cm,

n число оборотовъ круговращательной переводной машины, которое необходимо для перевода главной машины отъ «впередъ» на «назадъ»; около 250 до 400 оборотовъ въ минуту.

$c_1 =$ 9,3 для двухцилиндр. маш. съ 2 кривошип. подъ 90°
$=$ 13,4 » трехцилиндр. » » 3 » » 120°
$=$ 18,6 » четырехцилиндр. » » 4 » » 90°
$c_2 =$ 3,8 » двухцилиндр. » » 2 » » 90°
$=$ 5,4 » трехцилиндр. » » 3 » » 120°
$=$ 7,6 » четырехцилиндр. » » 4 » » 90°

НТБ ДНУЖТ

Машина для поворачиванія. Суда, имѣющія машины свыше 2000 $ЛС_i$, снабжаются особой машиной для поворачиванія главной машины; меньшія машины поворачиваются отъ руки при помощи безконечнаго винта и червячнаго колеса.

C. Паровые котлы.

Различаютъ слѣдующіе типы судовыхъ котловъ.

Цилиндрическіе простые или двойные котлы съ обратнымъ ходомъ пламени въ дымогарныхъ трубахъ примѣняются исключительно для торговыхъ судовъ; прежде употреблялись и для военныхъ судовъ, въ настоящее время иногда употребляются для панцырныхъ судовъ — въ послѣднемъ случаѣ совмѣстно съ водотрубными котлами.

Паровозные котлы для торпедныхъ лодокъ нынѣ вытѣсняются водотрубными котлами. Конструкція какъ и для паровозовъ.

Водотрубные котлы съ трубами большого діаметра,

типъ Бельвилля,
» Никлаусса,
» Дюра и т. д.

Водотрубные котлы съ трубами малаго діаметра:

типъ Ярроу (Yarrow),
» Торникрофтъ (Thornycroft), Шульцъ и т. под.,
» Нормандъ и т. д.

Вычисленіе размѣровъ колосниковой рѣшетки производится по слѣдующимъ таблицамъ:

Табл. 10.

Наибольшая производительность на 1 qm рѣшетки въ $ЛС_i$ при естественной тягѣ

(продолжительная производительность)

для цилиндрическихъ котловъ.

Высота дымовой трубы надъ колосниковою рѣшеткою	Давленіе пара			
	8 до 10 at	10 до 12 at	12 до 14 at	14 до 16 at
Меньше 10 m	80	85	90	—
10 до 15 m	88	93	98	103
15 до 20 m	94	101	106	111
20 до 25 m	100	109	114	119
25 до 30 m	—	115	120	125
30 до 35 m	—	—	125	135

НТБ ДНУЖТ

Примѣненіемъ искусственной тяги Гоудена у цилиндрическихъ котловъ при продолжительной работѣ можно достичь производительности въ 150 до 170, а при напряженной работѣ 170 до 190 $ЛС_i$ на 1 qm колосниковой рѣшетки (давленіе воздуха у лопастного колеса вентилятора 30 до 50, а подъ колосниками 10 до 25 mm).

Таблица 11.

Наибольшая производительность на 1 qm рѣшетки въ $ЛС_i$ при искусственной тягѣ

у водотрубныхъ котловъ.

Рабочее давленіе воздуха въ топочномъ пространствѣ, mm вод. столба	Водотрубные котлы	
	съ трубами большого діаметра	съ трубами малаго діаметра
10 до 15	110 до 140	110 до 140
15 до 30	120 до 160	130 до 180
30 до 45	—	160 до 220
45 до 60	—	180 до 250
60 и болѣе	—	200 до 280
Наибольшее форсированіе у торпедныхъ лодокъ.	—	до 350

Вычисленіе поверхности нагрѣва производится по опредѣленіи площади рѣшетки на основаніи слѣдующихъ соотношеній:

$$\frac{\text{поверхность нагрѣва}}{\text{площадь рѣшетки}}$$

цилиндр. котловъ съ естественною тягою	30 до 35	
» »	съ форсированною тягою Гоудена (induced draught)	38 » 42
» »	у котловъ паровозныхъ	45 » 60
» »	водотрубныхъ котловъ съ трубами большого діаметра	30 » 40
» »	водотрубныхъ котловъ съ трубами малаго діаметра.	45 » 60

Бо́льшія цифры относятся до большей форсировки.

Расходъ угля для цилиндрическихъ котловъ при лучшихъ машинахъ четырехкратнаго расширенія около 0,6 до 0,65 kg/$ЛС_i$ въ часъ, для тѣхъ же котловъ при машинахъ тройного расширенія 0,65 до 0,7 kg въ большихъ установкахъ и 0,7 до 0,8 въ малыхъ установкахъ; для водотрубныхъ котловъ съ искусственною тягою около 0,9 kg при умѣренной форсировкѣ и 1 kg при болѣе сильной форсировкѣ.

Испареніе. Каждый kg сгорѣвшаго угля хорошаго качества (содержащаго около 8 до 15% шлаковъ) испаряетъ воды (по разсчету на питательную воду въ 0° и паръ въ 100°)

НТБ ДНУЖТ

у лучшихъ цилиндрическихъ котловъ	8,5 до 9,5	kg
» малыхъ » »	7,5 до 8,5	»
» водотрубныхъ котловъ ...	6,5 до 8,0	»

Искусственная тяга. 1. У цилиндрическихъ котловъ. a) Воздухъ при помощи вентиляторовъ, воздухопроводныхъ каналовъ и подогрѣвателя воздуха (трубчатый ящикъ, сквозь трубки котораго горячіе газы изъ котла отводятся въ дымовую трубу) нагнетается частью подъ горящимъ топливомъ и частью надъ нимъ; это устройство извѣстно подъ названіемъ форсированной тяги Гоудена (Howden) и примѣняется для скорыхъ пароходовъ и пароходовъ пассажирскихъ.

b) Горячіе газы при помощи вентиляторовъ высасываются изъ дымоходовъ и нагнетаются въ дымовую трубу; свѣжій воздухъ для сгоранія притекаетъ при этомъ сквозь особый подогрѣватель къ топочнымъ камерамъ. Система Ellis и Eaves induced draught (всасывающая тяга).

2. У котловъ водотрубныхъ. Топочное пространство всегда закрыто двойною дверкой (воздушные шлюзы). Вентиляторы присасываютъ находящійся надъ палубой воздухъ черезъ особыя воздушныя шахты и нагнетаютъ его въ топочное пространство, въ которомъ такимъ образомъ можетъ быть достигнутъ избытокъ давленія до 65 mm водян. столба. Также можетъ быть достигнутъ избытокъ давленія только до 15 mm у цилиндрическихъ котловъ для военныхъ судовъ.

Типы котловъ.

1. **Цилиндрическіе котлы** съ обратнымъ ходомъ пламени черезъ дымогарныя трубы; черт. 55 двойной котелъ, черт. 56 и 57 одиночный котелъ.

Топки представляютъ гладкія, а иногда скрѣпленныя кольцами Адамса (черт. 58) жаровыя трубы; только для малыхъ котловъ при давленіи не болѣе 10 at. Для большихъ котловъ примѣняются волнистыя трубы типа Фокса черт. 59 и 60, Моррисона черт. 61, Порва черт. 62, Дейгтона черт. 63.

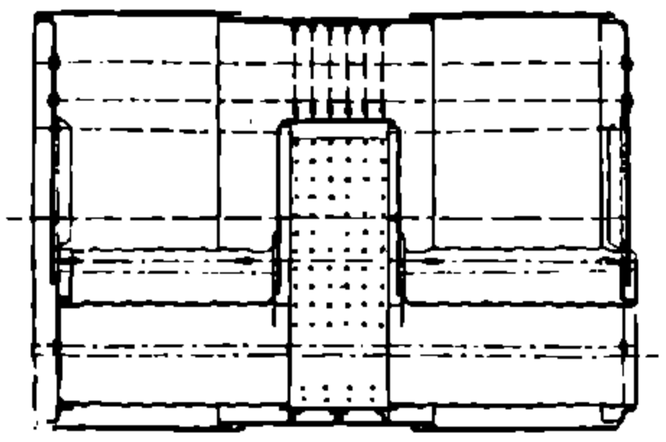
Наибольшій діаметръ жаровой трубы 1300 mm при естественной тягѣ и 1150 mm при искусственной тягѣ, наименьшій діам. около 750 mm въ свѣту. Разность діаметровъ встрѣчающихся жаровыхъ трубъ большею частью 50 mm. У большихъ котловъ жаровыя трубы могутъ быть легко замѣняемы, для каковой цѣли онѣ должны имѣть форму по черт. 60. У наибольшихъ топокъ длина колосниковъ не должна превосходить 2 m; при форсированной тягѣ не болѣе 1,7 m.

Отношеніе: поверхности нагрѣва къ площади рѣшетки см. выше. Число жаровыхъ трубъ 1 до 4 у одиночныхъ котловъ; у двойныхъ котловъ число жаровыхъ трубъ двойное.

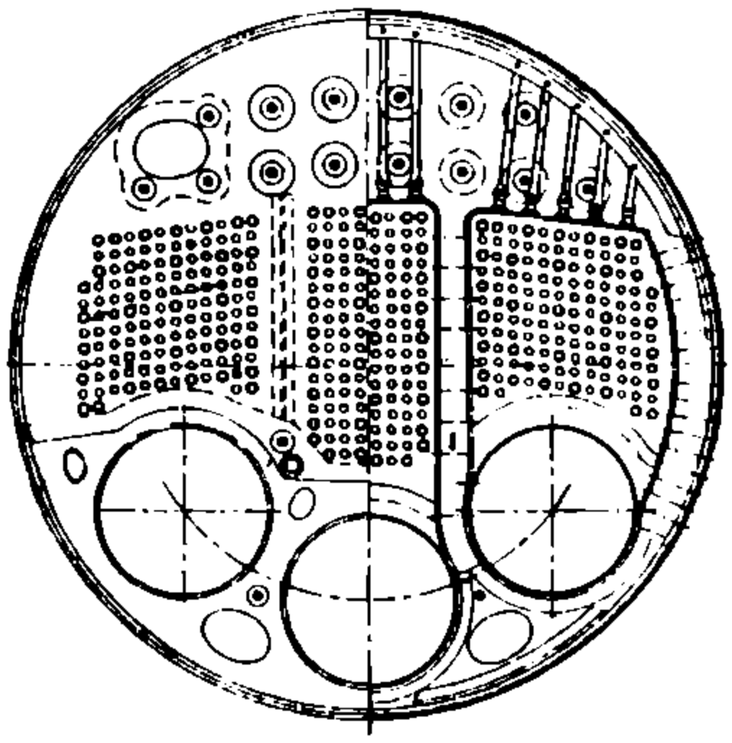
Дымогарныя трубы. Большею частью изъ сварочнаго или литого желѣза, а иногда изъ литого желѣза, тянутыя безъ шва.

НТБ ДНУЖТ

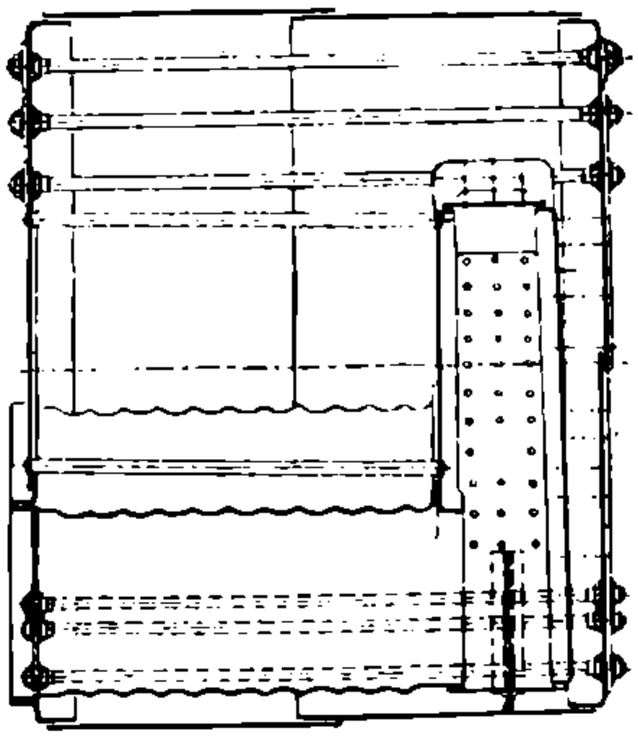
Черт. 55.



Черт. 56.



Черт. 57.



Черт. 58.

Черт. 59.

Черт. 60.

Черт. 61.

Черт. 62.

Черт. 63.

Наружный діаметръ 70 до 83 mm. При форсированной тягѣ діаметръ иногда меньше. Толщина стѣнокъ дымогарныхъ трубъ 3 до 4 mm, а анкерныхъ трубъ около 7 до 10 mm. Обыкновенныя трубы раскатываются въ обѣихъ рѣшеткахъ, а анкерныя — ввинчиваются и расклепываются. Длина трубъ большею частью не болѣе 2,3 m.

Одиночные котлы см. черт. 56 и 57. У двойныхъ котловъ черт. 55 жаровыя и дымогарныя трубки съ одной стороны сообщаются съ общею топочною камерою посрединѣ котла, такъ что всегда двѣ противолежащія топки имѣютъ одну общую топочную камеру; рядомъ расположенныя топки, напротивъ того, отдѣлены. Только у двойныхъ котловъ о 8 жаровыхъ трубахъ четыре среднія топки сообщаются съ одною общею камерой; равнымъ образомъ у одиночныхъ котловъ о 4 жаровыхъ трубахъ обѣ среднія топки имѣютъ общую камеру.

Исполненные цилиндрическіе котлы приведены въ табл. стр. 578 и 579.

НТБ ДНУЖТ

Инструкціи Германскаго Ллойда.

1. **Цилиндрическія части котловъ и парособиратели.** Имѣемъ

$$s = \frac{PD}{2} \cdot \frac{b}{B} \cdot \frac{e}{e-d} \text{ и } \frac{d^2\pi}{4} = \frac{PD}{2} \cdot \frac{n}{N} \cdot \frac{e}{a},$$

гдѣ s толщина цилиндрической части котла въ cm,
P допускаемое рабочее давленіе въ kg/qcm,
D наибольшій діаметръ въ свѣту въ cm,
B сопротивленіе листа разрыву въ kg/qcm,
N » матеріала заклепки срѣзыванію въ kg/qcm,
b коэффиціентъ надежности листа,
n » » заклепокъ,
e разстояніе между заклепками въ cm,
a число заклепочныхъ сѣченій на одномъ дѣленіи,
d діаметръ заклепокъ въ cm.

Сопротивленіе срѣзыванію заклепокъ въ долевомъ швѣ должно быть, по крайней мѣрѣ, равно сопротивленію разрыву котельнаго листа, ослабленнаго заклепочными отверстіями. Сопротивленіе заклепокъ перерѣзыванію для сварочнаго желѣза = 0,875 отъ временнаго сопротивленія разрыву, а для стали = 0,85 того же сопротивленія, если только путемъ испытаній не получается другое значеніе. Коэффиціентъ надежности для листа принимается равнымъ 5 и можетъ быть уменьшенъ до 4,75, если заклепочныя отверстія высверливаются, и склепка производится машинами; до 4,5 — если долевые швы имѣютъ двойныя накладки, дыры сверленыя и склепка машинная. Во всѣхъ случаяхъ предполагается весьма тщательная работа и лучшій матеріалъ. Если толщина листовъ превосходитъ 12,5 mm, то круглые швы должны быть двойные, а если толщина доходитъ до 25 mm и болѣе, то средніе круглые швы должны быть исполнены въ три ряда заклепокъ.

Коэффиціентъ надежности n заклепочнаго желѣза для стыковъ въ нахлестку (перекрышку) равенъ тому же коэффиціенту для листа; при двойныхъ накладкахъ онъ равенъ 1,15 взятому коэффиціенту для листа, если принимать двойное число заклепочныхъ сѣченій. Если заклепочныя дыры послѣ пригонки листовъ еще разсверливаются и склепка машинная, то коэффиціентъ надежности, также и при двойныхъ накладкахъ, можетъ быть принятъ одинаковымъ какъ для заклепокъ, такъ и для листа. Толщина накладки должна быть по крайней мѣрѣ равна $^3/_4$ толщины листа; діаметръ заклепки долженъ быть не меньше одиночной и не больше двойной толщины листа.

НТБ ДНУЖТ

Если разстояніе между заклепками превосходитъ 8-кратную толщину листа и соотв. накладки, то края накладокъ вырѣзаются зигзагообразно. При двойномъ рядѣ заклепокъ разстояніе между послѣдними, измѣренное параллельно шву, не должно превосходить 3,75 діаметра заклепки. При расположеніи заклепокъ въ шахматномъ порядкѣ діагональное разстояніе между заклепками опредѣляется такъ, чтобы въ накладкахъ между заклепками не вызывались большія напряженія, чѣмъ у листа въ ослабленномъ его сѣченіи; разстояніе это не должно, однако, превосходить 2,4 діаметра заклепки. Прочность заварныхъ швовъ можно принимать равною 0,7 отъ прочности цѣльнаго листа.

2. **Плоскія стѣнки.** Толщина s плоской стальной стѣнки, укрѣпленной распорными болтами (связями) или анкерными балками, опредѣляется по формулѣ $s = C l \sqrt{P}$, гдѣ P допускаемое рабочее давленіе въ kg/qcm, l разстояніе между анкерами или связями въ cm, s толщина листа въ cm; при расположеніи связей въ вершинахъ прямоугольника, однако, $l = 0{,}4\,a + 0{,}6\,b$, гдѣ a малая и b большая сторона прямоугольника.

$C = 0{,}024$ для листовъ, соприкасающихся съ горячими газами и водой, связи завинчены и снабжены заклепочными головками.

$C = 0{,}022$ для листовъ, соприкасающихся съ горячими газами и водой, связи завинчены и снабжены гайками.

$C = 0{,}021$ для листовъ, не соприкасающихся съ горячими газами, связи завинчены и снабжены заклепочными головками.

$C = 0{,}020$ для листовъ, не соприкасающихся съ горячими газами, якоря или связи завинчены и снабжены гайками.

$C = 0{,}018$ для листовъ, не соприкасающихся съ горячими газами, діаметръ подкладной шайбы $= {}^2/_5$ разстоянія между связями, толщина этихъ шайбъ $= {}^2/_3$ толщины листа.

$C = 0{,}017$ для листовъ, не соприкасающихся съ горячими газами, діаметръ подкладной шайбы $= {}^3/_5$ разстоянія между связями, толщина этихъ шайбъ $= {}^5/_6$ толщины листа.

$C = 0{,}016$ для листовъ, не соприкасающихся съ горячими газами, діаметръ подкладной шайбы $= {}^4/_5$ разстоянія между связями, толщина этихъ шайбъ $=$ толщинѣ листа.

Толщина стѣнокъ трубныхъ досокъ опредѣляется по тѣмъ же формуламъ, причемъ въ нихъ l среднее разстояніе между анкерными трубами измѣряется между центрами трубъ,

НТБ ДНУЖТ

Таблица 12.

Типъ судна			Скорый парох.	Скорый парох.	Товарн. парох.	Товарн. парох.	Авизо
Родъ тяги			Есте-ственная	Гоудена	Есте-ствен.	Есте-ствен.	Закр. топка
Типъ котла			Двойной	Двойной	Двой-ной	Оди-ночный	Двой-ной
Поверхность нагрѣва		qm	601	566	370	186	446
Площадь рѣшетки		qm	18,7	14,4	10,2	5,1	16
Поверхн. нагр.: площадь рѣшетки			32,1	39,3	36,3	36,4	27,9
Рабочее давленіе		at	12,5	15	15	15	12
Цилиндр. часть котла	Діаметръ въ свѣту	mm	5077	4976	4130	4130	4550
	Длина	mm	6200	6200	6050	3350	5970
	Толщина стѣнокъ	mm	36,5	37	36	36	30
	Сопротивленіе матер.	kg/qmm	45—48	52—57	45—50	45—50	—
Жаровыя трубы	Типъ		Порвъ	Морри-сонъ	Морри-сонъ	Морри-сонъ	Порвъ
	Число		8	8	6	3	8
	Діаметръ въ свѣту	mm	1200	1100	1000	1900	1000
	Толщина стѣнокъ	mm	15	18	16,5	16,5	13,5
	Число топочн. камеръ въ 1 котлѣ		3	3	3	3	2×2
	Наименьшее разстояніе въ свѣту между цилиндр. частью и жаровою трубой	mm	123	128	149	113	91
Дымогарныя и анкерныя трубы	Наружн. діам. дымогарн. и анкерныхъ трубъ	mm	83—80	70	76	76	76
	Толщ. стѣн. дымог. трубъ (сваренныхъ желѣзн.)	mm	4,2	3,5	4	4	3,5
	Тоже, анкерныхъ трубъ (сварен. желѣзн.)	mm	8	5—8	10	10	6
	Число дымогарныхъ трубъ		674	592	352	171	580
	» анкерныхъ трубъ		194	364	222	111	136
	Разстояніе между рѣшетками	mm	2350	2375	2375	2325	2250
	Вертик. разст. между труб.	mm	106	98	104	104	98
	Горизонт. » »	mm	105	98	104	104	98
	Толщина рѣшетокъ	mm	24	24	25	25	22
Уровень воды надъ осью котла		mm	1325	1323	1078	1078	1150
Глубина топочной камеры		mm	1254	1356	1200	680	560

НТБ ДНУЖТ

Крейсеръ	Товарн. парох.	Товарн. парох.	Товарн. парох.	Товарн. парох.	Товарн. парох.	Товарн. парох.	Буксиръ
Закр. топка	Естественная	Естественная	Естественная	Естественная	Естественная	Естественная	Естественная
Двойной	Одиночный	Одиночный	Двойной	Одиночный	Одиночный	Одиночный	Одиночный
378	240	130	358	105	90	70	40
11,4	6,84	4,0	11,4	3,47	3,0	2,4	1,3
33,2	35,1	32,1	31,4	31,1	30	29	30,8
13	14,5	12	13	8	12	10,5	10
3950	4655	3315	4140	3200	3200	2450	2100
5450	3550	3375	5700	3140	3200	2700	2400
24	37,5	22,5	30	18	25	19	17,5
—	45—50	45—50	45—50	45—50	42—46	42—46	42—46
Морриссонъ	Морриссонъ	Морриссонъ	Морриссонъ	Гладкія	Гладкія	Гладкія	Гладкія
	3	2		2	2	2	1
950	1200	1000	1100	940	915	700	850
15,5	18	14	14,5	13	15	13	14
3	3	2	3	2	2	2	
95	127	88	120	145	—	—	—
63,5	76		76	76	83		76
3	4	4	4	3,3			—
6	10	10	8	10	—	—	—
618	251	144	430	132	84	80	62
190	125	62	164	40	54	40	18
2100	2300	2250	2200	2190	2100	2000	1700
84	100	100	102	101	113	98	99
86	100	99	102	100	113	98	99
23	24,5	21	22	18	23,5	18	18
1032	1173	900	1036	815	—	—	—
1154	680	630	1260	520	—	—	—

НТБ ДНУЖТ

$C = 0{,}020$; a горизонтальное, а b вертикальное разстояніе между анкерными трубами.

Для плоской стѣнки въ предѣлахъ между пучками трубъ величина l — горизонтальное разстояніе между центрами крайнихъ рядовъ трубъ въ смежныхъ пучкахъ; если при этомъ въ крайнихъ рядахъ каждая третья труба представляетъ анкерную трубу, то $C = 0{,}020$; если каждая вторая труба представляетъ анкерную трубу, то $C = 0{,}019$; если каждая вторая труба крайняго ряда представляетъ анкерную трубу, то $C = 0{,}019$.

Листамъ, соприкасающимся съ одной стороны съ горячими газами, а съ другой омываемымъ паромъ, придается толщина на $^1/_{10}$ бо́льшая, если они не защищены особыми предохранительными листами.

При примѣненіи сварочнаго желѣза значенія, опредѣленныя для литого желѣза, должны быть увеличены на $12\,^0/_0$.

3. Топки.

Толщина въ cm стѣнокъ въ гладкихъ топкахъ

$$s = 0{,}003\,85\sqrt{PDL}.$$

P допускаемое рабочее давленіе, D наружный діаметръ въ cm, L длина топки или длина между скрѣпляющими кольцами, если таковыя имѣются.

Толщина стѣнки s не должна быть, однако, меньше, чѣмъ получается разсчетомъ по слѣдующей формулѣ:

$s = \frac{PD}{740} + 0{,}3$ для гладкихъ топокъ безъ колецъ Адамсона.

$s = \frac{PD}{900} + 0{,}3$ » » » съ однимъ кольцомъ Адамсона.

Длина между кольцомъ и лобовою стѣнкой котла меньше 1,22 m.

$s = \frac{PD}{1010} + 0{,}3$ для гладкихъ топокъ съ 2 кольцами Адамсона.

Разстояніе между кольцами менѣе 0,79 m.

$s = \frac{PD}{1125} + 0{,}3$ для гладкихъ топокъ съ 3 кольцами Адамсона.

Разстояніе между кольцами менѣе 0,61 m.

$s = \frac{PD}{1220} + 0{,}3$ для волнистыхъ топокъ (Фокса или Моррисона).

Листъ долженъ обладать сопротивленіемъ 35 до 41 kg/qmm.

Толщина стѣнокъ волнистыхъ трубъ должна быть по меньшей мѣрѣ 0,8 cm, глубина волнъ не менѣе 3,8 cm и гладкій конецъ трубы долженъ имѣть длину не болѣе 25,4 cm.

У волнистыхъ трубъ D—наружный діаметръ въ наиболѣе пониженной точкѣ волны.

4. **Анкера и связи.** Наибольшее напряженіе на растяженіе не должно превосходить:

НТБ ДНУЖТ

для заварныхъ желѣзныхъ анкерныхъ тягъ 350 kg/qcm,
» незаварныхъ » » » 500 kg/qcm,
» » стальныхъ » » 600 kg/qcm.

Напряженіе въ листахъ въ ихъ сѣченіи netto не должно превосходить $^1/_7$, а въ связяхъ $^1/_{10}$ временнаго сопротивленія разрыву.

5. **Анкерныя балки огневой коробки.** Анкерныя балки сварочнаго желѣза, поддерживающія потолокъ, разсчитываются по слѣдующей формулѣ:

$$b = \frac{P\,(W - l)\,e\,L}{C\,h^2},$$

гдѣ P допускаемое рабочее давленіе въ kg/qcm, W ширина огневой коробки въ cm, l взаимное разстояніе между анкерными болтами одной балки, а при одномъ анкерномъ болтѣ — половина длины анкерной балки, e взаимное разстояніе между балками въ cm, L длина балки въ cm, h высота балки въ cm, b толщина балки въ cm.

$C = 420$ при одномъ анкерномъ болтѣ въ каждой балкѣ,
$C = 630$ » 2 или 3 анкерныхъ болтахъ въ каждой балкѣ,
$C = 720$ » 4 » 5 » » » » »

Балки пригоняются концами своими къ вертикальнымъ стѣнкамъ огневой коробки и на 4 cm надъ потолкомъ должны имѣть прозоръ. На анкерные болты надѣваются втулки, помѣщающіяся между низомъ анкерной балки и верхомъ потолка; втулки всѣ одинаковой высоты. У стальныхъ анкерныхъ балокъ допускается уменьшеніе b на $^1/_{10}$.

6. **Сопротивленіе котельныхъ листовъ разрыву.** а) Сварочное желѣзо.

Различаютъ три сорта сварочнаго желѣза.

1. Цилиндрическіе листы, 2. Бортовые листы, 3. Огневые листы.

Сопротивленіе разрыву листовъ толщиною до 25 mm въ kg/qmm ихъ первоначальнаго сѣченія, а равно и ихъ удлиненіе послѣ разрыва на длинѣ 200 mm, не должно быть меньше нормъ, указанныхъ въ прилагаемой таблицѣ:

	Цилиндрическіе листы		Бортовые листы		Огневые листы	
	Сопротивленіе kg/qmm	Удлиненіе %	Сопротивленіе kg/qmm	Удлиненіе %	Сопротивленіе kg/qmm	Удлиненіе %
вдоль волоконъ	33	7	35		36	18
поперекъ волоконъ	30	5	33	8	34	

Сопротивленіе разрыву углового желѣза вдоль волоконъ не должно быть менѣе 36 kg/qmm при 16% удлиненія.

НТБ ДНУЖТ

Заклепки должны быть изготовлены изъ лучшаго тягучаго желѣза, его сопротивленіе разрыву не должно быть меньше 35 kg/qmm при удлиненіи 15%.

b) Сталь. Сопротивленіе разрыву у огневыхъ листовъ въ kg/qmm ихъ первоначальнаго сѣченія, равно и удлиненіе послѣ разрыва на длинѣ 200 mm, устанавливаются по нижеслѣдующимъ нормамъ:

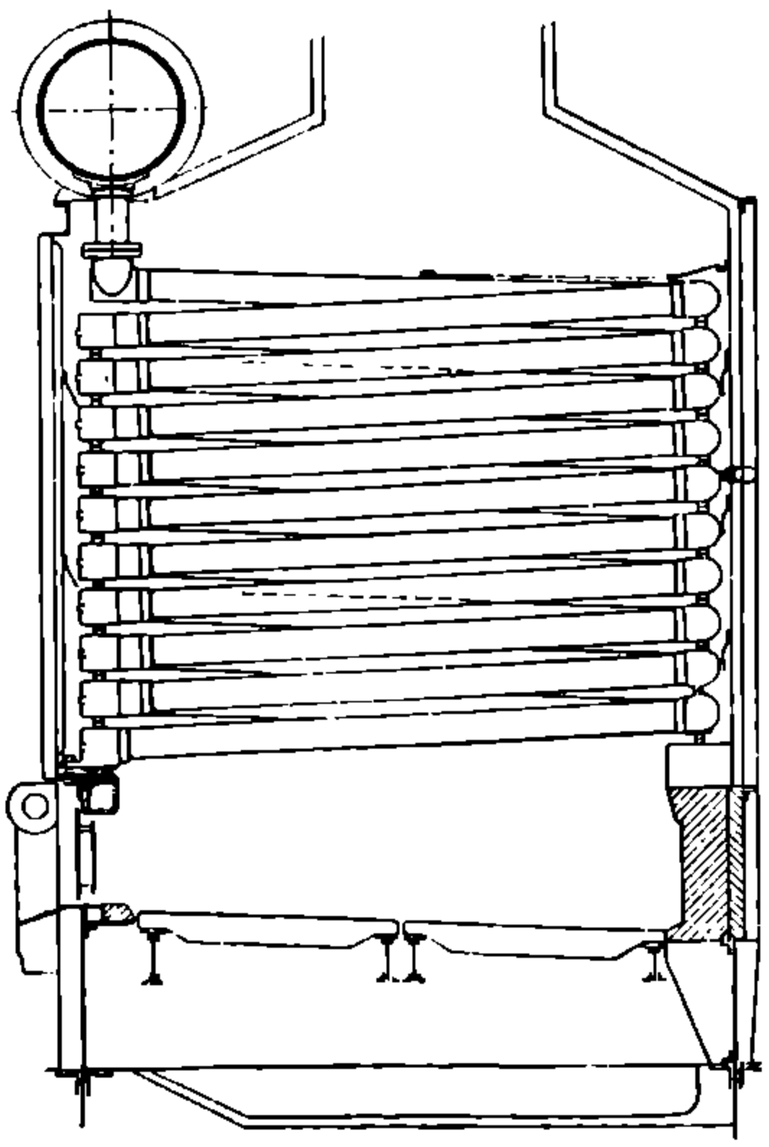
Сопротивленіе въ kg/qmm	46	45	44	43	42		
Удлиненіе въ % . .	20,5	21	21,5	22	22,5		
Сопротивленіе въ kg/qmm	41	40	39	38	37	36	35
Удлиненіе въ %	23	23,5	24	24,5	25	25,5	26.

Для частей котла, на которыхъ отгибаются борты или которыя приходятъ въ соприкосновеніе съ огневыми газами, слѣдуетъ примѣнять листы, сопротивленіе которыхъ меньше 42 kg/qmm; для листовъ цилиндрической части достаточно удлиненіе 20%.

Заклепки, анкера и распорные болты всего лучше изготовлять изъ мягкаго литого желѣза, обладающаго сопротивленіемъ 35 до 45 kg/qmm при соотвѣтствующемъ удлиненіи.

a. Водотрубные котлы съ трубами большого діаметра.

Черт. 64.



Котлы Бельвилля (черт. 64). Вверху расположенъ поперечный круглый котелъ, а внизу такой же котелъ четырехугольной формы (водосборный). Между обоими котлами зигзагообразныя системы трубъ, діам. въ свѣту 100 mm, расположенныя другъ возлѣ друга плоскими пучками (элементы). Стальныя трубы безъ шва ввинчиваются въ особыя головки литой стали. Поверхность нагрѣва: площади рѣшетки около 30 : 1.

Котлы Дюрра. Вверху расположенъ поперечный круглый котелъ, къ которому снизу прилегаетъ плоская водяная коробка; особою внутреннею перегородкою водяной ящикъ раздѣляется на двѣ части. Въ наружной стѣнкѣ ящика вставлены съ наклономъ назадъ кипя-

НТБ ДНУЖТ

Таблица 13. Котлы военныхъ судовъ *).

Типъ		Бельвилль		Никлауссъ		Дюрръ		Торней-крофтъ	Нор-мандъ	Паровозный		Шульцъ-Торнейкрофтъ	
Названіе судна		«Bouvet»	«Hertha» [2]	«Friant»	«Freya»	«Viktoria Louise»	«M.» [2]	«Aegir»	«Богатырь»	«Hohenzollern»	«Gefion»	«Siegfried»	Мал. крейсеръ
Рабочее давленіе	at	17	18	15	13	13	13	12	18	12	12	12	15
Общая площадь рѣшетки (ΣR)	qm	104,8	73,8	72,72	75	62,64	55,7	25,44	91,6	96	66,4	21,6	54,5
Общая поверхн. нагрѣва (ΣH)	qm	2989	2214	2159	2456	2585	2339	1500	4714	2679	2210	1000	2770
Отношеніе $(\Sigma H) : (\Sigma R)$		28,5	30,0	29,7	32,7	41,3	42	59	51,5	27,9	31,8	46,3	50,8
Производит. машинъ (ΣN_i)	$ЛС_i$	14000 [3]	10000 [3]	9563	10000 [3]	10000 [3]	10000 [3]	5017	20000	9635	9386	5085	10000
Отношеніе $(\Sigma N_i) : (\Sigma R)$	$ЛС_i$/qm	133,6	135,5	131,5	133,3	159,7	179,5	197,2	218	100,4	141,4	235,4	184
Колич. угля, сжигаемое въ часъ: (ΣB)	kg	13990	10000	8800	10000	10000	10000	5500	18200	8800	6200	4850	ок. 9000
$(\Sigma B) : (\Sigma R)$	kg/qm	133,58	135,5 [4]	122	133,3	159,7	179,5	216,2	199	91,75	93,8	224,9	ок. 165
$(\Sigma B) : (\Sigma N_i)$	$kg/ЛС_i$	1,0 [3]	1,0 [4]	0,911	1,0 [4]	1,0 [4]	1,0 [4]	1,1 [5]	0,91 [6]	0,906	0,656	0,942	ок. 0,9
Площадь F, занимаем. котлами	qm	177,1	115,9	106,2	114,8	106,5	100,9	85,7	2,0	—	123,5	—	—
Отношеніе $F : (\Sigma R)$		1,69	1,57	1,46	1,53	1,70	1,81	3,37	2,75	—	1,86	—	—
Общій вѣсъ G всѣхъ котловъ [1]	t	589,624	416,5	369,021	405,0 [3]	398,0 [3]	405,0 [3]	195,623	—	791,366	608,118	203,45	—
Вѣсъ/qm площади или $G : F$	t/qm	3,33	3,59	3,48	3,53	3,74	4,01	2,28	—	—	4,92	—	—
Вѣсъ/qm пл. рѣш. или $G : (\Sigma R)$	t/qm	5,626	5,644	5,075	5,307	6,354	7,271	7,69	—	8,243	9,158	9,419	—
Вѣсъ/$ЛС_i$ или $G : (\Sigma N_i)$	$kg/ЛС_i$	42,1	41,65	39,9	40,5 [3]	39,8 [3]	40,5	38,99	—	82,14	64,79	40,01	—

[1]) Содержитъ вѣса котловъ съ обшивкой и обмуровкой, воды въ котлахъ, дымовыхъ трубъ, насосовъ, трубопроводовъ съ водой и вентиляторовъ. [2]) Deutscher-Kreuzer II кл. [3]) По договору. [4]) Принято. [5]) Принято на основаніи четырехчасовой поѣздки съ 4 котлами. [6]) Предусмотрѣно договоромъ, въ дѣйствительности достигнуто 0,65.

*) По Veith'y, Erprobungen von Belleville-Kesseln, Marine-Rundschau 1897, тетр. 8; далѣе Berlin, Chaudieres marines.

НТБ ДНУЖТ

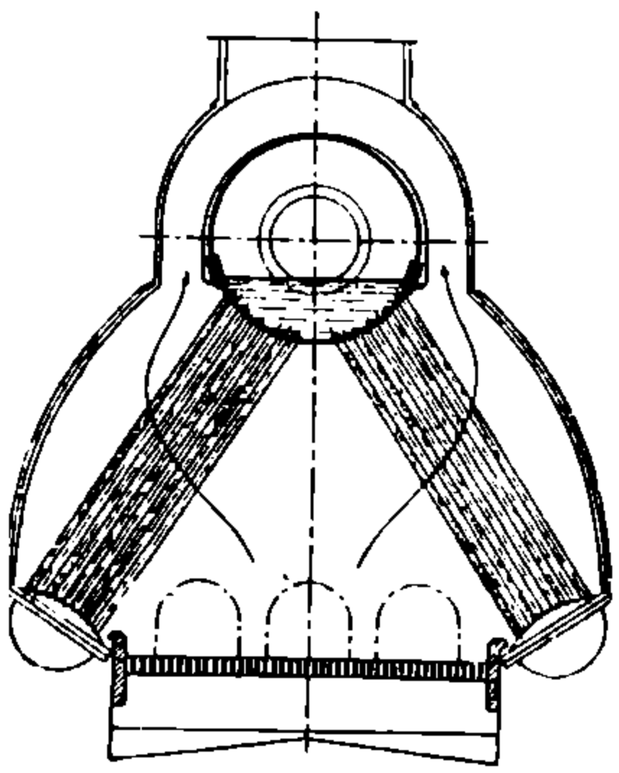
тильныя трубки діам. 90 mm; внутри послѣднихъ вставлены укрѣпленныя въ перегородкѣ циркуляціонныя трубы. Вода по циркуляціоннымъ трубамъ течетъ изъ передней части водяного ящика назадъ, попадаетъ въ кипятильныя трубы и протекаетъ по этимъ послѣднимъ впередъ. Часто соединяются съ паросушителемъ. Надлежащее направленіе придается пламени при помощи особыхъ направляющихъ перегородокъ между трубами. Поверхность нагрѣва: площади рѣшетки около 40 : 1.

Котлы Никлаусса подобны котламъ Дюрра, но вмѣсто перегородки отдѣльныя водяныя камеры литой стали; трубы располагаются вертикально одна подъ другой.

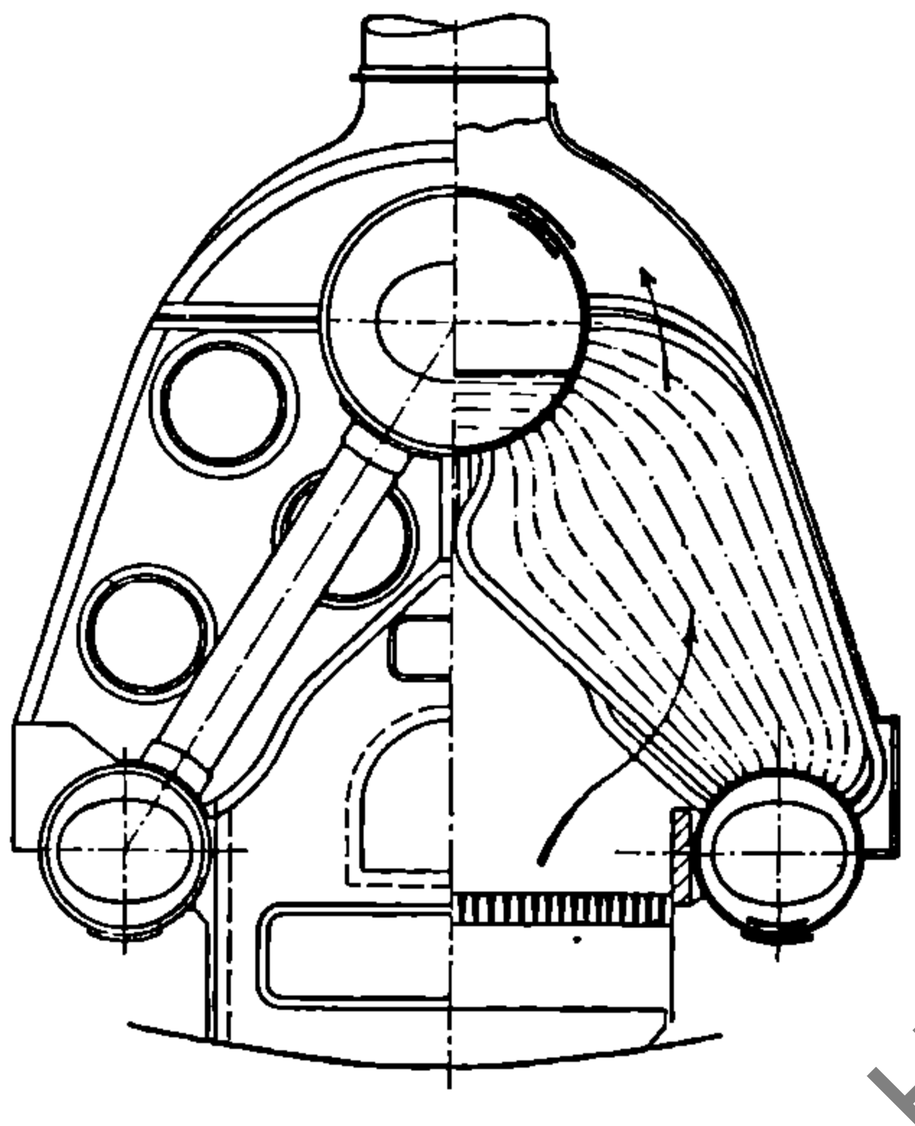
b. Водотрубные котлы съ трубами малаго діаметра.

1. **Котлы Ярроу** (черт. 65). Одинъ верхній котелъ и два параллельно ему расположенныхъ нижнихъ котла. Трубы всѣ прямыя и одинаковаго діаметра (25 до 44 mm при толщинѣ стѣнокъ 1,8 до 3,5 mm). Питаніе производится въ верхнемъ котлѣ. Для циркуляціи воды между верхнимъ и нижними котлами нѣтъ особыхъ соединительныхъ трубъ. Поверхность нагрѣва: площадь рѣшетки 50 : 1 до 60 : 1 у миноносцевъ. Кожухъ изъ двойныхъ листовъ, промежутокъ между которыми заполняется асбестомъ. Въ послѣднее время у этихъ котловъ примѣняется форсированная тяга Гоудена и подогрѣватель воздуха.

Черт. 65.



Черт. 66.



2. **Котлы Торникрофта, Шульца и подобныхъ типовъ.** Одинъ верхній котелъ, два или три параллельно ему расположен-

НТБ ДНУЖТ

ныхъ нижнихъ котла, соединенные изогнутыми пучками трубъ; при трехъ нижнихъ котлахъ, одинъ изъ нихъ располагается подъ срединою верхняго котла и отдѣльныя колосниковыя рѣшетки располагаются по обѣ стороны средняго и нижняго котловъ. Котлы съ двумя нижними котлами, черт. 66. Продукты горѣнія на всей длинѣ рѣшетки поступаютъ въ пучки трубъ снизу лишь на $^1/_3$ длины трубъ и выходятъ сверху пучковъ на всей длинѣ верхняго котла. Въ остальныхъ частяхъ трубы обоихъ рядовъ — ближайшаго къ колосниковой рѣшеткѣ и ближайшаго къ кожуху—прилегаютъ другъ къ другу вплотную, образуя сплошную стѣнку, вслѣдствіе изгиба ихъ въ одной плоскости. Поверхность нагрѣва: площадь рѣшетки 50 : 1. Для циркуляціи воды между верхнимъ котломъ (который питается) и нижними котлами устанавливаются особыя трубы. Сѣченіе этихъ трубъ $\backsim$ 2 qcm на 1 qm поверхности нагрѣва. Трубы литого желѣза, тянутыя или катанныя, большею частью наружн. діам. 32 до 36 mm и толщиною стѣнокъ 3 mm, снаружи оцинкованы гальванопластическимъ путемъ. Кожухъ двойной, между листами воздухъ, снаружи слой асбеста.

3. **Котелъ Норманда**, какъ и вышеприведенный. Разница въ движеніи газовъ. Въ началѣ или въ концѣ колосниковой рѣшетки пламя вступаетъ въ пучки трубъ на всей длинѣ трубъ, проходитъ по всему пучку и по всей его высотѣ выходитъ въ дымовую камеру. Поверхность нагрѣва: площадь рѣшетки 50 : 1, у миноносцевъ 60 : 1. Наружный діам. трубъ 30 mm. Толщина стѣнокъ 2 mm. Трубы, какъ и выше, раскатываются въ трубныхъ стѣнкахъ.

Чистая арматура.

1. **Предохранительный клапанъ.** Каждый котелъ долженъ имѣть по крайней мѣрѣ два предохранительныхъ клапана. Общая площадь клапановъ при естественной тягѣ по табл. 14.

Таблица 14.

Сѣченіе предохранительныхъ клапановъ.

Рабочее давленіе . . at	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Свободное сѣченіе на 1 qm поверхн. нагрѣва qmm	131	112	98	86	79	72	66	60	56	54	52	51

при искусственной тягѣ соотвѣтственно больше.

НТБ ДНУЖТ

Всегда имѣется приспособленіе для открыванія клапановъ. Нагрузка только при помощи пружинъ. Наибольшій діаметръ одного клапана не долженъ превосходить 100 до 110 mm.

2. **Главный запорный клапанъ.** Діаметръ d въ mm опредѣляется по $d = c\sqrt{\frac{H}{p}}$ гдѣ H поверхность нагрѣва въ qm,

p абсолютное давленіе пара въ at,
$c = 28$ до 30 при естественной тягѣ,
$= 31$ до 36 при искусственной тягѣ.

3. **Вспомогательный запорный клапанъ** при большихъ установкахъ ставится у многихъ котловъ для пара къ вспомогательному паропроводу; послѣдній имѣетъ также сообщеніе съ главнымъ паропроводомъ.

4. **Питательные клапаны.** Въ большинствѣ случаевъ имѣются два самостоятельныхъ и раздѣленныхъ другъ отъ друга питательныхъ трубопровода (главный и вспомогательный). Каждый трубопроводъ имѣетъ самостоятельное сообщеніе съ котломъ и размѣры, достаточные для питанія котла. Большею частью два клапана у котла расположены одинъ позади другого; клапанъ, находящійся непосредственно у котла, имѣетъ неподвижный запорный вентиль, а у другого—вентиль свободный, дѣйствующій какъ автоматическій обратный клапанъ. Питательная труба внутри котла доведена почти до наинизшаго уровня воды въ котлѣ.

5. **Водоуказательныя стекла.** У одиночныхъ котловъ 2 стекла на одной сторонѣ котла; у двойныхъ котловъ 2 стекла на одной лобовой стѣнкѣ и 1 стекло на другой лобовой стѣнкѣ. Непосредственно у котла должны быть особые запорные клапаны; у стекла вверху и внизу по 1 крану, внизу приборъ для продуванія стекла.

6. **Пробные краны или клапаны.** Два крана у каждаго котла. Нижній въ плоскости наинизшаго уровня воды, верхній на 100 mm выше.

7. **Спускной или продувательный кранъ, или клапанъ,** снабжается внутреннею трубкой, которая оканчивается въ нижней части котла.

8. **Клапанъ для удаленія пѣны** снабжается внутреннею трубой, оканчивающейся на высотѣ наинизшаго уровня воды въ котлѣ.

Кромѣ того: вентиль для пробы соли, вентиль для удаленія воздуха, манометренные вентили (2 манометра у каждаго котла) и одинъ отростокъ для контрольнаго манометра.

НТБ ДНУЖТ

Грубая арматура.

Колосники чугунные у коммерческихъ судовъ и желѣзные у военныхъ судовъ.

Длина колосниковъ 500 до 1200 mm,
Ширина вверху . 15 до 24 »
Ширина прозоровъ 8 до 12 » .

Боковые колосники для волнистыхъ жаровыхъ трубъ имѣютъ соотвѣтственную зигзагообразную форму. Опорами для колосниковъ служатъ: шуровочная доска со стороны дверки, балка у порога съ задней стороны и особая колосниковая балка посрединѣ.

Дымовая коробка и дымовая труба.

Дымовая коробка имѣетъ большею частью двойныя стѣнки и снабжается дверкой для очистки трубъ.

Дымовая труба съ кожухомъ или безъ кожуха. (Разстояніе между обѣими стѣнками дымовой коробки 50 до 100 mm; между дымовою трубой и кожухомъ 100 до 250 mm.)

Сѣченіе дымовой трубы въ свѣту около $^1/_5$ площади рѣшетки.

Трубопроводы.

1. **Главные трубопроводы** большею частью прямые, снабжаются расширительными сальниками; опоры должны быть достаточно прочны для воспріятія осевыхъ сдвиженій. Скорость пара 30 до 40 m/sk.

Толщина стѣнокъ стальныхъ трубъ $s \frac{dp}{500} + 1$ mm,

» » трубъ красн. мѣди $s \frac{dp}{400} + 1{,}5$ mm,

въ предположеніи, что трубы безъ шва. Здѣсь d діам. въ свѣту въ mm, p рабочее давленіе въ kg/qcm. Лучшій матеріалъ для трубопроводовъ стальныя трубы, отводы колѣна и клапаны изъ литой стали. Трубопроводы красной мѣди (примѣняются только для трубъ небольшого діаметра), арматура бронзовая.

То же относится и до вспомогательныхъ трубопроводовъ.

2. **Трубопроводы исходящаго пара** изготовляются изъ литого желѣза или красной мѣди съ чугунною арматурою.

3. **Питательные трубопроводы** изъ красной мѣди съ бронзовою арматурою. Нагнетательные трубопроводы имѣютъ бо́льшую толщину стѣнокъ, чѣмъ соотвѣтствующіе трубопроводы для свѣжаго пара.

4. **Трубопроводы для откачки** изготовляются изъ чугуна или свинца.

5. **Балластные трубопроводы** изъ сварочнаго желѣза, оцинкованы.

НТБ ДНУЖТ

Таблица 15.

Вѣса машинъ и котловъ *).

(По разнымъ литературнымъ источникамъ.)

Подъ машиной подразумѣвается: главная машина съ гребнымъ валомъ и винтомъ или гребными колесами.

Подъ котломъ подразумѣвается: котелъ съ чистою и грубою арматурою, дымовою коробкою, дымовою трубою (котелъ безъ воды).

Подъ трубопроводомъ подразумѣвается: всѣ насосы съ водопроводными трубами, трубы паропроводныя и для мятаго пара, лѣстницы, рѣшетки, платформы и т. под.

Типъ машины	Вѣсъ въ kg на 1 ЛС$_i$			
	Машина	Котелъ	Трубопроводъ	Сумма
Миноносцы и контрминоносцы машины тройн. расширенія				
Водотрубные котлы. . . .	8—14	10—15	4—8	22—37
Легкіе крейс. Машины тройного расширенія.				
Съ цилиндрич. котлами. .	20—30	35—45	10—15	65—90
Съ водотрубными » .	20—30	20—30	10—15	50—75
Панцырныя суда. Машины тройного расширенія.				
Цилиндрическіе котлы . .	30—37	40—50	15—20	85—107
Скорые пассажирскіе пароходы. Цилиндрич. котлы.				
Тройное расширеніе	50—60	55—65	24—30	129—155
Четверное » . . .	56—70	60—75	24—30	140—175
Товарный пароходъ. Цилиндрическіе котлы.				
Большіе, четверн. расшир.	75—95	75—90	45—50	195—235
Средніе, тройн. »	70—90	75—90	40—45	185—225
Малые, двойн. » .	65—80	75—85	35—42	175—207
Паровыя вспомогательн. лодки. Машины сдвоенныя или компаундъ.				
Паровозные котлы .	7—13	20—30	4—8	

*) Вѣса подразумѣваются для наибольшей производительности при искусственной тягѣ.

НТБ ДНУЖТ

Таблица 16.

Вѣсъ котловъ съ принадлежностями въ kg.

(Общій вѣсъ $= a\,H + b\,R + c\,R + d\,R + e\,H$.)

Типъ котла	***a*** Котелъ съ обшивкой или кожухомъ съ изоляціей на 1 qm поверхн. нагрѣва (*H*)	***b*** Грубая арматура со включеніемъ кирпичн. кладки на 1 qm поверхн. рѣшетки (*R*)	***c*** Чистая арматура и внутренія трубы на 1 qm поверхн. рѣшетки (*R*)	***d*** Дымовая коробка съ дымовою трубою на 1 qm поверхн. рѣшетки (*R*)	***e*** Вѣсъ воды въ котлѣ на 1 qm поверхн. нагр. (*H*)
Одиночный цил. кот. раб. давл. 7 до 10 at	145 до 193	Естествен. тяга:	Естест. тяга 190 до 200	Естествен. тяга у малыхъ суд. 600 до 1000	около 100
Тоже, раб. давленіе 10 до 15 at	193 до 235	800 до 1100	Форсир. тяга 200 до 230	У очень больш. судовъ 1000 до 1800	около 100
Двойной цил. котелъ раб. давл. 7 до 10 at	140 до 172	Тяга Гоудена:	Естест. тяга 180 до 200	Тяга Гоудена (только у больш. суд.): 2000 до 3000	около 95
Тоже, раб. давленіе 10 до 15 at	172 до 203	1500 до 1800	Форсир. тяга 190 до 220	со включ. подогрѣвателя воздуха	около 95
Котлы Бельвилля	90 до 100	800 до 1050	100 до 160	700 до 1200	около 8 до 10
Водотрубные котлы (трубы мал. діам.) для военныхъ судовъ	50 до 60	500 до 700	110 до 150	700 до 1000	12 до 16
Тоже, для миноносцевъ	35 до 40	380 до 450	90 до 110	200 до 260	10 до 12

НТБ ДНУЖТ

ВРЕМЕННЫЯ ПРАВИЛА

объ освидѣтельствованіи судовъ, плавающихъ по внутреннимъ воднымъ путямъ.

Утвержд. **М. П. С.** 8 февр. 1903 г.

(Извлеченіе.)

I. Положенія общія.

1. Дѣйствію настоящихъ правилъ подлежатъ всѣ плавающія по внутреннимъ воднымъ путямъ, состоящимъ въ отношеніи надзора за судоходствомъ въ завѣдываніи Министерства Путей Сообщенія, суда, принадлежащія частнымъ лицамъ, обществамъ, товариществамъ и компаніямъ, за исключеніемъ: а) судовъ гребныхъ, б) непаровыхъ судовъ, служащихъ для рыболовнаго промысла, и в) судовъ, принадлежащихъ яхтъ-клубамъ и другимъ обществамъ паруснаго и гребного спорта.

Примѣчаніе 1. Постановленія настоящихъ правилъ о пароходахъ или паровыхъ судахъ относятся до всѣхъ судовъ, приводимыхъ въ движеніе находящимися на нихъ машинами.

Примѣчаніе 2. Состоящія въ вѣдѣніи Министерства Внутреннихъ Дѣлъ перевозныя суда могутъ подвергаться освидѣтельствованію, согласно настоящимъ правиламъ, по соглашенію Министерствъ Внутреннихъ Дѣлъ и Путей Сообщенія.

2. Суда подлежатъ освидѣтельствованію для удостовѣренія въ ихъ прочности и въ надлежащемъ устройствѣ и снабженіи, для безопаснаго плаванія, въ томъ районѣ, для котораго они предназначены.

3. Къ плаванію допускаются суда, удовлетворяющія нижеслѣдующимъ, въ видахъ безопасности, условіямъ.

а) **Корпусъ судна** долженъ быть правильнаго и прочнаго устройства, въ соотвѣтствіи съ назначеніемъ судна и наибольшей допускаемой нагрузкой (и. к.); днище судна должно быть съ внутренней стороны доступно для осмотра, для чего полъ или слань должны быть разборныя. Самое судно должно обладать, въ зависимости отъ условій плаванія, достаточною степенью остойчивости.

Корпусъ парохода, а также предназначеннаго для перевозки пассажировъ непарового судна, долженъ быть подраздѣленъ на достаточное число отдѣленій (отсѣковъ) водонепроницаемыми переборками.

б) Палубы судна, крыши и тенты, мостики, надпалубныя платформы и галлереи, равно какъ и отверстія въ нихъ и кожухахъ гребныхъ колесъ, трапы, лѣстницы и забортныя сходни по своему устройству и прочности не должны представлять опасности для движенія людей, а на пароходахъ и на непаровыхъ судахъ, перевозящихъ пассажировъ, всѣ перечисленныя части и принадлежности судна должны имѣть особыя огражденія для вполнѣ безопаснаго движенія людей и предохраненія ихъ отъ паденія. Выходы изъ жилыхъ помѣщеній, трапы, лѣстницы и забортныя сходни должны быть въ достаточномъ количествѣ.

Отверстія въ бортахъ судна ниже ватерлиніи должны закрываться соотвѣтственно устроенными клапанами (кингстонами) или кранами. Бортовыя окна и иллюминаторы должны закрываться плотно.

в) **Паровые котлы** и котельныя помѣщенія судна должны имѣть устройство, отвѣчающее требованіямъ установленныхъ по сему предмету правилъ.

Паровые котлы должны быть прочно установлены въ корпусѣ судна.

г) **Паровые и электрическіе механизмы** должны быть прочно укрѣплены въ корпусѣ и устроены соотвѣтственно назначенію судна, а также имѣть всѣ необходимые приборы и надлежащія огражденія для безопаснаго за ними ухода и надзора.

Сверхъ того, какъ самые механизмы, такъ и отдѣльныя части паромеханической установки (въ особенности паропроводныя трубы) и части электрической установки (лампы, канализація тока, распредѣлительныя доски и т. п.) должны быть построены прочно и безопасно.

НТБ ДНУЖТ

д) **Рулевое устройство** должно быть прочно, и дѣйствіе его обезпечено при разрывѣ **штуртросса**; на паровыхъ судахъ должны быть установлены надлежащіе приборы для передачи приказаній въ машинное отдѣленіе.

е) **Печи** и всякаго рода дымовыя трубы должны быть безопасны въ пожарномъ отношеніи и расположены или защищены такъ, чтобы отъ нихъ не нагрѣвались деревянныя части судовъ и чтобы объ эти трубы нельзя было обжечься.

ж) **Освѣщеніе** внутреннихъ помѣщеній судиа и сигнальныхъ фонарей должно быть достаточное и по устройству своему безопасное.

При электрическомъ освѣщеніи, на случай его неисправности, должны находиться на суднѣ лампы или свѣчи.

з) На суднѣ должны находиться въ достаточномъ количествѣ **водоотливныя средства**. Въ случаѣ раздѣленія судна водонепроницаемыми переборками на нѣсколько отдѣленій (отсѣковъ) должно быть возможно выкачиваніе воды изъ каждаго отсѣка.

и) На всѣхъ судахъ должны находиться **якоря** надлежащаго вѣса и въ надлежащемъ числѣ, съ соотвѣтственными якорными канатами, и приспособленія для временной задѣлки проломовъ и пробоинъ.

На всѣхъ судахъ должны находиться **спасательныя средства** въ исправномъ состояніи и въ достаточномъ, по условіямъ плаванія судна, количествѣ для спасенія всѣхъ находящихся на суднѣ людей. Спасательныя средства должны быть размѣщены на суднѣ такимъ образомъ, чтобы пользованіе ими не представляло затрудненій.

На тѣхъ судахъ, для коихъ, по условіямъ плаванія, устройству и назначенію, требуются лодки, таковыя должны быть въ исправномъ состояніи и въ постоянной готовности для немедленнаго пользованія ими. Если лодки подняты, то суда должны имѣть исправно дѣйствующія приспособленія для быстраго спуска лодокъ на воду.

і) На суднѣ должны находиться въ достаточномъ количествѣ **противопожарныя средства**.

к) **Наибольшая безопасная осадка** судна должна быть установлена, въ зависимости отъ высоты борта и устройства корпуса, и обозначена на бортахъ судна ясно видимымъ знакомъ.

Соотвѣтственно осадкѣ опредѣляется наибольшая нагрузка судна. Панбольшее число пассажировъ, допускаемое на суднѣ, опредѣляется сообразно грузоподъемности и требуемой отъ судна остойчивости. Опредѣленное такимъ образомъ число пассажировъ не должно превышать наибольшаго числа пассажировъ, установленнаго дѣйствующими санит. прав. для суд. и плот., плав. по внутр. водн. пут.

л) Всѣ **жилыя помѣщенія** должны по устройству своему, снабженію размѣрамъ отвѣчать установленнымъ санитарнымъ правиламъ.

Примѣчаніе. Подробныя, въ развитіе сей (3) статьи, техническія правила издаются Министромъ Путей Сообщенія и публикуются во всеобщее свѣдѣніе.

II. О комиссіяхъ, производящихъ освидѣтельствованія.

4. Суда свидѣтельствуются особыми комиссіями, мѣста пребыванія и районы дѣйствія которыхъ, въ зависимости отъ характера и развитія судоходства, опредѣляются Министромъ Путей Сообщенія, о чемъ публикуется во всеобщее свѣдѣніе.

5. **Комиссіи** по освидѣтельствованію судовъ состоятъ:

а) При освидѣтельствованіи **непаровыхъ судовъ** — изъ одного изъ должностныхъ лицъ мѣстнаго округа путей сообщенія по техническому надзору за водными путями, одного изъ должностныхъ лицъ мѣстнаго округа путей сообщенія по судоходному надзору, имѣющаго право командованія судами, и техника, знакомаго съ судостроеніемъ, преимущественно изъ числа лицъ, получившихъ высшее техническое образованіе, а также врача—для обсужденія вопросовъ санитарнаго характера.

Въ комиссіи предоставляется участвовать, съ правомъ голоса, одному представителю отъ страховыхъ обществъ, занимающихся страхованіемъ судовъ, по избранію сихъ обществъ, и двумъ представителямъ отъ мѣстныхъ судовладѣльцевъ, по избранію биржевыхъ комитетовъ; въ случаѣ же, если таковыя избранія не состоятся,—то по приглашенію Начальника округа путей сообщенія.

НТБ ДНУЖТ

б) При освидѣтельствованіи **паровыхъ судовъ**—независимо отъ лицъ, указанныхъ въ пунктѣ а)—изъ техника-спеціалиста по машиностроенію, преимущественно изъ числа лицъ, получившихъ высшее техническое образованіе.

Означенныя должностныя лица, врачъ и техники, а также ихъ замѣстители, назначаются въ комиссію Министромъ Путей Сообщенія, по представленіямъ Начальника округа путей сообщенія.

Предсѣдатель комиссіи и его замѣститель назначаются Министромъ Путей Сообщенія, по представленію Начальника округа путей сообщенія.

Примѣчаніе. Представители отъ судовладѣльцевъ не могутъ участвовать въ комиссіи при освидѣтельствованіи собственныхъ судовъ и могутъ быть замѣняемы другими, избираемыми тѣмъ же порядкомъ.

6. Комиссіи подчиняются правленію округа путей сообщенія.

7. Постановленія комиссіи признаются законными, когда въ ней присутствовали отъ Министерства Путей Сообщенія: предсѣдатель комиссіи или его замѣститель и не менѣе двухъ членовъ, въ томъ числѣ одинъ техникъ.

Неприбытіе представителей отъ страховыхъ обществъ и судовладѣльцевъ не останавливаетъ дѣйствія комиссій.

8. Дѣла рѣшаются комиссіей по большинству голосовъ. При равенствѣ голосовъ голосъ предсѣдателя даетъ перевѣсъ. Въ случаѣ несогласія предсѣдателя съ рѣшеніемъ большинства членовъ комиссіи, ему предоставляется перенести дѣло на разрѣшеніе правленія округа путей сообщенія.

III. О производствѣ освидѣтельствованій.

а) Объ освидѣтельствованіяхъ обыкновенныхъ и чрезвычайныхъ.

9. Освидѣтельствованія бываютъ: 1) **обыкновенныя** и 2) **чрезвычайныя**. **Обыкновенныя** освидѣтельствованія подраздѣляются на: а) **первоначальныя** и б) **очередныя**.

Первоначальныя освидѣтельствованія производятся всѣмъ вновь построеннымъ пароходамъ, а также непаровымъ судамъ, предназначеннымъ для перевозки пассажировъ, а изъ числа судовъ, построенныхъ до изданія настоящихъ правилъ, всѣмъ судамъ, перевозящимъ пассажировъ.

Первоначальныя освидѣтельствованія судовъ, построенныхъ до изданія настоящихъ правилъ, должны быть произведены въ теченіе 4 лѣтъ, начиная съ 1903 г.

Очередныя освидѣтельствованія производятся всѣмъ судамъ, перевозящимъ пассажировъ.

Очередныя освидѣтельствованія назначаются черезъ каждыя шесть лѣтъ для судна въ полномъ вооруженіи на плаву и черезъ каждыя девять лѣтъ для подводной части судна. Однако, комиссіямъ по освидѣтельствованію судовъ предоставляется назначать болѣе короткіе сроки для производства слѣдующаго очередного освидѣтельствованія, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій плаванія и состоянія судна.

Чрезвычайныя освидѣтельствованія назначаются Начальникомъ округа путей сообщенія или предсѣдателемъ комиссіи: а) въ случаѣ полученія заслуживающихъ довѣрія свѣдѣній объ опасномъ состояніи судна и б) послѣ производства исправленій, назначенныхъ комиссіей при предыдущемъ освидѣтельствованіи, если объ этомъ состоялось постановленіе комиссіи.

Чрезвычайныя освидѣтельствованія, по ходатайству судовладѣльца, могутъ быть назначены Начальникомъ округа путей сообщенія или предсѣдателемъ комиссіи также и при постановкѣ судна въ докъ, при его выморозкѣ и вообще при подъемѣ судна изъ воды.

10. Въ случаѣ, если при чрезвычайномъ освидѣтельствованіи судна, подлежащаго очередному освидѣтельствованію, произведено будетъ полное освидѣтельствованіе подводной или надводной части судна, то таковое освидѣтельствованіе, по постановленію комиссіи, засчитывается за очередное освидѣтельствованіе, причемъ слѣдующее очередное освидѣтельствованіе судна соотвѣтственно отсрочивается.

НТБ ДНУЖТ

б) Объ условіяхъ производства освидѣтельствованій.

11. Освидѣтельствованія судовъ производятся при такихъ, по возможности, условіяхъ, чтобы не препятствовать ихъ службѣ.

12. Судовладѣлецъ или лицо, его замѣняющее, обязаны оказывать содѣйствіе при освидѣтельствованіи судна и производить на свой счетъ необходимыя при этомъ работы. Для производства освидѣтельствованія судно должно быть судовладѣльцемъ или его довѣреннымъ приготовлено. Приготовленіе это заключается въ слѣдующемъ: а) въ отношеніи корпуса судна, — должны быть подняты половые щиты и слани и корпусъ внутри долженъ быть очищенъ и вымытъ; б) для освидѣтельствованія подводной части судна, — если комиссія не признаетъ возможнымъ ограничиться осмотромъ днища изнутри судна, то оно должно быть поднято на докъ или выморожено или вытащено на берегъ или подъ него подведенъ ларь; в) при освидѣтельствованіи надводной части должно находиться на суднѣ необходимое число рабочихъ.

13. Передъ производствомъ первоначальнаго освидѣтельствованія хозяева судовъ должны представить въ комиссію по освидѣтельствованію судовъ слѣдующія свѣдѣнія: 1) названіе и типъ судна, матеріалъ, изъ котораго судно построено, и имя, отчество и фамилія или фирма судовладѣльца, 2) районъ плаванія судна, 3) главные размѣры судна, а именно: а) длину судна между форштевнемъ и ахтерштевнемъ или между форштевнемъ и осью рулевого баллера или между носомъ и осью рулевого баллера, б) ширину судна въ средней части корпуса или по мидельшпангоуту по внутренней поверхности наружной обшивки, в) глубину интрюма отъ днищевой обшивки до ватервейса или до нижней кромки верхней палубы и 4) приблизительную величину грузоподъемности судна.

14. За производство освидѣтельствованія судовъ никакой платы не взимается, но если по винѣ судовладѣльца или его довѣреннаго судно къ назначенному сроку не было готово настолько, что освидѣтельствованіе его не могло быть произведено, и если комиссія, вслѣдствіе сего, должна будетъ совершить новую поѣздку на мѣсто нахожденія судна, внѣ мѣста пребыванія комиссіи, то судовладѣлецъ вноситъ предсѣдателю комиссіи сумму, необходимую на новую поѣздку въ обѣ стороны членовъ комиссіи: для состоящихъ на дѣйствительной службѣ — по положенію, а для несостоящихъ — прогоны по дѣйствительной стоимости проѣзда и пять рублей суточныхъ. Деньги сіи должны быть внесены до выѣзда комиссіи и распредѣляются предсѣдателемъ комиссіи по принадлежности, но несвоевременная уплата сихъ денегъ не задерживаетъ выѣзда комиссіи.

Примѣчаніе. Если подлежитъ освидѣтельствованію нѣсколько судовъ, находящихся въ одномъ мѣстѣ, то предусмотрѣнные настоящей статьей путевые расходы комиссіи могутъ быть раздѣлены судовладѣльцами между собою, по взаимному соглашенію.

НТБ ДНУЖТ

ВОСЕМНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

ЖЕЛѢЗНОДОРОЖНОЕ ДѢЛО.

Официальныя распоряженія *).

Важнѣйшія техническія распоряженія и нормы по желѣзнымъ дорогамъ въ Россіи устанавливаются по:

1) **П. М. П. С.**—Приказамъ г. Министра Путей Сообщенія.
2) **Ж. И. С.**—Журналамъ Инженернаго Совѣта.
3) **Ц. Д.**—Циркулярамъ Департамента жел. дорогъ.
4) **Ц. У.**—Циркулярамъ Управленія жел. дорогъ.
5) **Ц. Т. И. К.**— Циркулярамъ Техническо-Инспекторскаго Комитета жел. дорогъ.
6) **Ж. Т. С.**—Журналамъ Техническаго Совѣщанія Управл. жел. дорогъ.
7) **Т. У. П. и С.**—Техническимъ условіямъ проектированія и сооруженія жел. дор. первостепеннаго значенія (магистралей), 1899 и 1900 г.
8) **П. Т. Э.**—Правиламъ Технической Эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ, открытыхъ для общаго пользованія (8 февраля 1898 г.).
9) **О. С.**—Общему Соглашенію между русскими жел. дорогами о взаимномъ пользованіи товарными вагонами (изд. 1903 г.).
10) **Н. Т. У.**— Нормальнымъ Техническимъ Условіямъ на поставку желѣзнодорожныхъ принадлежностей (5 іюля 1897 г. № 113).
11) **Н. В.**—Даннымъ для крытаго нормальнаго товарнаго вагона русск. жел. дорогъ.
12) **Н. П. и Н. Т.**— Даннымъ для нормальнаго восьмиколеснаго паровоза компаундъ и нормальнаго тендера русскихъ желѣзныхъ дорогъ.

*) Всѣ приводимыя ниже официальныя распоряженія 1)—12) дополнены изъ надлежащихъ источниковъ по Іюнь 1909 года.

НТБ ДНУЖТ

I. ПОСТРОЙКА ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

A. Условія проектированія и производства изысканій.

I. Инструкціи для проектированія и сооруженія жел. дор.

1. Техническія условія *) проектированія и сооруженія желѣзныхъ дорогъ первостепеннаго значенія (магистралей). Ж. И. С., № 129, 1899. Т. У. П. и С.

Глава I. Общія положенія.

1. Проектированіе и сооруженіе желѣзныхъ дорогъ первостепеннаго значенія (магистралей) производятся согласно съ настоящими техническими условіями. Отступленія отъ таковыхъ, вызываемыя особенностями строящейся желѣзной дороги, могутъ быть допущены не иначе, какъ съ разрѣшенія Министра Путей Сообщенія.

2. **Направленіе желѣзной дороги.** Желѣзная дорога должна быть проектирована между указанными Правительствомъ, при разрѣшеніи сооруженія дороги, пунктами по кратчайшему, по возможности, направленію, причемъ если при разрѣшеніи, сверхъ того, указаны и какіе-либо промежуточные пункты, вблизи которыхъ должна пройти строящаяся желѣзная дорога, то требованіе это должно быть обязательно исполнено при проектированіи направленія означенной желѣзной дороги. Независимо сего, направленіе желѣзной дороги должно быть проектировано такимъ образомъ, чтобы попутные города и главнѣйшіе попутные центры населенія и промышленности были, по возможности, захвачены желѣзною дорогою.

Въ случаѣ отклоненія желѣзной дороги отъ направленія, бывшаго въ виду высшихъ Государственныхъ Установленій при разрѣшеніи постройки желѣзной дороги, равнымъ образомъ въ случаѣ оставленія попутныхъ городовъ и центровъ населенія и промышленности въ сторонѣ отъ желѣзной дороги, должны быть выяснены причины подобнаго проектированія желѣзной дороги, съ представленіемъ, въ обоихъ случаяхъ, варіантовъ по направленію, предполагавшемуся при разрѣшеніи постройки, а также захватывающихъ обойденные вышепоименованные города и центры, или варіантовъ отдѣльныхъ къ нимъ вѣтвей.

Если сооружаемая желѣзная дорога пересѣкаетъ существующія жел. дороги, то, при представленіи проекта дороги, должны быть представлены и отзывы мѣстныхъ управленій пересѣкаемыхъ жел. дор. относительно избранныхъ пунктовъ пересѣченія дорогъ.

Примѣчаніе 1. Въ случаѣ неполученія въ двухмѣсячный срокъ отзывовъ желѣзнодорожныхъ управленій или другихъ установленій должны быть представлены свѣдѣнія о времени и содержаніи сдѣланныхъ сношеній.

Примѣчаніе 2. Для сравненія различныхъ варіантовъ направленія желѣзной дороги въ техническомъ отношеніи должны быть представлены для каждаго варіанта всѣ необходимыя данныя, какъ-то: количество работъ, стоимость ихъ и виртуальный коэффиціентъ каждаго изъ варіантовъ.

Примѣчаніе 3. Исчисленіе виртуальной длины всей дороги, или отдѣльныхъ ея участковъ, производится по правиламъ, преподаннымъ желѣзнымъ дорогамъ къ руководству, въ зависимости отъ цѣли сего исчисленія, отдѣльными распоряженіями по сему предмету Министерства Путей Сообщенія.

---

*) Съ измѣненіями и дополненіями по Іюнь 1909 года.

О станціонныхъ и путевыхъ постройкахъ, а равно и оградахъ на станціяхъ въ развитіе и дополненіе сихъ техническихъ условій см. ниже.

НТБ ДНУЖТ

При проложеніи рельсоваго пути по мѣстности, въ которой уже находятся въ разработкѣ рудники, относительно направленія рельсоваго пути долженъ быть представленъ одновременно съ проектомъ рельсоваго пути и отзывъ мѣстнаго окружнаго горнаго инженера. Въ сихъ случаяхъ, если Министерство Путей Сообщенія не найдетъ возможнымъ согласиться съ заключеніемъ упомянутаго окружнаго горнаго инженера, то направленіе рельсоваго пути опредѣляется по соглашенію съ Министромъ Земледѣлія и Государственныхъ имуществъ.

Примѣчаніе. Въ случаѣ неполученія въ двухмѣсячный срокъ отзыва окружнаго горнаго инженера мѣстнаго округа, въ которомъ устраивается рельсовый путь, должны быть представлены свѣдѣнія о времени и содержаніи сдѣланныхъ сношеній.

3. Относительно **расположенія конечныхъ и промежуточныхъ станцій** въ городахъ или при оныхъ, а равнымъ образомъ и относительно направленія линіи въ предѣлахъ городской черты должны быть представлены планы городовъ, съ показаніемъ на нихъ направленія линіи и мѣста расположенія станціи, а также и отзывы подлежащихъ городскихъ управленій или, въ случаяхъ, указанныхъ въ примѣчаніи 1-мъ къ п. 2-му, свѣдѣнія, въ семъ примѣчаніи поименованныя.

Проекты примыканія строящейся желѣзной дороги къ желѣзнымъ дорогамъ, уже существующимъ, или пересѣченія таковыхъ между собою, а также проекты общихъ станцій и соединительныхъ вѣтвей должны быть представлены съ отзывами подлежащихъ дорогъ и мѣстныхъ представителей военнаго вѣдомства, или, въ случаяхъ, указанныхъ въ примѣчаніи 1-мъ къ п. 2-му, со свѣдѣніями, въ семъ примѣчаніи поименованными.

Въ случаѣ примыканія къ станціи другой желѣзной дороги, пассажирская и товарная станціи строящейся желѣзной дороги могутъ быть общія со станціями существующей дороги; въ противномъ случаѣ, между отдѣльными станціями обѣихъ дорогъ должны быть устроены соединительныя вѣтви.

Если въ желѣзнодорожномъ узлѣ предположены отдѣльныя товарныя передаточныя станціи и для сообщенія между ними не можетъ служить пассажирская соединительная вѣтвь, то между таковыми станціями должна быть устроена отдѣльная соединительная вѣтвь. Пересѣченіе магистральной желѣзной дороги съ другими рельсовыми путями, а равно и съ шоссе, указанными, согласно § 49, Министерствомъ Путей Сообщенія или, въ подлежащихъ случаяхъ, Военнымъ вѣдомствомъ, должно быть сдѣлано въ разныхъ уровняхъ; отступленія отъ сего могутъ быть допускаемы только въ особо уважительныхъ случаяхъ и притомъ лишь съ разрѣшенія Министерства Путей Сообщенія, съ соблюденіемъ надлежащихъ мѣръ безопасности, утверждаемыхъ, въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, упомянутымъ Министерствомъ.

Примѣчаніе. Одновременно съ представленіемъ отзывовъ подлежащихъ дорогъ должны быть представлены и соображенія объ общихъ проектахъ узловыхъ станцій, расположенныхъ вблизи мѣстъ пересѣченія желѣзныхъ дорогъ между собою.

4. Въ случаѣ **подхода строящейся желѣзной дороги къ торговымъ портамъ** должны быть представлены соображенія объ условіяхъ сего подхода и о приспособленіяхъ для погрузки товаровъ; равнымъ образомъ, при пересѣченіи судоходныхъ рѣкъ строящеюся желѣзною дорогою или при проложеніи желѣзной дороги вблизи такихъ рѣкъ, должны быть представлены соображенія, насколько необходимо устройство на таковыхъ рѣкахъ пристаней, соединенныхъ съ магистральною сѣтью рельсовыми путями. Проекты подхода къ портамъ и проекты означенныхъ пристаней подлежатъ представленію, съ отзывомъ по этимъ проектамъ мѣстныхъ установленій Министерства Путей Сообщенія или, въ случаяхъ, указанныхъ въ примѣчаніи 1-мъ къ п. 2-му, со свѣдѣніями, въ этомъ примѣчаніи поименованными.

5. **Пропускная способность дороги.** Пропускная способность дороги опредѣляется при разрѣшеніи ея сооруженія, но если таковая не была обусловлена при разрѣшеніи, то дорога должна быть проектирована и построена такимъ образомъ, чтобы, съ окончаніемъ ея постройки, она могла пропускать, не прибѣгая къ открытію разъѣздовъ, предусмотрѣнныхъ ниже для пропуска максимальнаго числа поѣздовъ, при проектируемомъ типѣ подвижного состава и при соотвѣтственномъ и наибольшемъ составѣ поѣздовъ, 2 пары пассажирскихъ или товаро-пассажирскихъ и 7 паръ товар-

НТБ ДНУЖТ

пыхъ поѣздовъ въ сутки, считая въ томъ числѣ одинъ факультативный поѣздъ, при средней ходовой скорости не менѣе 30 верстъ въ часъ для пассажирскихъ и товаро-пассажирскихъ поѣздовъ и не менѣе 20 верстъ въ часъ для товарныхъ поѣздовъ, считая эти скорости отдѣльно для каждаго изъ участковъ дороги между двумя узловыми пунктами, или, за неимѣніемъ таковыхъ, между двумя станціями на взаимномъ разстояніи не болѣе 250 верстъ; при этомъ наибольшее разстояніе между станціями не должно превосходить 30 верстъ.

Если обусловленная при разрѣшеніи сооруженія дороги пропускная ея способность превышаетъ вышеуказанную, то пропускъ требуемаго числа поѣздовъ можетъ быть осуществленъ при помощи разъѣздовъ, при условіи, однакоже, чтобы разстояніе между станціями не превышало вышеуказаннаго 30-верстнаго предѣла.

Сообразно пропускной способности дороги, при открытіи движенія должны быть размѣщены на дорогѣ остановочные пункты и уложены станціонные пути, а равно устроены зданія для мастерскихъ подвижного состава, и дорога должна быть снабжена всѣми тѣми устройствами и приспособленіями, имѣющими тѣсную связь съ ея пропускною способностью, осуществленіе коихъ не можетъ быть выполнено въ 3-мѣсячный срокъ. Во всякомъ случаѣ, съ открытіемъ, въ будущемъ, разъѣздовъ между станціями и съ укладкой дополнительныхъ разъѣздныхъ путей должна быть предусмотрѣна возможность пропуска одной пары пассажирскихъ поѣздовъ при средней ходовой скорости не менѣе 30-ти верстъ въ часъ, не считая остановокъ на станціяхъ, и 19-ти паръ воинскихъ поѣздовъ 50-вагоннаго состава, считая въ томъ числѣ 5 факультативныхъ, при средней ходовой скорости не менѣе 22 верстъ въ часъ, и при условіи веденія каждаго воинскаго поѣзда однимъ 8-колеснымъ паровозомъ съ давленіемъ на ось не менѣе 12 тоннъ въ груженомъ состояніи и съ давленіемъ по манометру не менѣе 9 атмосферъ. Скорость эта считается отдѣльно для каждаго изъ участковъ дороги между двумя узловыми пунктами или, за неимѣніемъ таковыхъ, между двумя станціями на взаимномъ разстояніи не болѣе 250 верстъ. Сообразно этому заданію, должно быть устроено водоснабженіе по всей линіи желѣзной дороги, а также должны быть размѣщены дополнительные разъѣзды между станціями, ограничиваясь для сихъ послѣднихъ лишь устройствомъ земляного полотна.

Возможность пропуска установленнаго выше числа паръ коммерческихъ поѣздовъ, при принятомъ на дорогѣ размѣщеніи станцій, и возможность пропуска указаннаго выше числа воинскихъ поѣздовъ, при открытіи предположенныхъ разъѣздовъ, должна быть доказана графиками движенія поѣздовъ, представляемыми одновременно съ общимъ проектомъ дороги, задаваясь, соотвѣтственными профилю дороги, типу паровозовъ и составу поѣздовъ, скоростями *), замедленіями скорости при подходѣ и отходѣ поѣздовъ со станціи и необходимыми остановками для смѣны паровозовъ, набора воды и топлива, а также полагая притомъ не менѣе 5 минутъ между приходомъ и отправленіемъ поѣзда на одинъ и тотъ же перегонъ и руководствуясь при этомъ спеціальными правилами составленія графиковъ движенія поѣздовъ военнаго времени.

6. **Провозная способность дороги.** Провозная способность дороги опредѣляется при разрѣшеніи ея сооруженія, но если таковая не была при этомъ разрѣшеніи обусловлена, то дорога должна быть снабжена подвижнымъ составомъ въ количествѣ, соотвѣтствующемъ пропускной ея способности, опредѣленной въ 5, безъ открытія разъѣздовъ и не считая факультативныхъ поѣздовъ. Соотвѣтственно роду и количеству подвижного состава, которымъ дорога должна быть снабжена при открытіи движенія (глава XIII), должны быть построены паровозные и вагонные сараи и оборудованы мастерскія.

При опредѣленіи количества подвижного состава слѣдуетъ имѣть въ виду какъ указанную способность дороги, такъ и наибольшій возможный составъ поѣздовъ, поѣзда служебные и необходимый запасъ на ремонтъ и резервы.

---

*) Для воинскихъ поѣздовъ скорость опредѣляется по утвержденной Министромъ Путей Сообщенія 24 марта 1899 г. діаграммѣ члена Инж. Сов. профессора Щукина; для коммерческихъ же поѣздовъ скорость опредѣляется согласно установленнымъ на сей предметъ Министерствомъ Путей Сообщенія общимъ правиламъ.

НТБ ДНУЖТ

Глава II. Главныя основанія для проектированія продольнаго профиля и плана направленія желѣзной дороги.

7. **Предѣльная крутизна уклоновъ продольнаго профиля дороги и условія проектированія сего профиля.** Предѣльная крутизна уклоновъ продольнаго профиля дороги должна соотвѣтствовать мѣстнымъ условіямъ и предстоящему по дорогѣ движенію и должна быть, въ обоихъ направленіяхъ дороги, не свыше 0,008 какъ на прямыхъ частяхъ линіи, такъ и при совпаденіи съ закругленіями радіусомъ не менѣе 300 саженъ.

Примѣчаніе 1. Если бы при разрѣшеніи постройки дороги была установлена другая предѣльная, бо́льшая или меньшая, величина уклона, то, соотвѣтственно сему, для каждаго иного предѣльнаго уклона должны быть измѣнены и §§ 5, 8, 9 и 10 сихъ условій.

Примѣчаніе 2. Въ тоннеляхъ наибольшій уклонъ долженъ составлять не болѣе $^2/_3$ отъ допущеннаго наибольшаго уклона на открытыхъ частяхъ дороги.

8. Разстояніе между двумя **смежными вершинами перелома продольнаго профиля дороги** должно быть вообще не менѣе 60-ти саженъ. Смежные склоны должны быть сопряжены между собою кривою, описанною радіусомъ не менѣе 2000 с. Если два смежныхъ склона продольнаго профиля направлены въ противоположныя стороны и крутизна каждаго изъ нихъ превышаетъ 0,002, то таковые, съ цѣлью сопряженія ихъ впослѣдствіи кривою радіусомъ не менѣе 2000 с., должны быть отдѣлены одинъ отъ другого или горизонтальною площадкою, или склономъ не круче 0,002, имѣющими не менѣе 60-ти с. длины, считая таковую длину между вершинами смежныхъ прямолинейныхъ переломовъ. Означенная предѣльная длина увеличивается на 25 с., если сопряженіе у подошвы двухъ смежныхъ скатовъ совпадаетъ съ кривою, описанною радіусомъ менѣе 400 с.

9. **Подъемы круче 0,002**, сплошные или слѣдующіе одинъ непрерывно за другимъ, не должны представлять, въ общей сложности, возвышенія высшей точки надъ нижнею болѣе 25 с. Съ этою цѣлью сплошные подъемы круче 0,002 должны быть подраздѣлены площадками: горизонтальными длиною не менѣе 200 с., или со склономъ не круче 0,002, длиною не менѣе 250 с. Площадки должны быть расположены такимъ образомъ, чтобы возвышеніе одной площадки надъ другою, съ ней смежною, было не болѣе 25 с.

10. **Переходъ отъ одного уклона къ другому** или отъ уклона къ площадкѣ, въ тѣхъ случаяхъ, когда разница между крутизною превышаетъ 0,002, не допускается ни на мостахъ, ни на протяженіи 12-ти с. съ каждой стороны моста, считая это разстояніе отъ задней грани передней стѣнки ближайшаго мостового устоя.

11. **Предѣльная длина станціонныхъ и разъѣздныхъ площадокъ.** Въ томъ мѣстѣ, гдѣ расположена станція, продольный профиль дороги долженъ представлять горизонтальную площадку. Длина этой площадки зависитъ отъ класса станціи (21). На станціяхъ I-го класса длина эта должна соотвѣтствовать проекту расположенія станціи, составленному въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, а на станціяхъ прочихъ классовъ должна быть: на станціяхъ II-го класса — не менѣе 600 саж. и на станціяхъ низшихъ классовъ не менѣе 500 с., если на станціи предположено паровозное депо, и не менѣе 450 с., если на станціи паровознаго депо не назначено. Площадки, приготовленныя для разъѣздовъ, могутъ быть расположены и на уклонахъ, но не круче 0,002; означенныя площадки должны быть длиною не менѣе 400 с.

Примѣчаніе. Въ тѣхъ случаяхъ, когда товарная станція устраивается внѣ главнаго пути, длина площадки подъ пассажирскую станцію можетъ быть соотвѣтственно уменьшена.

12. **Предѣльные радіусы закругленій дороги и условія проектированія дороги въ планѣ.** Наименьшій радіусъ закругленій дороги опредѣляется вообще въ 300 с., но въ случаяхъ необходимости, оправданныхъ надлежащими варіантами, радіусъ этотъ можетъ быть уменьшенъ до 250 с. на перегонахъ между станціями и до 200 с. при подходѣ къ станціямъ и другимъ остановочнымъ пунктамъ, а также вблизи центровъ населенія и промышленности, при пересѣченіи рѣкъ и при обходѣ какихъ-либо препятствій.

НТБ ДНУЖТ

13. Совпаденіе закругленій съ уклономъ предѣльной крутизны допускается лишь при радіусахъ закругленій въ 300 с. и болѣе. Если для закругленія допущенъ радіусъ менѣе 300 с., то крутизна, совпадающаго съ закругленіемъ предѣльнаго уклона, должна быть соотвѣтственно уменьшена, согласно установленнымъ Министерствомъ Путей Сообщенія правиламъ.

14. Между двумя закругленіями, направленными въ противоположныя стороны, если оба эти закругленія сдѣланы по дугѣ круга и радіусъ хотя одной изъ нихъ менѣе 1000 с., должна быть, съ цѣлью устройства впослѣдствіи переходныхъ кривыхъ, помѣщена **прямая вставка**, наименьшая длина коей опредѣляется по формулѣ:

$10+5000\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R_1}\right)$ саж., гдѣ R и R_1 радіусы закругленій въ саженяхъ.

15. Точки перехода изъ прямой части дороги въ круговую кривую, а также изъ кривой части въ кривую же, по другого радіуса, должны отстоять отъ точекъ перелома продольнаго профиля не менѣе, какъ на 8 с. Наименьшее разстояніе означенныхъ точекъ перехода отъ мостовъ опредѣляется по формулѣ $\frac{5000}{R}$ с., гдѣ R радіусъ закругленія въ саженяхъ, причемъ означенное разстояніе считается отъ задней грани передней стѣнки ближайшаго мостового устоя.

16. Проведеніе линіи желѣзной дороги по косогорамъ. При проведеніи линіи желѣзной дороги по крутому косогору трасса линіи, въ предположеніи послѣдующаго уширенія полотна дороги подъ два пути, должна быть преимущественно выбрана такъ, чтобы первый путь располагался въ выемкѣ и, при устройствѣ полотна подъ второй путь, та же выемка была уширена въ нагорную сторону. Если исполненіе сего требованія сопряжено съ значительными затратами или грозитъ обвалами, то полотно одного изъ путей или обоихъ путей можетъ быть расположено полностью или частью на насыпи съ подпорными стѣнками, гдѣ это потребуется, причемъ, съ цѣлью уменьшить первоначальныя затраты по сооруженію полотна подъ первый путь, разрѣшается устраивать полотно попеременно подъ правый или лѣвый путь, съ переходами съ одного пути на другой, но съ тѣмъ, чтобы въ предѣлахъ переходной кривой не было устраиваемо моста-

Глава III. Распредѣленіе станцій и разъѣздовъ на желѣзной дорогѣ.

17. Условія, коимъ должно удовлетворять расположеніе станцій и разъѣздовъ. Независимо отъ условій распредѣленія станцій, разъѣздовъ и площадокъ для разъѣздовъ, соотвѣтственно установленной для дороги пропускной ея способности (5) и возможности для увеличенія оной, а также для надлежащаго обезпеченія снабженія дороги водою (77), слѣдуетъ, при распредѣленіи станцій и разъѣздовъ, имѣть въ виду еще требованія, изложенныя въ инжеслѣдующихъ пп. 18—23, а равно и въ 11-мъ.

18. Станціи должны быть расположены вблизи городовъ, важнѣйшихъ населенныхъ мѣстъ и пересѣченій желѣзной дороги съ главными мѣстными торговыми трактами и судоходными рѣками.

19. При опредѣленіи мѣстъ для станцій должно быть обращено особое вниманіе какъ на надежность источниковъ водоснабженія и качество воды, такъ и на удобства сообщенія съ ближайшими населенными пунктами.

20. Станціи должны быть расположены на прямыхъ частяхъ дороги или на закругленіяхъ радіусомъ не менѣе 600 с.

) Если условіе это не можетъ быть удовлетворено безъ значительнаго увеличенія расходовъ, что должно быть доказано представленіемъ сравнительнаго варіанта, то допускается помѣщеніе станціи и на закругленіяхъ меньшаго радіуса, но, во всякомъ случаѣ, закругленіе, на которомъ будетъ расположена станція, должно быть очерчено радіусомъ не менѣе 400 с.; расположеніе станцій на двухъ или болѣе кривыхъ, обращенныхъ въ разныя стороны, а равно и на кривыхъ радіусомъ менѣе 400 с. не разрѣшается.

21. **Распредѣленіе станцій по классамъ и пассажирскихъ зданій по разрядамъ.** По величинѣ развитія станціонныхъ путей, опредѣленной въ зависимости отъ предстоящей на станціи работы и нахожденія или отсутствія на станціи паровознаго депо, станціи раздѣляются на четыре класса; зданія же пассажирскія, въ зависимости отъ ихъ площади, опредѣляемой соотвѣтственно

НТБ ДНУЖТ

предстоящему въ зданіи скопленію пассажировъ и нахожденію или отсутствію на станціи буфета, раздѣляются на четыре разряда.

Классы станцій и разряды пассажирскихъ зданій подлежатъ утвержденію Министерства Путей Сообщенія.

22. **Разъѣзды на перегонахъ между станціями.** На перегонахъ между станціями должно быть предвидѣно, смотря по длинѣ и трудности перегона, надлежащее число разъѣздовъ, находящихся во взаимномъ разстояніи отъ смежныхъ станцій, соотвѣтствующемъ требуемой пропускной способности дороги и возможности будущаго ея развитія (5). Расположеніе разъѣздовъ должно удовлетворять условіямъ, установленнымъ въ 20 для расположенія станцій.

23. **Предѣльныя разстоянія между станціями съ паровозными депо.** Станціи съ паровозными депо, въ которыхъ производится смѣна паровозовъ, должны быть расположены въ такомъ разстояніи одна отъ другой, чтобы представлялась возможность установить для лицъ, входящихъ въ составъ бригады поѣзднаго паровоза, службу, соотвѣтствующую, въ отношеніи ихъ непрерывной работы и отдыха, требованіямъ устанавливаемыхъ Министерствомъ Путей Сообщенія нормъ непрерывной работы и отдыха желѣзнодорожныхъ служащихъ. Съ этою цѣлью, при представленіи общаго проекта дороги, должны быть представлены въ Министерство Путей Сообщенія и графики оборотовъ паровозовъ, предназначенныхъ для обслуживанія дороги при установленной (5) пропускной способности.

Глава IV. Отчужденіе имуществъ подъ желѣзнодорожную полосу.

24. **Ширина желѣзнодорожной полосы на перегонахъ между станціями.** Отчужденіе имуществъ подъ желѣзнодорожную полосу должно быть сдѣлано въ размѣрѣ, соотвѣтствующемъ земляному полотну въ два пути, съ прилегающими къ нему кавальерами, резервами и канавками, и съ такимъ разсчетомъ, чтобы отъ крайнихъ реберъ внѣшнихъ канавъ, резервовъ и кавальеровъ оставался еще съ внѣшней стороны запасъ въ 2 с. Во всякомъ случаѣ, желѣзнодорожная полоса не должна представлять нигдѣ ширины менѣе 20 с., за исключеніемъ городовъ, населенныхъ мѣстъ и, вообще, мѣстностей съ значительною цѣнностью имуществъ, гдѣ одна или обѣ границы отчужденія могутъ быть приближены до 6 с. къ оси двойного пути, а въ видѣ исключенія даже и до 4 с.

Въ случаяхъ уменьшенія ширины желѣзнодорожной полосы противъ наименьшей 20-саж. нормы, должны быть объяснены въ журналѣ о пріемѣ дороги причины, вызвавшія необходимость ограничиться уменьшенною шириною означенной полосы.

25. **Ширина желѣзнодорожной полосы на станціяхъ и разъѣздахъ и подъ водопроводы.** На станціяхъ и разъѣздахъ отчужденіе должно быть произведено съ запасомъ на случай расширенія таковыхъ въ будущемъ, соотвѣтственно предвидѣнной (5) наибольшей пропускной способности дороги, но, во всякомъ случаѣ, для пропускной способности не менѣе какъ въ 20 паръ поѣздовъ, причемъ подъ разъѣзды должна быть отчуждена такая же площадь земли, какъ и подъ станціи IV класса безъ депо.

На тѣхъ станціяхъ, гдѣ предположены будутъ склады желѣзнодорожныхъ запасовъ топлива, въ количествѣ, соотвѣтствующемъ наибольшей пропускной способности дороги, или гдѣ предвидѣно устройство продовольственныхъ пунктовъ (71), отчужденіе должно быть сдѣлано также въ соотвѣтствіи съ площадью, занимаемою этими складами и продовольственными пунктами.

Независимо сего, на станціяхъ должны быть отчуждены особыя площади, необходимыя для устройства станціонныхъ товарныхъ складовъ, предвидѣнныхъ Общимъ Уставомъ Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ (стт. 45 и 47 Общ. Уст.).

Ширина полосы отчужденія по линіи водопроводовъ должна быть не менѣе 4 с.

26. **Ширина желѣзнодорожной полосы въ мѣстностяхъ, подверженныхъ заносамъ.** Въ открытыхъ мѣстностяхъ, подверженныхъ снѣжнымъ или песчанымъ заносамъ, ширина желѣзнодорожной полосы должна обезпечивать возможность предохраненія желѣзнодорожнаго полотна отъ означенныхъ заносовъ разсадкою, на подлежащемъ разстояніи отъ полотна, живыхъ изго-

НТБ ДНУЖТ

родей или установкою щитовъ. Если необходимая для установки щитовъ земля не будетъ, по какимъ-либо причинамъ, пріобрѣтена отъ владѣльцевъ этой земли, то право на установку желѣзною дорогою означенныхъ защитъ въ зимнее время должно быть обезпечено долгосрочными договорами съ владѣльцами упомянутой земли.

При проведеніи линіи желѣзной дороги вблизи рудниковъ, каменноугольныхъ копей, каменоломенъ и т. п. мѣстъ разработки надлежитъ руководствоваться общими распоряженіями по сему предмету Министерства Путей Сообщенія.

Глава V. Земляное полотно. Отведеніе отъ него воды. Предохраненіе дороги отъ снѣжныхъ и песчаныхъ заносовъ.

27. Ширина земляного полотна. Если разрѣшеніе постройки дороги не было обусловлено устройствомъ земляного полотна оной по всему протяженію дороги или на нѣкоторыхъ ея участкахъ, подъ два рельсовыхъ пути, то полотно устраивается подъ одинъ путь, за исключеніемъ станцій и разъѣздовъ, гдѣ полотну должна быть придана ширина: на станціяхъ — соотвѣтствующая всему тому числу путей, которое необходимо для обезпеченія опредѣленной для дороги наибольшей пропускной способности (5), а на разъѣздахъ или на площадкахъ, на коихъ предвидится устройство разъѣздовъ, — не менѣе соотвѣтствующей одному главному и двумъ боковымъ путямъ, а всего тремъ путямъ.

28. Ширина земляного полотна должна быть: а) **на перегонахъ между** станціями при одномъ пути не менѣе 2,60 с., при двухъ путяхъ не менѣе 4,60 с. и б) на разъѣздахъ при трехъ путяхъ не менѣе 7,60 с. При **подходѣ къ мостамъ** земляное полотно подъ одинъ путь на протяженіи 5 с. отъ каждаго мостового устоя уширяется на 0,20 с. противъ нормальной ширины. Земляное полотно подъ два пути, при подходѣ къ мостамъ, на которыхъ приходится дать междопутью ширину, превышающую 1 с., должно быть постепенно уширяемо на протяженіи 10 с. оть каждаго устоя моста такъ, чтобы бровка полотна отстояла отъ оси ближайшаго пути не менѣе, какъ на 1,42 с.

Въ насыпяхъ, высотою свыше 1 с., ширина полотна, если въ семъ встрѣтится надобность, должна быть увеличена соотвѣтственно ожидаемой осадкѣ.

29. **Крутизна откосовъ полотна дороги и укрѣпленіе этихъ откосовъ; устройство насыпей на косогорахъ и болотахъ.** Насыпи должны быть устроены изъ соотвѣтственныхъ надежныхъ грунтовъ. Крутизна откосовъ, выемокъ и насыпей опредѣляется свойствомъ грунта. Въ грунтахъ обыкновенныхъ нормальная крутизна откосовъ принимается для насыпей и выемокъ — $1^1/_2$ основанія на 1 высоты, причемъ при высотѣ насыпей болѣе 3 с. къ полуторному заложенію основанія прибавляется на каждую одну сажень, свыше 3-хъ с., еще по 0,25 с. Въ скалахъ вывѣтривающихся нормальная крутизна откосовъ въ выемкахъ составляетъ $^1/_3$ основанія на 1 высоты и въ скалахъ невывѣтривающихся — $^1/_{10}$ основанія на 1 высоты. Откосы, по мѣрѣ надобности, должны быть укрѣплены тѣмъ способомъ, который будетъ наиболѣе соотвѣтствовать мѣстнымъ условіямъ. Ожидаемые или уже обнаруживающіеся, при производствѣ работъ, сдвиги и сплывы полотна и его откосовъ, а также пучины въ полотнѣ, должны быть предотвращены соотвѣтственными мѣрами, основанными на предварительномъ изученіи строенія почвы; въ крайнемъ случаѣ линія должна быть отклонена отъ избраннаго направленія въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ предвидится необходимость въ значительныхъ предохранительныхъ мѣрахъ.

Если насыпь земляного полотна устраивается на косогорѣ съ крутизною болѣе $^1/_5$, то основаніе подъ насыпь должно быть обдѣлано правильными уступами, шириною въ 0,40 с., имѣющими уклонъ въ сторону горы; при значительной крутизнѣ полотно должно быть подперто каменными подпорными стѣнками.

При устройствѣ насыпей на болотахъ должны быть приняты соотвѣтственныя мѣры противъ внезапныхъ осадокъ полотна и для обезпеченія возможности правильной и полной осадки насыпей.

30. **Расположеніе резервовъ и навальеровъ.** Резервы при насыпяхъ должны быть закладываемы въ разстояніи не менѣе 1,50 с. отъ подошвы

НТБ ДНУЖТ

насыпи, соотвѣтственно ея профили подъ два пути, а кавальеры при выемкахъ должны быть расположены въ разстоянiи не менѣе 4 с., считая отъ подошвы кавальера до соотвѣтствующей бровки выемки, также въ предположенiи устройства полотна подъ два пути. Въ мѣстахъ, подверженныхъ снѣжнымъ заносамъ, кавальеры со стороны господствующихъ при заносахъ вѣтровъ должны быть отодвинуты возможно ближе къ границѣ отчужденiя. Верхняя грань кавальеровъ должна имѣть скатъ въ сторону, противоположную пути; откосы кавальеровъ, со стороны пути, должны быть приведены въ правильный видъ.

31. **Возвышенiе земляного полотна надъ уровнемъ рѣчныхъ разливовъ.** Въ мѣстности, затопляемой водою, полотно дороги должно быть поднято не менѣе какъ на 0,50 с. выше самого подпорнаго уровня воды, и откосы такого полотна, въ предѣлахъ его затопленiя и на 0,25 с. выше самаго высокаго подпорнаго уровня воды, должны быть соотвѣтственнымъ образомъ укрѣплены; во всякомъ случаѣ, бровки полотна должны быть подняты настолько надъ уровнемъ разлива, чтобы онѣ не валивались волненiемъ. Подошвы насыпей, подверженныхъ подмыву рѣчнымъ теченiемъ или волненiемъ, должны быть защищены струеотводными сооруженiями.

Въ предѣлахъ рѣчныхъ разливовъ резервы должны быть выкопаны такимъ образомъ, чтобы со стороны насыпи очертанiе ихъ было не прямолинейное, а съ выступами внутрь резерва, въ видѣ траверсовъ, имѣя притомъ въ виду, чтобы таковые выступы приходились противъ телеграфныхъ столбовъ, какъ это установлено ниже, въ п. 32.

32. **Отводъ воды отъ полотна дороги.** При устройствѣ желѣзнодорожнаго полотна надлежитъ принять соотвѣтственныя мѣры къ отведенiю воды отъ онаго. Водоотводныя канавы должны имѣть размѣръ и уклонъ, достаточные для свободнаго пропуска накопляющейся въ нихъ воды. Во всякомъ случаѣ, уклонъ дна въ канавахъ долженъ быть не менѣе 0,001. Если уклону этому приходится дать такую крутизну, при которой канава, по свойству ея грунта, подвергается размыву, то дно и откосы канавы, а также и выпуски изъ канавы въ лощины, должны быть надлежащимъ образомъ укрѣплены, причемъ допускается расположенiе дна канавы уступами, вымощенными камнемъ, обложенными фашинами или обдѣланными деревомъ.

При выемкахъ въ обыкновенныхъ и песчаныхъ грунтахъ **канавы (кюветы)** должны имѣть глубину, послѣ ихъ обдерновки, не менѣе 0,25 с., и ширину, считая по дну, не менѣе 0,20 с. Откосъ, обращенный къ полотну, если онъ не вымощенъ или не обдѣланъ камнемъ, долженъ быть обдерновань, при наименьшей его пологости въ одно основанiе на одну высоту въ обыкновенныхъ грунтахъ, и при наименьшей полуторной пологости въ песчаныхъ грунтахъ. Въ скалистыхъ грунтахъ кюветы могутъ имѣть иное очертанiе при вышеуказанной наименьшей площади живого сѣченiя. Ширина **бермы**, отдѣляющая кюветы отъ откоса выемки, должна быть не менѣе 0,30 с.

Съ нагорной стороны выемокъ не должно быть допускаемо застоя воды; для предотвращенiя сего должны быть устроены нагорныя канавы, дренажи или должны быть приняты иныя мѣры къ отводу воды отъ полотна.

Нагорныя канавы должны отстоять не ближе 0,50 с. отъ подошвы заднего откоса кавальера и, во всякомъ случаѣ, не должны быть ближе 2,50 с. отъ верхняго ребра выемки, соотвѣтственно профили таковой на два пути. Поверхность земли между верхнимъ ребромъ откоса выемки и кавальеромъ должна быть спланирована съ покатостью къ кавальеру, и у подошвы кавальера долженъ быть устроенъ, если это окажется нужнымъ, продольный лотокъ, съ надлежащимъ уклономъ и съ отводомъ воды въ нагорную канаву.

Резервы, вынутые вдоль насыпей, должны имѣть поперечный склонъ въ сторону отъ полотна не менѣе 0,02 и надлежащiй продольный склонъ въ сторону ближайшей лощины или ближайшаго искусственнаго сооруженiя, куда вода изъ резервовъ и должна быть выведена. При заложенiи резервовъ слѣдуетъ оставлять невыбранными, противъ телеграфныхъ столбовъ, поперечныя полосы, шириною не менѣе 1,5 с., выступающiя въ резервъ на 1 с. за столбы.

Если около насыпей не имѣется резервовъ, то съ нагорной стороны полотна, въ разстоянiи 2 с., должна быть выкопана нагорная канава.

Спускъ воды въ кюветы выемокъ изъ нагорныхъ канавъ и изъ резервовъ допускается лишь въ случаяхъ совершенно исключительныхъ. Причины, вызвавшiя эту мѣру, должны быть объяснены въ журналѣ о прiемѣ

НТБ ДНУЖТ

дороги. Въ случаяхъ пучинъ или близости грунтовыхъ водъ полотно должно быть дренировано.

Если вода изъ одной или нѣсколькихъ мелкихъ лощинъ, пересѣкаемыхъ желѣзною дорогою, спускается нагорною канавою въ лощину, на которой въ полотнѣ дороги устроено искусственное сооруженіе (34), то дно нагорной канавы, въ ея истокѣ, должно быть заложено ниже дна кювета смежной выемки не менѣе какъ на 0,15 с. въ началѣ оной; у насыпи должна быть въ такихъ случаяхъ отсыпана до истока нагорной канавы берма, возвышающаяся не менѣе какъ на 0,25 с. надъ дномъ нагорной канавы, причемъ насыпь должна возвышаться надъ дномъ нагорной канавы не менѣе какъ на 0,75 с. Выходы кюветовъ, нагорныхъ канавъ и резервовъ къ искусственнымъ сооруженіямъ должны быть возможно болѣе удалены отъ полотна дороги и соотвѣтственно укрѣплены.

33. **Мѣры для предотвращенія заносовъ желѣзной дороги.** При устройствѣ желѣзнодорожнаго полотна должны быть приняты мѣры къ предотвращенію снѣжныхъ или песчаныхъ заносовъ желѣзной дороги. Съ этою цѣлью въ мѣстностяхъ, подверженныхъ снѣжнымъ или песчанымъ заносамъ, надлежитъ:

а) избѣгать мелкихъ насыпей и выемокъ, придавая (за исключеніемъ переходныхъ частей отъ насыпи къ выемкѣ или отъ выемки къ насыпи): насыпямъ — высоту не менѣе 0,30 с. и выемкамъ — глубину не менѣе 0,50 с.;

б) выемки, глубиною до 1 с. включительно, если имъ не придано профиля насыпи, разбирать на ширину не менѣе 8 с., считая таковую ширину по верху;

в) въ мѣстахъ, заросшихъ лѣсомъ или кустарникомъ, оставлять у обѣихъ границъ отчужденія невырубленную полосу такой ширины, при которой существующая лѣсная поросль могла бы служить защитою полотну отъ заносовъ;

г) снабдить дорогу, къ открытію по оной движенія, переносными защитными щитами, съ кольями для ихъ установки, въ количествѣ, соотвѣтствующемъ потребности.

Глава VI. Искусственныя сооруженія.

34. **Условія проектированія и расположенія на линіи желѣзной дороги искусственныхъ сооруженій.** Количество, родъ, отверстія и расположеніе мостовъ и трубъ на дорогѣ должны соотвѣтствовать условіямъ безопаснаго пропуска чрезъ полотно дороги наибольшихъ водъ, а на рѣкахъ сплавныхъ или судоходныхъ, сверхъ сего, и условіямъ безопаснаго и удобнаго сплава и слѣдованія по рѣкѣ судовъ и плотовъ, не ухудшая, по возможности, естественнаго быта рѣки.

Всѣ необходимыя для сего изысканія должны быть произведены ранѣе представленія проектовъ искусственныхъ сооруженій, и результатами таковыхъ изысканій должны быть оправданы принятыя для означенныхъ проектовъ данныя. Одновременно съ проектомъ плана и продольнаго профиля дороги, должны быть представлены данныя изысканій по пересѣченію сплавныхъ и судоходныхъ рѣкъ и отзывы мѣстныхъ округовъ Путей Сообщенія, какъ относительно выбора мѣста для пересѣченія и достаточности возвышенія моста надъ уровнемъ рѣки, такъ и относительно предположеннаго расположенія моста и его пролетовъ, по ихъ вліянію на судоходство или сплавъ. Въ случаяхъ, указанныхъ въ примѣчаніи 1-мъ къ п. 2-му, представляются, взамѣнъ отзывовъ округовъ, поименованныя въ этомъ примѣчаніи свѣдѣнія.

35. **На всякой лощинѣ**, пересѣкаемой желѣзнодорожнымъ полотномъ, по которой течетъ вода постоянно или лишь въ паводки и весною, должно быть устроено въ полотнѣ желѣзной дороги искусственное сооруженіе надлежащаго отверстія для пропуска означенной воды, за исключеніемъ лишь такихъ лощинъ, вода изъ которыхъ можетъ быть вполнѣ безопасно спущена въ сторону или въ одну изъ смежныхъ съ искусственнымъ сооруженіемъ лощинъ. Такихъ общихъ для нѣсколькихъ лощинъ искусственныхъ сооруженій надлежитъ, вообще, избѣгать на косогорахъ и въ особенности, если крутизна загражданемой лощины значительна и высота насыпи невелика. Во всякомъ случаѣ, при спускѣ воды изъ одной лощины въ другую нагорными канавами, надлежитъ строго соблюдать условія, указанныя выше, въ п. 32.

НТБ ДНУЖТ

36. При опредѣленіи **отверстій мостовъ и трубъ** надлежитъ руководствоваться установленными на сей предметъ правилами, причемъ, въ отношеніи мостовъ чрезъ сплавныя и судоходныя рѣки, должны быть въ точности соблюдаемы условія проектированія и сооруженія таковыхъ мостовъ, предписанныя общими по сему предмету распоряженіями Министерства Путей Сообщенія.

37. **Въ суходолахъ или пересыхающихъ лѣтомъ оврагахъ**, а также на мелкихъ ручейкахъ и рѣчкахъ, гдѣ насыпь имѣетъ высоту не менѣе 1 с. и возможенъ прогонъ скота подъ мостомъ, однопролетные открытые мосты, отверстіемъ не менѣе 2 с., должны быть устраиваемы предпочтительно передъ трубами малаго отверстія. Если, въ подобныхъ случаяхъ, предположено устройство моста о нѣсколькихъ пролетахъ, то, для прогона скота подъ мостомъ, хотя одному изъ мостовыхъ отверстій должна быть придана ширина не менѣе 2 с.

38. При опредѣленіи **отверстій чугунныхъ трубъ** надлежитъ руководствоваться установленными на сей предметъ Министерствомъ Путей Сообщенія общими правилами.

Отверстія прочихъ трубъ (каменныхъ, кирпичныхъ, бетонныхъ и желѣзобетонныхъ) должны быть разсчитаны такимъ образомъ, чтобы вода, при наивысшемъ своемъ уровнѣ, не доходила на 0,10 с. до пять свода, если сводъ кирпичный, при каменныхъ же или бетонныхъ сводахъ поднималась не не выше $^3/_4$ полной высоты трубы, считая отъ лотка до нижней поверхности ключа свода, причемъ, во всякомъ случаѣ, въ сводахъ съ подъемомъ болѣе $^1/_3$ возвышеніе ключа свода надъ горизонтомъ должно быть не менѣе 0,40 с., а при меньшихъ подъемахъ не менѣе 0,25 с.

39. Всѣ **каменныя трубы** должны быть устроены подъ два пути; пролетныя же части мостовъ могутъ быть устроены подъ одинъ путь, но основанія опоръ мостовыхъ сооруженій должны быть устроены также подъ два пути, если только при разрѣшеніи постройки дороги не было предоставлено устроить трубы или мостовыя опоры, или тѣ и другія, подъ одинъ путь, или если означенная постройка не была обусловлена устройствомъ мостовыхъ опоръ сразу подъ два пути.

40. **Трубы.** Трубы могутъ быть каменныя (съ каменными, кирпичными или металлическими сводами или перекрышками), бетонныя, желѣзо-бетонныя и металлическія.

Каменныя или бетонныя трубы допускаются лишь отверстіемъ не менѣе 0,50 с. и при условіи, чтобы общая толщина земляной засыпки и балласта, надъ наружною поверхностью ихъ свода, до подошвы шпалъ, составляла не менѣе 0,50 с.

Впрочемъ, при соблюденіи особо установленныхъ на сей предметъ Министерствомъ Путей Сообщенія болѣе строгихъ условій проектированія и разсчета трубъ, допускается уменьшеніе означенной общей толщины земляной засыпки и балласта надъ наружной поверхностью свода трубы, съ тѣмъ, однакоже, чтобы наименьшая общая толщина засыпки надъ трубою ни въ какомъ случаѣ не была менѣе 0,20 с., считая отъ подошвы шпалъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда толщина засыпки надъ наружною поверхностью свода трубъ менѣе 0,50 с., вся засыпка должна быть сдѣлана балластомъ.

Высота стѣнокъ устоевъ трубы, за предѣлами вліянія подпора воды, можетъ быть уменьшена на $^1/_4$, сравнительно съ высотою стѣнокъ у входного конца трубы.

Относительно рода кладки каменныхъ трубъ и состава растворовъ, употребляемыхъ для кладки, должны быть соблюдаемы правила, устанавливаемыя на сей предметъ Министерствомъ Путей Сообщенія.

41. **Чугунныя трубы** допускаются внутреннимъ діаметромъ не менѣе 0,50 с. и не болѣе 0,75 с. Относительно разсчета размѣровъ, а также условій проектированія и устройства чугунныхъ трубъ, должны быть соблюдены требованія установленныхъ на сей предметъ Министерствомъ Путей Сообщенія правилъ.

Кромѣ чугунныхъ трубъ, допускаются металлическія трубы и изъ иного матеріала, но лишь при соблюденіи условій, устанавливаемыхъ для сихъ случаевъ Министерствомъ Путей Сообщенія, соотвѣтственно типу и назначенію трубъ.

42. **Мосты и путепроводы** могутъ быть устроены, сообразно съ мѣстными условіями, на каменныхъ или металлическихъ опорахъ и съ каменными, металлическими или деревянными пролетными частями. Мосты и желѣзно-

НТБ ДНУЖТ

дорожные путепроводы устраиваются перпендикулярно къ пересѣкаемымъ рѣкамъ или дорогамъ; при неизбѣжности пересѣченія подъ угломъ, опоры мостовъ устраиваются косыми, а верхнее строеніе по направленію къ оси моста прямымъ. Въ случаѣ значительнаго увеличенія толщины опоръ, или невозможности спрямить русло рѣки, дозволяется, съ особаго каждый разъ разрѣшенія Министерства Путей Сообщенія, устраивать косыя опоры и фермы.

На уклонахъ свыше 0,001 и на закругленіяхъ устройство мостовъ и путепроводовъ допускается лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда общее отверстіе этихъ сооруженій не превышаетъ 7 с., или когда мостъ или путепроводъ, хотя и имѣетъ общее отверстіе болѣе 7 с., но состоитъ изъ отдѣльныхъ пролетовъ, длиною не болѣе 5 с. каждый; при этомъ фермы моста располагаются горизонтально, а необходимый уклонъ достигается частью увеличеніемъ толщины поперечинъ, частью приклепываніемъ подкладокъ подъ поперечины.

Совпаденіе на мостахъ или путепроводахъ уклоновъ съ закругленіями допускается лишь при уклонѣ, не превышающемъ 0,006, и при закругленіи, имѣющемъ радіусъ не менѣе 300 с., или при иномъ соотвѣтственномъ сочетаніи уклона съ закругленіемъ.

Если общее отверстіе моста или путепровода превосходитъ 7 с. или если отдѣльные пролеты этихъ сооруженій болѣе 5 с., то мостъ или путепроводъ должны быть устроены на прямой горизонтальной площадкѣ или на уклонѣ не свыше 0,001, продолжающихся въ каждую сторону отъ задней грани передней стѣнки устоя моста на длину не менѣе 12 с.

Расположеніе путепровода или постояннаго моста отверстіемъ болѣе 7 с., на сплошномъ уклонѣ болѣе 0,001 или на кривой, безъ разбивки въ послѣднемъ случаѣ моста на отдѣльные пролеты не болѣе 5 с., допускается лишь при соблюденіи условій, особо на сей предметъ устанавливаемыхъ Министерствомъ Путей Сообщенія для каждаго отдѣльнаго случая.

Устоямъ моста или путепровода должна быть придана такая ширина, чтобы отъ наружной боковой грани подферменнаго камня до ближайшей лицевой грани устоя разстояніе было не менѣе 0,25 с.; но во всякомъ случаѣ, означенная ширина не должна быть менѣе: а) при одномъ пути—2 с., если мостъ имѣетъ высоту не болѣе 2,5 с., и—2,20 с., если мостъ выше 2,5 с.; и б) при двухъ путяхъ—4,00 с., независимо отъ вышины моста.

На пролетныхъ частяхъ постоянныхъ мостовъ отверстіемъ въ 2 с. и болѣе должны быть установлены перила. Перила эти обязательны и на устояхъ всѣхъ мостовъ, расположенныхъ въ предѣлахъ станціонной площадки, а также на каменныхъ пролетныхъ частяхъ мостовъ и путепроводовъ, независимо отъ величины ихъ отверстія, и на устояхъ и быкахъ, если высота моста или путепровода превышаетъ 2 с.

Разстояніе между боковыми гранями смежныхъ подрельсовыхъ поперечинъ не должно превосходить 8 дюймовъ, причемъ охранныя приспособленія должны быть устроены согласно общимъ на сей предметъ постановленіямъ Министерства Путей Сообщенія.

Примѣчаніе. Деревянныя опоры съ деревянными пролетными частями допускается устраивать въ мостахъ лишь въ видѣ временныхъ сооруженій, до перваго капитальнаго ихъ ремонта, и притомъ при условіи ихъ расположенія на объѣздныхъ путяхъ. Высота такихъ мостовъ не должна превышать 4 с., если мостъ устраивается на закругленіи, радіусомъ менѣе 500 с., и 6 с., если мостъ устраивается на прямой или на закругленіи, радіусомъ въ 500 с. или болѣе. Части деревянныхъ опоръ, расположенныя въ предѣлахъ измѣненія уровня рѣчныхъ водъ, или внутри насыпей въ тѣхъ случаяхъ, когда временный деревянный мостъ предположено замѣнить постояннымъ не ранѣе 3-хъ лѣтъ, должны быть предохранены отъ гніенія, если таковыя части не устроены металлическими, или каменными, или изъ дуба. Деревянные мосты, длиною болѣе 10-ти с., должны быть снабжены охранными брусьями, положенными съ внѣшней стороны каждаго рельса. Мосты, устроенные при насыпяхъ высотою болѣе 2 с., должны имѣть перила. Пяты подкосовъ не должны отнюдь заливаться высокими водами. Откосы конусовъ должны имѣть уклонъ не круче полуторнаго.

НТБ ДНУЖТ

43. **Пролетныя части** мостовъ балочной системы должны быть настолько подняты надъ подпорнымъ уровнемъ самой высокой воды, чтобы отъ верхней поверхности подферменнаго камня до этого уровня было не менѣе 0,50 с.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда мостовыя фермы имѣютъ нижній поясъ свой, опущенный ниже верхней поверхности подферменныхъ камней, низъ мостовыхъ фермъ долженъ быть поднятъ надъ подпорнымъ уровнемъ самыхъ высокихъ водъ не менѣе какъ на 0,50 с.

Въ мостахъ чрезъ судоходныя и сплавныя рѣки возвышеніе нижней поверхности пролетныхъ частей надъ самымъ высокимъ уровнемъ воды опредѣляется требованіями судоходства или сплава, по соглашенію съ мѣстнымъ округомъ Путей Сообщенія (34).

44. Относительно **рода кладки каменныхъ опоръ** мостовъ и состава растворовъ, употребляемыхъ для кладки, должны быть соблюдаемы правила, устанавливаемыя на сей предметъ Министерствомъ Путей Сообщенія.

За устоями мостовъ и за стѣнами трубъ должна быть сдѣлана засыпка изъ немерзлой, неглинистой и неторфяной земли, слоями, съ утрамбовкой и съ надлежащимъ дренированіемъ.

При всякомъ искусственномъ сооруженіи должны быть устроены **сходни** на случай осмотра сего сооруженія.

45. **Конуса земляного полотна при мостахъ и трубахъ. Мѣры для предохраненія этихъ искусственныхъ сооруженій отъ подмывовъ. Струенаправляющія и струеотводныя дамбы.** Откосы конусовъ въ плоскости соприкасанія съ боковыми гранями обратной стѣнки каменныхъ устоевъ мостовъ и трубъ могутъ имѣть одиночный уклонъ при высотѣ конусовъ не болѣе 3 с.; при большей высотѣ на каждую сажень сверхъ 3 с. надлежитъ прибавлять къ горизонтальному заложенію не менѣе 0,25 с. Означенные откосы должны быть надлежащимъ образомъ укрѣплены по всей ихъ высотѣ; равнымъ образомъ, должно быть ограждено отъ подмывовъ дно рѣкъ у мостовыхъ опоръ, если это необходимо, въ зависимости отъ глубины заложенія основанія, а также должны быть прочно укрѣплены основанія конусовъ и входные и выходные лотки у трубъ и открытыхъ мостиковъ.

При всѣхъ искусственныхъ сооруженіяхъ долженъ быть обезпеченъ правильный проходъ воды, и, въ случаѣ надобности, при мостахъ должны быть устроены струенаправляющія и струеотводныя дамбы какъ съ верховой, такъ и съ низовой стороны моста.

46. **Тоннели** должны имѣть въ своемъ поперечномъ сѣченіи очертаніе, соотвѣтствующее условіямъ предѣльнаго приближенія сооруженія къ рельсовому пути.

Въ обѣихъ стѣнкахъ тоннеля должны быть устроены ниши, на взаимномъ разстояніи 30 с., расположенныя въ шахматномъ порядкѣ.

Если тоннель устраивается на 2 пути, а для удовлетворенія требованіянъ опредѣленной для дороги пропускной способности достаточно имѣть одинъ путь, то, соотвѣтственная второму пути, часть тоннеля можетъ быть оставлена неразобранной, при условіи безопаснаго положенія свода тоннеля, который долженъ быть устроенъ на 2 пути.

Если тоннель устраивается въ грунтѣ мягкомъ или скалистомъ, но подверженномъ вывѣтриванію, то его сводъ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ стѣнки и даже дно должны быть обдѣланы каменною кладкою соотвѣтственной толщины. Въ сухихъ грунтахъ обдѣлка свода тоннелей можетъ быть исполнена изъ кирпича наилучшаго и, притомъ, морозоупорнаго качества.

При устройствѣ тоннелей должны быть приняты предупредительныя мѣры противъ возможности просачиванія воды чрезъ сводъ и стѣнки тоннеля и, въ случаѣ необходимости, долженъ быть устроенъ дренажъ, съ выводомъ воды чрезъ оставленныя въ стѣнахъ тоннеля отверстія. Сверхъ того, во всякомъ случаѣ, долженъ быть обезпеченъ надлежащій стокъ для воды, накопляющейся въ кюветахъ тоннеля, а также должны быть сдѣланы достаточныя приспособленія для освѣщенія и вентиляціи тоннеля.

47. **Качество матеріаловъ, употребляемыхъ для искусственныхъ сооруженій. Напряженія**, допускаемыя въ таковыхъ, временная нагрузка, а также условія обработки и испытанія сихъ матеріаловъ, должны удовлетворять установленнымъ для сего Министерствомъ Путей Сообщенія требованіямъ и нормамъ.

Примѣчаніе. Приведенныя выше въ главѣ сей условія не относятся къ искусственнымъ сооруженіямъ, служащимъ для провода оросительныхъ канавъ чрезъ полотно дороги. Для такихъ сооруже-

НТБ ДНУЖТ

ній допускаются особыя облегченныя условія, утверждаемыя для каждой отдѣльной дороги Министерствомъ Путей Сообщенія.

Глава VII. Переѣзды и переходы черезъ желѣзную дорогу въ уровнѣ таковой. Путепроводы надъ желѣзною дорогою и проѣзды подъ желѣзнодорожными мостами и трубами.

48. **Число и распредѣленіе переѣздовъ.** Число переѣздовъ чрезъ полотно желѣзной дороги должно удовлетворять требованіямъ статьи 165-й Общаго Устава Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ, причемъ число и распредѣленіе переѣздовъ чрезъ сельскія или полевыя дороги подлежитъ утвержденію инспектора по сооруженію желѣзнодорожной линіи или начальника работъ, по принадлежности.

49. **Условія для устройства переѣздовъ и путепроводовъ.** При устройствѣ переѣздовъ и путепроводовъ слѣдуетъ руководствоваться техническими условіями, установленными на сей предметъ постановленіями Министерства Путей Сообщенія, а также и общими правилами технической эксплоатаціи желѣзныхъ дорогъ, открытыхъ для общаго пользованія.

Паровыя или съ инымъ двигателемъ желѣзныя дороги (3), трамваи, а также указанныя Министерствомъ Путей Сообщенія или, въ подлежащихъ случаяхъ, Военнымъ вѣдомствомъ шоссе и другіе пути экипажнаго проѣзда, должны быть вообще пересѣчены не въ уровнѣ рельсовъ; равнымъ образомъ, пересѣкаются не въ уровнѣ рельсовъ проѣзжія дороги при глубинѣ выемки болѣе 3 с., если таковыя дороги не будутъ отведены къ другимъ болѣе удобнымъ мѣстамъ пересѣченія съ желѣзною дорогою.

Опредѣленіе, какіе изъ переѣздовъ въ уровнѣ рельсовъ могутъ быть оставлены необслуживаемыми, предоставляется соглашенію инспектора по сооруженію желѣзнодорожной линіи или начальника работъ съ тѣмъ лицомъ, на которое предположено будетъ возложить управленіе дорогою по ея открытіи для движенія; если же такое лицо не будетъ избрано во время постройки дороги, то на частныхъ желѣзныхъ дорогахъ — по соглашенію инспектора съ главнымъ инженеромъ, а на казенныхъ желѣзныхъ дорогахъ — по усмотрѣнію начальника работъ.

50. **Путепроводы** для проведенія проѣзжей дороги надъ желѣзною дорогою, если высота таковыхъ путепроводовъ не превышаетъ 6 с., могутъ быть устроены деревянные, съ такими же опорами на каменныхъ стульяхъ, съ обшивкою путепроводовъ въ пролетахъ, подъ которыми будутъ слѣдовать поѣзда, листовымъ желѣзомъ или съ покрытіемъ деревянныхъ частей означенныхъ пролетовъ огнеупорнымъ составомъ.

Глава VIII. Верхнее строеніе желѣзной дороги.

51. **Соотвѣтствіе верхняго строенія обращающемуся на дорогѣ подвижному составу.** Верхнее строеніе желѣзной дороги должно соотвѣтствовать подвижному составу, обращеніе котораго предполагается допустить на желѣзной дорогѣ при опредѣленныхъ для сего подвижного состава скоростяхъ движенія, и, во всякомъ случаѣ, должно отвѣчать возможности обращенія на дорогѣ нормальныхъ восьмиколесныхъ паровозовъ (компаундъ), со скоростью 45 верстъ въ часъ, и быстроходныхъ пассажирскихъ паровозовъ, со скоростью движенія 60 верстъ въ часъ (86).

52. **Ширина рельсовой колеи.** Ширина рельсовой колеи, считая таковую между внутренними гранями рельсовъ, опредѣляется въ 0,714 с. (5 футовъ).

53. **Ширина междопутья.** Наименьшая ширина междопутья, считая таковое между осями двухъ смежныхъ путей, должна быть: на перегонахъ между станціями не менѣе 1,77 с. и на станціяхъ: для главныхъ и пассажирскихъ путей не менѣе 2,50 с. и для прочихъ путей не менѣе 2,27 с.

Если между рельсовыми путями предполагается установка гидравлическаго крана, семафора или иныхъ станціонныхъ устройствъ, то ширина междопутья должна быть соотвѣтственно увеличена, дабы означенныя устройства не вышли за предѣлы допускаемаго приближенія къ рельсовымъ путямъ строеній и прочихъ предметовъ, опредѣленнаго подлежащими постановленіями Министерства Путей Сообщенія.

НТБ ДНУЖТ

54. **Число рельсовыхъ путей на перегонахъ между станціями.** Если при разрѣшеніи устройства желѣзной дороги не было потребовано укладки на ней двухъ путей, то рельсы укладываются въ одинъ путь.

55. **Балластный слой.** Рельсовые пути должны быть уложены на балластѣ. Балластный слой долженъ состоять преимущественно изъ чистаго крупнаго песка, хорошо пропускающаго воду и не выдуваемаго вѣтромъ, или изъ гальки, или изъ щебня; лишь при недостаткѣ балласта такого качества допускается разсыпка балластнаго слоя изъ другихъ мѣстныхъ матеріаловъ, пригодныхъ, чтобы служить балластомъ.

Толщина балластнаго слоя на перегонахъ между станціями, считая таковую толщину отъ подошвы рельсовъ по линіямъ рельсовъ, должна быть: не менѣе 0,25 с. въ сухихъ выемкахъ или на насыпяхъ изъ песчанаго грунта, при высотѣ таковыхъ не свыше 1,00 с., и не менѣе 0,27 с. въ мокрыхъ выемкахъ и въ насыпяхъ, высотою болѣе 1.00 с. На станціонныхъ и разъѣздныхъ путяхъ, а равно и въ междопутьѣ толщина балластнаго слоя можетъ быть уменьшена до 0,23 с.

При балластѣ изъ гальки или мелкаго щебня указанная толщина балластнаго слоя какъ на перегонахъ между станціями, такъ и на станціяхъ можетъ быть уменьшена на 0,05 с.

При грунтахъ глинистыхъ и вообще вязкихъ толщина балластнаго слоя подъ рельсовыми путями должна быть соотвѣтственно увеличена.

Ширина балластнаго слоя въ уровнѣ подошвы рельсовъ должна быть не менѣе 1,45 с., а пологость откосовъ означеннаго слоя не менѣе полуторной.

56. **Поперечины.** Рельсы должны быть уложены на поперечинахъ, которыя въ отношеніи породъ лѣса, качества и размѣровъ длины должны удовлетворять условіямъ, для сего опредѣленнымъ общимъ по означенному предмету постановленіемъ Министерства Путей Сообщенія. На станціонныхъ путяхъ, кромѣ главныхъ и другихъ путей, по которымъ поѣзда идутъ съ большой скоростью, допускается укладывать поперечины болѣе легкаго типа, а именно типа, разрѣшеннаго для второстепенныхъ путей.

Поперечины должны быть распредѣлены подъ рельсами согласно проектамъ, утвержденнымъ Министерствомъ Путей Сообщенія, чѣмъ и опредѣляется число поперечинъ на версту пути, въ зависимости отъ длины и поперечнаго профиля рельсовъ, размѣровъ поперечинъ и давленія на рельсъ подвижного состава. Во всякомъ случаѣ, размѣры поперечинъ должны быть таковы, чтобы при передачѣ на поперечину полной нагрузки наиболѣе нагруженной оси подвижного состава, предназначеннаго къ обращенію на желѣзной дорогѣ, при нахожденіи такового въ покоѣ на рельсовомъ пути, давленіе нижней постели поперечины на балласть, распредѣленное по всей площади этой постели, не превосходило 1 пуда на кв. дюймъ.

57. **Рельсы.** Рельсы какъ на главныхъ, такъ и на всѣхъ станціонныхъ путяхъ должны быть стальные, типа, утвержденнаго Министерствомъ Путей Сообщенія, соотвѣтствующаго, по своему поперечному сѣченію и числу уложенныхъ подъ рельсами поперечинъ, наибольшему давленію, производимому на рельсъ колесомъ подвижного состава, предназначеннаго къ обращенію на желѣзной дорогѣ, причемъ, во всякомъ случаѣ, разсчетное давленіе должно быть не менѣе 7000 kg на колесо.

При разсчетѣ прочности стальныхъ рельсовъ надлежитъ допускать, при отсутствіи износа рельса, напряженіе стали, исчисленное по формулѣ Циммермана, не свыше 1400 kg/qcm, при статической нагрузкѣ, и не свыше 2000 kg/qcm при движеніи поѣзда съ наибольшею допущенною скоростью, принимая, при вышеуказанной толщинѣ балласта, коэффиціентъ балласта (C) не болѣе 4.

Предположенный **износъ рельса** долженъ соотвѣтствовать увеличенію вышеприведенныхъ нормъ напряженія не болѣе, какъ на 20%.

Примѣчаніе 1. Если при сооруженіи желѣзной дороги будетъ разрѣшена укладка рельсовъ, бывшихъ въ употребленіи, то таковые какъ по своему поперечному сѣченію, такъ и по степени ихъ изношенности должны быть годны для предстоящей имъ службы.

Примѣчаніе 2. Напряженіе опредѣляется по слѣдующей формулѣ Циммермана:

$$R = M\frac{Z}{J} = \left(8\frac{k}{\mu}+7\right)\left(16\frac{k}{\mu}+10\right) Pl \frac{Z}{J}$$

НТБ ДНУЖТ

гдѣ: P нагрузка на колесо въ kg; l разстояніе между осями шпалъ въ cm; $\frac{J}{Z}$ моментъ сопротивленія рельса въ cm^3; $\frac{k}{\mu} = \frac{12\,K\,J}{0{,}89\,a\,b\,C\,l^3}$, причемъ E коэффиціентъ упругости стали $= 2\,000\,000$ kg/qcm; J моментъ инерціи рельса въ cm^4; a ширина шпалы въ cm; b длина шпалы въ cm; C коэффиціентъ балласта $= 4$ и l разстояніе между осями шпалъ въ cm.

При оцѣнкѣ вліянія скорости поѣзда статическое давленіе P должно быть замѣнено давленіемъ:

$$P' = P : \left[1 - \left(8\,\frac{k}{\mu} + 7\right) : \left(10\,\frac{k}{\mu} + 40\right) \quad \frac{P\,l\,v^2}{E\,J\,g}\right]$$

гдѣ v скорость въ cm/sk, g ускореніе силы тяжести въ тѣхъ же единицахъ.

58. **Скрѣпленія рельсовыя.** Рельсы, уложенные на путяхъ, должны быть прочно прикрѣплены къ поперечинамъ и соединены между собою въ стыкахъ, причемъ должны быть также приняты соотвѣтственныя мѣры противъ продольнаго перемѣщенія (угона) рельсовъ. Типы рельсовыхъ скрѣпленій и размѣщеніе подкладокъ подъ рельсами на поперечинахъ опредѣляются проектами, утвержденными Министерствомъ Путей Сообщенія. Накладки на рельсахъ съ обѣихъ сторонъ оныхъ должны быть фасоннаго типа, спроектированнаго такимъ образомъ, чтобы моментъ инерціи двухъ накладокъ, взятыхъ вмѣстѣ, составлялъ не менѣе 60% отъ момента инерціи рельса. Стыки рельсовъ должны быть расположены на вѣсу и свинчены не менѣе, какъ 4-мя болтами.

На поперечинахъ, ближайшихъ къ стыку рельса, должны быть подложены подъ рельсы желѣзныя или стальныя подкладки съ ребордами. Кромѣ того, на главномъ пути подкладки эти должны быть подложены подъ рельсы на всѣхъ мостахъ, а также и на кривыхъ радіусомъ менѣе 500 с., причемъ подкладки эти кладутся: а) на каждой шпалѣ при радіусѣ кривой въ 250 с. и менѣе и б) черезъ шпалу при радіусѣ отъ 250 с. до 500 с. Къ каждой поперечинѣ рельсовъ долженъ быть пришитъ не менѣе, какъ двумя костылями; въ кривыхъ же, описанныхъ радіусомъ менѣе 500 с., число костылей на каждой поперечинѣ должно быть увеличено до трехъ. Типы подкладокъ должны соотвѣтствовать числу костылей или шуруповъ при стыкѣ.

Глава IX. Путевыя постройки вдоль линіи желѣзной дороги. Путевые знаки.

59. **Путевыя постройки.** Для помѣщенія ремонтныхъ рабочихъ и дорожныхъ мастеровъ, а также путевыхъ и переѣздныхъ сторожей, должны быть построены вдоль линіи желѣзной дороги необходимыя постройки (казармы, полуказармы, сторожевые дома).

Опредѣленіе числа и распредѣленіе этихъ построекъ по линіи въ зависимости отъ штата путевыхъ служащихъ и установленнаго, согласно правилъ технической эксплоатаціи желѣзныхъ дорогъ, порядка содержанія, осмотра и охраненія желѣзной дороги, подлежитъ утвержденію мѣстнаго инспектора по сооруженію дороги или начальника работъ, по соглашенію съ тѣмъ лицомъ, на которое возложено будетъ управленіе дорогою по ея открытіи для движенія, если таковое лицо будетъ назначено во время постройки дороги.

60. Внутренняя **площадь путевыхъ построекъ** должна быть не менѣе: для казармъ — 20-ти кв. с., для полуказармъ — 15-ти кв. с. и для сторожевыхъ домовъ — 6-ти кв. с. Въ указанныя наименьшія площади казармъ и полуказармъ не должны входить помѣщенія для сторожей, если послѣдніе живутъ въ означенныхъ зданіяхъ, а равно и помѣщенія для телеграфа, если казарма или полуказарма устраиваются на разъѣздѣ.

61. При путевыхъ зданіяхъ должны быть устроены надлежащія **надворныя постройки**, полезная площадь коихъ должна составлять при казармахъ и полуказармахъ не менѣе 33% внутренняго помѣщенія, и при сторожевыхъ домахъ не менѣе 50% сего помѣщенія.

Если путевая постройка находится въ разстояніи болѣе полуверсты отъ источника пригодной для питья воды, то вблизи путевого дома долженъ быть вырытъ колодезь или устроенъ при путевомъ домѣ сливный водоемъ для подвоза къ дому воды лошадьми или поѣздами.

НТБ ДНУЖТ

Путевыя зданія должны имѣть сѣни или входные тамбуры и должны быть снабжены соотвѣтствующею мебелью, какъ-то: столами, скамейками, парами, полками, полатями и т. п.; въ казармахъ должны быть устроены приспособленія для сушки одежды рабочихъ.

62. **Путевыя зданія** и надворныя при нихъ постройки должны быть устроены изъ соотвѣтствующаго матеріала. Деревянныя зданія должны быть обшиты тесомъ и окрашены или обложены кирпичомъ. По своей конструкціи и роду употребляемаго для нихъ матеріала они должны удовлетворять техническимъ условіямъ, установленнымъ для нихъ подлежащими постановленіями Министерства Путей Сообщенія.

63. **Путевые знаки.** Вдоль желѣзной дороги должны быть установлены въ надлежащихъ мѣстахъ, на отдѣльныхъ столбахъ, видимые съ поѣзда верстовые знаки и скловоуказатели. Независимо сего, небольшими столбиками или каменными тумбами должны быть обозначены оконечныя точки закругленій.

Глава X. Станціи, пути на оныхъ и станціонныя зданія.

64 *). **Расположеніе путей и зданій на станціяхъ.** При составленіи проектовъ расположенія на станціяхъ путей и зданій надлежитъ имѣть въ виду наибольшую пропускную способность, опредѣленную для дороги по п. 5-му при открытіи движенія, и требованія, установленныя какъ надлежащими общими по сему предмету распоряженіями Министерства Путей Сообщенія, такъ и особымъ постановленіемъ Министра Путей Сообщенія о предѣльномъ приближеніи построекъ къ рельсовымъ путямъ.

Пути и зданія должны быть такъ расположены на станціяхъ, чтобы впослѣдствіи не встрѣтилось затрудненій **къ расширенію станцій.** Въ виду сего: а) водоемныя зданія должны быть расположены не ближе 7,00 с. отъ оси ближайшаго къ нему рельсоваго пути; б) паровозныя зданія и мастерскія, а на станціяхъ конечныхъ, узловыхъ и на тѣхъ, гдѣ предвидится значительное движеніе, сверхъ того, и товарные дворы, платформы и постоянные склады грузовъ должны быть отодвинуты, по возможности, далѣе отъ оси главнаго пути, ближе къ границѣ отчужденія, и, наконецъ, в) пассажирскія зданія, за исключеніемъ находящихся на станціяхъ I и II классовъ и на узловыхъ, должны быть удалены отъ пассажирской платформы настолько, чтобы впослѣдствіи можно было уложить между платформою и зданіемъ: на станціяхъ — два дополнительныхъ пути и на разъѣздахъ — одинъ такой же путь.

Станціи и разъѣзды должны имѣть необходимые станціонные пути (разъѣздные, пріемные, сортировочные, передаточные, запасные, тракціонные и иныхъ наименованій) соотвѣтственно утвержденнымъ проектамъ таковыхъ станцій и разъѣздовъ.

Если, при утвержденіи означенныхъ проектовъ, разрѣшено было укладку нѣкоторыхъ изъ станціонныхъ путей, необходимыхъ для обезпеченія пропускной способности при открытіи движенія, отложить до будущаго времени, когда въ семъ выяснится необходимость, то матеріалы, потребные для укладки означенныхъ путей, должны быть, тѣмъ не менѣе, заготовлены въ количествѣ, соотвѣтствующемъ полному протяженію станціонныхъ путей, опредѣленному въ соотвѣтствіи съ установленной въ п. 5-мъ пропускной способностью дороги для коммерческихъ поѣздовъ при открытіи движенія.

Пути, предназначенные для пріема, отправки и скрещенія поѣздовъ, должны имѣть полезную длину (считая таковую между предѣльными столбиками), соотвѣтствующую наибольшей длинѣ поѣзда, обращающагося на дорогѣ при двойной тягѣ.

Въ числѣ станціонныхъ путей, предназначенныхъ для скрещенія поѣздовъ, хотя одинъ изъ нихъ, не считая главнаго пути, долженъ имѣть полезную длину въ 315 саженъ, и каждый изъ остальныхъ путей, предназначенныхъ для скрещенія поѣздовъ, а равно каждый изъ путей, предна-

---

*) Дополненъ, согласно Ц. М. П. С. 18 сент. 1901, № 39395, и Ц. У. 21 окт. 1906 г., № 4141/202.

НТБ ДНУЖТ

значенныхъ для пріемки, отправки и стоянки воинскихъ поѣздовъ, не менѣе 235 саженъ (считая таковую длину между предѣльными столбиками).

Расположеніе путей на станціяхъ должно быть, вообще, такъ проектировано, чтобы главный путь не служилъ вытяжнымъ путемъ при производствѣ маневровъ. При необходимости отступленія отъ сего общаго правила причины такового отступленія должны быть объяснены при представленіи проекта.

Число разъѣздныхъ путей должно быть на промежуточныхъ станціяхъ не менѣе четырехъ, считая въ томъ числѣ и главный путь; разъѣзды же должны быть подготовлены для укладки на нихъ, кромѣ главныхъ путей, еще двухъ разъѣздныхъ путей.

65. **Пассажирскія зданія. Площадь** внутреннихъ помѣщеній пассажирскихъ зданій, предназначенныхъ для пассажировъ и станціонной службы, не включая въ эту площадь сѣней, лѣстницъ и коридоровъ, а также почтовыхъ и жилыхъ помѣщеній и помѣщеній (гдѣ таковыя помѣщенія предвидѣны) для канцелярій коменданта и начальника жандармскаго отдѣленія, опредѣляется: для пассажирскихъ **зданій I разряда**, соотвѣтственно утвержденному проекту, составленному въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, а для пассажирскихъ зданій прочихъ разрядовъ не менѣе: для **зданій II разряда — 200 кв. с., для зданій III разряда** — 125 кв. с., для **зданій IV разряда — 42 кв. с.** и, наконецъ, для пассажирскихъ зданій, устраиваемыхъ при разъѣздахъ, открытыхъ для пріема пассажировъ, 20 кв. с. На станціяхъ съ коренными депо, а также узловыхъ должны быть устроены въ пассажирскихъ зданіяхъ или въ отдѣльныхъ при нихъ домахъ помѣщенія для буфета; во всякомъ случаѣ, взаимное разстояніе между станціями съ буфетами, снабженными горячими кушаньями, должно быть не болѣе 150-ти верстъ.

Площадь почтовыхъ помѣщеній въ пассажирскихъ зданіяхъ различныхъ разрядовъ должна удовлетворять установленнымъ на сей предметъ правиламъ.

На тѣхъ станціяхъ I и II разрядовъ и узловыхъ, которыя будутъ указаны Министерствомъ Путей Сообщенія, должны быть устроены также служебныя помѣщенія для временнаго пребыванія чиновъ правительственнаго желѣзнодорожнаго надзора и высшихъ желѣзнодорожныхъ агентовъ.

На станціяхъ, на которыхъ, по указанію Военнаго вѣдомства, предположены будутъ коменданты желѣзнодорожныхъ станцій, должны быть устроены помѣщенія для канцеляріи коменданта, съ полнымъ оборудованіемъ таковыхъ; равнымъ образомъ, таковыя же помѣщенія должны быть устроены на подлежащихъ станціяхъ и для канцеляріи начальника жандармскаго отдѣленія.

На всѣхъ станціяхъ должны быть устроены мужскіе и дамскіе ватерклозеты и мужскія и дамскія наружныя отапливаемыя отхожія мѣста достаточной площади, соотвѣтственно площади пассажирскаго зданія.

Кромѣ того, должны быть устроены уборныя: дамскія на всѣхъ станціяхъ, а мужскія лишь на станціяхъ I, II и III разрядовъ.

На тѣхъ станціяхъ, гдѣ должна производиться смѣна поѣздныхъ бригадъ, должны быть устроены дежурныя помѣщенія для отдыха лицъ, входящихъ въ составъ смѣняемыхъ поѣздныхъ бригадъ.

Помѣщенія эти должны быть снабжены необходимыми принадлежностями (кроватями, столами, скамейками, умывальниками, шторами на окнахъ и т. п.).

66. **Пассажирскія зданія** могутъ быть одноэтажныя или двухъэтажныя. Послѣднія должны быть исключительно каменныя или кирпичныя, по одноэтажныя зданія могутъ быть и деревянныя на каменныхъ фундаментахъ, за исключеніемъ пассажирскихъ зданій, устраиваемыхъ въ тѣхъ городскихъ частяхъ, въ которыхъ деревянныя постройки вообще воспрещены.

Деревянныя пассажирскія зданія должны быть обшиты тесомъ и окрашены или обложены кирпичомъ.

67. Пассажирскія зданія должны **быть омеблированы** соотвѣтствующей прочною мебелью и снабжены необходимыми огнегасительными инструментами и приборами для взвѣшиванія и нагрузки, а также осмѣтительными приборами и другими станціонными принадлежностями.

Помѣщенія для храненія и заправки **лампъ** и для храненія запасовъ керосина должны быть размѣщаемы и устраиваемы согласно изданнымъ на сей предметъ Министерствомъ Путей Сообщенія постановленіямъ.

НТБ ДНУЖТ

68 *). **Пассажирскія и товарныя платформы и пакгаузы. Воинскіе пути, платформы и площадки.** На станціяхъ, при пассажирскихъ зданіяхъ и между пріемными пассажирскими путями должны быть устроены платформы, имѣющія длину, соотвѣтствующую длинѣ пассажирскаго поѣзда наибольшаго состава, обращающагося на дорогѣ, причемъ длина эта, при открытіи движенія, должна быть не менѣе 75-ти с., за исключеніемъ пассажирскихъ зданій III разряда безъ буфетовъ, и IV разряда, гдѣ таковая длина можетъ быть уменьшена до 50-ти с. Платформы эти должны быть устроены вообще съ возвышеніемъ въ 0,125 с. надъ головкою рельса, но, въ частности, съ разрѣшенія Министерства Путей Сообщенія, гдѣ это окажется по мѣстнымъ условіямъ болѣе цѣлесообразнымъ, допускается устройство пассажирскихъ платформъ и высокаго типа, съ возвышеніемъ поверхности платформы на 0,50 сажени надъ уровнемъ рельсовъ.

При пассажирскихъ зданіяхъ I и II разряда и узловыхъ пассажирскія платформы должны быть **покрыты навѣсами** на протяженіи, соотвѣтствующемъ длинѣ пассажирскаго поѣзда.

Наименьшая ширина пассажирскихъ платформъ, въ зависимости отъ разряда пассажирскаго зданія и дѣятельности пассажирскаго движенія, ожидаемаго по дорогѣ, опредѣляется отъ 3 до 4 с. въ предѣлахъ расположенія пассажирскаго зданія, и отъ 2 до 3 саженъ на остальномъ протяженіи.

Въ случаѣ расположенія пассажирскаго зданія въ сторонѣ отъ пассажирской платформы, зданіе это не должно быть помѣщено настолько низко, чтобы его полъ былъ ниже поверхности платформы болѣе чѣмъ на 1 с. Во всякомъ случаѣ, расположенное въ сторонѣ отъ пассажирской платформы зданіе должно быть соединено съ платформою переходомъ, шириною не менѣе 6 с., и если полъ пассажирскаго зданія находится въ разныхъ уровняхъ съ поверхностью платформы, то на переходѣ должна быть устроена пологая лѣстница не круче $1^2/_3 : 1$. Длина этой лѣстницы должна быть принята во вниманіе при опредѣленіи разстоянія пассажирскаго зданія отъ пассажирской платформы (64).

При пассажирскихъ платформахъ, гдѣ предвидится въ семъ необходимость, должны быть устроены особыя крытыя помѣщенія для храненія товаровъ большой скорости и багажа.

Наименьшая **ширина промежуточныхъ платформъ** опредѣляется въ 1,50 с., если платформа высокаго типа, и въ 2,00 с., если она низкаго типа.

Для нагрузки и выгрузки товаровъ должны быть устроены на станціяхъ товарныя платформы, шириною не менѣе 4 с.

Длина этихъ платформъ должна быть опредѣлена въ зависимости отъ предположеннаго размѣра и рода движенія. Въ зависимости отъ размѣровъ и рода товарнаго движенія, товарныя платформы, гдѣ это потребуется, должны быть прикрыты, на соотвѣтствующемъ протяженіи, кровлею и, въ подлежащихъ случаяхъ, снабжены отапливаемымъ помѣщеніемъ для вѣсовщиковъ.

Для храненія товаровъ цѣнныхъ должны быть построены пакгаузы.

На тѣхъ станціяхъ, на которыхъ, по требованію Военнаго Министерства, предвидится погрузка и выгрузка войскъ или довольствіе ихъ горячею пищею, должны быть устроены вдоль предназначенныхъ для сего путей: въ первомъ случаѣ покрытыя одеждою площадки шириною не менѣе 5 саженъ, а во второмъ — воинскія платформы или покрытыя одеждою междупутія шириною не менѣе 3 саженъ, причемъ въ обоихъ случаяхъ длина каждой площадки, платформы и междупутія должна быть не менѣе 200 саженъ.

При площадкахъ и платформахъ должны быть устроены водоразборные краны, коновязи и отхожія мѣста и установлены фонари для освѣщенія.

69. **Жилыя помѣщенія на станціяхъ.** Для помѣщенія всѣхъ станціонныхъ служащихъ на станціяхъ, гдѣ не имѣется вблизи населенныхъ мѣстъ, а въ противномъ случаѣ для помѣщенія, по крайней мѣрѣ, тѣхъ изъ нихъ, постоянное присутствіе которыхъ на станціи необходимо для пользы службы, должны быть построены жилые дома, или устроены жилыя помѣщенія во вторыхъ этажахъ двухъэтажныхъ пассажирскихъ зданій. Общая площадь всѣхъ жилыхъ помѣщеній на станціяхъ должна соотвѣтствовать штатамъ служащихъ и кормамъ, установленнымъ Министерствомъ Путей Сообщенія, но, во всякомъ случаѣ, площадь эта должна составлять не менѣе 6 кв. с.

---

*) Измѣненіе согласно Ц. У. 21 окт. 1906, № 4141/202.

НТБ ДНУЖТ

на версту протяженія дороги, не включая дежурныхъ комнатъ для паровозныхъ и поѣздныхъ бригадъ, бань, больницъ и путевыхъ построекъ.

При жилыхъ домахъ должны быть построены необходимыя **надворныя постройки** (отхожія мѣста, сараи, погреба, ледники, помойныя ямы). Общая площадь таковыхъ построекъ должна составлять не менѣе одной четверти площади соотвѣтствующихъ имъ жилыхъ помѣщеній.

70. **Бани, пріемные покои и больницы.** Соотвѣтственно потребностямъ служащихъ на нѣкоторыхъ станціяхъ, должно быть предвидѣно устройство бань, пріемныхъ покоевъ, больницъ и другихъ устройствъ, требуемыхъ положеніемъ о врачебной части.

Бани должны быть устроены при тѣхъ станціяхъ, на которыхъ сосредоточено мѣстожительство паровозныхъ и поѣздныхъ бригадъ и мастеровыхъ.

71. **Военные продовольственные пункты.** На желѣзной дорогѣ должны быть устроены, по требованію правительства, въ указываемыхъ Военнымъ вѣдомствомъ мѣстахъ и въ опредѣленныхъ имъ размѣрахъ, продовольственные пункты съ полнымъ оборудованіемъ таковыхъ.

72. **Паровозные и вагонные сараи и мастерскія.** Для храненія подвижного состава, предназначеннаго къ обращенію на дорогѣ, должны быть построены: а) паровозные сараи, вмѣщающіе не менѣе 60% отъ общаго числа паровозовъ, приписанныхъ къ дорогѣ, и б) вагонные сараи, вмѣщающіе не менѣе 6% отъ общаго числа пассажирскихъ вагоновъ.

Распредѣленіе паровозныхъ и вагонныхъ сараевъ подлежитъ утвержденію Министерства Путей Сообщенія.

При паровозныхъ сараяхъ, соотвѣтствующихъ оборотнымъ депо, должны быть построены дежурныя помѣщенія для отдыха лицъ, входящихъ въ составъ паровозныхъ бригадъ, обслуживающихъ смѣняемые въ депо паровозы. Помѣщенія эти должны быть снабжены необходимыми принадлежностями (кроватями, столами, скамейками, умывальниками, занавѣсками или шторами на окнахъ и т. п.).

Для ремонта подвижного состава должны быть построены соотвѣтствующія мастерскія, имѣющія площадь, соотвѣтствующую нормамъ, установленнымъ Министерствомъ Путей Сообщенія. Изъ мастерскихъ этихъ большія устраиваются въ центральныхъ пунктахъ, избранныхъ съ утвержденія Министерства Путей Сообщенія, и малыя — при каждомъ основномъ паровозномъ депо.

При большихъ мастерскихъ должно быть устроено помѣщеніе для столовой мастеровыхъ, а при всѣхъ мастерскихъ и паровозныхъ сараяхъ должны быть устроены отапливаемыя отхожія мѣста.

73. **Общія условія для станціонныхъ построекъ.** Станціонныя постройки всякаго рода и службы при нихъ, а также матеріалы этихъ построекъ и службъ должны удовлетворять техническимъ условіямъ, установленнымъ надлежащими общими распоряженіями по сему предмету Министерства Путей Сообщенія.

74. **Станціонные переводы, стрѣлочные посты, семафоры, поворотные круги и другія принадлежности станцій.** Число станціонныхъ переводовъ съ одного пути на другой и ихъ распредѣленіе должны соотвѣтствовать условіямъ удобнаго прохода поѣздовъ и производства маневровъ, причемъ на проектахъ общаго расположенія станцій должно быть указано распредѣленіе стрѣлочныхъ постовъ, а также приложено описаніе назначенія разнаго рода путей и порядка производства маневровъ.

Стрѣлки и крестовины переводовъ должны быть изготовлены изъ стали или изъ стальныхъ рельсовъ; крестовины могутъ быть приготовлены и изъ закаленнаго чугуна. Входныя на главныхъ путяхъ (пассажирскихъ, разъѣздныхъ и обгоночныхъ) стрѣлки должны быть снабжены денными и ночными сигналами.

При каждомъ стрѣлочномъ постѣ должна быть помѣщена, отапливаемая и имѣющая не менѣе 1 кв. с. площади, караульная будка для дежурнаго стрѣлочника.

Каждая станція и каждый разъѣздъ должны быть ограждены семафорами.

На всѣхъ тѣхъ станціяхъ, гдѣ это будетъ потребовано Министерствомъ Путей Сообщенія, должны быть устроены приборы для центральнаго управленія стрѣлками и станціонными сигналами.

НТБ ДНУЖТ

На станціяхъ, съ которыхъ предполагается отправлять товары въ навалку, въ количествѣ ежегодно до ½ милліона пудовъ и болѣе, долженъ быть установленъ, при одномъ изъ станціонныхъ путей, вѣсовой помостъ.

На станціяхъ съ паровозными сараями должны быть устроены приспособленія для поворота паровозовъ (поворотные круги или пути, расположенные треугольникомъ), удовлетворяющія по своимъ размѣрамъ и конструкціи техническимъ условіямъ, установленнымъ для сего подлежащими общими распоряженіями Министерства Путей Сообщенія. Діаметръ поворотныхъ круговъ долженъ быть не менѣе 63 футовъ.

75. **Помѣщенія для склада и храненія матеріаловъ.** Въ предѣлахъ каждаго участка службы пути должно быть устроено на одной изъ станцій помѣщеніе для склада запасныхъ принадлежностей пути и инструментовъ для ремонта пути, съ мастерскою и кузницею при немъ.

Для склада и храненія матеріаловъ и общихъ запасовъ, потребныхъ для эксплуатаціи дороги, должны быть устроены, въ надлежащемъ количествѣ и съ соотвѣтствующею площадью, магазины и сараи, а также кладовыя для вагонныхъ и воинскихъ запасныхъ частей. Независимо отъ сего, должны быть отведены площади для склада дровъ, лѣса, запасовъ угля и прочихъ матеріаловъ.

Если на дорогѣ предполагается примѣнять нефтяное отопленіе, то при каждомъ паровозномъ депо должны быть устроены также резервуары для храненія и раздачи нефти со всѣми необходимыми приспособленіями, какъ-то: нефтеподъемнымъ и нефтеразборнымъ зданіями, котломъ, насосомъ, мѣрникомъ, трубами и проч. Резервуары для храненія нефти должны быть расположены около спеціальнаго нефтянаго пути, на разстояніи не ближе 10 с. отъ крайняго станціоннаго пути.

76. **Пассажирскіе и товарные дворы, подъѣзды и ограды.** При каждой станціи должны быть устроены дворы пассажирскіе и товарные, а также и дворы при жилыхъ домахъ, спланированные и, гдѣ необходимо, вымощенные и огороженные.

Въ предѣлахъ полосы отчужденія подъѣзды къ пассажирскимъ зданіямъ, къ воинскимъ и товарнымъ платформамъ и площадкамъ должны быть вымощены или шоссированы.

Устройство оградъ при станціяхъ должно удовлетворять техническимъ условіямъ, установленнымъ общими по сему предмету распоряженіями Министерства Путей Сообщенія.

Глава XI. Снабженіе дороги водою.

77 *). **Наибольшее разстояніе между станціями водоснабженія** должно быть опредѣлено съ такимъ разсчетомъ, чтобы на разстояніи между двумя водоснабженіями, съ пропускомъ одного промежуточнаго, не могъ быть израсходованъ объемъ воды въ 400 куб. футъ, опредѣляя расходъ воды на поѣздо-версту при различныхъ фиктивныхъ уклонахъ по приложенной къ сему § таблицѣ (стр. 616).

78. **Количество воды, которое должно быть доставлено въ теченіе сутокъ** станціею водоснабженія, опредѣляется слѣдующими нормами:

а) количество воды, назначаемое собственно на потребности поѣздовъ, должно быть на станціяхъ конечныхъ не менѣе объема 20 тендеровъ, емкостью каждый въ 500 куб. футъ, на станціяхъ промежуточныхъ съ коренными или оборотными паровозными депо не менѣе объема 40 тендеровъ той же емкости и на прочихъ промежуточныхъ станціяхъ не менѣе потребнаго для пополненія 40 тендерами израсходованной ими воды на пройденныхъ, смежныхъ со станціею, перегонахъ, въ предположеніи пропуска одного промежуточнаго водоснабженія въ каждомъ направленіи, и исчисляя сей расходъ на поѣздо-версту по таблицѣ, приложенной къ § 77 сихъ условій, для тендеровъ емкостью въ 400 куб. футъ (стр. 616).

Примѣчаніе. Въ разсчетѣ промежуточныхъ водоснабженій предполагается, что при отходѣ съ конечныхъ станцій и депо тендера вполнѣ наполнены водою.

---

*) § 77 и § 78 измѣнены согласно П. М. П. С. 2 дек. 1905 г., № 46 465/223/8444.

НТБ ДНУЖТ

б) количество воды, назначаемое на маневры, резервы и промывку паровозовъ, а равно и на потребности мастерскихъ и живущихъ на станціяхъ должно составлять въ сутки: на станціяхъ съ кореннымъ депо не менѣе 10 куб. саж.; на станціяхъ съ оборотными депо не менѣе 4 куб. саж. и на всѣхъ прочихъ станціяхъ (собственно на маневры и потребности служащихъ) не менѣе 1 куб. сажени.

в) количество воды, назначаемое на потребности перевозимыхъ войскъ, должно составлять въ сутки: на конечныхъ станціяхъ и на станціяхъ съ продовольственными пунктами и съ паровознымъ депо не менѣе 2,5 куб. с.; на прочихъ станціяхъ — не менѣе 1 куб. саж.

Примѣчаніе. Количество воды, которымъ желѣзная дорога можетъ располагать для своихъ надобностей изъ подлежащихъ источниковъ водоснабженія, должно вполнѣ обезпечивать суточный расходъ воды, опредѣляемый симъ параграфомъ.

79. **Источники водоснабженія.** Пункты водоснабженія должны быть избираемы преимущественно вблизи живыхъ источниковъ (рѣкъ, прудовъ, питаемыхъ ключами и родниками, артезіанскихъ колодцевъ и т. п.), доставляющихъ воду въ количествѣ, соотвѣтствующемъ потребности. Лишь при отсутствіи такихъ источниковъ водоснабженія или недостаточности таковыхъ допускается устройство искусственныхъ водохранилищъ. Пригодность воды должна быть удостовѣрена изслѣдованіями; если результаты химическаго анализа покажутъ, что вода, по своему качеству, непригодна для питанія котловъ, то должны быть установлены соотвѣтствующіе водоочистители.

80. **Подача воды въ баки, водоемныя и водоподъемныя зданія.** Подача воды въ баки должны производиться при посредствѣ насосовъ съ механическими двигателями, устанавливаемыхъ, въ зависимости отъ мѣстоположенія источника, или въ отдѣльныхъ водоподъемныхъ зданіяхъ, или въ пристройкахъ къ водоемнымъ зданіямъ. Въ послѣднемъ случаѣ паровые котлы могутъ быть помѣщены въ самыхъ водоемныхъ зданіяхъ.

При опредѣленіи **механическихъ устройствъ** водоснабженій надлежитъ имѣть въ виду, чтобы устройства эти доставляли все потребное суточное количество воды, опредѣленное по вышеприведенному разсчету (78) при наибольшей работѣ, допускаемой конструкціей насоса въ сутки, а именно: при 18-тичасовой работѣ, въ случаѣ установки одного насоса, и при 24-хчасовой работѣ, при условіи одновременной установки второго запаснаго насоса.

Водоемныя зданія должны вмѣщать одинъ или нѣсколько баковъ, общею вмѣстимостью не менѣе 8 куб. с., расположенныхъ на несгораемыхъ опорахъ, на высотѣ не менѣе 4,5 с. надъ уровнемъ рельсовъ.

Общій объемъ баковъ долженъ быть не менѣе $^1/_4$ полнаго суточнаго расхода воды на станціи.

На станціяхъ съ паровознымъ депо или большими мастерскими всѣ или нѣкоторые баки могутъ быть помѣщены въ пристройкахъ къ депо или къ мастерскимъ. Одинъ изъ баковъ долженъ быть предоставленъ въ исключительное пользованіе большихъ мастерскихъ.

81. **Т. У.**, коимъ должны удовлетворять водоподъемныя и водоемныя зданія, паровыя машины и баки, устанавливаются надлежащими общими постановленіями Министерства Путей Сообщенія.

82. **Принадлежности водоснабженія.** На каждой станціи и разъѣздѣ съ водоснабженіемъ должно быть не менѣе двухъ путевыхъ наливныхъ кранов; кромѣ того, при паровозныхъ зданіяхъ должно быть не менѣе одного наливного крана и достаточное число кранов для промывки паровозовъ. Всѣ отдѣленія большихъ мастерскихъ должны быть снабжены необходимымъ числомъ пожарныхъ кранов, а станціонныя территоріи пожарными и водоразборными кранами.

Водопроводныя трубы должны быть съ внутреннимъ діаметромъ для напорной (нагнетательной) трубы не менѣе 4″, если суточная подача воды не превосходитъ 40 куб. с., и для разводной трубы не менѣе 6″, если длина водопровода не превышаетъ 300 с. При превышеніи упомянутыхъ величинъ наименьшій діаметръ трубъ долженъ быть увеличенъ: для трубъ напорныхъ до 5″ и для трубъ разводныхъ до 7″. Въ тѣхъ случаяхъ, когда длина разводнаго водопровода превышаетъ 500 с., діаметръ трубъ долженъ быть опредѣленъ съ такимъ разсчетомъ, чтобы **гидравлическій кранъ** давалъ въ секунду не менѣе половины кубическаго фута воды.

НТБ ДНУЖТ

Приложеніе къ §§ 77-му техническихъ условій сооруженія желѣзныхъ дорогъ первостепеннаго значенія.

ТАБЛИЦА

расходовъ воды воинскаго поѣзда на дѣйствительную поѣздо-версту при различныхъ уклонахъ пути *).

Фиктивные уклоны въ тысячныхъ.	Подъемы											Площадки	Спуски								
	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расходъ воды въ куб. футахъ.	20,36	18,50	16,90	15,21	13,74	12,39	11,07	9,93	8,97	8,15	7,43	6,64	5,37	4,55	3,06	0	0	0	0	0	0

Указанный въ сей таблицѣ расхода воды фиктивный уклонъ i тысячныхъ опредѣляется равенствомъ:

$$i = i_0 + i_1 + i_2$$

$i_0 = 1$ — подъемъ, эквивалентный вліянію непогоды,

$+ i_2$ — дѣйствительный подъемъ,

$- i_2$ — дѣйствительный спускъ,

i_1 — подъемъ, эквивалентный вліянію кривой, величина котораго, соотвѣтственно радіусу кривой, выбирается изъ слѣдующей таблицы.

Радіусъ кривой (саж.)	47	94	141	188	234	281	300	328	375	500	600	800	1000	2000
Подъемы i_1 тысячныхъ	11,36	4,03	2,43	1,75	1,37	1,13	1,05	0,95	0,82	0,61	0,50	0,37	0,30	0,15

*) Составлена въ предположеніи состава поѣзда, указаннаго въ примѣчаніи къ главнымъ основаніямъ для составленія графиковъ максимальнаго движенія и исчисленія пропускной способности магистральныхъ желѣзныхъ дорогъ, но съ паровозомъ во главѣ типа III-го.

Характеристики означеннаго типа III-го: число осей $^4/_4$; однократное расширеніе, давленіе 10 (at abs); внутренняя поверхность нагрѣва 162 qm; площадь рѣшетки 1,85 qm; діаметръ цилиндра 500 mm; ходъ поршня 650 mm; діаметръ колесъ 1200 mm; вѣсъ рабочій паровоза 48 t; объемъ водяного бака тендера 11,6 cbm; рабочій вѣсъ тендера 28 t.

НТБ ДНУЖТ

Примѣчаніе. Управленіе желѣзныхъ дорогъ предлагаетъ имѣть въ виду, что по пункту II журнала Инженернаго Совѣта № 16 — 1905 г., Совѣтомъ постановлено предоставить Управленію по сооруженію желѣзныхъ дорогъ въ тѣхъ случаяхъ, когда указанный выше въ § 78 лит. *а* разсчетъ вызываетъ значительные строительные расходы, разрѣшать примѣнять разсчетъ по предстоящему перегону, въ предположеніи пропуска сосѣдняго водоснабженія въ каждомъ направленіи и исчисляя сей расходъ на поѣздо-версту по таблицѣ, приложенной къ § 77 сихъ условій.

Глава XII. Телеграфъ и телефонъ.

83. Телеграфъ и телефонъ на желѣзнодорожныхъ станціяхъ и на линіи желѣзной дороги. Для сношеній между станціями, разъѣздами и телеграфными постами долженъ быть устроенъ вдоль линіи электромагнитный телеграфъ въ три провода (одинъ изъ нихъ предназначается для передачи транзитныхъ депешъ), подвѣшенныхъ на столбахъ съ надлежащимъ числомъ телеграфныхъ аппаратовъ, причемъ два провода должны имѣть толщину не менѣе 5 mm каждый, а третій проводъ можетъ имѣть толщину въ 4 mm.

Путевыя казармы, находящіяся на перегонахъ между станціями, должны быть соединены телефонами съ ближайшими станціями.

Означенный телеграфъ, относительно своего расположенія вдоль желѣзнодорожной линіи, размѣровъ частей, количества и рода столбовъ и аппаратовъ и другихъ принадлежностей, долженъ удовлетворять техническимъ условіямъ и требованіямъ для сего установленнымъ общими распоряженіями Министерства Путей Сообщенія и Главнымъ Управленіемъ почтъ и телеграфовъ.

84. Соединительные телеграфные проводы. Въ тѣхъ населенныхъ центрахъ, гдѣ не далѣе 5-ти верстъ отъ желѣзнодорожной станціи имѣется отдѣленіе или контора правительственнаго телеграфа, желѣзнодорожная телеграфная линія должна быть соединена съ упомянутымъ учрежденіемъ отдѣльнымъ проводомъ, если Главное Управленіе почтъ и телеграфовъ сего потребуетъ.

Глава XIII. Подвижной составъ.

85. Количество подвижного состава. Желѣзная дорога должна быть оборудована подвижнымъ составомъ въ количествѣ, соотвѣтствующемъ провозной способности оной (6) и подлежащемъ утвержденію Министерства Путей Сообщенія.

86. Паровозы. Товарные паровозы и ихъ тендера должны быть, по своему вѣсу, не легче нормальныхъ 8-микол. паровозовъ и, по своей силѣ, не слабѣе таковыхъ.

Пассажирскіе паровозы и ихъ тендера должны отвѣчать, по своей конструкціи, скорости движенія не менѣе 60 верстъ въ часъ поѣзда вѣсомъ не менѣе 200 тоннъ и по подъему на прямой не менѣе 0,002.

Конструкція паровозовъ должна быть вообще согласована съ принятыми для верхняго строенія типомъ и размѣрами его частей (55—58).

87. Товарные и пассажирскіе паровозы должны быть тормозные и снабженные приборомъ непрерывнаго тормоза.

88. Вагоны. Товарные вагоны должны быть или нормальнаго типа, или конструкціи болѣе совершенной, чѣмъ этотъ типъ.

Всѣ пассажирскіе вагоны I и II классовъ и 50% пассажирскихъ вагоновъ III класса должны быть 8-микол., на телѣжкахъ типа Пульмана или иного, ему равнозначнаго; прочіе вагоны III класса могутъ быть шестиколесные.

Всѣ пассажирскіе вагоны I и II классовъ и половина общаго количества вагоновъ III класса должны быть со спальными приспособленіями, по числу имѣющихся въ каждомъ вагонѣ мѣстъ.

По своей конструкціи пассажирскіе вагоны должны отвѣчать движенію со скоростью до 90 верстъ въ часъ и должны соотвѣтствовать какъ допущеннымъ на дорогѣ въ закругленіяхъ наименьшимъ радіусомъ кривыхъ, такъ и принятымъ для верхняго строенія пути типамъ и размѣрамъ частей сего послѣдняго.

НТБ ДНУЖТ

89. Наименьшее число **тормозныхъ товарныхъ вагоновъ** опредѣляется согласно правиламъ технической эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ, открытыхъ для общаго пользованія, и соотвѣтственно наибольшей скорости движенія въ 45 верстъ въ часъ.

Наименьшее число **тормозныхъ пассажирскихъ вагоновъ** опредѣляется по тѣмъ же правиламъ для наибольшей скорости движенія въ 90 верстъ въ часъ.

Всѣ товарные и пассажирскіе вагоны должны быть снабжены приспособленіями для примѣненія автоматическихъ непрерывныхъ тормозовъ.

Глава XIV. Проекты, пояснительныя записки и вѣдомости, представляемые въ центральныя установленія Министерства Путей Сообщенія.

90. **Планы, чертежи и другія данныя, входящіе въ составъ общаго проекта дороги.** Общій проектъ дороги составляютъ:

а) планъ дороги на картѣ, въ масштабѣ 10 верстъ въ дюймѣ;

б) планъ дороги въ болѣе крупномъ масштабѣ, въ зависимости отъ изданныхъ для данной мѣстности топографическихъ картъ;

в) продольный профиль дороги въ масштабѣ 0,0001 для горизонтальныхъ разстояній и 0,001 для вертикальныхъ отмѣтокъ;

г) сокращенный продольный профиль въ масштабѣ 0,00002 для горизонтальныхъ разстояній и въ 0,001 для вертикальныхъ отмѣтокъ;

д) нормальные поперечные профили полотна и верхняго строенія подъ одинъ и подъ два пути, въ масштабѣ 0,01;

е) для частей дороги, пролегающихъ на косогорахъ съ уклономъ болѣе $^1/_5$, поперечные профили полотна и мѣстности въ масштабѣ 0,005 для горизонтальныхъ разстояній и 0,01 для вертикальныхъ отмѣтокъ, съ указаніемъ пунктиромъ полотна подъ второй путь.

ж) планы и профили пересѣченія всѣхъ сплавныхъ и судоходныхъ рѣкъ, съ приложеніемъ отзывовъ мѣстныхъ округовъ путей сообщенія (4), а также планы и профили пересѣченія рѣкъ и ручьевъ, коими населеніе пользуется для орошенія, съ приложеніемъ отзывовъ соотвѣтственныхъ правительственныхъ учрежденій;

з) планы подходовъ къ городамъ, съ приложеніемъ отзывовъ подлежащихъ городскихъ управленій (3);

и) планъ мѣстности, снятой горизонталями, если въ такомъ планѣ встрѣчается надобность для выясненія цѣлесообразности избраннаго направленія;

і) поверстная вѣдомость земляныхъ работъ по устройству полотна дороги;

к) вѣдомость прямыхъ и кривыхъ, уклоновъ и площадокъ, съ указаніемъ $^0/_0$-го ихъ отношенія, вѣдомость виртуальныхъ разстояній, перегоновъ въ каждомъ направленіи, съ указаніемъ виртуальнаго коэффиціента для каждаго перегона и для всего протяженія дороги;

л) графики движенія поѣздовъ съ разсчетомъ времени, потребнаго для прохода перегоновъ коммерческими и воинскими поѣздами (5);

м) графики оборота паровозовъ съ указаніемъ распредѣленія паровозныхъ депо (23).

91. **Прочіе проекты и данныя, представляемые въ центральныя установленія Министерства Путей Сообщенія.** Сверхъ указаннаго въ предыдущемъ параграфѣ общаго проекта дороги подлежатъ представленію на утвержденіе Министерства Путей Сообщенія.

а) нормальные чертежи мостовъ, трубъ, укрѣпленій дамбъ, верхняго строенія, путевыхъ и станціонныхъ построекъ и принадлежностей пути и станцій;

б) вѣдомости: земляныхъ работъ (по пикетамъ), укрѣпленій дамбъ по разливамъ рѣкъ, искусственныхъ сооруженій, распредѣленія станцій и телеграфныхъ аппаратовъ, поверстнаго подраздѣленія линіи по ремонту и надзору на дистанціи, рабочія отдѣленія, участки и сторожевые переходы, распредѣленіе переѣздовъ и путевыхъ жилыхъ построекъ; штата служащихъ, съ указаніемъ площадей отводимыхъ квартиръ, и распредѣленія жилыхъ помѣщеній на станціяхъ; инструментовъ для ремонта пути, мебели и прочихъ принадлежностей станцій и дистанцій; графика оборота паровозовъ,

НТБ ДНУЖТ

съ указаніемъ распредѣленія паровозныхъ сараевъ; графика оборота поѣздныхъ бригадъ; разсчета площади мастерскихъ и оборудованія таковыхъ;

в) проекты мостовъ большихъ отверстій, проекты расположенія путей на станціяхъ, съ описаніемъ назначенія разнаго рода путей и порядка производства маневровъ, и проекты станціонныхъ водоснабженій съ относящимися къ этимъ проектамъ разсчетами и вѣдомостями приборовъ водоснабженія и съ данными объ изслѣдованіи источниковъ водоснабженія, съ указаніемъ минимальнаго въ нихъ расхода и степени жесткости воды;

г) проекты подвижного состава.

92. **Порядокъ и срокъ представленія проектовъ и приложеній къ таковымъ.** Всѣ проекты и вѣдомости представляются въ установленномъ порядкѣ въ надлежащее центральное установленіе Министерства Путей Сообщенія не позже, какъ за 2 мѣсяца до предположеннаго приступа къ работамъ по исполненію проектированныхъ сооруженій или по заготовленію проектированныхъ принадлежностей дороги.

Проекты должны быть сопровождаемы необходимыми чертежами, разсчетами, пояснительными записками и вѣдомостями.

Масштабы проектовъ и составъ оныхъ, не указанные въ 9-мъ, опредѣляются подлежащими общими распоряженіями Министерства Путей Сообщенія.

93. **Планы, чертежи и прочія данныя, представляемые при освидѣтельствованіи дороги предъ открытіемъ ея для движенія.** При освидѣтельствованіи дороги должны быть представлены комиссіи, для сего освидѣтельствованія назначенной, всѣ планы, чертежи, описанія, вѣдомости и документы, указанные въ особомъ распоряженіи по сему предмету Министерства Путей Сообщенія.

Правила проектированія и сооруженія станціонныхъ и путевыхъ построекъ.

Въ развитіе и дополненіе §§ 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 71, 72, 76 Т. У. П. и С.

(Утверждены М. П. С. по Ж. И. С. № 35, 1900 г.).

I. Общія положенія.

1. Настоящія правила служатъ приложеніемъ къ техническимъ условіямъ проектированія и сооруженія желѣзныхъ дорогъ первостепеннаго значенія (магистралей), а посему всѣ отступленія отъ таковыхъ, вызываемыя особенностями какой-либо дороги, могутъ быть допущены лишь въ порядкѣ, указанномъ въ 1 означенныхъ техническихъ условій.

2) При составленіи проектовъ расположенія путевыхъ и станціонныхъ построекъ надлежитъ имѣть въ виду какъ постановленіе Министра Путей Сообщенія о предѣльномъ приближеніи построекъ къ рельсовымъ путямъ, такъ и спеціальныя требованія, предъявленныя подлежащимъ правительственнымъ установленіемъ къ той или иной постройкѣ.

При проектированіи пассажирскихъ зданій, а равно паровозныхъ и вагонныхъ сараевъ и мастерскихъ надлежитъ имѣть въ виду возможность расширенія ихъ въ будущемъ.

II. Путевыя постройки.

3. **Общія положенія.** Для помѣщенія ремонтныхъ рабочихъ и дорожныхъ мастеровъ, а также путевыхъ и переѣздныхъ сторожей должны быть построены вдоль линіи желѣзной дороги необходимые дома, казармы, полуказармы и сторожевые дома съ надлежащими надворными постройками.

Число и распредѣленіе путевыхъ построекъ по линіи опредѣляется въ порядкѣ, указанномъ въ 59 Т. У. П. и С. желѣзныхъ дорогъ первостепеннаго значенія (магистралей).

4. **Путевыя зданія и надворныя при нихъ постройки** должны быть расположены не ближе 5 с. отъ оси ближайшаго уложеннаго на полотнѣ или предположеннаго къ укладкѣ рельсоваго пути и могутъ быть каменныя, бетонныя, кирпичныя и деревянныя, причемъ надворныя постройки допускаются изъ другихъ соотвѣтствующихъ мѣстнымъ условіямъ матеріаловъ.

НТБ ДНУЖТ

5. Въ мѣстахъ, затопляемыхъ водою, болотистыхъ и вообще сырыхъ путевыя зданія должны быть подняты выше самаго высокаго уровня воды, съ каковою цѣлью подъ эти зданія должна быть сдѣлана присыпка къ земляному полотну, возвышающаяся не менѣе 0,50 с. надъ означеннымъ уровнемъ.

Примѣчаніе. Въ болотистыхъ мѣстностяхъ, гдѣ господствуютъ лихорадочныя эпидеміи, жилыя постройки должны быть возведены на сваяхъ, на столбахъ или на цоколѣ, возвышающемся надъ почвою не менѣе 0,50 с., съ просвѣтами въ цоколѣ для свободнаго движенія воздуха подъ поломъ. Въ холодное время должны быть приняты мѣры къ закрытію просвѣтовъ въ цоколѣ и къ обезпеченію пола, соотвѣтственно мѣстнымъ условіямъ, отъ охлажденія.

6. **Площадь помѣщеній.** Наименьшая внутренняя площадь путевыхъ, а равно и надворныхъ при нихъ построекъ опредѣляется согласно указаніямъ 60 и 61 **Т. У. П. и С.**

7. **Высота помѣщеній.** Внутренняя высота комнатъ всѣхъ путевыхъ зданій должна быть не менѣе 1,50 с.

8. **Фундаментъ.** Путевыя зданія должны быть устроены на каменномъ или кирпичномъ фундаментѣ, причемъ послѣдній долженъ быть или сплошной, или изъ столбовъ, перекрытыхъ арками.

На фундаментѣ долженъ быть возведенъ цоколь высотою не менѣе 0,25 с., отдѣленный отъ фундамента асфальтовымъ, толевымъ или инымъ изолирующимъ слоемъ.

Въ деревянныхъ зданіяхъ цоколь долженъ быть перекрытъ съ наружной стороны отливными досками.

Наружные тамбуры и крыльца могутъ быть устроены на отдѣльныхъ столбахъ, арками не перекрытыхъ.

Глубина заложенія фундаментовъ должна быть сообразована съ свойствами грунта, съ глубиною его промерзанія и съ тяжестью постройки.

Примѣчаніе. Въ случаяхъ, указанныхъ въ примѣчаніи къ 5, наименьшая высота цоколя путевыхъ построекъ опредѣлается въ 0,50 с.

9. **Стѣны.** Наружныя стѣны кирпичныхъ зданій должны быть не менѣе какъ въ $2^1/_2$ кирпича.

Толщина наружныхъ каменныхъ или бетонныхъ стѣнъ должна соотвѣтствовать породѣ камня, его теплопроводности и мѣстнымъ климатическимъ условіямъ.

Деревянныя стѣны путевыхъ построекъ должны быть выведены изъ лѣса годной для такихъ построекъ породы и толщиною не менѣе 5 вершковъ, при условіи, чтобы ширина паза была не менѣе 2 вершк.

Деревянныя стѣны путевыхъ построекъ, срубленныя изъ лѣса, толщиною не менѣе $5^1/_2$ вершк. и имѣющія пазы не менѣе $2^1/_2$ вершк., допускается изнутри не оштукатуривать, но при этомъ требуется выравниваніе ихъ внутренней поверхности обмазываніемъ пазовъ.

При суровыхъ климатическихъ условіяхъ толщина деревянныхъ стѣнъ должна быть, по требованію Министерства Путей Сообщенія, увеличиваема.

Деревянныя зданія должны быть обшиты съ наружной стороны тесомъ и окрашены соотвѣтственною краскою или оштукатурены по тесу и войлоку. Вмѣсто обшивки тесомъ допускается обложеніе стѣнъ кирпичомъ.

Деревянныя надворныя постройки допускается устраивать изъ досокъ или пластинъ.

10. **Кровли.** Путевыя постройки могутъ быть покрыты желѣзомъ, черепицей, уралитомъ, толемъ, аспидомъ, гонтомъ или тесомъ при соотвѣтствующихъ роду покрытія стропилахъ. Желѣзныя крыши должны быть покрыты оцинкованнымъ желѣзомъ или окрашены съ наружной стороны масляною краскою. Тесовыя крыши должны быть также окрашены снаружи или покрыты слоемъ газовой смолы съ посыпкой сверху пескомъ.

11. **Полы и потолки.** Полы должны быть деревянные, причемъ таковые допускаются одиночные на лагахъ, съ надлежащей засыпкой подполья.

Примѣчаніе. Въ случаяхъ, указанныхъ въ примѣчаніи къ 5, полы должны быть двойные съ подпольемъ, допускающимъ свободное движеніе воздуха подъ поломъ.

12. **Потолки** устраиваются или подшивные, или съ открытыми балками, такъ называемые польскіе, съ подлежащей сухой засыпкой сверху сфагнумомъ, торфомъ, пескомъ и т. п.; при этомъ должны быть приняты мѣры,

НТБ ДНУЖТ

чтобы сыпучій матеріалъ не высыпался чрезъ щели потолка. Наружныя стѣны должны возвышаться не менѣе какъ на 4 вершка надъ засыпкой потолка.

13. **Половыя и потолочныя балки** должны быть, по возможности, предохранены отъ гніенія, причемъ концы ихъ не должны быть закупорены, а должны допускать доступъ къ нимъ воздуха.

14. **Печи.** Въ деревянныхъ зданіяхъ печи должны быть устроены съ коренными трубами, выведенными не ниже конька крыши, на отдѣльныхъ фундаментахъ, съ надлежащими раздѣлками у потолка деревянныхъ стѣнъ и стропилъ, а также съ утолщеніемъ трубы у кровли.

15. **Окна.** Оконные переплеты должны быть двойные, съ форточками, по крайней мѣрѣ по одной въ каждой комнатѣ.

16. **Сѣни.** При каждомъ путевомъ зданіи должны быть устроены свѣтлыя сѣни или тамбуры, причемъ входъ долженъ быть расположенъ съ боковой стороны.

17. Путевыя зданія должны быть **меблированы** согласно указаній п. 61 **Т. У. П.** и С.

18. **Ограды.** Дворики при путевыхъ постройкахъ должны быть обнесены оградою.

III. Пассажирскія зданія и жилые дома на станціяхъ.

19. Пассажирскія зданія и жилые станціонные дома, а равно и службы при нихъ, должны удовлетворять требованіямъ, изложеннымъ въ нижеслѣдующихъ параграфахъ.

20. **Общія положенія.** Площадь внутреннихъ помѣщеній пассажирскихъ зданій, предназначенныхъ для пассажировъ и станціонной службы, должна соотвѣтствовать требованіямъ п. 65 **Т. У. П.** и С.

21. **Пассажирскія зданія** должны удовлетворять общимъ указаніямъ п. 66 **Т. У. П. и С.**

Внутренняя высота пассажирскихъ помѣщеній въ пассажирскихъ зданіяхъ должна быть не менѣе 2-хъ саж., а внутренняя высота служебныхъ помѣщеній не менѣе 1,66 с.

22. **Общая площадь** всѣхъ жилыхъ помѣщеній, а равно и надворныхъ построекъ должна соотвѣтствовать требованіямъ п 69 **Т. У. П.** и С.

23. **Жилые дома** на станціяхъ могутъ быть каменные, кирпичные или деревянные, въ одинъ, въ два и болѣе этажей, за исключеніемъ деревянныхъ домовъ, которые не должны имѣть болѣе двухъ этажей. Въ подвальныхъ этажахъ, углубленныхъ въ землю болѣе, чѣмъ на 0,33 с., какъ въ жилыхъ домахъ, такъ и въ пассажирскихъ зданіяхъ жилыя помѣщенія и кухни не допускаются.

Надворныя постройки допускаются и изъ другихъ, соотвѣтствующихъ мѣстнымъ условіямъ, матеріаловъ, а также изъ досокъ или пластинъ.

24. Внутренняя **высота жилыхъ помѣщеній,** а равно и помѣщеній, назначенныхъ для временнаго пребыванія паровозныхъ и кондукторскихъ бригадъ, должна быть не менѣе 1.50 с., причемъ въ артельныхъ помѣщеніяхъ должно приходиться не менѣе 2 куб. с. воздуха на человѣка; ширина жилыхъ комнатъ должна быть не менѣе 1,30 с., а глубина, считая отъ наружной оконной стѣны, не менѣе 1,66 с.

25. **Помѣщенія для поѣздныхъ бригадъ.** При помѣщеніяхъ, назначенныхъ для паровозныхъ или кондукторскихъ бригадъ, должны быть устроены, кромѣ помѣщеній для отдыха (24), еще кухня, столовая и приспособленія для сушки одежды.

26. **Ламповыя комнаты, склады керосина и нефтяныхъ и минеральныхъ маслъ.** Для заправки и храненія лампъ должны быть отводимы въ каменныхъ пассажирскихъ зданіяхъ отдѣльныя, свѣтлыя и хорошо вентилируемыя помѣщенія съ каменнымъ, кирпичнымъ или цементнымъ поломъ и со столомъ, приспособленнымъ для заправки лампъ.

Въ деревянныхъ пассажирскихъ зданіяхъ стѣны ламповыхъ комнатъ должны быть покрыты огнестойкимъ матеріаломъ, или же ламповое помѣщеніе должно быть устроено въ отдѣльномъ зданіи. Если запасы керосина не хранятся въ цистернахъ, то помѣщенія для храненія таковыхъ запасовъ должны быть устроены въ отдѣльныхъ погребахъ, покрытыхъ землей и одернованныхъ сверху, съ земляннымъ или вообще несгораемымъ поломъ и съ вытяжною трубою для отвода паровъ нефти.

Помѣщенія **для склада нефтяныхъ и минеральныхъ маслъ** должны удовлетворять Высочайше утвержденнымъ 11 іюня 1901 года правиламъ объ

НТБ ДНУЖТ

испытанія, перевозкѣ, храненіи и продажѣ минеральныхъ маслъ, нефти и продуктовъ ея перегонки и, утвержденнымъ Министерствомъ Финансовъ 7 сентября 1891 года и 4-го сентября 1898 года правиламъ относительно устройства помѣщеній для означенныхъ товаровъ.

27. **Фундаменты.** Пассажирскія зданія и жилые дома, какъ каменные, такъ и деревянные, должны быть устроены на каменномъ или кирпичномъ фундаментѣ съ цоколемъ, высотою не менѣе 0,33 с., отдѣленнымъ отъ фундамента асфальтовымъ, толевымъ или инымъ изолирующимъ слоемъ.

Примѣчаніе. Въ отношеніи устройства и возвышенія надъ почвою фундаментовъ пассажирскихъ зданій и жилыхъ домовъ въ мѣстностяхъ, гдѣ свирѣпствуютъ лихорадки, должны быть соблюдаемы указанія, изложенныя въ примѣчаніи къ п. 5 сихъ правилъ.

Для наружныхъ стѣнъ вообще и для внутреннихъ стѣнъ въ каменныхъ постройкахъ фундаментъ долженъ быть сплошной.

Въ деревянныхъ зданіяхъ цоколь долженъ быть покрытъ съ наружной стороны отливными досками.

Подъ внутреннія стѣны деревянныхъ зданій фундаменты могутъ быть устраиваемы изъ отдѣльныхъ каменныхъ столбовъ, съ помѣщеніемъ этихъ столбовъ подъ каждымъ пересѣченіемъ внутреннихъ стѣнъ и на взаимномъ по длинѣ стѣнъ разстояніи, не превышающемъ 1,50 с. (считая между центрами столбовъ). Легкія деревянныя постройки и службы, а также наружныя стѣны, тамбуры и крыльца могутъ быть устроены на отдѣльныхъ столбахъ.

Глубина заложенія фундаментовъ должна быть сообразована со свойствами грунта, глубиною его промерзанія и тяжестью постройки.

28. **Стѣны.** Наружныя стѣны кирпичныхъ зданій должны быть не менѣе какъ въ $2^1/_2$ кирпича. Толщина каменныхъ или бетонныхъ стѣнъ должна соотвѣтствовать породѣ камня, его теплопроводности и мѣстнымъ климатическимъ условіямъ.

Деревянныя стѣны должны быть выведены изъ лѣса годной для такихъ построекъ породы и толщиною не менѣе 5 вершк., при условіи, чтобы ширина паза была не менѣе 2 вершковъ.

Нижніе этажи 2 этажныхъ деревянныхъ домовъ должны быть срублены изъ 6-вершк. лѣса.

При суровыхъ климатическихъ условіяхъ толщина деревянныхъ стѣнъ должна быть по требованію М. П. С. увеличиваема.

Деревянныя зданія должны быть обшиты съ наружной стороны тесомъ и окрашены соотвѣтственно краскою или оштукатурены по тесу и войлоку. Вмѣсто обшивки тесомъ допускается обложеніе стѣнъ кирпичомъ.

29. **Внутреннія поверхности стѣнъ пассажирскихъ зданій и жилыхъ станціонныхъ зданій**, за исключеніемъ упомянутыхъ ниже, должны быть оштукатурены, причемъ въ деревянныхъ зданіяхъ внутренняя поверхность стѣнъ должна быть оштукатурена по войлоку; нижнія части внутренней поверхности стѣнъ въ пассажирскихъ и багажныхъ помѣщеніяхъ, на высоту не менѣе 0,50 с. отъ пола, должны быть обдѣланы, поверхъ штукатурки, деревянными панелями.

Деревянныя стѣны станціонныхъ жилыхъ построекъ, срубленныя изъ лѣса, толщиною не менѣе $5^1/_2$ вершк. и имѣющія пазы не менѣе $2^1/_2$ вершк., допускается изнутри не оштукатуривать, но при этомъ требуется выравниваніе ихъ внутренней поверхности обмазываніемъ пазовъ.

30. **Кровли.** Кровли пассажирскихъ зданій должны быть устроены исключительно изъ огнестойкаго матеріала.

На кровляхъ этихъ должны быть сдѣланы слуховыя окна. Водосточныя трубы не должны быть навѣшиваемы на углахъ зданій, и надстѣнные желоба противъ угловъ зданій должны быть приподняты.

Жилые дома могутъ быть покрыты желѣзомъ, черепицей, уралитомъ, толемъ, аспидомъ, гонтомъ или тесомъ, при соотвѣтствующихъ роду покрытія стропилахъ; желѣзныя крыши должны быть устроены изъ оцинкованнаго желѣза или окрашены съ наружной стороны масляною краскою. Тесовыя крыши должны быть также окрашены снаружи или покрыты слоемъ газовой смолы съ посыпкою сверху пескомъ.

31. **Полы и потолки.** Полы въ пассажирскихъ зданіяхъ могутъ быть деревянные (паркетные, щитовые или обдѣланные во фризъ), асфальтовые или терракотовые. Асфальтовые полы въ залахъ I и II классовъ должны быть окрашены.

Полы въ жилыхъ помѣщеніяхъ должны быть деревянные.

НТБ ДНУЖТ

32. **Деревянные потолки** должны быть или открытые, или подшивные, съ оштукатуркой по подшивкѣ. Смазка на черныхъ потолкахъ должна дѣлаться по изолирующему слою. Допускается также замѣна потолковъ теплою кровлею по стропиламъ.

Относительно половыхъ и потолочныхъ балокъ должны быть соблюдены требованія, изложенныя въ п. 13 настоящихъ правилъ.

33. **Оконные переплеты.** Въ пассажирскихъ зданіяхъ, въ жилыхъ помѣщеніяхъ и въ помѣщеніяхъ, предназначенныхъ для отдыха паровозныхъ и вагонныхъ бригадъ, а также въ кухняхъ оконные переплеты должны быть двойные, съ форточками, по крайней мѣрѣ по одной въ каждой комнатѣ.

34. **Печи.** Въ деревянныхъ зданіяхъ печи должны быть устроены съ коренными трубами, выведенными не ниже конька крыши, на отдѣльныхъ фундаментахъ, съ надлежащими раздѣлками у потолка, деревянныхъ стѣнъ и стропилъ, а также съ утолщеніемъ трубъ у кровли.

Устройство печей во второмъ и прочихъ верхнихъ этажахъ непосредственно на балкахъ или чистыхъ полахъ не допускается; въ случаѣ необходимости дозволяется устройство короткихъ патрубковъ отъ печей къ дымовымъ трубамъ, при условіи, чтобы патрубкомъ не пересѣкались деревянныя стѣны перегородки безъ проемовъ или раздѣлокъ.

35. Пассажирскія зданія и всѣ помѣщенія для отдыха поѣздныхъ и паровозныхъ бригадъ, а также артельныя помѣщенія должны быть снабжены вытяжною вентиляціею.

36. **Стѣны и тамбуры.** При наружныхъ дверяхъ пассажирскихъ зданій и жилыхъ домовъ должны быть устроены свѣтлыя сѣни или входные тамбуры.

37. **Лѣстницы.** Для обезпеченія, въ случаѣ пожара, безопасности лицъ, живущихъ въ жилыхъ помѣщеніяхъ, должны быть соблюдаемы въ отношеніи лѣстницъ слѣдующія правила:

а) лѣстницы и покрытія лѣстничныхъ клѣтокъ должны быть устраиваемы въ каменныхъ зданіяхъ изъ огнестойкаго матеріала; доступъ къ таковымъ лѣстницамъ долженъ быть удобенъ изъ каждой квартиры;

б) во всѣхъ двухъэтажныхъ деревянныхъ пассажирскихъ и жилыхъ домахъ изъ каждой квартиры долженъ быть устроенъ свободный доступъ не менѣе какъ къ двумъ лѣстницамъ, непосредственно сообщающимся съ наружными выходами.

Въ деревянныхъ домахъ клѣтки для лѣстницъ должны быть устроены или въ бревенчатыхъ стѣнахъ, оштукатуренныхъ по войлоку, или въ стѣнахъ изъ другого, трудно воспламеняющагося матеріала, причемъ подшивка подъ лѣстницами должна быть также оштукатурена по войлоку.

Винтовыя лѣстницы, за исключеніемъ предназначенныхъ для внутренняго сообщенія между этажами, не допускаются.

38. **Отхожія мѣста.** Отхожія мѣста должны быть устроены свѣтлыя, съ надлежащими вытяжками. Если при отхожемъ мѣстѣ устраивается выгребъ, то онъ долженъ быть непроницаемъ. Отхожія мѣста, устраиваемыя при пассажирскихъ домахъ и при квартирахъ старшихъ служащихъ, должны быть отапливаемы. Если отхожее мѣсто не отапливается, то оно должно быть устроено внѣ жилого помѣщенія.

39. **Колодцы.** Колодцы должны быть крытые, съ рѣшетками и такъ расположены, чтобы въ нихъ не могли проникать сточныя воды изъ отхожихъ мѣстъ или помойныхъ ямъ.

IV. Паровозные и вагонные сараи.

40. **Фундаментъ и стѣны.** Стѣны паровозныхъ и вагонныхъ сараевъ, за исключеніемъ временныхъ, должны быть каменныя, кирпичныя, бетонныя, на каменномъ или бетонномъ фундаментѣ, или изъ металлическаго скелета, забраннаго деревомъ, съ оштукатуркою внутренней поверхности стѣнъ и съ обшивкою желѣзомъ наружной поверхности таковыхъ.

Стѣны паровозныхъ и вагонныхъ сараевъ должны быть снабжены, въ подлежащихъ случаяхъ, контрофорсами или иными мѣстными утолщеніями. Фундаментъ можетъ быть сплошной или изъ отдѣльныхъ столбовъ, перекрытыхъ арками. Цоколь зданія долженъ быть не менѣе 0,33 с. Онъ долженъ быть отдѣленъ отъ фундамента асфальтовымъ, толевымъ или инымъ изолирующимъ слоемъ. Глубина заложенія фундамента должна быть сообразована со свойствами грунта, глубиною его промерзанія и тяжестью зданія.

Въ поперечныхъ стѣнахъ подъ воротами должны быть въ подлежащихъ случаяхъ устроены обратныя арки.

НТБ ДНУЖТ

41. **Кровли.** При открытыхъ потолкахъ стропила должны быть металлическія; при огнестойкихъ потолкахъ допускаются и деревянныя стропила, причемъ конструкція стропилъ должна соотвѣтствовать роду матеріала, избраннаго для кровли, въ зависимости отъ рода употребляемаго для паровозовъ топлива.

42. **Расположеніе путей.** Разстояніе между осями стойлъ въ паровозныхъ и вагонныхъ сараяхъ должно быть не менѣе 2,50 с. (5,33 m), считая таковое между осями двухъ смежныхъ путей. Въ паровозныхъ сараяхъ вѣернаго типа означенное предѣльное разстояніе въ томъ мѣстѣ, гдѣ пути двухъ смежныхъ стойлъ между собою наиболѣе сближены, можетъ быть уменьшено до 2,25 с.

Разстояніе между головкою рельса крайняго пути и стѣною зданія должно быть не менѣе 1,30 с. (2,77 m).

Промежутокъ между буферами паровозовъ и стѣною паровознаго зданія, а также воротами слѣдуетъ оставлять не менѣе 0,60 с. (1,28 m), а между буферами двухъ паровозовъ, стоящихъ на одномъ сарайномъ пути, не менѣе 0,30 с. (640 mm).

43. **Рабочія и очистительныя канавы.** Между рельсами каждаго пути, назначеннаго подъ паровозное стойло, должна быть устроена канава (кочегарная яма), глубиною отъ 0,30 с. до 0,50 с. отъ уровня рельсовъ, съ каменными или бетонными стѣнками, на сплошномъ фундаментѣ, обдѣланномъ между стѣнками въ видѣ лотка, съ надлежащимъ отводомъ воды и со спускными ступенями.

44. **Полы.** Полы въ паровозныхъ сараяхъ должны быть устроены въ уровень съ поверхностью рельсовъ и могутъ быть деревянные — изъ толстыхъ досокъ, пластинъ или торцевъ, — асфальтовые и кирпичные изъ хорошо обожженнаго кирпича, поставленнаго на ребро.

Въ вагонныхъ сараяхъ, а равно и въ тѣхъ паровозныхъ зданіяхъ, въ которыя паровозы вводятся для храненія, на время отсутствія въ нихъ надобности, допускается устройство половъ и болѣе дешевой конструкціи, причемъ въ таковыхъ паровозныхъ зданіяхъ рабочія канавы не устраиваются.

45. **Ворота.** Отверстію воротъ надлежитъ придавать размѣры, соотвѣтствующіе габариту подвижного состава, съ нѣкоторымъ запасомъ, а именно: по ширинѣ не менѣе 200 mm съ каждой стороны, и по высотѣ не менѣе 250 mm противъ размѣровъ означеннаго габарита.

Ворота должны имѣть такое устройство, чтобы черезъ нихъ не уходило изъ сарая тепло, причемъ въ тѣхъ воротахъ, въ которыхъ это потребуется, должны быть устроены калитки.

46. **Вентиляція и отопленіе.** Отводъ дыма и пара отъ каждаго паровоза долженъ производиться помощью трубъ съ клапанами. Трубы эти должны быть выведены выше крыши для избѣжанія забиванія дыма.

47. Въ паровозныхъ и вагонныхъ сараяхъ должно быть устроено такое отопленіе, при которомъ представлялось бы возможнымъ температуру внутреннихъ помѣщеній доводить до 8° Реомюра.

V. Мастерскія.

48. Для ремонта подвижного состава, согласно п. 72 **Т. У. П. и С.**, должны быть устроены соотвѣтствующія мастерскія какъ отдѣльныя главныя, такъ и малыя при паровозныхъ депо.

49. При сооруженіи зданій для главныхъ мастерскихъ надлежитъ предвидѣть возможность расширенія ихъ въ будущемъ.

50. Мѣдницкая, кузнечная, литейная и колесно-рессорная должны быть, по возможности, выдѣляемы въ отдѣльныя отъ сборныхъ зданія. Деревообдѣлочная и обойная мастерскія должны быть помѣщены въ отдѣльныхъ отъ прочихъ мастерскихъ зданіяхъ. Что касается малярной, то таковая можетъ быть помѣщена въ пристройкѣ къ сборнымъ мастерскимъ, но должна быть отдѣлена отъ нихъ несгораемою и непроницаемою стѣною.

51. **Пути** при мастерскихъ должны быть удобно расположены для маневровъ и для обслуживанія мастерскихъ.

52. Разстояніе между осями стойлъ въ сборной мастерской должно быть не менѣе 2,75 с.; ширина телѣжки не менѣе 4 с. и вся ширина сборной мастерской не менѣе 19 с.

53. **Кладовыя.** При цехахъ должны быть устроены соотвѣтственныя кладовыя для храненія цѣнныхъ предметовъ и матеріаловъ, за исключе-

НТБ ДНУЖТ

ніемъ веществъ, легко воспламеняющихся. Для сихъ послѣднихъ должны быть устроены изъ несгораемаго матеріала отдѣльныя зданія съ соблюденіемъ необходимыхъ условій безопасности отъ пожара.

54. Всѣ мастерскія, за исключеніемъ кузницъ, рессорныхъ и бандажныхъ, должны быть отапливаемы такъ, чтобы температура внутренняго помѣщенія этихъ мастерскихъ была не менѣе 8° R.

Если въ означенныхъ мастерскихъ не имѣется потолка, то должны быть приняты соотвѣтственныя мѣры къ сохраненію тепла.

55. Въ мастерскія должна быть проведена вода и въ нихъ устроены пожарные краны съ напоромъ, достаточнымъ для подъема струи на высоту одной сажени выше конька крыши.

56. Относительно устройства стѣнъ, фундаментовъ, кровель и половъ въ мастерскихъ надлежитъ руководствоваться указаніями пп. 39, 41 и 43 сихъ правилъ.

При проектированіи стропилъ и стѣнъ сборной мастерской должна быть предвидѣна возможность установки двухъ мостовыхъ крановъ, по одному на каждомъ изъ рядовъ стойлъ.

Въ стѣнахъ сборной мастерской должны быть оставлены дымовые ходы для возможности, въ случаѣ надобности, установки временныхъ горновъ.

Если полъ въ мастерскихъ каменный, асфальтовый или кирпичный, то у верстаковъ должны быть устроены площадки изъ дерева.

57. Въ котельныхъ, кузнечныхъ, прокатныхъ, литейныхъ и т. и. отдѣленіяхъ мастерскихъ полы допускаются также шлаковые и глинобитные.

58. Помѣщенія для паровыхъ котловъ должны удовлетворять установленнымъ на сей предметъ особымъ правиламъ.

VI. Водоемныя зданія.

59. Фундаменты, стѣны, кровли и полы водоемныхъ зданій устраиваются согласно указаній пп. 27—31 сихъ правилъ съ слѣдующими въ таковыхъ исключеніями и дополненіями.

Шатры надъ водяными баками должны быть устроены изъ огнестойкаго матеріала. Они должны быть расположены такимъ образомъ, чтобы къ водянымъ бакамъ былъ свободный доступъ для ихъ осмотра и окраски.

Лѣстницы къ бакамъ могутъ быть внутреннія и наружныя, но должны быть устроены изъ огнестойкаго матеріала. Помѣщеніе подъ баками можетъ быть употреблено для жилья лишь при надлежащемъ его къ сему приспособленіи.

VII. Водоподъемныя зданія.

60. Устройство водоподъемныхъ зданій должно удовлетворять условіямъ, указаннымъ въ пп. 27—31 и 13 сихъ правилъ для жилыхъ домовъ, причемъ жилое помѣщеніе, если таковое находится въ пристройкѣ къ машинному отдѣленію, должно быть отдѣлено отъ сего помѣщенія кирпичною или каменною капитальною стѣною, толщиною не менѣе 0,40 с. Котельное помѣщеніе должно удовлетворять всѣмъ условіямъ, установленнымъ для таковыхъ помѣщеній особыми правилами.

VIII. Ограды при станціяхъ.

61. Ограды станціонныхъ дворовъ, а также дворовъ при мастерскихъ, водоподъемныхъ зданіяхъ и жилыхъ домахъ могутъ быть каменныя, металлическія, деревянныя или смѣшанной системы. Что касается огражденія всей станціонной территоріи, то таковая можетъ быть произведена посредствомъ живой изгороди или канавы съ валами.

IX. Отводъ воды отъ станціонныхъ построекъ.

62. У станціонныхъ построекъ не должно быть допускаемо застоя воды. Если это требованіе не можетъ быть выполнено путемъ надлежащей планировки двора и устройства открытыхъ канавъ, то должны быть уложены подземныя сточныя трубы соотвѣтственныхъ размѣровъ.

НТБ ДНУЖТ

Техническія условія устройства оградъ на станціяхъ желѣзныхъ дорогъ.

Приложеніе къ п. 76 **Т. У. П.** и **С.**

(**Ж. И. С.** № 86, 1902 г.)

I. Ограды на пассажирскихъ платформахъ.

1. На платформахъ высокаго типа.

а) На пассажирскихъ платформахъ высокаго типа, т.-е. имѣющихъ высоту болѣе 0,25 с. у края, противоположнаго рельсовому пути, служащему для посадки и высадки пассажировъ, должны быть устроены у означеннаго края перила въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ къ платформамъ не примыкаютъ зданіе, лѣстницы или сходы. Если платформа высокаго типа промежуточная между путями и на ея концахъ не имѣется лѣстницъ, или если лѣстницы устраиваются не во всю ширину платформы, то перила должны быть поставлены на тѣхъ мѣстахъ, которыя не прилегаютъ къ лѣстницамъ.

б) Перила могутъ быть металлическія, каменныя или деревянныя и должны быть такъ устроены, чтобы онѣ ограждали людей отъ паденія. Высота перилъ должна быть не менѣе 0,50 с.

в) Матеріалъ и рисунокъ перилъ утверждаются при постройкѣ дороги Начальникомъ работъ (на частныхъ желѣзныхъ дорогахъ Инспекторомъ по сооруженію дороги), а при ея эксплоатаціи Начальникомъ (Управляющимъ) дороги.

г) Перила должны быть, въ надлежащихъ случаяхъ, окрашены или подъ цвѣтъ станціоннаго зданія, или цвѣтомъ, принятымъ вообще на дорогѣ для оградъ и надолбовъ.

2. На платформахъ низкаго типа.

а) На станціяхъ I и II разрядовъ и узловыхъ, а также пригородныхъ, гдѣ ожидается большое скопленіе пассажировъ, на платформахъ низкаго типа, т.-е. имѣющихъ высоту менѣе 0,25 с. у края, противоположнаго рельсовому пути, должны быть устроены перила такія же, какъ и на высокихъ платформахъ и на тѣхъ же мѣстахъ. На промежуточныхъ между путями платформахъ низкаго типа перила не устраиваются.

Примѣчаніе. Опредѣленіе тѣхъ пригородныхъ станцій, на которыхъ должны быть устроены перила при платформахъ низкаго типа предоставляется Начальнику дороги (Управляющему), а при постройкѣ дороги—Начальнику работъ (Инспектору по сооруженію).

б) На станціяхъ III, IV и V разрядовъ и на остановочныхъ пунктахъ устройство перилъ при низкихъ платформахъ необязательно; вмѣсто нихъ разрѣшается или засаживать края платформы живою изгородью, или дѣлать земляные откосы съ уклономъ 6 : 1, съ замощеніемъ ихъ камнемъ или одерновaніемъ.

II. Ограды около жилыхъ домовъ.

Дворы у жилыхъ домовъ должны быть ограждены заборомъ, вышиною не менѣе 0,60 с., причемъ заборъ, выходящій на передній фасадъ, можетъ быть рѣшетчатый; но заднему же фасаду заборъ долженъ быть сплошной. Жилые дома могутъ быть ограждены каждый отдѣльно или группами, по нѣскольку вмѣстѣ, смотря по ихъ относительному расположенію.

III. Ограды вокругъ станцій.

1. Станціи I разряда, а также станціи, расположенныя въ городахъ, или въ густо населенныхъ мѣстностяхъ, или у базарныхъ и городскихъ площадей, должны быть ограждены заборомъ, вышиною не менѣе 0,80 с.

2. На станціяхъ прочихъ разрядовъ и на остановочныхъ пунктахъ, расположенныхъ въ небольшихъ селеніяхъ, заборомъ, указаннымъ въ п. 1, ограждаются только товарные дворы и склады матеріаловъ и топлива, остальную же территорію станціи разрѣшается ограждать, какъ указано ниже, въ пунктѣ 3.

3. На станціяхъ и остановочныхъ пунктахъ, расположенныхъ въ сторонѣ отъ селеній, ограждeніе территоріи станцій допускается производить болѣе дешевымъ способомъ, какъ, напр. плетневыми заборами, каменными стѣп-

НТБ ДНУЖТ

ками изъ сухой кладки высотою не менѣе 0,50 с., земляными валами, проволочною изгородью или земляною канавою, по валу которой должна быть насажена живая изгородь изъ кустарныхъ породъ, наиболѣе распространенныхъ въ данной мѣстности и наиболѣе для означенной цѣли пригодныхъ.

4. Типъ оградъ устанавливается при постройкѣ Начальникомъ работъ (на частныхъ дорогахъ Инспекторомъ по сооруженію), а при эксплоатаціи Начальникомъ (Управляющимъ) дороги.

2. О правилахъ сооруженія и эксплоатаціи паровозныхъ подъѣздныхъ къ желѣзнымъ дорогамъ путей общаго пользованія. Утв. М. П. С. 30 іюня 1892 г.

1. Примыкающіе къ желѣзнымъ дорогамъ паровозные подъѣздные рельсовые пути общаго пользованія раздѣляются на три разряда.

Къ **первому разряду** относятся подъѣздные пути, которые приспособлены къ пропуску вагоновъ и паровозовъ тѣхъ главныхъ линій, къ которымъ они примыкаютъ.

Ко **второму разряду** принадлежатъ тѣ подъѣздные пути, которые приспособлены къ пропуску лишь вагоновъ главныхъ линій и не могутъ пропускать ихъ паровозовъ.

Третій разрядъ составляютъ подъѣздные пути, которые не могутъ пропускать ни паровозовъ, ни вагоновъ главной линіи.

Примѣчаніе. Означенныя правила не распространяются на устраиваемыя для частнаго пользованія одного или нѣсколькихъ владѣльцевъ горнопромышленныя или горнозаводскія дороги.

2. Отнесеніе проектированнаго подъѣзднаго пути къ одному изъ означенныхъ въ п. 1 трехъ разрядовъ предоставляется предпринимателю, при условіи соблюденія симъ послѣднимъ всѣхъ требованій ст. 24 пол. о подъѣздныхъ путяхъ къ желѣзнымъ дорогамъ.

3. Установленныя, соотвѣтственно симъ разрядамъ подъѣздныхъ путей, нижеизложенныя правила сооруженія и эксплоатаціи оныхъ относятся лишь до паровозныхъ подъѣздныхъ путей общаго пользованія, двухрельсоваго типа, скорость движенія на которыхъ не превосходитъ 25 верстъ въ часъ.

Отступленіе отъ означенныхъ правилъ допускается только съ разрѣшенія Министра Путей Сообщенія.

4. Подъѣздные пути I и II разрядовъ имѣютъ **ширину колеи** той главной линіи, къ которой они примыкаютъ, для путей же III разряда допускается и иная ширина колеи, но не менѣе $1'11^5/_8''$ (0,60 m).

Примѣчаніе. Ширина колеи считается между внутренними гранями рельсовъ.

5. а) **Предѣльная крутизна** уклоновъ продольной профили подъѣзднаго пути устанавливается предпринимателемъ, сообразно условіямъ мѣстности и роду предстоящаго по подъѣздному пути движенія, но таковая крутизна не должна превосходить 0,04. Предѣльная крутизна уклоновъ должна быть, во всякомъ случаѣ, назначаема въ соотвѣтствіи съ подъемною силою и конструкціею паровозовъ, которыми будетъ производиться тяга поѣздовъ.

б) При **переходѣ отъ одного крутого уклона къ другому** рельсы должны быть уложены такимъ образомъ, чтобы разница уклоновъ двухъ послѣдовательныхъ рельсовъ была не болѣе 0,01.

Переходъ отъ одного уклона къ другому или отъ уклона къ площадкѣ въ тѣхъ случаяхъ, когда разница между ихъ крутизною превышаетъ 0,005, не допускается ни на мостахъ, ни на протяженіи 5 с. съ каждой стороны моста.

6. а) **Наименьшій допускаемый радіусъ** закругленій долженъ быть назначаемъ въ соотвѣтствіи съ шириною пути и съ конструкціей подвижного состава, который будетъ имѣть движеніе по подъѣздному пути.

При назначеніи предѣльнаго радіуса должна быть принимаема въ соображеніе наибольшая, предполагаемая на данномъ участкѣ, скорость движенія.

б) Между двумя закругленіями, направленными въ противоположныя стороны, если оба они сдѣланы по дугѣ круга, должна быть помѣщаема **прямая вставка** длиною не менѣе 5 с.

НТБ ДНУЖТ

в) **Точки перехода** изъ прямой части дороги въ кривую, а также изъ кривой части въ кривую же, но другого радіуса, не должны совпадать съ точками перелома продольной профили.

7. а) **Ширина земляного полотна** по верху должна быть не менѣе тройной ширины колеи и, во всякомъ случаѣ, не менѣе одной сажени.

Когда путь будетъ уложенъ на балластномъ слоѣ, ширина полотна должна превосходить ширину балластнаго слоя по низу (въ его основаніи) съ каждой стороны онаго не менѣе какъ на 0,05 с.

При двухъ или болѣе путяхъ разстояніе между внутреннею гранью наружнаго рельса крайняго пути и верхнимъ краемъ земляного полотна должно быть не менѣе ширины колеи.

Въ насыпяхъ ширина земляного полотна должна быть увеличиваема, по мѣрѣ надобности, принимая въ соображеніе осадку насыпи.

б) **Крутизна относовъ** выемокъ и насыпей опредѣляется свойствами грунта.

в) При устройствѣ полотна подъѣзднаго пути должны быть приняты надлежащія мѣры къ отводу отъ онаго воды.

8. Земляное полотно въ мѣстностяхъ, подверженныхъ затопленію водою, допускается, по усмотрѣнію предпринимателя, устраивать затопляемымъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда въ означенныхъ мѣстностяхъ полотно устраивается незатопляемое, послѣднее должно быть построено такимъ образомъ, чтобы и во время половодья движеніе по подъѣздному пути было безопасно.

9. Предѣлы допускаемаго приближенія строеній и всякихъ прочихъ предметовъ къ пути, какъ между станціями, такъ и на станціяхъ, опредѣляются:

а) Для путей съ шириною колеи въ 5′, въ 4′8½″ и въ 3′6″ — нормальными чертежами, утвержденными М. П. С. для желѣзныхъ дорогъ государственнаго значенія, и

б) для путей съ шириной колеи въ 1 m (3′ 3⅜″) и въ 0,75 m (2′ 5⁹⁄₁₆″), — чертежами, при семъ прилагаемыми *).

При примѣненіи ширины колеи иной, чѣмъ указанныя выше, слѣдуетъ въ каждомъ частномъ случаѣ руководствоваться чертежомъ предѣловъ приближенія строеній къ пути, установленнымъ симъ параграфомъ для **ближайшей большей** ширины колеи.

Означенные чертежи наименьшихъ разстояній между строеніями и рельсовыми путями соотвѣтствуютъ прямымъ частямъ пути. Въ кривыхъ частяхъ пути разстоянія эти должны быть увеличены соотвѣтственно отдаленію, при проходѣ вагона по кривой, продольной оси его отъ оси колеи и наибольшему отклоненію продольныхъ стѣнокъ вагоннаго кузова отъ вертикальнаго положенія, вслѣдствіе приподнятія въ кривыхъ частяхъ пути наружнаго рельса надъ внутреннимъ.

Вблизи рельсоваго пути, по коему происходитъ движеніе поѣздовъ, не должно находиться никакихъ предметовъ въ разстояніяхъ меньшихъ, чѣмъ установлено вышеозначенными чертежами.

10. При укладкѣ двойного рельсоваго пути между станціями **ширина междопутья** должна быть такова, чтобы между предѣльными очертаніями подвижного состава (п. 30), поставленнаго на этихъ путяхъ, оставался промежутокъ не менѣе 0,2 с.; на разъѣздахъ же и на станціяхъ ширина междопутья должна быть увеличена настолько, чтобы означенный промежутокъ былъ не менѣе 0,7 с.

11. а) **Балластный слой** допускается изъ мѣстныхъ матеріаловъ: песка, гравія, щебня или шлака.

б) Балластный слой долженъ имѣть толщину не менѣе 0,06 с., считая отъ нижней поверхности шпалъ, противъ мѣста расположенія рельсовъ. Ширина его (считая въ уровнѣ подошвы рельсовъ) должна превосходить длину шпалъ съ каждой стороны оныхъ не менѣе, чѣмъ на 0,075 с.

При грунтахъ глинистыхъ и вообще вязкихъ толщина балластнаго слоя должна быть увеличена, по крайней мѣрѣ, до 0,1 с., считая отъ нижней поверхности шпалъ противъ мѣста расположенія рельсовъ. На земляномъ полотнѣ при грунтахъ, которые по своимъ свойствамъ однородны съ балластомъ, а равно въ путяхъ, по которымъ не проходятъ поѣзда, допускается уменьшать вышеозначенную толщину балластнаго слоя и даже укладывать шпалы вовсе безъ балласта.

---

*) См. ниже, Габаритъ.

НТБ ДНУЖТ

Засыпка ящиковъ между шпалами балластомъ на прямыхъ частяхъ пути и на уклонахъ менѣе 0,005 необязательна.

12. Количество шпалъ на версту и размѣры ихъ опредѣляются въ зависимости отъ профили рельсовъ, отъ типа и размѣровъ скрѣпленій ихъ и отъ вѣса подвижного состава.

Наименьшіе размѣры шпалъ въ случаѣ употребленія рельсовъ Вениолевскаго типа, скрѣпленныхъ со шпалами посредствомъ костылей, устанавливаются согласно нижеизложенному.

Наименьшая длина шпалъ опредѣляется тѣмъ условіемъ, чтобы разстояніе отъ наружной грани подошвы рельса до конца шпалы было не менѣе 0,15 с. Ширина шпалы должна быть такова, чтобы равномѣрно распредѣленное по всей поверхности нижней постели шпалы давленіе не превосходило одного пуда на кв. дюймъ, въ предположеніи, что на шпалу передается полная нагрузка наиболѣе нагруженной оси обращающагося по подъѣздному пути подвижного состава, находящагося въ покоѣ на горизонтальномъ пути. Толщина шпалъ должна быть для подъѣздныхъ путей перваго разряда не менѣе 5″; для подъѣздныхъ путей всѣхъ остальныхъ разрядовъ не менѣе $4^1/_4$″.

Примѣчаніе 1. **Толщина шпалъ,** установленная для подъѣздныхъ путей перваго разряда, примѣняется и къ подъѣзднымъ путямъ другихъ разрядовъ, если по нимъ предполагается движеніе подвижного состава съ давленіемъ болѣе 10 тоннъ на ось.

Примѣчаніе 2. Въ случаѣ употребленія, взамѣнъ костылей, другихъ способовъ прикрѣпленія рельсовъ къ шпаламъ, обезпечивающихъ большую прочность этого прикрѣпленія, можетъ быть допущено уменьшеніе указанныхъ выше для толщины шпалъ размѣровъ.

Примѣчаніе 3. Если рельсы уложены на продольныхъ брусьяхъ, то послѣдніе должны быть достаточно широки и толсты для прочнаго прикрѣпленія къ нимъ рельсовъ, для сопротивленія производимому на нихъ давленію и для соотвѣтственнаго распредѣленія этого давленія на балластъ, и должны имѣть поперечную между собою связь, предупреждающую ихъ раздвиженіе.

13. Выборъ типа рельсовъ предоставляется усмотрѣнію предпринимателя. Поперечное сѣченіе рельса должно быть разсчитано по наибольшему давленію, производимому колесами подвижного состава, допущеннаго на подъѣздномъ пути, и въ зависимости отъ принятой системы верхняго строенія. Употребленіе старыхъ рельсовъ допускается подъ условіемъ, чтобы таковые безопасно выдерживали движеніе по нимъ подвижного состава съ допущенной на подъѣздномъ пути скоростью.

При разсчетѣ прочности рельсовъ надлежитъ допускать **напряженіе стали** не свыше 12 kg, а желѣза не свыше 7,5 kg/qmm.

Примѣчаніе. Наклоненіе рельсовъ внутрь пути въ $^1/_{20}$ обязательно лишь для тѣхъ подъѣздныхъ путей, на которыхъ предположено движеніе подвижного состава съ коническими колесами.

14. Рельсы, уложенные въ путь, должны быть прочно прикрѣплены къ поперечинамъ или продольнымъ лежнямъ и соединены между собою въ стыкахъ. Для предупрежденія продольнаго угона (перемѣщенія) рельсовъ и для неизмѣняемости ширины колеи, въ случаѣ укладки пути на продольныхъ лежняхъ, должны быть приняты соотвѣтственныя мѣры.

15. Мосты и другія искусственныя сооруженія устраиваются по усмотрѣнію предпринимателя: каменные, кирпичные, бетонные, металлическіе и деревянные.

Проектированіе и постройка искусственныхъ сооруженій должны быть производимы по правиламъ строительнаго искусства, причемъ напряженіе матеріаловъ не должно превышать нормъ, установленныхъ Министерствомъ Путей Сообщенія.

Отверстія искусственныхъ сооруженій должны быть достаточны для пропуска самыхъ большихъ водъ весеннихъ и дождевыхъ, со скоростью теченія, не угрожающею безопасности сооруженія. Противъ поврежденія мостовъ ледоходомъ должны быть приняты необходимыя мѣры.

При пересѣченіи судоходныхъ и сплавныхъ рѣкъ устройство мостовъ должно стѣснять судоходства и сплава по рѣкамъ.

Примѣчаніе. Взамѣнъ мостовъ допускается устройство поромовъ.

НТБ ДНУЖТ

16. а) **Пересѣченіе въ одномъ уровнѣ** подъѣзднаго пути съ проѣзжими дорогами допускается при углѣ пересѣченія не меньше 30°; если уголъ этотъ менѣе 30°, то проѣзжая дорога должна быть соотвѣтственно отклонена.

Примѣчаніе. При отклоненіи проѣзжей дороги къ переѣзду крутизна ея поворотовъ должна соотвѣтствовать потребностямъ мѣстнаго по ней движенія.

б) **Ширина переѣздовъ** должна удовлетворять мѣстному движенію, а въ потребныхъ случаяхъ — и прогону скота; во всякомъ случаѣ, ширина переѣзда не должна быть менѣе 1,50 саж.

в) **Крутизна въѣздовъ** на переѣзды не должна превышать 0,05. При высотѣ подсыпки для въѣзда болѣе 0,50 саж. въѣздъ долженъ имѣть огражденіе надолбами или перилами или изгородью.

г) **Поверхность переѣзда** между рельсами и въ предѣлахъ земляного полотна должна быть вымощена или покрыта деревяннымъ настиломъ.

Поверхность въѣздовъ или съѣздовъ, устроенныхъ при переѣздахъ, должна быть содержима въ состояніи удобномъ для проѣзда.

Устройство барьеровъ обязательно только при охраняемыхъ переѣздахъ.

17. При пересѣченіи подъѣзднаго пути съ главными желѣзнодорожными линіями или съ другими подъѣздными рельсовыми путями **въ одномъ уровнѣ**, а также близъ тоннелей и разводныхъ мостовъ, должны быть установлены постоянные сигналы и сторожевые посты.

Мѣры противъ снѣжныхъ заносовъ.

18. При постройкѣ подъѣзднаго пути слѣдуетъ имѣть въ виду принятіе мѣръ для огражденія его отъ снѣжныхъ заносовъ, если движеніе поѣздовъ зимою предвидится безъ перерывовъ (48).

Станціи, разъѣзды и остановочные пункты.

19. Опредѣленіе числа станцій, разъѣздовъ и остановочныхъ пунктовъ, устраиваемыхъ за счетъ предпринимателя, предоставляется усмотрѣнію сего послѣдняго.

Въ случаяхъ, указанныхъ въ 38 настоящихъ правилъ, распредѣленіе по линіи дороги станцій, разъѣздовъ и остановочныхъ пунктовъ подлежитъ утвержденію Министерства Путей Сообщенія.

Постройка дополнительныхъ остановочныхъ пунктовъ производится порядкомъ, указаннымъ въ 45 положенія о подъѣздныхъ путяхъ.

20. а) Станціи, полустанціи, разъѣзды и остановочные пункты допускается располагать и на уклонахъ, если таковые не круче: для станцій 0,003, для полустанцій и разъѣздовъ 0,004, для остановочныхъ пунктовъ (платформъ), служащихъ для пріема и высадки пассажировъ, 0,006.

б) Длина разъѣздныхъ путей должна опредѣляться возможностью помѣстить на каждомъ изъ нихъ, между предѣльными столбиками, поѣздъ въ наибольшемъ составѣ.

в) Расположеніе пассажирскихъ помѣщеній непосредственно у самыхъ путей необязательно.

Станціонныя и жилыя постройки.

21. На тѣхъ станціяхъ подъѣзднаго пути, гдѣ производится пріемъ и высадка пассажировъ, должны быть отведены для нихъ соотвѣтственныя помѣщенія.

22. Станціонныя и жилыя постройки возводятся изъ матеріаловъ, которые, по мѣстнымъ условіямъ, окажутся для означенныхъ построекъ пригодными.

23. На подъѣздномъ пути должно быть устроено водоснабженіе, обезпечивающее движеніе поѣздовъ, и всѣ прочія потребности подъѣзднаго пути.

24. Сараи для помѣщенія паровозовъ могутъ быть и деревянные.

25. Предприниматель долженъ обезпечить исправное содержаніе подвижного состава для безопаснаго движенія такового.

НТБ ДНУЖТ

Полоса занимаемой земли.

26. Ширина полосы земли, занимаемой подъ подъѣздной путь, можетъ быть ограничена пространствомъ, необходимымъ для возведенія земляного полотна вмѣстѣ съ откосами, канавами, резервами, кавальерами, строеніями и другими принадлежностями подъѣзднаго пути, съ прибавленіемъ по 0,5 сажени запаса съ каждой стороны. Въ городахъ, селеніяхъ и вообще вездѣ, гдѣ земля представляетъ значительную цѣнность, допускается и меньшій запасъ.

Примѣчаніе. Въ случаѣ потребности, для устройства подъѣзднаго пути, въ полосѣ болѣе широкой, при ходатайствѣ о принудительномъ отчужденіи должны быть представляемы подробныя объясненія, подтверждающія дѣйствительную необходимость въ увеличеніи запаса.

27. Подъѣздной путь, устроенный по полотну шоссейной или грунтовой дороги, не долженъ препятствовать безопасному движенію и разъѣзду экипажей и подводъ.

Устройство для сношенія между станціями.

28. Для сношенія между станціями избирается предпринимателемъ подъѣзднаго пути одинъ изъ способовъ, удовлетворяющихъ означенной цѣли.

Подвижной составъ.

29. Система конструкціи ходовыхъ частей подвижного состава и, въ зависимости отъ оной, разстояніе между крайними неподвижными осями должны соотвѣтствовать наименьшему допущенному на подъѣздномъ пути радіусу закругленій.

30. Предѣльное очертаніе подвижного состава опредѣляется:

а) для путей шириною колеи въ 5′, въ 4′8½″ и въ 3′6″ — нормальными чертежами, утвержденными Министромъ Путей Сообщенія для желѣзныхъ дорогъ государственнаго значенія, и

б) для путей съ шириною колеи въ 1,00 m (3′3⅜″) и въ 0,75 m (2′5⁹/₁₆″) — чертежами, при семъ прилагаемыми *).

При примѣненіи ширины колеи иной, чѣмъ указанныя выше, слѣдуетъ, въ каждомъ частномъ случаѣ, руководствоваться чертежомъ предѣльнаго очертанія подвижного состава, установленнымъ симъ параграфомъ для ближайшей большей ширины колеи.

Никакая часть подвижного состава и никакой предметъ съ поѣзда, ни въ порожнемъ, ни въ нагруженномъ его состояніи, не должны выступать за предѣлы, установленные вышеозначенными чертежами.

31. Наибольшая нагрузка на ось подвижного состава, въ рабочемъ его состояніи, должна находиться въ соотвѣтствіи съ прочностью верхняго строенія пути и съ прочностью искусственныхъ сооруженій.

Паровозы.

32. Рабочее давленіе пара въ паровозномъ котлѣ на подъѣздныхъ путяхъ допускается до 15 at, сверхъ уравновѣшеннаго атмосфернаго.

33. На каждомъ паровозѣ должны быть слѣдующія приспособленія и устройства:

а) не менѣе двухъ предохранительныхъ при котлѣ клапановъ, изъ коихъ хотя одинъ долженъ быть такъ устроенъ, чтобы представлялось невозможнымъ произвольно увеличить его нагрузку сверхъ установленной мѣры; нагрузка эта должна допускать вертикальное поднятіе клапана на высоту, достаточную для выпуска пара;

б) не менѣе двухъ аппаратовъ для питанія котла водою, могущихъ дѣйствовать независимо одинъ отъ другого; притомъ каждый изъ нихъ по своимъ размѣрамъ долженъ доставлять нужное во время ѣзды, для питанія котла, количество воды; одинъ изъ нихъ долженъ быть устроенъ такъ, чтобы можно было снабжать котелъ водою и во время стоянки паровоза, а равно начать воду для тушенія пожара;

---

*) См. ниже, Габаритъ.

НТБ ДНУЖТ

в) не менѣе двухъ независимыхъ другъ отъ друга приборовъ, показывающихъ уровень воды въ котлѣ; однимъ изъ нихъ должно быть водомѣрное стекло, огражденное предохранительною сѣткою и поставленное на виду машиниста, причемъ если для указанія уровня воды въ котлѣ, сверхъ водомѣрнаго стекла, употребляются пробные краны, то таковыхъ должно быть, по крайней мѣрѣ, два, и нижній изъ нихъ долженъ быть расположенъ настолько выше потолка топочной коробки, чтобы при всякомъ положеніи уровня воды въ паровозномъ котлѣ, на наибольшемъ допущенномъ для подъѣзднаго пути уклонѣ, оставался надъ топкою запасъ воды высотою въ 50 mm;

г) указатель низшаго допускаемаго уровня воды въ котлѣ;

д) не менѣе одной предохранительной пробки въ потолкѣ топки паровознаго котла;

е) манометръ, который долженъ имѣть ясно видимую отмѣтку, соотвѣтствующую наибольшему давленію пара въ котлѣ;

ж) паровой свистокъ;

з) колоколъ или сигнальный рожокъ;

и) приспособленія для установленной сигнализаціи, согласно положенія о сигналахъ;

і) приспособленія для удержанія вылетающихъ изъ трубы и топки искръ, а также выпадающихъ изъ топки углей;

к) тяговые и цѣпные приборы и буфера спереди и сзади паровоза и тендера;

л) приспособленія для предупрежденія буксованія ведущихъ к ровоза;

м) метельники;

н) самостоятельный тормозъ у паровоза или тендера;

о) фонари для сигнализаціи и для освѣщенія;

п) ступеньки для входа на паровозную площадку у топки паровоза;

р) помѣщеніе на паровозѣ или тендерѣ для необходимаго, по мѣстнымъ условіямъ, количества топлива и воды.

34. Если подъѣздной путь проходитъ по улицамъ городовъ или населенныхъ центровъ, въ предѣлахъ пристаней или вдоль набережной, то Министерствомъ Путей Сообщенія можетъ быть потребовано обязательное употребленіе соотвѣтствующаго топлива, а въ исключительныхъ случаяхъ даже могутъ быть потребованы двигатели спеціальнаго устройства.

35. На подъѣздныхъ путяхъ, проложенныхъ по улицамъ городовъ и селеній, паровозы должны быть снабжены кожухами, закрывающими движущійся механизмъ машины.

36. Паровозъ можетъ поступить на службу на подъѣздной путь не иначе, какъ послѣ техническаго освидѣтельствованія паровоза и признанія его исправнымъ и безопаснымъ для движенія.

На каждомъ паровозѣ должны быть сдѣланы слѣдующія надписи:

а) наибольшее допускаемое, сверхъ наружной атмосферы, давленіе пара въ котлѣ;

б) наибольшая, соотвѣтствующая конструкціи паровоза, допускаемая скорость его хода;

в) годъ, мѣсяцъ, число мѣсто послѣдняго испытанія паровознаго котла;

г) номеръ, подъ которымъ значится паровозъ на подъѣздномъ пути;

д) годъ постройки паровоза и фирма завода, его строившаго.

Вагоны.

37. Каждый пассажирскій и почтовый вагонъ долженъ быть на рессорахъ и имѣть упругіе тяговые приборы; при скорости же движенія, превышающей 15 верстъ въ часъ, кромѣ того, упругіе буфера.

Каждый вагонъ, предназначенный для перевозки пассажировъ въ холодное время, долженъ быть закрытъ со всѣхъ сторонъ; сверхъ того, въ томъ случаѣ, когда вагонъ предназначается къ обращенію на разстоянія, превосходящія 50 верстъ, онъ долженъ быть снабженъ аппаратами для его отопленія.

НТБ ДНУЖТ

Составъ проекта подъѣзднаго пути.

38. Если, на основаніи ст. 37 положенія о подъѣздныхъ путяхъ, при разрѣшеніи постройки подъѣзднаго пути будетъ особо постановлено, что самое сооруженіе этого пути будетъ производимо подъ надзоромъ Министерства Путей Сообщенія, то въ означенное Министерство или въ мѣстное установленіе онаго долженъ быть представленъ полный проектъ подъѣзднаго пути.

Въ составъ проекта входятъ: планъ предположенной къ занятію земли, направленіе линіи (на картѣ въ масштабѣ 10 вер. въ дюймѣ или больше), продольная профиль и нормальныя поперечныя профили земляного полотна и верхняго строенія пути, проекты или типы искусственныхъ сооруженій, рельсовъ, скрѣпленій, стрѣлокъ, укладки пути, водоснабженія, строеній, сигнализаціи и подвижного состава.

Къ проекту должна быть приложена пояснительная записка.

Примѣчаніе. Дарованіе предпринимателю одной лишь льготы, права принудительнаго отчужденія частныхъ имуществъ, обусловливаетъ представленіе на предварительное утвержденіе Министерства Путей Сообщенія только плана направленія подъѣзднаго пути и его продольной профили.

О результатахъ разсмотрѣнія представленныхъ предпринимателемъ проекта и предположеній Министерство Путей Сообщенія, или мѣстное установленіе онаго, извѣщаетъ предпринимателя не далѣе двухъ мѣсяцевъ со дня представленія проекта и предположеній.

Если при разрѣшеніи постройки подъѣзднаго пути не будетъ установлено, на основаніи ст. 37 положенія о подъѣздныхъ путяхъ, что самое сооруженіе этого пути будетъ производимо подъ надзоромъ Министерства Путей Сообщенія, то для предпринимателя обязательно представленіе въ означенное Министерство лишь общаго плана направленія подъѣзднаго пути и продольной его профили—для свѣдѣнія.

Открытіе подъѣзднаго пути для эксплоатаціи.

39. Открытіе движенія на вновь устроенномъ подъѣздномъ пути производится порядкомъ, указаннымъ въ 42 положенія о подъѣздныхъ путяхъ. Къ освидѣтельствованію устроеннаго подъѣзднаго пути должно быть приступлено въ возможно краткій срокъ.

При освидѣтельствованіи подъѣзднаго пути мѣстному установленію Министерства Путей Сообщенія или же лицу, для того спеціально командированному, должны быть представлены: планы направленія дороги и полосы занятой земли, продольная и поперечныя профили земляного полотна и верхняго строенія пути, исполнительные чертежи сооруженій и принадлежностей пути и подвижного состава, а равно соображенія о наибольшей предполагаемой скорости и проектируемой организаціи управленія подъѣзднымъ путемъ, охраненія и содержанія пути, причемъ должно быть объяснено, будетъ ли производиться ночное движеніе поѣздовъ, а равно предполагается ли движеніе круглый годъ безъ перерывовъ.

Примѣчаніе. Не могутъ служить препятствіемъ къ открытію движенія: неполнота балластнаго слоя, неполная пологость откосовъ, неотдѣлка построекъ и сооруженій и т. п. недодѣлки, если таковыя не представляютъ опасности или неудобства для движенія въ размѣрѣ, предположенномъ для первоначальнаго дѣйствія подъѣзднаго пути.

44. Въ каждомъ поѣздѣ, кромѣ паровознаго и тендернаго тормозовъ, должно находиться опредѣленное **число дѣйствующихъ тормозныхъ вагоновъ**, въ зависимости отъ уклоновъ, существующихъ на дорогѣ, и именно: при скорости движенія не свыше 25 верстъ въ часъ:

При уклонахъ	Наименьшее число тормозныхъ осей:	При уклонахъ	Наименьшее число тормозныхъ осей:
0,002 .	1 изъ 15	0,015 .	1 изъ 6
0,005 .	1 » 10	0,020 .	1 » 5
0 008 .	1 » 9	0,025 .	1 » 4
0,009 .	1 » 8	0,030	1 » 3
0,010 .	1 » 7	0,040 .	1 » 2

НТБ ДНУЖТ

46. Скорость движенія поѣздовъ между станціями не должна превышать предѣла, для подъѣздныхъ путей установленнаго (п. 3).

При въѣздѣ на главныя линіи и на станціи и при проходѣ по переходамъ съ одного пути на другой скорость движенія должна быть уменьшаема, причемъ она не должна превосходить 10 верстъ въ часъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда пассажиры или животныя перевозятся въ товарныхъ вагонахъ, не снабженныхъ рессорами и упругими буферами, скорость движенія не должна превосходить 15 верстъ въ часъ.

На уклонахъ круче 0,025 скорость движенія не допускается свыше 15 верстъ въ часъ. Въ случаѣ проложенія подъѣзднаго рельсоваго пути на шоссе или по грунтовой дорогѣ (п. 27) скорость движенія поѣздовъ по этой части подъѣзднаго пути не должна превышать 12 верстъ въ часъ.

47. При соблюденіи надлежащихъ предосторожностей дозволяется останавливать поѣзда въ пути съ цѣлью расцѣпки поѣзда и поднятія онаго частями по крутымъ подъемамъ на гору, а равно для спуска поѣзда частями съ горы.

Если скорость движенія не превосходитъ 15 верстъ въ часъ, то, подъ условіемъ соблюденія надлежащихъ предосторожностей, допускается отправленіе по одиночному пути одного поѣзда вслѣдъ за другимъ, но не ранѣе, какъ черезъ 15 минутъ послѣ отправленія предыдущаго поѣзда, причемъ скорость хода задняго поѣзда должна быть не болѣе скорости хода переднаго поѣзда.

48. Въ зимнее время, въ случаѣ наступленія метелей, предоставляется пріостанавливать движеніе поѣздовъ, но объ этомъ должны быть немедленно выставлены объявленія на станціяхъ и остановочныхъ пунктахъ подъѣзднаго пути, и, кромѣ того, въ случаѣ пріостановки движенія болѣе, чѣмъ на однѣ сутки, объ этомъ должно быть сообщено правительственной инспекціи, а также желѣзнымъ дорогамъ, находящимся въ прямомъ съ подъѣзднымъ путемъ сообщеніи.

49. При движеніи поѣзда паровозъ долженъ находиться въ головѣ его, т.-е. впереди всѣхъ вагоновъ, считая по направленію движенія. Помѣщеніе паровоза въ хвостѣ поѣзда, т.-е. позади вагоновъ, при отсутствіи паровоза въ головѣ поѣзда, допускается лишь въ рабочихъ поѣздахъ, при подачѣ помощи поѣздамъ и въ исключительныхъ случаяхъ, причемъ на переднемъ вагонѣ долженъ находиться кондукторъ съ сигналами, и скорость движенія поѣзда не должна превышать 10 верстъ въ часъ.

Помѣщеніе вспомогательнаго паровоза въ хвостѣ поѣзда, если въ головѣ онаго уже находится поѣздной паровозъ, допускается на отдѣльныхъ участкахъ подъѣзднаго пути, но не прицѣпляя вспомогательнаго паровоза къ поѣзду.

II. Основанія для предварительнаго проекта.

а. Родъ работъ.

Къ числу предварительныхъ работъ относится выборъ наивыгоднѣйшаго направленія линіи, въ зависимости отъ того условія, чтобы сумма расходовъ на эксплоатацію плюсъ проценты на затраченный капиталъ были, по возможности, меньше; къ этимъ работамъ, поэтому, относится еще и опредѣленіе всѣхъ расходовъ по эксплоатаціи дороги, по содержанію дороги въ порядкѣ; то и другое — въ зависимости отъ ожидаемаго на дорогѣ движенія (ожидаемыхъ доходовъ) *).

Расходы эксплоатаціи растутъ, между прочимъ, въ значительной степени съ увеличеніемъ сопротивленія движенію въ кривыхъ частяхъ пути и на подъемахъ. Работа паровозовъ

*) Vorschriften über allgemeine Vorarbeiten für Eisenbahnen. 1897. Далѣе: H. d. J. W., т. I, 1898, гл. I, § 20. Launhardt, Theorie des Trassirens. 1884 и 1888; C. d. B. 1883, стр. 237; 1894, стр. 256; 1897, стр. 286.

НТБ ДНУЖТ

даннаго типа утилизируется наилучшимъ образомъ (въ зависимости отъ размѣровъ паровоза, его вѣса и скорости движенія) въ томъ случаѣ, когда сопротивленіе движенію остается во все время движенія по дорогѣ, по возможности, одинаковымъ. Отсюда основное правило для веденія линіи: выбирать такое ея направленіе въ горизонтальномъ направленіи и такую ея продольную профиль, при которой (на основаніи приводимыхъ ниже соображеній) сопротивленіе поѣздовъ движенію остается на всемъ пути, по возможности, постояннымъ.

b. Сопротивленія и длина поѣзда.

Пусть:

μ коэффиціентъ тренія («сцѣпленіе») между ведущимъ колесомъ и рельсомъ (въ среднемъ $\mu = 0{,}14$ до 0,154, при сыромъ воздухѣ, снѣгѣ и т. п. часто значительно меньше),
a число движущихъ осей паровоза,
L_1 «сцѣпляющій» или движущій грузъ паровоза въ t,
L полный вѣсъ паровоза (въ рабочемъ состояніи) безъ тендера въ t,
T вѣсъ тендера съ водой и топливомъ въ t,
Q возможный вѣсъ поѣзда въ t, безъ вѣса паровоза и тендера,
$G = Q + T$ въ t,
$Q_0 = L + T + Q$ общій вѣсъ поѣзда въ t,
q средній общій вѣсъ брутто нагруженной оси въ t,
i число осей въ поѣздѣ безъ тендера и паровоза,
V скорость движенія въ km/чс $= 3{,}6\ v$ m/sk,
w коэффиціентъ сопротивленія для вагоновъ и тендера (со включеніемъ сопротивленія воздуха) въ kg/t, т.-е. въ тысячныхъ,
w_1 тоже для паровоза безъ тендера, также въ тысячныхъ,
W сопротивленіе всего поѣзда съ паровозомъ въ kg,
Z усиліе тяги паровоза на окружности ведущихъ колесъ, развиваемое въ теченіе продолжительнаго времени при установившемся движеніи, въ kg,
N производительность котла въ ЛС,
H поверхность нагрѣва qm,
r радіусъ закругленія пути,
$s = 1000 : n$ подъемъ пути въ mm/m, т.-е. въ тысячныхъ,

тогда имѣемъ:

1) $W = w\,G + w_1\,L = w\,(Q + T) + w_1\,L \leqq Z$, почему

2) $$Q = \frac{Z - w_1 L}{w} - T = \frac{Z}{w} - \left(\frac{w_1}{w} L + T\right) \text{ и } i = \frac{Q}{q}.$$

Продолжительное (или «среднее») **усиліе тяги** паровоза

$$Z = 270\ N : V$$

и зависитъ, слѣд., отъ скорости движенія и отъ производи-

НТБ ДНУЖТ

тельности котла. Эта производительность, по Франку *), для средняго угля равна:

3) $\begin{cases} N = (0{,}6 + 0{,}527\sqrt{V})\ H & \text{для товарныхъ паровозовъ,} \\ N = 0{,}617\ H\sqrt{V} & \text{для пассажирскихъ и скорыхъ паровозовъ.} \end{cases}$

Необходимое для трогания съ мѣста временное увеличеніе усилія тяги и достигаемое путемъ большаго притока пара ни въ какомъ, однако, случаѣ не можетъ превосходить предѣльнаго значенія μL_1, которое обусловливается величиной движущаго (сцѣпляющаго) груза паровоза. Дальнѣйшее см. подвижной составъ.

Значеніе величинъ w и w_1.

Сопротивленіе движенію	для $G = Q + T$	для L
на прямомъ горизонтальн. пути .	w_g	w_l
на закругленіи радіуса r .	w_r	w_r
на подъемѣ въ $s^0/_{00}$	$\pm s$	$\pm s$
Итого . .	$w = w_g + w_r \pm s$	$w_1 = w_l + w_r \pm s$

Опредѣленіе коэффиціентовъ сопротивленія для нормальной колеи).**

w_g kg/t	w_l kg/t	w_r $r \geqq 300$ kg/t	w_r $r < 300$ kg/t
$2{,}5 + \beta V^2$	$2{,}6\sqrt{a} + \beta_1 V^2$	$650 : (r - 60)$	$500 : (r - 30)$

гдѣ слѣдуетъ принимать (по Франку, O. f. F. 1899, стр. 146 и слѣд):

$\beta = 0{,}00052$ для товарныхъ поѣздовъ, составленныхъ частью изъ крытыхъ вагоновъ, частью изъ платформъ.

$\beta = 0{,}00026$ для товарныхъ поѣздовъ, составленныхъ изъ груженыхъ платформъ.

---

*) См. Франкъ, O. f. F. 1899, стр, 161 и 1888, стр. 106. Его же: Die Widerstände der Locomotiven und Bahnzüge.

**) Величина $2{,}5^0/_{00}$ принята съ запасомъ, что имѣетъ существенное значеніе особенно для тяжелыхъ, медленно движущихся товарныхъ поѣздовъ. На основаніи другихъ опытовъ обыкновенно принимали до сихъ поръ для этого коэффиціента 1,8 до $2{,}0^0/_{00}$.

Если на нѣкоторомъ спускѣ привести въ медленное движеніе при безвѣтріи и по прямому пути поѣздъ, составленныа изъ вагоновъ безъ паровоза, и если поѣздъ будетъ продолжать итти по тому же спуску продожительное время съ такою же скоростью безъ всякаго ускоренія и безъ торможенія, то величина этого спуска соотвѣтствуетъ искомому коэффиціенту сопротивленія.

НТБ ДНУЖТ

$\beta = 0{,}00040$ для пассажирскихъ и скорыхъ поѣздовъ, составленныхъ изъ легкихъ вагоновъ.

$\beta = 0{,}00014$ для скорыхъ поѣздовъ, составленныхъ изъ тяжелыхъ восьмиколесныхъ вагоновъ.

$\beta_1 = 0{,}0023$ для товарныхъ паровозовъ съ $a = 3$.

$\beta_1 = 0{,}0016$ для пассажирскихъ паровозовъ съ $a = 2$ или, въ общемъ, $\beta_1 = 0{,}00075\, a$. При этомъ приняты въ разсчетъ вѣса $L = L_1 = 38$ t до 40 t для товарныхъ поѣздовъ, $L = 48$ t для скорыхъ поѣздовъ. Если L значительно больше (и, соотв., меньше), то β_1 уменьшается (и, соотв., увеличивается) въ отношеніи отклоняющагося вѣса къ принятому. Вліяніе этого отклоненія имѣетъ значеніе только при большихъ V.

Примѣчанія. Сопротивленіе мѣняется въ значительной степени въ зависимости отъ состоянія пути, отъ соотношенія между діаметрами колеса и осевой шейки, отъ базиса, числа осей, положенія центра тяжести и условій нагрузки подвижного состава. Результаты, полученные по приведеннымъ формуламъ, могутъ быть поэтому приняты лишь какъ приблизительные. Часть сопротивленія, увеличивающаяся съ увеличеніемъ скорости, представляетъ собственно сопротивленіе воздуха и вводится въ вычисленіе безъ умноженія на соотвѣтствующій вѣсъ подвижного состава, а пропорціонально нѣкоторой площади, величина которой различна для различныхъ типовъ вагоновъ. Для полученія болѣе удобныхъ формулъ можно, однако, эти опредѣляемыя опытомъ для различныхъ вагоновъ площади раздѣлить на соотвѣтствующіе имъ вѣсъ вагоновъ; послѣднія отношенія, подобно другимъ элементамъ общаго сопротивленія, слѣдуетъ множить на вѣсъ подвижного состава, отчего въ суммѣ можетъ быть полученъ общій коэффиціентъ сопротивленія $w^0/_{00}$. Этотъ путь, который принятъ Франкомъ для вагоновъ, соблюденъ здѣсь также и для паровозовъ, а именно: изъ найденныхъ для $L + T$ Франкомъ значеній β_1 опредѣлены тѣ же значенія для L (безъ тендера) и раздѣлены на L. (Поэтому необходимо вводить вышеприведенную поправку при значеніяхъ L, значительно отличающихся отъ тѣхъ, для которыхъ опредѣлено β_1.) Часть сопротивленія $2{,}6\sqrt{a}$, не зависящая отъ V, также вполнѣ соотвѣтствуетъ даннымъ Франка (умноженнымъ на L безъ T) для двухъ и трехъ ведущихъ осей; болѣе общая формула выясняетъ зависимость отъ числа ведущихъ осей и вѣса паровоза. Значенія β для вагоновъ указаны тѣ, которыя найдены Франкомъ. Отдѣленіе T отъ L здѣсь сохранено, такъ какъ сопротивленіе тендера весьма мало отклоняется отъ сопротивленія вагона, увеличеніе wl сравнительно съ w_g относятся правильнѣе къ L (безъ T).

Сѣи. французская жел. дор., на основаніи опытовъ, произведенныхъ въ 1897 г., даетъ слѣдующія формулы:

$$w_g = 1{,}6 + 0{,}0046\ V + 0{,}00046\ V^2,$$
$$wl = 3{,}8 + 0{,}027\ V + 0{,}0009\ V^2,$$

и по фонъ-Боррису (O. f. F. 1901) для поѣздовъ, составленныхъ изъ четырехосныхъ вагоновъ:

$$w_g = 1{,}6 + 0{,}015\ V + 0{,}0003\ V^2.$$

Сопротивленіе въ кривой (w_r G) всегда положительно. Изъ формулы $w = k : (r - r_0)$ слѣдуетъ, что сопротивленіе это при маломъ радіусѣ быстро приближается къ безконечности. Числовыя значенія для k и r_0 зависятъ отъ постояннаго базиса подвижного состава, почему для полнаго поѣзда могутъ выражать лишь приблизительныя среднія значенія. Числа 650 и 60 соотвѣтствуютъ даннымъ, полученнымъ на нормальной колеѣ (безъ крутыхъ кривыхъ) Бедекеромъ *) при помощи вычисленій и Реклемъ изъ опытовъ. На дорогахъ съ малыми радіусами закругленій величина w_r уменьшается, ибо на этихъ дорогахъ подвижной составъ съ длиннымъ базисомъ не при-

*) См. Boedecker, Wirkungen zwischen Rad und Schiene, и v. Röckl, Z. f. Baukunde 1880; O. f. F. 1881, стр. 161.

НТБ ДНУЖТ

мѣняется, а преимущество отдается вагонамъ съ короткимъ базисомъ или вагонамъ телѣжечнымъ. Если для дорогъ, подъемы которыхъ превосходятъ «допускаемый подъемъ s_m» для даннаго усилія тяги и даннаго вѣса поѣзда, этотъ подъемъ s_m въ кривыхъ уменьшенъ надлежащимъ образомъ въ зависимости отъ радіуса кривыхъ (см. ниже), то сопротивленіе въ кривыхъ содержится уже въ s_m, и потому отдѣльно въ разсчетъ не принимается.

Сопротивленіе при движеніи по наклонному пути ($s\,G$) положительно при движеніи въ подъемъ и отрицательно при движеніи по спуску, но никогда не превосходитъ величины $s_b\,G = (w_g + w_r)\,G$, ибо при болѣе крутомъ спускѣ избытокъ силы тяжести долженъ быть поглощаемъ торможеніемъ для того, чтобы общее сопротивленіе $(w\,G + w_l\,L)$, оставаясь продолжительное время отрицательнымъ, не могло разбить поѣздъ *). Предѣльное значеніе s_b наз. тормознымъ спускомъ.

Формулы для сопротивленія полныхъ поѣздовъ (Q_0 со включеніемъ паровоза), не принимая въ разсчетъ отношенія между L и Q для примѣрныхъ разсчетовъ, даютъ не совсѣмъ удовлетворительные результаты. Можно, однако, для этой цѣли пользоваться слѣдующими значеніями для сопротивленій w_0:

$w_0 = 2{,}5 + 0{,}0006\ V^2$ для смѣшанныхъ поѣздовъ и пассажирскихъ поѣздовъ, составленныхъ изъ легкихъ вагоновъ,

$w_0 = 2{,}5 + 0{,}0004\ V^2$ для поѣздовъ изъ груженыхъ платформъ и пассажирскихъ поѣздовъ съ восьмиколесными вагонами.

Для **узкой колеи** опыты не производились. При хорошемъ состояніи пути и подвижного состава въ формулѣ $\alpha + \beta\,V^2$ постоянная величина α для вагоновъ весьма мало увеличивается сравнительно съ широкой колеей, напротивъ того больше для паровозовъ въ виду болѣе компактной конструкціи. Площадь, подверженная давленію вѣтра, уменьшается и съ нею уменьшается значеніе величины β. Можно принимать для разсчетовъ.

Колея mm	w_g въ kg/t	w_l въ kg/t	w_r въ kg/t
1000	$2{,}6 + 0{,}0003\ V^2$	$2{,}7\sqrt{a} + 0{,}0015\ V^2$	$400 : (r - 20)$
750	$2{,}7 + 0{,}0002\ V^2$	$2{,}8\sqrt{a} + 0{,}001\ V^2$	$350 : (r - 10)$
600	$2{,}8 + 0{,}0002\ V^2$	$2{,}9\sqrt{a} + 0{,}0008\ V^2$	$200 : (r - 5)$

Сопротивленіе въ кривыхъ въ значительной мѣрѣ зависитъ отъ базиса подвижного состава.

Примѣры для разсчета.

1) **Какой грузъ (Q) можетъ тянуть продолжительное время товарный паровозъ даннаго типа** съ опредѣленною скоростью (V) на данномъ подъемѣ (s) при одновременномъ существованіи многихъ кривыхъ (r)?

Пусть $L = 38{,}5$ t; $a = 3$ ведущимъ осямъ и $H = 125$ qm; $T = 28{,}5$ t; $V = 20$ km/чс; $r = 300$ m; $s = 2\,{}^0/_{00}$. Тогда при смѣшанныхъ поѣздахъ (изъ крытыхъ вагоновъ и платформъ) будемъ имѣть

*) См. Cauer, Betrieb und Verkehr der Preus. Staatsbahnen, Berlin, 1897, табл. стр. 282 до 285.

НТБ ДНУЖТ

$w_l = 2{,}6\sqrt{3} + 0{,}0023 \cdot 20' = 4{,}5 + 0{,}92 = 5{,}42‰$,
$w_r = 650 : (300 - 60) = 2{,}7‰$, и слѣд.
$w = 2{,}71 + 2{,}7 + 2 = 7{,}41‰$ для $Q + T$,
$w_1 = 5{,}42 + 2{,}7 + 2 = 10{,}12‰$ для L. Затѣмъ для средняго усилія тяги

$$Z = \left(\frac{162}{20} + \frac{142}{\sqrt{20}}\right) \cdot 125 = 4988 \text{ kg}, \text{ и поэтому}$$

$Q = (1988 - 10{,}12 \cdot 38{,}5) : 7{,}41 - 28{,}5 =$ около $620 - 29 = 591$ t.

Если средняя нагрузка на ось $q = 7{,}5$ t, то получили бы въ среднемъ 79 вагонныхъ осей. Если поѣздъ состоитъ только изъ груженыхъ платформъ, то $w_g = 2{,}5 + 0{,}00026 \cdot 20^2 = 2{,}6‰$, и возможный вѣсъ поѣзда увеличивается на 10 t, такъ какъ V мало. Если бы s было только $= 1‰$, $r \geqq 500$ m, то получаемъ $w_r = 1{,}5‰$, $w = 5{,}21$ и $w_1 = 7{,}92‰$ и, слѣд.,

$$Q = (4988 - 7{,}92 \cdot 38{,}5) : 5{,}21 - 28{,}5 = \text{около } 898 - 29 = 869 \text{ t},$$

что даетъ при $q = 7{,}5$ t всего 116 осей, а въ случаѣ, если не всѣ оси одинаково нагружены, даже до 120 осей. Если скорость увеличивается до 30 km, то усиліе тяги уменьшается до 3925 kg, тогда какъ увеличеніе происходитъ для w_g до 2,97, w_l до 6,57 и, слѣд., w до 7,67 и w_1 до 11,27 (при $s = 2‰$); величина Q поэтому уменьшается до 426 t.

2) При проектированіи **горной дороги** предполагается пріобрѣсти паровозы поверхностью нагрѣва 168 qm, съ 4 ведущими осями, $L = 56$ t, $T = 30$ t при $V = 15$ km/чс; наивыгоднѣйшій подъемъ (который въ кривыхъ соотвѣтственно уменьшается) составляетъ $27‰$. Какой вѣсъ можетъ быть допущенъ для движущагося въ подъемъ поѣзда, груженаго углемъ? По вышеприведенному, имѣемъ:

$Z = 8000$ kg; $w_g = 2{,}5 + 0{,}00026 \cdot 15^2 = 2{,}56$, и, слѣд., $w = 2{,}56 + 27 = 29{,}56‰$,
$w_l = 2{,}6\sqrt{4} + 0{,}003 \cdot 15^2 = 5{,}88$, и, слѣд., $w_1 = 5{,}88 + 27 = 32{,}86‰$.
Тогда находимъ $Q = (8000 - 32{,}88 \cdot 56) : 29{,}56 - 30 = 178$ t.

3) Для пассажирскаго поѣзда, составленнаго изъ восьмиколесныхъ вагоновъ и идущаго со скоростью 90 km/чс, имѣется въ распоряженіи типъ паровоза $H = 125$ qm, $L = 48$ t; $a = 2$; $T = 40$ t. Какой вѣсъ поѣзда можетъ быть допущенъ на подъемахъ въ 1, 2 и $3‰$?

$$Z = 166{,}5 \cdot 125 : \sqrt{90} = 2193 \text{ kg}; \quad w_g = 2{,}5 + 0{,}00014 \cdot 90^2 = 3{,}63,$$

$$w_l = 2{,}6\sqrt{2} + 0{,}0016 \cdot 90^2 = 16{,}63; \quad w = w_g + s; \quad w_1 = w_l + s.$$

a) $s = 1‰$; $Q = (2193 - 17{,}63 \cdot 48) : 4{,}63 - 40 = 251$ t,
b) $s = 2‰$; $Q = (2193 - 18{,}63 \cdot 48) : 5{,}63 - 40 = 191$ t,
c) $s = 3‰$; $Q = (2293 - 19{,}63 \cdot 48)\ 6{,}63 - 40 = 149$ t.

При $s = 3‰$ можно допустить, слѣд., только 3 вагона; и поэтому при большемъ числѣ вагоновъ придется уменьшить V.

4) Если требуется для даннаго поѣзда опредѣлить усиліе тяги по уравненію $Z \geqq w\,Q + w_l\,L$, то въ выраженія для w_g и w_l необходимо ввести вѣса для L и T сначала приблизительно, задавшись для этого опредѣленными величинами.

c. Наивыгоднѣйшій подъемъ.

Если необходимо поднять (съ приблизительно одинаковой скоростью) поѣздъ паровозомъ даннаго типа на высоту h, то наивыгоднѣйшимъ подъемомъ s_r при различной длинѣ пути будетъ тотъ, для котораго отношеніе $\frac{\text{вѣсъ поѣзда}}{\text{длина пути}} = Q : \frac{h}{s}$ имѣетъ наибольшее значеніе; стоимость подъема груза будетъ при этомъ наименьшая.

Подставляя для сопротивленія паровоза съ тендеромъ величину $W_l = w_l\,L + w_g\,T$, имѣемъ на прямомъ (или на кривой

НТБ ДНУЖТ

большого радіуса) горизонтальномъ пути наивыгоднѣйшій подъемъ:

$$s_z = -w_g + w_l \sqrt{\frac{Z - W_l}{w_y (L+T)} + 1}.$$

d. Опредѣленіе допускаемыхъ и безвредныхъ подъемовъ.

Для достиженія, по возможности, одинаковаго сопротивленія, съ цѣлью лучшей утилизаціи силы тяги паровоза, необходимо наибольшій подъемъ s_m въ крутыхъ (и длинныхъ) кривыхъ уменьшать на величину w_r, такъ чтобы $s + w_r$ оставалось $< s_m$. По этому подъему s_m опредѣляется усиліе тяги паровоза (соотв., длина поѣзда), и имъ же руководствуются при проектированіи линіи. Величина этого подъема должна, по возможности, соотвѣтствовать наивыгоднѣйшему подъему для даннаго типа паровоза при данной скорости.

Тѣ подъемы считаются «безвредными», которые меньше тормозного спуска s_b:

$s_b < w_g$ въ прямыхъ частяхъ пути и

$s_b < (w_g + w_r)$ въ кривыхъ

въ случаѣ, если количество перевозимыхъ въ теченіе года грузовъ въ одномъ и другомъ направленіи дороги разнится незначительно. Если допускаемый подъемъ s_m оказывается меньше s_b, то соотвѣтственно уменьшается и предѣлъ для безвреднаго подъема.

При величинѣ подъема $s_m > s_b$ линія принимаетъ характеръ горной дороги: въ этихъ случаяхъ слѣдуетъ тщательно избѣгать потерянныхъ спусковъ, и каждый подъемъ s на высоту h меньшій s_m (или $s_m - w_r$) даетъ избытокъ длины пути $\left(\text{равный } \frac{h}{s} - \frac{h}{s_m}\right)$, который можно выгоднѣе утилизировать для уменьшенія s_m по всей линіи.

Если $s_m < s_b$, то имѣемъ дѣло съ дорогой на ровной мѣстности, и потерянные спуски, соотвѣтствующіе безвреднымъ подъемамъ, не представляютъ неудобства.

Уменьшеніе величины подъема въ кривыхъ (находящихся въ наибольшемъ подъемѣ) производится слѣдующимъ образомъ.

Пусть s_0 будетъ тотъ средній предварительный подъемъ, который принятъ для проведенія линіи, l и $H = s_0 l$ его длина и высота. Опредѣляютъ для встрѣчающихся на этомъ подъемѣ кривыхъ «потери» $h_r = w_r l_r$, а тѣмъ самымъ и сумму:

$$\Sigma(h_r) = \Sigma(w_r l_r).$$

Искомый проектный подъемъ будетъ:

$$s_m = \frac{H + \Sigma(h_r)}{l}.$$

Эта величина s_m въ прямыхъ частяхъ пути остается безъ измѣненій, а въ каждой кривой уменьшается на соотвѣтствующую величину w_r (т.-е. въ концѣ дуги понижается на h_r).

Въ тѣхъ случаяхъ, когда по другимъ соображеніямъ $s < s_m$, разница $(s_m - s)$ въ кривыхъ при уменьшеніи w_r вычитается; при $s_m - s \geq w_r$ это уменьшеніе не дѣлается, такъ какъ требуется, чтобы только $w_r + s$ не превосходило s_m.

НТБ ДНУЖТ

Короткіе значительные подъемы преодолѣваются временнымъ увеличеніемъ впуска пара въ цилиндръ (при уменьшеніи, однако, степени полезнаго дѣйствія) или путемъ «разгона» расходуя живую силу, т.-е. теряя въ скорости. Послѣднее можетъ быть допущено безъ неудобствъ лишь при приближеніи къ станціямъ, гдѣ и безъ этого имѣетъ мѣсто остановка поѣзда.

e. Сравненіе различныхъ линій.

Для опредѣленія наивыгоднѣйшей изъ нѣсколькихъ проектныхъ линій въ хозяйственномъ отношеніи необходимо сравнить годовую стоимость эксплоатаціи каждой изъ нихъ. Стоимость эта S во многомъ зависитъ отъ формы самихъ линій и опредѣляется *) изъ:

$$S=(i\,A+U)+F,$$

гдѣ A капиталъ, затраченный на постройку, i проценты (на 100), U часть расходовъ эксплоатаціи, не зависящая отъ движенія (путевая стража, содержаніе полотна и друг.) и которая опредѣляется на основаніи среднихъ статистическихъ данныхъ для 1 km пути, F стоимость перевозки грузовъ, зависящая отъ радіуса кривыхъ и подъемовъ. Величина F опредѣляется по Лаунгардту *), въ пфенигахъ:

$q=0{,}56+23^1/_3\,s_m+39^2/_3\,s$ на километро-тонну полезн. груза,

$p=0{,}973+10^2/_3\,s_m+29^1/_3\,s$ на пассажиро-километръ,

гдѣ s дѣйствительный подъемъ, который уменьшенъ въ случаѣ кривой на величину w_r, причемъ для безвредныхъ подъемовъ можно вмѣсто w_r принимать w. Для каждаго участка линіи опредѣляются величины p и q, и затѣмъ для передвиженія T тоннъ такого груза и P пассажировъ составляютъ формулу:

$$F=T\,\Sigma(q\,l)+P\,\Sigma(p\,l).$$

Здѣсь F означаетъ общіе расходы перевозки при движеніи въ обѣ стороны, такъ что каждый подъемъ s входитъ лишь одинъ разъ и всегда съ положительнымъ знакомъ.

Примѣчаніе. Замѣна длины данной линіи одною горизонтальною прямою одинаковаго (съ данной линіей) сопротивленія, такъ называемой виртуальной длиной, по Линднеру, только тогда можетъ быть примѣнена для сравненія стоимости эксплоатаціи различныхъ проектныхъ линій, когда величина s_m для всѣхъ линій выбрана одна и та же.

Ц. Д. 31 Іюля 1891, № 9817. **Виртуальная длина** данной желѣзной дороги, или какого-либо ея участка, для каждаго изъ направленій движенія поѣздовъ опредѣляется по формулѣ:

$$L=l_0+l_n'(1+\alpha_1)+l_n''(1+\alpha_2)+l_n'''(1+\alpha_3)+$$
$$+\ \cdot\quad\cdot+l_c+l_k'\beta_1+l_k''\beta_2+l_k'''\beta_3+\ \cdot$$

---

*) Станціонные расходы, равно какъ и общіе расходы, здѣсь въ разсчетъ не приняты, такъ какъ они для данной линіи между двумя пунктами весьма мало отличаются другъ отъ друга.

*) См. Launhardt, Technische Trassierung, стр. 59, Hannover, 1888; кромѣ того, Launhardt, Der gemeinwirtschaftliche Nutzen der Eisenbahnen, Zentralbl. d. Bauverw. 1894, стр. 253. — Baumeister, Org. f. F. 1880, стр. 105. P. Schmidt, Ermittelung von Betriebsausgaben. Z. f. A. u. I. 1899.

НТБ ДНУЖТ

гдѣ L виртуальная длина (въ верстахъ) всей дороги для направленія отъ A къ B, l_h общая длина (въ верстахъ) горизонтальныхъ участковъ.

l_n', l_n'', l_n''' длина подъемовъ пути съ уклономъ, соотвѣтственно l', l'', l'''...

l_c общая длина скатовъ,

l_k', l_k'', l_k''' длина криволинейныхъ участковъ при радіусахъ соотвѣтственно R', R'', R'''.

α_1, α_2, α_3 коэффиціенты, зависящіе отъ подъемовъ, вычисляемые формулѣ:

$$\alpha = i\left(\frac{122+0{,}077\,i}{371+1{,}21\;i}\right),$$

β', β'', β''' коэффиціенты, зависящіе отъ сопротивленія въ кривыхъ радіусовъ R', R'', R''' . . . ., опредѣляются, замѣняя сопротивленіе въ кривыхъ сопротивленіями на эквивалентныхъ подъемахъ, величина коихъ исчисляется по формулѣ:

$$i_1 = 21\left(\frac{4\,d+2.1\,d^2}{R-21}\right),$$

i число тысячныхъ подъема;

d разстояніе между крайними неподвижными осями товарнаго вагона = 1,78 с.,

R', R'', R''' радіусы кривыхъ въ саженяхъ.

III. Официальныя нормы и предѣльные размѣры для сооруженія линіи желѣзной дороги.

Данныя безъ особыхъ указаній на типъ желѣзной дороги будутъ въ нижеслѣдующемъ относиться къ **дорогамъ первостепеннаго значенія (магистралямъ)** (опредѣленіе см. стр. 595).

Для **подъѣздныхъ къ желѣзнымъ дорогамъ путей,** общаго или частнаго пользованія, будутъ сдѣланы въ соотвѣтствующихъ мѣстахъ надлежащія указанія.

Опредѣленіе подъѣздныхъ путей и раздѣленіе ихъ на разряды см. стр. 627.

а. Предѣльные размѣры.

1. **Ширина колеи** въ прямыхъ частяхъ пути между внутренними гранями рельсовъ (въ свѣту) для ширококолейныхъ дорогъ въ Россіи*) 0,714 саж. = 5 фут. = 1,524 m; для дорогъ узкоколейныхъ 3,5 фут. = 0,5 саж. = 1,067 m, 1,000 m и 0,750 m.

2. Наименьшая **ширина междопутья** на перегонахъ между станціями габаритъ (1893 г.) $7' = 2134$ mm, считая ее между внутренними (по отношенію къ каждому пути) гранями рельсовъ двухъ смежныхъ путей. На дорогахъ, построенныхъ ранѣе 1860 г., $6' = 1829$ mm.

Для подъѣздныхъ путей междопутье опредѣляется по **Т. У.** 10, стр. 628.

Междопутье на станціяхъ для путей главныхъ, пассажирскихъ и другихъ, а равно при установкѣ гидравлическихъ колоннъ см. **Т. У. П.** и **С.,** 53, стр. 607

---

*) См. выше: Инструкціи для производства изысканій и составленія проектовъ стр. 595 и слѣд., для узкоколейныхъ дорогъ (подъѣздныхъ путей) стр. 627 и слѣд.

НТБ ДНУЖТ

Отклоненія отъ нормальной ширины рельсовой колеи (по **Ц. Д.** 19, 1, 1898 г., № 1132) **въ прямыхъ** участкахъ пути широколейныхъ желѣзныхъ дорогъ, установленной въ 0,714 саж., могутъ быть допускаемы лишь какъ неизбѣжныя послѣдствія движенія поѣздовъ по рельсамъ пути, причемъ отклоненія эти не должны превышать при уширеніи пути 0,003 саж., а при суженіи пути 0,001 саж.

Ширина колеи въ другихъ странахъ: Австро-Венгрія, Швейцарія, Италія, Франція, Англія, Швеція, Балканскій полуостровъ, Сѣверная Америка имѣютъ преимущественно колею 1,435 mm = 4′8½″, во Франціи также и 1,405; въ Испаніи 1,74 m; въ Ирландіи 1,6 m, Чили, Аргент. республ. и Ость-Индіи 1,676 m (стар. англ. колея 5′6″); Гритъ-Вестернъ въ Англіи (до 1890) 2,134 m = 7 фут. англ. Болѣе узкая колея: въ Греціи, Корсикѣ, Алжирѣ, Бразиліи 1,0 m; въ Норвегіи, Японіи, Явѣ, Капландѣ, южной Австраліи 1,067 m = 3′6″. Такая же колея встрѣчается въ брит. Индіи (9200 km), въ другихъ частяхъ Австраліи – различная. Фистинлогъ въ Англіи 0,591 m.

3. Наименьшее разстояніе **заставъ и столбовъ на пути** по **П. М. П. С.** 1860 г., № 1.

а) Заставъ, при переѣздахъ въ уровнѣ желѣзной дороги, отъ средины ближайшаго пути, 3 саж. = 21 фут. = 6401 mm.

Примѣчаніе. На косыхъ переѣздахъ это разстояніе опредѣляется у ближайшаго къ желѣзной дорогѣ края заставы.

б) Стрѣлочныхъ столбовъ, отъ средины пути, 1 саж. = 7 фут. = 2134 mm.

в) Столбовъ электрическихъ и оптическихъ телеграфовъ, считая отъ внѣшняго ребра полотна, – не менѣе высоты столба.

По **Ц. Д.** 12, 12, 1892, № 19150. **Станціонные сигналы** (семафоры, диски, стрѣлочные фонари), переводные механизмы стрѣлокъ и гидравлическія колонны не должны выходить изъ предѣловъ приближенія строеній къ путямъ.

Въ случаяхъ, когда соблюденіе габарита строній окажется, по мѣстнымъ условіямъ, невозможнымъ, разстояніе между. габаритомъ подвижного состава и очертаніями станціонныхъ сигналовъ, переводныхъ механизмовъ стрѣлокъ или гидравлическихъ колоннъ должно составлять не < 0,15 саж.

4. **Зазоры между закраинами колесъ** (по **П. М. П. С.** 1860 г., № 1) подвижного состава и рельсами въ сложности, т.-е. у обоихъ колесъ вмѣстѣ, должны быть не менѣе ½ дм. (12,7 mm) и не болѣе 1¼ дм. (31,75 mm), или для каждаго отъ ¼ дм. (6,75 mm) до ⅝ дм. (15,875 mm). При среднихъ же колесахъ шестиколесныхъ вагоновъ и паровозовъ допускается зазоръ для каждаго колеса до ⅞ дм. = 22 mm.

5. **Наибольшій свѣсъ закраинъ колесъ** подъ плоскостью, проведенною касательно къ вершинѣ рельса, 0,0165 саж. = 1⅜ дм. = 35 mm.

Наименьшее разстояніе между плоскостями, проведенными касательно къ вершинѣ рельса и параллельно ей черезъ верхнюю точку скрѣпительныхъ приборовъ, какого бы ни было рода, съ внутренней стороны пути, внѣ отвѣсной касательной къ головкѣ рельса 0,018 саж. = 1½ дм. = 38,10 mm.

6. **Габаритъ**, или предѣльное приближеніе строеній къ пути, а равно и предѣльное очертаніе подвижного состава, установленъ въ Россіи на основаніи нижеслѣдующихъ данныхъ.

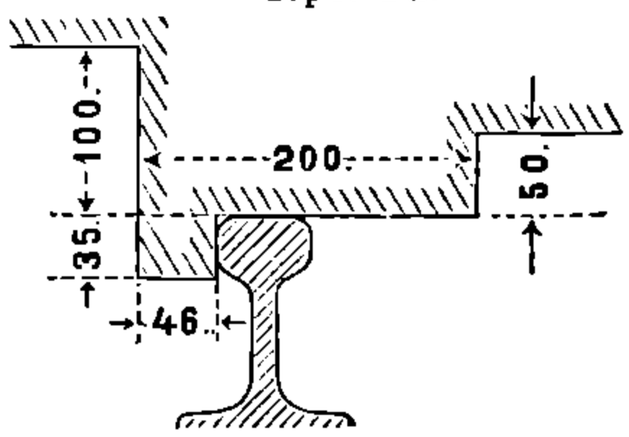
а) Для **нормальной 5-футовой колеи** (1524 mm) по **Ц. Д.**, 12, 11, 1893 г., № 18260:

α) для предѣльнаго приближенія строеній въ пути согласно черт. 1; при этомъ наибольшая высота товарной платформы надъ уровнемъ рельсовъ назначается 1195 mm; кромѣ того, у дорогъ съ междопутьемъ 7 фут. допускается, чтобы подкосы стропилъ и свѣсы крышъ выступали за предѣлы линіи ДЕЖЗИІ, но не далѣе линіи КЛ;

НТБ ДНУЖТ

β) для предѣльнаго очертанія подвижного состава габаритъ согласно черт. 2 (стр. 646); детальное очертаніе этого габарита у самаго рельса приведено въ увеличенномъ масштабѣ на черт. 2а.

Черт. 2а.



П. М. П. С. 18, 3, 1860, № 1. На дороги, построенныя до 1860 г., гдѣ разстояніе между путями равняется только 0,857 с.= =1829 mm, можетъ переходить только такой подвижной составъ, котораго наибольшая ширина нигдѣ не превосходитъ: въ кузовѣ 1,50 саж. = 3200 mm со включеніемъ боковыхъ фонарей и карнизовъ, а на высотѣ до 0,60 с. = 1280 mm только 1,4 саж. = 2987 mm со включеніемъ ступенекъ.

b) Для **колеи въ 0,5 саж. = 1067** mm **(П. М. П. С.,** 5, 5, 1895, за № 811) габаритъ установленъ согласно черт. 3 (стр. 647), на которомъ:

по линіи АБВГДЕЖЗИІКЛМНОП — предѣльное приближеніе желѣзныхъ и вообще несгораемыхъ частей;

по линіи АБВГРСТУФХЖЗИІКЛМНОП — предѣльное приближеніе деревянныхъ частей;

по линіи —·· ·—·· ·—·· ·— предѣльное очертаніе корпуса подвижного состава;

по линіи —х—х—х— предѣльное очертаніе выступающихъ частей подвижного состава.

c) Для **колеи въ одинъ метръ** (утв. 13, 1, 1898 г., № 710), по черт. 4 (стр. 648).

d) Для **колеи въ 0,75 метра** (утв. 11, 12, 1893 г., № 20255) габаритъ показанъ на черт. 5 (стр. 648), на которомъ:

АБЖЕИЛДЕ — предѣльное приближеніе къ путямъ строеній деревянныхъ;

АБВГДЕ — предѣльное приближеніе къ путямъ строеній изъ несгораемаго матеріала;

абвг — предѣльное очертаніе подвижного состава;

ДЖЗИКЛ — предѣльное очертаніе выступающихъ частей корпуса подвижного состава.

Руководствуясь приведенными размѣрами габарита, необходимо принимать во вниманіе уширеніе пути въ кривыхъ, а равно наклонъ пути вслѣдствіе возвышенія наружнаго рельса, въ томъ смыслѣ, что подвижной составъ опредѣленной длины, находящійся на кривой, во всѣхъ своихъ положеніяхъ не долженъ выходить изъ габарита.

7. **Предѣлы приближенія строеній къ путямъ** на станціяхъ: водоемныхъ зданій, мастерскихъ и депо, пассажирскихъ зданій установлены по **Т. У. П. и С.** 64, стр. 610, и дополненій къ нимъ 4, стр. 619.

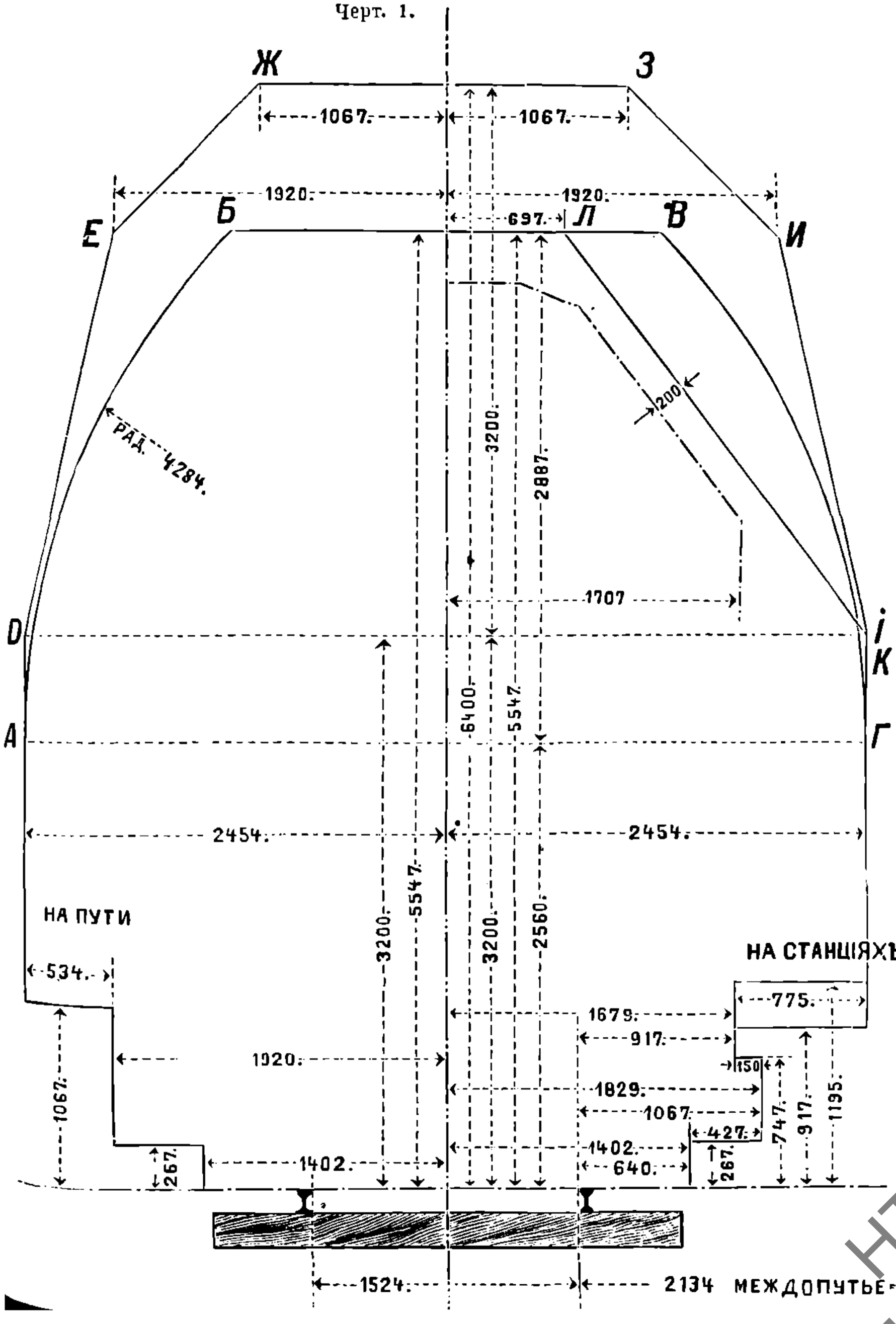
Спеціально для **складовъ нефтяныхъ продуктовъ,** согласно утвержд. правилъ 1891 г., установлено, что:

(Продолженіе см. стр. 648.)

НТБ ДНУЖТ

Габаритъ для нормальной колеи 5 фут. = 1524 mm.
Для предѣльнаго приближенія строеній къ пути на станціяхъ и на пути (1893).

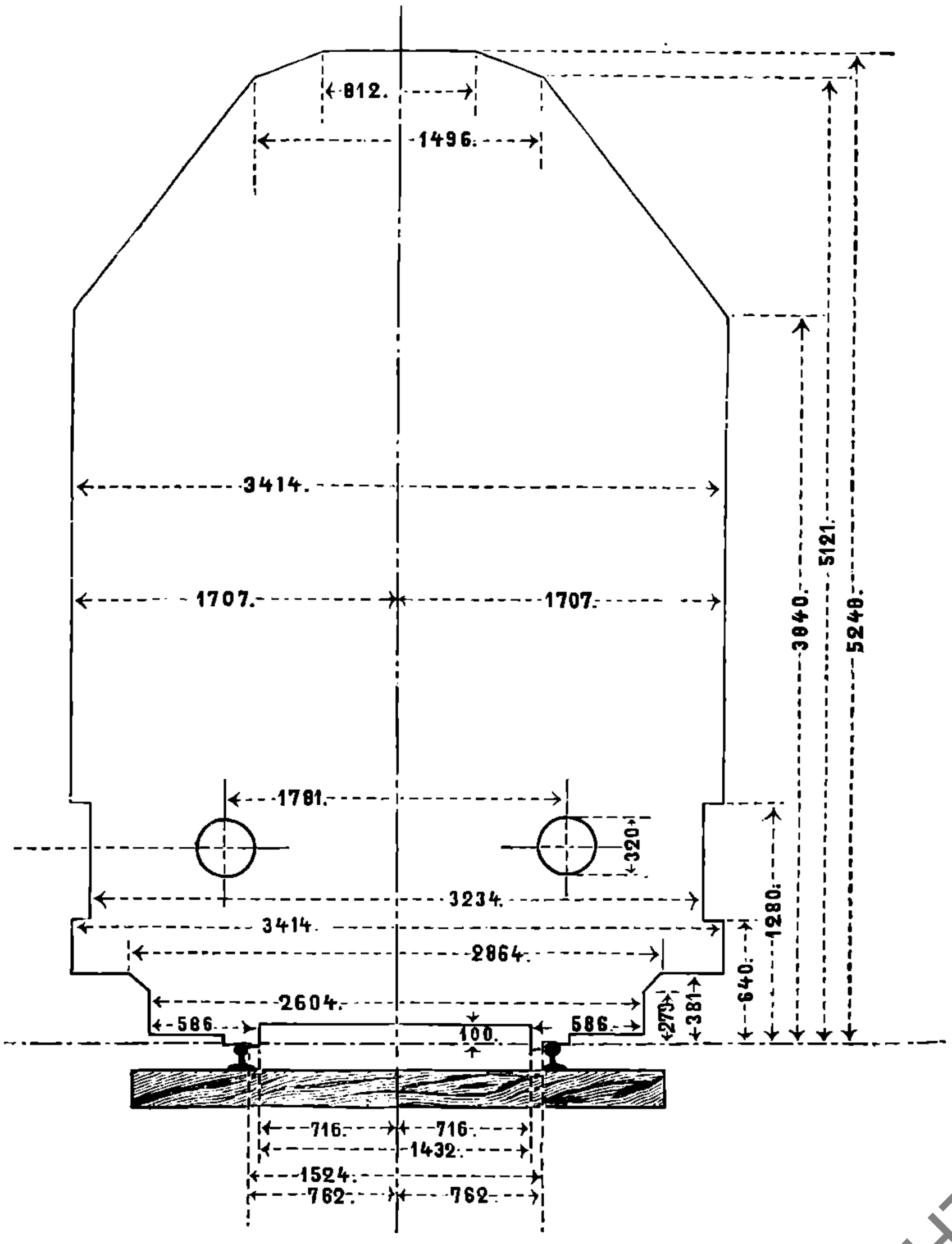
Черт. 1.



НТБ ДНУЖТ

2. Для предѣльнаго очертанія подвижного состава (1893).

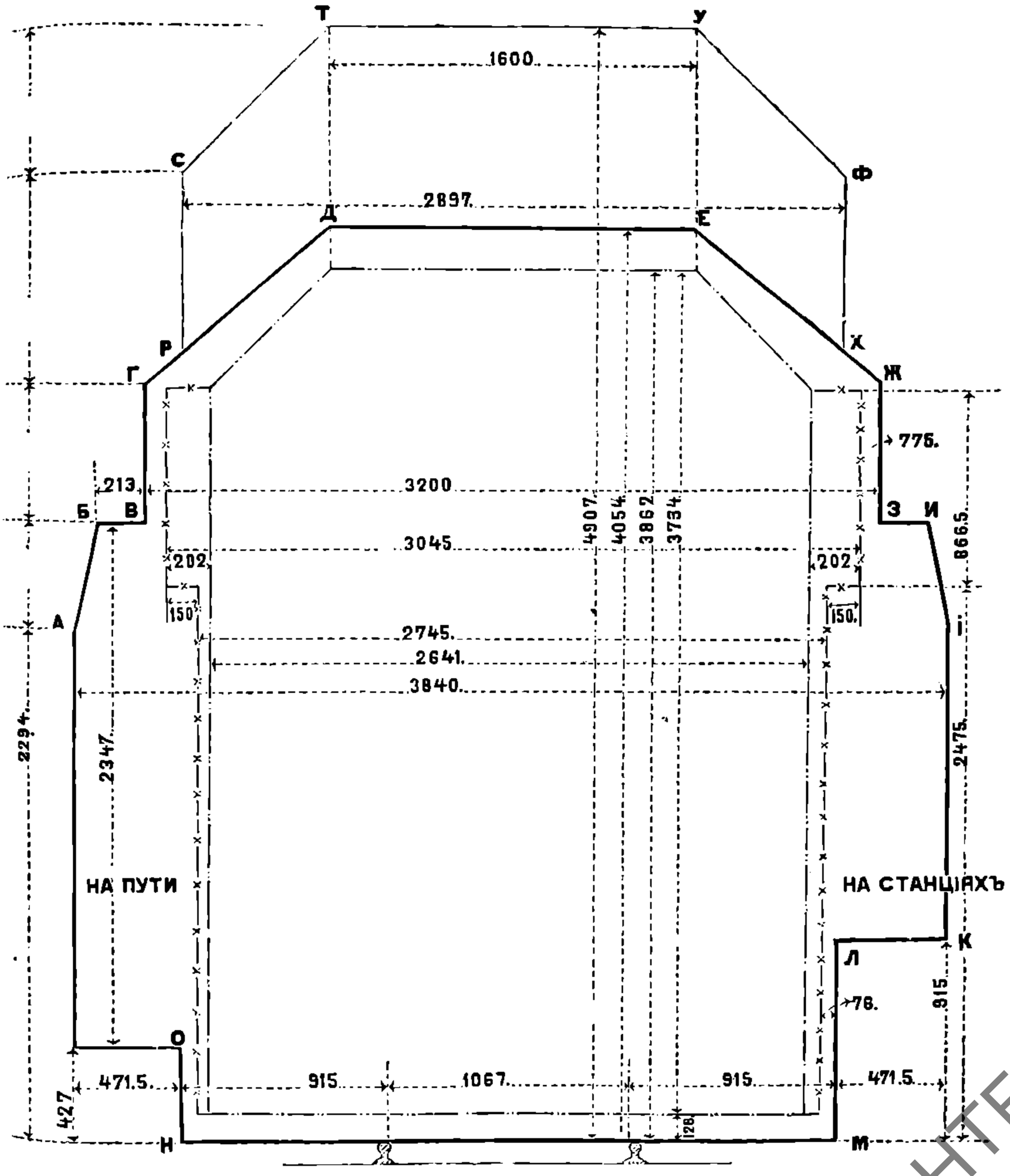
Черт. 2.



НТБ ДНУЖТ

Габаритъ для колеи 3′6″ = 1067 m (1895).

Черт. 3.

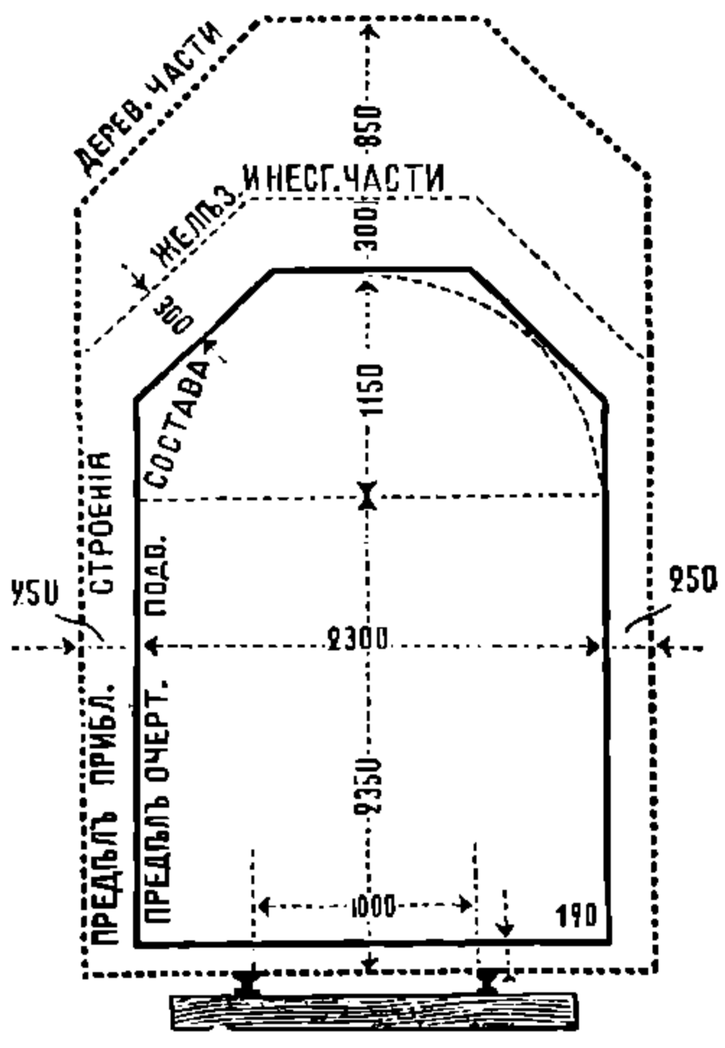


НТБ ДНУЖТ

Габаритъ для колеи 1000 и 750 mm.

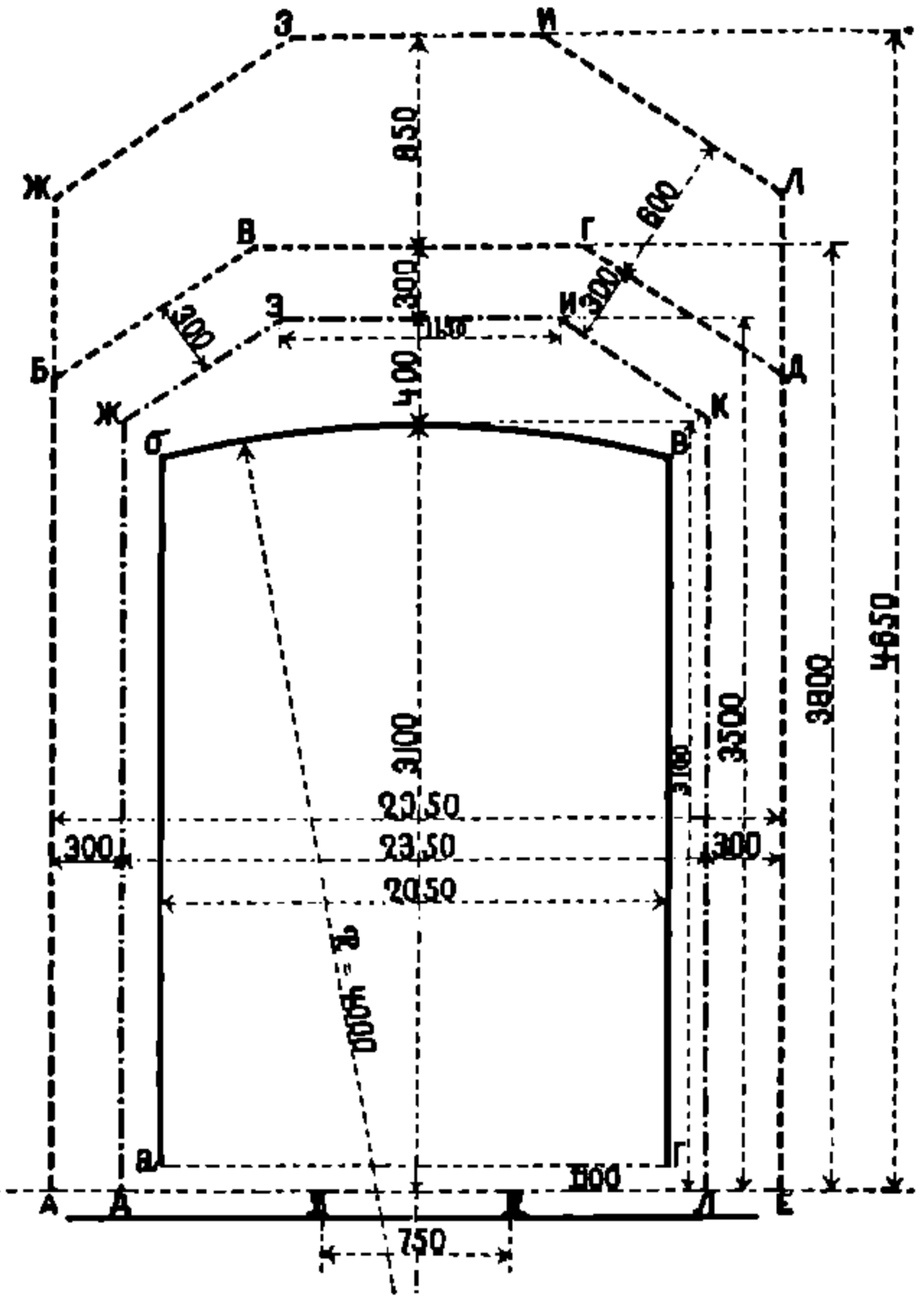
1898 г.

Черт. 4.



1893 г.

Черт. 5.



а) Нефть и продукты ея перегонки раздѣляются на классы.

§ 21. Къ первому классу причисляются вещества, отдѣляющія пары, вспыхивающіе при температурѣ не ниже 28° C (22,4° R) по аппарату Абеля-Пенскаго при давленіи воздуха 760 mm; ко второму классу — вещества, дающія вспышку паровъ при температурѣ ниже сей нормы (огнеопасныя вещества).

б) Склады для храненія нефтяныхъ продуктовъ раздѣляются на большіе, средніе и малые.

§ 23. Въ больш. складахъ можно хранить продукты безъ огранич. количествъ,
» среднихъ » » » вещества I кл. не свыше 25000 пуд.,
» » » » II » » 400 »
» малыхъ » » » » I » » 1200 »
» » » » II » » 60 »

в) Предѣлы приближенія складовъ для нефтяныхъ продуктовъ и мѣсто ихъ.

а) Большіе и средніе склады должны находиться внѣ городовъ и селеній, и притомъ первые не ближе 50, а вторые не ближе 30 саж. отъ границъ сосѣднихъ участковъ и б) малые — на окраинахъ городовъ и селеній не ближе 11 саженъ отъ деревянныхъ и 7 саженъ отъ каменныхъ жилыхъ построекъ.

8. **Отчужденіе земли** подъ желѣзную дорогу производится въ размѣрѣ, указанномъ въ **Т. У. П. и С.** гл. IV, стр. 600, а для подъѣздныхъ путей по **Т. У.** 26, стр. 631.

НТБ ДНУЖТ

9. **Огражденія и предохраненіе дороги отъ снѣжныхъ и песчаныхъ заносовъ** установлены въ **Т. У. П.** и **С.** 33, стр. 603, и прибавленіяхъ къ нимъ, стр. 626.

Разсадка деревьевъ и кустовъ въ случаѣ, когда ею загораждается видъ дороги или могутъ увеличиваться снѣжные заносы, дозволяется на разстояніи отъ пограничной черты дорожной полосы въ прямыхъ частяхъ не менѣе 5 саж., а на кривыхъ — не менѣе 10 саж.

10. **Радіусы кривыхъ** установлены по **Т. У. П.** и **С.** 12 и 13, стр. 598 и 599, а для подъѣздныхъ путей по **Т. У.** 6, стр. 627.

11. **Прямыя вставки для кривыхъ, направленныхъ въ противоположныя стороны,** по **Т. У. П.** и **С.** 14, стр. 599, а для подъѣздныхъ путей по **Т. У.** 6, стр. 627.

12. **Подъемы и скаты** установлены по **Т. У. П.** и **С.** 7—10, стр. 598, а для подъѣздныхъ путей по **Т. У.** 5, стр. 627.

13. **Сопряженіе смежныхъ склоновъ,** направленныхъ въ противоположныя стороны, установлены по **Т. У. П.** и **С.** 8, стр. 598.

14. **Наибольшія скорости движенія и число тормозовъ** установлены **П. Т. Э.** 1898, гл. III (см. ниже, Движеніе), а для подъѣздныхъ путей стр. 634.

15. **Наибольшее число осей въ поѣздѣ** установлено **П. Т. Э.** 1898 г. (см. ниже, Движеніе).

16. **Наибольшее давленіе на ось** 15 t, а для магистралей, построенныхъ послѣ 1907 года, согласно нормъ для нагрузки мостовъ, 20 t (см. стр. 289), а для подъѣздныхъ путей по **Т. У.** 31, стр. 631.

17. **Телеграфъ и телефонъ.** Число и размѣры проводовъ установлены по **Т. У. П.** и **С.** 83 и 84, стр. 617.

Правила устройства, содержанія, ремонта и дѣйствія телеграфовъ желѣзныхъ дорогъ, открытыхъ для общественнаго пользованія, утверждены 29 февраля 1880 г. Министромъ Внутреннихъ Дѣлъ, по соглашенію съ Министромъ Путей Сообщенія. (Извлеченіе.)

а. Размѣры.

§ 4а. **Столбы.** Нормальная длина столбовъ не менѣе 4 саж., толщина въ верхнемъ отрубѣ дубовыхъ не менѣе $3^1/_2$, а прочихъ породъ лѣса не менѣе 4 вершковъ.

Примѣчаніе. На желѣзныхъ дорогахъ, гдѣ не предполагается подвѣска значительнаго числа проводовъ (вмѣстѣ съ правительственными не болѣе 4), дозволяется, съ разрѣшенія Телеграфнаго Департамента, уменьшать размѣры телеграфныхъ столбовъ: длину до $3^1/_2$ с., а толщину въ верхнемъ отрубѣ до 3 вершк.

Если же впослѣдствіи окажется нужнымъ увеличить число проводовъ свыше 4, то Управленіе дороги обязано, по мѣрѣ прихода въ ветхость такихъ столбовъ, распорядиться замѣною ихъ, по требованію Телеграфнаго Департамента, другими столбами нормальныхъ размѣровъ.

При всѣхъ переходахъ линіи чрезъ полотно желѣзной дороги и чрезъ переѣзды, пересѣкающіе желѣзныя дороги, столбы должны быть такой длины, чтобы разстояніе отъ верхней грани рельсовъ до провѣса нижняго желѣзнодорожнаго провода было не менѣе 21 фута.

НТБ ДНУЖТ

Количество столбовъ, потребное на каждую версту линіи, разсчитывается не менѣе 16 и не болѣе 20 во всѣхъ мѣстностяхъ Россіи; въ случаяхъ же исключительныхъ, какъ, напр., на линіяхъ, подверженныхъ сильнымъ обледенѣніямъ, отъ 20 до 25 столбовъ.

Къ общему количеству столбовъ, подлежащихъ къ установкѣ на линіи, добавляется 5% на подпоры, подкосы, тумбы и другія надобности.

§ 4 b. **Проволока.** Проволока желѣзная, нецинкованная, для проводовъ прямого сообщенія, должна имѣть въ діаметрѣ не менѣе 5 mm, для проводовъ же незначительнаго протяженія и для проводовъ промежуточнаго сообщенія не менѣе 4 mm.

На версту линіи полагается проволоки желѣзной, діаметромъ:

3	4	5	6 mm
4	7	10,5	15 пуд.,

включая $^1/_2$ пуда на версту на случай непредвидѣннаго удлиненія линіи, утраты, а также на оттяжки, устройство земляного сообщенія при ревизіонныхъ столбахъ и пр.

Проволока толщиною 6 mm примѣняется на линіяхъ, подвергающихся снѣжнымъ обледенѣніямъ.

Проволока перевязочная должна быть желѣзная, цинкованная, толщиною $2^1/_2$ mm, длиною $3^3/_4$ ф. на каждую перевязку; количество ея опредѣляется 175 концами въ 1 пудѣ.

Проволока для **комнатныхъ проводовъ** должна быть мѣдная 2 mm, изолированная: резиною для мѣстъ, подверженныхъ сырости, а для всѣхъ прочихъ мѣстъ — бумажными нитками, пропитанными парафиномъ. Количество проволоки опредѣляется на каждый аппаратъ: изолированной резиною по 25 фут., а обмотанный нитками, пропитанными парафиномъ, по 4 фута.

§ 6 в. Столбы должны быть установлены совершенно отвѣсно и зарыты на достаточную глубину: 5-саженные — 3 арш., 4-саженные — 2,5 арш., а меньшихъ размѣровъ — 2 аршина.

г. Линія столбовъ должна быть удалена отъ наружнаго рельса пути на разстояніе ни въ какомъ случаѣ не менѣе 1,5 высоты столба надъ поверхностью земли; тамъ же, гдѣ по мѣстнымъ условіямъ соблюсти разстояніе это окажется невозможнымъ, столбы должны быть укрѣплены надежными подпорами или растяжками для полнаго предупрежденія паденія ихъ на рельсовые пути.

і. Проводы, принадлежащіе жел. дорогѣ, должны быть расположены по одной сторонѣ столбовъ, обращенной къ рельсовому пути, разстояніе же между проводами полагается 36″, а при переходахъ черезъ полотно жел. дор. до 24″.

к. При **подвѣскѣ проводовъ** слѣдуетъ руководствоваться таблицею наименьшихъ провѣсовъ при различныхъ температурахъ, указанныхъ въ нижеслѣдующей таблицѣ.

Число столбовъ на версту	Разстояніе между столбами саж.	Провѣсы въ сотыхъ доляхъ сажени при температурѣ подвѣски по R						
		мороза				тепла		
		отъ 32° до 21	отъ 14 до 16°	отъ 16° до 8°	отъ 8° до 0°	отъ 0° до 8°	отъ 8° до 16°	отъ 16° до 24°
16	31	32	39	45	50	55	59	63
20	25	24	30	35	39	43	46	49
25	20	20	24	28	31	34	37	40

b. Техническія условія на поставку матеріаловъ для устройства и ремонта телеграфныхъ линій и проводовъ.

Столбы. Столбы должны быть: дубовые, сосновые или лиственичные, зимней рубки, выдѣланные изъ корня молодого дерева, растущаго на возвышенныхъ мѣстахъ, и ни въ какомъ случаѣ не изъ вершинъ стараго дерева, круглые и хорошаго качества; сосновые и лиственичные совершенно прямые,

НТБ ДНУЖТ

а дубовые, по мѣрѣ возможности, недряблые, безъ табачныхъ сучьевъ и горбовъ, тщательно очищенные отъ коры и волоконъ, сверху заострены на два ската.

По доставкѣ столбовъ на складочные пункты, они должны быть сложены въ штабели, причемъ наблюдается, чтобы подъ нижній рядъ столбовъ были подложены подкладки и чтобы при кладкѣ столбовъ между ними оставлялись нѣкоторые промежутки для свободнаго доступа воздуха во всѣ ряды штабеля. Для штабелей должны быть избираемы болѣе возвышенныя мѣста, которыя, предварительно кладки на нихъ столбовъ, должны быть очищены отъ снѣга.

Въ мѣстностяхъ, гдѣ, кромѣ еловыхъ лѣсовъ хорошаго качества, дѣйствительно не имѣется вблизи лѣсовъ другихъ, болѣе пригодныхъ и указанныхъ выше породъ, допускается изготовленіе телеграфныхъ столбовъ изъ еловаго лѣса.

Въ случаѣ желанія желѣзнодорожныхъ обществъ замѣнить деревянные телеграфные столбы металлическими, слѣдуетъ относительно употребленія подобнаго рода столбовъ входить, каждый разъ, съ отдѣльнымъ по сему предмету ходатайствомъ въ М. П. С., которое разрѣшаетъ таковыя ходатайства по сношенію съ Телеграфнымъ вѣдомствомъ.

Проволока. Проволока должна быть выдѣлана исключительно изъ желѣза, предназначеннаго для приготовленія проволоки, высшаго достоинства, выплавленнаго на древесномъ углѣ.

Проволока должна имѣть правильную цилиндрическую форму съ круговымъ сѣченіемъ одинаковаго, по всей длинѣ проволоки, діаметра. Измѣненіе въ величинѣ діаметра допускается въ одну и въ другую сторону не болѣе какъ на 0,1 mm.

Поверхность проволоки должна быть совершенно гладкою, безъ раковинъ, щелей и пленокъ.

Въ изломѣ проволока должна представлять волокнистое строеніе и плотную массу матоваго, свѣтло-сѣраго цвѣта, безъ черныхъ пятенъ и блестокъ.

Проволока подвергается слѣдующимъ пробамъ.

а) **Проба изгибомъ.** Проволока должна выдерживать, не ломаясь, не разслоиваясь и не пружинясь, т.-е. загибаясь ровно, мягко, не отдаваясь при изгибаніи назадъ, количество изгибовъ подъ прямымъ угломъ, указанное въ таблицѣ.

Діаметръ	Допускаемое отступленіе діам.		а) Число изгибовъ подъ прямымъ угломъ	б) Число оборотовъ около оси	г) Не должна разрываться при грузѣ меньшемъ	
	не тоньше	не толще				
mm	mm	mm			kg	пуд.
6	5,9	6,1	4	8	1240	76
5	4,9	5,1	6	10	860	52,5
4	3,9	4,1	8	12	550	33,5
3	2,9	3,1	10	14	310	19,0
$2^1/_2$	2,4	2,6	15	16	215	13,0

б) **Проба скручиваніемъ.** Кусокъ проволоки длиною 15 cm долженъ выдержать безъ излома и разслоенія указанное въ таблицѣ число оборотовъ около своей оси.

в) **Проба навертываніемъ.** Проволока должна навертываться плотными кругами на цилиндръ одного съ нею діаметра, не ломаясь и не разслоиваясь.

г) **Проба разрывомъ.** Проволока, подверженная тяжести, не должна разрываться при грузѣ, меньшемъ указаннаго въ таблицѣ предѣльнаго.

Пробы производятся слѣдующимъ образомъ:

а) Для опредѣленія числа изгибовъ подъ прямымъ угломъ берется кусокъ проволоки, длиною около 12 дюймовъ (30 cm), зажимается однимъ концомъ въ тиски, въ которые вкладываются деревянные вкладыши, и перегибается руками по губамъ тисковъ, подъ прямымъ угломъ, требуемое число разъ въ ту и другую сторону.

НТБ ДНУЖТ

б) Для опредѣленія числа скручиваній около оси берется кусокъ проволоки длиною 8″ (20 cm), вкладывается однимъ концомъ на 1″ (2½ cm) въ клещи, параллельно ихъ губамъ, и крѣпко завинчивается. Другой конецъ загибается на 1″ (2½ cm) подъ прямымъ угломъ и укрѣпляется въ ручныхъ тискахъ, которымъ сообщаютъ вращеніе въ одну сторону около оси проволоки. Для опредѣленія числа оборотовъ около оси, на верхней сторонѣ проволоки, между столовыми и ручными тисками, проводится напильникомъ черта.

в) При навертываніи проволоки на скалку, одного съ испытуемою проволокою діаметра, слѣдуетъ наблюдать, чтобы кусокъ проволоки, служащій скалкою, былъ тщательно выправленъ.

г) Если проба на разрывъ производится не на разрывномъ станкѣ, а помощью подвѣшиванія груза, то, для избѣжанія толчковъ, грузъ долженъ состоять изъ сухого песку, насыпаемаго въ ящикъ, поставленный на доску гирь.

д) Діаметръ проволоки провѣряется калибромѣромъ.

При освидѣтельствованіи проволоки на заводѣ пріемщикъ изъ всей партіи выбираетъ 3% круговъ и подвергаетъ ихъ всѣмъ вышепоказаннымъ пробамъ, при чемъ если изъ числа пробуемыхъ круговъ не выдержитъ пробъ болѣе 5% испытуемаго количества, то вся партія бракуется. Заводу предоставляется, впрочемъ, право забракованную партію проволоки разсортировать и ту часть ея, которая, по мнѣнію завода, соотвѣтствуетъ вполнѣ требуемымъ условіямъ, предложить еще разъ для освидѣтельствованія. Въ послѣднемъ случаѣ изъ представленной для вторичнаго освидѣтельствованія партіи подвергаются освидѣтельствованію 3%. и въ случаѣ, если хоть одна проба окажется неудовлетворительною, то вся партія заготовленной проволоки окончательно бракуется.

Если проволока цинкована, то цинкъ долженъ ровно и плотно лежать на проволокѣ и, во время навертыванія проволоки на скалку, не долженъ трескаться или отскакивать.

Для опредѣленія плотности слоя цинка кусокъ цинкованной проволоки погружается 4 раза въ растворъ, состоящій изъ 1 части мѣднаго купороса и 5 частей воды, каждый разъ въ теченіе одной минуты, причемъ проволока не должна краснѣть.

Нецинкованная проволока всѣхъ діаметровъ, для предохраненія отъ ржавчины, предъ свертываніемъ ея въ круги, покрывается составомъ изъ варенаго льняного масла съ небольшою примѣсью свинцоваго сахара.

Концы проволоки всѣхъ діаметровъ не должны быть короче 50 с. (106,5 m). У каждаго куска проволоки всѣхъ діаметровъ, немедленно послѣ прокатки ея, отрѣзываются концы съ обѣихъ сторонъ на разстояніи 3¼ фут. (1 m).

IV. Выполненіе предварительныхъ техническихъ работъ.

a. Порядокъ работъ.

1. Общія предварительныя работы.

1. **Установленіе главныхъ условій для веденія линіи** (число путей, нормальная профиль полотна, предѣльные подъемы и радіусы закругленій, наибольшее давленіе на ось, вѣсъ поѣздовъ, скорость и т. п.).

2. **Составленіе плана** и продольной профили мѣстности для дороги, а въ мѣстностяхъ гористыхъ — нанесеніе 3-саженныхъ горизонталей. Масштабъ 1 : 10000 до 1 : 5000.

3. **Составленіе проекта на бумагѣ.** Сюда относится нанесеніе линіи на планъ и продольной профили на разрѣзъ, причемъ наносятся подъемы и кривыя, дѣлается примѣрное распредѣленіе земляныхъ работъ и опредѣляется ихъ количество.

НТБ ДНУЖТ

Всѣ эти работы дѣлаются лишь въ общихъ чертахъ для нѣсколькихъ случаевъ, возможныхъ при проведеніи данной линіи. Изъ всѣхъ этихъ линій выбирается одна — наиболѣе выгодная, для которой всѣ вышеприведенныя работы повторяются съ большею тщательностью. Затѣмъ приступаютъ къ составленію смѣты и т. д.

2. Детальныя предварительныя работы для выбраннаго направленія.

1. **Составленіе подробнаго плана** мѣстности и разрѣзовъ съ нанесеніемъ всѣхъ подробностей и деталей посредствомъ точныхъ съемокъ и нивеллировокъ. Средній масштабъ 1 : 2500, а въ гористыхъ или густозаселенныхъ мѣстахъ цѣлесообразнѣе 1 : 1000; въ ровной мѣстности достаточно 1 : 5000.

2. **Составленіе исполнительнаго проекта.** По нанесеніи линіи на бумагу обозначаютъ линію на мѣстѣ съ разбивкою необходимыхъ кривыхъ. Составленіе окончательнаго плана линіи съ подраздѣленіемъ ея на участки, съемка продольной и поперечныхъ профилей. Подробная разработка всего проекта верхняго строенія полотна, сооруженій, путевыхъ переходовъ и т. д. Составленіе вѣдомости всѣхъ новыхъ сооруженій и измѣненій въ направленіи дорогъ, теченіи рѣчекъ, водъ и т. д. съ необходимыми поясненіями.

3. **Составленіе плана постройки** обязательно.

4. **Предварительныя работы по отчужденію земель** производятся послѣ нанесенія линіи на мѣстности.

5. Одновременно съ прочими работами опредѣляются всѣ условія движенія водъ (наивысшіе уровни водъ, отверстія для прохода водъ и друг.) и дѣлается изслѣдованіе грунта. Равнымъ образомъ, собираются свѣдѣнія о цѣнахъ, мѣстахъ пріобрѣтенія матеріаловъ и друг.

3. Образецъ для составленія расцѣночной вѣдомости на сооруженіе желѣзной дороги (въ Россіи).

Общія данныя:

1. **Длина:** а) главнаго пути и б) запасныхъ путей въ верстахъ.

2. **Пропускная способность** дороги въ сутки (число m паръ поѣздовъ).

3. **Водоснабженіе** для движенія x паръ поѣздовъ въ сутки.

4. **Подвижной составъ** разсчитанъ на a паръ пассажирскихъ, b паръ товаропассажирскихъ и c паръ товарныхъ поѣздовъ въ сутки.

Гл. I. **Отчужденіе имуществъ.** Ст. 1. Пріобрѣтеніе земель. Ст. 2. Вознагражденіе за уничтоженіе посѣвовъ и покосовъ и другіе временные убытки. Ст. 3. Споръ строеній на линіи. Ст. 4. Администрація по отчужденію, составленіе плановъ, разграниченіе отчуждаемой полосы, разстановка межевыхъ столбовъ, заключеніе крѣпостныхъ актовъ, разъѣзды оцѣночныхъ комиссій и друг.

НТБ ДНУЖТ

Гл. II. **Устройство земляного полотна.** Ст. 1. Рубка лѣса и корчевка пней. Ст. 2. Земляныя работы по устройству полотна дороги съ отклоненіемъ встрѣчающихся дорогъ, устройствомъ полотна для переѣздовъ въ уровень дороги, а равно устройствомъ нагорныхъ и другихъ канавъ для отведенія воды, а также руселъ. Ст. 3. Земляныя работы по устройству станціонныхъ площадокъ и платформъ. Ст. 4. Отдѣлка и укрѣпленіе откосовъ насыпей, выемокъ и канавъ. Ст. 5. Укрѣпленіе откосовъ насыпей на разливахъ большихъ рѣкъ и струенаправляющихъ дамбъ. Ст. 6. Устройство дренажа для отвода воды. Ст. 7. Устройство временныхъ дорогъ съ мостами.

Гл. III. **Искусственныя сооруженія.** Ст. I. Мосты деревянные. Ст. 2. Чугунныя трубы отв. 0,50 саж. Ст. 3. Каменныя трубы. Ст. 4. Желѣзные мосты малыхъ отверстій. Ст. 5. Желѣзные мосты черезъ большія рѣки. Ст. 6. Путепроводы.

Гл. IV. **Верхнее строеніе.** По разсчету на p верстъ главнаго пути и q верстъ запасныхъ и разъѣздныхъ путей, а всего на $p+q$ верстъ. Ст. 1. Песку для балластнаго слоя. Ст. 2. Поперечины. Ст. 3. Рельсы и скрѣпленія. Ст. 4. Развозка рельсовъ, скрѣпленій и поперечинъ по линіи. Ст. 5. Укладка рельсоваго пути и содержаніе его въ исправности до открытія движенія. Ст. 6. Исправленіе подвижного состава по окончаніи работъ.

Гл. V. **Принадлежности пути.** Ст. 1. Верстовые столбы, уклонные знаки и указатели кривыхъ. Ст. 2. Дрезины, флаги и инструменты для ремонта пути. Ст. 3. Переносные щиты для защиты отъ снѣжныхъ заносовъ.

Гл. VI. **Телеграфъ.** Ст. 1. Телеграфные столбы съ прибавкой 10% на упоры, кресты и т. д. Ст. 2. Устройство проводовъ съ изоляторами, крючьями; аппараты, батареи, установка. Ст. 3. Содержаніе телеграфной службы и телеграфа въ исправности до сдачи дороги.

Гл. VII. **Сторожевые дома, казармы и переѣзды.** Ст. 1. Сторожевые дома со службами, заборами и меблировкою. Ст. 2. Казармы для ремонтныхъ рабочихъ со службами, заборами и меблировкой. Ст. 3. Устройство переѣздовъ на уровнѣ рельсовъ со всѣми принадлежностями, кромѣ земляныхъ работъ. Ст. 4. Колодцы.

Гл. VIII. **Станціонныя постройки.** Ст. 1. Пассажирскія зданія. Ст. 2. Платформы пассажирскія. Ст. 3. Платформы товарныя. Ст. 4. Товарные сараи. Ст. 5. Паровозныя зданія. Ст. 6. Большія и малыя мастерскія для ремонта подвижного состава. Ст. 7. Водоемныя зданія съ деревянными шатрами. Ст. 8. Водоподъемныя зданія со службами. Ст. 9. Кузницы для службы ремонта пути. Ст. 10. Магазины для склада ремонтныхъ инструментовъ. Ст. 11. Жилые дома. Ст. 13. Службы: отхожія мѣста, ледники, сараи, погреба. Ст. 14. Бани.

Гл. IX. **Водоснабженіе станцій.** Ст. 1. Пріемники воды. Ст. 2. Паровыя машины, насосы, котлы и принадлежности. Ст. 3. Водопроводныя трубы съ укладкой. Ст. 4. Водоемные танки съ подогрѣвателями и принадлежностями. Ст. 5. Гидравлическія колонны съ фундаментами. Ст. 6. Краны пожарные и промывные. Ст. 7. Водоудержательныя задвижки съ устройствомъ колодцевъ. Ст. 8. Сигнализація къ водоемнымъ зданіямъ. Ст. 9. Оборудованіе водоемныхъ и водоподъемныхъ зданій на станціяхъ.

Гл. X. **Принадлежности станцій.** Ст. 1. Переводные сигналы, поворотные круги, стрѣлки, вѣсовые помосты, огнегасительные снаряды, упоры и пр. Ст. 2. Мощеніе станціонныхъ дворовъ. Ст. 3. Ограды. Ст. 4. Меблировка станцій, приборы для взвѣшиванія билетовъ, приборы освѣщенія. Ст. 5. Оборудованіе мастерскихъ.

Гл. XI. **Подвижной составъ.** Ст. 1. Паровозы. Ст. 2. Вагоны пассажирскіе. Ст. 3. Вагоны товарные.

Гл. XII. **Общіе расходы.** Ст. 1. Расходы по предварительнымъ и окончательнымъ изысканіямъ и составленіе проекта. Ст. 2. Содержаніе администраціи во время постройки. Ст. 3. Санитарная часть. Ст. 4. Расходы по временному движенію. Ст. 5. Непредвидѣнные расходы. Ст. 6. Проценты на капиталъ во время постройки. Ст. 7. Расходы по реализаціи облигацій. Ст. 8. Оборотный капиталъ.

Гл. XIII. **Расходы посторонних ѣдомствъ.**

Примѣчаніе. Между «общими» и «детальными» предварительными работами на нѣкоторыхъ участкахъ бываетъ трудно опредѣлить разницу, такъ какъ часто работы эти бываютъ общими для тѣхъ или для другихъ. Всѣ

НТБ ДНУЖТ

предварительныя работы, представляющія работы строго проектныя, находятся между собой въ тѣсной связи, и исполняются онѣ всегда вмѣстѣ. Для составленія первоначальныхъ подробныхъ рабочихъ плановъ, а равно и плановъ отчужденія бумагу не слѣдуетъ наклеивать на доску, а употреблять бумагу въ сверткахъ, наклеенную на коленкоръ (неизмѣняемую бумагу).

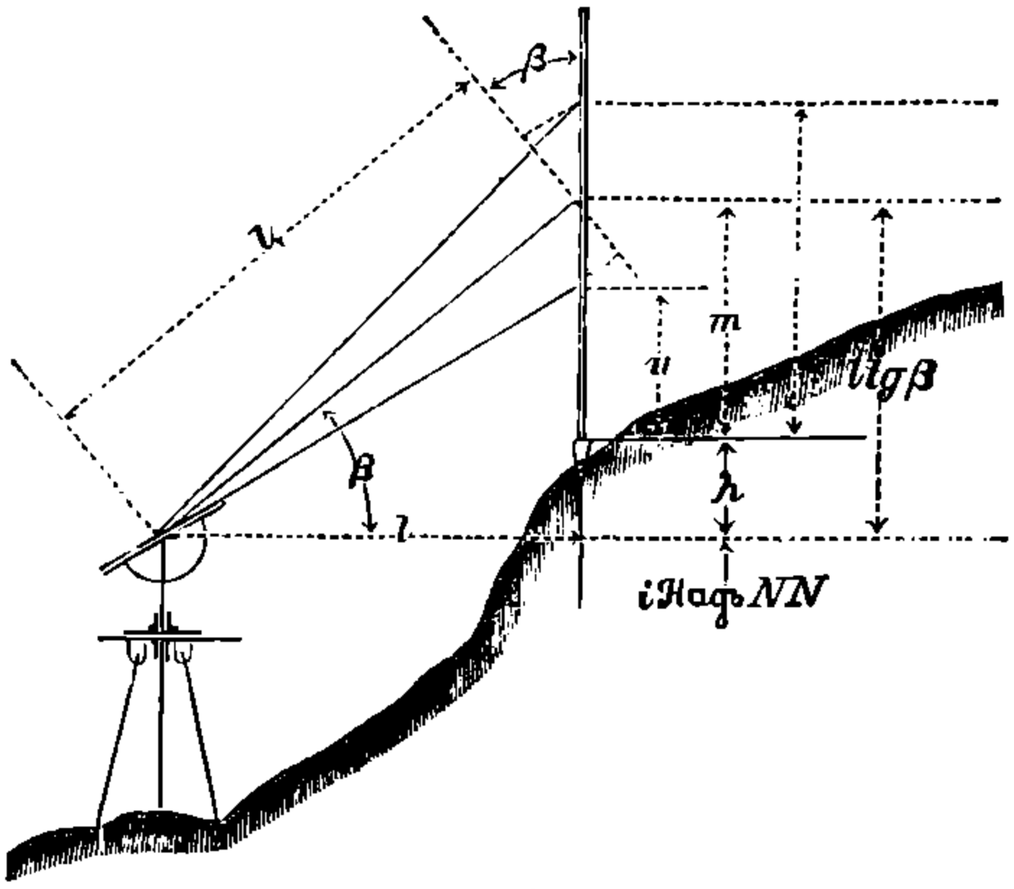
b. Исполнительныя работы.

α. Геометрическія работы.

1. Съемки.

Основное правило успѣшной съемки при изысканіяхъ заключается въ отличіи существенныхъ данныхъ съемки отъ данныхъ несущественныхъ для общаго обзора. Данныя перваго рода должны быть опредѣляемы точными измѣреніями, несущественныя данныя могутъ быть взяты прямо по картамъ мѣстности. На чертежахъ необходимо отличать тѣ и другія данныя соотвѣтствующими знаками. Особая точность требуется при снятіи тріангуляціонной сѣти и въ тѣхъ случаяхъ, когда отъ неточнаго нанесенія возможно накопленіе ошибокъ.

Черт. 6.



Способы съемки.

1. **Барометрическое измѣреніе высотъ** по существующимъ планамъ примѣняется лишь при предварительныхъ изысканіяхъ (см. стр. 48).

2. **Съемка посредствомъ угломѣрныхъ приборовъ съ дальномѣрами,** каковы: тахеометры, швейцарская мензула съ дальномѣромъ и параллельною линейкой *); послѣдняя особенно удобна для точныхъ и подробныхъ плановъ въ масштабѣ 1 : 1000 (см. стр. 41 и слѣд.)

Запись во время съемки производится при этомъ по прилагаемой формѣ (черт. 6).

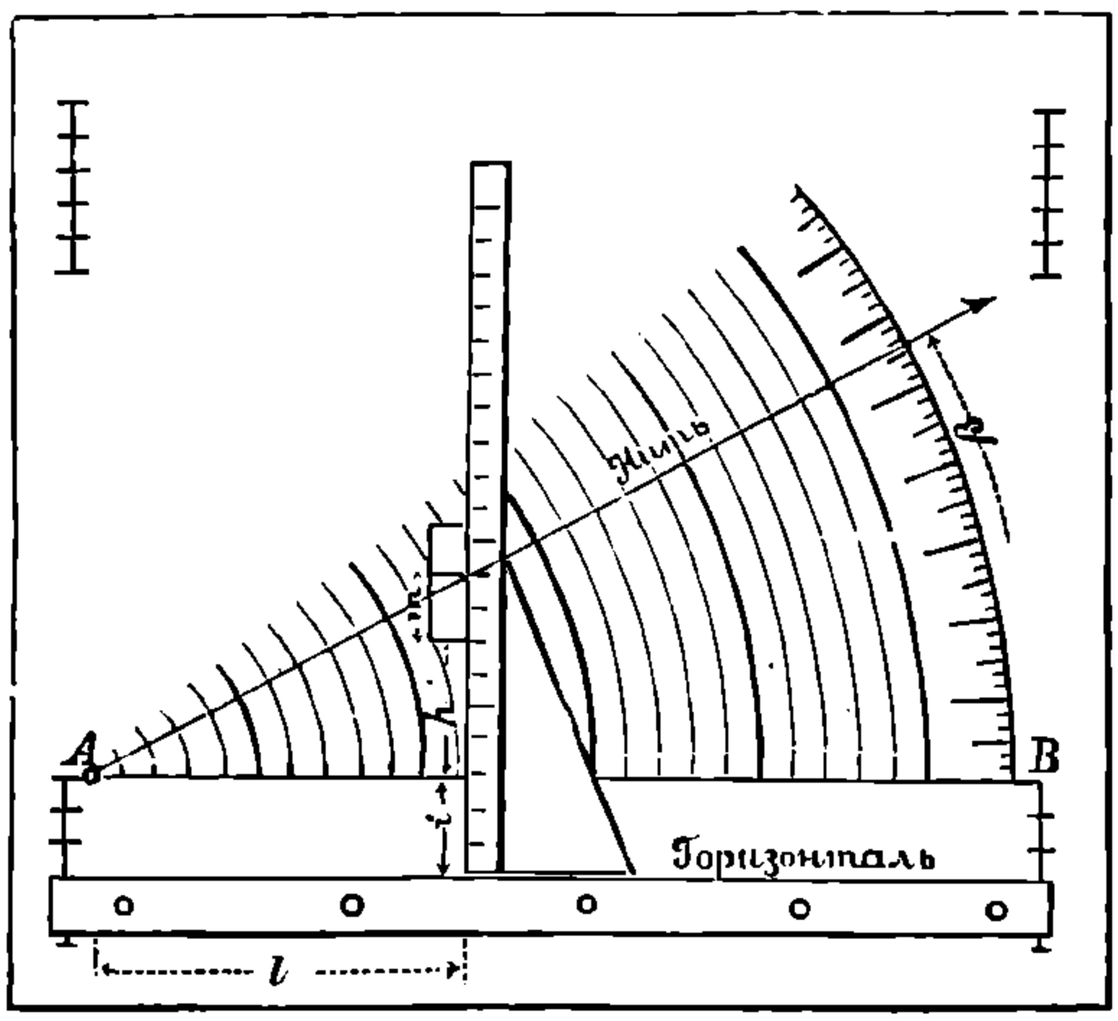
$$l = l_1 \cos \beta = k\,(o - u)\,\cos^2 \beta = k\,(o - u)\,(1 - \sin^2 \beta);$$
$$h = l\ \mathrm{tg}\ \beta - m.$$

*) Сист. Кернъ въ Аарау и Деннертъ и Папевъ Альтона.

НТБ ДНУЖТ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Номеръ стоянки.	Уголъ гориз. α	Уголъ верт. β	Показ. рейки $o=$ $u=$ $m=$	$k\,(o-u)$	Горизонтальное разстояніе l	$l \operatorname{tg} \beta$	h	Отмѣтка высоты инструмента i	Отмѣтка точки $i \pm h$	Примѣчаніе
						m +	m	m		$k=$ коэффиціентъ дальномѣра, обыкновенно $k=$ 100 или 200.

Черт.



Примѣчаніе. Вычисленіе и заполненіе графъ 5—10 при съемкѣ тахеометромъ и гр. 7—10 при съемкѣ мензулой производится въ комнатѣ. При мензульной съемкѣ графа 2 не заполняется. Умноженіе на $\sin^2 \beta$ производится посредствомъ счетной линейки.

По вычисленіи для каждой стоянки инструмента связывающей отмѣтки, т.-е. отмѣтки i, величина разстоянія l легко и скоро опредѣляется по слѣдующему **графическому способу**. Радіусъ дуги транспортира (черт. 7), на которомъ отпечатаны углы β, раздѣленъ на равныя части, и чрезъ точки дѣленія проведены концентрическіе круги. Горизонтальная линейка устанавливается на разстояніи i отъ радіуса AB транспортира, и по ней посредствомъ угольника передвигается вертикальная линейка съ дѣленіями m (соотвѣтствуетъ рейкѣ тахеометра).

Беремъ по масштабу AB отъ центра величину $k\,(o-u)$ и посредствомъ нити назначаемъ уголъ β. При помощи концентрическихъ круговъ и передвижной вертикальной линейки можно, опуская два раза перпендикуляры на AB, умножить величину $k\,(o-u)$ на $\cos^2 \beta$ и такимъ образомъ найти высоту точки $i+h+m$ (на вертикальной линейкѣ), а также и горизонтальное разстояніе l (на горизонтальной линейкѣ). Установка нити на уголъ β производится дру-

НТБ ДНУЖТ

гимъ, а величины β и $k\,(o - u)$ диктуются третьимъ лицомъ.

Въ случаѣ пониженія мѣстности чертежъ поворачивается на 180°.

3. **Съемка длинными поперечными профилями** производится, при недостаткѣ совершенныхъ инструментовъ, посредствомъ экера, который устроенъ поворотнымъ съ дѣленіями, дающими возможность отсчитывать углы 5′ до 10′. Съемка эта требуетъ весьма много времени, почему и мало употребительна.

Для съемки короткихъ поперечныхъ профилей, отыскиванія наклонныхъ прямыхъ на мѣстности часто пользуются небольшими высотомѣрами Вреде, Бозе, Абней и друг. *).

4. **Фотограмметрическія** съемки (съемки при помощи фотографическихъ приборовъ), при тщательномъ ихъ выполненіи, весьма удобны для предварительныхъ изысканій въ случаяхъ, когда нѣтъ топографическихъ картъ мѣстности; но способъ этотъ дорогой, почему рѣдко примѣняется для предварительныхъ работъ **).

2. Разбивка кривыхъ.

Разработанную проектную линію разбиваютъ на мѣстѣ, причемъ длина и направленіе прямыхъ частей берутся на чертежѣ и наносятся отъ постоянныхъ точекъ съемки. Затѣмъ наносятся точки пересѣченія, измѣряются дѣйствительные углы касательныхъ, откладываются длины касательныхъ и опредѣляется начало кривой, послѣ чего производится разбивка отдѣльныхъ точекъ кривой, а равно и переходныхъ кривыхъ. Послѣднія, однако, въ пологихъ кривыхъ разбиваются впослѣдствіи при укладкѣ верхняго строенія пути.

Углы, вершины которыхъ недоступны или удалены, дѣлятся произвольною линіею на двѣ части, которыя измѣряются отдѣльно.

Способъ разсчета.

Измѣряютъ углы α, β и длину c (черт. 8). Данъ радіусъ R.

Тогда: $\varphi = \alpha + \beta$; $T = R\,\mathrm{tg}\,{}^1/_2\varphi$;

$$b = \frac{c \sin \beta}{\sin \varphi}; \qquad a = \frac{c \sin \alpha}{\sin \varphi}; \qquad x = T - b; \qquad x_1 = T - a.$$

Кромѣ начала и конца кривой (точекъ касанія), отмѣчаютъ для провѣрки кривой еще ея середину. Дѣлается это либо раздѣленіемъ пополамъ угла при вершинѣ и отклады-

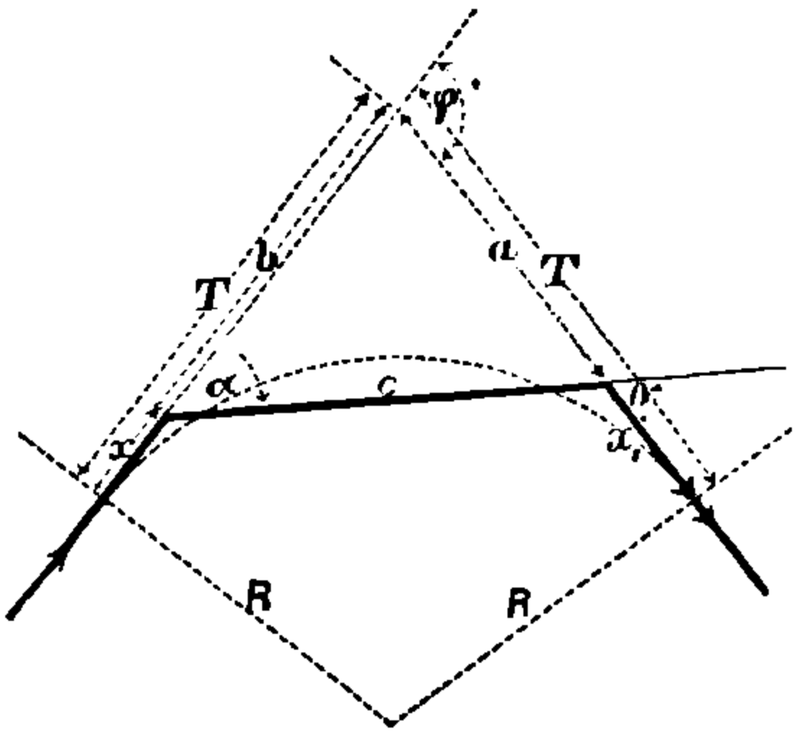
*) См. Zentralbl. d. Bauverw. 1886, стр. 272 и 452; Deutsche Bauztg. 1877, стр. 359.

**) Подробно объ этомъ см., между прочимъ, Handb. d. Ing. W., томъ I, изд. 3, глава 1, Рихарда и Мекензенъ. — Штейнеръ, Die Photographie im Dienste des Ingenieurs, Вѣна, 1891. — Koppe, Schweiz. Bzt., т. 28, стр. 83, Aufnahmen zur Jungfraubahn.

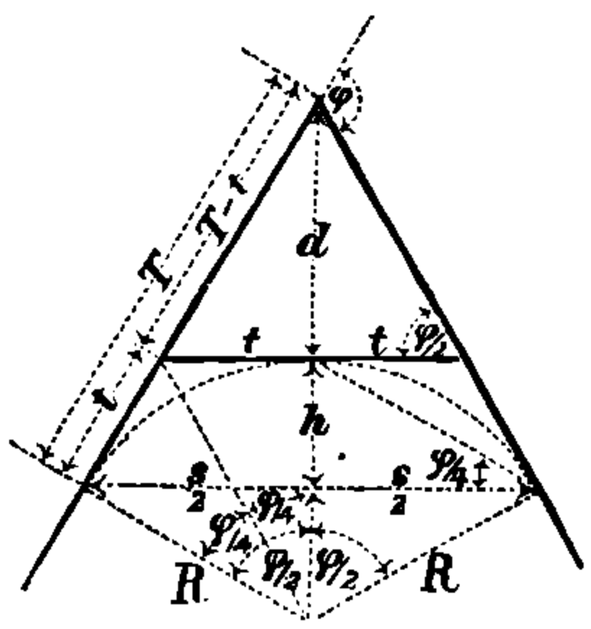
НТБ ДНУЖТ

ваніемъ разстоянія d до вершины кривой, или посредствомъ вспомогательной касательной t (требуется при большихъ углахъ) по слѣдующему разсчету (черт. 9):

Черт. 8.



Черт. 9.



$$t = R \operatorname{tg} {}^1\!/_4\, \varphi; \qquad d = t \operatorname{tg} {}^1\!/_2\, \varphi = R \operatorname{tg} {}^1\!/_4\, \varphi \operatorname{tg} {}^1\!/_2\, \varphi = T \operatorname{tg} {}^1\!/_4\, \varphi.$$

Половина длины хорды:

$${}^1\!/_2\, s = R \sin {}^1\!/_2\, \varphi.$$

Высота дуги:

$$h = {}^1\!/_2\, s \operatorname{tg} {}^1\!/_4\, \varphi = 2\, R \sin^2 {}^1\!/_4\, \varphi.$$

Длина дуги (φ въ град.) равна:

$$l = \pi\, R \frac{\varphi}{180} = 0{,}017\,45\, R\, \varphi \text{ *)}.$$

Таблицы l, h и s для данныхъ угловъ φ см. ч. I, стр. 34 и 35.

Нѣкоторые наиболѣе употребительные пріемы для разбивки точекъ кривой.

1. **Отъ касательной.** Наиболѣе употребительный способъ (черт. 10).

При равныхъ величинахъ абсциссы имѣемъ:

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2}.$$

Вмѣсто этой формулы можно съ удобствомъ пользоваться

$$y = \frac{x^2}{2\,R} + \frac{y^2}{2\,R}$$

слѣдующимъ образомъ.

Для $x = 10$, 20, 30 m и т. д. опредѣляютъ приблизительно $y = x^2 : 2\,R$ и прибавляютъ опредѣляемую отсюда величину $y^2 : 2\,R$. Прибавка эта, какъ легко видѣть (исключая тѣхъ

*) Весьма удобны для точнаго производства приведенныхъ разсчетовъ таблицы Ruhlmann'a для тригонометрическихъ линій и длины дугъ. Счетная линейка въ данномъ случаѣ весьма удобна и практична.

НТБ ДНУЖТ

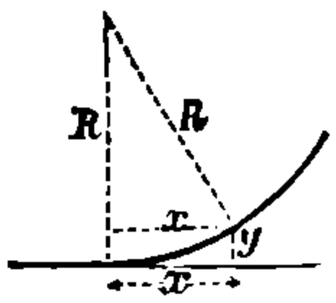
случаевъ, когда x очень велико и R очень мало), бываетъ почти всегда настолько малою, что можно вполнѣ ограничиться приблизительною величиною $x^2 : 2R$.

Послѣдняя величина отсчитывается съ помощью счетной линейки *).

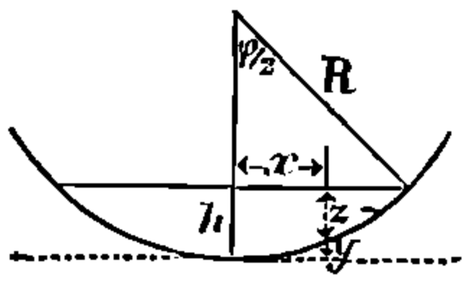
2. **Отъ хорды**, въ случаѣ, если касательная недоступна или почему-либо неудобно расположена. Разбивка начинается отъ средины хорды (черт. 11):

$$z = h - y = h - \frac{x^2}{2R} \text{ (приблизительно).}$$

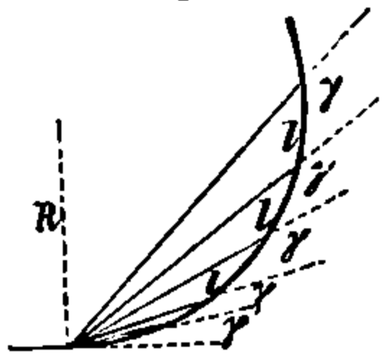
Черт. 10.



Черт. 11.



Черт. 12.



3. **Посредствомъ угломѣрнаго прибора и цѣпи.** Углы γ (черт. 12), соотвѣтствующіе равнымъ отрѣзкамъ дугъ l, опредѣляемымъ цѣпью, между собой равны и выражаются въ секундахъ:

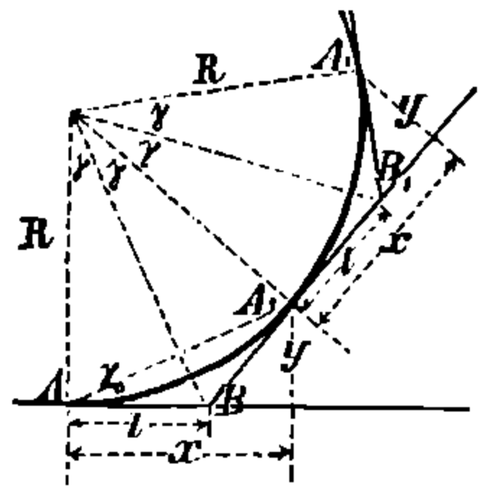
$$\gamma = \frac{l}{2R}\frac{180}{\pi} = 206265\,\frac{l}{2R}.$$

Примѣчаніе. Направленіе визирной линіи должно близко подходить къ направленію цѣпи, съ тѣмъ чтобы точка пересѣченія получалась по возможности вѣрнѣе. Для этой цѣли необходимо послѣ отмѣтки нѣсколькихъ точекъ кривой переставить инструментъ. Касательная въ новой стоянкѣ инструмента опредѣлится визированіемъ подъ угломъ $\Sigma(\gamma)$ къ послѣдней хордѣ и переводомъ трубы черезъ зенитъ.

Посредствомъ мензульной доски можетъ быть произведенъ тотъ же способъ разбивки безъ разсчетовъ. Для этой цѣли дѣлятъ дугу на доскѣ (чертежъ долженъ быть въ произвольномъ, но большомъ масштабѣ) и назначаютъ углы γ. Стоянка инструмента можетъ при этомъ быть и не на самой дугѣ и легче можетъ быть измѣняема.

Если отверстіе угла недоступно (напр. при разбивкѣ кривыхъ въ туннеляхъ), то перестановка инструментовъ производится послѣ каждаго измѣренія цѣпью, причемъ (послѣ перваго угла γ) каждый разъ откладывается уголъ 2γ къ послѣдней хордѣ посредствомъ перевода трубы черезъ зенитъ.

Черт. 13.



4. **Разбивка посредствомъ ряда касательныхъ** (черт. 13). Для данной длины l (напр. длины цѣпи) имѣемъ уголъ $\gamma = \text{arc tg}\ (l : R)$, или для небольшихъ угловъ весьма точно:

*) Подробныя таблицы Hecht, Knoll, Kröhnke (13 изд. 1896), Sarrazin и Oberbeck (13 изд. 1901).

НТБ ДНУЖТ

$\gamma = 206265\,(l \quad R)$ въ секундахъ.

При длинѣ касательной x имѣемъ ординаты кривой весьма точно:

$$y = 2R\,\sin^2\gamma; \qquad x = 2R\,\sin\gamma.$$

По этимъ координатамъ находимъ вторую точку касательной A_1, которая послѣ соединенія съ B даетъ направленіе второй касательной. Въ A_1 точно такъ же, какъ и въ A, откладываемъ уголъ γ и опредѣляемъ третью точку касательной.

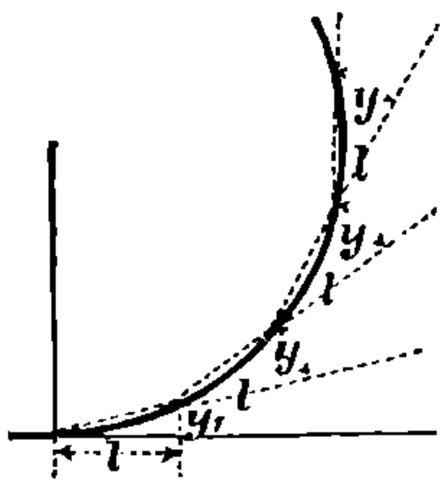
Въ виду малой величины угла γ (напр. при $l = 20$ m или 10 m) имѣемъ съ достаточною точностью, какъ въ 1:

$$y = \frac{x^2}{2R} = \frac{4l^2}{2R} = \frac{2l^2}{R}.$$

Въ точкахъ, соотвѣтствующихъ вершинамъ угловъ B ордината дуги:

$$y_1 = \frac{l^2}{2R} = \frac{y}{4}.$$

Черт. 14.



По этому способу весьма удобно производить разбивку точекъ кривой въ томъ случаѣ, когда по одну или другую сторону кривой нѣтъ мѣста для веденія длинныхъ прямыхъ, т.-е. при разбивкѣ по первому или второму способу.

5. Подобнымъ образомъ производится **разбивка посредствомъ сѣкущихъ** (черт. 14).

Для первой ординаты имѣемъ (очень близко):

$$y_1 = \frac{l^2}{2R};$$

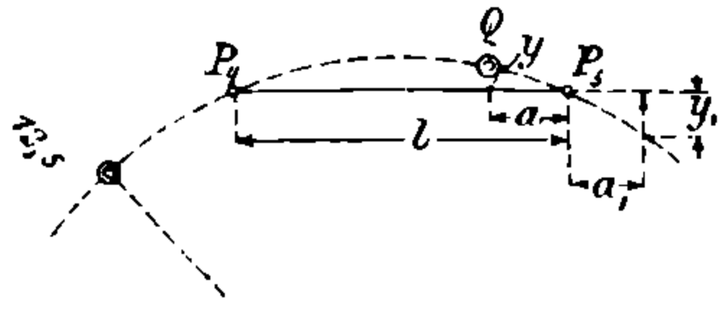
а для всѣхъ остальныхъ ординатъ: $y = 2y_1$.

Такимъ образомъ, можно безъ измѣренія угловъ и безъ разсчетовъ ординатъ скоро и легко получать очертаніе плавной кривой, хотя и нѣсколько иного радіуса, но весьма близкаго къ заданному. Способъ этотъ весьма употребителенъ по своей простотѣ.

Переходныя кривыя см. «Верхнее строеніе».

6. Отмѣтка точки (на станціи) или разбивка оси какого-либо сооруженія, находящагося въ промежуткѣ между двумя точками кривой, взаимно удаленными на разстояніи l, принадлежитъ къ числу работъ часто встрѣчающихся при сооруженіи линіи желѣзной дороги и разбивки сооруженій, равно какъ и проведеніе въ полѣ новой касательной. Для этого удобно пользоваться слѣдующими пріемами.

Черт. 15.



1. Пусть P_4 и P_5 (черт. 15) двѣ точки, полученныя при разбивкѣ кривой, и пусть въ точкѣ Q требуется назначить ось какого-либо сооруженія. Какъ велика тогда ордината y, считая отъ хорды. Весьма близко величина y опредѣляется изъ

$$y = \frac{a\,(l - a)}{2R}$$

НТБ ДНУЖТ

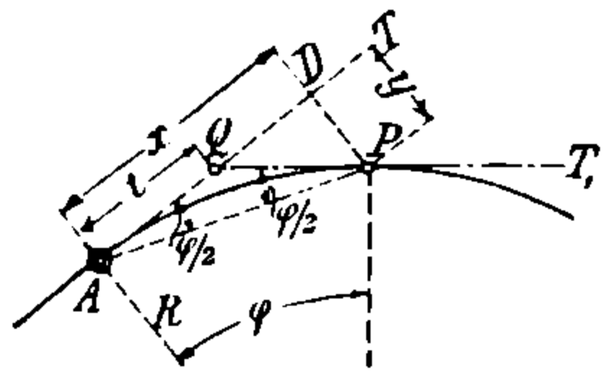
или, если Q находится съ другой стороны точки P_3 на небольшомъ отъ нея разстояніи, то имѣемъ также

$$y_1 = \frac{a_1(l+a_1)}{2R}.$$

Степень приближенія по вышеприведеннымъ формуламъ при малыхъ величинахъ l (до 20 m) весьма велика.

2. Пусть въ точкѣ P требуется для дальнѣйшей разбивки кривой или для разбивки новаго сооруженія провести новую касательную T_1, если дано начало кривой A и касательная T. При помощи зеркальнаго экера находимъ основаніе перпендикуляра, опущеннаго изъ P на T; измѣряемъ $y = PD$ и $x = DA$.

Черт. 16.



$$\operatorname{tg} = \varphi/2 = \frac{y}{x}, \text{ и слѣд. } t = R\frac{y}{x}.$$

Отмѣряемъ затѣмъ по T изъ точки A длину t и при помощи точки Q находимъ направленіе PQ искомой касательной.

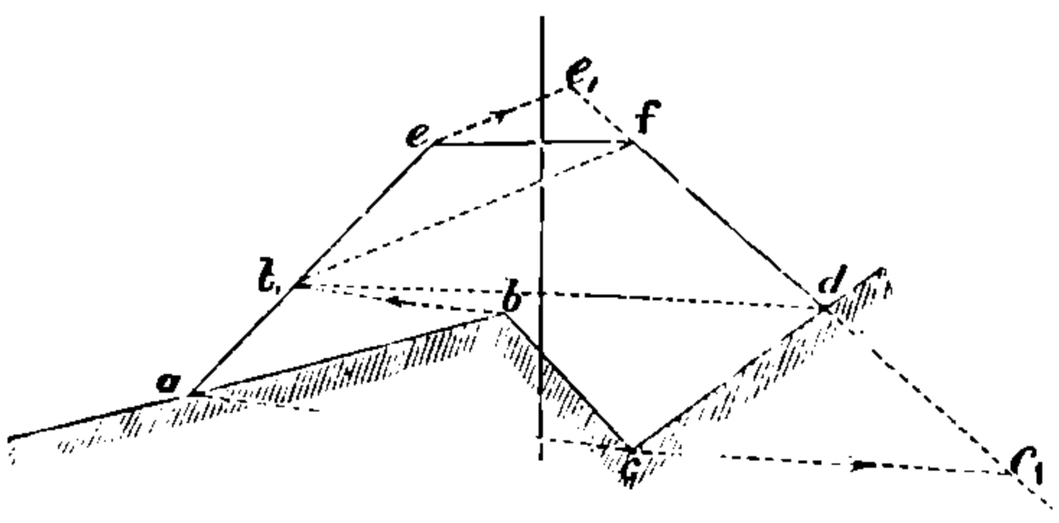
При разбивкѣ кривой отъ касательной находимъ, что $y : x$ служитъ коэффиціентомъ при опредѣленіи послѣдней ординаты послѣдней абсциссѣ.

β. Проектныя работы.

1. Опредѣленіе площадей и массъ.

1. **Опредѣленіе площади поперечныхъ профилей** при детальной разработкѣ проекта производится на чертежѣ посредствомъ разсчета планиметромъ или превращеніемъ данной площади въ равновеликій треугольникъ, причемъ площадь послѣдняго часто опредѣляется измѣреніемъ прямой соотвѣтственной длины (черт. 17 и 18) слѣдующимъ образомъ.

Черт. 17.



1) Проводимъ $bb_1 \parallel ca$, 2) проводимъ $cc_1 \parallel b_1 d$,

3) проводимъ $ee_1 \parallel b_1 f$,

тогда $$\triangle b_1 c_1 e_1 = abcdfe.$$

4) Откладывая $h = 2 \cdot 1$ и проводя $b_1 b_2 \parallel c_1 c_1$, находимъ $g = c_1 b_2 = \triangle\, b_1 e_1 c_1 =$ площади $abcdfe$ *).

Если поперечныя профили мѣстности представляютъ наклонныя прямыя, то разсчетъ величины площадей произ-

*) Подробно см. Deutsche Bauzeitung 1890, стр. 537. Z. d. B. 1902, стр. 599.

НТБ ДНУЖТ

водится посредствомъ особыхъ **масштабовъ профилей** слѣдующимъ образомъ.

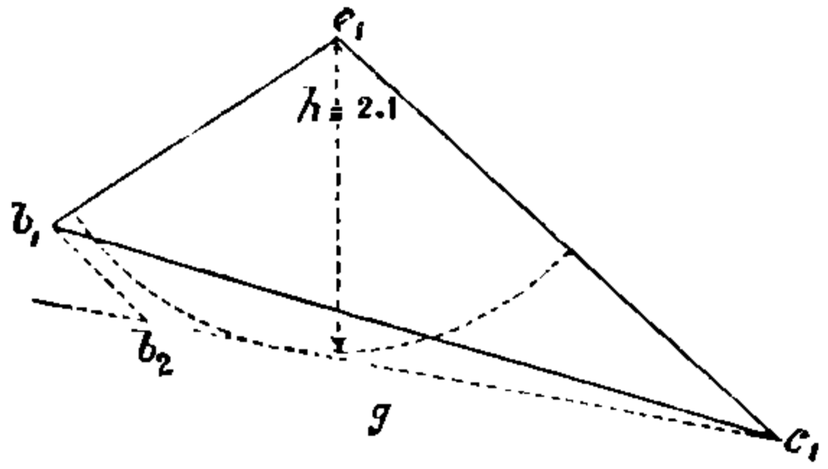
При горизонтальномъ (или почти горизонтальномъ) положеніи прямой, представляющей поперечную профиль мѣстности, площадь выражается (черт. 19):

$$F = By + my^2 \text{ въ насыпи,}$$

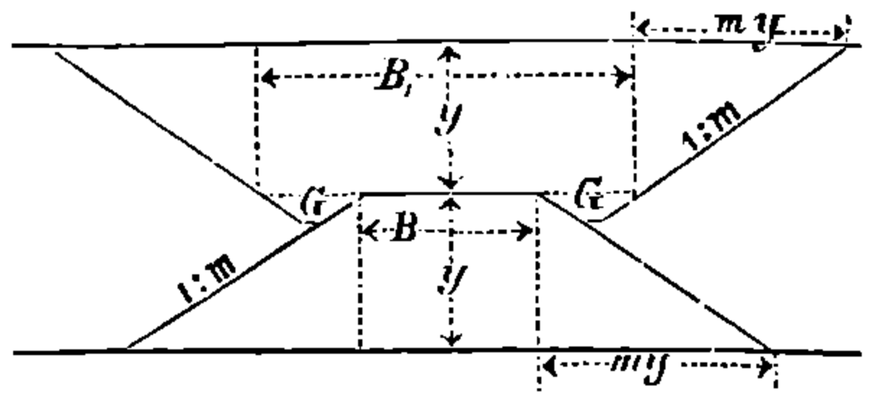
$$F = B_1 y + 2G + my^2 \text{ въ выемкѣ,}$$

гдѣ G площадь профили боковой канавы для выемки.

Черт. 18.

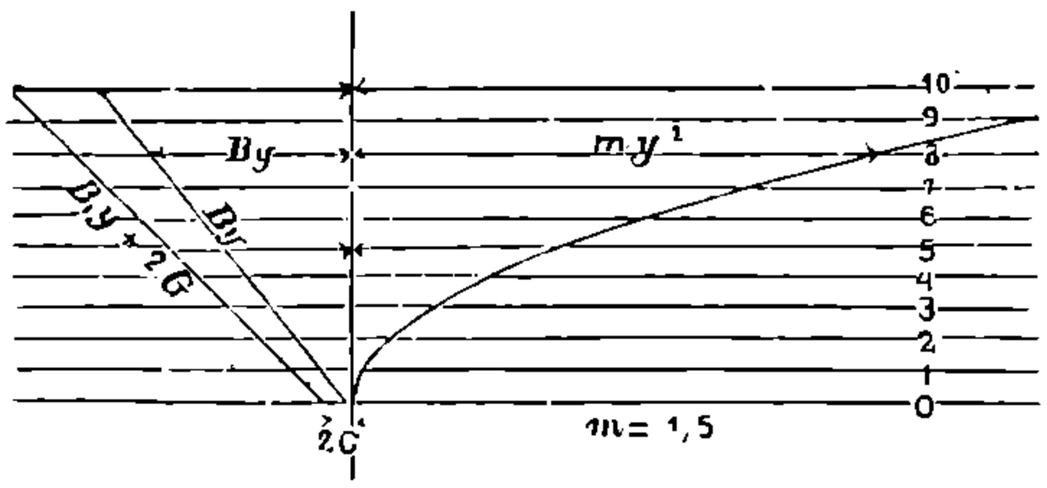


Черт. 19.

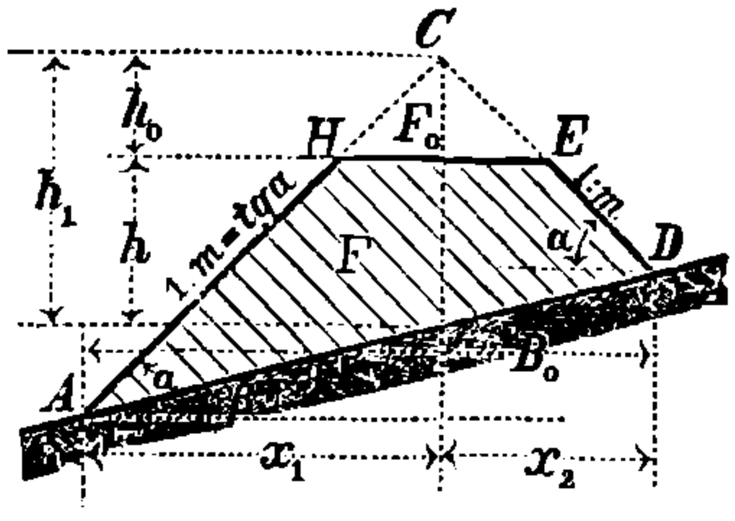


Формула эта можетъ быть изображена въ видѣ параболы и прямой (черт. 20), представляющихъ масштабъ для площади профилей.

Черт. 20.



Черт. 21.



Отрѣзки горизонтальныхъ прямыхъ между параболой и прямыми (By или $By+2G$) представляютъ (въ опредѣленномъ масштабѣ, напр. 0,001 саж. = 2 или 1 кв. саж.) искомую площадь профили (въ насыпи или выемкѣ) для высоты ея h, которая берется на прямой, перпендикулярной къ оси параболы въ выбранномъ масштабѣ.

Для наклонной, но прямой поперечной профили (необходимо принимать въ разсчетъ и при предварительныхъ работахъ при $n = \operatorname{tg}\beta > {}^1/_9$) имѣемъ (черт. 21) площадь:

$$F = F_1 - F_0 \text{ въ насыпи,}$$

$$F = F_1 - F_0 + 2G \text{ въ выемкѣ,}$$

НТБ ДНУЖТ

гдѣ:

$$F_1 = \triangle ADC = \frac{m}{1 - m^2 n^2} h_1^2 = k h_1^2,$$

$$F_0 = \triangle HEC = \begin{cases} \frac{B^2}{4m} \text{ и } h_0 = \frac{B}{2m} \text{ въ насыпи,} \\ \frac{B_1^2}{4m} \text{ и } h_0 = \frac{B_1}{2m} \text{ въ выемкѣ.} \end{cases}$$

$m = \operatorname{ctg} \alpha$ и, обыкновенно, $= 1{,}5$; $h_1 = h + h_0$; $n = \operatorname{tg} \beta$.

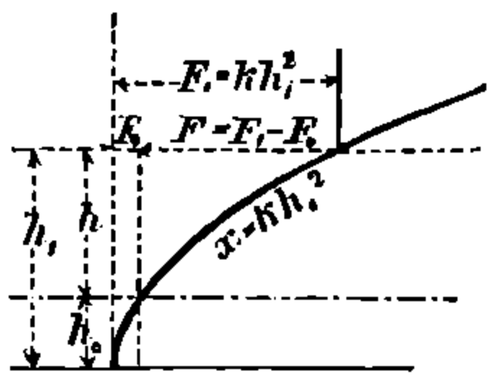
Обозначенія для ширины полотна B и B_1 см. черт. 19. Общая ширина полотна B_0, безъ канавъ въ насыпи, по со включеніемъ канавъ въ выемкахъ, будетъ:

$$B_0 = \frac{2m}{1 - m^2 n^2} h_1 = 2 k h_1.$$

Этой формулой пользуются для примѣрнаго опредѣленія границъ отчужденія, откладывая ширины B_0 на отмѣткахъ продольной профили.

Формула $F_1 = k h_1^2$ можетъ быть для опредѣленнаго m и различныхъ n изображена параболами (черт. 22). Если высоты профилей откладывать въ отношеніи ихъ квадратовъ, то парабола можетъ быть замѣнена прямою. Отмѣриваніе высоты при квадратномъ дѣленіи избѣгается, если пользоваться одной параболой $y^2 = x$, причемъ масштабъ для y равенъ масштабу высотъ въ продольной профили и принимается въ 5 до 10 разъ больше масштаба для x (черт. 23). Вычетъ F_0 и прибавка h_0 производится на чертежѣ. Необходимо принимать въ разсчетъ различныя величины F_0 и h_0 для насыпей и выемокъ.

Черт. 22.



Масштабы профилей чертятся на мелко линованной бумагѣ. Они пригодны для каждой ширины полотна; необходимо лишь на нихъ нанести соотвѣтственныя прямыя для h_0 и F_0.

Для $n = 0$ имѣемъ въ этомъ частномъ случаѣ другую формулу масштаба для профили безъ поперечнаго уклона въ видѣ:

$$x = \overline{F_1} = F_0 + \overline{F} = m h_1^2.$$

Пренебрегая поперечнымъ уклономъ, получаемъ площадь профили нѣсколько меньшую, а именно на величину:

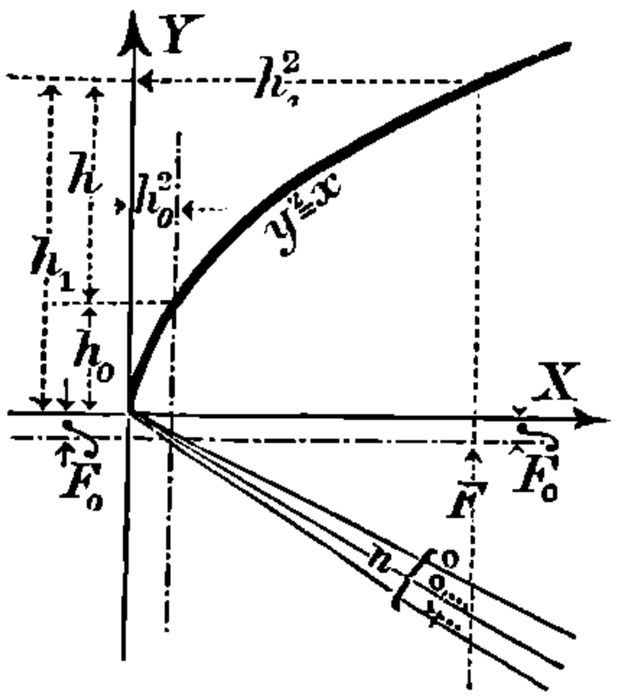
$$F_1 - \overline{F_1} = \Delta = \frac{m^2 n^2}{1 - m^2 n^2} \overline{F_1} = k_1 \overline{F_1}, \text{ гдѣ } k_1 = \frac{m^2 n^2}{1 - m^2 n^2}.$$

Отсюда слѣдуетъ другой способъ разсчета при наклонѣ поперечныхъ профилей. Къ каждой величинѣ $\overline{F}$, опредѣленной предварительно для случая горизонтальной поперечной

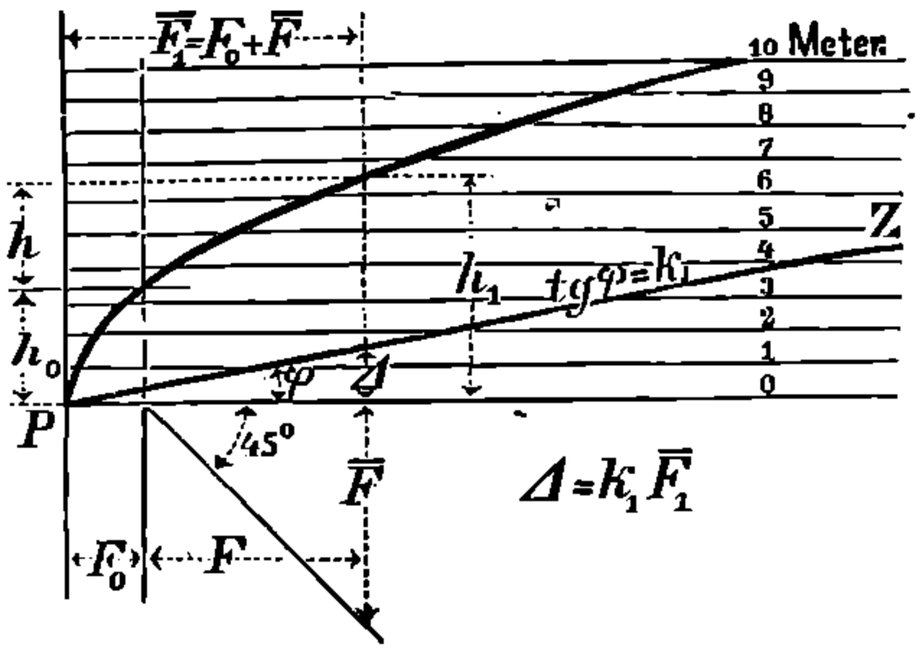
НТБ ДНУЖТ

профили (по масштабу профилей черт. 22 для $n=0$), прибавлять величину Δ, отмѣряемую какъ ордината прямой PZ, проходящей черезъ точку P подъ угломъ φ, у котораго $\operatorname{tg}\varphi = k_1$ (черт. 24). Другая прямая подъ угломъ 45° книзу даетъ воз-

Черт. 23.



Черт. 24.



можность непосредственно отмѣрять по масштабу исправленную величину $F=\overline{F}+\Delta$ *). Для этого способа имѣемъ

значенія k_1 для профилей съ поперечнымъ уклономъ,

выраженныя въ частяхъ площади профили $\overline{F}_1$ одинаковой высоты, но безъ поперечнаго уклона.

ctg β	$=\frac{n}{\text{tg }\beta}$	Значенія k_1 для $m=$ 1,5	1,0	0,7	ctg β	$=\frac{n}{\text{tg }\beta}$	Значенія k_1 для $m=$ 1,5	1,0	0,7
10,0	0,100	0,0230	0,0101	0,0049	4,75	0,211	0,1108	0,0464	0,0222
9,0	0,111	0,0286	0,0125	0,0061	4,50	0,222	0,1250	0,0519	0,0248
8,0	0,125	0,0364	0,0159	0,0077	4,25	0,235	0,1423	0,0587	0,0279
7,0	0,143	0,0481	0,0208	0,0101	4,00	0,250	0,1636	0,0667	0,0316
6,5	0,154	0,0563	0,0242	0,0117	3,75	0,267	0,1905	0,0766	0,0361
6,0	0,167	0,0667	0,0286	0,0138	3,50	0,286	0,2250	0,0889	0,0417
5,5	0,182	0,0804	0,0342	0,0165	3,25	0,308	0,2707	0,1046	0,0486
5,0	0,200	0,0989	0,0417	0,0200	3,00	0,333	0,3333	0,1250	0,0576

2. **Опредѣленіе объемовъ.** Общій способъ состоитъ въ опредѣленіи суммы объемовъ призмъ, изъ которыхъ каждая имѣетъ длину l и сѣченіе $\frac{1}{2}(F_1+F_2)$, равное площади средней профили (черт. 25): объемъ $V=\frac{1}{2}(F_1+F_2)\,l$.

Объемы, опредѣленные по этому способу, даютъ въ предположеніи ровной поверхности земли между взятыми профилями, строго говоря, величины нѣсколько большія дѣйстви-

*) Болѣе подробно объ этомъ см. А. Герингъ, «Massenermittlung», 2 изд., Берлинъ, 1890.

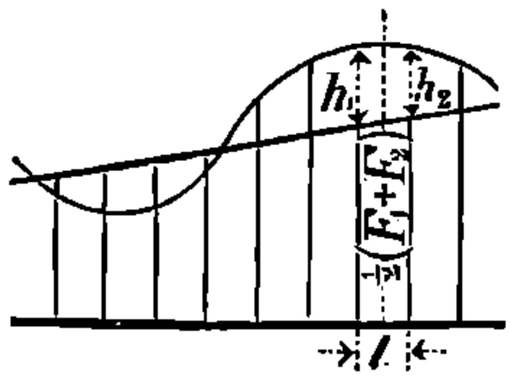
НТБ ДНУЖТ

тельныхъ, причемъ абсолютная величина ошибки составляетъ:

$$^1/_6\, m\, l\, z^2, \quad \text{гдѣ} \quad z = h_1 - h_2.$$

Ошибка, слѣдовательно, растетъ съ квадратомъ разности высотъ сосѣднихъ профилей, почему, при значительныхъ измѣненіяхъ высоты профилей, послѣднія необходимо брать въ возможно меньшемъ другъ отъ друга разстояніи.

Черт. 25.



Другой менѣе употребительный методъ опредѣленія по призмамъ съ профилью F средней высоты $h = ^1/_2 (h_1 + h_2)$, такъ что $V = Fl$ даетъ вдвое меньшую ошибку, но въ противоположную сторону, т.-е. на $^1/_{12} s^2 ml$ меньшій объемъ. При соотвѣтственномъ приближеніи профилей и эта ошибка дѣлается незначительной.

Излишняя точность вычисленій значенія не имѣетъ, такъ какъ поверхность земли между профилями неправильна.

Болѣе удобный способъ опредѣленія объемовъ посредствомъ построенія площади профилей, безъ вычисленій, см. ниже.

Въ Россіи принято производить вычисленіе объемовъ земляныхъ работъ по формулѣ:

$$W = V + \left(\frac{h_1 - h_2}{8}\right)^2 l,$$

гдѣ W искомый объемъ, V объемъ вычисленный по поперечной профили при средней отмѣткѣ $^1/_2 (h_1 + h_2)$, а величина $^1/_8 (h_1 - h_2)^2\, l$ — поправка.

При незначительной разности красныхъ отмѣтокъ можно пренебрегать поправкой.

2. Распредѣленіе земляныхъ работъ.

Распредѣленіе дѣлается посредствомъ разсчетовъ, путемъ послѣдовательныхъ пробъ. Весьма цѣлесообразно разсчетъ количества земляныхъ работъ и ихъ распредѣленіе, равно какъ и смѣту, дѣлать одновременно.

3. Опредѣленіе земляныхъ работъ и ихъ распредѣленіе посредствомъ чертежа.

Гораздо цѣлесообразнѣе и значительно скорѣе производится опредѣленіе объемовъ земляныхъ работъ при помощи **профили площадей и профили массъ**, причемъ также значительно облегчается самое распредѣленіе работъ, равно какъ и выборъ способа перевозки.

Площади поперечныхъ профилей (опредѣленныя тѣмъ или другимъ способомъ) откладываются какъ ординаты (напр. 0,001 саж. = 2 кв. саж.) въ соотвѣтственныхъ точкахъ продольной профили отъ проектной линіи вверхъ (при выемкахъ) и внизъ (при насыпяхъ). Для насыпей ординаты уменьша-

НТБ ДНУЖТ

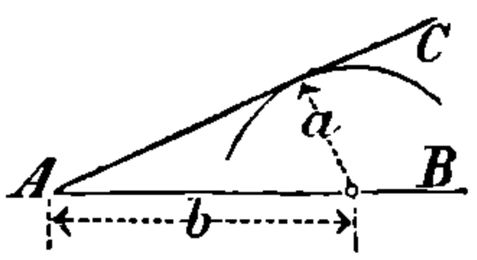
ются въ зависимости отъ степени разрыхленія насыпного грунта*).

Площадь, ограниченная кривою, соединяющею концы отложенныхъ ординатъ или площадь профилей, выражаетъ, очевидно, объемъ всей массы земли. Величина этой площади опредѣляется либо планиметромъ, либо суммированіемъ отдѣльныхъ трапецій одинаковой высоты (напр. 10 до 15 саж.). Среднія линіи этихъ трапецій откладываются для одной полной насыпи или полной выемки на какой-нибудь одной ординатѣ, соотвѣтствующей началу или концу этой насыпи или выемки; откладываніе производится въ послѣдовательномъ порядкѣ и притомъ книзу для насыпи и кверху для выемки. Общая длина полученной прямой, представляющей сумму площадей отдѣльныхъ трапецій, выражаетъ полный объемъ соотвѣтствующей насыпи или выемки.

Если, напр., масштабъ профилей, какъ принято, выбранъ 0,001 саж. = 2 кв. саж. (чертится рядомъ съ профилью площади на вертикали) и высота трапеціи 10 саж., тогда масштабъ массъ (чертится рядомъ съ профилью массъ) 0,001 саж. = 2 кв. саж. × 10 = 20 куб. саж. или, уменьшая на половину, 0,001 саж. = 40 куб. саж.

Если отдѣльныя точки этой послѣдней прямой, соотвѣтствующія площадямъ трапеціи (объемамъ) въ выбранныхъ мѣстахъ продольной профили, горизонтальными прямыми проектировать на соотвѣтственныя ординаты продольной профили, то точки пересѣченія дадутъ такъ наз. профиль массъ. При помощи полученной такимъ путемъ кривой для профили массъ можно гораздо скорѣе, вѣрнѣе и безъ всякихъ разсчетовъ произвести **распредѣленіе массъ грунта.** Для этого на чертежѣ профили массъ наносится горизонтальная прямая, которая послѣдовательнымъ перемѣщеніемъ по высотѣ вверхъ и внизъ опредѣляетъ, въ какихъ предѣлахъ является выгоднымъ, въ зависимости отъ дальности возки, работа транспортная, когда выгоднѣе пользоваться резервами или выбрасывать на выметъ**).

Черт. 26.



Такимъ образомъ, при составленіи проекта, площади поперечныхъ профилей, опредѣляемыя масштабомъ профилей, и объемы земляныхъ работъ съ ихъ распредѣленіемъ, опредѣляемые съ помощью профили массъ, даютъ возможность для данной проектной линіи скоро, точно и безъ всякихъ

---

*) Подобнаго рода уменьшеніе производится также графически посредствомъ угла *CAB* (черт. 26), гдѣ изъ *A* откладывается циркулемъ данная величина по направленію къ *B* и затѣмъ измѣряется соотвѣтствующее разстояніе по перпендикуляру до *AC*; величина послѣдняго выражаетъ уменьшеніе въ отношеніи *a* : *b*.

**) Болѣе подробно объ этомъ см. Герингъ, Massenermittlung und Transportkosten, 4 изд., Берлинъ, 1902.

НТБ ДНУЖТ

разсчетовъ опредѣлять количество и стоимость земляныхъ работъ. Равнымъ образомъ, можно производить сравненіе стоимости различныхъ способовъ перевозки.

γ. Составленіе плана работъ.

На планѣ постройки должно быть видно (лучше графически):

1. Раздѣленіе времени по четвертямъ года и по мѣсяцамъ.

2. Необходимые на указанные въ 1. промежутки времени запасы матеріаловъ, рабочей силы, инструмента, денегъ и др., съ тѣмъ чтобы не было задержки въ доставкѣ матеріаловъ, ходѣ работъ, доставкѣ съѣстныхъ припасовъ и др. Время, необходимое для производства работъ въ большихъ сооруженіяхъ, опредѣляется на основаніи нижеслѣдующихъ приблизительныхъ данныхъ, принимаемыхъ за среднія для 0,1 куб. саж. данной работы.

Земляныя работы при устройствѣ основаній на	0,1 куб. с. 0,25 дня
Землечерпательныя работы, напр., при устройствѣ колодцевъ . .	1,8 »
Насыпка бетона	1,4 »
Кольцевая кирпичная кладка въ колодцахъ .	1,4 »
Бутовая кладка кольцомъ въ колодцахъ	2,7 »
Кладка стѣнъ въ колодцахъ изъ кирпича . .	1,4 »
Кирпичная кладка въ открытомъ мѣстѣ .	1,25 до 2 »
Бутовая » » » » . . .	3,5 » 4 »
Бутовая кладка изъ камней средней величины	2 » 3 »
Кирпичные своды	2 »
Забутовка кирпичныхъ сводовъ . . .	1,6 »

Для опредѣленія земляныхъ работъ необходимы особыя соображенія (см. Земляныя работы).

При разсчетѣ количества рабочаго времени слѣдуетъ принимать (за вычетомъ праздниковъ и дождливыхъ дней) 24 рабочихъ дня въ мѣсяцъ, въ среднемъ по 10 рабочихъ часовъ въ одинъ рабочій день, причемъ число рабочихъ часовъ увеличивается лѣтомъ и уменьшается позднею осенью.

Для работъ каменныхъ подъ открытымъ небомъ, равно какъ и для земляныхъ работъ, необходимо, при разсчетѣ числа мѣсяцевъ, которые имѣются въ распоряженіи для производства работъ, руководствоваться климатическими условіями данной мѣстности; при работахъ близъ рѣкъ и т. д. принимать во вниманіе половодье.

Число необходимыхъ для работъ рабочихъ дней, раздѣленное на число дней работы, даетъ требуемое число рабочихъ; а число рабочихъ, которое можетъ свободно работать на одномъ мѣстѣ, даетъ число пунктовъ для производства работъ.

НТБ ДНУЖТ

Работы ниже поверхности земли (въ туннеляхъ и кессонахъ) производится безпрерывно днемъ и ночью при 6 — 8-часовыхъ смѣнахъ. Въ этомъ случаѣ считаютъ полныхъ 24 часа рабочаго времени въ день. Разсчитывая время, необходимое для подобныхъ работъ, всегда прибавляютъ на непредвидѣнныя случайности при работахъ*).

B. Сооруженіе линіи.

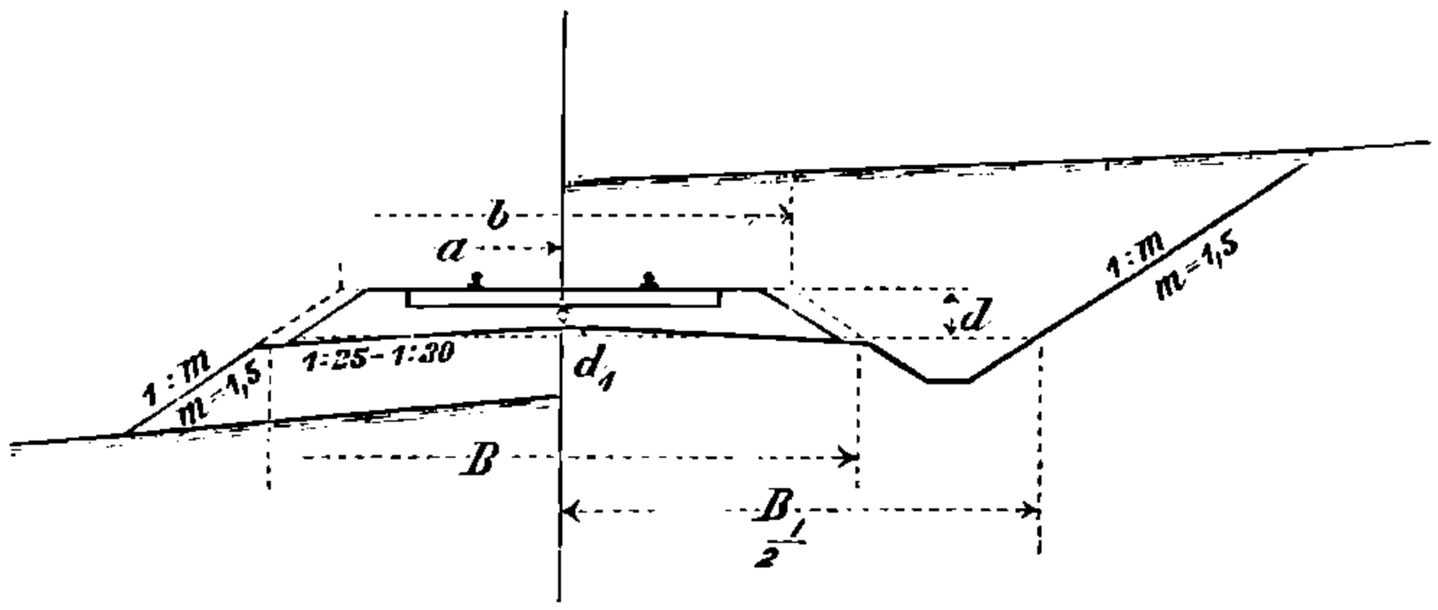
I. Нижнее строеніе.

a. Земляное полотно.

1. Размѣры полотна.

1. **Полотно** (верхняя поверхность нижняго строенія и основаніе для балласта). Разсчетная горизонтальная ширина $B = b + 2md$, гдѣ b верхняя ширина полотна и d средняя толщина балластнаго слоя между поверхностью полотна и низомъ рельса (черт. 27). Данныя для $b = 2a$ и d см. ниже.

Черт. 27.



Необходимо предусмотрѣть возможность прокладки второго пути впослѣдствіи; о междопутьи см. стр. 607. Въ Россіи для казенныхъ дорогъ принята профиль въ насыпи и выемкѣ согласно черт. 28 и 29. По **Т. У. П. и С.** установлены данныя 27 и 28, стр. 601, а для подъѣздныхъ путей 7, стр. 628.

2. **Верхняя ширина полотна** представляетъ (воображаемую) ширину b на высотѣ подошвы рельсовъ до пересѣченія съ продолженными откосами земляного полотна. Обыкновенно принимаютъ:

Разстояніе a бровки (воображаемой) до средины колеи ближайшаго пути для магистралей по меньшей мѣрѣ 2 m, для второстепенныхъ дорогъ $a \geqq 1{,}75$ m, для мѣстныхъ дорогъ нормальной колеи $a \geqq 1{,}5$ m, а для узкой колеи a, по

*) Примѣръ для составленія плана работъ см. Goering, Z. d. B. 1890, стр. 323 и слѣд.

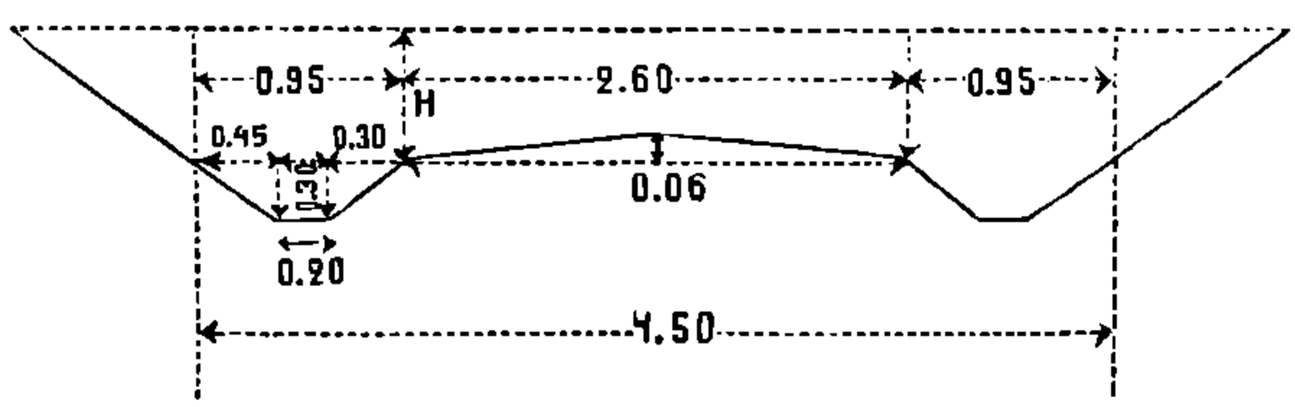
НТБ ДНУЖТ

меньшей мѣрѣ, равно ширинѣ колеи. Въ крутыхъ кривыхъ и на высокихъ насыпяхъ рекомендуется для всѣхъ линій увеличивать ширину a. (Данныя для Россіи см. ниже, балластъ.)

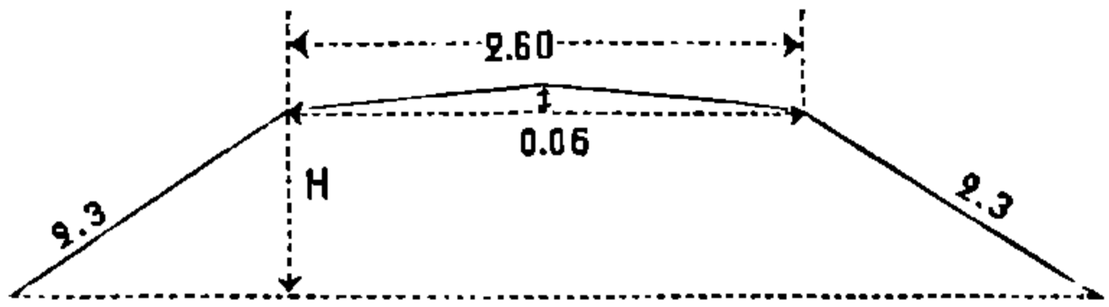
3. **Толщина балласта** d_1 до подошвы шпалъ, для магистралей $\geqq 200$ mm; для второстепенныхъ линій $d_1 \geqq 150$ mm; для мѣстныхъ дорогъ нормальной колеи $d_1 \geqq 130$ mm; для узкой колеи $d_1 \geqq 100$ mm; для участковъ съ зубчатой полосой $d_1 \geqq 200$ mm. (Данныя для Россіи см. ниже, балластъ.)

Такимъ образомъ средняя толщина балласта d (черт. 27), считая до подошвы рельсовъ для магистралей, при толщинѣ деревянной поперечины 160 mm составитъ около 400 mm.

Черт. 28.



Черт. 29.



Для желѣзныхъ поперечинъ, несмотря на меньшую высоту, толщина балласта принимается больше; при продольныхъ лежнякъ $d_1 \geqq 300$ mm.

4. **Ширина балластнаго** слоя опредѣляется съ такимъ разсчетомъ, чтобы балластъ выходилъ изъ-за концовъ поперечинъ на 0,5 m; обыкновенно для одного пути и для магистралей принимаютъ 3,5 до 3,7 m. По **Т. У. П. и С.** установлены нормы 55, стр. 608, а для подъѣздныхъ путей 11, стр. 628.

5. **Разсчетная ширина полотна** B опредѣляется по 2 и 3 для однопутныхъ магистралей по формулѣ $4+2\cdot 1{,}5\cdot 0{,}4 = 5{,}2$ m; для двухпутныхъ магистралей прибавляется ширина междопутья. Для второстепенныхъ линій въ Пруссіи $B = 4{,}2$, а иногда до 4,5 m; при благопріятныхъ условіяхъ до 4,0 m.

2. Возвышеніе земляного полотна надъ уровнемъ рѣчныхъ разливовъ.

Нормы, установленныя для этого въ Россіи, приведены въ **Т. У. П. и С.**, 31, стр. 602, а для подъѣздныхъ путей по **Т. У.**, 8, стр. 628.

НТБ ДНУЖТ

3. Отведеніе воды отъ полотна дороги.

Верхней поверхности полотна придается уклонъ на обѣ стороны въ 1 : 30 до 1 : 25; въ Россіи по профили каз. дор. (черт. 28 и 29) 1 : 22. Въ крутыхъ кривыхъ рекомендуется дѣлать наклонъ полотна на одну сторону, соотвѣтственно повышенію наружнаго рельса.

Размѣры и продольный наклонъ водоотводныхъ канавъ (кюветовъ) и отводъ воды отъ **полотна** по **Т. У. П. и С.** 32, стр. 602. Тамъ же приведены и данныя для нагорныхъ канавъ.

4. Расположеніе резервовъ и кавальеровъ по **Т. У. П. и С.** 30, стр. 601.

5. Откосы насыпей и выемокъ.

1. **Откосы.** Для профили полотна каз. дорогъ въ Россіи см. черт. 28 и 29. По **Т. У. П. и С.**, установлены нормы согласно 29, стр. 601.

Укрѣпленіе откосовъ для предохраненія отъ дѣйствія мороза, воды, вѣтра и т. п.

За исключеніемъ откосовъ въ каменныхъ и скалистыхъ грунтахъ, они повсюду укрѣпляются дерновыми лентами по бровкамъ и покрываются растительною землею съ посѣвомъ на ней травы.

2. **Стѣнки,** поддерживающія откосы выемокъ, и **обшивочныя стѣнки.** Необходимо заботиться о хорошемъ отведеніи воды изъ-за стѣнки.

Въ стѣнахъ, укладываемыхъ на растворѣ, отводъ воды достигается оставленіемъ щелей, имѣющихъ сильный уклонъ; въ случаѣ необходимости, эти щели соединяются съ дренажными трубами позади стѣны. Весьма полезны пологіе откосы.

Примѣры нѣкоторыхъ подпорныхъ стѣнокъ изъ практики. Для заданія нѣкоторыми предварительными размѣрами подпорныхъ стѣнокъ могутъ служить эмпирическія формулы (статическій разсчетъ, приведенный въ отдѣлѣ 15, обязателенъ). Полныя стѣны на известковомъ растворѣ (черт. 30 до 35)*).

Черт. 30. Обшивочныя (неподпорныя) стѣнки изъ бута:

$$d = 0{,}6 \text{ m}; \qquad d_1 = 0{,}1\,h \text{ и } \geqq 0{,}6 \text{ m}.$$

Черт. 31. Обшивочныя стѣны (С.-Готардской дороги) изъ бута:

$$a = 0{,}05\,h_1 \text{ и } \geqq 0{,}6 \text{ m}.$$

Черт. 32. Подпорная стѣнка изъ кирпича (профиль Гезелера):

$$a \geqq 2^1/_2 \text{ кирпичей}; \qquad a_1 \geqq 2 \text{ кирпичей}.$$

---

*) См. Гезелеръ, Konstruktion der Stütz- und Futtermauern, Handb. d. Ing. W., томъ I, 3 изд., гл. V, 1897.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 33. Подпорная стѣнка изъ бута, если нѣтъ мѣста для откоса (С.-Готардская дорога):

$$a = 0{,}5 \text{ m} + 0{,}22\, h \text{ и } \geqq 0{,}8 \text{ m}.$$

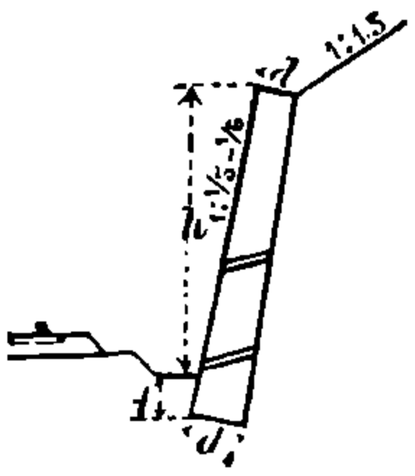
Черт. 34. Подпорная стѣнка (С.-Готардской дороги) изъ бута:

$$a = 0{,}1\ h_1 \text{ и } \geqq 0{,}6 \text{ m}.$$

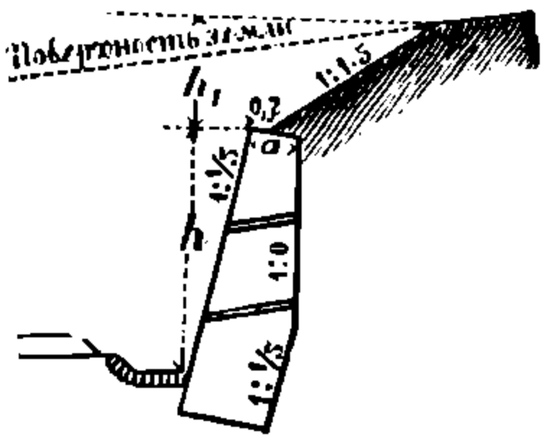
Черт. 35. Подпорная стѣнка до уровня верхняго балласта (С.-Готардской ж. д.):

$$a = 0{,}4 + 0{,}16\, h \text{ и } \geqq 0{,}8 \text{ m}.$$

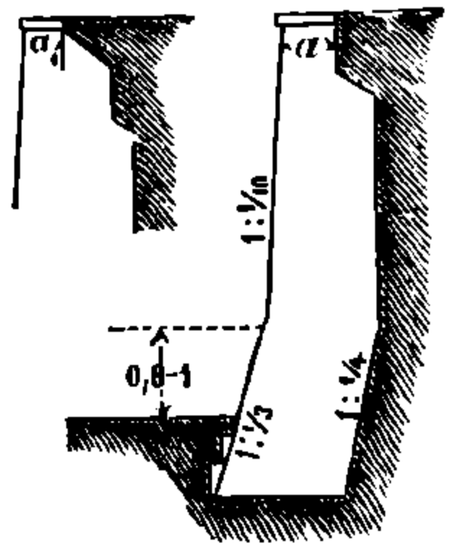
Черт. 30.



Черт. 31.



Черт. 32.



Черт. 33.

Черт. 34.

Черт. 35.

Стѣнки изъ сухой кладки, при откосахъ $1 : {}^{2}/_{3}$ до $1 : {}^{1}/_{2}$ и только при очень хорошемъ матеріалѣ при $1 : {}^{1}/_{5}$, выкладываются насухо безъ мха и безъ соединенія со стѣнками, выложенными на растворѣ. На задней сторонѣ стѣнки, въ виду возможности неравномѣрной осадки, не слѣдуетъ дѣлать уступовъ. Верхняя часть стѣны не должна подвергаться сотрясеніямъ отъ непосредственнаго дѣйствія подвижной нагрузки. Линія давленія ни въ какомъ случаѣ не должна значительно удаляться отъ средней линіи. Ширина стѣнки вверху, вслѣдствіе возможной ея осадки, должна быть увеличена на ${}^{1}/_{50}$ до ${}^{1}/_{30}$ средней высоты стѣнки,

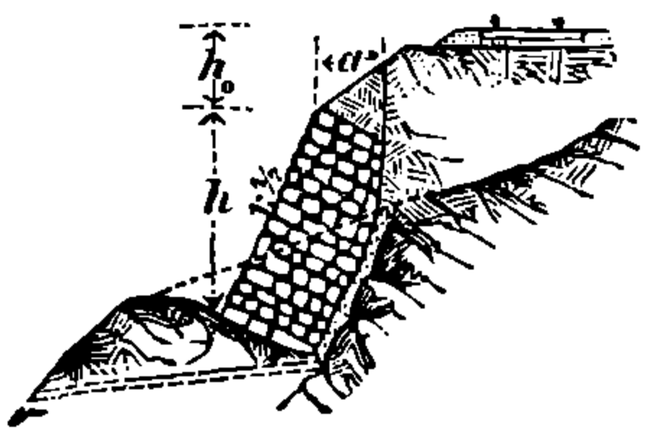
НТБ ДНУЖТ

Черт. 36. Подпорная стѣнка изъ сухой кладки (на С.-Готардской дорогѣ допускается только до $h = 6$ m; тогда $a \geqq 1$ до 1,5 m; $h_0 \geqq 1{,}5$ m; наружный откосъ не менѣе $1 : {}^1/_2$).

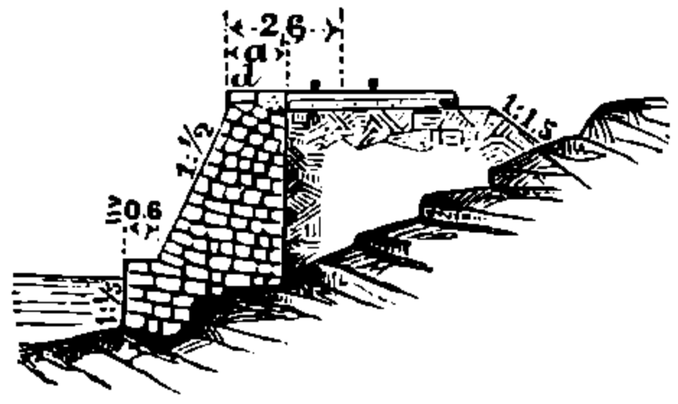
Черт. 37. То же ($a \geqq 1$ m; $d \geqq 0{,}6$ m).

3. **Стѣнки изъ необдѣланныхъ камней, уложенныхъ насухо** (при откосахъ 1 : 1), должны, вслѣдствіе значительной усадки, имѣть вверху увеличенную толщину; увеличеніе толщины на усадку составляетъ не менѣе $^1/_{25}$ всей высоты подпорной стѣнки.

Черт. 36.



Черт. 37.



4. **Водоносные слои**, прорѣзаемые выемкою, должны при значительномъ наклонѣ этихъ слоевъ осушаться до производства земляныхъ работъ въ выемкѣ и притомъ на значительномъ разстояніи отъ бровки выемки посредствомъ трубъ или канавъ, наполненныхъ камнемъ, съ тѣмъ, чтобы избѣжать сплывовъ. То же слѣдуетъ дѣлать и въ насыпяхъ въ случаяхъ, если послѣднія производятся на водоносныхъ слояхъ, и есть основаніе опасаться сдвиженія насыпи*).

Правило: Всевозможныя движенія земляныхъ массъ должны предупреждаться посредствомъ осушенія грунта до начала производства насыпи или выемки.

5. Мѣры противъ снѣжныхъ заносовъ. См. **Т. У. П. и С.** 33, стр. 603.

b. Производство земляныхъ работъ.

Земляныя работы обнимаютъ собою, кромѣ предварительныхъ работъ (геометрическихъ, т.-е. повѣрочная нивеллировка, разбивка профилей и друг.), еще чисто практическія, а именно: доставка съѣстныхъ припасовъ для рабочихъ, инструментовъ, помѣщеніе рабочихъ и друг.

1. Добыча земляныхъ массъ и ихъ перемѣщеніе.

Подъ добычей земляной массы подразумѣваются отдѣленіе послѣдней отъ остальной массы земли, нагрузку въ тачки,

---

*) См. Винклеръ, Vorträge über Eisenbahnbau, тетрадь V, Нижнее строеніе, 3 изд., Прага, 1877. — Фонъ-Кавенъ, Rutschungen der Böschungen и т. д. Висбаденъ, 1883. Его же: Примѣненіе теоріи выемокъ, Лейпцигъ, 1885. Г. Мейеръ въ Handb. d. Ing. W., томъ I, 3 изд. 1897. Barkhausen въ Handb. d. Baukunde, ч. III, 1892. Базель въ Z. d. B. 1884, стр. 428; Cauer, тамъ же, 1886, стр. 150. Habich, Schutzbauten gegen Rutschungen in Süditalien und Sizilien; Берлинъ, 1901.

НТБ ДНУЖТ

вагончики, телѣжки и выкидываніе земли изъ тачекъ, телѣжекъ и т. п. въ назначенное мѣсто. Кромѣ того, къ земляным работамъ относятся планировка и отдѣлка откосовъ, за которыя плата производится особо.

1. **Грунтъ по свойству своему и стоимости его добычи** подраздѣляется въ зависимости отъ инструментовъ, употребляемыхъ на отдѣленіе его отъ остальной массы земли. Для устраненія возможныхъ недоразумѣній число подраздѣленій должно быть, по возможности, меньше. Весьма цѣлесообразна классификація, приведенная въ табл. 675. При перемѣщеніи значительныхъ массъ употребляются для земляныхъ работъ особыя машины*).

2. Вслѣдствіе **разрыхленія грунта** при выемкѣ его число нагрузокъ, приходящееся на 1 куб. саж. вынимаемаго грунта, будетъ увеличиваться въ зависимости отъ степени плотности грунта. Можно принимать слѣдующія процентныя соотношенія.

Родъ грунта	Разрыхленіе начальное	Разрыхленіе остающееся
Песокъ и гравій	10 до 20%	1 до 2%
Глина.	20 » 25	2 » 4
Мергель, суглинокъ.	25 » 30	4 » 6
Твердая глина	30 » 35	6 » 7
Скалы	35 » 50	8 » 25

3. **Работа взрывчатыми составами****). Глубина скважины t увеличивается пропорціонально квадрату ея діаметра d. Величина заряда пропорціональна t^2. Употребительныя значенія для d и t:

$t = 30$ до 50 cm, $d = 30$ mm для пороха, $d = 23$ mm для динамита,
50 » 80 » 40 » » » 30 » » »
80 » 120 » 55 » » » 40 » » »

При сверленіи машинами глубина скважины больше, чѣмъ при ручномъ сверленіи. Скважины, пробуравленныя вращающимися сверлами, имѣютъ діаметръ большій, чѣмъ скважины, пробитыя ударными инструментами (зубилами). Наивыгоднѣйшее соотношеніе между объемомъ отдѣляющейся воронкообразной массы грунта, размѣрами скважины и величиной заряда опредѣляется путемъ пробныхъ взрывовъ. Двое ра-

*) Forschheimer, die Trockenbagger, Z. d. V. d. I., 1887; Barkhausen въ H. d. Baukunde, ч. III, 1892; v. Willmann въ Esselborns Tiefbau, Leipzig, 1904.
**) См. H. d. I. W., ч. I, т. 2, гл, 1; далѣе Dolezalek, Tunnelbau, 1889.

НТБ ДНУЖТ

бочихъ при ручныхъ сверлахъ могутъ высверлить въ день скважину діам. въ 25 mm:

въ песчаникѣ около	6	до	6,5	пог. метр.,
» твердомъ известнякѣ	2	»	3	» »
» гранитѣ и т. п.	1,75	»	2,5	» » .

4. **Стоимость отдѣленія земли** приведена для различныхъ грунтовъ въ нижеслѣдующей таблицѣ (стр. 675) по разсчету стоимости рабочей силы 10 коп. въ часъ. При болѣе высокой заработной платѣ приведенныя въ таблицѣ цифры соотвѣтственно увеличиваются.

2. Перевозка земли.

Родъ перевозки и ея стоимость.

Употребительные способы перевозки:

I. Тачка по катальнымъ деревяннымъ (или желѣзнымъ) доскамъ.
II. Ручная двухколесная телѣжка по доскамъ.
III. Телѣжка конная двухколесная откидная, движется по брусьямъ съ направляющими планками.
IV. Четырехколесная телѣжка по желѣзной дорогѣ (колея отъ 0,6 m до нормальныхъ размѣровъ; обыкновенно 0,9 до 1 m). Послѣднія телѣжки перемѣщаются:
IVa. Людьми.
IVb. Лошадьми.
IVc. Паровозами (небольшіе танковые паровозы отъ 20 до 120 силъ). Таблица на стр. 676 и 677 даетъ необходимыя данныя.

Примѣчанія къ таблицѣ стр. 676 и 677.

1. Выборъ системы перевозки.

Каждая землянал работа начинается тачками (I), послѣ чего вскорѣ является выгоднымъ переходъ къ другой системѣ, которая уже сохраняется для перевозки всей остальной массы земли. Вслѣдствіе этого необходимо при распредѣленіи массъ назначить извѣстный родъ перевозки въ данномъ мѣстѣ и, въ зависимости отъ него, разсчитать стоимость земляныхъ работъ. Выборъ способа перевозки производится на основаніи табл. на стр. 676 и 677 по заданной величинѣ массы земли и разстоянію ея перевозки. То и другое берется по профили массъ въ видѣ вертикальныхъ и горизонтальныхъ прямыхъ. При подъемѣ массы на нѣкоторую высоту разсчитываютъ на подъемъ центра тяжести этой массы, причемъ для долевыхъ перемѣщеній берется пересѣченіе вертикальныхъ прямыхъ, проходящихъ черезъ центры тяжести массъ, съ линіей полотна, и величина поднимаемой массы опредѣляется по продольной профили и профили площадей. Для опредѣленія центровъ тяжести и ихъ относительнаго положенія (по высотѣ) при поперечныхъ перемѣщеніяхъ пользуются поперечными профилями.

Перемѣщенія весьма малыхъ массъ на большія разстоянія слѣдуетъ избѣгать; оно обходится сравнительно дорого.

2. Опредѣленіе стоимости перевозки.

Установивъ извѣстное распредѣленіе земляныхъ массъ и способъ перевозки земли, опредѣляемъ на основаніи гр. 8 стоимость перевозки по горизонтальному пути, а на основаніи гр. 6 — прибавку длины на соотвѣтствующіе подъемы (причемъ всѣ данныя относятся до перемѣщенія центра тяжести).

Продолженіе см. стр. 678.

НТБ ДНУЖТ

Таблица стоимости земляныхъ работъ.

Классъ	Родъ грунта	Инструменты для отдѣленія земли	Время для вырытія одной куб. сажени въ часахъ	Стоимость вырытія одной куб. с. въ копейкахъ.			
				работы безъ вывозки *)	инструментовъ	взрывчатыхъ составовъ	итого **)
I	Обыкновенный грунтъ: песокъ, насыпная земля и т. п.	Лопата.	4,9—9,8	50—100	—	—	75—125
II	Тяжелый грунтъ: напр., мелкій гравій, песчаная глина, легкая глина и т. п.	Лопата, а иногда деревянные или желѣзные клинья съ молотами.	9,8—15,7	100—160	25	—	125—200
III	Тяжелая глина: крупный гравій. Грунтъ, въ которомъ находятся разбросанные камни.	Широкая кирка, клинъ и молотъ.	15,7—23,5	160—240		—	200—300
IV	Грунтъ, состоящій изъ различнаго рода мелкихъ камней; сплошной гравій, мелкій щебень изъ аспида или известняка.	Острая кирка и ломъ, а иногда и взрывы посредствомъ минъ.	23,5—39,2	240—400	40—50	—	300—350
V	Легко взрывасмые, скалистые грунты, плотный известнякъ, аспидъ, мѣлъ, плотный песчаникъ, конгломераты и др.	Сверленіе посредствомъ ломовъ и взрывчатыхъ составовъ.	34,3—59,0	350—600	50—75	75—100	350—750
VI	Трудно взрываемыя скалы: гранитъ, гнейсъ, сіенитъ, кварцы, порфиры и грюнштейны, плотн. граувакков. известн.	Сверленіе посредствомъ клина и молотка или машинами.	59,0—78,5	600—800	75—100	150—250	750—1250

*) Со включеніемъ нагрузки на низкія тачки. При нагрузкѣ на высокія повозки дѣлается прибавка.
При содержаніи воды въ I до III стоимость увеличивается иногда и на 100%.

**) Въ предположеніи небольшого предпринимательскаго барыша.
Къ I, II и III: Присутствіе воды въ грунтѣ увеличиваетъ стоимость работъ при легкихъ грунтахъ на 75 до 100 коп. на 1 куб. саж.

НТБ ДНУЖТ

Перевоз

Графа	Обозначенія	I Тачки	II Ручныя откидныя телѣжки
1	a) Число нагрузокъ на одну куб. саж. растительной земли. . . .	150—160	30—35
	b) Тоже для твердыхъ растительныхъ грунтовъ (въ среднемъ) .	170—180	35—40
2	a) Число единицъ подвижного состава для перевозки земли и число рабочихъ въ одномъ поѣздѣ.	15 до 20 тачекъ и столько же людей.	Каждая телѣжка особо и при ней 2 рабоч.
	b) Тоже при перевозкѣ на подъемъ	Точно такъ же.	На каждую телѣжку 3 рабоч.
3	a) Разстояніе перевозки въ 0,5 саж.	10—300 менѣе 25 саж. считается за 25 саж.	80—600
	b) Наивыгоднѣйшіе предѣлы этого разстоянія	$\leqq$ 80—100	$\leqq$ 300
4	a) Наибольшій возможный подъемъ s_{max}	$^1/_{10}$ до $^1/_7$	$^1/_{17}$ (60‰)
	b) Наибольшій уклонъ $s_0 = \frac{1}{n_0}$ (безъ увеличенія расходовъ) . .	$^1/_{12}$	$^1/_{17}$
5	a) Наивыгоднѣйшее разстояніе перевозки при подъемѣ на 0,5 саж. $n_1 = \frac{1}{s_1}$ (въ 0,5 саж.)	18	20
	b) Наивыгоднѣйшее разстояніе перевозки при спускѣ на 0,5 саж. . $n_2 = \frac{1}{s_2}$ (въ 0,5 саж.)	25	35
6	a) Увеличеніе разстолнія перевозки на 0,5 саж. подъема. . . . . $\frac{\Delta}{h} = a + b\,s$ (въ 0,5 саж.)	$a =$ 13 для подъема, 9 „ уклона	20
	b) Увеличеніе разстоянія перевозки на каждыя 0,5 саж. спуска. . $\frac{\Delta}{h} = -a + b\,s$ (въ 0,5 саж.). . .	$b =$ 325 для подъема, 106 „ уклона	350
	Отрицательное увеличеніе разстоянія перевозки,		
7	a) Коэффиціентъ сопротивленія = тормозному спуску w . . .	$^1/_{20}$—$^1/_{15}$	$^1/_{25}$—$^1/_{20}$
	b) Наивыгоднѣйшая нагрузка на горизонтальномъ пути Q пудовъ .		34
	c) Средняя скорость движенія туда и обратно въ футахъ въ минуту	166—200	166—250
	Стоимость перевозки 0,1 куб. саж. земли въ копейкахъ со включеніемъ стоимости земли въ десят.		
8	Перемѣщеніе въ горизонтальномъ направленіи со включеніемъ стоимости инструм. $k =$ *)	$3 + 11\,t$	$7 + 4{,}6\,t$
	Во всякомъ случаѣ не менѣе коп. .	6	8

*) Формулы гр. 8 даны въ оригиналѣ въ пфенигахъ и здѣсь приведены умно-

НТБ ДНУЖТ

к а з е м л и.

III Телѣги откидныя для конной возки	IVa людьми	IVb Вагончики по особому пути: лошадьми	IVc паровозами
20—25,5	Объемъ вагона при узкоколейн. пути 0,05 до 0,25 куб. саж.		
25	» » » нормальн. » 0,25 » 0,45 » »		
2 тел. (до 4) на 1 лошадь или 4—6 тел. на 2 лошади. До 1 телѣжки на 1 лошадь.	1 вагончикъ съ 1—2 рабочими. 1 вагончикъ съ 2—3 рабочими.	4 до 6 вагонч. по 0,15 куб. саж. на 1 лошадь или 3—1 ваг. въ 0,25 до 0,12 куб. саж. на 1 лош.	10—36 вагоновъ на 1 танковый паровозъ. Соотвѣтственно менѣе.
300—1500	80—1000 $M>$ 1000 куб. с.	300—2000 $M\geq$ 2000 куб. саж.	Уже съ 250 саж., если $M>$ 5000 куб. саж. и среднее разстояніе велико.
При большихъ массахъ IV выгоднѣе.	$\leqq$ 500	500—1500	
$^1/_{17}$ ($60^0/_{00}$)	$^1/_{33}$—$^1/_{25}$ ($30-40^0/_{00}$)	$^1/_{40}$—$^1/_{33}$ ($25-30^0/_{00}$	Зависитъ отъ конструкціи паровозовъ. **) K_a, K_b, K_c = стоимость 50 саж. уложеннаго пути въ копейкахъ. Напр. $K_a = 10\,000$, $K_b = 15\,000$ и $K_c = 25\,000$ копеекъ.
$^1/_{20}$	$^1/_{50}$—$^1/_{60}$	$^1/_{50}$—$^1/_{60}$	
25	60—80	60—80	
40	100—120	100—120	
	80	71	
520	3870	3560	

т.-е. вычетъ, обыкновенно, въ разсчетъ не принимается.

$^1/_{35}$—$^1/_{5}$	въ среднемъ $^1/_{120}$; зависитъ отъ состоянія и качества пути.		
44	94	190	—
220—250	200—250	233—250	1000—1330

мости инструмента; t = разстоянію перевозки участками въ 50 саж., M масса доляхъ куб. саж. **)

$13 + 2{,}5\,t$	$6+0{,}5\left(2{,}5+\frac{K_a}{M}\right)t$	$8{,}5+0{,}5\left(1+\frac{K_b}{M}\right)t$	$10+0{,}5\left(0{,}5+\frac{K_c}{M}\right)t$
17,5	12,5	16	15

женными на 0,5 (для полученія приблизительной стоимости въ копейкахъ).

НТБ ДНУЖТ

Вмѣсто формулъ для опредѣленія стоимости перевозки земли весьма удобны **графическія таблицы**, которыя составляются слѣдующимъ образомъ. По формуламъ гр. 8 для $t=0$ и, напр., $t=1000$ саж. строятся прямая такъ, что абсциссы t откладываются въ масштабѣ продольной профили, а ординаты, выражающія стоимость перевозки для соотвѣтствующаго разстоянія въ копейкахъ, въ нѣкоторомъ другомъ масштабѣ, напр. 1 mm=0,5 копейки.

Такія же прямыя строимъ и по всѣмъ остальнымъ формуламъ гр. 8. Точки пересѣченія этихъ прямыхъ прямо укажутъ тѣ разстоянія перевозки, при которыхъ одинъ способъ перевозки является выгоднѣе другого*).

Общія таблицы для опредѣленія **стоимости** перевозки почти вездѣ различны; необходимо обращать вниманіе на то, составлены ли онѣ со включеніемъ стоимости инструмента; въ послѣднемъ случаѣ необходимо прибавлять 10—15% стоимости добычи земли на инструментъ. Вышеприведенная таблица для перевозки земли составлена Мейеромъ.

II. Огражденія, снѣжныя защиты, переѣзды и путепроводы, трубы подъ насыпями.

a. Ограды.

Правила устройства оградъ у платформъ, жилыхъ домовъ и вокругъ станцій установлены въ прилож. къ **Т. У. П.** и **С.**, стр. 626.

b. Снѣговыя защиты.

Установленныя правила см. **Т. У. П. и С.** 33, в и г, стр. 603.

c. Переѣзды и путепроводы.

1. Переѣзды.

По **Ж. И. С.**, № 159, 1899 г., установлены слѣдующія правила и предѣльные размѣры (извлеченіе) для переѣздовъ и путепроводовъ.

§ 2. **Ширина полотна** путепровода проѣзжей дороги, считая таковую между перилами, и ширина проѣзда подъ желѣзнодорожнымъ путепроводомъ не должны быть менѣе 3 с. на шоссе, торговыхъ и почтовыхъ дорогахъ и 2 с. на сельскихъ и полевыхъ дорогахъ.

§ 3. **Высота проѣзда** подъ желѣзнодорожнымъ путемъ должна быть не менѣе 2 с. въ предѣлахъ ширины проѣзжей дороги, считая отъ ея оси въ каждую сторону: а) на шоссе, торговыхъ и почтовыхъ дорогахъ не менѣе 1,10 с. и б) на сельскихъ и полевыхъ дорогахъ не менѣе 0,60 с.

§ 4. **Ширина переѣзда** въ уровнѣ рельсовъ должна быть не менѣе 1,50 с., а на шоссе и мощеныхъ дорогахъ не менѣе ширины проѣзжей части таковыхъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда ожидается большой прогонъ скота черезъ переѣздъ, ширина переѣзда должна быть опредѣлена соотвѣтственно размѣрамъ сего прогона.

§ 5. Ширина переходовъ въ уровнѣ рельсовъ на городскихъ улицахъ, а равно и ширина путепроводовъ проѣзжей дороги и проѣздовъ подъ желѣзнодорожными путепроводами въ городахъ опредѣляются, въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, Министерствомъ Путей Сообщенія.

§ 6. **Уголъ пересѣченія** проѣзжей дороги съ желѣзною на переѣздахъ въ уровнѣ рельсовъ не долженъ быть менѣе 45°; въ противномъ случаѣ проѣзжую дорогу слѣдуетъ отклонить, для болѣе прямого пересѣченія желѣзной дороги.

---

*) Весьма подробно ходъ разсчета изложенъ въ сочиненіи Goering'a, «Massenermittlung», 4 изд., Берлинъ, 1902.

НТБ ДНУЖТ

Крутизна поворотовъ проѣзжей дороги при отклоненіи ея къ переѣзду должна соотвѣтствовать потребностямъ мѣстнаго по проѣзжей дорогѣ движенія.

§ 7. **Полотно** проѣзжей дороги на переѣздѣ въ уровнѣ рельсовъ должно быть, въ предѣлахъ полосы между бровками полотна желѣзной дороги, вымощено, шоссировано, покрыто досками или обдѣлано иною прочною и цѣлесообразною одеждою, причемъ:

а) поверхность этой одежды должна находиться въ уровнѣ головокъ рельсовъ;

б) по всей ширинѣ переѣзда должны быть уложены вдоль рельсовъ контръ-рельсы, прочно укрѣпленные на шпалахъ;

в) головки контръ-рельсовъ должны быть расположены на одной высотѣ съ головками путевыхъ рельсовъ;

г) желобъ между головками путевого рельса и контръ-рельса долженъ быть шириною 2″ (50 mm), и контръ-рельсы должны быть отогнуты къ оси колеи, внѣ предѣловъ настила, на длину не менѣе 300 mm съ каждаго конца.

Примѣчаніе. Контръ-рельсы могутъ быть замѣнены угловымъ желѣзомъ.

§ 8. По всей ширинѣ полотна желѣзной дороги и на протяженіи 4 с. въ каждую сторону отъ крайнихъ рельсовъ переѣзда полотно проѣзжей дороги должно быть горизонтально.

§ 9. **Уклоны** при спускахъ и въѣздахъ на переѣзды и путепроводы проѣзжей дороги и на проѣзды подъ желѣзнодорожными путепроводами должны быть не круче 0,05, а въ городахъ и на шоссе не круче 0,03.

§ 10. Если въѣзды устроены на насыпяхъ высотою свыше 0,50 с., то таковые должны быть ограждены по обѣимъ сторонамъ надолбами.

§ 11. Устраиваемые для пропуска подъ въѣздами переѣздовъ мостики и трубы могутъ быть каменные, бетонные, металлическіе или деревянные.

§ 12. **Заставы** переѣздовъ устанавливаются не у самаго полотна дороги, но, въ зависимости отъ профиля переѣзда и мѣстныхъ условій, должны быть помѣщены на разстояніи не менѣе 4 с. отъ ближайшаго рельса и, по возможности, въ началѣ въѣздовъ или спусковъ къ переѣзду. Система переѣздныхъ заставъ должна соотвѣтствовать роду движенія по проѣзжей дорогѣ и мѣстнымъ условіямъ.

§ 14. Возвышеніе заставнаго бруса надъ полотномъ загораждаемой имъ дороги должно составлять отъ 0,50 до 0,60 с. Ежели черезъ переѣздъ производится прогонъ мелкаго скота, то застава и боковыя огражденія въѣздовъ къ переѣздамъ, на протяженіи между заставами и бровками полотна дороги, должны имѣть такое устройство, чтобы скотъ не могъ пролѣзать подъ опущенной заставой или попадать на полотно въ обходъ заставы. Переѣзды въ предѣлахъ отъ заставы до бровки полотна должны быть ограждены съ обѣихъ сторонъ надолбами, столбами или инымъ способомъ, для устраненія возможности проѣзда черезъ полотно при закрытыхъ шлагбаумахъ.

§ 15. Переходы въ тѣхъ мѣстахъ полотна дороги, гдѣ устроены огражденія противъ попаданія на полотно скота, должны снабжаться затворами (самозапирающимися дверцами, турникетами и т. п.), которые, давая возможность проходу людей, преграждали бы доступъ на полотно желѣзной дороги крупному и мелкому скоту, не требуя отъ проходящихъ запиранія затвора, причемъ если переходъ расположенъ въ мѣстности малонаселенной или у переѣзда, по которому не производится прогона мелкаго скота, то разрѣшается снабжать переходъ простымъ турникетомъ въ видѣ горизонтальнаго креста, вращающагося на столбѣ и препятствующаго попаданію на дорогу лишь крупныхъ животныхъ.

Относительно **необслуживаемыхъ переѣздовъ** должны быть соблюдаемы нижеслѣдующія правила, установленныя по **Ж. И. С.** 16, 4, 1903 г., № 25.

§ 2. **Необслуживаемые** переѣзды и переходы въ уровнѣ рельсовъ не допускаются на городскихъ и сельскихъ улицахъ, на шоссе, на большихъ почтовыхъ и торговыхъ трактахъ и вообще въ мѣстахъ, гдѣ по переѣзду или переходу ожидается очень дѣятельное, особенно ночное движеніе.

Необслуживаемые переѣзды въ уровнѣ рельсовъ разрѣшается устраивать въ такихъ случаяхъ, когда идущій по тому или другому направленію поѣздъ можетъ быть виденъ съ переѣзда: а) на разстояніи **не менѣе 200 с.**, при сред-

НТБ ДНУЖТ

ней скорости движенія поѣзда на перегонѣ между сосѣдними къ переѣзду станціями не болѣе 25 верстъ въ часъ; б) на разстояніи **не менѣе 250 с.**, при средней скорости движенія поѣзда на перегонѣ не болѣе 30 верстъ въ часъ; в) на разстояніи **не менѣе 300 с.**, при средней скорости движенія поѣзда на перегонѣ не болѣе 35 верстъ въ часъ, и г) на разстояніи не менѣе 350 с., при средней скорости движенія поѣзда на перегонѣ не болѣе 42 верстъ въ часъ. При средней скорости движенія поѣзда на перегонѣ свыше 42 верстъ въ часъ устройство на указанномъ перегонѣ необслуживаемыхъ переѣздовъ вовсе не разрѣшается. Во всякомъ случаѣ необслуживаемые переѣзды должны устраиваться такимъ образомъ, чтобы съ обѣихъ сторонъ переѣзда на проѣзжей дорогѣ имѣлись **горизонтальныя площадки, длиною не менѣе 3 с. каждая**, чтобы за этими площадками съ каждой стороны переѣзда на протяженіи не менѣе 10 с. проѣзжая дорога не имѣла въ сторону переѣзда уклона круче $^1/_{40}$ и чтобы изъ каждой точки проѣзжей дороги на протяженіи указанныхъ 13 с. отъ переѣзда былъ свободно виденъ на всемъ указанномъ выше, зависящемъ отъ средней скорости движенія поѣзда, разстояніи приближающійся къ переѣзду съ той или другой стороны поѣздъ.

Примѣчаніе. Оставленіе переѣздовъ безъ обслуживанія въ ночное время, съ захода до восхода солнца, предоставляется усмотрѣнію Начальника или Управляющаго желѣзною дорогою въ зависимости отъ мѣстныхъ условій.

По Приказу М. П. С. 27 іюня 1907 г., установлено.

Впредь до изданія новыхъ правилъ о переѣздахъ, начальникамъ и управляющимъ желѣзными дорогами на тѣхъ линіяхъ, гдѣ средняя скорость движенія поѣздовъ на перегонахъ между станціями не превышаетъ средней скорости, при которой дѣйствующія нынѣ правила о переѣздахъ допускаютъ устройство переѣздовъ необслуживаемыхъ, — предоставляется, по ихъ усмотрѣнію, въ зависимости отъ топографическихъ условій мѣстности и расположенія зданій, а равно и отъ иныхъ условій, не считать препятствіемъ къ допущенію необслуживаемыхъ переѣздовъ кратковременное (не болѣе какъ на 8 секундъ времени) сокрытіе поѣзда изъ глазъ пѣшехода, подходящаго къ переѣзду. При этомъ должны быть соблюдены нижеслѣдующія условія.

Необслуживаемые переѣзды могутъ быть допускаемы въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ, при незначительномъ движеніи подводъ и незначительномъ прогонѣ скота по переѣзду, при дальности и прочихъ условіяхъ видимости не меньшихъ, чѣмъ установлено дѣйствующими правилами (приказы по Министерству Путей Сообщенія отъ 19 ноября 1903 г. № 148 и отъ 16 ноября 1904 г. № 137), приближающійся къ переѣзду поѣздъ **временно скрывается изъ глазъ** пѣшехода, подходящаго къ переѣзду (со скоростью не болѣе 4-хъ верстъ въ часъ), — на время не болѣе 8 секундъ. При этомъ, непосредственно вслѣдъ за такимъ сокрытіемъ, поѣздъ долженъ быть **опять виденъ** означенному пѣшеходу на разстояніи **не менѣе** 150 саж. отъ переѣзда, и притомъ съ каждой точки 14-саж. разстоянія подхода къ переѣзду, считая отъ наружнаго рельса.

Для предупрежденія машинистовъ о приближеніи къ необслуживаемому переѣзду, долженъ быть установленъ у рельсоваго пути, въ разстояніи **наибольшей видимости поѣзда съ переѣзда**, указанномъ въ нынѣ дѣйствующихъ правилахъ, видимый отчетливо машинисту въ дневное время столбъ, съ надписью на дощечкѣ: «свистокъ». Машинистамъ же обращающихся на соотвѣтственномъ перегонѣ поѣздовъ должны быть выданы подъ расписку списки означенныхъ столбовъ и должно быть вмѣнено въ обязанность при приближеніи къ этимъ столбамъ подавать свистки. Кромѣ того, на подходѣ къ переѣзду въ разстояніи 14 саж. отъ наружнаго рельса долженъ быть установленъ, съ каждой стороны рельсоваго пути, другой столбъ съ видимыми отчетливо въ дневное время на дощечкѣ надписями:

«Берегись поѣзда».

«Остановись и послушай, нѣтъ ли паровознаго свистка или стука приближающагося поѣзда».

Объ открытіи необслуживаемыхъ переѣздовъ, при означенныхъ въ семъ примѣчаніи условіяхъ, и о значеніи упомянутыхъ надписей окрестные жители должны быть оповѣщены, въ установленномъ порядкѣ, черезъ мѣстную полицію.

Данныя для переѣздовъ по **Т. У. П. и С.** см. 48 — 50, стр. 607, и 42, стр. 604.

НТБ ДНУЖТ

2. Барьеры.

1. **Задвижные барьеры**. Бревна діаметромъ 10 до 12 cm употребляются при разстояніи между опорами 5 до 6 m. Поставленная на ребро доска при пролетѣ до 8 m. Доска ходитъ между роликами. Подобная же доска, въ видѣ желѣзной рѣшетчатой балки, употребляется для пролетовъ до $w = 14$ m; высота желѣзной балки $^1/_{25}$ w.

2. **Поворотные барьеры** (съ вертикальною осью) устраиваются одно- и двустворчатые, а также въ видѣ полныхъ рѣшетчатыхъ воротъ. Одностворчатые съ противовѣсомъ — для пролета до 6 m съ подкосомъ безъ противовѣса — для пролетовъ до 4 m.

3. **Поворотные барьеры** (съ горизонтальной осью) устраиваются такъ, чтобы манипуляціи съ этими барьерами были, по возможности, легки, и чтобы при уклонѣ барьера въ 45° до 60° послѣдній находился въ равновѣсіи.

4. **Цѣпные барьеры** весьма удобны вслѣдствіе быстраго ихъ открыванія и закрыванія, но неудобны въ томъ отношеніи, что плохо видны даже при освѣщеніи. Независимо отъ этого, необходима особая канавка для помѣщенія въ нее цѣпи, для предотвращенія задѣванія за цѣпь подковами лошадей.

5. **Барьеры, которые открываются и закрываются на нѣкоторомъ разстояніи,** должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

1) передъ самымъ закрытіемъ барьера долженъ раздаваться довольно продолжительный звонокъ;

2) барьеръ долженъ свободно отпираться отъ руки, не закрываясь; объ обслуживаніи барьера немедленно подается сигналъ звонкомъ соотвѣтственному сторожу, который долженъ имѣть возможность закрывать барьеръ съ своего поста;

3) при разрывѣ проволоки барьеръ долженъ закрываться, не захлопываясь;

4) передвиженіе барьера должно производиться съ возможною легкостью.

d. Трубы подъ насыпями.

1. Общія данныя. Объ опредѣленіи отверстій трубъ подъ насыпями въ зависимости отъ площади бассейна передъ трубой см. стр. 397, Мосты.

2. Каменныя трубы. По **Т. У. П.** и **С.** установлены нормы для каменныхъ трубъ по 38—40, стр. 604.

По **Ж. И. С.**, № 63, 1898 г., постановлено:

1. Сохранить въ силѣ существующее нынѣ общее правило, чтобы толщина земляной насыпи, вмѣстѣ съ балластомъ, надъ сводами желѣзнодорожныхъ трубъ, считая отъ наружной поверхности свода въ ключѣ до подошвы шпалъ, была не менѣе 0,50 саж.; въ тѣхъ же случаяхъ, когда вышеупомянутое требованіе по какимъ-либо условіямъ окажется не-

НТБ ДНУЖТ

выполнимымъ, допустить устройство трубъ безъ земляной насыпи, съ расположеніемъ балластнаго слоя толщиною не менѣе 0,20 саж. отъ ключа до подошвы шпалъ, непосредственно на кладкѣ свода трубъ, съ тѣмъ, чтобы:

а) размѣры трубъ были опредѣлены въ зависимости отъ наиболѣе невыгоднаго расположенія сосредоточенныхъ грузовъ,—давленій паровозныхъ осей, передающихся отъ каждой оси равномѣрно на площадку, опредѣляемую длиной и шириной шпалы и увеличенную въ предположеніи $^1/_2$ уклона передачи давленія черезъ балластный слой;

б) въ виду большого вліянія удара отъ колесъ паровоза на сводъ, коэффиціенты напряженія матеріала были уменьшены на 25% противъ нормальныхъ.

2. Сохранить въ силѣ установленное нынѣ требованіе, чтобы во всѣхъ желѣзнодорожныхъ трубахъ, за исключеніемъ водосточныхъ:

а) возвышеніе пятъ кирпичныхъ сводовъ надъ самымъ высокимъ подпорнымъ горизонтомъ было не менѣе 0,10 саж.;

б) возвышеніе ключа каменныхъ сводовъ надъ самымъ высокимъ подпорнымъ горизонтомъ было не менѣе 0,40 саж.;

в) указанная въ пп. а), б) высота устоевъ трубъ была сохранена лишь въ предѣлахъ перепада, т.-е. на разстояніи отъ 1,5 до 2,5 саж. отъ входного отверстія трубы, съ уменьшеніемъ упомянутой высоты на 25% на всемъ остальномъ протяженіи трубы;

г) отступленіе отъ требованій, изложенныхъ въ п. а) настоящей статьи, было допущено лишь въ случаѣ употребленія для сводовъ трубъ кирпича наилучшаго качества и притомъ не иначе, какъ по особому ходатайству въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ.

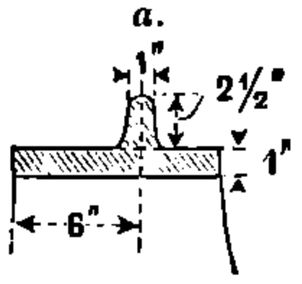
3. Чугунныя трубы. 1. По **Ц. Т. И. К.** 30, 9, 1882 г., № 9853 (извлеченіе):

В) **Устройство чугунной части трубы для насыпей высотою до 5 саж. включительно** Чугунныя трубы должны имѣть внутренній діаметръ въ 0,5 саж. и стѣнки толщиною въ 1 дюймъ. Каждое колѣно чугунной трубы, длиною въ 1 саж., должно быть снабжено 5-ю кольцевыми приливами (утолщеніями, ребордами), имѣющими размѣры 2,5 дюйма въ высоту и 1 дюймъ въ толщину (см. черт. *a*).

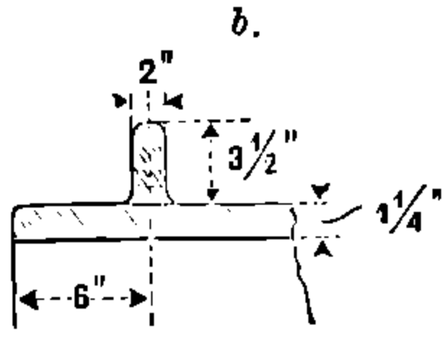
Для насыпей до 6 саж. включительно толщина стѣнокъ $1^1/_4''$, толщина реборды $2''$, высоты реборды $3^1/_2''$, отъ оси реборды до края трубы $6''$, число ребордъ 5 (черт. *b*).

Для насыпей до 10 саж. включительно размѣры ребордъ и трубы такіе же, какъ и для 6 саж., по число ребордъ на длинѣ 1 саж. увеличено до 7. Соединеніе трубы кольцами (по первому способу) требуетъ точной пригонки послѣднихъ по швамъ, а потому крайнія реборды колѣнъ должны отстоять отъ краевъ трубы на $3''$, чтобы желѣзное кольцо, шириною въ $6''$ могло помѣститься между ребрами.

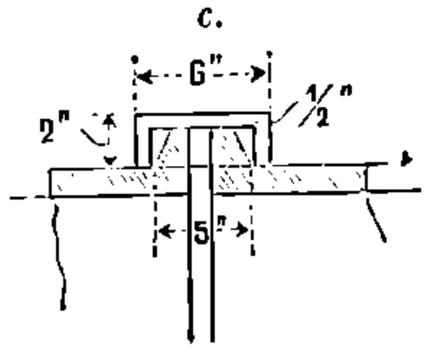
a.



b.



c.



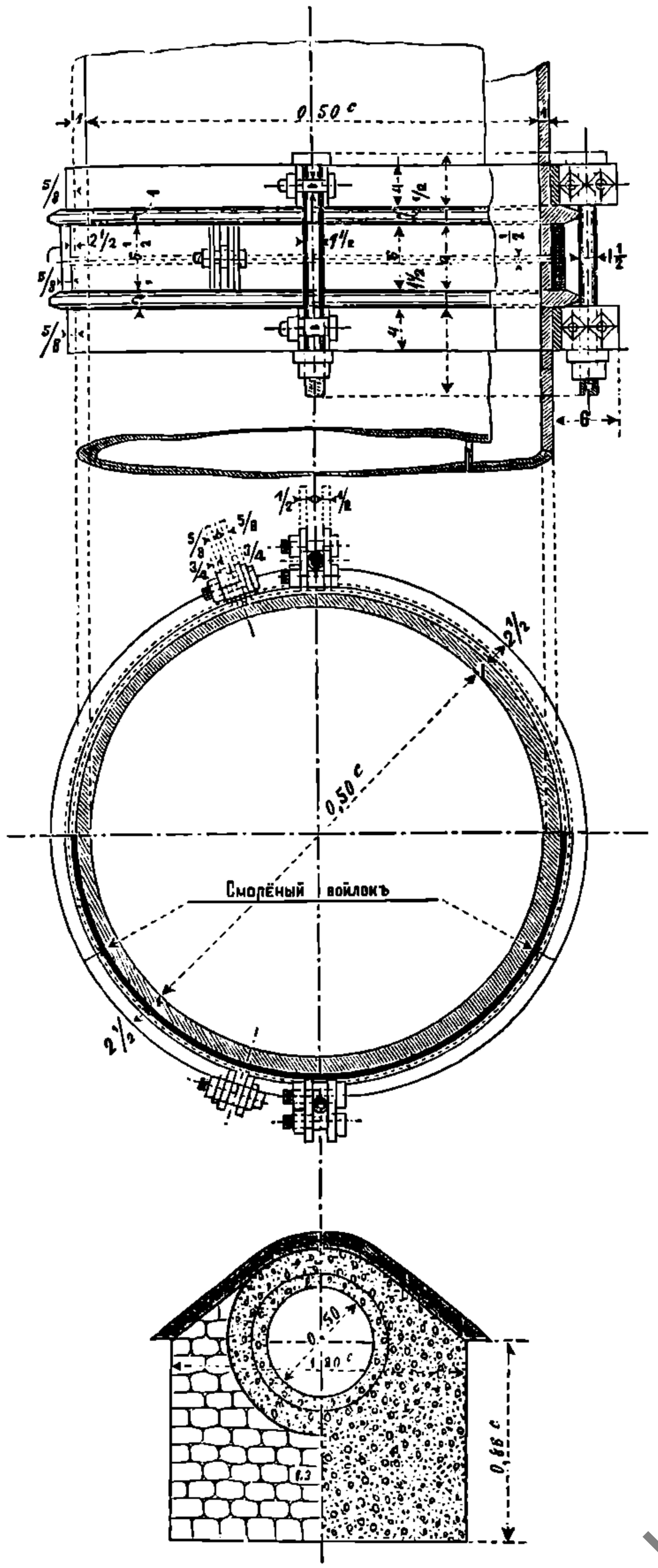
НТБ ДНУЖТ

Для возможности нѣкотораго движенія частей трубы при ея осадкѣ необходимы зазоры: между колѣнами около $^1/_2$ дюйма, а между кольцами и ребордами — въ $^1/_4$ дюйма. Для предупрежденія значительнаго раздвиганія колѣнъ трубы слѣдуетъ связывать смежныя колѣна такъ, чтобы вся труба могла нѣсколько изгибаться въ вертикальной плоскости, не разрываясь по горизонтальному направленію. Это достигается соединеніемъ (2-мя желѣзными кольцами и 2-мя болтами), изображеннымъ на чертежѣ 38. По второму способу соединеніе производится коробчатымъ желѣзомъ (на черт. *c* не заштриховано), загнутымъ по кругу (см черт. *c*) и представляющимъ хомутъ изъ двухъ половинъ. Концы полухомутовъ (стѣнки коробчатаго желѣза) отогнуты, длина отогнутаго фланца 6 дюйм. Оба фланца соединяются между собою 4-мя болтами. Размѣръ коробчатаго желѣза и сѣченіе конца трубы показаны на черт. *c* (стр. 682).

Подъ кольца надъ швами чугун. трубы долженъ подкладываться просмоленный войлокъ.

Въ оврагахъ, имѣющихъ на днѣ рытвину или вообще весьма узкое поперечное сѣченіе русла, слѣдуетъ класть трубу не по самому дну рытвины или оврага (во избѣжаніе засоренія отверстія), но нѣсколько выше, а именно тамъ, гдѣ дно оврага не представляетъ уже узкой рытвины, а имѣетъ болѣе пологое поперечное сѣченіе.

Черт. 38.



Г) Покрышка верхней части чугун. трубы.

Для совершеннѣйшаго обезпеченія насыпи отъ просачиванія воды сквозь швы чу-

гунной трубы необходимо верхнюю половину трубы покрывать непроницаемою бетонною, на гидравлическомъ растворѣ, толщиною въ 0,15 саж., покрышкою, какъ показано на чертежѣ.

Этотъ слой бетона слѣдуетъ покрыть глиняною смазкою до 0,05 саж., производя послѣднюю тонкими слоями и заполняя тщательно трещины бетона, если бы таковыя оказались при производствѣ смазки. Затѣмъ возводится насыпь дороги, причемъ употребленіе песчаныхъ грунтовъ для частей ея, прилегающихъ къ чугунной трубѣ, тщательно избѣгается.

Ж) **Отверстіе чугунной трубы.** Какъ было сказано выше (пунктъ В), отверстіе чугунной трубы допускается только въ 0,50 саж. Повѣрка вычисленіемъ достаточности такого отверстія въ каждомъ данномъ случаѣ производится слѣдующимъ образомъ: опредѣляется размѣръ, форма бассейна и крутизна его склоновъ, и по симъ даннымъ выводится приблизительно **наибольшее количество воды, которое можетъ протекать къ трубѣ въ единицу времени** (при самомъ сильномъ ливнѣ, продолжительностью не менѣе 3 часовъ, выпадаетъ, сколько извѣстно, въ Европейской Россіи слой воды толщиною **около $1^1/_2$ дюйма въ часъ** *). Затѣмъ, принимая во вниманіе наибольшее количество притекающей къ трубѣ воды и отверстіе трубы въ 0,5 саж., опредѣляется *необходимая* для даннаго расхода воды скорость ея у выходного лотка. Если эта скорость окажется болѣе 20 фут. въ 1 секунду, то устройство чугунной трубы не можетъ быть допущено. Для опредѣленія высоты, до которой долженъ быть укрѣпленъ откосъ насыпи, слѣдуетъ опредѣлить также и подпоръ, соотвѣтствующій скорости воды у выходного отверстія, при данныхъ длинѣ трубы и уклонѣ ея. Уклонъ же задается условіемъ, чтобы отъ совокупнаго дѣйствія уклона и подпора скорость въ выходномъ отверстіи не превосходила 20 фут. въ секунду.

2. **П. М. П. С.**, 1885 г., № 10346. Пунктомъ 2 циркуляра № 9853, 1882 г. (см. стр. 682) **замѣна чугунной трубы чугунною же** допускается при высотѣ насыпей, не превышающей 3 с., считая осъ нижняго ребра трубы.

Норма 3 с. опредѣлена въ предположеніи укладки трубъ тѣхъ размѣровъ, которые показаны на приложенномъ къ названному циркуляру чертежѣ, а именно для трубъ со стѣнками толщиною въ $1''$, съ ребордами, отстоящими на $19^1/_2''$, при высотѣ ребордъ въ $2^1/_4''$ и толщинѣ въ $1''$.

Въ случаѣ же, если стѣнки чугунныхъ трубъ имѣютъ толщину **не менѣе** $1^1/_4''$, реборды помѣщены одна отъ другой на разстояніи не болѣе $16''$, при высотѣ ихъ не менѣе $3^1/_2''$ и толщинѣ не менѣе $2''$, то такія трубы при надлежащей прочности основанія могутъ быть укладываемы подъ насыпями высотой до 6 с. включительно.

3) Если у чугунной трубы діаметромъ въ 0,33 с. окажется подпоръ, соотвѣтствующій скорости воды **болѣе 20 ф. въ сек.**, а отверстіе въ 0,50 с. будетъ достаточно для того, чтобы скорость у входного отверстія не превышала вышепоказанной нормы 20 ф. въ сек., то разрѣшается замѣна такой трубы чугунной трубою діаметромъ 0,50 с.; въ противномъ случаѣ существующая чугунная труба замѣняется каменною, или открытымъ мостомъ, или двумя чугунными трубами діаметромъ 0,50 с., если отверстіе послѣднихъ достаточно для того, чтобы скорость воды при выходѣ изъ трубы **не превышала 20 фут. въ сек.**

Примѣчаніе. Если чугунная труба, не удовлетворяющая упомянутому требованію, находится, однако, во всѣхъ частяхъ въ исправномъ состояніи и никогда не подвергалась значительнымъ поврежденіямъ, то такая труба, съ согласія инспектора дороги, можетъ и не подлежать перестройкѣ, не за нею устанавливается особое наблюденіе, съ тѣмъ, что если обнаружатся какіе-либо признаки ея неблагонадежности, то она замѣняется другимъ сооруженіемъ.

4) **Наибольшее количество притекающей къ трубѣ воды** опредѣляется по нормамъ циркуляра отъ 16 іюня 1884 г., № 5167 (см. стр. 398), принимая **продолжительность ливня въ 2 часа**; сообразно этому опредѣляется и наибольшее повышеніе уровня скопляющейся воды надъ центромъ выходного отверстія.

---

*) Подпоръ, соотвѣтствующій скорости (въ выходномъ отверстіи) 20 фут. въ 1 секунду и горизонтальному положенію трубы, какъ показываетъ вычисленіе, составляетъ около 1 саж. надъ верхнимъ ребромъ входного отверстія трубы, при условіи ограниченія длины трубы предѣльною высотою насыпи въ 3 саж.

НТБ ДНУЖТ

5) **Починка и перестройка** поврежденныхъ чугунныхъ трубъ безъ замѣны ихъ иными сооруженіями допускаются въ слѣдующихъ случаяхъ:

а) при высотѣ насыпи надъ трубою не менѣе 0,50 с.;

б) при возвышеніи уровня могущей скопиться передъ трубою воды надъ центромъ выходного отверстія не свыше:

у насыпей	высотою	1,5 с.	0,25 с.,	у насыпей	высотою	6,0 с.	2,00 с.,
»	»	»	2,0 »	0,75 »	»	»	»	7,0 »	2,10 »
»	»	»	2,5 »	1,00 »	»	»	»	8,0 »	2,20 »
»	»	»	3,0 »	1,25 »	»	»	»	9,0 »	2,30 »
»	»	»	4,0 »	1,50 »	»	»	»	10,0 »	2,35 ».
»	»	»	5,0 »	1,75 »					

Примѣчаніе. Для промежуточныхъ высотъ насыпей уровень наибольшаго допускаемаго скопленія воды надъ центромъ выходного отверстія опредѣляется по интерполяціи.

3. **Основанія подъ чугунныя трубы Ц. Д** 21. 5. 1894 г., № 8831, разрѣшается допустить, въ отступленіе отъ требованій циркуляра **Т. И. К.** отъ 30 сентября 1882 г., за № 9853 (стр. 682), укладку чугунныхъ трубъ на всѣхъ желѣзныхъ дорогахъ и подъѣздныхъ путяхъ на основаніи изъ плотно утрамбованной слоями мятой глины со щебнемъ или гравіемъ съ тѣмъ, чтобы:

1) количество добавляемаго къ глинѣ щебня или гравія было опредѣляемо въ каждомъ частномъ случаѣ подлежащимъ мѣстнымъ техническимъ начальствомъ, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій и свойствъ употребляемаго матеріала, причемъ означенное количество должно обезпечивать основаніе трубъ отъ выпучиванія во время морозовъ и не быть слишкомъ значительнымъ для того, чтобы черезъ основаніе могла происходить фильтрація;

2) указанный способъ для укладки чугунныхъ трубъ примѣнялся лишь въ тѣхъ случаяхъ:

а) когда высота насыпи, въ которой укладывается труба, не болѣе 4 с., а ширина по верху не болѣе 2,60 с. (ширина полотна подъ одинъ путь), и

б) когда скорость протеканія воды по трубѣ, по разсчету, ожидается не болѣе 10 фут. въ сек., причемъ высота подпора воды надъ центромъ входного отверстія трубы, при насыпи въ 1 путь, должна быть:

для высоты	насыпи	въ	1 с.	не	болѣе	0,25 с.,
»	»	»	»	2 »	»	»	0,30 »
»	»	»	»	3 »	»	»	0,32 »
»	»	»	»	4 »	»	»	0,35 ».

4. **Трубы изъ оцинкованнаго волнистаго желѣза.** По **Ж. И. С.** 23, 10 и 18, 12, 1896 г., № 210, установлено: I. Допустить укладку трубъ изъ оцинкованнаго волнистаго желѣза, изготовляемыхъ С.-Петербургскимъ Металлическимъ заводомъ, для пропуска воды въ тѣхъ случаяхъ, когда таковыя трубы не будутъ подвергаться нагрузкѣ отъ подвижного состава и не будутъ пропускать воду полнымъ сѣченіемъ, какъ, напримѣръ, при проведеніи арыковъ, когда трубы будутъ укладываться взамѣнъ лотковъ, для дренажа и т. п.

II. Оставить открытымъ вопросъ о примѣнимости трубъ изъ волнистаго желѣза для укладки ихъ взамѣнъ чугунныхъ, подъ желѣзнодорожными насыпями въ тѣхъ случаяхъ, когда трубы подвергаются давленію насыпи и проходящаго по ней подвижного состава и могутъ пропускать воду полнымъ сѣченіемъ и даже работать подъ напоромъ.

III. Допустить, въ видѣ опыта, укладку упомянутыхъ въ ст. I трубъ возможно большаго діаметра подъ насыпями высотою отъ 0,50 — 3 с. надъ верхнимъ ребромъ трубы, на вѣтвяхъ казенныхъ желѣзныхъ дорогъ, по преимуществу съ однимъ товарнымъ движеніемъ, съ тѣмъ, чтобы за такого рода трубами былъ установленъ особенно тщательный надзоръ.

Примѣчаніе. Трубы изъ оцинкованнаго волнистаго желѣза, отв. 0,21 и 0,25 с., примѣнены въ значительномъ количествѣ при постройкѣ Закаспійской и Самаркандъ-Андижанской жел. дорогъ для пропуска оросительныхъ канавъ.

Чугунная труба при отверстіи 0,25 с. и толщинѣ стѣнки $^3/_4$″ обходится на 70% дороже желѣзной трубы, не считая расходовъ на доставку и развозку болѣе тяжелыхъ чугунныхъ трубъ (по даннымъ С.-Петербургскаго Металлическаго завода, цѣна погонной сажени желѣзной трубы:

НТБ ДНУЖТ

діаметромъ 0,21 саж. . . . 30 руб.,
» 0,25 » . . . . 35 » .
цѣна же погонной сажени чугунной трубы діаметромъ 0,25 с. и толщиною $^3/_4$″ равна 60 руб.).

5. Бетонныя трубы. По **Ц. Д.** 13, 8, 1892, № 11915.

1) Примѣненіе **бетона** при устройствѣ трубъ на строящихся желѣзныхъ дорогахъ разрѣшается при условіи употребленія исключительно портландъ-цементовъ (какъ русскихъ, такъ и иностранныхъ) въ пропорціи не болѣе 3 ч. песку на 1 ч. цемента, и предоставляется: на казенныхъ дорогахъ — начальнику работъ, по соглашенію съ производителями работъ, а на строящихся дорогахъ частныхъ обществъ — инспектору, по соглашенію съ главнымъ инженеромъ и производителями работъ, рѣшать вопросы о количествѣ щебня, о количествѣ употребляемыхъ при означенной постройкѣ матеріаловъ и о пріемахъ производства работъ; при этомъ симъ лицамъ вмѣняется въ особенную обязанность установленіе неослабнаго техническаго надзора за тщательностью производства подобныхъ бетонныхъ работъ и за состояніемъ исполненныхъ уже сооруженій.

2) При проектированіи подобныхъ трубъ не дозволяется допускать дѣйствительныхъ напряженій на бетонную кладку свыше допускаемыхъ на кирпичную кладку, т.-е. свыше $2^1/_2$ пуд./кв. д.

6. Трубы по системѣ Монье. По **П. М. П. С.**, 12, 8, 1899 г., № 95, разрѣшается для желѣзныхъ и шоссейныхъ дорогъ примѣнять систему Монье, не испрашивая каждый разъ особаго разрѣшенія Министра, съ тѣмъ, чтобы размѣры трубы были оправданы соотвѣтствующими разсчетами. Примѣненіе желѣзо-бетонныхъ сооруженій другихъ системъ, безъ особаго разрѣшенія М. П. С. въ установленномъ порядкѣ, не допускается.

III. Верхнее строеніе.

a. Расположеніе пути.

1. Расположеніе рельсовъ въ планѣ.

Ширина колеи и междопутья въ пути и на станціяхъ см. стр. 642.

Уширеніе пути въ кривыхъ. Пусть означаютъ:

l наибольшее неизмѣняемое разстояніе (жесткая база) между крайними осями подвижного состава въ m,

ϱ радіусъ наружной окружности колеса (у гребня) въ m,

t наибольшую высоту гребня въ m,

$l_1 = l + 2\sqrt{2\varrho t} = l + 2b$, гдѣ $\sqrt{2\varrho t} = b$,

R радіусъ кривой въ m,

ε величину перемѣщенія средней оси у трехосныхъ вагоновъ въ m.

НТБ ДНУЖТ

Въ предположеніи, что допускаемое въ прямыхъ частяхъ пути уширеніе $\leqq 10$ mm должно быть допущено и въ закругленіяхъ, имѣемъ наименьшее необходимое уширеніе пути въ кривыхъ c въ m:

для трехосныхъ вагоновъ: $e = \frac{l_1^2}{8R} - \varepsilon.$

для двухосныхъ вагоновъ: $e = \frac{l\,b}{R}.$

По этимъ формуламъ можетъ быть опредѣлено уширеніе пути для каждаго даннаго случая.

Для главныхъ линій слѣдуетъ принимать:

$l \leqq 7$ m; $2\,\varrho \leqq 1{,}1$ m; $t \leqq 0{,}035$ m; $\varepsilon = 12$ mm.

По правиламъ прусскихъ дорогъ для нормальной колеи пользуются формулой (R въ m; e въ mm):

$$e = 6820 : R - 12, \text{ или около } 7000 : R - 12.$$

Наибольшее уширеніе пути, допускаемое въ Германіи:

По правиламъ (1895) въ Пруссіи рекомендуется эмпирическая формула (R въ m; e въ mm):

$$e = (1000 - R)^2 : 30\,000;$$

эта формула примѣняется также и для дорогъ второстепенныхъ до $R = 100$ m *).

Въ Россіи XVI Съѣздомъ инженеровъ службы пути установлено, что для кривыхъ, описанныхъ радіусами отъ 1000 до 368 m, опредѣленіе величины уширенія производится по формулѣ:

$$e = (1000 - R)^2 : 20\,000.$$

На Юго-Западныхъ дорогахъ для уширенія принята формула

$$e = \frac{(l + 2\sqrt{2rt})^2}{8R} - \frac{e_0}{2},$$

гдѣ l разстояніе между крайними осями,
r радіусъ колеса,
t высота закраины бандажа,
R радіусъ кривой,
e_0 полный зазоръ въ прямыхъ частяхъ пути.

Кромѣ того, для узкой колеи (въ Германіи):

ширина 1 m; для $R = 80$ до 250 m $e = 240 : \sqrt{R}$, но $\leqq 25$ mm,
» 0,75 m; » $R = 50$ » 150 m $e = 140 : \sqrt{R}$, » $\leqq 20$ mm,
» 0,60 m; » $R = 30$ » 100 m $e = 100 : \sqrt{R}$, » $\leqq 18$ mm.

Напр., на линіи Landquart Davos, при колеѣ въ 1 m, уширеніе составляетъ 25 mm при радіусѣ закругленія $R = 100$ до 140 m, 20 mm при $R = 150$ до 210, 15 mm при $R = 220$ до 280, 10 mm при $R = 300$ до 400, 5 mm при $R = 450$ до 500, при $R > 500$ уширенія не дѣлается. На саксонскихъ узкоколейныхъ дорогахъ, при колеѣ 0,75 m, уширеніе 20 mm для радіуса 50 до 75 m, 15 mm для 75 до 100 m, 10 mm для 100 до 200 m, 5 mm для 200 до 300 m.

*) См. Kreuter въ II. d. I. W. т. 5, I, § 23.

НТБ ДНУЖТ

Уширеніе пути достигается перемѣщеніемъ внутренняго рельса. Съ цѣлью уменьшенія числа путевыхъ шаблоновъ для предѣловъ уширенія устанавливаются извѣстные размѣры, которыхъ обыкновенно и придерживаются.

Наименьшій радіусъ кривой для даннаго разстоянія между крайними осями и, наоборотъ, допускаемое разстояніе между осями при данномъ радіусѣ кривой находится изъ вышеприведенныхъ формулъ опредѣленіемъ изъ нихъ R или l послѣ подстановки наибольшихъ допускаемыхъ величинъ для e_{max}.

2. Относительное расположеніе рельсовъ по высотѣ.

Наклонъ рельсовъ къ вертикали вовнутрь составляетъ 1 : 20 до 1 : 16.

Возвышеніе наружнаго рельса **въ кривыхъ**. Пусть означаютъ:

h возвышеніе наружнаго рельса въ m,
s разстояніе отъ оси до оси рельса въ m,
R радіусъ кривой въ m,
V наибольшая скорость поѣздовъ на данномъ участкѣ въ km въ часъ, — тогда теоретически:

$$h = s\,V^2 : 127\,R.$$

Здѣсь предположено, что всѣ оси могутъ имѣть свободное перемѣщеніе, чего въ дѣйствительности нѣтъ. Приведенная формула даетъ подходящія значенія лишь для скоростей $V = 60$ до 65 km/чс, для меньшихъ V формула даетъ слишкомъ малыя, а для большихъ V слишкомъ большія повышенія. Въ виду этого является болѣе удобнымъ, вмѣсто приведенной, пользоваться другою эмпирическою формулою:

$$h = c\,V : R = \frac{k}{R},$$

гдѣ для V слѣдуетъ подставлять предѣльную скорость, допускаемую для соотвѣтственной кривой. Въ Пруссіи, а также въ Баваріи для главныхъ линій принимаютъ $c = 0{,}5$, слѣд. возвышеніе опредѣлено по формулѣ $h = V : 2R$.

Въ Германіи допускаются слѣдующія предѣльныя скорости движенія и возвышеніе въ кривыхъ:

$R =$	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300	250	200	180	150	120	100 m
$V \leqq$	120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	65	60	50	45	40	30	25 km/чс
$h =$	46	48	50	53	56	59	64	71	80	94	108	120	125	125	133	125	125 mm.

Слишкомъ малое повышеніе наружнаго рельса вызываетъ меньше неудобствъ, чѣмъ слишкомъ большое повышеніе, почему рекомендуется принимать h не больше 150 mm для главныхъ линій и 160 до 170 mm для линій второстепенныхъ.

Въ кривыхъ радіусомъ болѣе 2000 m на главныхъ линіяхъ и болѣе 1000 m на линіяхъ второстепенныхъ повышенія на-

НТБ ДНУЖТ

ружнаго рельса не дѣлаютъ, равнымъ образомъ и въ кривыхъ для рельсовыхъ переходовъ.

Для Россіи XVI Съѣздомъ инженеровъ службы пути установлено:

a) Для главнаго пути между станціями возвышеніе наружнаго рельса h (въ тысячныхъ доляхъ сажени) составляетъ

$$h = \frac{3\,V^2}{R}.$$

V — скорость въ верстахъ въ часъ.

R — радіусъ въ саженяхъ.

b) На станціонныхъ площадкахъ, если скорость движенія поѣздовъ не превосходитъ 45 верстъ въ часъ, возвышеніе наружнаго рельса надъ внутреннимъ не дѣлается. При большей скорости возвышеніе опредѣляется по *a*).

Для дорогъ узкоколейныхъ въ Германіи пользуются теоретическими формулами:

$h = 8{,}3\,V^2 : R$ для колеи 1 m,

$h = 6{,}2\,V^2 : R$ для колеи 0,75 m и $h = 5\,V^2 : R$ для колеи 0,60 m.

Эти данныя примѣнены, напр., на линіи Landquart-Davos съ колеей въ 1 m при $V = 27$ до 36 km въ часъ и R до 100 m, на зубчатой городской дорогѣ St.-Gallen-Gais съ колеей въ 1 m при $V = 15$ до 30 km въ часъ и $R = 500$ до 30 m; также на саксонскихъ узкоколейныхъ дорогахъ съ колеей въ 0,75 m, при $V = 15$ до 25 km въ часъ и $R = 600$ до 50 m.

Относительное повышеніе наружнаго рельса надъ внутреннимъ достигается теоретически вращеніемъ плоскости рельсовъ около горизонтальной оси, совпадающей съ осью пути, такъ, чтобы центръ тяжести подвижного состава не перемѣщался; это вызвало бы, однако, значительное увеличеніе толщины балластнаго слоя и значительный поперечный наклонъ полотна. Въ виду этого, поднимаютъ обыкновенно только наружный рельсъ на полную величину подъема h, не опуская одновременно внутренняго рельса.

3. Опредѣленіе постепенности повышенія (разгонки) наружнаго рельса и переходныхъ кривыхъ *).

Постепенное возвышеніе наружнаго рельса до достиженія полной величины h этого повышенія дѣлается на длинѣ $l = 300\,h$ (черт. 38), если h величина этого возвышенія; во всякомъ случаѣ, l должно быть $\geqq 200\,h$. Эта величина, однако, недостаточна, такъ какъ при базѣ вагона въ 7 m, независимо отъ игры рессоръ, возможно поднятіе колеса надъ рельсомъ на 35 mm, т.-е. на высоту гребня.

*) Подробнѣе см. Röll, Encyklopädie des Eisenbahnwesens, Schienenüberhöhung, А. Геринга; также Lueger Lexikon der gesamten Technik, Krümmungsverhältnisse.

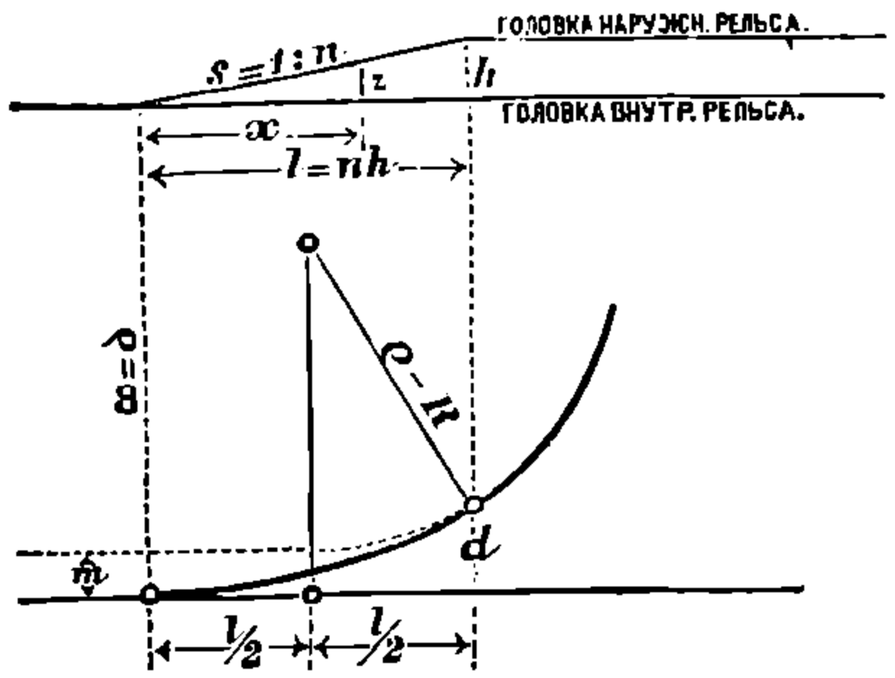
НТБ ДНУЖТ

Площадка, въ которой имѣетъ мѣсто возвышеніе наружнаго рельса, въ планѣ располагается по **переходной кривой**, которая постепенно переходитъ отъ $\varrho = \infty$, при $h = 0$, въ $\varrho = R$*) при $h = k : R$, такъ что въ каждой точкѣ переходной кривой возвышеніе рельса и радіусъ кривизны находятся въ опредѣленномъ соотношеніи ($z = k : \varrho$), и при началѣ дѣйствительной кривой $\varrho = R$ имѣетъ мѣсто полное повышеніе наружнаго рельса. Если не хватаетъ длины прямой для достиженія даннаго повышенія, то остатокъ переходной площадки укладывается уже въ кривой, а ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ увеличивать наклона переходной площадки. Уменьшеніе повышенія менѣе вредно, чѣмъ слишкомъ крутой подъемъ наружнаго рельса. Переходная кривая представляетъ кубическую параболу, уравненіе которой:

$$y = x^3 : 6\,P.$$

Для укладки переходной кривой требуется уменьшеніе радіуса кривой на незначительную величину m. Переходная кривая проходитъ черезъ средину этой величины m близъ точки, соотвѣтствующей началу (геометрическому) кривой, и распредѣляется по обѣ стороны этой точки на одинаковую длину (черт. 38).

Черт. 38.



Пусть:

$1 : n$ подъемъ наружнаго рельса по отношенію къ внутреннему и, слѣд., $l = n\,h$ длина всей переходной кривой,

d конечная ордината этой кривой въ mm (черт. 38).

Тогда имѣемъ:

$$P = n\,k \quad \text{или также} = l\,R, \qquad m = l^2 : 24\,R; \qquad d = 4 \text{ m}.$$

Необходимыя для разбивки промежуточныя ординаты переходной кривой вычисляются по формулѣ $y = d\,(x : l)^3$.

Значенія величины l рѣдко превосходятъ 30 до 40 m, а значенія для m не превышаютъ 300 до 350 mm.

Если (какъ у существующихъ путей) перемѣщеніе всей дуги невозможно, то на величину m уменьшается лишь радіусъ передней ея части вставкой короткаго куска меньшаго радіуса.

---

*) Точнѣе $\varrho = R - m$; но m весьма мало сравнительно съ R.

НТБ ДНУЖТ

По даннымъ XVI Съѣзда инженеровъ службы пути, разгонка повышенія при переходѣ съ кривой на прямую должна производиться на прямой; наибольшій уклонъ означенной разгонки можетъ быть опредѣляемъ въ зависимости отъ скорости по формулѣ $\frac{1}{10\,V}$ (V въ километрахъ), при этомъ предѣлъ крутизны разгонки устанавливается въ 1 : 375.

Уширеніе колеи и повышеніе наружнаго рельса надъ внутреннимъ въ закругленіяхъ (приняты на Юго-Западныхъ жел. дорогахъ).

№№ по порядку	Радіусъ закругленій въ саженяхъ	Соотвѣтствующая ширина въ саженяхъ	Повышеніе наружнаго рельса надъ внутреннимъ, исчисленное по средней скорости самыхъ скорыхъ поѣздовъ между станціями			
			50 вер.	40 вер.	30 вер.	18 вер.
1	болѣе 2,000	0,714	0,000	0,000	0,000	0,000
2	2,000	0,714	0,004	0,002	0,001	0,000
3	1,750	0,714	0,004	0,003	0,002	0,001
4	1,500	0,714	0,005	0,003	0,002	0,001
5	1,250	0,714	0,006	0,004	0,002	0,001
6	1,000	0,714	0,008	0,005	0,003	0,001
7	900	0,714	0,008	0,005	0,003	0,001
8	800	0,714	0,009	0,006	0,003	0,001
9	750	0,714	0,010	0,006	0,004	0,001
10	700	0,714	0,011	0,007	0,004	0,001
11	650	0,714	0,012	0,007	0,004	0,001
12	600	0,714	0,013	0,008	0,005	0,002
13	550	0,714	0,014	0,009	0,005	0,002
14	500	0,714	0,015	0,010	0,005	0,002
15	450	0,714	0,017	0,011	0,006	0,002
16	400	0,714	0,019	0,012	0,007	0,002
17	350	0,714	0,021	0,014	0,008	0,003
18	300	0,714	0,025	0,016	0,009	0,003
19	250	0,717	0,030	0,019	0,011	0,004
20	200	0,717	0,038	0,024	0,014	0,005
21	175	0,720	0,043	0,027	0,015	0,006
22	150	0,720	0,050	0,032	0,018	0,006
23	125	0,720	0,060	0,038	0,022	0,008
24	120	0,723	0,063	0,040	0,023	0,008
25	100	0,723	0,075	0,048	0,027	0,010
26	80	0,723	—	—	—	0,012
27	75	0,723	—	—	—	0,013

Примѣчаніе. Для $R = 300$ и больше саженъ уширенія пути дѣлать не нужно, и путь укладывается по нормальному шаблону прямыхъ частей.

При входѣ на кривую повышеніе должно быть полное; разгонка его (переходъ) должна дѣлаться отъ начала кривой въ сторону прямой на протяженіи 1000 повышеній.

О прямыхъ вставкахъ см. **Т. У. П.** и **С.**, 14, стр. 599; а для подъѣздныхъ путей 6, б и в, стр. 627 и 628.

Если кривыя направлены въ одну сторону, то необходима либо такая же прямая вставка, либо вставка болѣе пологой кривой. Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ избѣгать слишкомъ быстраго опусканія и подъема наружнаго рельса.

НТБ ДНУЖТ

Если двѣ кривыя различныхъ радіусовъ R_1 и R_2 между собою касаются, то необходимо уложить ту часть переходной кривой, которою достигается переходъ отъ $\varrho = R_1$ и $h_1 = k : R_1$ къ $\varrho = R_2$ и $h_2 = k : R_2$. Для этого необходимо вычислить $h = h_2 - h_1$, $l = l_2 - l_1$ и $m = m_2 - m_1$ и величину l отложить симметрично по обѣ стороны отъ общей точки соприкосновенія; m получается уменьшеніемъ меньшаго радіуса R_2 и дѣлится переходною кривой на равныя части.

b. Укладка пути.

1. Рельсы.

1. **Матеріалъ.** Литая сталь не слишкомъ твердая должна обладать значительною гибкостью передъ изломомъ; времен. сопрот. разрыву $\geqq 60$ kg/qmm (въ Германіи въ исключительныхъ случаяхъ до 70, во Франціи 75 до 85 kg). Уд. вѣсъ 7,86.

2. **Нагрузка.** Наибольшая допускаемая спокойная **нагрузка на колесо**. Въ Германіи для главныхъ линій допускается $P = 8$ t, для ширококолейныхъ дорогъ мѣстнаго значенія и облегченнаго типа $P = 5$ t, для узкоколейныхъ $P = 4{,}5$ t, а для 1 m и 0,75 m — колеи $P = 4$ t. Въ Россіи нагрузка P установлена въ зависимости отъ типа рельса и числа поперечинъ на версту дороги до 20 t (см. стр. 694 и 289). Для второстепенныхъ дорогъ см. 31, стр. 631. По **Т. У. П. и С.** 57, стр. 608. Это вертикальное давленіе можетъ въ значительной мѣрѣ увеличиться вслѣдствіе колебаній и вертикальной центробѣжной силы (отъ прогиба рельсовъ). Изгибающій моментъ при разстояніи между поперечинами l m и въ предположеніи одинаковой высоты опоръ (по Винклеру) $M = 0{,}189\,Pl$: послѣдній, въ виду перемѣщенія нагрузки, сжатія балластнаго слоя и опоръ, въ дѣйствительности значительно больше.

3. **Форма и размѣры.** Въ большинствѣ случаевъ несимметричный рельсъ Виньоля съ широкой подошвой. Симметричный рельсъ (съ двойной головкой) встрѣчается на нѣкоторыхъ старыхъ линіяхъ Германіи, часто во Франціи, главнымъ образомъ въ Англіи, и въ послѣднее время снова испытывается на прусскихъ правительственныхъ дорогахъ.

Ширина головки $\geqq 57$ mm, для главныхъ линій до 70 mm; широкая головка изнашивается меньше и даетъ возможность имѣть болѣе широкія поверхности соприкосновенія накладки.

Верхнее закругленіе головки радіусомъ $\geqq 200$ mm.

Боковое закругленіе головки (направляющая для гребня) радіусомъ 14 mm.

НТБ ДНУЖТ

Поверхности прилеганія накладокъ или нижнее очертаніе головки, а также переходъ отъ шейки къ подошвѣ представляютъ плоскости; наклонъ ихъ 1 : 3. При недостаточномъ наклонѣ этихъ плоскостей, послѣ незначительнаго износа происходитъ легко прилеганіе накладки къ шейкѣ рельса и защемленіе накладокъ; наклонъ: 1 : 4 (въ Германіи), 1 : 5 (бельгійскій Голіаѳъ), 1 : 2,5 (австрійскія правит. дор.). Въ Россіи по нормалямъ 1908 г. 1 : 3 и 1 : 2,75.

Толщина шейки въ срединѣ $\geqq 11$ (прусск. норм. 11 и 14 mm), для тоннелей и въ случаѣ стыка съ перекрышкой 18 mm: для второстепенныхъ линій съ нормальной колеей $\geqq 10$ mm.

Ширина подошвы при поперечныхъ шпалахъ 105 до 125 mm (бо́льшая ширина при верхнемъ строеніи безъ подкладокъ). При меньшей ширинѣ увеличивается опасность отъ опрокидыванія, сильнѣе напрягаются костыли, равно происходитъ заѣданіе въ опорахъ. Нижнія ребра подошвы закругляются радіусомъ въ 2 mm, отчего вышеуказанныя неудобства значительно уменьшаются. Въ виду болѣе легкой прокатки ширину дѣлаютъ въ Германіи 105 и 110 mm, но ставятъ подъ рельсы подкладки на всѣхъ шпалахъ.

Допускаемый износъ a головки принимается въ 10 до 16 mm.

Высота рельса h состоитъ изъ: h_1 высоты головки, считая ее отъ верха головки до пересѣченія плоскостей прилеганія накладокъ вверху, h_2 высоты шейки (между пересѣченіями плоскостей прилеганія накладокъ вверху и внизу) и h_3 высоты подошвы между пересѣченіемъ плоскостей прилеганія накладокъ внизу и плоскостью подошвы. Для строенія на поперечинахъ $h = 130$ до 140 mm (въ Германіи $h \leqq 125$ mm).

4. По **Ж. И. С.** 29, 10, 1898 г., № 239, установлены слѣдующія условія для проектированія нормальныхъ типовъ рельсовъ, вѣсомъ 18, 20, 22, 24, 26, 28 и 29 фунт. въ пог. футѣ:

1) **ширина пяты** должна равняться высотѣ рельса;

2) **высота рельса** должна быть выбрана такъ, чтобы при распредѣленіи около 45% матеріала на головку, 35% на пяту и 20% на шейку, съ колебаніями въ 5% въ каждую сторону, получались возможно наибольшіе моменты инерціи и сопротивленія относительно вертикальной и горизонтальной осей;

3) наименьшая **ширина головки** должна быть 55 mm, а наибольшая — 70 mm;

4) отношеніе **высоты головки къ ширинѣ** должно быть около 1 : 1,5 = 2 : 3;

5) **уклонъ граней**, соприкасающихся съ накладками, долженъ быть около 1 : 3;

6) наименьшая **толщина краевъ** пяты должна быть 8 mm;

7) наименьшій **радіусъ закругленія** R **верхней части головки** долженъ быть 250 mm (наибольшій предѣлъ R опредѣляется требованіемъ, чтобы стрѣлка сегмента головки рельса была не менѣе 0,5 mm);

8) наибольшій **радіусъ** r **закругленія**, сопрягающаго верхнюю часть головки съ боковыми вертикальными гранями, долженъ быть 14 mm (меньшій предѣлъ r не ограниченъ: въ существующихъ рельсахъ r не бываетъ менѣе 10 mm);

9) **толщина стѣнки** должна быть около 0,1 высоты рельса и, во всякомъ случаѣ, не менѣе 12 mm;

НТБ ДНУЖТ

10) типы должны быть составлены такъ, чтобы одни и тѣ же скрѣпленія могли быть примѣнены къ рельсамъ двухъ или трехъ смежныхъ типовъ, группируя таковыя по порядку.

5. **Типы рельсовъ.** *а*) Нормальные типы Ia, IIa, IIIa и IVa, утвержденные **М. П. С.** 14 авг. 1908, за № 90.

Таблица наибольшихъ скоростей поѣздовъ, съ показаніемъ наибольшихъ допускаемыхъ давленій осей подвижного состава.

Типъ рельсовъ	Вѣсъ пог. фута рельсовъ въ фунтахъ (см. стр. 695)	Наибольшее допускаемое давленіе оси въ французскихъ тоннахъ	Число шпалъ на версту			
			1.300	1.400	1.500	1.600
			Наибольшая скорость (верстъ въ часъ)			
Ia	32.426	14	60	70	85	100
		15	60	70	85	100
		16	60	70	85	94
		20	—	60	—	—
IIa	28.592	14	60	70	85	94
		15	60	70	85	88
		$16^2/_3$	60	70	78	80
		$18^1/_2$	—	—	57	60
IIIa	24.918	$12^1/_2$	60	70	85	87
		14	60	70	77	—
		15	57	60	72	—
		16	—	—	56	—
		$16^1/_2$	—	—	—	57
IVa	22.991	$12^1/_2$	60	70	74	—
		14	—	—	54	—
		$14^1/_2$	—	—	—	54

Установлено подраздѣленіе желѣзнодорожныхъ линій въ отношеніи вѣса рельсовъ, заготовляемыхъ для сплошной смѣны на главныхъ путяхъ, не считая подъѣздныхъ путей и второстепенныхъ дорогъ, на четыре категоріи, съ назначеніемъ: для **первой** категоріи рельсовъ вѣсомъ около $32^1/_2$ фунта въ пог. футѣ; для **второй** — $28^1/_2$ фунта въ пог. футѣ; для **третьей** — 25 фунт. въ пог. футѣ, и для **четвертой** — 23 фунта въ пог. футѣ.

Чертежи нормальныхъ типовъ рельсовъ (1908 года) со скрѣпленіями приведены на стр. 696 и 697 (черт. 39, 40, 41, 42), а данныя о сѣченіи рельсовъ приведены въ нижеприведенной таблицѣ (стр. 695).

Число шпалъ на версту, въ зависимости отъ наибольшей скорости обращенія поѣздовъ, не должно быть менѣе нижеуказаннаго количества въ прямыхъ частяхъ пути:

НТБ ДНУЖТ

При наиб. скорости, не превосходящей . . . . . 60 70 85 100 вер./чс.
Наименьшее число шпалъ на версту 1300 1400 1500 1600

Подъ рельсами типовъ Ia, IIa и IIIa **подкладки** должны быть уложены на всѣхъ шпалахъ.

Показанныя въ таблицѣ **скорости** и предѣльныя давленія оси (стр. 694) соотвѣтствуютъ типу брусковыхъ шпалъ длиною 1,25 с., шириною нижней постели 5 вер. и балласту съ коэффиціентомъ податливости 4 kg/qcm.

Теорет. вѣсъ (brutto) фун/фут.	32,426	28 592	24,918	22,991
Теорет. вѣсъ (brutto) kg/m	43,567	38,416	33,480	30,890
Площадь qcm	55,64	49,063	42,758	39,451
Центръ тяжести отъ подошвы . . . . . cm	6,9626	6,781	6,209	5,924
Центръ тяжести отъ головки . . . . . cm	7,0374	6,719	6,591	6,126
Моментъ инерціи для оси центра тяжести . . . cm^4	1476,11	1222,54	967,98	751,00
Моментъ сопротивленія относительно подошвы cm^3	212,00	180,29	155,90	126,77
Моментъ сопротивленія относительно головки cm^3	209,75	181,95	146,86	122,59
Теорет. вѣсъ (netto) рельса длина 35 фут. съ шестью болтовыми дырами . . .	28,340 пд 464,236 kg	24,988 пд 409,324 kg	21,775 пд 356,705 kg	20,094 пд 329,157 kg
Тотъ же вѣсъ рельса (netto) при другой длинѣ опредѣляется въ пуд. по форм.	$P=0{,}81065\,L$ $-0{,}033$	$P=0{,}7148\,L$ $-0{,}030$	$P=0{,}62295\,L$ $-0{,}028$	$P=0{,}574775\,L$ $-0{,}023$,

гдѣ L — длина рельса въ футахъ, а второй членъ представляетъ вѣсъ металла въ шести дырахъ.

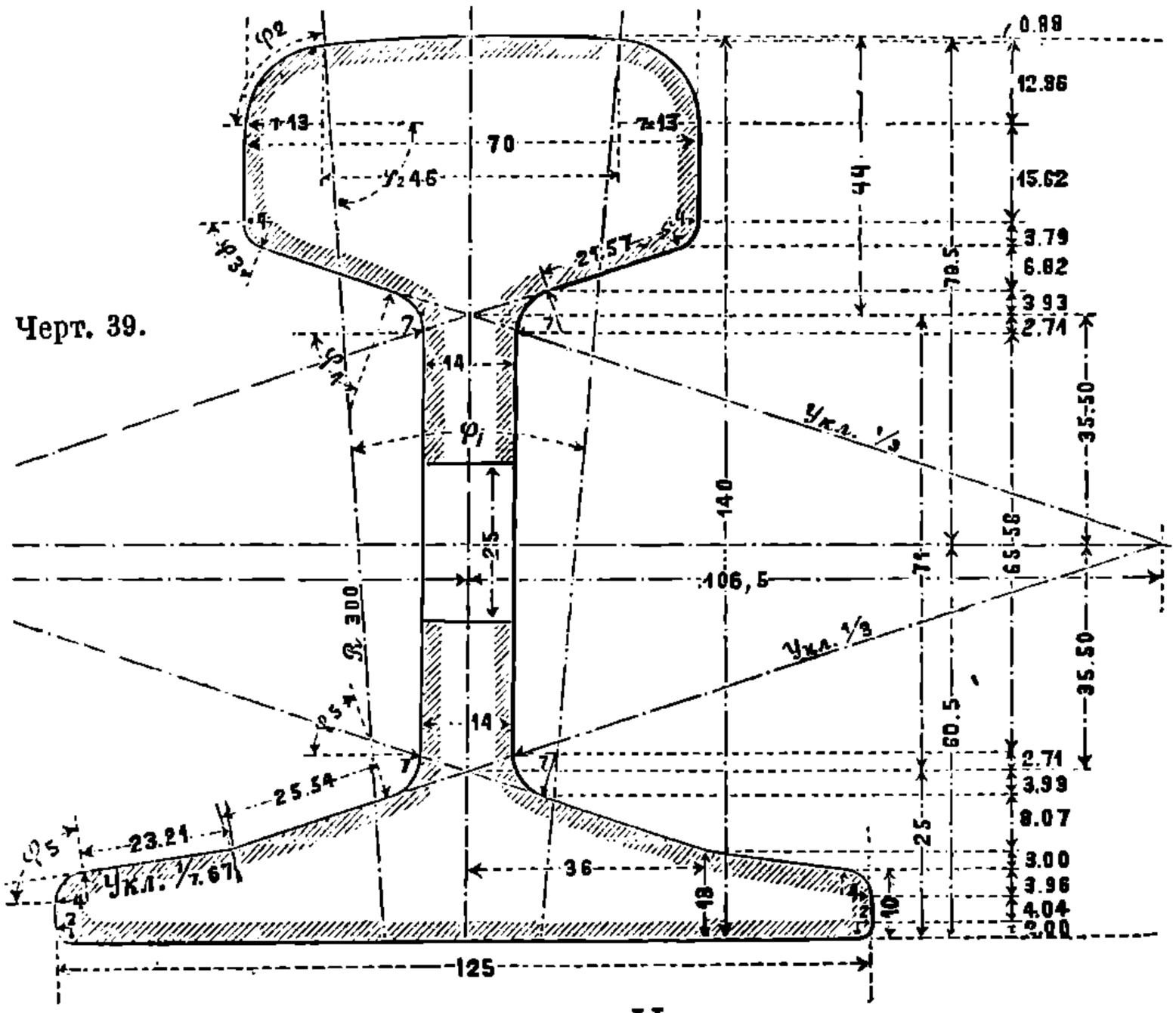
Къ чертежамъ нормальныхъ типовъ рельсовъ 1903 (типы I, II, III и IV).

Углы между крайними радіусами закругленій (черт. 39 и 40)	Ia	IIa	IIIa	IVa
φ_1 — верха головки . .	$8^0\ 47'\ 5$	$8^0\ 24'\ 52$	$7^0\ 4'\ 08$	$8^0\ 35'\ 30$
φ_2 — верха головки сбоку	$85^0\ 36'\ 3$	$85^0\ 47'\ 74$	$86^0\ 27'\ 96$	$85^0\ 42'\ 25$
φ_3 — нива головки	$71^0\ 33'\ 88$	$71^0\ 33'\ 92$	$71^0\ 33'\ 92$	$70^0\ 1'\ 1''$
φ_4 — перех. головки къ шейкѣ	$71^0\ 33'\ 88$	$71^0\ 33'\ 92$	$71^0\ 33'\ 92$	$65^0\ 40'\ 58''$
φ_5 — перехода шейки къ подошвѣ	$71^0\ 33'\ 88$	$71^0\ 33'\ 92$	$71^0\ 33'\ 92$	$65^0\ 40'\ 58''$
φ_6 — верхнее закругленіе подошвы	$82^0\ 34'\ 23$	$82^0\ 34'\ 29$	$82^0\ 34'\ 29$	$80^0\ 1'\ 41''$
φ_7 — нижиее закругленіе подошвы	90^0 —	90^0 —	90^0 —	—

НТБ ДНУЖТ

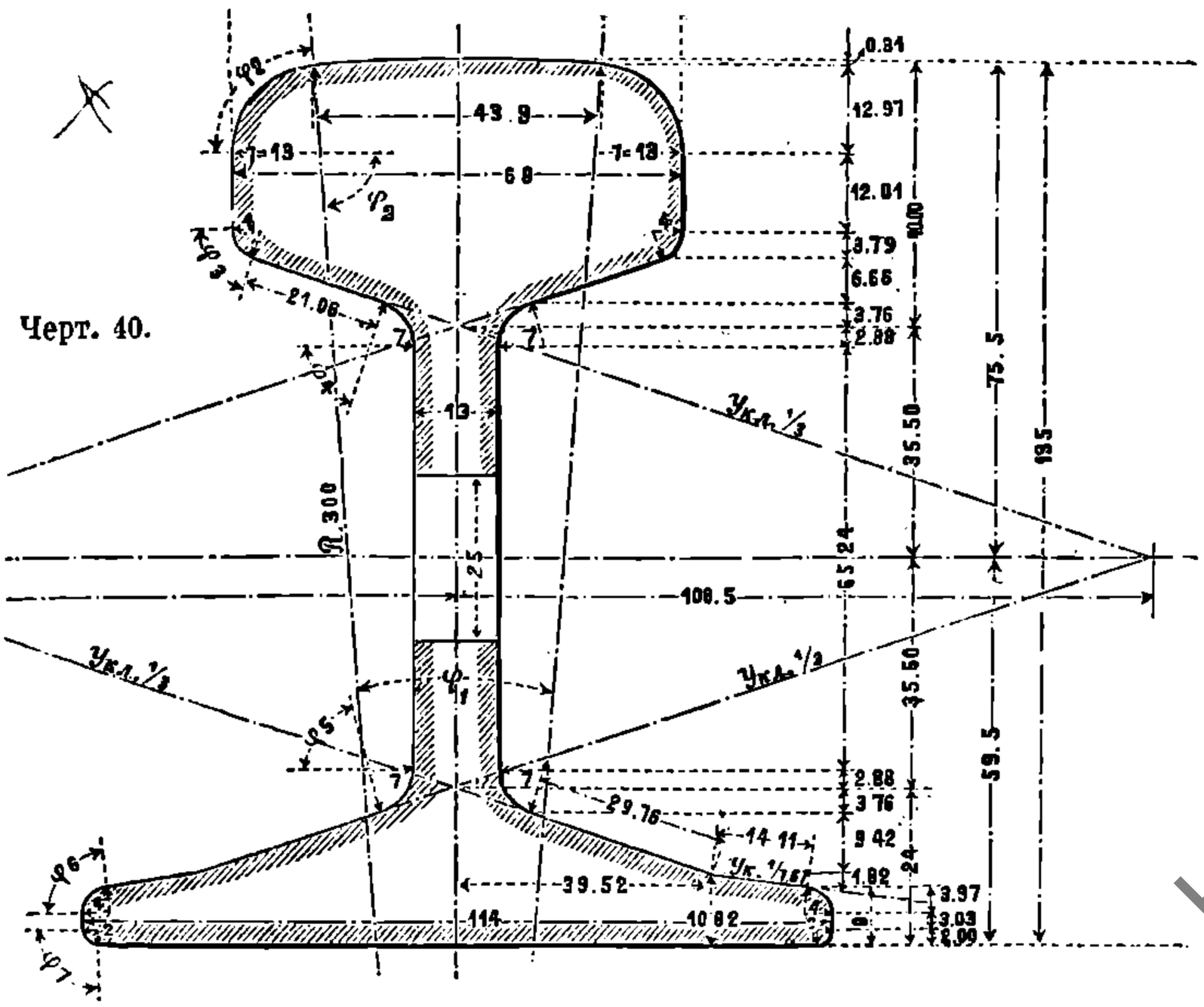
Рельсъ типа Ia (1908).

Черт. 39.



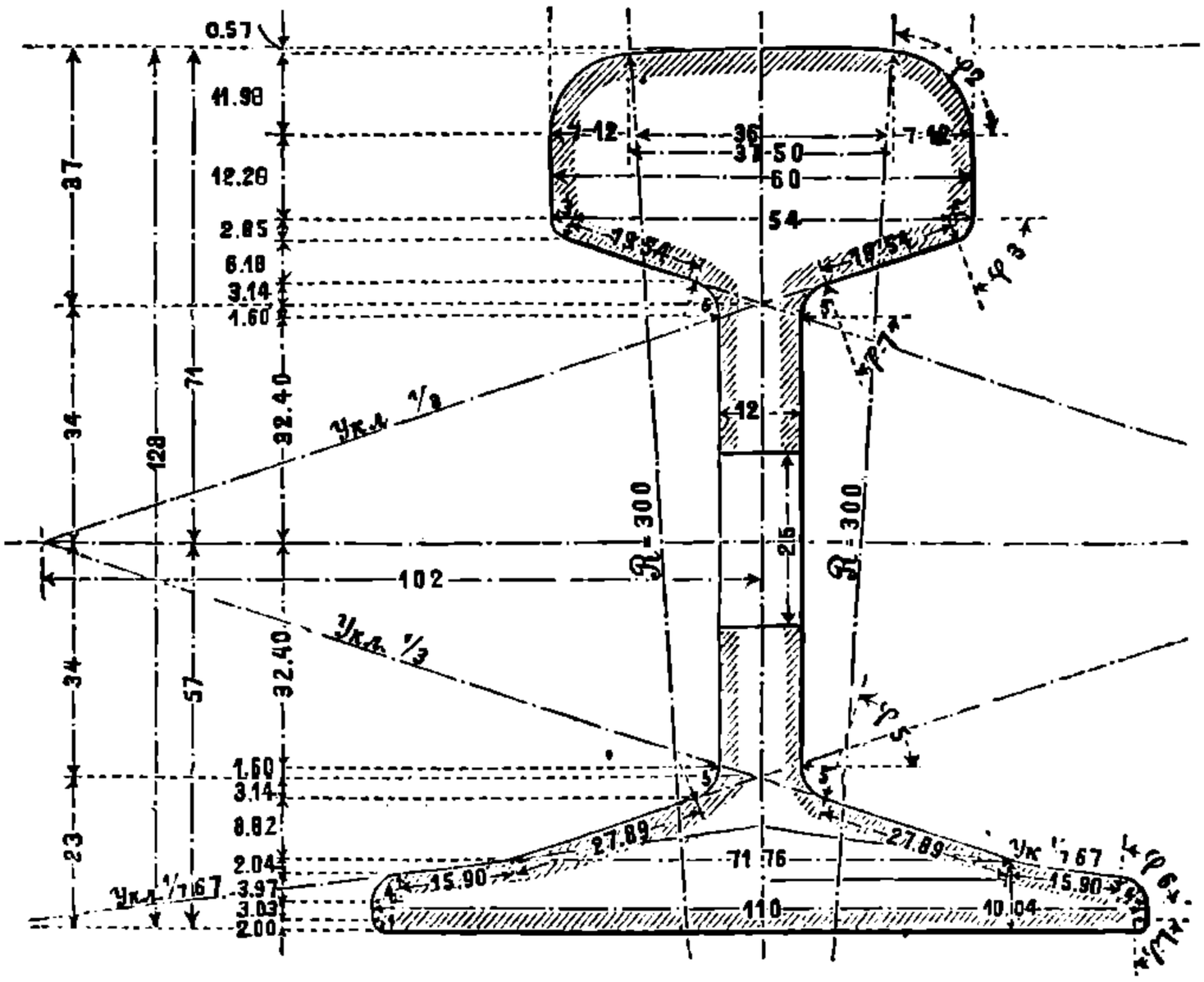
Рельсъ типа IIa (1908).

Черт. 40.

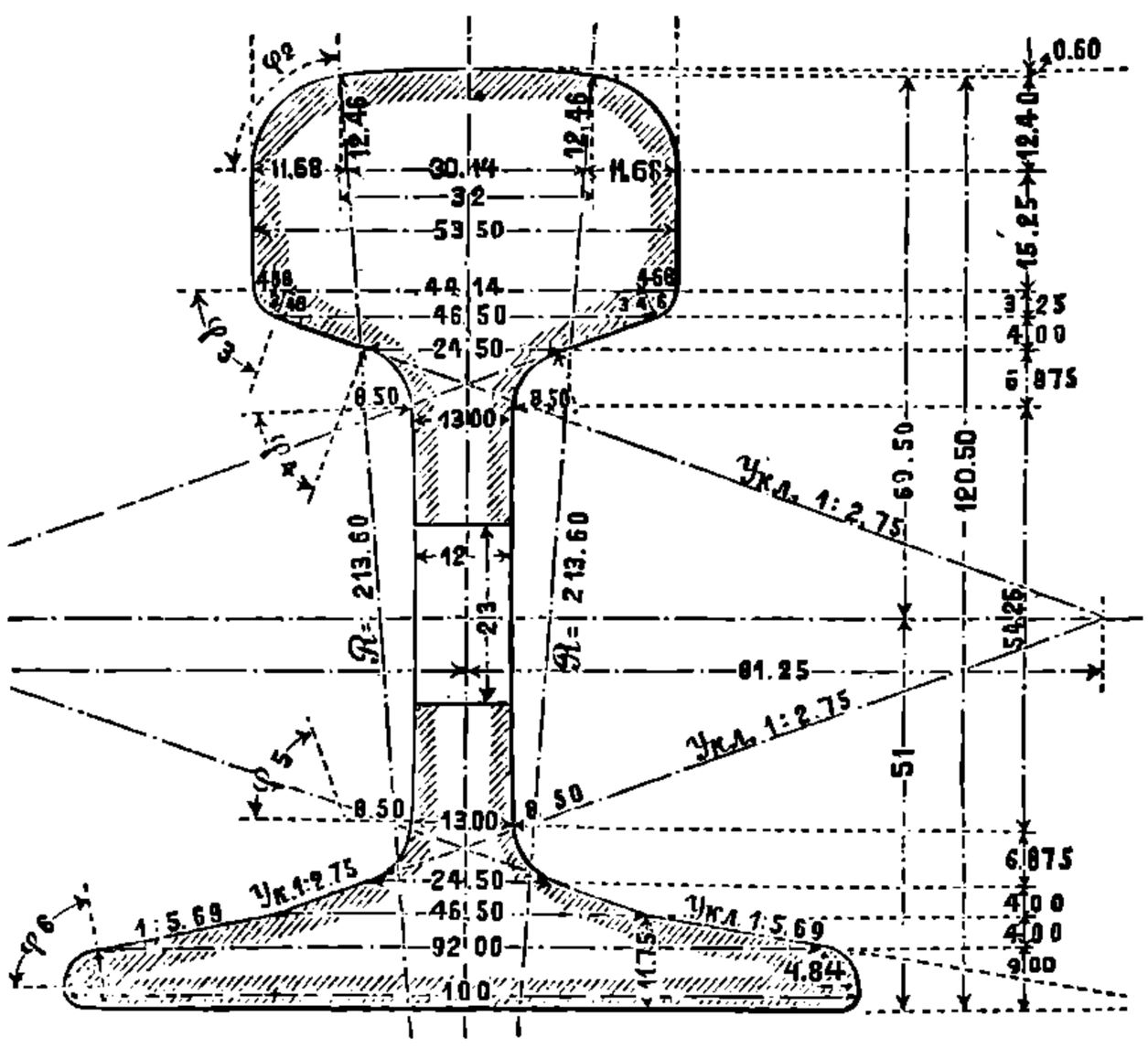


НТБ ДНУЖТ

Рельсъ типа III а (1908). Черт. 41.



Рельсъ типа IV а (1908). Черт. 42.



НТБ ДНУЖТ

На каждомъ концѣ рельса типы Ia, IIa, IIIa и IVa имѣются по три продолговатыхъ **отверстія для болтовъ;** разстояніе отъ средины болтовой дыры, ближайшей къ краю рельса, до этого края = 54,5 mm, отъ первой дыры до второй 110 mm, отъ второй до третьей 160 mm. Размѣръ дыры 25 · 38 для типовъ I_a, II_a и III_a и 22 · 35 для типа IV_a.

β) Рельсъ Моск.-Каз. ж. дор. 25,76 фунт./пог. ф. (33,20 kg/m): ширина головки 62, высота головки 30,. шейка 12,5, подошва 105, общая высота 127, наклонъ плоскостей прилеганія накладокъ 1 : 4, отверстія 26 33. Отъ края отверстія до края рельса 54,5, между срединами отверстій 92, отъ центра отверстія до подошвы 55. Остальныя данныя см. ниже.

γ) Рельсъ 13,73 фунта въ погон. футѣ (17,16 kg/m) Ярославско-Архангельскаго типа: ширина головки 40, высота головки 23, шейка 10, подошва 80, общая высота 90; наклонъ плоскостей прилеганія накладокъ 1 : 2. Отверстія для болтовъ 21 18; отъ центра отверстія до края рельса 48, между центрами дыръ 100, отъ центра отверстій до подошвы 39.

δ) Рельсы германскихъ типовъ.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ показаны **шесть профилей** рельсовъ, принятыхъ **для главныхъ линій прусск. правит. дорогъ.** Рельсы №№ 6, 7, соотв. 8 и 9, различаются по очертанію профили лишь толщиною стѣнокъ (11 и 18 mm, 14 и 18 mm), такъ что для этихъ типовъ примѣняется общій типъ накладки. У №№ 7 и 9 шейка имѣетъ прямолинейное очертаніе, закругленія головки и подошвы рад. 5 mm. Рельсы длиною 18 m и съ шейкой въ 18 mm укладываются сплошь лишь въ туннеляхъ, а отдѣльными рельсами на перѣздахъ и небольшихъ желѣзныхъ мостахъ для избѣжанія ударовъ, №№ 6 и 7 для главныхъ линій. Рельсы высотою 138 mm (№№ 8 и 9) предназначаются для тяжелыхъ поѣздовъ большой скорости, № 10 для второстепенныхъ линій при давленіи $P = 7$ t, № 11 для давленія $P = 6$ t.

Прусскій рельсъ	Послѣ износа на *a* mm	Толщина стѣнки mm	Ширина подошвы mm	Ширина головки mm	*h* mm	*F* qcm	*g* kg/m	Разстояніе нейтральной оси *e* до верха mm	Разстояніе нейтральной оси *e* до низа mm	Для горизонт. оси, проходящ. черезъ центръ тяжести *J* cm⁴	Для горизонт. оси, проходящ. черезъ центръ тяжести *W* ccm	Для верт. оси, проходящей черезъ центръ тяж. J_0 cm⁴	Для верт. оси, проходящей черезъ центръ тяж. W_0 ccm
№ 6	0	11	105	58	134	42,53	33,4	67,3	66,7	1036,6	154,0	150,7	28,7
	1	—	—	—	133	41,95	33,0	66,4	66,6	1015,9	152,6	149,1	28,4
	5	—	—	—	129	39,63	31,1	62,8	66,2	916,9	138,4	142,6	27,2
	10	—	—	—	124	36,73	28,9	57,9	66,1	796,1	130,3	134,5	25,6
	13	—	—	—	121	34,99	27,5	54,7	66,3	730,6	110,2	129,6	24,7
№ 7	0	18	105	58	134	47,44	37,2	66,4	67,6	1063,0	157,2	153,4	29,2
№ 8	0	14	110	72	138	52,30	41,0	70	68	1351,6	193,1	228,1	41,5
№ 9	0	18	110	72	138	55,32	43,4	60,3	68,7	1362,5	197,0	220,0	41,8
№ 10	0	11	105	58	129	39,70	31,16	62,7	66,3	917,1	138,3	142,7	27,2
№ 11	0	10	100	58	115	35,09	27,55	57,5	57,5	641,4	111,6	117,5	23,5

НТБ ДНУЖТ

ε) Профили рельсовъ на различныхъ линіяхъ нормальной и узкой колеи.

№	Обозначеніе дороги	Вѣсъ kg/m	Высота mm	Ширина подошвы mm	Ширина головки mm	Толщина стѣнки mm	Наклонъ у прилеганія накладокъ	Моментъ инерціи	Моментъ сопротивленія
	Главныя линіи (магистрали)								
1	Баденъ 1893. .	43,8	140	125	65	14	1 : 3	1485	206
2	Баварія 1899. . .	43,5	140	125	65	14	1 : 3	1457	202
3	Эльз.-Лотар. 1894 †)	37,8	132	101	52 (68)	14	1 : 2	1092	165
4	Пруссія 1895 № 8. . .	41,0	138	110	72	14	1 : 4	1351,6	193,1
4b	» 1905 № 15 *)	45,05	144	110	72	14	1 : 4	1582,9	216,8
5	Саксонія 1890 . . .	45,71	147	130	66	14	1 : 4	1700	230,4
6	Вюртембергъ 1895	43,5	140	125	65	14	1 : 3	1457	202
7	Австр. прав. дор. 1891 ††).	43,1	136	120	60	18	1 : 3	1273	194
8	С.-Готтардск. дор. 1891[1]).	46,4	145	130	70	13	1 : 3	1645	222
9	Тоже, послѣ износа на 20 mm	32,9	125	»	»	»	»	900	144
10	Бельг. прав. дор. 1887. .	52,7	147	135	72	17	1 : 5	1890	256
11	Сѣв. франц. 1888.	43,2	142	134	60	15	1 : 2	1466	198
12	Француз. средиземн. 1889.	47,0	142	130	66	14	1 : 2	1585	223
13	Филад.-Ридингъ 1888 †) .	44,7	127	127	64 (73)	17	—	—	—
14	Нью-Іоркъ централь 1892 †)	49,6	152	133	72 (76)	15	—	—	—
15	Англ. Мидлэндъ 1896 [2]) .	49,8	148	—	70	19,8	1 : 1,78	1568	194
	Второстепен. линіи								
16	Баварскія прав. дор. .	22,0	110	90	46	8	1 : 4	475	85
17	Пфальцскія дор.	25,0	105	90	52	10	1 : 2,5	467	86
18	Прусскія дор. 1895 (№ 10)	31,16	129	105	58	11	1 : 4	917	183
19	Австр. прав. дор. 1891 [3]).	31,7	120	110	57	12	1 : 2,5	780	125
	Узкоколейныя дор.								
20	Баварск. прав. дор. . 1 m	15,6	87	80	40	9	—	—	—
21	Фленсбургъ-Каппельнъ »	15,2	85	70	40	10	—	188	43
22	Целль-Тодтнау. . »	15,75	90	75	45	7	—	216	46
23	Герм. вост. Африка . »	16,9	89	70	38	10	—	222	48
24	Ландкардтъ-Давосъ . 1 m[4]	23,5	108	92	50	9	—	472	85
25	Тоже, послѣ износа на 10 mm	»	98	»	»	»	—	359	71
26	Сакс. прав. дор.. . 0,75 m	17,63	91	80	42	9	—	243	54
27	Вюртембергъ. . . 0,75 »	20,0	100	85	44	10	—	344	69
28	Валлюксенск. дор. 0,60 »	15,8	90	75	45	7,5	—	225	48

[1]) Для туннельныхъ участковъ толщина подошвы увеличивается на 2 mm въ виду образованія ржавчины. Вѣсъ 48,5 kg/m.

[2]) Отдѣльные опоры (стулья).

[3]) Мѣстная дорога нормальной колеи (сист. Абтъ).

[4]) Узкокол. жел. дор. съ графикомъ нормальной колеи, подъемы до 45‰.

*) Также рельсъ № 16 съ толщиною стѣнки 18 mm.

†) Ширина головки увеличивается къ низу, въ Америкѣ общеупотребительно.

††) Толщина стѣнки 18 mm въ виду того, что стыкъ въ перекрышку.

НТБ ДНУЖТ

Вѣсъ рельсовъ на отдѣльныхъ опорахъ, **стульяхъ**, равенъ на Орлеанской дорогѣ 42,5 kg/m, на Соутъ-Истернъ и Лондонъ-Чатамъ-Дувръ 41,7 kg, на французск. Западной 44,2 kg, на Грейтъ-Вестернъ и Грейтъ-Истернъ 42,7 kg, Лондонъ-Нордъ-Вестернъ и Нордъ-Истернъ 44,6 kg/m *).

6. Техническія условія для изготовленія и поставки стальныхъ рельсовъ и инструкція для испытанія **).

А. Техническія условія на поставку стальныхъ рельсовъ.

(Утв. П. М. П. С. № 96, сент. 20 дня 1908 года.)

§ 1. **Общія указанія относительно изготовленія рельсовъ.** а) Рельсовая сталь должна обладать качествами, необходимыми для удовлетворительной службы рельсовъ въ пути.

Составъ стали, термическая и механическая обработка при ея изготовленіи и прокатѣ должны быть таковы, чтобы обезпечивалось полученіе рельсовъ съ возможно меньшимъ содержаніемъ вредныхъ примѣсей, возможно болѣе однороднаго и плотнаго сложенія, мелкозернистаго строенія въ изломѣ, а также обладающихъ достаточно высокимъ предѣломъ упругости, вязкостью, сопротивленіемъ изнашиванію и смятію и въ то же время не хрупкихъ. Для достиженія этого предоставляется заводамъ устанавливать, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, соотвѣтствующій химическій составъ стали, способъ изготовленія стали, а также способъ ея термической и механической обработки.

б) При изготовленіи рельсовъ концы обжатой болванки или же готовой рельсовой полосы (или тѣ и другіе въ отдѣльности) обрѣзываются настолько, чтобы на торцахъ рельсовъ не оставалось никакихъ слѣдовъ разслоенія, являющихся послѣдствіемъ усадочной раковины, газовыхъ пузырей и проч.

Наименьшій размѣръ обрѣзываемой верхней части обжатой болванки или конца рельсовой полосы, соотвѣтствующаго верхней части обжатой болванки, устанавливается заводоуправленіемъ по соглашенію съ инженеромъ Отдѣла по испытанію и освидѣтельствованію заказовъ Министерства, на основаніи изслѣдованія усадочныхъ раковинъ въ отрѣзанной части обжатой болванки или рельсовой полосы.

в) Нарѣзанные изъ полосы рельсы должны быть подвергнуты горячей правкѣ, т.-е. рельсамъ въ горячемъ состояніи должна быть придана такая форма, чтобы при остываніи они получались возможно прямыми, вторичное нагрѣваніе рельсовъ для правки не допускается. Окончательная правка рельсовъ производится въ холодномъ состояніи преимущественно помощью непрерывной роликовой правильной машины или же подъ прессомъ при постепенно возрастающемъ давленіи, причемъ ни опоры пресса, ни штемпель не должны оставлять замѣтныхъ измѣненій на поверхности рельсовъ.

§ 2. **Размѣры.** Рельсы должны быть прокатаны согласно съ утвержденнымъ Министерствомъ Путей Сообщенія чертежомъ и изготовленными по сему чертежу темплетами, причемъ въ ширинѣ подошвы рельса допускается отступленіе отъ утвержденнаго чертежа не болѣе какъ на 1 mm въ обѣ стороны, въ толщинѣ шейки не болѣе 0,75 mm въ сторону увеличенія и не болѣе 0,5 mm въ сторону уменьшенія, въ ширинѣ головки, высотѣ рельса и прочихъ измѣреніяхъ не болѣе 0,5 mm, и съ тѣмъ, чтобы при этомъ несимметричность поперечнаго сѣченія рельса относительно вертикальной оси не превосходила въ подошвѣ $^1/_2$ mm и въ прочихъ измѣреніяхъ 0,25 mm.

Примѣчаніе. При заказѣ рельсовъ, у коихъ толщина кромокъ въ пятѣ менѣе 10 mm, допускается: отступленіе противъ темплета въ размѣрахъ ширины подошвы на 2 mm, и несимметричность относительно вертикальной оси въ подошвѣ въ 1 mm.

---

*) Болѣе подробно о различныхъ профиляхъ рельсовъ см. въ H. d. I. W., т. V, стр. 130; далѣе Eisenbahnbau der Gegenw., т. II, стр. 169.

**) Временныя техническія условія, утвержденныя приказомъ М. П. С. отъ 22 декабря 1899 г., № 150, 30 сент. 1900 г., за № 128, и 22 марта 1903 г., № 38, настоящими технич. условіями отмѣняются.

НТБ ДНУЖТ

Для рельсовъ, поперечное сѣченіе которыхъ по утвержденному чертежу должно быть несимметрично относительно вертикальной оси, допускаемыя отъ утвержденнаго чертежа отступленія устанавливаются Министерствомъ Путей Сообщенія въ зависимости отъ профиля рельса.

Концы рельса должны быть обрѣзаны подъ прямымъ угломъ къ продольной оси рельса. Офрезовка торцовъ не обязательна, но самые торцы должны быть чисты и безъ заусеницъ, которыя предоставляется заводу срубать или спиливать.

Дыры для болтовъ должны быть просверлены. Въ размѣрахъ дыръ, а равно въ разстояніяхъ, какъ между дырами, такъ и отъ крайней дыры до конца рельса, допускаются отступленія отъ чертежа не болѣе какъ на 1 mm. Поверхность дыръ должна быть гладкая, безъ рванинъ, а кромки ровныя и безъ заусеницъ.

Отступленіе въ обѣ стороны отъ обусловленной договоромъ длины рельсовъ можетъ быть не болѣе 3 mm для рельсовъ длиною до 28 фут. (8,53 m) и не болѣе 4 mm для рельсовъ длиною болѣе 28 фут. до 35 фут. (10,67 m).

Длина рельсовъ повѣряется стальною линейкою, имѣющею ту же температуру, какъ рельсъ.

Углы наклоненія граней рельса, соприкасающихся съ накладками, должны быть исполнены съ совершенною точностью.

§ 3. **Вѣсъ.** При выдачѣ заказа заводу сообщается подробный чертежъ рельса съ указаніемъ теоретическаго вѣса погоннаго его фута, исчисленнаго при удѣльномъ вѣсѣ стали въ 7,83, а также вѣса рельсовъ полной длины и съ просверленными дырами. Вѣсъ этотъ будетъ указанъ для рельсовъ различной длины, предположенныхъ къ поставкѣ заводомъ.

Учетный вѣсъ рельсовъ опредѣляется посредствомъ взвѣшиванія не менѣе 3% рельсовъ отъ партіи въ 1,000 штукъ.

Рельсы, учетный вѣсъ которыхъ представляетъ недовѣсъ не свыше 2,5% противъ теоретическаго (вычисленнаго) вѣса, а также всякій перевѣсъ допускается къ пріемкѣ, если только въ обоихъ случаяхъ рельсы удовлетворяютъ всѣмъ остальнымъ условіямъ. Рельсы съ недовѣсомъ болѣе 2,5% не допускаются къ пріемкѣ безъ особаго на то разрѣшенія Министерства Путей Сообщенія, хотя бы означенные рельсы и удовлетворяли всѣмъ остальнымъ условіямъ пріемки.

§ 4. **Клейма.** На каждомъ рельсѣ должны быть выкатаны выпуклыми (на 1 mm) буквами, не менѣе 20 mm высоты, клеймо завода, а также годъ и мѣсяцъ изготовленія рельса. Независимо отъ этого на каждомъ рельсѣ долженъ быть выбитъ въ горячемъ состояніи нумеръ плавки, изъ которой рельсъ выдѣланъ.

Примѣчаніе. Рельсъ, прокатанный изъ головной части болванки, помѣчается въ горячемъ состояніи особымъ знакомъ, причемъ знакъ этотъ ставится на концѣ, ближайшемъ къ упомянутой головной части.

§ 5. **Наружный видъ рельсовъ.** Наружная поверхность рельса (на пятѣ, шейкѣ и головкѣ) должна быть гладкая, чистая, безъ пленъ, рванинъ и трещинъ, причемъ, однакоже, могутъ быть допущены къ пріемкѣ рельсы съ недостатками въ видѣ волосовинъ или черновинъ.

На торцовомъ сѣченіи рельса не должно быть замѣтно никакихъ слѣдовъ трещинъ или разслоеній, происходящихъ отъ усадочной раковины, пузырей или какихъ-либо другихъ причинъ. Нагрѣваніе какой-либо части рельса, равно какъ и производство задѣлокъ какихъ-либо недостатковъ въ рельсѣ воспрещается.

Срубать или спиливать заусеницы и другіе случайные выступы и неровности по всей длинѣ рельса дозволяется лишь съ вѣдома пріемщика и притомъ только въ холодномъ состояніи и при условіи, чтобы послѣ таковой обработки не было мѣстныхъ углубленій, нарушающихъ правильную въ установленныхъ предѣлахъ форму рельса.

Рельсы должны быть прямые и выправленные со всѣхъ сторонъ. Мѣстныя искривленія ни въ какомъ случаѣ не допускаются; общая же кривизна (въ горизонтальной плоскости) на всю длину рельса допускается не болѣе 4 mm при условіи, чтобы она была равномѣрная по всей длинѣ рельса.

§ 6. **Испытаніе рельсовъ ударами.** Испытаніе рельсовъ производится по плавкамъ слѣдующимъ образомъ.

Отъ головной части одной изъ рельсовыхъ полосъ каждой плавки отрѣзывается, тотчасъ же по прокаткѣ рельса, пробный кусокъ, длиною 5 фут.

НТБ ДНУЖТ

(1,524 m) и клеймится нумеромъ плавки; тѣмъ же нумеромъ клеймятся и всѣ рельсы данной плавки.

Пробный кусокъ испытывается тотчасъ же послѣ его полнаго охлажденія, причемъ испытаніе должно быть окончено до поступленія рельсовъ испытуемой плавки въ отдѣлочную.

Примѣчаніе 1 Инженеръ Отдѣла по испытанію и освидѣтельствованію заказовъ Министерства при заводѣ присутствуетъ при испытаніи каждой плавки или нѣкоторыхъ изъ нихъ соотвѣтственно данной ему инструкціи, но не менѣе какъ при испытаніи одной изъ пяти плавокъ, выбирая при этомъ полосу, изъ которой отрѣзывается пробный кусокъ для испытанія.

Примѣчаніе 2. Способы учета и оцѣнки короткихъ рельсовъ, получаемыхъ при отрѣзкѣ отъ рельсовъ кусковъ для испытанія и переиспытанія, устанавливаются по особому взаимному между заказчикомъ и исполнителемъ заказа соглашенію.

Испытываемый кусокъ рельса, положенный на двѣ опоры, взаимно удаленныя на $3^1/_2$ фута (1,067 m), долженъ выдержать посрединѣ два удара бабы вѣсомъ въ 30 пудовъ (0,492 t), падающей съ опредѣленной, соотвѣтственной типу рельсовъ и указанной ниже высоты. При этомъ рельсъ не долженъ обнаруживать никакихъ наружныхъ признаковъ излома, а можетъ только изгибаться. Величина стрѣлы прогиба, послѣ перваго удара, не должна быть болѣе 75 mm и менѣе 30 mm.

Упомянутая высота паденія бабы для четырехъ нормальныхъ типовъ рельсовъ, вѣсомъ на одинъ пог. футъ въ $32^1/_2$ фунта, $28^1/_2$ фунтовъ, $24^1/_2$ фунта и $22^1/_2$ фунта, при ихъ соотвѣтственныхъ моментахъ сопротивленія въ 209,75, 180,29, 143,96 и 118,11 cm^3 и моментахъ инерціи въ 1476,11, 1222,54, 925,67 и 707,00 cm^4, должна быть: для перваго типа рельсовъ 8,15 m, для второго 7,24 m, для третьяго 6,32 m и для четвертаго 5,18 m.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда съ измѣненіемъ типа рельсовъ величины момента сопротивленія и момента инерціи заказываемыхъ рельсовъ будутъ иныя, чѣмъ тѣ, которыя соотвѣтствуютъ вышеуказаннымъ четыремъ типамъ рельсовъ, высота паденія бабы и величина стрѣлы прогиба соотвѣтственно измѣняются по установленнымъ формуламъ, приведеннымъ въ инструкціи, изданной Министерствомъ Путей Сообщенія (стр. 704).

Если, при вѣсѣ бабы въ 30 пудовъ (0,492 t), соотвѣтствующая высота паденія бабы окажется болѣе 6,5 m, то разрѣшается сохранить высоту паденія въ 6,5 m, увеличивши соотвѣтственно вѣсъ бабы. При этомъ работа, совершаемая ударомъ бабы увеличеннаго вѣса, должна превосходить на 10% работу, соотвѣтствующую вѣсу бабы въ 30 пудовъ; такимъ образомъ для рельсовъ типа въ $32^1/_2$ фунта на пог. футъ вѣсъ бабы долженъ быть $41^1/_2$ пуда (0,680 t), а для рельсовъ типа въ $28^1/_2$ фунтовъ—$36^3/_4$ пуда (0,602 t).

Примѣчаніе 3. Коперъ, баба и опоры для сего испытанія должны быть устроены по чертежамъ, утвержденнымъ Министерствомъ Путей Сообщенія. Чугунный стулъ долженъ быть вѣсомъ не менѣе 750 пудовъ (12,3 t) и установленъ на прочномъ каменномъ фундаментѣ, заложенномъ на глубинѣ не менѣе 0,66 сажени.

§ 7. **Общія правила пріемки рельсовъ.** Если при испытаніи рельса какой-либо плавки ударами (§ 6) получится неудовлетворительный результатъ, то дѣлается переиспытаніе, для чего изъ двухъ другихъ болванокъ той же плавки берутъ два головные рельса и въ каждомъ изъ нихъ, отъ конца рельса, соотвѣтствующаго верхней части болванки, отрѣзываютъ для переиспытанія по 5-футовому куску.

Если бы хотя одинъ изъ этихъ кусковъ не выдержалъ установленной пробы, то вся плавка бракуется.

Части рельсовъ или рельсы полной длины, взятые для испытанія, не засчитываются въ число сдаваемыхъ рельсовъ.

Оказавшіеся годными при испытаніи рельсы принимаются, и каждый изъ нихъ клеймится пріемщикомъ на торцахъ установленнымъ клеймомъ.

На тѣхъ рельсахъ, которые будутъ признаны пріемщикомъ, на основаніи наружнаго ихъ освидѣтельствованія или ихъ испытанія ударами, забракованными, должны быть, въ присутствіи пріемщика, удалены заводомъ со всѣхъ имѣющихся на рельсѣ клеймъ цифры, обозначающія мѣсяцъ прокатки рельса.

Результаты испытанія или переиспытанія рельсовъ данной плавки или партіи записываются въ журналъ испытанія, составленный по формѣ,

НТБ ДНУЖТ

установленной Отдѣломъ по заказамъ. Въ журналѣ должны быть указаны температура окружающаго воздуха во время испытанія, произведенный заводоуправленіемъ химическій анализъ и, въ подлежащихъ случаяхъ, указанныхъ въ пунктѣ 1*б*, § 8, температура болванки въ началѣ и въ концѣ прокатки (п. 1 § 8), пріемы изготовленія стали, условія, при которыхъ происходило охлажденіе рельсовъ послѣ прокатки, и характерныя обстоятельства, сопровождавшія прокатку.

§ 8. **Дополнительныя изслѣдованія и испытанія.** Независимо отъ испытанія ударами, указаннаго въ § 6, рельсы подвергаются еще и дополнительнымъ испытаніямъ и изслѣдованіямъ, указаннымъ въ семъ §, по результаты этихъ дополнительныхъ испытаній и изслѣдованій, за исключеніемъ обнаруженія, какъ указано въ п. *д* ст. 2 сего §, недостаточности предѣла упругости рельсоваго металла, не служатъ основаніемъ къ браковкѣ рельсовъ, если таковые удовлетворяютъ всѣмъ прочимъ условіямъ пріемки.

1. а) Химическій анализъ поставляемыхъ стальныхъ рельсовъ для завода обязателенъ; результаты такового анализа записываются въ особый журналъ (§ 7).

Заводъ обязанъ, по первому требованію пріемщика, представлять химическіе анализы всѣхъ плавокъ рельсовой стали на *C*, *Mn* и, сверхъ того, каждой 10 плавки на *Si*, *Ph* и *S*. При томасовскомъ производствѣ анализъ на *Ph* обязателенъ для каждой плавки.

б) Не менѣе одного раза въ сутки заводъ обязанъ измѣрять температуры начала и окончанія прокатки рельсовъ и заносить эти свѣдѣнія въ журналъ (§ 7), съ указаніемъ характерныхъ обстоятельствъ, сопровождавшихъ прокатку, а также пріемовъ изготовленія стали и условій, при которыхъ производится охлажденіе рельсовъ послѣ прокатки.

2) Изъ каждой партіи рельсовъ, соотвѣтствующей недѣльной производительности завода, выбирается, для нижеуказанныхъ испытаній, одинъ рельсъ изъ числа тѣхъ плавокъ, для которыхъ имѣется полный химическій анализъ и отмѣчена температура начала и конца прокатки и вообще имѣются наиболѣе полныя данныя. Отъ этого рельса отрѣзываются или отрубаются отъ обоихъ концовъ куски длиною въ $2^1/_2$ фута (0,762 m), а изъ остальной части вырѣзываются или нарубаются четыре куска длиною по 5 фут. (1,524 m.). Куски эти подвергаются нижеслѣдующимъ испытаніямъ и изслѣдованіямъ:

а) первый кусокъ подвергается основному ударному испытанію, согласно § 6;

б) второй кусокъ подвергается тому же испытанію согласно § 6, но при пониженной температурѣ, согласно указаніямъ инструкціи (стр. 701);

в) третій кусокъ подвергается ударному испытанію при температурѣ наружнаго воздуха, но съ увеличеніемъ на 50% указанной въ § 6 высоты паденія бабы;

г) четвертый кусокъ испытывается на изгибъ статическою нагрузкою слѣдующимъ образомъ: кусокъ рельса длиною не менѣе 5 фут. (1,524 m), положенный на двѣ опоры, взаимно удаленныя на $3^1/_2$ фута (1,067 m.), подвергается, помощью пресса, дѣйствію груза, соотвѣтствующаго, какъ указано ниже, вѣса, приложеннаго посрединѣ между опорами. Испытаніе это повторяется три раза, причемъ каждый разъ рельсъ остается подъ нагрузкою пять минутъ. Для четырехъ нормальныхъ типовъ рельсовъ, указанныхъ въ § 6, вѣсъ упомянутаго груза долженъ быть: для перваго типа—1.680 пуд. 27,782 t), для второго — 1.460 пуд. (23,850 t), для третьяго — 1.150 пуд. (19,436 t) и для четвертаго—945 пуд. (15,480 t). Въ тѣхъ случаяхъ, когда съ измѣненіемъ типа рельсовъ величины момента сопротивленія и момента инерціи заказываемыхъ рельсовъ будутъ иныя, чѣмъ тѣ, которыя соотвѣтствуютъ вышеуказаннымъ четыремъ нормальнымъ типамъ рельсовъ (§ 6), величина груза соотвѣтственно измѣняется по установленной формулѣ, приведенной въ инструкціи. Кусокъ рельса, подвергнутый упомянутому испытанію, испытывается вторично подъ увеличенною въ $1^1/_2$ раза нагрузкою, которая затѣмъ постепенно увеличивается до двойной нагрузки. При этомъ наблюдается каждый разъ какъ временный, такъ и остающійся прогибы;

д) отъ остальной части рельса изъ средины и верхняго края головки, изъ шейки и изъ пяты берутся, согласно инструкціи, еще 4 образца и испытываются на разрывъ, причемъ опредѣляются: разрывающее усиліе, предѣлъ упругости (хотя бы по діаграммѣ самопишущихъ приборовъ) и удлиненіе.

НТБ ДНУЖТ

Если бы произведенными дополнительными испытаніями на разрывъ было выяснено, что предѣлъ упругости рельсоваго металла каждаго изъ испытанныхъ кусковъ менѣе 30 kg/qmm, то производится соотвѣтствующее переиспытаніе надъ двумя рельсами той же партіи. При неудовлетворительности результатовъ испытанія хотя бы одного рельса инженеромъ отдѣла выбирается для дальнѣйшаго испытанія на предѣлъ упругости три рельса изъ текущаго производства, а именно по одному рельсу изъ однодневнаго производства въ теченіе трехъ ближайшихъ дней, слѣдующихъ за днемъ испытанія.

При неудовлетворительности результатовъ испытанія хотя бы одного изъ этихъ трехъ рельсовъ вновь выбираются вышеуказаннымъ путемъ для испытанія три рельса изъ слѣдующаго трехдневнаго производства, что повторяется до тѣхъ поръ, пока всѣ три рельса не дадутъ удовлетворительныхъ результатовъ испытанія. При испытаніи на предѣлъ упругости этихъ группъ въ три рельса бракуются всѣ рельсы той плавки или плавокъ, къ которымъ относились рельсы, не выдержавшіе испытанія;

е) изъ той же части рельса берутся еще образцы, какъ для испытанія на твердость по способу Бринелля, согласно инструкціи, такъ и для испытанія на сплющиваніе (деформацію при сжатіи) по инструкціи;

ж) изъ той же части рельса вырѣзывается въ полную профиль рельса кусокъ, длиною 20 mm, и обѣ торцовыя его поверхности испытываются на однородность сложенія металла путемъ вытравливанія (макроструктуры), согласно особой инструкціи; если при этомъ испытаніи выяснится отсутствіе достаточной однородности сложенія металла, то инженеру отдѣла по испытанію и освидѣтельствованію заказовъ Министерства Путей Сообщенія предоставляется установить для каждой пятой плавки слѣдующихъ пріемокъ, на опредѣленный срокъ, дополнительныя изслѣдованія путемъ вытравливанія на однородность сложенія, но результаты этихъ изслѣдованій не могутъ служить основаніемъ для браковки рельсовъ;

з) независимо отъ указаннаго въ п. *ж* испытанія, должны производиться еще изслѣдованія микрографическія, и фотографическіе снимки, полученные при этихъ изслѣдованіяхъ, должны представляться въ отдѣлъ по испытанію и освидѣтельствованію заказовъ Министерства Путей Сообщенія;

и) изъ той же части рельса берутся, какъ изъ середины головки, такъ и съ ея поверхности, стружки для производства химическаго анализа на *C*, *Mn*, *Si*, *Ph* и *S* (п. 1 а сего §).

Результаты всѣхъ испытаній и изслѣдованій, упомянутыхъ въ п. 2 сего параграфа, записываются въ журналъ испытаній (§ 7), съ указаніемъ номера плавки, къ которой принадлежитъ испытанный рельсъ, и номеровъ плавокъ, вошедшихъ въ составъ данной партіи.

B. Инструкція по примѣненію техническихъ условій на поставку стальныхъ рельсовъ.

Утверждена П. М. П. С. за № 89 отъ 11, 7, 1907 по Ж. И. С. за № 29, отъ 16, 5, 1907.

Къ § 1 техническихъ условій. Общія указанія относительно изготовленія рельсовъ. Предоставляя заводамъ устанавливать, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, способъ изготовленія стали, ея химическій составъ съ возможно малымъ содержаніемъ сѣры, а также способъ термической и механической ея обработки, предлагается инженерамъ отдѣла.

а) Наблюдать за тѣмъ, чтобы поверхность болванокъ была свободна отъ наружныхъ пороковъ, вредныхъ для дѣла; чтобы «рослыя» болванки не допускались въ прокатку безъ разрѣшенія инженера отдѣла, чтобы болванки въ періодъ затвердѣванія металла находились въ вертикальномъ положеніи; чтобы внутренняя поверхность изложницъ смазывалась возможно болѣе жидкимъ составомъ для устраненія возможности попаданія этого состава въ массу расплавленной стали; чтобы болванки прокатывались съ одного нагрѣва, а самый нагрѣвъ былъ возможно ниже и доводился лишь до температуры, при которой возможна прокатка болванки въ рельсовую полосу, окончаніе же прокатки происходило при температурѣ, возможно ближе лежащей къ критической точкѣ даннаго сорта стали, съ отступленіемъ до 00° С, каковая точка должна быть опредѣлена при помощи соотвѣтствую-

НТБ ДНУЖТ

щихъ приспособленій и провѣряема нѣсколько разъ въ году; чтобы, для достиженія указанныхъ требованій и возможности ихъ контролированія, заводы были оборудованы надлежащими нагрѣвательными и прокатными устройствами, лабораторіями, пирометрами и прочими необходимыми приспособленіями. При этомъ слѣдить за заводскими журналами химическихъ испытаній рельсовой стали и за журналами температуры начала и окончанія прокатки болванокъ и наблюдать, какое вліяніе на качества испытуемыхъ рельсовъ будетъ оказывать то или другое измѣненіе въ химическомъ составѣ стали или въ степени ея термической обработки; о всѣхъ выдающихся въ этомъ отношеніи явленіяхъ доносить отдѣлу, а самому вести систематическія записи личныхъ наблюденій *), каковыя, со своимъ заключеніемъ, представлять въ январѣ слѣдующаго за отчетнымъ года въ отдѣлъ.

Въ эти же записи вносить свѣдѣнія о всякихъ измѣненіяхъ въ ходѣ процесса полученія стали, о добавочныхъ матеріалахъ, способахъ отливки болванокъ, калибровкѣ валковъ, остываніи рельсовъ, ихъ правкѣ, всякой дополнительной ихъ термической обработкѣ и т. п. Въ журналѣ испытаній указывать, по какому способу (бессемеровскому, томасовскому, мартеновскому кислому или основному) изготовлена сталь испытуемой плавки.

б) Изслѣдовать отъ времени до времени, по соглашенію съ заводоуправленіемъ и по мѣрѣ оказавшейся дѣйствительной надобности, размѣры усадочной раковины путемъ (предпочтительно продольной) разрѣзки отрѣзываемыхъ частей обжатой болванки или рельсовой полосы, а также производить всякія другія въ этомъ направленіи изслѣдованія, которыя могли бы способствовать уясненію вопроса о надлежащей величинѣ отрѣзка. Результаты сихъ изслѣдованій также заносить въ вышеупомянутыя систематическія записи.

в) Такъ называемая «горячая правка», или выгибъ рельсовъ въ горячемъ состояніи головкою наружу, должна быть произведена съ такимъ разсчетомъ (въ зависимости отъ температуры выходящаго изъ-подъ пилы рельса, его типа, скорости послѣдующаго остыванія и т. п.), чтобы совершенно остывшій рельсъ получился возможно прямымъ и чтобы впослѣдствіи потребовалъ возможно наименьшей правки въ холодномъ состояніи. Такъ какъ при горячей правкѣ невозможно достигнуть абсолютной прямизны рельса, то желательно, чтобы остающаяся послѣ остыванія незначительная выпуклость рельса — была со стороны головки, такимъ образомъ, чтобы при послѣдующей холодной правкѣ давленіе штемпеля производилось на головку рельса. «Горячую правку» дозволяется производить какимъ угодно способомъ помощью такъ называемой дуги, загибныхъ роликовъ и т. п., окончательную же «холодную правку» преимущественно помощью непрерывной роликовой правильной машины; если холодная правка будетъ производиться подъ прессомъ обыкновеннаго устройства, то она должна происходить при постепенно возрастающемъ давленіи и при этомъ ни опоры пресса, ни штемпель не должны оставлять на поверхности рельсовъ замѣтныхъ измѣненій (ржавыя пятна не считаются измѣненіями).

Рельсы послѣ выгиба въ горячемъ состояніи, или такъ называемой «горячей правки», должны быть ограждены отъ быстраго и неравномѣрнаго охлажденія, для чего слѣдуетъ наблюдать, чтобы остывающіе рельсы не подвергались вліянію рѣзкаго холода, вѣтра, дождя или снѣга.

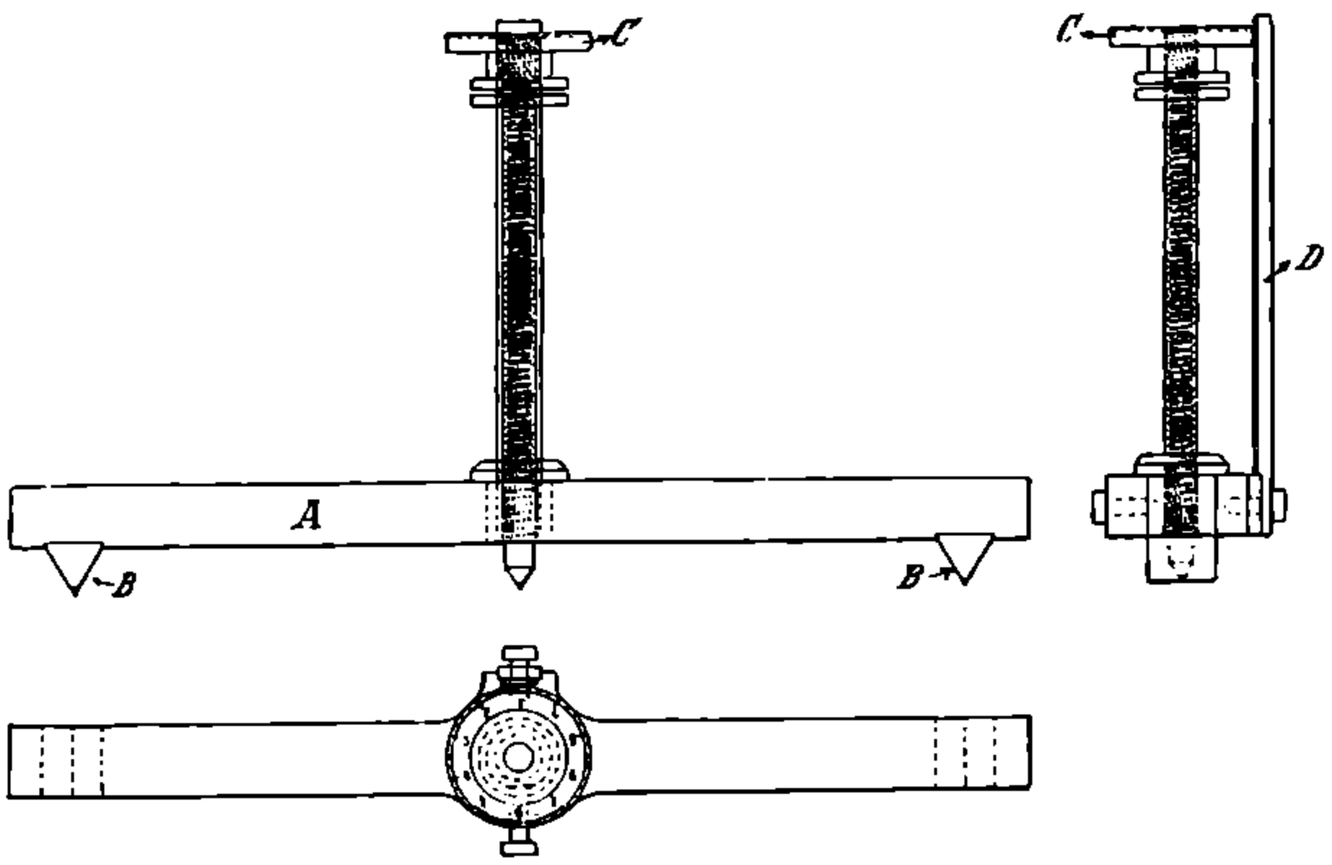
Къ § 2 Размѣры. Изготовленіе темплетовъ, согласно съ утвержденными Министерствомъ Путей Сообщенія чертежами, предоставляется заводамъ. Инженеру Отдѣла вмѣняется въ обязанность свѣрить съ чертежами и утвердить изготовленные заводомъ какъ нормальные темплеты и шаблоны рельсовъ, такъ и шаблоны съ наименьшими и наибольшими допускаемыми отступленіями отъ нормальныхъ размѣровъ во всѣхъ частяхъ рельса. Офрезовка концовъ рельсовъ можетъ быть не обязательна лишь въ такомъ случаѣ, если при обрѣзкѣ подъ пилою будетъ получаться точнал (въ предѣлахъ установленныхъ допусковъ) длина рельсовъ, если обрѣзъ будетъ сдѣланъ точно подъ прямымъ угломъ и если торцы будутъ тщательно очищены отъ заусеницъ. Кромки просверленныхъ дыръ должны быть также тщательно очищены отъ заусеницъ.

---

*) Форму записей предоставляется каждому инженеру выработать по своему усмотрѣнію.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 42 а.



Къ § 3. Вѣсъ. Учетный вѣсъ рельсовъ получается путемъ взвѣшиванія не менѣе 3% рельсовъ отъ партіи около 1000 шт., состоящей изъ цѣлаго числа плавокъ; остатокъ менѣе 1000 штукъ считается за партію.

Къ § 4. Клейма. При испытаніи рельсовъ по плавкамъ является существенно важнымъ, чтобы каждый изъ предъявляемыхъ къ сдачѣ рельсовъ былъ заклейменъ соотвѣтствующимъ нумеромъ плавки; кромѣ того, такъ какъ для испытанія на ударъ выбирается рельсъ, отвѣчающій головной части болванки, необходимо, чтобы этотъ рельсъ былъ отмѣченъ особымъ знакомъ. Поэтому инженеру Отдѣла вмѣняется въ обязанность слѣдить за тѣмъ, чтобы принимаемыя заводоуправленіемъ мѣры для обезпеченія правильности клейменія рельсовъ дѣйствительно достигали цѣли, т.-е. чтобы болванки при посадкѣ въ печь и при подачѣ въ прокатку не перемѣшивались, чтобы всѣ выходящіе изъ-подъ пилы рельсы клеймились соотвѣтствующимъ нумеромъ плавки, а головной рельсъ на переднемъ своемъ концѣ отмѣчался особымъ знакомъ.

Вышеупомянутые клейма и знаки должны выбиваться на опредѣленномъ мѣстѣ рельса, притомъ настолько отчетливо, чтобы установленіе принадлежности каждаго рельса къ соотвѣтствующей плавкѣ не представило затрудненій; кромѣ того, клейма должны быть такъ расположены, чтобы, при чтеніи клейма, конецъ рельса, соотвѣтствующій верхней части болванки, находился по лѣвую сторону.

Къ § 5. Наружный видъ рельсовъ. Подробный и тщательный наружный осмотръ и обмѣръ готовыхъ рельсовъ составляетъ одну изъ главнѣйшихъ обязанностей инженера Отдѣла на рельсопрокатномъ заводѣ. Для наружнаго осмотра рельсы должны быть уложены на стелюгахъ правильными рядами; послѣ осмотра одной стороны рельсовъ, они перекантовываются на вторую сторону и такъ далѣе, пока не будутъ осмотрѣны всѣ четыре ихъ стороны по длинѣ; торцы рельсовъ должны быть осмотрѣны особенно тщательно.

Въ отношеніи допускаемости только продольныхъ или близкихъ къ нимъ по направленію волосовинъ, а также и въ отношеніи прочихъ недостатковъ слѣдуетъ руководствоваться, сверхъ указаній техническихъ условій, также приказомъ Министра Путей Сообщенія отъ 19 августа 1897 г., за № 123.

Послѣ того повѣряется профиль рельсовъ, ихъ длина и расположеніе болтовыхъ отверстій, а также прямизна рельсовъ.

Къ § 6. Ударная проба. При испытаніи ударомъ рельсъ располагается головкой вверхъ.

НТБ ДНУЖТ

Высота паденія въ футахъ 30-пуд. бабы опредѣляется по формулѣ $h=0{,}88\frac{J}{Z_0^2}$, гдѣ J — моментъ инерціи, Z_0 — наименьшее разстояніе крайняго волокна отъ нейтральной оси, — выраженные въ cm.

Опредѣленіе прогиба рельса при **динамической нагрузкѣ** производится приборами, имѣющимися въ распоряженіи заводовъ; рекомендуется, между прочимъ, пользоваться приборомъ, изображеннымъ на черт. 42 а. Онъ состоитъ изъ стальнаго бруска A съ закрѣпленными наглухо стальными же призмами B, на разстояніи 3,5 ф. одна отъ другой; посрединѣ между призмами по осевой линіи бруска помѣщается гайка съ винтомъ, шагъ котораго равенъ 1 mm; на верхнемъ концѣ винта надѣтъ дискъ C, раздѣленный по окружности на 10 равныхъ частей; каждая изъ этихъ частей раздѣлена, въ свою очередь, на четыре части; сбоку бруска, на разстояніи 25 mm отъ центра закрѣпленія, имѣется шкала D съ дѣленіями черезъ 1 mm. При опусканіи винта на шкалѣ читаютъ цѣлые mm, а на дискѣ — части mm, причемъ каждое дѣленіе соотвѣтствуетъ 0,025 mm.

Вмѣсто винтового стержня съ гайкой можетъ быть примѣнена металлическая линейка, опускающаяся свободно между направляющими брусками; въ послѣднемъ случаѣ на линейкѣ долженъ быть укрѣпленъ ноніусъ для отсчитыванія дѣленій на шкалѣ съ точностью до 0,1 mm.

Къ § 8. Дополнительныя испытанія и изслѣдованія. П. 2б. Испытаніе при пониженной температурѣ. Впредь до указанія опыта искусственное **пониженіе температуры** (не выше -12^0 по R) достигается смѣсью двухъ частей по вѣсу льда и одной части солн. Охлаждаемые куски рельсовъ помѣщаются въ деревянные ящики, наполненные предварительно вышеуказанной смѣсью разбитаго льда и соли, и затѣмъ покрываются такимъ же слоемъ смѣси. Температура рельса опредѣляется помощью термометра, опущеннаго въ наполненное ртутью высверленное углубленіе въ головкѣ куска рельса длиною 5 фут., укладываемаго въ ящикъ вмѣстѣ съ испытуемыми рельсами.

П. 2г. Испытаніе статическою нагрузкою на изгибъ. Статическая нагрузка въ пудахъ опредѣляется по формулѣ $P^{\text{II}}=8\frac{J}{Z_0}$, гдѣ J — моментъ инерціи, Z_0 — наименьшее разстояніе крайняго волокна отъ нейтральной оси бруска, выраженное въ cm. Кусокъ рельса, длиною въ 5 ф., положенный на двѣ опоры, взаимно удаленныя на $3^1/_2$ фута (105 cm), подвергается дѣйствію сосредоточеннаго груза, приложеннаго посрединѣ пролета; величина означеннаго груза дается въ техническихъ условіяхъ для каждаго изъ нормальныхъ типовъ рельсовъ. Порядокъ нагруженія указанъ въ п. 2г. техническихъ условій, самое же нагруженіе должно производиться плавно съ постепеннымъ увеличеніемъ груза. При нагруженіи рельса наблюдаются какъ временный, такъ и остающійся прогибы. Для измѣренія прогибовъ пользуются аппаратами, имѣющимися при машинѣ для испытанія; изъ означенныхъ приборовъ слѣдуетъ отдавать предпочтеніе циферблатнымъ или съ ноніусомъ предъ приборомъ съ діаграммой; степеней увеличенія на аппаратѣ желательно имѣть не менѣе 10 *).

Степень точности въ величинѣ прогиба допускается до 0,1 mm **). Рельсы

---

*) Къ точнымъ аппаратамъ для измѣренія прогиба принадлежатъ приборы Баушингера, имѣющіеся при машинѣ Вердера при степени увеличенія до 25 и степени точности до $^1/_{250}$ mm. Описаніе этого прибора см. въ объяснительномъ текстѣ къ изслѣдованію рельсовой стали стр. 35 — 38; самый же приборъ Баушингера можно видѣть въ Механической Лабораторіи Института Инженеровъ Путей Сообщенія.

Если устройство прибора позволяетъ, то измѣрительные приборы для опредѣленія стрѣлы прогиба такъ ставятся, чтобы зажимные винты, коими аппаратъ скрѣпляется съ рельсомъ, находились на нейтральной оси рельса.

**) Для наибольшей точности въ опредѣленіи прогиба, кромѣ прибора, устанавливаемаго по оси приложенія груза, желательно устанавливать таковые же приборы надъ опорными точками рельса, и тогда стрѣла прогиба опредѣляется по формулѣ $f=c-\frac{a+b}{2}$, гдѣ c — показаніе средняго прибора, а a и b — крайнихъ, $\frac{a+b}{2}$ алгебраическая полусумма.

НТБ ДНУЖТ

кладутся всегда на опоры такъ, чтобы грузъ прикладывался къ головкѣ. До установки измѣрительнаго прибора, испытуемый рельсъ слегка нагружается, примѣрно въ 0,25 t, при каковомъ грузѣ стрѣла прогиба считается равной нулю.

II. 2d. Испытаніе на разрывъ и на предѣлъ упругости. а) Статическій разрывъ. **Испытаніе на разрывъ** производится на имѣющемся на заводѣ прессѣ *). Размѣры пробныхъ образцовъ, какъ круглыхъ, такъ и плоскихъ, а также разсчетная длина берутся, руководствуясь приказомъ Министра Путей Сообщенія отъ 15 апрѣля 1901 г., № 17203, съ приложенною къ нему инструкціей (см. ч. I, стр. 543).

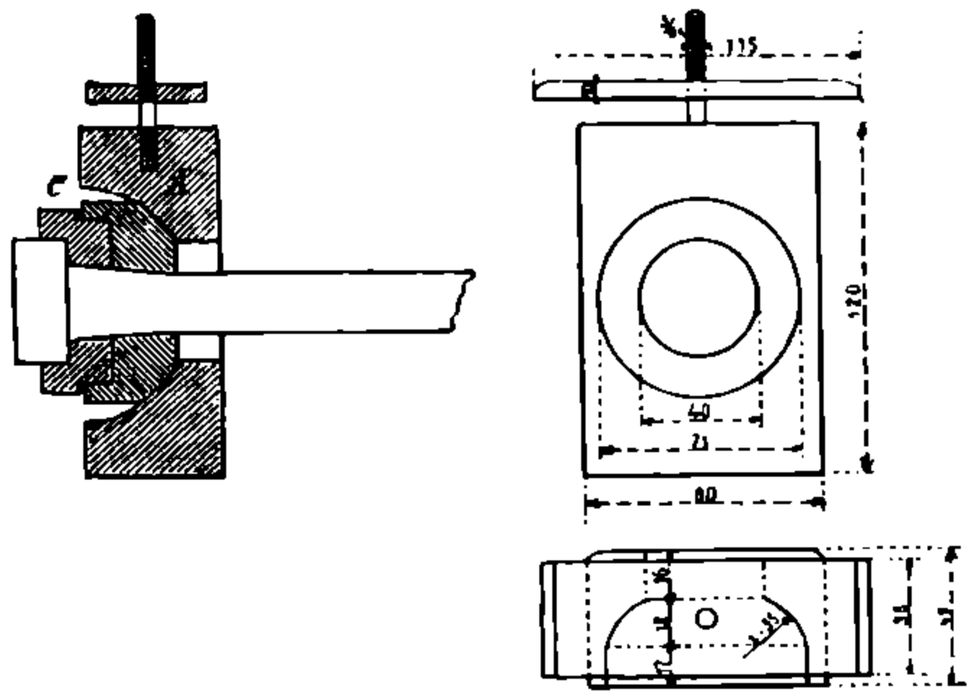
Для изготовленія и испытанія нормальныхъ образцовъ на разрывъ при пріемкѣ металловъ форма головокъ образцовъ обусловливается видомъ захватовъ, имѣющихся въ машинѣ, но на основаніи международныхъ соглашеній: для круглыхъ образцовъ вкладыши предпочитаются сферическіе (шарнирные), а для плоскихъ — головка должна быть фрезирована, соотвѣтственно нарѣзкѣ вкладышей, принимающихъ образецъ въ захватѣ машины (см. черт. 42b и 42c), или же головка должна быть гладкая, если при машинѣ имѣются спеціальные захваты для плоскихъ образцовъ.

При производствѣ опыта на разрывъ опредѣляютъ разрывающій грузъ, удлиненіе и суженіе въ моментъ разрыва, а также предѣлъ упругости; величина относительнаго удлиненія при разрывѣ исчисляется на основаніи вышеуказанной же инструкціи. Степень точности въ удлиненіи образца допускается до 0,1 mm. Для опредѣленія предѣла упругости признаютъ возможнымъ довольствоваться діаграммными аппаратами, хотя заводамъ рекомендуется имѣть въ своемъ распоряженіи зеркальный приборъ (Мартенса), могущій служить и для провѣрки машинъ помощью контрольныхъ образцовъ.

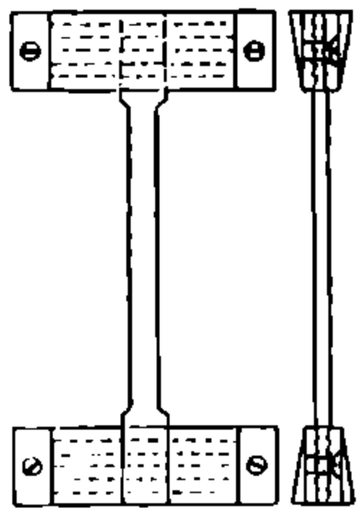
Особенное вниманіе должно быть обращено **на правильность дѣйствія разрывного пресса**; повѣрка прессовъ производится или рычажнымъ устройствомъ, имѣющимся при самыхъ машинахъ, или посредствомъ контрольныхъ брусковъ **).

Продолжительность веденія опыта не устанавливается, но въ тѣхъ случаяхъ, когда испытаніе ведется въ ручную, нагруженіе должно вестись по возможности безъ замедленій и толчковъ съ уменьшеніемъ прибавокъ груза около момента наступленія предѣла упругости. Временное сопротивленіе и

Черт. 42b.



Черт. 42c.



*) Къ наиболѣе распространеннымъ прессамъ принадлежатъ машины Мора и Федергафа, машины Амслера-Лафона и Olsen'a, силою въ 50 t; означенныя машины вертикальныя и весьма удобны для установки зеркальнаго прибора.

**) Контрольные бруски должны быть пріобрѣтены изъ Мех. Лаб. И. И. П. С. Инструкція пользованія зеркальнымъ приборомъ выдается при пріобрѣтеніи прибора. Зеркальный приборъ можетъ быть пріобрѣтаемъ отъ Амслера Лафона въ Шаффгаузенѣ.

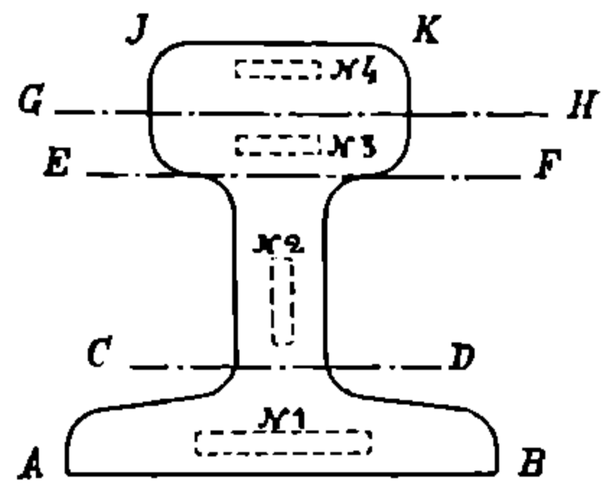
НТБ ДНУЖТ

вообще растягивающее напряженіе исчисляются, относя соотвѣтствующій грузъ всегда къ начальной площади сѣченія образца.

б) Статическій разрывъ съ опредѣленіемъ предѣла упругости и удлиненія. Для статическаго разрыва, **съ опредѣленіемъ упругихъ свойствъ**, необходимо вырѣзывать по поперечному профилю рельса четыре образца; № 1 изъ подошвы (часть *ABCD* см. черт. 42 d); № 2 изъ шейки (*CDEF*), № 3 изъ низа головки (*EFGH*) и № 4 изъ верха головки (*GHJK*). Образецъ № 4 долженъ быть вырѣзанъ изъ части головки, возможно болѣе близко лежащей къ поверхности ея.

Нумерацію образцовъ желательно всегда вести отъ подошвы рельса къ головкѣ его, чтобы въ случаѣ, если изъ головки рельса изготовленъ только одинъ образецъ, все-таки подошвѣ соотвѣтствовалъ № 1, а шейкѣ № 2.

Черт. 42 d.



Если размѣръ головки не дозволяетъ изготовить изъ нея 2 плоскихъ образца, то можно вмѣсто образцовъ № 3 и № 4 изготовлять одинъ круглый, обозначаемый № 3, или же два круглыхъ изъ частей головки симметрично расположенныхъ относительно вертикальной оси. Въ этомъ случаѣ образцы должны быть обозначены номерами 3′ и 3″.

Разсчетныя длины образцовъ для опредѣленія удлиненія должны быть взяты по методу подобія въ зависимости отъ площади по формулѣ $l = 11{,}3\sqrt{\omega}$, гдѣ l длина, ω площадь (см. ч. I, стр. 545). (Дальнѣйшія подробности о производствѣ испытанія на разрывъ и объ опредѣленіи при этомъ упругихъ свойствъ матеріала смотри въ объяснительномъ текстѣ къ трудамъ Рельсовой Ком., ст. 9—12.)

II. 2e. Испытаніе на твердость по способу Бринеля. Способъ состоитъ въ томъ, что шарикъ опредѣленнаго діаметра изъ закаленной стали **вдавливается опредѣленнымъ грузомъ въ испытуемое тѣло.**

По діаметру пятна, полученнаго послѣ опыта, опредѣляютъ поверхность сегмента, на которую и дѣлятъ произведшій данное пятно грузъ, выраженный въ kg. Полученное число, выражающееся въ kg/qmm, и есть **показатель твердости.**

Въ томъ случаѣ, когда испытаніе производится на прессѣ Амслера, опытъ ведется такъ: шарикъ, точно опредѣленнаго діаметра, вставляется въ желѣзную пластину, имѣющую посрединѣ лунку для помѣщенія шарика; квадратная пластина должна быть толщиною 15 mm и въ сторонѣ около 75 mm. Лунка вытачивается въ центрѣ діаметромъ немного болѣе діаметра шарика и нѣсколько болѣе глубокая, чѣмъ радіусъ шарика. Сбоку вставляются двѣ пластинки для удерживанія шарика отъ выпаденія изъ лунки, когда приборъ перевернутъ (см. черт. 42e стр. 710); заложенный такимъ образомъ шарикъ возвышается надъ поверхностью пластины. Пластина съ шарикомъ кладется на доску пресса, а испытуемое тѣло на шарикъ, послѣ чего производится давленіе.

Предѣлы давленія устанавливаются опытнымъ путемъ, причемъ для шарика діаметромъ около 10 mm, какъ показалъ опытъ Механической Лабораторіи, давленіе можно варьировать отъ 2 до 3 t. Къ настоящей инструкціи прилагается таблица, исчисленная для діаметровъ шарика въ 10 mm и 10,3 mm.

Діаметръ пятенъ опредѣляется компараторомъ Цейса съ точностью до 0,05 mm, по діаметру подыскивается соотвѣтствующая поверхность въ таблицѣ и на нее дѣлится грузъ. Инструкція употребленія компаратора дается при покупкѣ компаратора.

Взамѣнъ компаратора можно съ достаточною для практики точностью пользоваться линейкою Ле-Шателье *). Для правильности опыта обѣ стороны

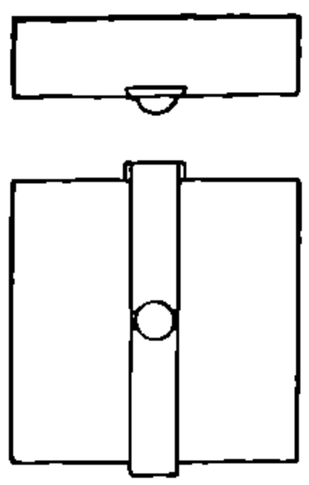
---

*) Линейка изготовляется механикомъ Pellin въ Парижѣ. Шарики и линейки могутъ быть пріобрѣтаемы чрезъ Механич. Лаб. Инст. Инженеровъ Путей Сообщенія.

НТБ ДНУЖТ

бруска должны быть простроганы, а испытуемая поверхность шлифуется наждачною бумагою № 1.

Черт. 42 е.



Инструкція относительно испытанія на сплющиваніе будетъ издана особо.

П. 2 ж. Испытаніе на однородность посредствомъ вытравливанія (макроструктура). Общія указанія относительно полученія изображенія микроструктуры. Отъ рельса отрѣзается пластинка толщиною около 20 mm. Поверхность, на которой желаютъ обнаружить макроструктуру, обрабатываютъ напилкомъ и затѣмъ наждачною бумагою № 1. Далѣе, погружаютъ эту пластинку на 1 mm въ 8,5% растворъ двойной мѣдно-амміачной соли состава $NH_4\ Cl$, $Cu\ Cl_2$, $2\ H_2 0$ (реактивъ Гейна).

Затѣмъ пластинка вынимается и обливается спиртомъ.

Если имѣется въ виду изучать микроструктуру рельса, то необходимо руководствоваться слѣдующими указаніями.

Испытуемая поверхность рельса подвергается шлифовкѣ при помощи наждачной бумаги разныхъ нумеровъ (№ 3, № 2, № 1 и № 00) и затѣмъ окончательной полировкѣ крокусомъ.

Вытравленіе производится растворомъ пикриновой кислоты въ обыкновенномъ этиловомъ спиртѣ. Концентрація пикриновой кислоты не должна превосходить 3—4%. Для легко окисляемыхъ (марганцовистыхъ) рельсовъ рекомендуется концентрацію пикриновой кислоты понижать до 1%.

Вытравленные шлифы должны быть сняты (сфотографированы), по возможности вслѣдъ за вытравленіемъ, или же, предварительно промытые спиртомъ и эопромъ, должны храниться въ сухомъ мѣстѣ.

На **микрофотографіяхъ** обязательно должна быть обозначена степень линейнаго увеличенія и мѣсто по профилю рельса, изъ котораго взятъ снимокъ. Одинъ изъ снимковъ даннаго рельса долженъ имѣть увеличеніе около 100-120 разъ.

II. 2 з. Химическій анализъ. Для химическаго анализа берется мелкая стружка изъ головки рельса на строгальномъ станкѣ, причемъ стружка должна быть взята по всему сѣченію головки. При взятіи стружки необходимо наблюдать, чтобы въ нее не попадало масло или какія-либо жировыя вещества.

Опредѣленіе углерода. Опредѣленіе углерода производится мокрымъ путемъ при помощи смѣси хромовой и сѣрной кислотъ въ присутствіи мѣднаго купороса. Съ этою цѣлью навѣска помѣщается въ колбу Corleis'a или въ какой-либо другой подобный же приборъ. Для дополнительнаго сожиганія при колбѣ непремѣнно должна быть трубка съ окисью мѣди, подогрѣваемая горѣлками съ широкимъ пламенемъ. Продажная окись мѣди до употребленія должна довольно долгое время прокаливаться въ струѣ воздуха.

Опредѣленіе марганца (въ случаѣ если сталь не содержитъ хрома) производится по способу Volhard-Wolf'a.

Окись цинка (ZnO) при этомъ должна быть совершенно чистая и приготовлена мокрымъ путемъ. Продажная окись цинка должна быть непремѣнно провѣрена передъ употребленіемъ, т.-е. прокалена и испробована хамелеономъ.

Опредѣленіе марганца (въ случаѣ если сталь **содержитъ хромъ**) производится по способу Hampe. Способъ заключается въ слѣдующемъ: 5 гр. стружки растворяются въ 70 ccm азотной кислоты уд. в. 1,20. Растворъ кипятится нѣсколько минутъ до просвѣтленія; затѣмъ къ нему прибавляется 11 гр. бертолетовой соли и кипяченіе продолжается около получаса. Къ остатку приливается вода; осадокъ перекиси марганца отфильтровывается и промывается. Перекись марганца съ фильтра смывается въ колбу, оставшаяся на фильтрѣ часть растворяется титрованнымъ растворомъ соли Мора и смывается въ ту же колбу. Находящійся въ колбѣ осадокъ растворяется въ небольшомъ избыткѣ соли Мора. Избытокъ соли Мора титруется марганцовокислымъ кали. По количеству затраченной соли Мора вычисляется содержаніе марганца.

Опредѣленіе хрома (если таковой имѣется въ стали) производится по слѣдующему способу: 5 гр. стружки, помѣщенной въ платиновую чашку, растворяются въ 28 ccm азотной кислоты уд. в. 1,20. Къ раствору

НТБ ДНУЖТ

прибавляется 1 гр соды и 1 гр. буры. Содержимое чашки выпаривается досуха на огнѣ горѣлки и остатокъ прокаливается въ продолженіе 10 минутъ при темно-красномъ каленіи Прокаленный остатокъ растирается въ агатовой ступкѣ, переносится въ колбу и выщелачивается при кипяченіи $^1/_2\%$ растворомъ соды. Платиновая чашка съ приставшими къ ней частицами прокаленнаго осадка тоже выщелачивается. Растворъ сливается черезъ двойной фильтръ. Нерастворившійся осадокъ нѣсколько разъ промывается кипящимъ растворомъ соды. Растворъ, содержащій хромъ, подкисляется сѣрной кислотой; къ нему прибавляется титрованный растворъ соли Мора до полнаго обезцвѣчиванія. Избытокъ соли Мора титруется растворомъ марганцовокислаго кали. По количеству затраченной соли Мора вычисляется содержаніе хрома.

Опредѣленіе кремнія производится по слѣдующему способу: 5 гр. стружки растворяются въ 75 ccm азотной кислоты уд. в. 1,20 въ фарфоровой чашкѣ. Къ раствору приливается 100 ccm сѣрной кислоты. разведенной водою вдвое. Содержимое чашки выпаривается на песчаной банѣ до появленія паровъ сѣрной кислоты, переносится въ стаканъ, разбавляется водой, подкисленной соляной кислотой, и нагрѣвается на асбестѣ до полнаго растворенія солей желѣза. Кремнекислота отфильтровывается и промывается на фильтрѣ горячей водой, подкисленной соляной кислотой. Фильтръ съ осадкомъ сжигается въ платиновомъ тиглѣ; остатокъ прокаливается, охлаждается въ эксикаторѣ и взвѣшивается.

Таблица поверхности шароваго сегмента для опредѣленія чиселъ твердости по Бринелю при діаметрѣ шарика = 10,319 mm [1]).

Діаметръ пятна въ mm d	Площадь сегмента въ qmm ω	Діаметръ пятна въ mm d	Площадь сегмента въ qmm ω	Діаметръ пятна въ mm d	Площадь сегмента въ qmm ω	Діаметръ пятна въ mm d	Площадь сегмента въ qmm ω	Діаметръ пятна въ mm d	Площадь сегмента въ qmm ω
1,50	1,7764	2,65	5,6143	3,80	11,7624	4,95	20,5072	6,10	32,3747
1,55	1,8978	2,70	5,8247	3,85	12,0860	5,00	20,9522	6,15	32,9733
1,60	1,9992	2,75	6,0512	3,90	12,4096	5,05	21,4052	6,20	33,5720
1,65	2,1523	2,80	6,2777	3,95	12,7412	5,10	21,8582	6,25	34,1868
1,70	2,2856	2,85	6,5113	4,00	13,0729	5,15	22,3274	6,30	34,8016
1,75	2,4230	2,90	6,7469	4,05	13,4207	5,20	22,7966	6,35	35,4406
1,80	2,5645	2,95	6,9861	4,10	13,7686	5,25	23,2739	6,40	36,0797
1,85	2,7102	3,00	7,2253	4,15	14,1245	5,30	23,7512	6,45	36,7269
1,90	2,8600	3,05	7,4795	4,20	14,4805	5,35	24,2446	6,50	37,3741
1,95	3,0139	3,10	7,7338	4,25	14,8526	5,40	24,7381	6,55	38,0374
2,00	3,1719	3,15	7,9926	4,30	15,2248	5,45	25,2396	6,60	38,7008
2,05	3,3358	3,20	8,2515	4,35	15,5969	5,50	25,7412	6,65	39,3884
2,10	3,4997	3,25	8,5184	4,40	15,9690	5,55	26,2589	6,70	40,0760
2,15	3,7132	3,30	8,7854	4,45	16,3573	5,60	26,7767	6,75	40,7798
2,20	3,9268	3,35	9,0604	4,50	16,7456	5,65	27,3106	6,80	41,4836
2,25	4,0676	3,40	9,3355	4,55	17,1420	5,70	27,8445	6,85	42,2035
2,30	4,2084	3,45	9,6267	4,60	17,5384	5,75	28,3865	6,90	42,9235
2,35	4,3976	3,50	9,9180	4,65	17,9509	5,80	28,9285	6,95	43,6596
2,40	4,5869	3,55	10,2173	4,70	18,3635	5,85	29,5367	7,00	44,3958
2,45	4,7851	3,60	10,5166	4,75	18,7841	5,90	30,0449		
2,50	4,9833	3,65	10,8240	4,80	19,2048	5,95	30,6192		
2,55	5,1936	3,70	11,1314	4,85	19,6335	6,00	31,1936		
2,60	5,4040	3,75	11,4469	4,90	20,0623	6,05	31,7841		

*) Таблица эта составлена въ Механической Лабораторіи Инст. Инж. П. С. для шарика такого діаметра, находившагося въ распоряженіи Мех. Лабораторіи при изслѣдованіи рельсовъ для Рельсовой Комиссіи.

НТБ ДНУЖТ

Таблица для опредѣленія твердости посредствомъ опытовъ вдавливанія шарика діаметромъ 10 mm. по способу Бринеля.

d	ω	$D=\frac{p}{\omega}$					d	ω	$D=\frac{p}{\omega}$				
		$\frac{5000}{\omega}=D$	$\frac{3000}{\omega}=D$	$\frac{1000}{\omega}=D$	$\frac{500}{\omega}=D$	$\frac{200}{\omega}=D$			$\frac{5000}{\omega}=D$	$\frac{3000}{\omega}=D$	$\frac{1000}{\omega}=D$	$\frac{500}{\omega}=D$	$\frac{200}{\omega}=D$
1,50	1,8095	2770	1660	551	277	111	4,00	13,1162	382	228	76	38	15,2
1,55	1,8975	2640	1582	528	264	105	4,05	13,4712	372	223	75	37	14,9
1,60	2,0232	2480	1487	495	248	99	4,10	13,8262	362	217	73	36	14,5
1,65	2,1866	2290	1373	458	229	91,5	4,15	14,1749	353	212	71	35	14,1
1,70	2,2871	2180	1310	437	218	87,5	4,20	14,5236	345	207	69	34,5	13,8
1,75	2,4378	2055	1236	411	206	82	4,25	14,8943	336	202	67	33,6	13,4
1,80	2,5761	1940	1164	388	194	77,8	4,30	15,2650	326	196	65	32,6	13,1
1,85	2,7112	1848	1108	368	185	73,8	4,35	15,6451	319	192	64	32	12,8
1,90	2,8620	1750	1048	350	175	69,9	4,40	16,0253	312	187	63	31,2	12,5
1,95	3,0159	1660	995	332	166	66,2	4,45	16,4148	304	183	61	30,4	12,2
2,00	3,1762	1577	946	316	157,7	63	4,50	16,8044	297	179	60	29,7	12
2,05	3,3427	1498	898	298	149,8	59,8	4,55	17,2065	291	174	58	29,1	11,6
2,10	3,529	1430	857	286	143	57	4,60	17,6087	284	170	57	28,4	11,4
2,15	3,6757	1361	817	273	136	54	4,65	18,0286	278	166	56	27,8	11,1
2,20	3,8485	1304	782	261	130	52	4,70	18,4286	272	163	54	27,2	10,9
2,25	4,0275	1242	744	248	124	50	4,75	18,8527	265	195	53	26,5	10,6
2,30	4,2097	1189	713	238	119	48	4,80	19,2768	259	156	52	25,9	10,4
2,35	4,3982	1139	683	227	114	46	4,85	19,7135	254	153	51	25,4	10,1
2,40	4,5930	1090	652	218	109	44	4,90	20,1502	249	149	50	24,9	9,9
2,45	4,7885	1045	627	209	105	42	4,95	20,5978	244	146	49	24,4	9,7
2,50	4,9889	1000	600	200	100	40	5,00	21,0455	238	143	48	23,8	9,5
2,55	5,1931	963	578	193	96	39	5,05	21,5041	233	140	46,5	23,3	9,3
2,60	5,4036	925	555	185	93	37	5,10	21,9629	228	137	45,5	22,8	9,1
2,65	5,6188	889	532	178	89	36	5,15	22,4357	223	134	44,5	22,3	8,9
2,70	5,8340	855	512	171	86	34	5,20	22,9085	218	131	44	21,8	8,7
2,75	6,0586	827	495	166	83	33	5,25	23,3939	215	128	43	21,5	8,6
2,80	6,2832	798	477	159	80	32	5,30	23,8793	210	126	42	21	8,4
2,85	6,5172	767	460	153	77	31	5,35	24,3694	206	124	41	20,6	8,2
2,90	6,7513	741	444	148	74	30	5,40	24,8720	201	121	40	20,1	8
2,95	6,9696	718	430	144	73	29	5,45	25,3778	197	118	39,5	19,7	7,9
3,00	7,1880	696	418	140	70	28	5,50	25,8931	193	116	39	19,3	7,7
3,05	7,4629	670	402	134	67	27	5,55	26,4114	190	114	38	19	7,6
3,10	7,7378	645	387	129	65	26	5,60	26,9392	186	112	37	18,6	7,4
3,15	8,0001	625	375	125	63	25	5,65	27,4733	182	109	36,5	18,2	7,3
3,20	8,2624	606	364	121	61	24	5,70	28,0168	178	107	35,7	17,8	7,1
3,25	8,5310	587	351	117	59	23,5	5,75	28,5634	175	105	35	17,5	7
3,30	8,7996	569	340	114	57	23	5,80	29,1163	172	103	34,4	17,2	6,9
3,35	9,0792	551	332	111	55	22	5,85	29,6818	169	101	33,8	16,9	6,75
3,40	9,3588	535	321	107	54	21,4	5,90	30,2536	166	99	33	16,6	6,6
3,45	9,6478	518	311	104	52	20,7	5,90	30,8316	162	97	32,5	16,2	6,5
3,50	9,9369	502	302	101	50	20,2	6,00	31,4160	159	95	31	15,9	6,4
3,55	10,2353	488	293	98	49	19,6	6,05	32,0066	156	94	31	15,6	6,25
3,60	10,5338	476	286	95	48	19	6,10	32,6098	153	92	30,6	15,3	6,15
3,65	10,8416	462	277	92	46	18,45	6,15	33,2136	151	90	30	15,1	6
3,70	11,1495	448	269	90	45	18	6,20	33,8350	148	89	29,6	14,8	5,9
3,75	11,4495	436	262	88	44	17,5	6,25	34,4602	145	87	29	14,5	5,8
3,80	11,7496	425	255	85	43	17	6,30	35,0634	143	86	28,5	14,3	5,7
3,85	12,0951	414	248	83	41	16,5	6,35	35,7325	140	84	28	14	5,6
3,90	12,4407	402	241	81	40	16	6,40	36,3828	138	82	27,5	13,8	5,5
3,95	12,7785	392	235	78	39	15,6	6,45	37,0426	135	81	27	13,5	5,4

НТБ ДНУЖТ

d	ω	$D=\frac{p}{\omega}$					d	ω	$D=\frac{p}{\omega}$				
		$D=\frac{5000}{\omega}$	$D=\frac{3000}{\omega}$	$D=\frac{1000}{\omega}$	$D=\frac{500}{\omega}$	$D=\frac{200}{\omega}$			$D=\frac{5000}{\omega}$	$D=\frac{3000}{\omega}$	$D=\frac{1000}{\omega}$	$D=\frac{500}{\omega}$	$D=\frac{200}{\omega}$
6,50	37,7086	133	80	26,5	13,3	5,3	7,30	49,7221	100,2	60,3	20,1	10,02	4,02
6,55	38,3872	131	79	26	13,1	5,2	7,35	50,5703	99	59,4	19,8	9,9	3,95
6,60	39,0720	128	77	25,5	12,8	5,1	7,40	51,4279	97,6	58,6	19,5	9,76	3,9
6,65	39,7632	126	76	25,2	12,6	5	7,45	52,2982	96	57,5	19,2	9,6	3,84
6,70	40,4700	124	74	24,7	12,4	4,95	7,50	53,1810	94,5	56,5	18,9	9,45	3,77
6,75	41,1832	122	73	24,4	12,2	4,87	7,55	54,0795	92,8	55,6	18,5	9,28	3,7
6,80	41,9058	119	71,5	23,8	11,9	4,8	7,60	54,9905	91,3	54,8	18,2	9,13	3,65
6,85	42,6409	117	70	23,5	11,7	4,7	7,65	55,9173	89,8	53,9	17,9	8,98	3,59
6,90	43,3855	115	69	23	11,5	4,6	7,70	56,8567	88,3	53	17,6	8,83	3,53
6,95	44,1394	113	68	22,6	11,3	4,5	7,75	57,7332	87	52,1	17,3	8,7	3,47
7,00	44,9028	111	67	22	11,1	4,4	7,80	58,7824	85,4	51,2	17,1	8,45	3,41
7,05	45,6877	109	65,5	21,8	10,9	4,36	7,85	59,8192	83,8	50,3	16,8	8,38	3,35
7,10	46,4642	107,5	64,5	21,5	10,75	4,3	7,90	60,7742	82,5	49,5	16,5	8,25	3,3
7,15	47,2622	106	63,5	21,2	10,6	4,24	7,95	61,7931	81,2	48,7	16,2	8,12	3,25
7,20	48,0696	104	62,5	20,8	10,4	4,16	8,—	62,8320	80	48	16	8	3,2
7,25	48,8895	102,2	61,5	20,4	10,22	4,09							

p = давленіе въ kg, ω = поверхность пятна,
d = діаметръ пятна, D = число твердости.

Опредѣленіе фосфора производится по молибдатному методу, т.-е. осажденіемъ фосфора въ видѣ желтаго осадка фосфорно-молибденово-амміачной соли.

Осажденіе желтаго осадка необходимо должно предшествовать разрушенію всѣхъ углеродистыхъ веществъ, перешедшихъ въ растворъ при обработкѣ навѣски азотною кислотою, такъ какъ эти углеродистыя вещества препятствуютъ полнотѣ осажденія. Съ этою цѣлью растворъ или выпариваютъ и затѣмъ остающіеся нитраты сильно нагрѣваютъ, или же къ азотнокислому раствору прибавляется растворъ марганцовокислаго кали.

Количество фосфора опредѣляется изъ вѣса желтаго осадка, нагрѣтаго до 120 — 130° С. въ воздушной банѣ въ теченіе не менѣе ½ часа или же растворенiемъ желтаго осадка и послѣдующимъ затѣмъ титрованіемъ. Желтый осадокъ при взвѣшиваніи тщательно изолируется отъ доступа воздуха (влаги изъ воздуха).

Опредѣленіе сѣры производится путемъ окисленія выдѣляющагося, при растворенiи навѣски стали въ соляной кислотѣ, сѣрнистаго водорода (H_2S) въ сѣрную кислоту. Окисленіе производится или бромомъ по способу Джонстона и Классена, или же помощью перекиси водорода. Перекись водорода можетъ быть примѣнена только въ томъ случаѣ, если она абсолютно чиста (не содержитъ сѣрной кислоты). Выписанная отъ Merck'a въ спеціальной укупоркѣ абсолютно чистая перекись водорода, 30% концентраціи, разбавляется водою примѣрно до 6 — 7% концентраціи. При навѣскѣ въ 5 гр. на каждое опредѣленіе расходуется 40 — 50 ccm этого разбавленнаго раствора перекиси водорода.

Окисленная въ сѣрную кислоту сѣра осаждается изъ раствора хлористымъ баріемъ и о количествѣ ея судятъ по вѣсу сѣрнокислаго барія.

Опредѣленіе мѣди (если таковая имѣется въ стали) рекомендуется производить по способу, описанному въ книгѣ Филлипса «Техно-химическій анализъ».

НТБ ДНУЖТ

Навѣску въ 1 гр. всыпаютъ въ стаканъ, емкостью въ 100 ccm, приливаютъ туда 12 ccm сѣрной кислоты (1 : 5), нагрѣваютъ до растворенія всего желѣза, разбавляютъ водой до 50 ccm и кипятятъ; затѣмъ постепенно прибавляютъ раствора сѣрноватисто-кислаго натра ($Na_2S_2O_3$) до тѣхъ поръ, пока продолжаетъ образовываться черный осадокъ; даютъ осѣсть осадку, такъ что въ жидкости остается одна сѣра въ суспензированномъ видѣ; вся же мѣдь будетъ осаждена въ видѣ Cu_2S. Осадокъ отфильтровывается сквозь маленькій фильтръ и промываютъ дистиллированной водой до удаленія слѣдовъ желѣза, сушатъ на водяной банѣ, осторожно сжигаютъ фильтръ съ осадкомъ въ фарфоровомъ тиглѣ; остатокъ обрабатываютъ 2 ccm HCl (крѣпкой) + 1 ccm HNO_3 (крѣпкой) до растворенія; растворъ выпариваютъ почти досуха, прибавляютъ $^1/_2$ ccm воды, дѣлаютъ растворъ слегка щелочнымъ, приливъ амміака (10%), отфильтровываютъ желѣзо и пр.; получаемый при этомъ фильтратъ спускаютъ въ трубку Эггерца, также какъ и слабый амміакъ, небольшими количествами котораго промываютъ фильтръ до тѣхъ поръ, пока полученный голубой растворъ не приметъ той же степени густоты, какъ и нормальный мѣдный растворъ, находящійся въ подобной же трубкѣ и приготовленный растворенiемъ 0,1 гр. чистой электролитической мѣди въ 1 ccm HNO_3 (уд. в. 1,20) и 2 ccm HCl (крѣпкой) и разбавленiемъ раствора слабымъ амміакомъ до 500 ccm при 15,5° C; тогда 1 ccm нормальнаго мѣднаго раствора будетъ содержать 0,0002 гр. мѣди. Если, напримѣръ, объемъ испытуемаго раствора былъ 5 ccm при совпаденіи интенсивности цвѣта обоихъ растворовъ, то въ навѣскѣ содержанiе мѣди будетъ $5 \times 0{,}0002 \times 100 = 0{,}10\%$.

7. **Сопротивленiе рельса** должно быть опредѣлено съ такимъ разсчетомъ, чтобы послѣ наибольшаго износа a остающаяся высота $h - a$ еще соотвѣтствовала нагрузкѣ. Для обыкновенныхъ условій высота рельса можетъ быть опредѣлена по формулѣ:

$$h = 65 \sqrt[3]{P}\, l + a,$$

гдѣ P въ t, l въ m (см. стр. 692), h и a въ mm *).

Моментъ инерціи J и моментъ сопротивленія $W = J : e$ всего лучше опредѣлять при помощи чертежа (ч. I, стр. 207 и слѣд.). Приблизительно можно пользоваться слѣдующими формулами (h въ cm):

$$J = 0{,}032\, h^4 \text{ cm}^4 \text{ и } W = 0{,}064\, h^3 \text{ cm}^3;$$

затѣмъ сѣченiе $F = 0{,}238\, h^2$ qcm

и вѣсъ $g = 0{,}187\, h^2 = 0{,}786\, F$ kg/пог. m.

Формулы для сопротивленія рельсовъ приведены также въ **Т. У. П.** и **С.** 57, стр. 608.

8. **Длина рельсовъ** раньше была 9 и 10 m, въ настоящее время употребительна длина на многихъ дорогахъ 12 m, при стыкахъ въ перекрышку 15 m, а въ тоннеляхъ до 18 m. При бóльшей длинѣ обращеніе съ рельсами дѣлается уже затруднительнымъ, и при охлажденіи ихъ получаются слишкомъ большіе зазоры въ промежуткахъ. Для укладки внутренняго рельса въ кривыхъ изготовляются уравнительные рельсы длиною на 25 до 70 mm менѣе. Умень-

*) См. H. Zimmermann въ Z. d. B. 1891, стр. 225, гдѣ указано, что моментъ не прямо пропорціоналенъ значенію Pl.

НТБ ДНУЖТ

шеніе въ mm длины внутренняго рельса l въ m для кривыхъ опредѣляется по формулѣ:

$$\lambda = s\,\frac{l}{R} = \frac{1500\,l}{R},$$

гдѣ R радіусъ въ m и s разстояніе между срединами рельсовъ въ mm.

Въ Германіи примѣняются уравнительные рельсы для кривыхъ съ укороченіемъ длины: рельсовъ 12 и 15 m — на 40, 80 и 120 mm, для рельсовъ 18 m — на 45, 90 и 135 mm. Кромѣ того, для радіусовъ $R < 150$ m и рельсовъ № 10 и 11 еще укороченіе на 160 и 200 mm. Уравнительные рельсы обозначаются 1, 2 или 3 небольшими отверстіями или керновыми знаками на глубину 3 mm и на разстояніи 0,5 m отъ одного конца.

9. Стрѣлы прогиба рельсовъ различной длины для разныхъ радіусовъ кривыхъ.

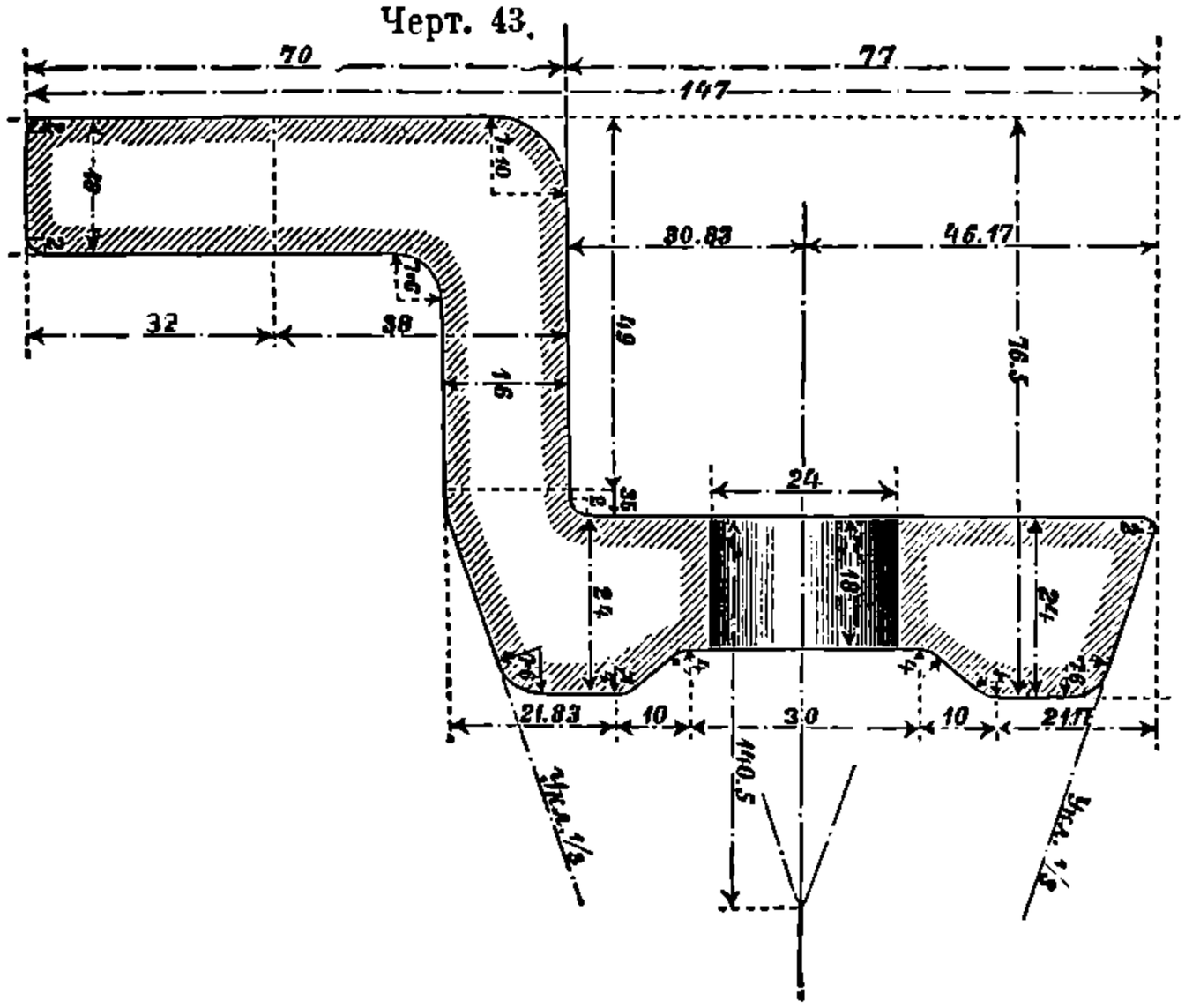
№№ по порядку	Радіусы кривыхъ въ саж.	Стрѣлы прогиба въ саженяхъ при длинѣ рельсовъ:					
		28 фут.	25 фут.	21 фут.	20 фут.	18 фут.	15 фут.
1	75	0,027	0,021	0,015	0,014	0,011	0,008
2	80	0,025	0,020	0,014	0,013	0,010	0,007
3	100	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008	0,006
4	120	0,017	0,013	0,009	0,009	0,007	0,005
5	125	0,016			0,008		
6	150	0,013	0,011	0,008	0,007	0,006	0,004
7	175	0,011	0,009	0,006	0,006	0,005	0,003
8	200	0,009	0,008		0,005	0,004	
9	250	0,008	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002
10	300	0,007	0,005	0,004		0,003	
11	350	0,006			0,003		0,002
12	400	0,005	0,004	0,003		0,002	0,001
13	450	0,004			0,002		
14	500		0,003	0,002		0,001	—
15	550				0,001		—
16	600	0,003	0,002				—
17	650						—
18	700						—
19	750						—
20	800						—
21	900	0,002	0,001				—
22	1000					—	—
23	1250	0,001	—	—	—	—	—
24	1500		—	—	—	—	—
25	1750		—	—	—	—	—
26	2000		—	—	—	—	—

Примѣчаніе. Стрѣлы прогиба вычислены по формулѣ: $\frac{l^2}{8\,R}$, гдѣ l длина рельса, а R радіусъ закругленія.

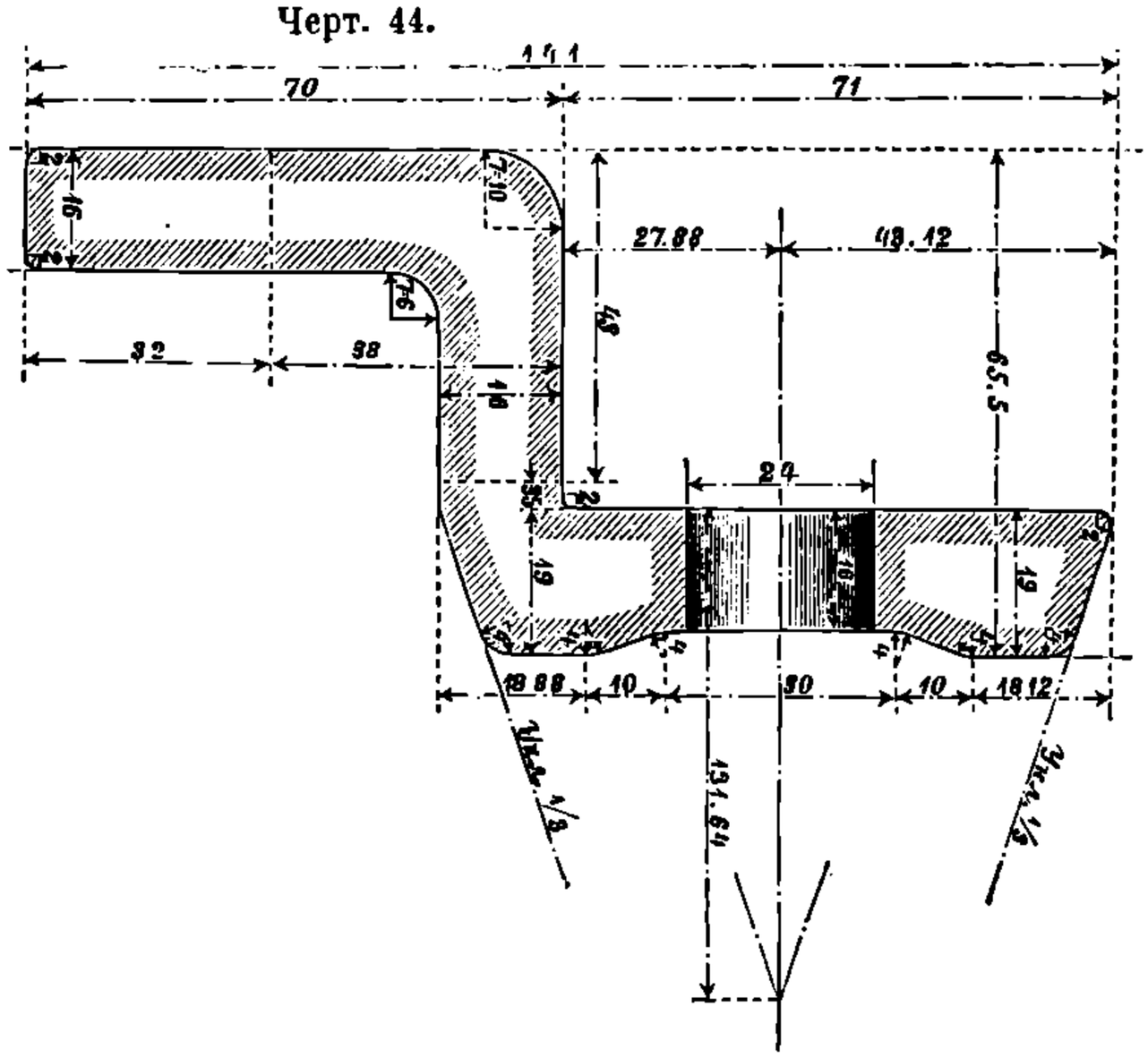
НТБ ДНУЖТ

2. Накладки рельсовыя. Для качества матеріала и условій

Черт. 43.



Черт. 44.



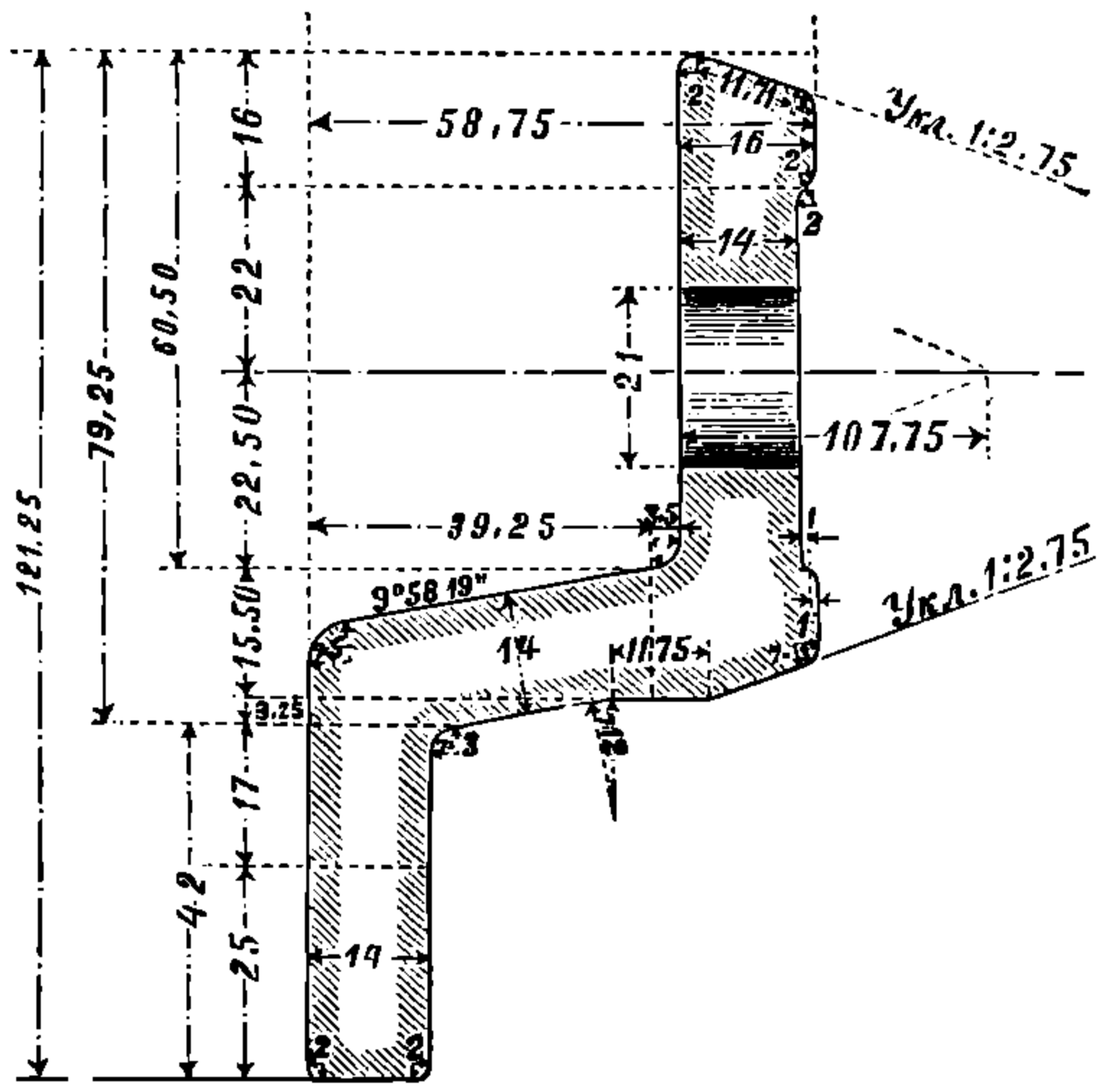
поставки см. **Н. Т. У.**, стр. 724. По **Т. У. П.** и **С.** установлены данныя 58, стр. 609.

НТБ ДНУЖТ

Размѣры накладокъ для нормальныхъ типовъ (1908) рельсовъ Ia, IIa, IIIa и IVa показаны: для Ia и IIa на черт. 43, для IIIa на черт. 44, а для IVa на черт. 45.

Данныя для накладокъ къ русскимъ рельсамъ нормальныхъ типовъ 1908 года (см. стр. 694).

Черт. 45.



Для типа Ia и IIa: $p = 16{,}92$ kg (43,324 ф.); $F =$ 36,07 qcm, J относительно центра тяжести сѣченія накладки $= 501{,}44$ cm⁴ (черт. 43).

Для типа IIIa: $p = 14{,}10$ kg (34,418 ф.); $F =$ 30,16 qcm, $J =$ $= 379{,}93$ cm⁴ (черт. 44).

Для типа IVa: $d = 10{,}18$ kg (24,83 ф.); $F = 22{,}70$ qcm, $J = 236{,}95$ cm⁴ (черт. 45).

Германскіе типы накладокъ для рельсовъ № 6 и № 8 (табл. стр. 698) показаны:

для № 6: $F = 31{,}79$ qcm, $J = 419{,}8$ cm⁴,
$W = 56{,}4$ ccm; $p = 13{,}83$ kg,

для № 8: $F = 41{,}03$ qcm, $J = 603{,}3$ cm⁴,
$W = 77{,}1$ ccm; $p = 18{,}69$ kg.

Н. Т. У. для накладокъ см. стр. 724.

3. Рельсовый стыкъ. 1. Общій видъ стыкового соединенія для русскихъ типовъ (1908) показанъ на черт. 46.

См. также **Т. У. П. и С.** 58, стр. 609.

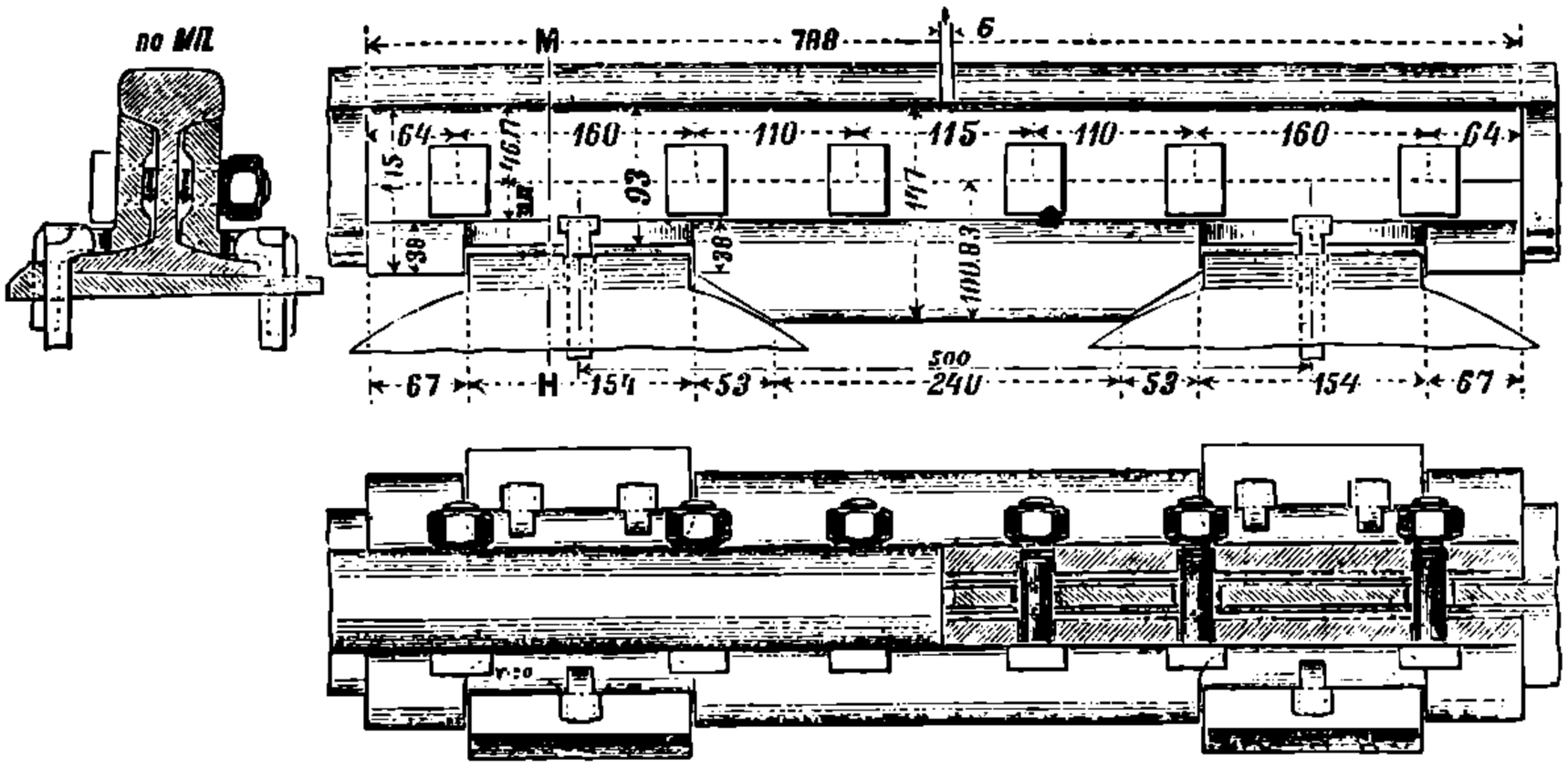
Для германскихъ типовъ № 6 и № 8 общій видъ стыкового соединенія показанъ на черт. 47.

4. Стыковые болты. Діаметръ болта $d_0 = 20$ до 26 mm, діаметръ дыры въ накладкѣ $d' = d_0 + 2$ mm.

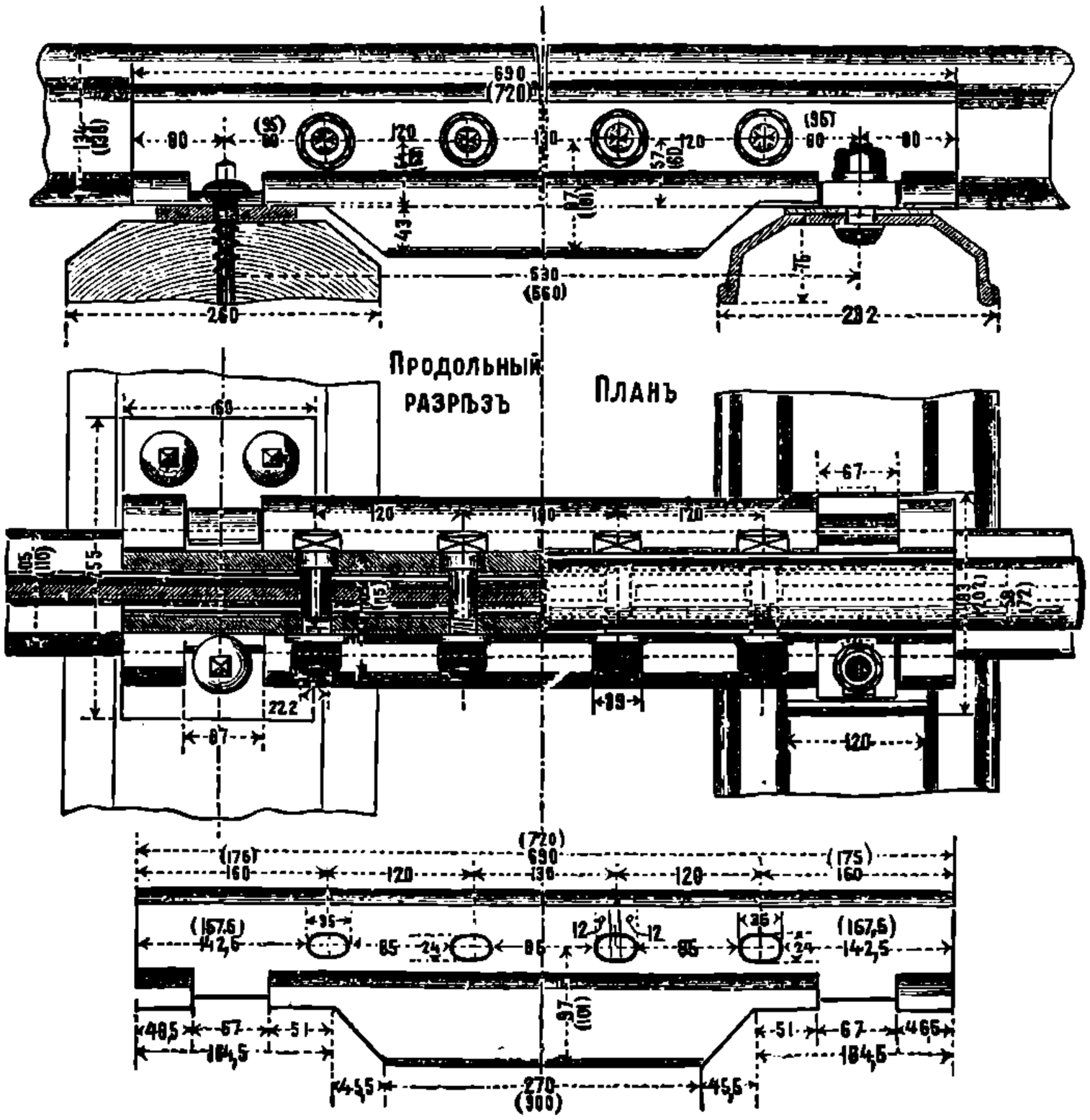
Рельсовые болты для нормальныхъ (1908 г.) типовъ рельсовъ: Ia, IIa и IIIa на черт. 48, вѣсъ съ гайкой и шайбой 0,721 kg (0,044 пуд.), а для типа IVa на черт. 49, вѣсъ 0,52 kg (0,032 пуда).

НТБ ДНУЖТ

Черт. 46.



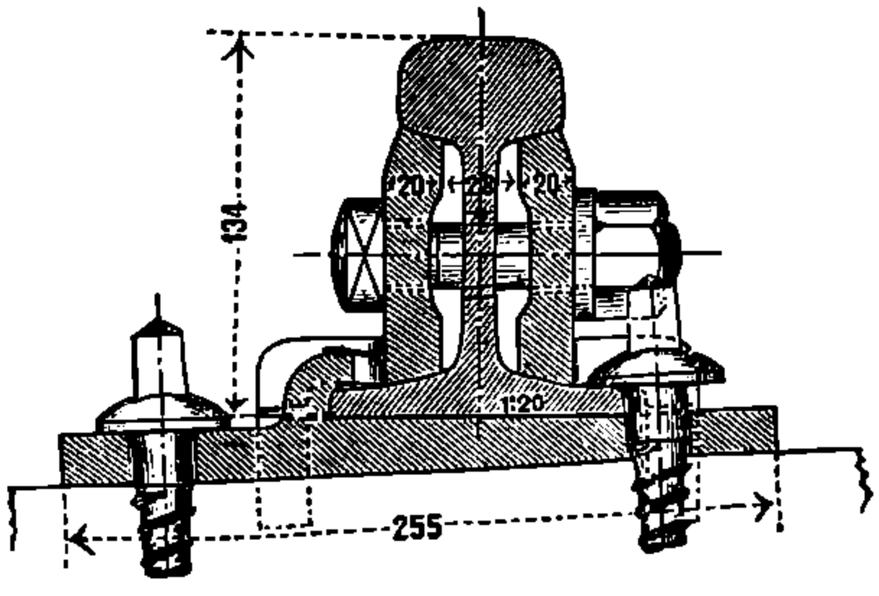
Черт. 47.



Наружная накладка.

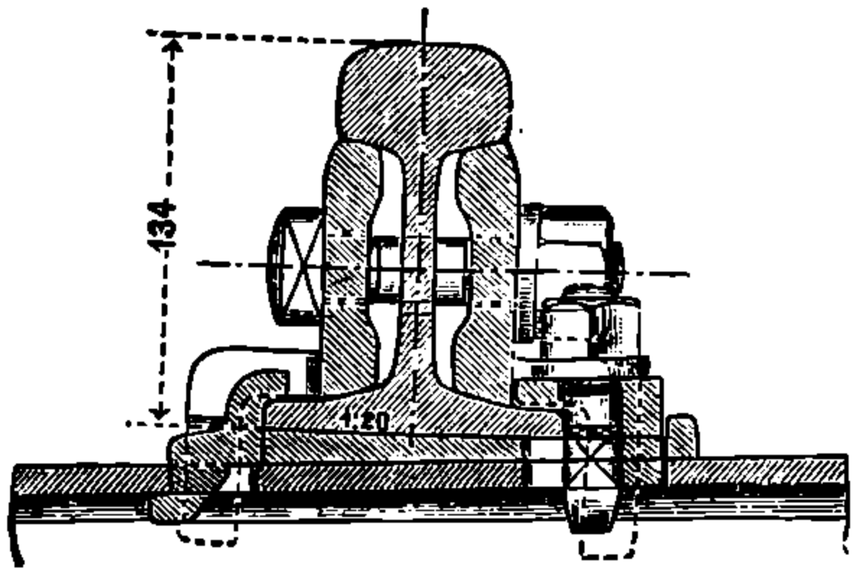
НТБ ДНУЖТ

Черт. 47 a.



Разрѣзъ по стыковой поперечинѣ для верхняго строенія типа 6 d H.

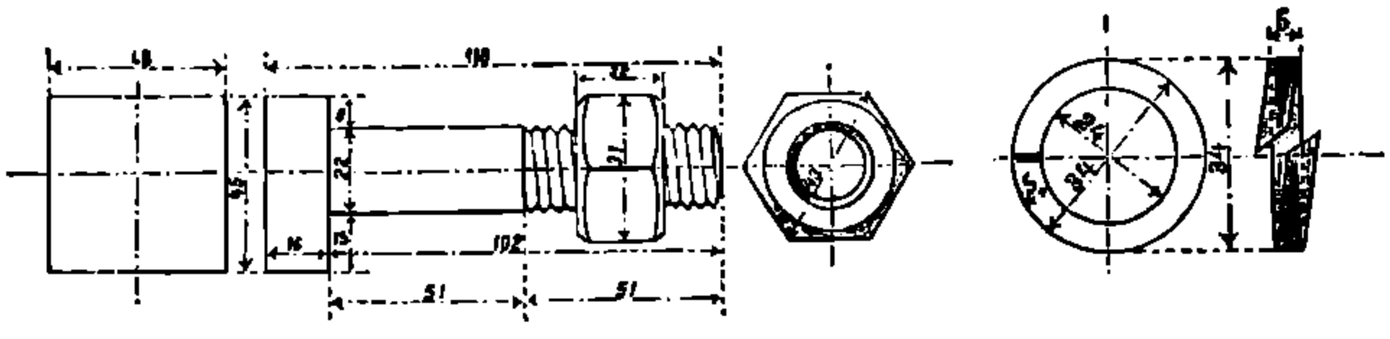
Черт. 47 b.



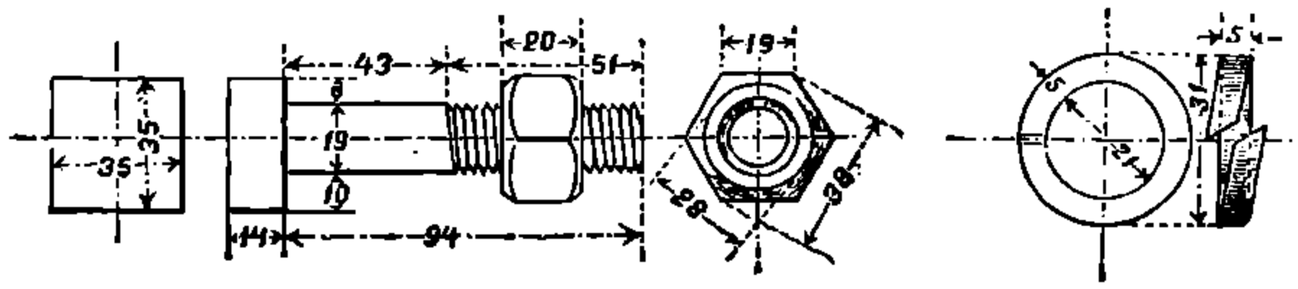
Разрѣзъ по стыковой поперечинѣ для верхняго строенія типа 6 d E.

Верхнее строеніе прусскихъ дорогъ: $d_0 = 22{,}3$ mm (черт. 50); дыра въ наружной накладкѣ продолговатая (длина 35 mm) для помѣщенія утолщенія стержня, предохраняющаго отъ вращенія; для этой же цѣли на всякій случай имѣется квадратная головка, у которой отверстіе ключа соотвѣтствуетъ

Черт. 48.



Черт. 49.



отверстію ключа для гайки. Послѣдняя съ заплечикомъ или безъ заплечика (обыкновенная гайка). Только при обыкновенныхъ гайкахъ устанавливаются простыя или двойныя пружинящія кольца для предохраненія отъ развинчиванія.

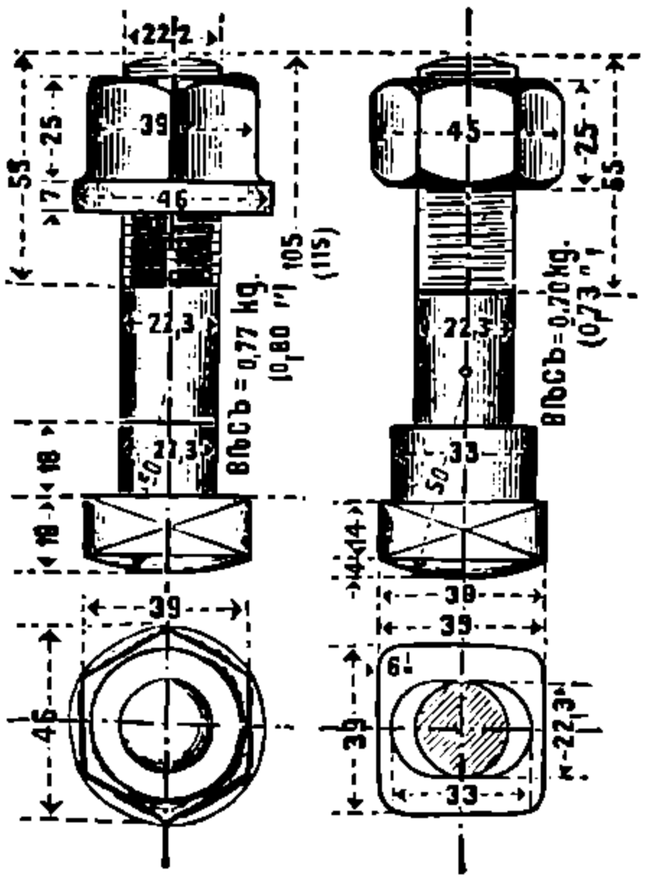
5. Отверстія въ рельсахъ. Отверстія для рельсовыхъ болтовъ дѣлаются либо продолговатыми, длиной дыры $d'' = d' + 0{,}5l$

НТБ ДНУЖТ

въ mm (если l длина рельса въ m), или (лучше) высверливаются круглыми діаметромъ d''.

Расположеніе дыръ въ рельсахъ типовъ Ia, IIa, IIIa и IVa (1908) см. стр. 718 и черт. 46.

Черт. 50.



Въ рельсахъ Прус. ж. д. отверстія круглыя $d''=30$ mm при $l=12$ m; $d''=33$ mm при $l=18$ m. Центръ дыры отъ подошвы у рельса № 6 и № 7 — 57 mm, № 8 и № 9 — 61 mm, № 10 — 57 mm, № 11 — 50 mm; центръ дыры отъ конца рельса — 61 mm при стыкѣ въ притыкъ и 54,5 mm при стыкѣ въ накладку.

6. Стыкъ устраивается на вѣсу, причемъ поперечины, ближайшія къ стыку, должны быть настолько близки къ послѣднему, чтобы стыковая накладка лежала концами своими на смежныхъ поперечинахъ. Для удобства подбивки разстояніе въ свѣту между поперечинами 200 до 300 mm. На Готардской дорогѣ разстояніе между поперечинами въ свѣту 100 mm, а между срединами 340 mm. Стыкъ на поперечинѣ только въ исключительныхъ случаяхъ, напр., у крестовинъ.

7. Зазоръ δ между концами рельсовъ устанавливается въ зависимости отъ расширенія отъ температуры, вообще опредѣляется для одного m рельса на прямой (для незакаленной литой стали) по формулѣ:

$$\delta = 1000\,\alpha\,(t_1 - t) = \frac{t_1 - t}{92{,}7} = 0{,}0108\,(t_1 - t),$$

гдѣ α средній коэффиціентъ линейнаго удлиненія рельсовой стали; t_1 наибольшая температура (въ градусахъ C) нагрѣванія рельсовъ отъ солнечныхъ лучей и t температура рельсовъ. Въ среднихъ широтахъ t_1 мѣняется отъ 50° до 70°. Для рельсовъ, погруженныхъ до головки въ балластъ или въ мостовую, величина t_1 значительно менѣе. Въ тоннеляхъ $t_1 - t \leqq 30°$, такъ что для рельсовъ длиною 18 m достаточенъ наибольшій зазоръ въ 6 mm. Въ зависимости отъ температуры, при которой производится укладка пути, величина зазоровъ опредѣляется при помощи 3 или 4 калибровъ, деревянныхъ или желѣзныхъ. Для рельсовъ въ 12 m, укладываемыхъ при температурѣ $t=15°$, и для $t_1=57°$ необходимая величина зазора = 6 mm (черт. 46).

НТБ ДНУЖТ

Величина зазоровъ въ дюймахъ (для Россіи) при длинѣ рельсовъ въ футахъ и температурѣ по Реомюру.

Температура по Реомюру	Длина рельсовъ въ футахъ.					
	28′	25′	21′	20′	18′	15
+40°	1/16″	1/16″	1/16″	1/16″	1/16″	1/16″
+30°	1/8	1/8	1/8	1/8	1/16	1/16
+20°	3/16	3/16	1/8	1/8	1/8	1/8
+10°	1/4	3/16	3/16	3/16	1/8	1/8
0°	1/4	1/4	3/16	3/16	3/16	3/16
— 10°	5/16	5/16	1/4	1/4	3/16	3/16
— 20°	3/8	5/16	5/16	1/4	1/4	3/16

2. Укрѣпленіе рельсовъ на опорахъ.

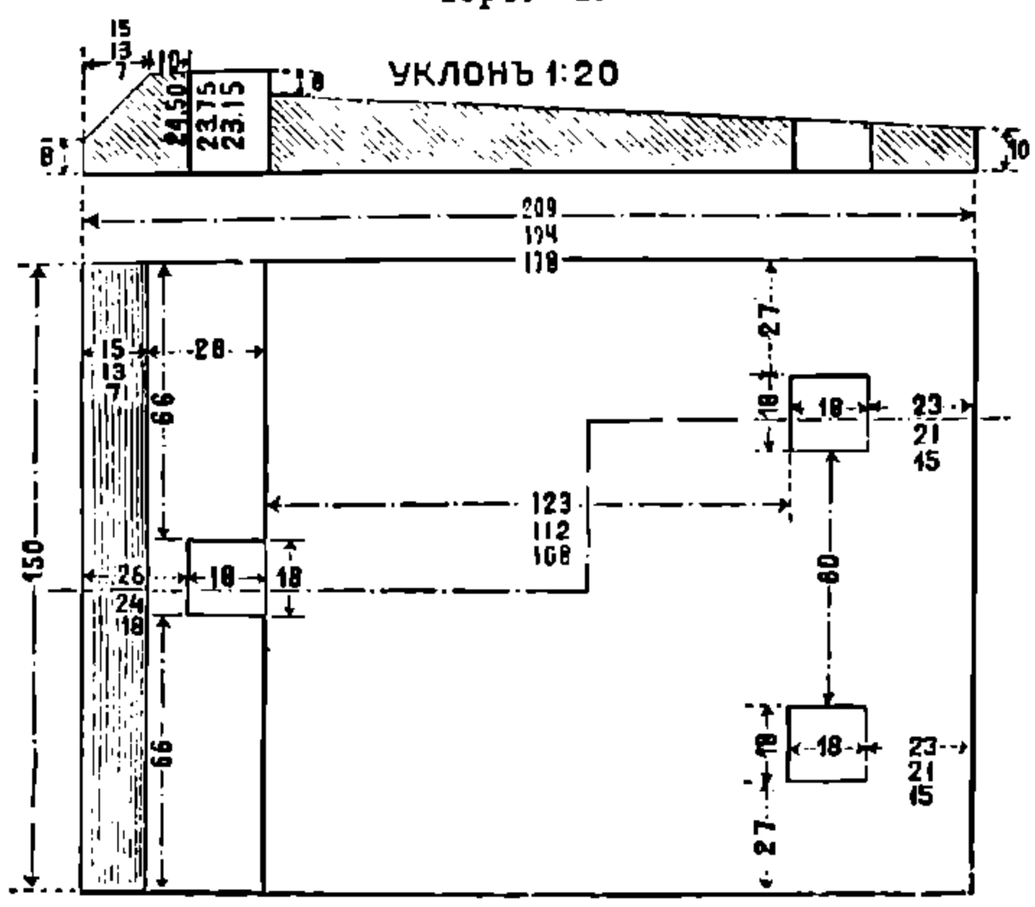
1. **Подкладки** рекомендуется располагать на каждой поперечинѣ и снабжать однимъ или двумя заплечиками для рельсовой подошвы; средняя часть имѣетъ клинообразную форму; послѣднею достигается необходимый наклонъ рельсовъ. Подкладки увеличиваютъ продолжительность службы поперечинъ и въ значительной мѣрѣ сохраняютъ неизмѣнное положеніе всего верхняго строенія, если имъ приданы достаточные размѣры и если дыры въ нихъ расположены правильно. Длина подкладокъ по направленію поперечинъ 180 до 300 mm, ширина 120 до 160 mm; наименьшая толщина (подъ внутреннимъ краемъ рельсовой подошвы) 12 до 18 mm. Рекомендуется: двѣ дыры изнутри и одна дыра снаружи. Заплечикъ снаружи необходимъ, а изнутри можно его не дѣлать, если изнутри не предполагается укрѣпленія винтами. Въ послѣднее время часто примѣняются подкладки съ крючьями. Значительное преимущество подкладокъ состоитъ главнымъ образомъ въ томъ, что лучше распредѣляется давленіе и устраняется врѣзаніе края рельсовой подошвы въ поперечину; одновременно, вслѣдствіе прилеганія рельсовой подошвы къ наружному заплечику подкладки или къ крюку, внутренніе костыли или винты также принимаютъ участіе въ сопротивленіи сдвиганію рельса раньше начала этого сдвиженія; равнымъ образомъ увеличивается плечо на опрокидываніе.

Подкладки съ двумя заплечиками требуютъ зазора въ 1 или 2 mm для рельсовой подошвы. Внутренняя грань дыры совпадаетъ съ линіей заплечика, а не должна выступать изъ-за этой линіи для того, чтобы грань рельсовой подошвы непосредственно прилегала къ выступу заплечика. Рекомендуется всѣ подкладки снабжать тремя дырами. На-

НТБ ДНУЖТ

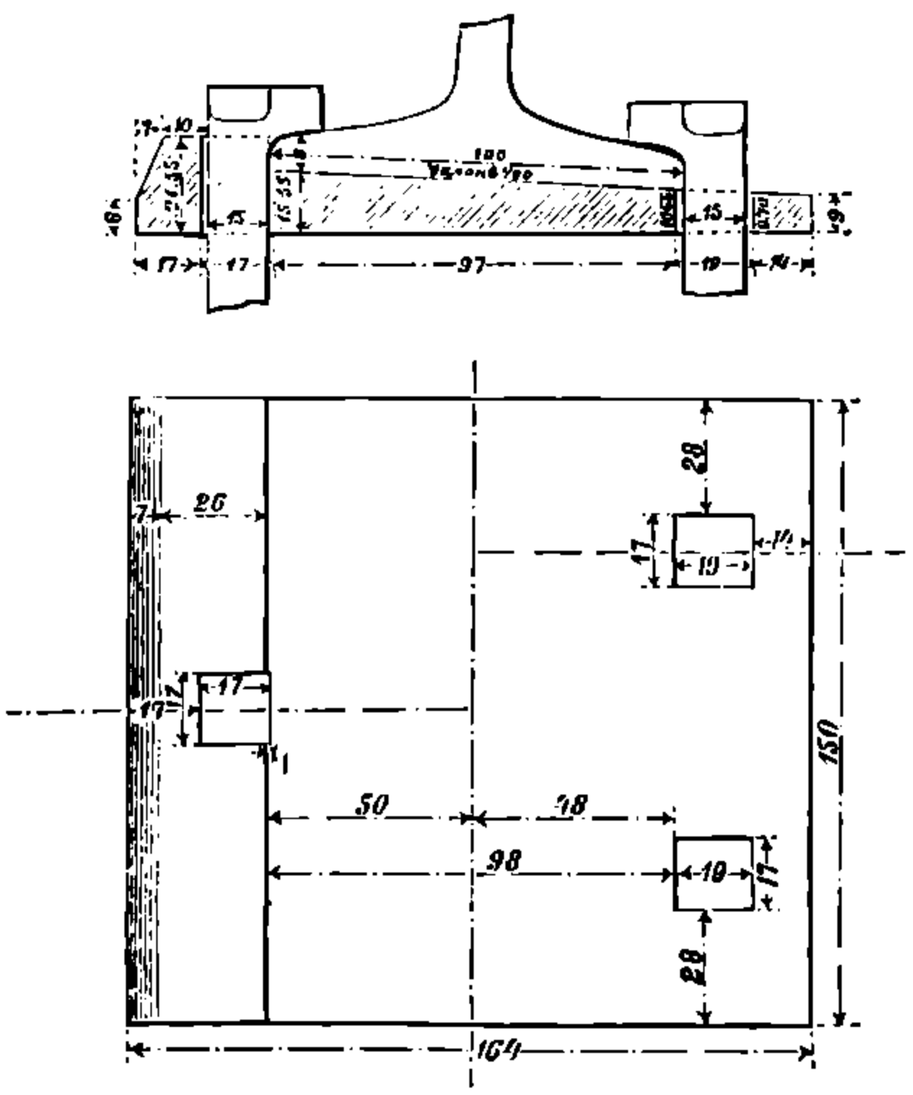
кладки безъ наклона въ средней части примѣняются только въ исключительныхъ случаяхъ, напр., у стрѣлочныхъ переводовъ, гдѣ не требуется наклона рельса. Подкладки, снабженныя снизу небольшими ребрами, были испытаны, но оказались неудобными вслѣдствіе затруднительности ихъ вдавливанія въ поперечину и порчи поперечинъ.

Черт. 51.



Условія расположенія подкладокъ въ прямыхъ и кривыхъ частяхъ пути, а равно и на мостахъ въ Россіи, приведены въ **Т. У. П. и С.** 58, стр. 609. Матеріалъ для подкладокъ и техн. условія ихъ пріемки и изготовленія указаны въ **Н. Т. У.** стр. 724. Размѣры подкладокъ для рельсовыхъ типовъ (1908) Ia, IIa и IIIa приведены на черт. 51, а для типа IVa на черт. 52. Вѣсъ подкладокъ для рельсовъ: типа Ia — 3,72 kg, IIa — 3,39 kg, IIIa — 3,06 kg, IVa — 2,64 kg.

Черт. 52.

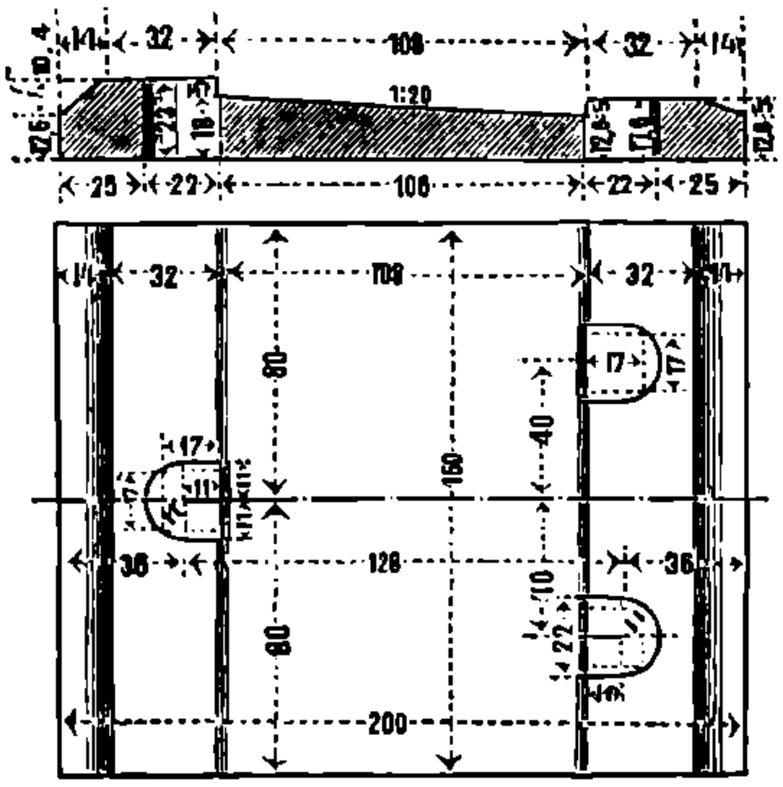


Подкладки германскихъ типовъ черт. 53.

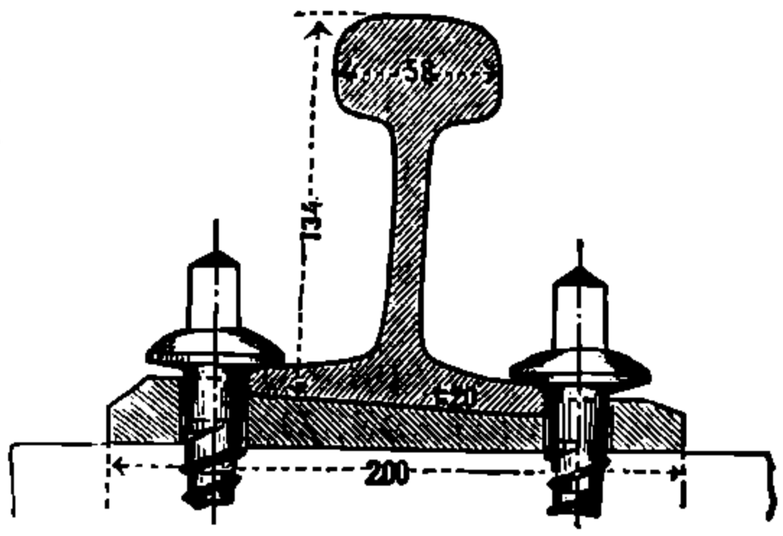
Подкладки, принятыя на германскихъ дорогахъ для деревянныхъ поперечинъ, показаны на черт. 53 и 54 (безъ крючьевъ) для промежуточныхъ поперечинъ (рельсы № 8 и 9).

НТБ ДНУЖТ

Черт. 53.



Черт. 54.



2. **Костыли и шурупы (винты).** Укрѣпленіе рельсовъ къ поперечинамъ снаружи должно противодѣйствовать сдвиженію ихъ отъ дѣйствія горизонтальныхъ усилій, насколько сдвиженію этому не противодѣйствуетъ треніе между подошвой рельса и подкладкой; скрѣпленіе изнутри должно препятствовать вращенію рельса отъ дѣйствія тѣхъ же усилій, но безъ вычета тренія. Подкладкой достигается главнымъ образомъ то, что укрѣпленіе изнутри также противодѣйствуетъ боковому скольженію рельса. Для противодѣйствія опрокидыванію и въ виду коничности поверхности катанія бандажей, рельсамъ придается наклонъ **внутрь** на $^1/_{20}$ до $^1/_{16}$, для чего внутренній край подошвы располагается ниже. При деревянныхъ поперечинахъ рекомендуется для укрѣпленія рельсовъ ставить изнутри шурупы; снаружи укрѣпленіе костылями достаточно.

Костыли квадратнаго сѣченія 14 до 16 mm, длиною 150 до 170 mm, рѣжущая грань костыля перпендикулярна къ направленію волоконъ дерева, головка имѣетъ боковые отростки для выдергиванія костыля.

Относительно скрѣпленій рельсовъ съ поперечинами см. **Ц. У.** 21, 5, 1888, № 5109, на стр. 732.

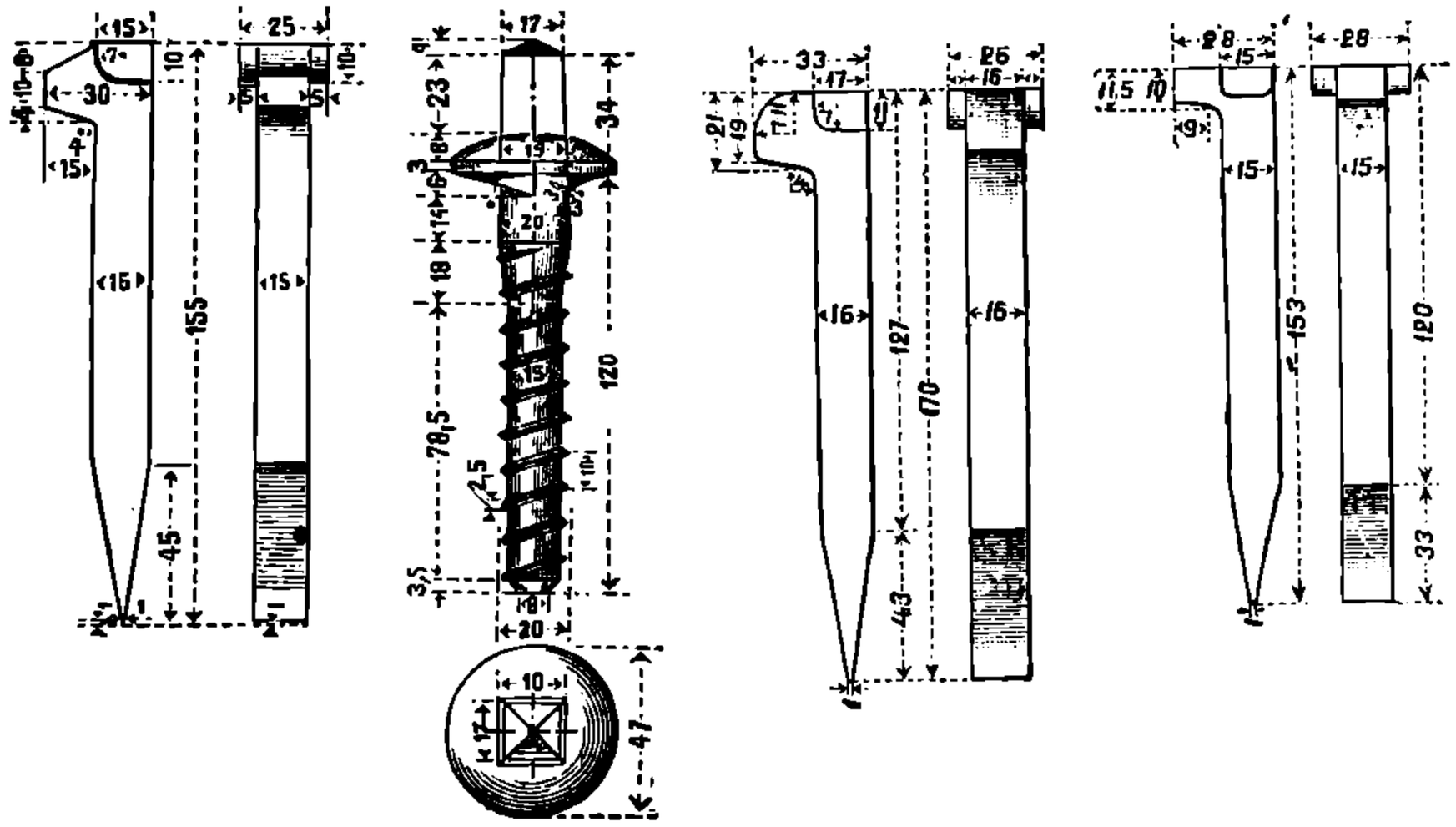
Расположеніе и количество костылей въ стыкѣ установлено по **Т. У. П.** и **С.** 58, стр. 609. Матеріалъ и условія изготовленія и пріемки костылей и шуруповъ см. **Н. Т. У.,** стр. 726. На черт. 57 показанъ чертежъ костыля для рельсовыхъ типовъ Ia, IIa, IIIa, а на черт. 57[a] — для типа IVa (1908); вѣсъ костыля (черт. 56) 0,375 kg, а по черт. 57 — для типа IVa, 0,278 kg.

На черт. 55 нормальный костыль германскихъ дор., для рельса № 11, вѣсъ 0,29 kg. При правильной формѣ, невозможности изгиба стержня и прилеганіи головки со всѣхъ

НТБ ДНУЖТ

сторонъ шурупамъ отдаютъ предпочтеніе передъ костылями также и для наружнаго укрѣпленія. Наружный діаметръ d **шуруповъ** равенъ 20, а внутренній 15 mm, длина 6 до 7 d, головка 2 до 2,5 d. Ходъ винта $^1/_3$ до $^1/_2$ d. Неудобство шуруповъ (въ особенности безъ подкладокъ) заключается въ томъ, что они на большей поверхности соприкасаются съ деревомъ и сильнѣе разрушаютъ поперечину; въ виду этого шурупы вначалѣ держатъ лучше, а впослѣдствіи — хуже, затрудняя содержаніе пути. Вѣсъ нормальнаго германскаго шурупа (черт. 56) 0,39 kg.

Черт. 55. Черт. 56. Черт. 57. Черт. 57а.



3. Н. Т. У. для рельсовыхъ накладокъ и подкладокъ.

§ 1. **Размѣры.** Накладки и подкладки должны быть изготовлены согласно съ утвержденными чертежами; отступленія отъ показанныхъ на чертежѣ размѣровъ не должны превосходить: а) для накладокъ: въ діметрахъ дыръ, глубинѣ и ширинѣ шпунтовъ и въ поперечныхъ измѣреніяхъ половины (0,5) mm, въ разстояніяхъ между центрами дыръ и шпунтами — 1 mm, въ длинѣ — 2 mm; б) для подкладокъ: въ толщинѣ, измѣреніяхъ дыръ и разстояніяхъ между дырами — 0,5 mm, въ ширинѣ и длинѣ — 2 mm.

§ 2. **Наружный видъ.** Наружная поверхность накладокъ и подкладокъ должна быть возможно чистая, безъ прогаровъ, трещинъ и пузырей; задѣлка этихъ недостатковъ воспрещается, разрѣшается только срубать и спиливать незначительные выступы и неровности на поверхности ихъ. Поверхность граней накладокъ, прилегающихъ къ рельсамъ, должна быть правильная, съ безусловнымъ сохраненіемъ указаннаго на чертежѣ угла наклоненія. Дыры должны быть перпендикулярны къ боковымъ гранямъ. Концевыя грани накладокъ должны быть перпендикулярны къ ея продольной оси.

§ 3. **Освидѣтельствованіе и пріемка.** Предъявленныя къ пріемкѣ накладки и подкладки подвергаются: а) наружному осмотру и обмѣру для удостовѣренія въ ихъ удовлетворительности по наружному виду и въ соотвѣтствіи чертежамъ и б) механическому испытанію для удостовѣренія въ доброкачественности металла, изъ коего онѣ изготовлены.

НТБ ДНУЖТ

б) Осмотръ и обмѣръ производится поштучно въ количествѣ, опредѣляемомъ пріемщикомъ, но не менѣе 10% отъ предъявленной партіи, причемъ если въ числѣ осмотрѣнныхъ и обмѣренныхъ накладокъ и подкладокъ окажется неудовлетворительныхъ не болѣе двухъ (2%) процентовъ, то, по исключеніи этихъ 2% изъ партіи, остальныя подвергаются испытанію; если же процентъ неудовлетворительныхъ предметовъ будетъ болѣе двухъ и не свыше десяти, то заводу предоставляется, ранѣе механическаго испытанія такой партіи, пересортировать ее и затѣмъ вторично предъявить къ пріемкѣ.

Если количество негодныхъ предметовъ, въ числѣ осмотрѣнныхъ пріемщикомъ, будетъ болѣе десяти процентовъ, то предъявленная партія бракуется *).

Забракованныя накладки и подкладки заводоуправленіе не должно убирать до окончанія пріемки всей предъявленной партіи.

б) Все количество предъявленныхъ накладокъ и подкладокъ, признанныхъ удовлетворительными по наружному виду и размѣрамъ, разбивается заводомъ для производства механическихъ испытаній на отдѣльныя партіи, а именно: первыя 10000 предъявленныхъ накладокъ — на партіи около 2000 шт., и далѣе 10000 — на партіи по 5000 шт. въ каждой; для подкладокъ партіи составляются въ тройномъ количествѣ противъ вышеуказаннаго количества штукъ накладокъ.

Остатокъ, полученный при раздѣленіи всего количества накладокъ и подкладокъ на партіи, составляетъ особую партію.

Составленныя такимъ образомъ партіи испытываются отдѣльно, и испытанію подвергаются по пяти накладокъ изъ литого желѣза, по три накладки изъ сварочнаго желѣза и по три подкладки изъ каждой партіи.

1) Три пробныхъ накладки изъ сварочнаго желѣза и подкладки изъ литого или сварочнаго желѣза испытываются на изгибъ слѣдующимъ образомъ: онѣ въ холодномъ состояніи сгибаются постепеннымъ давленіемъ **до прямого угла** для подкладокъ изъ литого или сварочнаго желѣза **и на уголъ 60°** (внутренній уголъ 120°) для накладокъ изъ сварочнаго желѣза, причемъ не должно обнаруживаться признаковъ поврежденія металла.

Фасонныя накладки, предварительно вышеуказанной пробы, разрѣзаются по углу на двѣ полки, и каждая такая полка съ опиленными краями испытывается какъ плоская накладка.

Накладка и подкладка сварочнаго желѣза изгибаются вдоль волоконъ въ томъ наиравленіи, въ которомъ сварочное желѣзо можетъ выдержать наибольшее сопротивленіе. Сгибъ подкладки долженъ не проходить черезъ отверстія.

Дополнительныя условія, согласно **П. М. П. С.** отъ 10 января 1899 г., за № 5:

а) для подкладокъ изъ сварочнаго желѣза испытаніе сгибаніемъ, вообще, должно производиться поперекъ направленія прокатки, причемъ, въ случаѣ если означенному изгибу мѣшаютъ реборды, таковыя допускается снять съ испытательнаго образца;

б) для подкладокъ изъ литого желѣза считается обязательнымъ условіемъ опиловка обрѣзныхъ кромокъ передъ испытаніемъ;

в) подкладки испытываются на сгибъ въ готовомъ видѣ, т.-е съ пробитыми дырами.

Сверхъ сего, какъ общее разъясненіе къ нормальнымъ техническимъ условіямъ на поставку желѣзнодорожныхъ принадлежностей:

г) во всѣхъ случаяхъ, когда изготовленіе пробныхъ образцовъ (для растяженія, сгибанія и проч.) исполняется посредствомъ ножницъ, продавливаніемъ и тому подобными способами, кромки образцовъ должны быть предъ испытаніемъ опиливаемы.

2) Одна пробная накладка изъ литого желѣза испытывается до пробивки дыръ на разрывъ. Изготовленный изъ нея нормальный образецъ, шириною около 30 mm и толщиною, равною толщинѣ подкладки, долженъ давать сопротивленіе на разрывъ **не менѣе 42 kg/qmm, причемъ сумма цифръ сопротивленія и удвоеннаго удлиненія ($R+2\delta$) должна быть не менѣе 75.**

3) Остальные четыре пробныя накладки изъ литого желѣза употребляются для приготовленія двухъ рельсовыхъ стыковъ, состоящихъ каждый изъ двухъ обрубковъ рельсовъ, длиною по три фута, и двухъ испытуемыхъ

---

*) Приказъ М. П. С. отъ 9 сентября 1898 г., № 120.

НТБ ДНУЖТ

накладокъ, плотно свинченныхъ болтами; составленные такимъ образомъ стыки, расположенные на опорахъ, взаимно удаленныхъ на три съ половиною фута, должны выдержать посрединѣ два удара бабы вѣсомъ **30 пудовъ**, падающей съ высоты равной $^1/_2$ *H* (буква *H* означаетъ ударную высоту для пробы рельсовъ соотвѣтственнаго типа согласно установленныхъ техническихъ условій на ихъ поставку (стр. 701), если высота эта не оговорена въ условіяхъ заказа); при этихъ испытаніяхъ накладки не должны давать трещинъ или разрывовъ, хотя бы стыкъ изгибался и болты ломались.

Если при означенныхъ испытаніяхъ двѣ пробы дадутъ неудовлетворительные результаты, то соотвѣтствующая партія бракуется; если же только одна проба не выдержитъ испытанія, то партія раздѣляется на четыре части, и каждая такая часть подвергается, какъ отдѣльная партія, тѣмъ же испытаніямъ, коимъ не удовлетворила первоначальная партія.

Если въ какой-либо части хотя одно испытаніе дастъ неудовлетворительные результаты, то эта часть бракуется.

§ 4. **Нормальный вѣсъ** *). Нормальный вѣсъ каждаго типа накладокъ, подкладокъ, болтовъ съ гайками, шуруповъ и костылей опредѣляется взвѣшиваніемъ 100 шт. накладокъ и 200 шт. остальныхъ родовъ скрѣпленій, выбранныхъ пріемщикомъ въ началѣ выдѣлки и наименѣе отличающихся отъ опредѣленныхъ по чертежу размѣровъ и, во всякомъ случаѣ, не отклоняющихся по своимъ размѣрамъ до предѣловъ, допускаемыхъ § 1 сихъ техническихъ условій.

Для каждаго заказа опредѣленіе нормальнаго вѣса повторяется послѣ пріемки не болѣе 10000 пуд. каждаго рода и типа скрѣпленій.

Дѣйствительный вѣсъ скрѣпленій опредѣляется взвѣшиваніемъ всего предъявленнаго количества скрѣпленій, по предварительномъ раздѣленіи такового на партіи въ 1000 шт. для накладокъ и подкладокъ и въ 3000 шт. для остальныхъ родовъ скрѣпленій, или же части сего количества, по усмотрѣнію принимающаго агента, но, во всякомъ случаѣ, не менѣе 2% отъ каждой партіи накладокъ и подкладокъ въ 1000 шт. и не менѣе $^2/_3$% отъ каждой партіи шуруповъ, костылей, болтовъ и гаекъ въ 3000 шт. Скрѣпленія съ перевѣсомъ, а также недовѣсомъ до 2% противъ соотвѣтствующаго нормальнаго вѣса, опредѣляемаго періодически согласно вышеизложенному, допускаются къ пріемкѣ, если только въ обоихъ случаяхъ они удовлетворяютъ всѣмъ остальнымъ условіямъ. Вѣсъ, подлежащій оплатѣ, опредѣляется заказчикомъ въ договорѣ его съ заводчикомъ на изготовленіе скрѣпленій.

4. Н. Т. У. на болты, гайки и шурупы.

§ 1. **Размѣры и наружный видъ.** Болты и шурупы должны быть изготовлены согласно съ утвержденными чертежами; отступленія отъ показанныхъ на чертежахъ размѣровъ не должны превосходить въ длинѣ — 3 mm, въ прочихъ измѣреніяхъ — 0,5 mm. Головки ихъ должны быть не приваренныя, а выкованныя или выштампованныя изъ стержня. Нарѣзка болтовъ должна быть правая по шкалѣ Витворта, нарѣзка шуруповъ — полная согласно чертежу; она должна быть съ чистыми краями на длину, указанную на чертежѣ, и ось ея должна совпадать съ осью стержня.

Желѣзо, предназначенное для изготовленія гаекъ, должно быть въ изломѣ однородное и по наружному виду не представлять никакихъ пороковъ. Гайки должны быть изготовлены правильно и чисто; дыры должны быть сдѣланы въ центрѣ ихъ тѣла и въ направленіи, перпендикулярномъ къ нижней грани; винтовая нарѣзка гаекъ должна совершенно совпадать съ нарѣзкою въ болтахъ; каждая гайка должна подходить ко всѣмъ болтамъ безъ заѣданія и подвинчиваться обыкновеннымъ гаечнымъ ключомъ легко, но безъ хлябанія, до конца нарѣзки; будучи же подвинчена на шесть нитокъ нарѣзки, она должна сидѣть плотно, не шатаясь.

Примѣчаніе. Болты, гайки и шурупы непосредственно послѣ нарѣзки должны быть смазаны погруженіемъ въ растопленное сало или инымъ подобнымъ способомъ.

§ 2. **Освидѣтельствованіе и пріемка.** Предъявленные къ пріемкѣ болты, гайки и шурупы подвергаются:

---

*) См. приказъ М. П. С. отъ 20 іюля 1898 г., за № 93.

НТБ ДНУЖТ

а) наружному осмотру и обмѣру для удостовѣренія въ ихъ удовлетворительности по наружному виду и въ соотвѣтствіи чертежамъ и

б) механическому испытанію для удостовѣренія въ доброкачественности металла, изъ коего они изготовлены.

а. Осмотръ и обмѣръ ихъ производится поштучно въ количествѣ, опредѣляемомъ пріемщикомъ, но не менѣе 10% отъ предъявленной партіи, причемъ если въ числѣ осмотрѣнныхъ предметовъ окажется неудовлетворительныхъ не свыше 2%, то, по исключеніи этихъ 2% изъ партіи, остальные подвергаются испытаніямъ; если же процентъ неудовлетворительныхъ предметовъ окажется болѣе 2 и не свыше 10, то заводу предоставляется, ранѣе механическаго испытанія такой партіи, пересортировать ее и затѣмъ вторично предъявить къ пріемкѣ.

Если количество негодныхъ предметовъ, въ числѣ осмотрѣнныхъ пріемщикомъ, будетъ болѣе 10%, то предъявленная партія бракуется *).

Забракованные предметы заводоуправленіе не должно убирать до окончанія пріемки всей предъявленной партіи.

б. Все количество предъявленныхъ болтовъ, шуруповъ и гаекъ, признанныхъ удовлетворительными по наружному виду и размѣрамъ, разбивается заводомъ для производства механическихъ испытаній на отдѣльныя партіи, а именно: первыя 10 000 предъявленныхъ предметовъ каждаго рода на партіи около 2000 шт.; слѣдующія отъ 10 000 до 100 000 на партіи около 5000 шт. и далѣе 100 000 на партіи около 8000 шт. въ каждой. Остатокъ, полученный при раздѣленіи всего количества предметовъ на партіи, составляетъ особую партію.

Составленныя такимъ образомъ партіи испытываются отдѣльно и испытанію подвергаются по 3 штуки изъ каждаго рода издѣлій, т.-е. 3 болта, 3 гайки и 3 шурупа.

Болты и шурупы испытываются до нарѣзки, **перегибаніемъ стержня** на наковальнѣ съ округленными краями, безъ признаковъ поврежденія металла, **на 90° для болтовъ и шуруповъ изъ сварочнаго желѣза и на 120° (внутренній уголъ)** изъ литого желѣза. Въ случаѣ предъявленія заводомъ болтовъ или шуруповъ для испытанія **послѣ нарѣзки**,—они должны **перегибаться безъ поврежденія металла на 45° (внѣшній уголъ)**.

Гайки изъ литого или сварочнаго желѣза испытываются **осадкой**, въ холодномъ состояніи, ударами молота по наружной грани **до сплющиванія на 20% діаметра гайки** безъ признаковъ разрушенія металла.

Если изъ числа пробныхъ болтовъ, гаекъ или шуруповъ данной партіи хотя одинъ испытываемый образецъ каждаго рода издѣлій не удовлетворитъ требуемымъ качествамъ, то эта партія раздѣляется на 4 части, и каждая такая часть испытывается, какъ отдѣльная партія. Если въ какой-либо части хотя одинъ болтъ, гайка или шурупъ не выдержатъ испытанія, то эта часть бракуется **).

§ 3. Принятые болты, гайки и шурупы отмѣчаются выжиганіемъ или выставленіемъ трафаретами нумеровъ партій на ящикахъ и бочкахъ, въ которыхъ они упаковываются.

§ 4. **Нормальный вѣсъ** см. стр. 726.

5. Н. Т. У. на костыли.

§ 1. **Размѣры.** Костыли должны быть изготовлены согласно съ утвержденными чертежами. Отступленіе отъ показанныхъ на чертежѣ размѣровъ не должны превосходить въ длинѣ трехъ миллиметровъ, въ ширинѣ и толщинѣ стержня половины миллиметра, въ прочихъ измѣреніяхъ костыли не должны быть меньше показанныхъ на чертежахъ. Размѣры ушей повѣряются особо отъ прочихъ размѣровъ и не должны быть меньше показанныхъ на чертежѣ. Очертаніе поверхности примыканія бородки костыля къ рельсу повѣряется по шаблону, и отступленія въ этомъ очертаніи не допускаются. Утолщеніе стержня подъ головкой костыля на длинѣ до 10 mm допускается и болѣе 0,5 mm.

§ 2. **Наружный видъ.** Костыли должны быть безъ прогаровъ, рванинъ и пузырей, причемъ поверхностныя, но не идущія вглубь складки у головки

---

*) Приказъ М. П. С. отъ 9 сентября 1898 г., за № 120.

**) Циркуляръ Упр. жел. дор. отъ 8/9 ноября 1899 г., за № 45525/123.

НТБ ДНУЖТ

костыля со стороны ушей, полученныя при отковкѣ и не имѣющія вліянія на прочность ихъ, не признаются за пороки. Въ костыляхъ не требуется рѣзкихъ реберъ и плоскихъ граней, но они должны быть откованы возможно чисто. Головки костылей должны быть сдѣланы изъ одного куска со стержнемъ. Костыли, изготовленные изъ литого желѣза, подвергаются медленному охлажденію, для чего послѣ отковки слѣдуетъ ихъ складывать возможно большими кучами.

§ 3. **Освидѣтельствованіе и пріемка.** Предъявленные къ пріемкѣ костыли подвергаются: а) наружному осмотру и обмѣру — для удостовѣренія въ ихъ удовлетворительности по наружному виду и въ соотвѣтствіи чертежамъ; б) механическому испытанію — для удостовѣренія къ доброкачественности металла, изъ котораго костыли изготовлены.

а. Осмотръ и обмѣръ костылей производится поштучно, въ количествѣ, опредѣленномъ пріемщикомъ, но не менѣе 10% отъ предъявленной партіи, причемъ если въ числѣ осмотрѣнныхъ и обмѣренныхъ костылей окажется неудовлетворительныхъ не свыше 2% всей предъявленной партіи, то, по исключеніи этихъ 2% изъ партіи, остальные подвергаются испытаніямъ; если же процентъ неудовлетворительныхъ костылей будетъ болѣе двухъ и не свыше десяти, то заводу предоставляется, ранѣе механическаго испытанія такой партіи, пересортировать ее и затѣмъ вторично предъявить ее къ пріему *).

Если количество негодныхъ костылей въ числѣ осмотрѣнныхъ пріемщикомъ будетъ превосходить десять процентовъ, то предъявленная партія бракуется.

Забракованные костыли заводоуправленіе не должно убирать до окончанія пріемки всей предъявленной партіи.

Принятые костыли отмѣчаются выжиганіемъ или выставленіемъ трафаретами нумеровъ партій на ящикахъ или бочкахъ, въ которыхъ они упаковываются.

б. Все количество предъявленныхъ костылей, признанныхъ удовлетворительными по наружному виду и размѣрамъ, разбивается заводомъ для производства механическихъ испытаній на отдѣльныя партіи, а именно: первыя 10 000 предъявленныхъ костылей — на партіи около 2000 шт., слѣдующія отъ десяти до 100 000 — на партіи около 5000 шт., и далѣе 100 000 костылей — на партіи около 8000 штукъ въ каждой.

Остатокъ, полученный при раздѣленіи всего количества костылей на партіи, составляетъ особую партію.

Составленныя такимъ образомъ партіи испытываются отдѣльно, и испытанію подвергаются по три костыля изъ каждой партіи.

Два пробныхъ костыля испытываются на изгибъ въ холодномъ состояніи, причемъ костыли изъ литого желѣза сгибаются въ кольцо до тѣхъ поръ, пока бородка коснется стержня, костыли же изъ сварочнаго желѣза **сгибаются** на наковальнѣ съ округленными краями **на 45° (внутренній уголъ 135°)** съ обратнымъ выпрямленіемъ.

Третій пробный костыль долженъ выдерживать шестикратную забивку въ дубовую шпалу съ выдергиваніемъ.

Какъ при первомъ, такъ и при послѣднемъ родѣ испытаній не должно обнаруживаться признаковъ поврежденій металла.

Если изъ числа пробныхъ костылей два не выдержатъ испытанія, то соотвѣтствующая партія бракуется; если же только одинъ костыль не выдержитъ испытанія, то эта партія раздѣляется на четыре части, и каждая такая часть испытывается какъ отдѣльная партія костылей. Если въ какой-либо части хоть одинъ костыль не выдержитъ испытанія, то эта часть бракуется.

§ 4. **Нормальный вѣсъ** см. стр. 726.

3. Рельсовыя опоры.

Рельсовыя опоры различаютъ слѣдующихъ типовъ.

---

*) П. М. П. С. отъ 9 сентября 1898 г., № 120.

НТБ ДНУЖТ

I. Отдѣльныя опоры	1. На отдѣльныхъ камняхъ (примѣняются лишь для путей, предназначаемыхъ для чистки вагоновъ). 2. На отдѣльныхъ чугунныхъ колпакообразныхъ стульяхъ, соединенныхъ поперечными тягами. Примѣняются лишь въ странахъ, гдѣ нѣтъ морозовъ.
II. Поперечины	1. Деревянныя. 2. Литого желѣза, прокатныя.
III. Продольные брусья литого желѣза, прокатные.	См. стр. 735.

1. Деревянныя поперечины.

Породы дерева для поперечинъ: дубъ, букъ, лиственница, сосна, а иногда ель, послѣдняя служитъ мало.

Пропитанныя деревянныя поперечины служатъ дольше непропитанныхъ *), а именно: дубовыя на 25%, хвойнаго лѣса на 100% до 150%, буковыя на 400 до 500%, въ томъ предположеніи, что поперечина не разрушается отъ усиленнаго по ней движенія или недостаточно хорошаго укрѣпленія рельса, раньше чѣмъ начинается естественное гніеніе древесины.

Нормы и данныя, установленныя для поперечинъ въ Россіи, см. **Т. У. П. и С.** 56, стр. 608, а для подъѣздныхъ путей 12, стр. 629.

α. На основаніи **П. М. П. С.** отъ 22/2, 1900 г., за № 47, установлено.

§ 1. **Деревянныя поперечины** на желѣзныхъ дорогахъ нормальной колеи, открытыхъ для общаго пользованія, должны изготовляться изъ сосны или дуба, причемъ употребленіе для поперечинъ ели, лиственницы и другихъ породъ лѣса допускается лишь съ особаго разрѣшенія М. П. С., въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ.

§ 2. **Лѣсъ для поперечинъ** можетъ употребляться какъ доставляемый сухимъ путемъ, такъ и перевезенный въ баркахъ и водоплавный, но исключительно зимней рубки, т.-е. снятый съ корня въ мѣсяцахъ: октябрѣ, ноябрѣ, декабрѣ, январѣ и февралѣ, притомъ доброкачественный и мелкослойный.

§ 3. Разрѣшается придавать поперечинамъ ту или другую соотвѣтствующую **форму**, при соблюденіи наименьшихъ раз-

---

*) См. ч. I, отдѣлъ 5, Матеріалы, VIII, Дерево. Кромѣ того, Heusinger, Handb. d. spec. Eisenbahn-Technik, томъ I, гл. V. См. также Г. Мейеръ въ Org. f. d. Fortschr. d. Eisenb. 1885, стр. 193, и Функъ тамъ же, 1880; тамъ же 1897 статья Schneidt. Sarrazin, Zentralbl. d. Bauverw. 1885, стр. 296.

НТБ ДНУЖТ

мѣровъ поперечнаго сѣченія, указанныхъ ниже въ §§ 4, 5 и 6-мъ сего постановленія.

§ 4. **Ширина нижней постели** должна быть: для пластинныхъ поперечинъ, изготовляемыхъ распилкою бревна пополамъ, не менѣе $6^1/_2$ вершковъ на магистральныхъ линіяхъ и не менѣе 6 вершковъ на линіяхъ второстепеннаго значенія, для брусковыхъ же поперечинъ не менѣе 5 вершковъ.

§ 5. **Размѣры лѣса,** изъ котораго должны быть изготовлены поперечины, длина и толщина сихъ послѣднихъ, считая таковую отъ наиболѣе пониженной точки грани рельсовой зарубки, должны удовлетворять нижеслѣдующимъ условіямъ.

А. **На магистральныхъ желѣзныхъ дорогахъ, за исключеніемъ запасныхъ и разъѣздныхъ путей на станціяхъ означенныхъ дорогъ.**

I. **Длина** поперечинъ должна быть не менѣе 1,25 саж.

II. Поперечины **изъ сосны** должны быть изготовлены:

а) **брусковыя** — изъ лѣса діаметромъ не менѣе 6 вершк., при толщинѣ поперечинъ не менѣе $3^1/_2$ вершк. (типъ № 1, черт. 58);

Примѣчаніе. Для строящихся желѣзныхъ дорогъ, до первой смѣны поперечинъ, допускаются поперечины толщиною $3^3/_4$ вершка, изготовленныя изъ лѣса діаметромъ въ 5,5 вершка (типъ № 3, черт. 60).

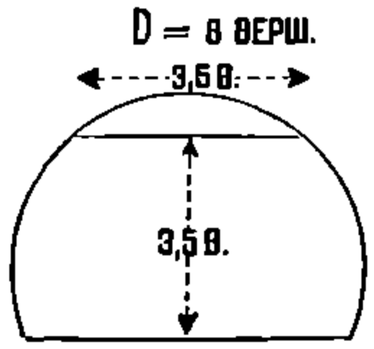
б) **пластинныя** — изъ лѣса діаметромъ не менѣе 7 вершк., при толщинѣ поперечинъ не менѣе 3 вершк. (типъ № 2, черт. 59).

III. **Дубовыя поперечины** должны быть изготовлены:

а) **брусковыя** — изъ лѣса діаметромъ не менѣе 5,5 вершк., при толщинѣ поперечинъ не менѣе $3^1/_4$ вершк. (типъ № 3, черт. 60);

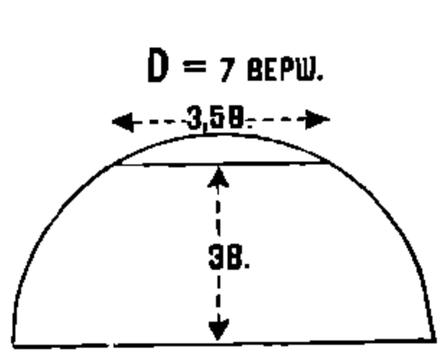
б) **пластинныя** — изъ лѣса діаметромъ не менѣе 6,5 вершк., при толщинѣ поперечинъ не менѣе 3 вершк. (типъ № 4, черт. 61), причемъ, при примѣненіи упомянутыхъ дубовыхъ поперечинъ, рельсы должны быть уложены на двухдырныхъ подкладкахъ, прикрѣпленныхъ шурупами.

Черт. 58.



Типъ № 1.

Черт. 59.



Типъ № 2.

Б. **На желѣзныхъ дорогахъ второстепеннаго значенія,** т.-е. такихъ, на которыхъ допускаются къ обращенію паровозы того же вѣса, какъ и на магистраляхъ, но съ меньшею скоростью, или паровозы меньшаго вѣса, но съ тою же скоростью, какъ на магистраляхъ, а равно на запасныхъ и разъѣздныхъ путяхъ станцій магистральныхъ жел. дорогъ, по коимъ поѣзда не проходятъ съ большою скоростью.

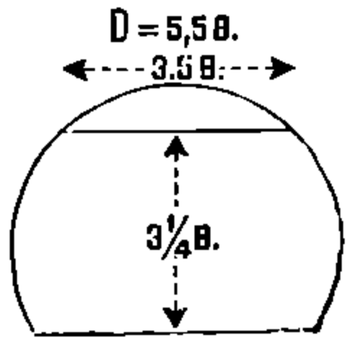
I. **Длина** поперечинъ должна быть не менѣе 1,15 саж.

II. Поперечины **изъ сосны** должны быть изготовлены:

НТБ ДНУЖТ

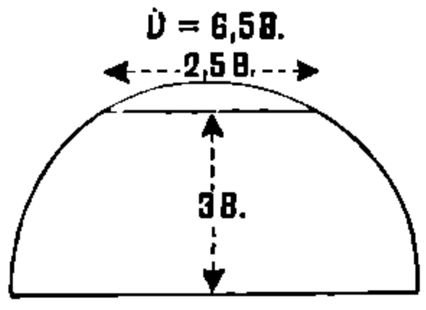
а) **брусковыя** — изъ лѣса діаметромъ не менѣе 5,5 вершк., при толщинѣ поперечинъ не менѣе $3^1/_4$ вершк. (типъ № 3, черт. 60);
б) **пластинныя** — изъ лѣса діаметромъ не менѣе 6,5 вершк. при толщинѣ поперечинъ не менѣе 3 вершк. (типъ № 4, черт. 61).

Черт. 60.



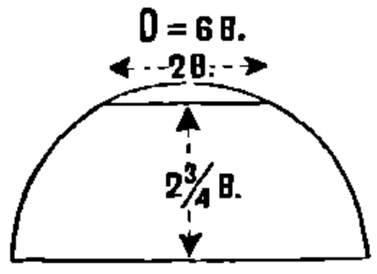
Типъ № 3.

Черт. 61.



Типъ № 4.

Черт. 62.



Типъ № 5.

III. **Дубовыя** поперечины должны быть изготовлены:

а) **брусковыя** — изъ лѣса діаметромъ не менѣе 5,5 вершк., при толщинѣ поперечинъ не менѣе $3^1/_4$ вершк. (типъ № 3, черт. 60);

б) **пластинныя** — изъ лѣса діаметромъ не менѣе 6 вершк., при толщинѣ поперечинъ не менѣе $2^3/_4$ вершк. (типъ № 5, черт. 62).

§ 6. Ширина зарубки для рельса на поперечинѣ, считая таковую по ширинѣ поперечины, при употребленіи рельсовыхъ подкладокъ, равняется ширинѣ сихъ послѣднихъ, а при отсутствіи таковыхъ должна быть:

а) **на дорогахъ магистральныхъ:** для сосновыхъ поперечинъ — не менѣе 3,5 вершк., а для дубовыхъ — не менѣе 2,5 вершк.;

б) на дорогахъ **второстепеннаго** значенія и на запасныхъ и разъѣздныхъ путяхъ станцій магистральныхъ дорогъ, по коимъ поѣзда не проходятъ съ большою скоростью: для сосновыхъ поперечинъ не менѣе 2,5 вершк., а для дубовыхъ не менѣе 2 вершк.

При этомъ не требуется стесывать верхней поверхности поперечины въ остальной ея части, оставляя заболонь.

На основаніи **П. М. П. С.** отъ 15, 9, 1900 г., № 120, допускаются и **еловыя шпалы** въ тѣхъ случаяхъ, когда въ данной мѣстности имѣется достаточно доброкачественный еловый лѣсъ, и съ соблюденіемъ нижеслѣдующихъ условій:

а) еловыя шпалы должны быть обязательно **брусковыя;**

б) шпалы, изготовленныя изъ еловаго лѣса, должны укладываться преимущественно въ районахъ станцій, на карьерныхъ и передаточныхъ мѣстахъ;

в) еловыя шпалы допускаются къ укладкѣ и на перегонахъ между станціями, но при условіи укладки таковыхъ шпалъ отдѣльными верстами;

г) упомянутыя въ предыдущемъ пунктѣ шпалы должны возобновляться обязательно посредствомъ сплошной смѣны, причемъ шпалы непропитанныя должны находиться въ пути не болѣе 3 и пропитанныя антисептическимъ растворомъ — не болѣе 6 лѣтъ.

НТБ ДНУЖТ

Относительно пропитыванія поперечинъ П. М. П. С. отъ 1886 г., № 6886. Пропитываніе поперечинъ хлористымъ цинкомъ или другимъ составомъ, по качеству не ниже хлористаго цинка (по особому, однако, въ послѣднемъ случаѣ разрѣшенію Министерства), обязательно для всѣхъ желѣзныхъ дорогъ съ большою дѣятельностью движенія, также на тѣхъ желѣзныхъ дорогахъ, какъ строящихся, такъ и находящихся въ эксплоатаціи, гдѣ цѣна дубовыхъ, поперечинъ превосходитъ 1 р., а цѣна поперечинъ прочихъ древесныхъ породъ превосходитъ 60 коп.

Относительно покрытія поперечинъ балластомъ: 1. На участкахъ дорогъ, гдѣ уложены дубовыя и пропитанныя поперечины изъ лѣса хвойныхъ породъ и имѣется хорошій верхній балластъ изъ твердаго щебня или крупнаго чистаго гравія, обязательно прикрывать таковымъ балластомъ верхнія поверхности поперечинъ, съ тѣмъ, однако, чтобы костыли оставались легко доступными для осмотра.

2. На тѣхъ же участкахъ дороги, гдѣ уложены поперечины непропитанныя или слабыхъ древесныхъ породъ, и гдѣ не имѣется достаточно крупнаго верхняго балласта, дозволяется поверхность поперечинъ балластомъ не засыпать, но промежутки между поперечинами (ящики), во всякомъ случаѣ, обязательно заполнять верхнимъ, а тамъ, гдѣ такового утвержденною профилью не требуется, нижнимъ балластомъ наравнѣ съ верхнею поверхностью поперечинъ.

Относительно скрѣпленій рельсовъ съ поперечинами Ц. У. 21, 5, 1888 г., № 5109. Рельсы могутъ быть прикрѣпляемы къ дубовымъ и сосновымъ поперечинамъ посредствомъ костылей или винтовъ (шуруповъ). Употребленіе винтовъ, особенно при укладкѣ на каждой поперечинѣ подкладокъ, представляетъ существенное и желательное улучшеніе верхняго строенія въ отношеніи его прочности.

Предварительно введенія въ употребленіе винтовъ (шуруповъ) взамѣнъ костылей, проекты винтовъ и подкладокъ, а также способъ ихъ примѣненія, должны быть представляемы на утвержденіе М. П. С.

На участкахъ пути, гдѣ рельсы прикрѣпляются къ поперечинамъ винтами (шурупами), воспрещается употреблять для той же цѣли костыли, дабы избѣгнуть необходимости снабжать путевую стражу на однихъ и тѣхъ же участкахъ пути различными инструментами и предотвратить забиваніе винтовъ молотками, что совершенно уничтожитъ пользу употребленія винтовъ.

При употребленіи винтовъ рекомендуется укладывать подкладки на каждой поперечинѣ; но въ прямыхъ частяхъ пути можетъ быть допущено употребленіе винтовъ и безъ сплошного примѣненія подкладокъ.

β. По даннымъ **германскихъ дорогъ,** длина деревянной поперечины 2,4 до 2,7 m, при узкой колеѣ 1,7 до 1,8 разъ взятой ширинѣ колеи. Высота 160, а при узкой колеѣ 120 mm. Ширина внизу 260 mm, при ширинѣ вверху 160 mm (и не менѣе 120). Стыковыя поперечины шириною до 300 mm. Зарубка соотвѣтственно наклону рельса $^1/_{20}$ до $^1/_{16}$. Ширина зарубки $= {}^4/_3$ ширины подошвы. Гораздо раціональнѣе избѣгать зарубки поперечинъ, а взамѣнъ этого придавать подкладкамъ клинообразную форму. Послѣднее устройство принято въ Германіи за правило.

γ. **Число поперечинъ и разстояніе между ними.** Количество шпалъ на версту, почти независимо отъ типа рельсовъ, составляетъ на существующихъ въ Россіи линіяхъ при

длинѣ рельсовъ.	18′	20½′	21′	23′	25½′	26′	28′	29′	32′	35′
стыковыхъ . . .	389	341	334	305	275	270	250	242	219	200
промежуточныхъ	1167	1195	1167	1218	1237	1212	1250	1207	1203	1200
всего	1556	1536	1501	1523	1512	1182	1500	1449	1122	1400

Въ зависимости отъ скорости движенія **П. М. П. С.,** для нормальныхъ рельсовъ 1908 году установлено предѣльное наименьшее число поперечинъ на версту дороги (см. стр.

НТБ ДНУЖТ

694). На основаніи этого постановленія установлено нижеслѣдующее распредѣленіе поперечинъ на длинѣ рельса 35 фут. = 10 668 mm:

для 13 попереч.	(наиб.	скор.	60	вер./чс.):		250+634+10.890+634+250
» 14	»	»	» 70	»		250+684+11.800+684+250
» 15	»	»	» 85	»		250+644+12.740+644+250
» 16	»	»	» 100	»		250+599+13.690+599+250

Для **узкоколейныхъ путей** Яр.-Арх. типа 13,76 фунтовъ въ 1 пог. футѣ:

Рельсъ 20′ укладывается на 11 поперечинахъ,
» 24′ » » 13 »
» 28′ » » 15 »
» 30′ » » 16 »

Во всѣхъ случаяхъ разстояніе отъ средины крайнихъ поперечинъ до краевъ рельсовъ съ каждой стороны 8″.

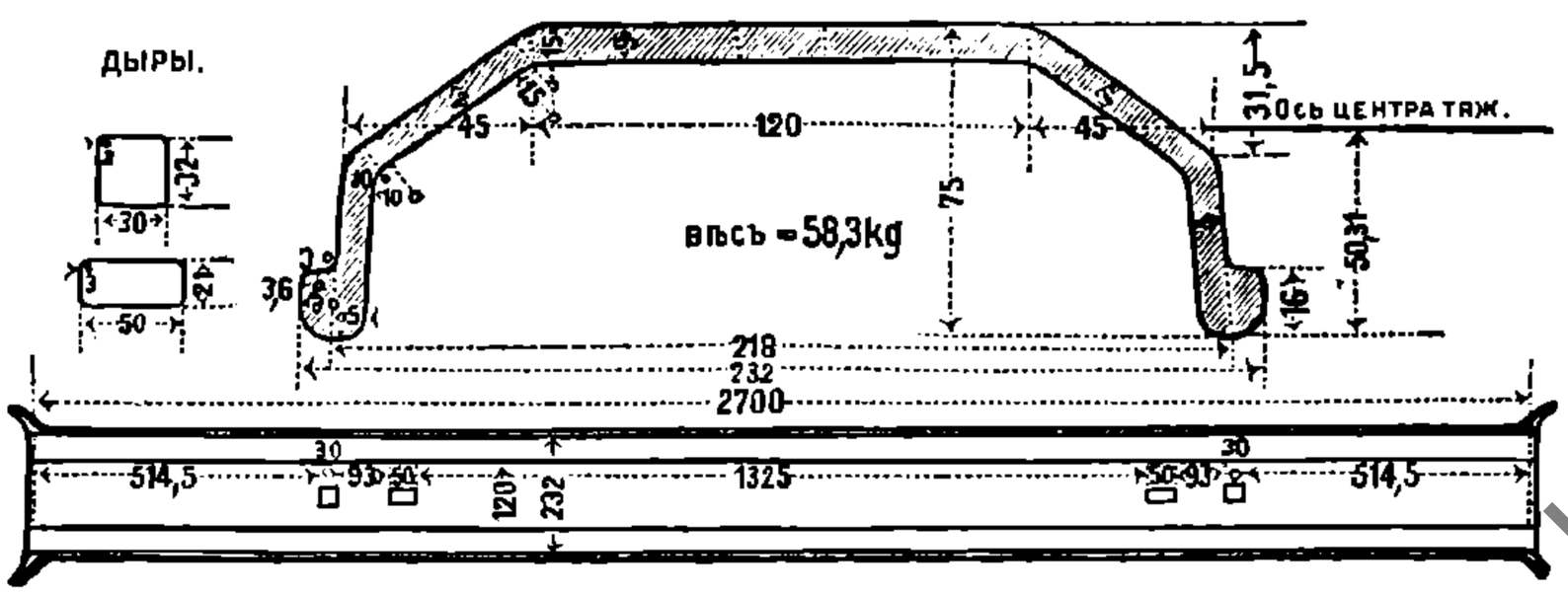
2. Поперечины литого желѣза.

Величина отношенія $W : F$ указываетъ на степень выгодности распредѣленія матеріала въ смыслѣ большаго сопротивленія поперечины изгибу. Удачно выбранная величина этого отношенія не служитъ еще, однако, доказательствомъ удачно выбранной профили; для этого необходимо еще, чтобы поперечина во всѣхъ точкахъ сѣченія равномѣрно прилегала къ балласту и чтобы перемѣщенію и вращенію поперечины во всѣхъ направленіяхъ сильно противодѣйствовало лишь треніе балласта о балластъ. Послѣднее условіе достигается значительною емкостью корыта поперечины (снизу) для балласта и закрываніемъ торцовыхъ сѣченій поперечины путемъ загибанія стѣнокъ въ прессахъ (черт. 63). Верхнюю горизонтальную площадку сѣченія поперечины дѣлаютъ толщиною въ 9—13 mm (особенно при укладкѣ рельсовъ безъ подкладокъ), въ противномъ случаѣ поперечина скоро изнашивается отъ дѣйствія рельсовой подошвы и матеріала скрѣпленія, отчего скоро нарушается правильное расположеніе рельсовъ въ пути.

По статистикѣ 1895/96 гг. въ Германіи всего 81940 километровъ жел. дор.; изъ нихъ около 59000 километровъ на деревянныхъ поперечинахъ, 17500 на желѣзныхъ поперечинахъ и 4850 на продольныхъ лежняхъ.

Горизонтальныя полки (черт. 63) и нѣсколько плоскостей соприкосновенія съ балластомъ нецѣлесообразны.

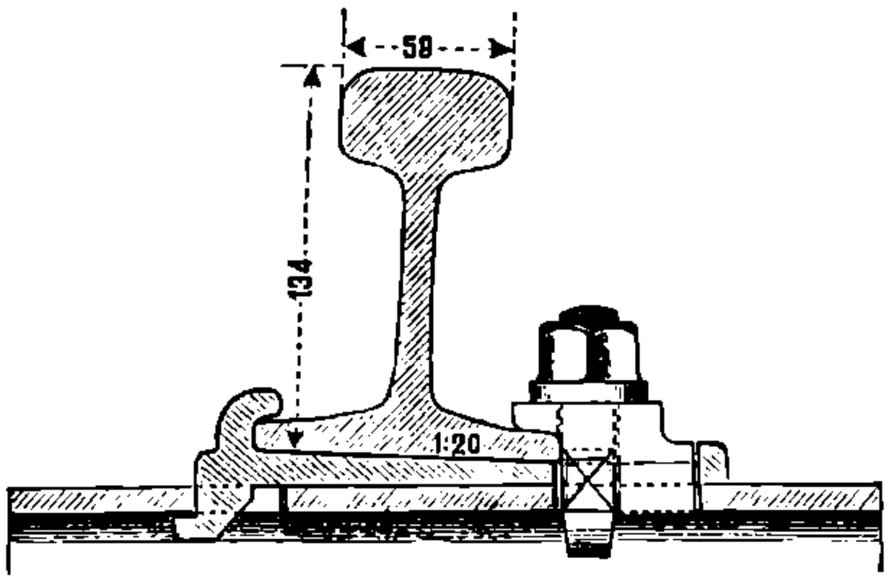
Черт. 63.



НТБ ДНУЖТ

Длина поперечинъ принимается 2,5 m, лучше 2,7 m*). **Вѣсъ для главныхъ линій въ 1 пог. метрѣ** 60 до 75 kg.

Черт. 64.



Прусскія жел. дор.: длина поперечинъ на главныхъ линіяхъ 2,7 m, на второстепенныхъ 2,5 m, сѣченіе (см. черт. 63) и форма концовъ одинаковы для главныхъ и второстепенныхъ линій, измѣняется только величина и расположеніе дыръ.

Желѣзную поперечину для рельсовъ №№ 6 и 7, см. черт. 63; вѣсъ = 58,3 kg. Сѣченіе посрединѣ промежуточной поперечины см. черт. 64. Для рельсовъ № 8 и 9 поперечина имѣетъ въ планѣ слѣдующіе размѣры для расположенія дыръ: 504,5 + + 32 + 102 + 58 + 1307 + 58 + + 102 + 32 + 504,5 = 2700 mm; дыры 32 . 32 и 58 . 25 mm. Вѣсъ 70 kg при длинѣ 2,4 mm.

Желѣзныя поперечины рельсовъ № 10 и 11 для второстепенныхъ линій по черт. 63, только длина 2,5 m вмѣсто 2,7 m. Вѣсъ 54,2 kg.

Наклонъ рельсовъ достигается: 1) Изгибомъ поперечины въ соотвѣтствующихъ мѣстахъ. Способъ этотъ влечетъ за собою выпрямленіе поперечины и уширеніе пути; кромѣ того, концы такихъ поперечинъ выступаютъ изъ балласта, чѣмъ затрудняется подбивка. 2) Выдавливаніемъ въ поперечинахъ, при ихъ изготовленіи въ вальцахъ, наклонныхъ плоскостей для подошвы рельса; отъ этого происходитъ невыгодное напряженіе волоконъ поперечины въ мѣстахъ наибольшаго ихъ напряженія и ненормальный износъ поперечины**). 3) Наиболѣе цѣлесообразными являются клинообразныя подкладки на прямыхъ поперечинахъ, чѣмъ сама поперечина предохраняется отъ износа и увеличивается время ея службы.

Дыры въ поперечинахъ дѣлаются продолговатыми въ числѣ 4 и по одному шаблону какъ для прямыхъ, такъ и для кривыхъ участковъ пути. (Различныхъ шаблоновъ для дыръ, въ значительной степени затрудняющихъ ремонтъ пути, слѣдуетъ безусловно избѣгать.)

Прусскія жел. дороги: поперечины съ измѣненнымъ расположеніемъ дыръ необходимы только на кривыхъ радіуса меньше 200 m. На прямой и закругленіяхъ $>$ 200 m, при одинаковой ширинѣ подошвы рельса, расположеніе дыръ одинаковое.

Укрѣпленіе рельсовъ. Условія проектированія: 1) Рельсъ долженъ быть вполнѣ прочно и неизмѣнно прикрѣпленъ въ поперечинѣ какъ въ вертикальномъ, такъ и въ горизонтальномъ направленіи, несмотря на неизбѣжную неточность при изготовленіи металлическихъ частей. 2) Необходимое въ кривыхъ уширеніе пути должно быть достигаемо при одномъ

*) См. Циммерманъ, Berechnung des Oberbaues, стр. 197.
**) См. Org. f. F. 1885, стр. 11; 1887. стр. 108.

НТБ ДНУЖТ

и томъ же расположеніи дыръ въ поперечинахъ съ возможно малымъ количествомъ измѣняющихся частей. 3) Укрѣпляющія рельсъ части должны при укладкѣ пути и смѣнѣ частей закладываться сверху поперечины, безъ перемѣщенія послѣдней и балластнаго слоя. 4) Передача боковыхъ усилій отъ рельсовой подошвы поперечинѣ должна производиться посредствомъ прямоугольныхъ частей, а не посредствомъ болтовъ. Укрѣпляющіе болты не должны подвергаться изгибающимъ усиліямъ. 5) Въ виду необходимой аккуратности въ изготовленіи частей послѣднія должны быть, по возможности, проще.

3. Строеніе на продольныхъ лежняхъ.

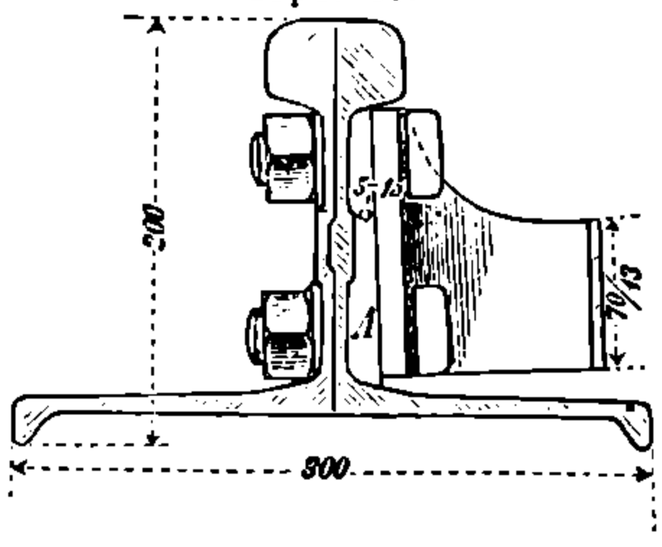
Лежни изъ литого желѣза или литой стали.

Типы:

1) Система изъ двухъ или изъ трехъ частей съ особымъ рельсомъ (Шеффлеръ, Кестлинъ, Баттигъ и др.).
2) Система изъ двухъ частей: самостоятельный долевой лежень и на немъ рельсъ (Гильфъ, Гаарманнъ, Хохенеггеръ и др.).
3) a) Рельсы съ долевымъ лежнемъ прокатываются изъ одного куска или b) изъ двухъ кусковъ съ вертикальнымъ швомъ, соединенныхъ между собой болтами (Гаарманнъ).

Типъ 1) болѣе не примѣняется послѣ введенія рельса литой стали. Типъ 2) получилъ въ Германіи примѣненіе между 1860 и 1880 годами, но нынѣ больше не примѣняется, такъ какъ, несмотря на поперечныя связи между лежнями и рельсами, очень трудно сохранить ширину колеи; равнымъ образомъ, отведеніе воды встрѣчаетъ затрудненія, и трудно достичь удовлетворительнаго устройства стыковыхъ соединеній. Типъ 3) по черт. 65 съ широкою подошвой имѣетъ примѣненіе для второстепенныхъ линій; свинчивается по продольному шву болтами. Примѣняется часто для движенія по нимъ тяжелыхъ паровозовъ на пароходныхъ пристаняхъ и въ портахъ. Соединеніе обѣихъ частей производилось раньше заклепками, а впослѣдствіи болтами. Для предупрежденія возможности раскрытія шва у подошвы, снизу подошвы прикрѣпляются особыя скобы. Преимущества этой системы: расположеніе стыковъ обѣихъ половинъ вперемежку, высокое расположеніе поперечныхъ связей, большая простота всего устройства. Промежутокъ между рельсами заполняется до самой головки.

Черт. 65.



НТБ ДНУЖТ

Одиночная замѣна рельсовъ съ изношенными головками можетъ вызывать затрудненія.

4. Балластъ.

Назначеніе балласта состоитъ въ распредѣленіи давленія на полотно и отведеніи воды отъ верхняго строенія; этимъ достигается сохраненіе правильнаго расположенія рельсовъ и большая продолжительность службы верхняго строенія. Вслѣдствіе этого необходимыми условіями для хорошаго балласта являются: достаточное сопротивленіе отдѣльныхъ его частей раздавливающимъ усиліямъ, полное сопротивленіе дѣйствію мороза и другихъ атмосферныхъ вліяній, водопропускаемость, которая обусловливается отсутствіемъ въ балластѣ землистыхъ частицъ, и способность хорошо подбиваться, т.-е. имѣть большое треніе; послѣднее условіе требуетъ, чтобы балластъ состоялъ изъ частей не очень мелкихъ и не очень крупныхъ (лучшій балластъ съ горошину до величины куринаго яйца) и, по возможности, съ острыми ребрами.

Лучшій балластъ — щебень (кусками не болѣе 5 cm), въ виду своей остроугольной формы хорошо укладывается, но неудобенъ для подбивки; затѣмъ рѣчной гравій. Гравій нуждается иногда въ предварительной очисткѣ черезъ сита. Песокъ для балласта берется только въ исключительныхъ случаяхъ. Шлаки доменныхъ печей употребляются иногда вмѣсто балласта, если они прочны и хорошо сопротивляются дѣйствію мороза. Полное удаленіе воды безусловно необходимо, особенно при строеніи на желѣзныхъ поперечинахъ; всего труднѣе достигается при строеніи на долевыхъ лежняхъ.

Въ верхнихъ частяхъ балластнаго слоя между поперечинами (верхній балластъ) можно помѣщать болѣе мелкій рѣчной гравій; онъ не долженъ быть настолько мелкимъ, чтобы уноситься вѣтромъ, и при подбивкѣ поперечинъ каждый разъ удаляется.

Балластный слой въ Россіи дѣлается изъ гравія или чистаго, неглинистаго, достаточно крупнаго песка или щебня, и средняя толщина его не менѣе 0,20 саж. Ширина балластнаго слоя при одномъ пути не менѣе 1,5 саж., а при двухъ и болѣе путяхъ разстояніе отъ внутренней грани крайняго рельса каждаго пути до ребра верхняго балласта не менѣе 0,393 саж. Вообще, на версту верхняго строенія въ одинъ путь расходуется балласта не менѣе 230 куб. саж., причемъ неразсыпанный до открытія движенія балластъ сохраняется до разсыпки его въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ потребуется утолщеніе балластнаго слоя во время эксплоатаціи дороги. Нормы по **Т. У. П.** и **С.** установлены 55, стр. 608, а для подъѣздныхъ путей 11, стр. 628.

НТБ ДНУЖТ

Въ Германіи принята толщина балластнаго слоя: отъ низа поперечины $\geqq 200$ mm, подъ долевыми лежнями $\geqq 300$ mm. Въ Германіи въ зависимости отъ мѣстныхъ условій 150 mm, для мѣстныхъ дорогъ нормальной колеи 130 mm, для узкой колеи 100 mm подъ нижнею гранью поперечинъ. На дорогахъ съ зубчатой полосой толщина балласта $\leqq 200$ mm; балластъ невывѣтривающійся. На 1 пог. m пути при средней толщинѣ балластнаго слоя 0,4 m ниже верхней плоскости поперечинъ идетъ балласта: для одного пути 1,8 до 2,2 cbm, для двухъ путей 3 до 3,75 cbm*).

IV. Стрѣлки и пересѣченія путей.

a. Устройство частей.

1. **Остряки стрѣлокъ или перья и направляющія.** Употребительная форма для стрѣлокъ на главныхъ путяхъ: оба пера одинаковой длины, не менѣе 5 m. Остріе пера подходитъ къ головкѣ рамнаго рельса снизу или плотно прилегаетъ къ головкѣ и отъ ближайшаго стыка отстоитъ на 0,5 до 1,5 m. Толстый конецъ остряка — корень отстоитъ отъ ближайшаго стыка рамнаго рельса съ другой стороны на 0,6 до 0,7 m, причемъ оба стыка на вѣсу, и притомъ такъ, чтобы корень пера былъ подпертъ двумя возможно близко лежащими поперечинами и былъ доступенъ снизу. Матеріалъ остряковъ — литая сталь.

Длина остряковъ въ Россіи 16 до 20′, для стрѣлки 1 11 равна 16′ (см. стр. 742).

Въ Пруссіи длина остряка 6,1 и 5,8 m для 1 : 10; 5,3 и 5,0 m для 1 : 9 и для рельсовъ 8^d и 6^d. Рамные рельсы 8,3 и 8,0 m и, соотв., 7,5 и 7,1 m. Въ Англіи разница между длинами остряка и рамнаго рельса больше, а именно: 3,6 m для остряковъ длиною 5,5 m. Для колеи въ 1 m и стрѣлокъ 1 : 7 дѣлаютъ острякъ длиною 3,5 m, а рамный рельсъ 6 m.

Профиль остряка должна имѣть такую форму, чтобы, несмотря на обстрожку передней части остряка съ обѣихъ сторонъ, послѣдній обладалъ еще достаточнымъ сопротивленіемъ. Одновременно подошва остряка должна находиться выше подошвы рамнаго рельса настолько, чтобы стрѣлочныя подушки, служащія для поддержанія и перемѣщенія по ней

---

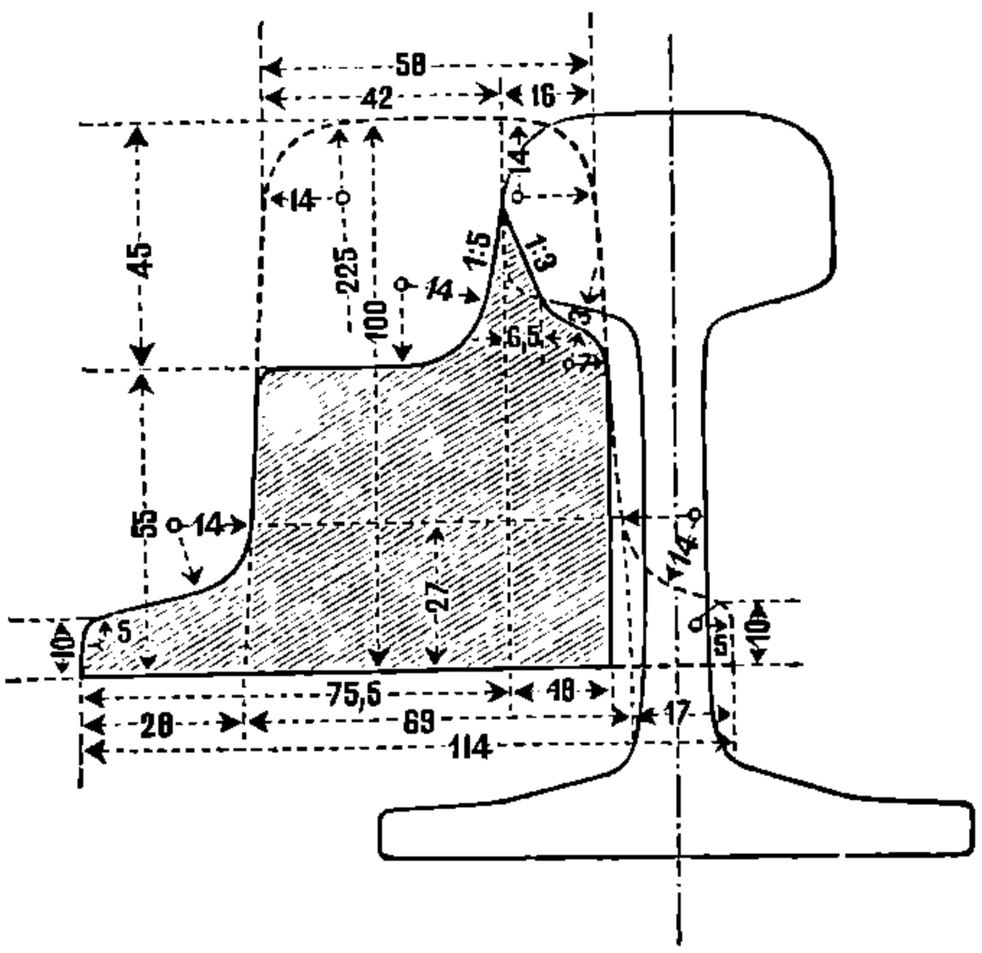
*) Отведеніе воды отъ желѣзныхъ поперечинъ см. Lewald und Riese, Der eiserne Oberbau, Berlin 1881.

См. также Шубертъ, Umbildung des Planums, Zeitschr. f. Bauwesen 1889, стр. 555, и 1891, стр. 61; также Org. f. F. 1891. Zeitschr. f. Bauwesen 1896, стр. 79, 1897, стр. 207.

НТБ ДНУЖТ

остряка, могли обхватывать зубомъ подошву рамнаго рельса и доходить до стѣнки этого послѣдняго. Стрѣлочныя подушки имѣютъ поэтому форму сплошныхъ поковокъ. На черт. 69 показанъ типъ остряка прусскихъ дорогъ, полная площадь котораго = 68,2 qcm; вѣсъ 53,6 kg/m *). Въ Россіи для стрѣлокъ профиль остряка см. стр. 742.

Черт. 69.



Соединеніе пера съ путевымъ рельсомъ достигается при помощи обыкновенныхъ накладокъ (или пружинныхъ накладокъ), или посредствомъ вертикальныхъ осей вращенія. Нерѣдко встрѣчаются оба способа соединенія одновременно **).

Прикасаніе пера къ рельсу дѣлается на длинѣ ≧ 100 mm, обыкновенно 120 — 152 mm.

Зазоръ между острякомъ и рамнымъ рельсомъ для наружнаго рельса ≧ 51 mm (Прусск. норм 60 mm); а при выгнутыхъ острякахъ у корня на 4 до 7 mm больше (въ Англіи ≧ 44 mm). У внутренняго рельса дѣлается еще уширеніе колеи на 13 до 15 mm, которое снова прекращается передъ крестовиной; у острія крестовины закругленный путь стрѣлки также долженъ имѣть нормальную колею. На стыкѣ передъ корнемъ остряка дѣлается уширеніе закругленнаго пути до 10 mm. Иногда придаютъ остряку (до его обстрожки) у прямого (наружнаго) рамнаго рельса небольшую кривизну (рад. 245 m для 1 : 10 и 190 m для 1 : 9); этимъ достигается болѣе плавный переходъ (безъ ударовъ) у острія. У внутренняго кривого рамнаго рельса, изогнутаго для 1 : 10 по рад. 243,55 m, а для 1 : 9 по рад. 188,55 m, острякъ не выгибается, а остается прямымъ.

2. **Рычагъ къ стрѣлкѣ** долженъ быть снабженъ противовѣсомъ для болѣе плотнаго и надежнаго прилеганія пера къ рельсу; противовѣсъ можетъ перемѣщаться по рычагу. Шагъ

*) См. Абрешъ въ Org. f. F. 1871, стр. 173 и 221; тоже въ Zeitschr. d. hannov. Arch. u. Ing.-V. 1871, стр. 155. Уголъ стрѣлки 1 : 10.

**) См. A. Goering въ Encyklopädie des Eisenbahnwesens, т. VII—Weichen.

НТБ ДНУЖТ

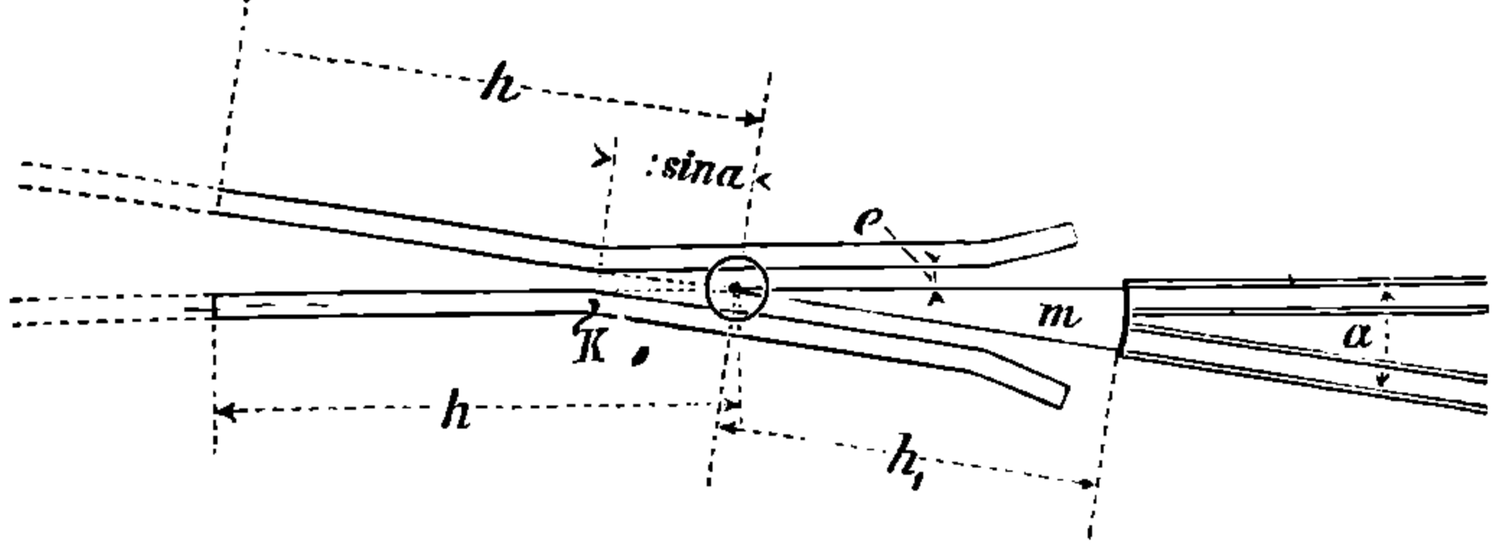
стрѣлки, т.-е. перемѣщеніе остряка въ мѣстѣ прикрѣпленія къ нему стрѣлочной тяги, въ Россіи 120 mm (въ Германіи 140 mm). Рычаги болѣе важныхъ стрѣлокъ должны быть запираемы на замокъ. Движеніе рычаговъ у входныхъ стрѣлокъ станцій или стрѣлокъ особенно важныхъ передается посредствомъ системы рычаговъ, соединенной съ оптическими сигналами — дисками, фонарями и друг., у самыхъ стрѣлокъ или на нѣкоторомъ отъ нихъ разстояніи*).

3. На станціяхъ съ усиленнымъ движеніемъ или большими маневрами устраивается для главнѣйшихъ стрѣлокъ **центральное управленіе** посредствомъ системы тягъ и колѣнчатыхъ рычаговъ, соединенныхъ съ оптическими сигналами. Установка оптическаго сигнала въ то или другое положеніе возможна лишь въ томъ случаѣ, если предшествующимъ движеніемъ рычаговъ извѣстныя стрѣлки были заперты *).

4. Крестовины. a) Литыя изъ твердаго чугуна, лучшей литой стали, остріе поднимается на надлежащую высоту постепенно; глубина желоба для прохода гребня колеса должна быть такова, чтобы колесо катилось лишь по кругу, не прикасаясь гребнемъ своимъ ко дну желоба. Соединеніе рельса съ крестовиною снаружи обыкновенными накладками, а изнутри посредствомъ клинообразнаго выступа, прилитого къ крестовинѣ. b) Сборныя крестовины изготовляются изъ обыкновенныхъ рельсовъ со вставнымъ остріемъ **) изъ твердой стали; послѣднее посредствомъ особой доски лежитъ на деревянной или желѣзной поперечинѣ. Имѣютъ распространеніе въ Англіи, Сѣв. Америкѣ и введены въ Пруссіи, какъ нормальныя.

Величина прозора *e* между колѣнами *K* крестовинныхъ на-

Черт. 70.



*) См. P. Колле, Anvendung und Betrieb von Stellwerken, Berlin, 1888, стр. 145 и слѣд., а также Г. Мейеръ, Grundzüge d. Eisenbahnmaschinenbaues, томъ III, 1886.

**) См. Rüppel въ O. f. F., стр. 39.

НТБ ДНУЖТ

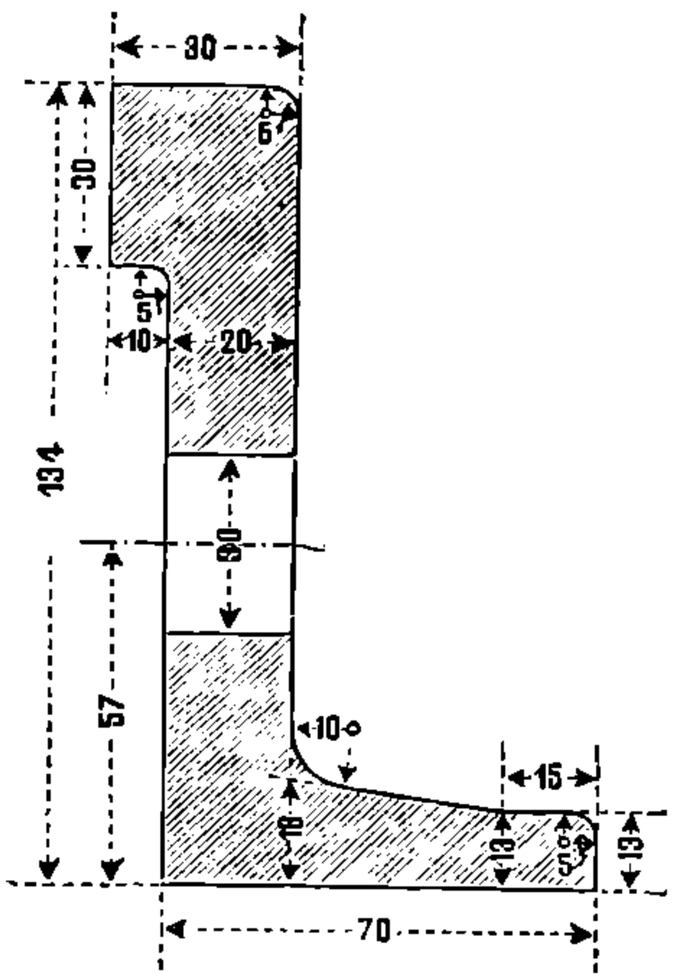
правляющихъ контръ-рельсовъ, а равно и между остріемъ крестовины и тѣмъ же контръ-рельсомъ, равна 49 mm и увеличивается, только начиная отъ закругленія въ отогнутой части контръ-рельса на его концѣ.

Длина частей литой крестовины обусловливается тѣмъ, чтобы впереди колѣна K на этой длинѣ могла умѣститься полунакладка рельса ($\geqq 0{,}4$ m), разстояніе между колѣномъ и математическимъ остріемъ $= e \sin \alpha$, а длина части позади острія опредѣляется съ такимъ разсчетомъ, чтобы у соприкасающихся между собой рельсовыхъ подошвъ у m (черт. 70) не требовалось никакой или лишь весьма малая обработка.

Уголъ крестовины въ Россіи измѣняется отъ 4 до 7^0 или тангенсъ его отъ $^1/_{15}$ до $^1/_6$, причемъ вѣсъ крестовины приблизительно выходитъ: для угла $^1/_{15}$ — около 46 пуд., въ $^1/_{12}$ — около 38 пуд., въ $^1/_{10}$ — около 35 пуд., въ $^1/_8$ — около 30 пуд. и въ $^1/_6$ — около 29 пуд. Рельсы для переводовъ см. стр. 742.

5. **Контръ-рельсъ** имѣетъ цѣлью придавать надлежащее направленіе одному гребню колеса въ то время, когда гребень другого колеса той же оси, подходя къ острію крестовины, не достигшему еще надлежащей высоты, ничѣмъ не направляется и долженъ быть отжатъ отъ острія. Въ виду этого зазоры (въ свѣту) между рамными (путевыми рельсами) и контръ-рельсами слѣдуетъ дѣлать, по возможности, меньше 41—46 mm. Размѣръ этотъ сохраняется на длинѣ 1 m противъ того мѣста, гдѣ гребень на крестовинѣ направленія не имѣетъ и увеличивается съ обѣихъ сторонъ у концовъ рельса до 52 mm. Концы контръ-рельса на длинѣ 0,25 m отгибаются по пологой кривой. Длина контръ-рельса 3,5 до 3,7 m.

Черт. 70 a.



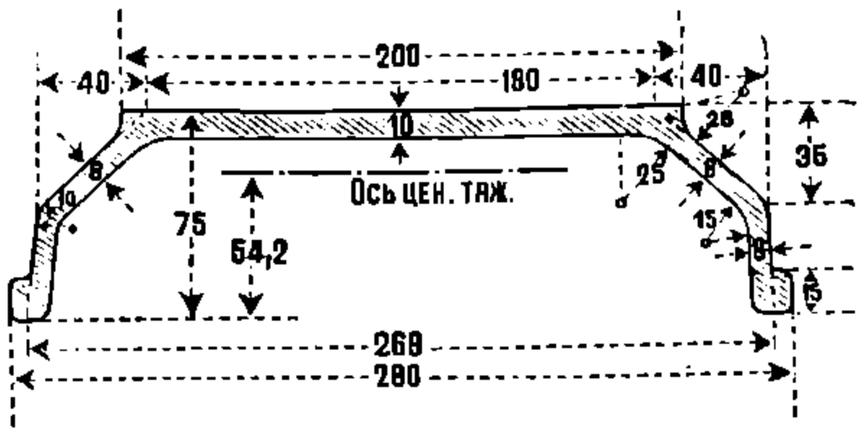
Контръ - рельсъ цѣлесообразно располагать на 50 mm выше путевого. Неизмѣнное разстояніе между обоими рельсами достигается посредствомъ особыхъ чугунныхъ подушекъ или распорныхъ колодокъ *). Контръ-рельсъ въ Германіи часто по особой для этой цѣли существующей профили, черт. 70 a. Вѣсъ такого контръ-рельса длиною 3,5 m = 101,6 kg.

*) См. Rüppel въ Org. f. F. 1884, стр. 39.

НТБ ДНУЖТ

6. **Поперечины для** стрѣлокъ (переводные брусья) изъ дерева (сѣченіемъ 30 18 cm) или желѣза длиною отъ 2,7 до 5,8 m. На черт. 71 показано сѣченіе желѣзнаго переводнаго бруса (прус. норм.) $F = 35{,}18$ qcm, $W = 33{,}53$ ccm и $g =$ 27,6 kg/m. Наклона рельсовъ на стрѣлкахъ не дѣлаютъ, равно не дѣлается возвышенія наружнаго рельса надъ внутреннимъ въ кривыхъ частяхъ стрѣлки.

Черт. 71.



7. **Пересѣченіе двухъ путей** (черт. 79 стр. 747) состоитъ изъ двухъ простыхъ крестовинъ и двухъ «двойныхъ крестовинъ». Въ случаѣ, если пересѣченіе путей происходитъ подъ прямымъ угломъ, простыя и двойныя крестовины замѣняются однѣми простыми подъ угломъ 90°. Въ наиболѣе часто встрѣчающихся случаяхъ пересѣченія путей подъ угломъ, примѣняемымъ для стрѣлокъ (или близкимъ къ нему), простыя крестовины съ рамными къ нимъ рельсами проектируются какъ у стрѣлокъ; двойныя крестовины имѣютъ два острія и особый, внутри расположенный, рамный рельсъ, который, однако (при углѣ путей въ 16°), не вполнѣ замѣняетъ недостающее направленіе гребня съ противоположной стороны той же оси (при 1 : 10 это недостающее направленіе имѣетъ длину 0,5 m). Въ этихъ случаяхъ рамный рельсъ необходимо долженъ возвышаться надъ путевымъ на 50 mm. Матеріалъ двойныхъ крестовинъ—твердый чугунъ.

8. **Стрѣлки при пересѣченіи двухъ путей** (черт. 80 и 81 стр. 747) (такъ назыв. «англійскія стрѣлки»). Конецъ острія, помѣщающійся въ остромъ углу сходящихся путевыхъ рельсовъ, долженъ имѣть достаточно мѣста для свободнаго перемѣщенія, для чего необходимо 400 mm при двухстороннихъ стрѣлкахъ и 200 mm при односторонникъ стрѣлкахъ. Обыкновенно въ томъ и другомъ случаѣ дѣлаютъ ходъ конца пера въ 400 mm съ цѣлью уменьшенія количества типовъ запасныхъ частей и для того, чтобы всегда можно было сдѣлать переходъ отъ односторонней стрѣлки къ двухсторонней. Разстояніе острія пера отъ геометрическаго острія крестовины (при 1 10) около 4,5 m и до ближайшаго стыка — около 6 m. Устройство остряка — какъ и въ обыкновенныхъ стрѣлкахъ, съ цѣлью уменьшенія числа типовъ. Для передвиженія перьевъ служитъ одинъ рычагъ, расположенный **въ концѣ стрѣлки.**

9. По **П. М. П. С.** 15 октября 1902 г. (извлеченіе), № 139:

I. При установленіи скоростей движенія поѣздовъ по стрѣлочнымъ переводамъ, **наибольшая скорость движенія** не должна превышать 30 верстъ въ часъ.

НТБ ДНУЖТ

II. На главныхъ путяхъ тѣхъ дорогъ или ихъ участкахъ, для которыхъ при сплошной смѣнѣ предназначается укладывать рельсы $24^1/_2$ фунт. въ пог. футѣ и болѣе, или на которыхъ средняя скорость движенія поѣздовъ (безъ остановокъ) превышаетъ 35 верстъ въ часъ, производится **усиленіе переводовъ.** Означенное усиленіе должно заключаться въ нижеслѣдующемъ:

а) **остряки стрѣлокъ** изъ обыкновенныхъ рельсовъ должны быть замѣняемы остряками изъ фасонныхъ рельсовъ, причемъ размѣры этихъ фасонныхъ рельсовъ не должны быть менѣе, чѣмъ въ острякахъ стрѣлокъ казеннаго типа къ рельсамъ $22^1/_2$ фунт. въ пог. футѣ. Впредь до замѣны такихъ остряковъ, въ которыхъ, при прохожденіи наиболѣе тяжелыхъ паровозовъ изъ обращающихся на дорогѣ, получатся по разсчету напряженія болѣе установленныхъ пормъ, слѣдуетъ соотвѣтственно увеличивать число поперечныхъ брусьевъ подъ стрѣлкою; то же самое надлежитъ дѣлать въ случаѣ, если напряженія въ рамныхъ рельсахъ превосходятъ нормы;

б) **рамные рельсы** должны быть связаны двумя или тремя сквозными желѣзными полосами, положенными на переводные брусья подъ башмаки;

в) **контръ рельсы,** расположенные противъ крестовинъ, должны быть изготовляемы изъ коробчатаго желѣза и возвышаться надъ головкой рельса на 38 mm; контръ-рельсы эти должны быть наглухо соединены съ крестовинами особыми жесткими распорками;

г) **части крестовинъ,** имѣющія характеръ контръ-рельсовъ, т.-е. предназначаемыя для направленія и удержанія колесъ подвижного состава въ англійскихъ стрѣлкахъ и пересѣченіяхъ, должны также возвышаться надъ головкою рельса;

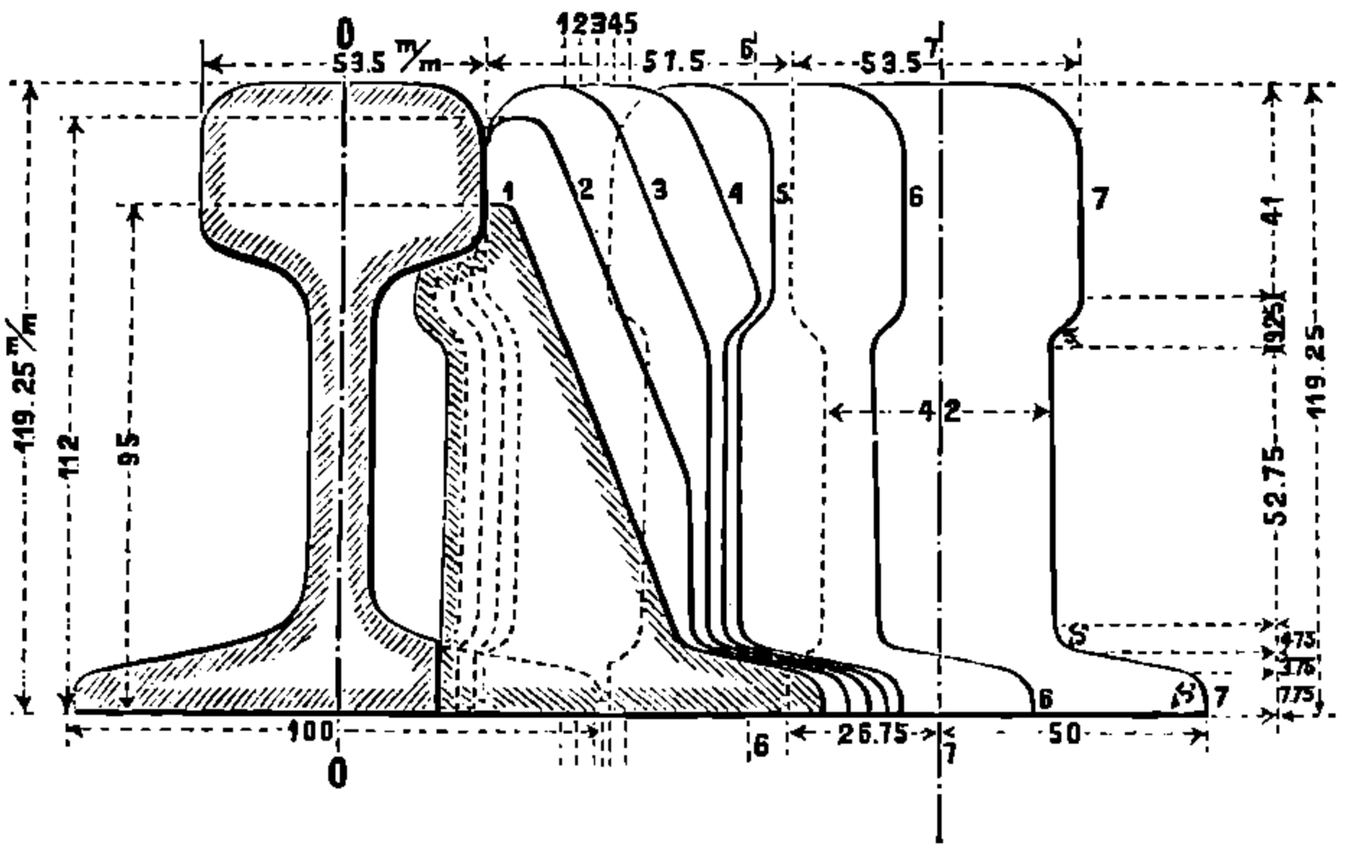
д) изготовленіе **сборныхъ крестовинъ** должно быть оставлено, и онѣ должны постепенно замѣняться крестовинами цѣльными изъ твердой стали.

IV. Для переводовъ на путяхъ, не принадлежащихъ къ категоріи путей, указанныхъ въ ст. II, перечисленныя выше улучшенія, за исключеніемъ вн. в) и г) ст. II, необязательны, и введеніе сихъ улучшеній предоставляется усмотрѣнію Начальниковъ, Директоровъ и Управляющихъ желѣзныхъ дорогъ, въ зависимости отъ значенія и рода дѣятельности каждаго перевода.

V. Впредь до введенія новыхъ типовъ переводовъ, соотвѣтствующихъ усиленнымъ нормальнымъ типамъ рельсовъ, при заказѣ переводовъ надлежитъ имѣть въ виду указанныя выше постановленія.

10. **Главные размѣры стрѣлки 1 : 11 въ Россіи.** Остряки изъ рельсовъ Вильямса, вѣсъ рамныхъ рельсовъ $22^1/_2$ фунта.

Черт. 72.



НТБ ДНУЖТ

Отъ острія пера до начала кривой $2{,}286 + 0{,}399 = 2{,}685$ с. Касательная 4,957 с., уголъ $176^0\ 9'44''$, длина кривой 9,912 с.; ордината вершины угла 0,176 с.; радіусъ 150 с. Отъ конца кривой до начала крестовины 0,53 с., отъ начала крестовины до ея математическаго острія (черт. 70) $h = 0{,}513$ с., $h_1 = 1{,}69$ с., отъ конца кривой до математическаго острія крестовины (черт. 73) $g = 1{,}043$ с. Уголъ $1^0\ 2'24''$. Отъ острія пера до математическаго острія крестовины 13,64 с. = 29126 mm. Уголъ крестовины $5^0\ 11'40''$.

Длина рамнаго рельса $20' = 6{,}1$ m, длина остряка или пера $16' = 4883$ mm, отъ острія пера до ближайшаго стыка рамнаго рельса 729,3 mm ($2'4''^3/_4$), отъ корня пера до ближайшаго стыка рамнаго рельса 457,7 mm ($1'7''$).

Длина мѣрныхъ рамныхъ рельсовъ до общей линіи четырехъ стыковъ, считая отъ стыка, ближайшаго къ острію пера,

$$20' + 25'\ ^3/_4'' + 21 + 20 + 28 + \ldots.$$

Длина мѣрныхъ рельсовъ закругленнаго пути, считая отъ острія пера:

острякъ $16' + 27'1^3/_4'' + 21' + 28'$ + крестов. $9' + 11' + \ldots$

Зазоръ между головками пера и рамнаго рельса у корня пера 57,5 mm.

Профиль остряка, изготовленнаго изъ рельса Вильямса, см. черт. 72.

Ходъ острія пера 120 mm ($4''^3/_4$).

Разстояніе между направляющими гранями остряка и рамнаго рельса:

у стыка рамнаго рельса . . . . 57 mm,
у » пера. . . . . 52 mm.

Переводные брусья размѣрами $3^1/_2$ вершка $\times 5^1/_2$ вершк.

Разст. между серединами переводн. брус. у острія . 578 mm,
» » » » у корня пера. . 500 mm,
» » » » у стыка рамнаго рельса . 500 mm.

Отъ стыка рамнаго рельса до ближайшаго переводнаго бруса у острія пера (7 короткихъ брусьевъ)

$$250 + 500 + 4 \cdot 686 + 660 + 645 \text{ mm}.$$

Зазоръ между контръ-рельсомъ и рамнымъ рельсомъ противъ острія крестовины 40 mm на длинѣ 0,4 m, затѣмъ увеличивается постепенно до 50 mm на длинѣ 0,9 m съ каждой стороны съ дальнѣйшимъ уширеніемъ до 100 mm у начала контръ-рельса. Длина контръ-рельса 4,25 m.

Т. У. П. и С. 74, стр. 613.

НТБ ДНУЖТ

b. Геометрическая разбивка стрѣлокъ.

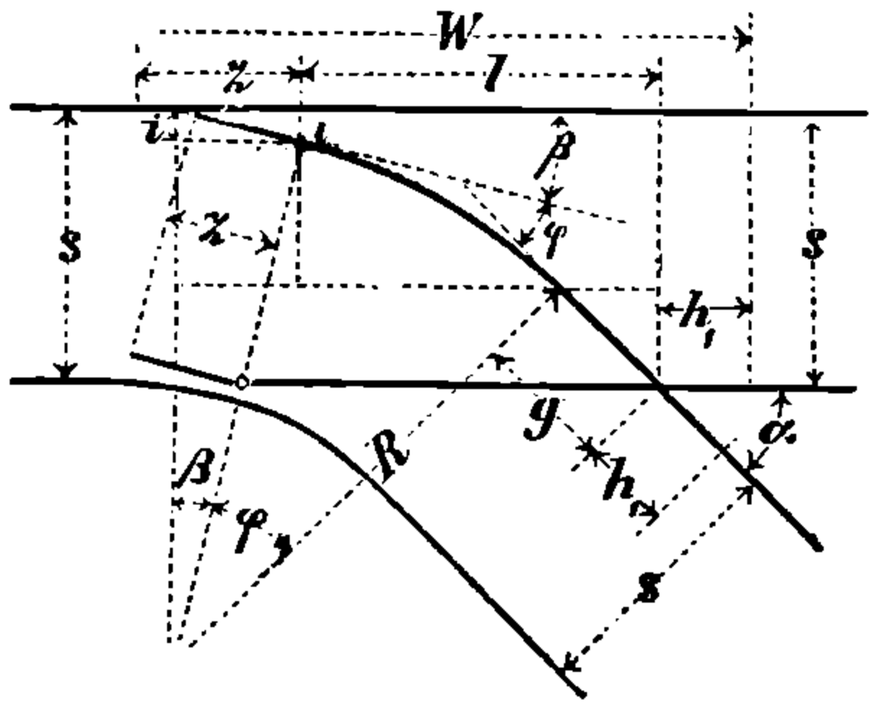
1. **Нормальною стрѣлкою** называется отвѣтвленіе отъ прямого непрерывнаго пути. Необходимо различать «правыя» и «лѣвыя» стрѣлки въ зависимости отъ того, происходитъ ли отвѣтвленіе вправо или влѣво отъ главнаго пути. Обѣ формы по отношенію другъ къ другу вполнѣ симметричны. Для проектированія должны быть (при установленныхъ размѣрахъ длины пера z, величины i и угла β) даны:

1. Требуемый уголъ стрѣлки α (напр. $\operatorname{ctg}\alpha = 10$ или 9).

2. Уголъ β въ концѣ пера (см. ниже); тогда остается уголъ между перомъ и крестовиной $\varphi = \alpha - \beta$.

3. Длина прямой части g отъ геометрическаго острія крестовины (пересѣченіе направляющихъ граней рельсовыхъ головокъ), необходимая для безопаснаго прохода подвижного состава и для уменьшенія износа; величина эта принимается не менѣе 1 m и составляетъ уже часть крестовины съ цѣлью уменьшенія длины послѣдней.

Черт. 73. (Правая стрѣлка.)



Длина рельса отъ корня пера до начала крестовины, разнящаяся въ прямой и закругленной части стрѣлки лишь на 50 до 60 mm, составляется изъ кусковъ рельсовъ опредѣленной длины.

На черт. 73 и 70 линіи представляютъ направляющія грани рельсовыхъ головокъ, s ширину колеи, i разстояніе между направляющими гранями рельсовъ у корня пера, равное разстоянію между рельсами въ свѣту (промежутку) плюсъ ширина рельсовой головки (а именно напр. для рельса № 6: $i = 65 + 58 = 123$*); $s - i = 1524 - 123 = 1401$ mm). Имѣемъ для нормальной стрѣлки:

$$i + R(\cos\beta - \cos\alpha) + g\sin\alpha = s,$$
$$R(\sin\alpha - \sin\beta) + g\cos\alpha = l.$$

Обозначимъ числовыя величины $(\cos\beta - \cos\alpha)$ черезъ A, $(\sin\alpha - \sin\beta)$ черезъ B, тогда получимъ:

I). $$l = g\cos\alpha + (s - i - g\sin\alpha)\frac{B}{A},$$

*) О формѣ стрѣлокъ см. H. d. I. W., т. V, отд. 3, 1898. Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau, тетр. II, изд. 3. Goering, выноска стр. 664. Ziegler, Weichenverbindungen. Erfurt 1901.

НТБ ДНУЖТ

II) $$R = \frac{s - i - g \sin \alpha}{A}.$$

Для g можно по чертежу принять нѣкоторую приблизительную величину съ тѣмъ, чтобы l опредѣлить изъ уравп. I, а слѣд. будетъ извѣстно $l_1 = l - h$ при извѣстномъ h, которое устанавливается по размѣрамъ крестовины:

$h \gtrless$ величинѣ зазора $\operatorname{ctg} \alpha +$ полунакладка рельса.

Для того, чтобы по проходѣ стрѣлки достичь согласованія обоихъ рельсовыхъ стыковъ каждаго пути и затѣмъ продолжать вести оба пути дальше независимо другъ отъ друга, позади крестовины для каждаго направленія вставляется еще «мѣрный рельсъ».

Предварительно опредѣленная величина l_1 составляется изъ отдѣльныхъ кусковъ рельсовъ съ необходимыи промежутками; этимъ устанавливается точно длина l, послѣ чего опредѣляется g изъ ур. I и радіусъ R изъ ур. II.

Если данъ радіусъ R, то изъ первыхъ двухъ уравненій опредѣляемъ величины g и l.

Прямая h_1 (черт. 73 и 70) отъ геометрическаго острія крестовины до конца крестовины (рельсоваго стыка) опредѣляется для ширины головки k mm и ширины подошвы f mm безъ обдѣлки послѣдней (въ mm):

$$h_1 = (k + f) \operatorname{ctg} \alpha.$$

Полная длина стрѣлки отъ передняго рельсоваго стыка до конца крестовины (черт. 74) равна:

$$W = z_1 + l + h_1 = a + b,$$

гдѣ z_1 означаетъ разстояніе отъ начала стрѣлки (рельсовый стыкъ передъ концомъ остряка) до конца остряка.

Разстояніе p отъ точки пересѣченія среднихъ линій обоихъ путей (стрѣлочнаго узла) (черт. 75) до конца мѣрнаго рельса должно поэтому быть свободно отъ другихъ стрѣлокъ. Отвѣтвленіе для новой стрѣлки, т.-е. откладываніе новаго разстоянія a, можетъ быть начато лишь за длиной p. Единственное исключеніе изъ этого правила составляетъ двойная стрѣлка, составленная изъ двухъ нормальныхъ стрѣлокъ съ опредѣленнымъ разстояніемъ c между обоими стрѣлочными узлами (см. ниже).

Среднія линіи нормальной стрѣлки (черт. 74 и 75):

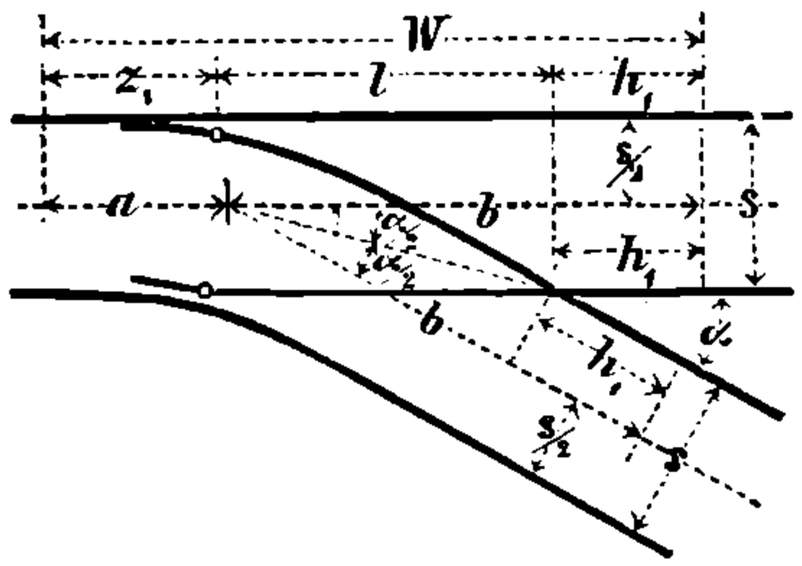
$$a = W - b;$$

$b = {}^1/_2\, s \operatorname{ctg} {}^1/_2\, \alpha + h_1$; приблизительно: $b = 1{,}6 \operatorname{ctg} \alpha$ въ m.

$p = b +$ длина мѣрнаго рельса. Размѣръ d отъ геометрическаго острія до контрольнаго столбика см. 3.

НТБ ДНУЖТ

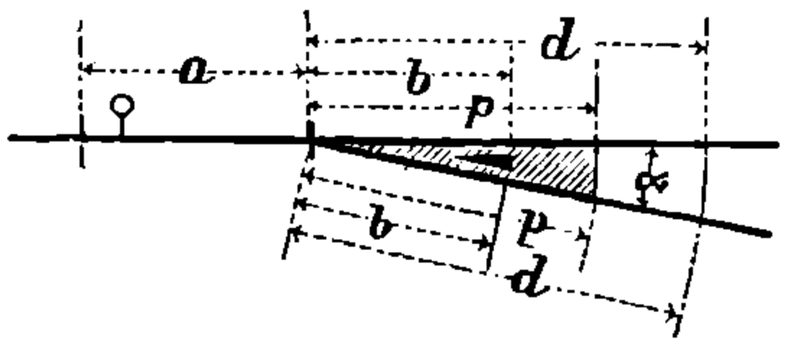
Черт. 74. (Правая стрѣлка.)



Уширеніе пути въ кривой допускается до 30 mm при 1 : 10; обыкновенно принимаютъ 15 mm въ срединѣ закругленія, а по мѣрѣ приближенія къ крестовинѣ колея дѣлается нормальной.

Радіусъ кривой $\geqq$ 180 m для стрѣлокъ, по которымъ проходятъ полные поѣзда. Для входныхъ и выходныхъ стрѣлокъ на главныхъ путяхъ радіусъ больше. При $\operatorname{tg}\alpha = 1\ 10$ и кривыхъ перьяхъ можно достичь 270 m; достаточно 245 m.

Черт. 75.



2. **Другія формы стрѣлокъ съ нормальнымъ устройствомъ перьевъ** представляютъ.

a) Одно- и двухсторонняя крестовая стрѣлка съ нормальными крестовинами (черт. 80 и 81).

b) Двойная стрѣлка съ двумя нормальными крестовинами и одной, несимметрично расположенной, средней крестовиной (черт. 85).

c) Выпуклая (несимметричная) стрѣлка для двухъ кривыхъ путей (черт. 86); получается изъ b), если удалить прямой путь.

d) Односторонняя двойная стрѣлка (черт. 87) съ двумя нормальными крестовинами и одною среднею крестовиною.

e) Вогнутая стрѣлка для двухъ кривыхъ путей (съ нормальною крестовиной), черт. 88, для отклоненія отъ закругленнаго пути внутрь, получается изъ d) удаленіемъ прямого пути.

Контрольные столбики для переводовъ ставятся на разстояніи 1 саж. отъ оси пути и служатъ для указанія предѣловъ приближенія подвижного состава къ стрѣлкамъ.

c. Элементы (среднія линіи) наиболѣе употребительныхъ формъ стрѣлокъ при проектированіи путей*).

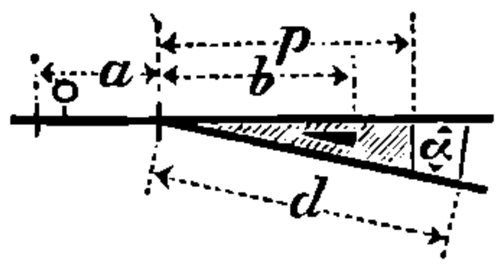
1. **Нормальная стрѣлка** (правая черт. 76 и лѣвая черт. 77). Употребительные углы стрѣлокъ α соотвѣтствуютъ

*) См. Goering, Geometrische Anordnung der Gleisverbindungen, 2 изд., Berlin 1885.

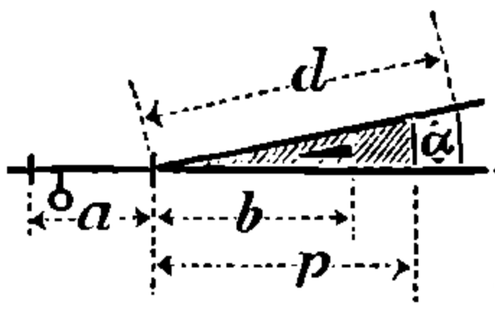
НТБ ДНУЖТ

ctg $\alpha = 10$ и ctg $\alpha = 9$; для сортировочныхъ станцій и второстепенныхъ путей также и ctg $\alpha = 8$ или 7. Возможные (округленные) размѣры (въ m), въ предположеніи изгиба перьевъ.

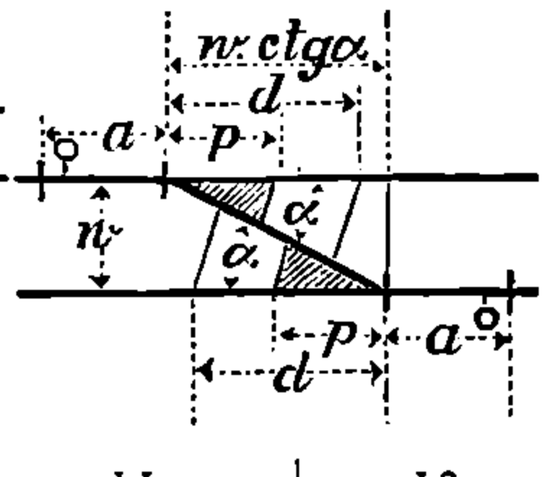
Черт. 76.



Черт. 77.



Черт. 78.



ctg $\alpha =$ 8	9	10	11	12
$\alpha = 7^0 7' 30''$	$6^0 20' 25''$	$5^0 42' 38''$	$5^0 11' 40''$	$4^0 45' 49''$
$W = 24{,}0$	25,5	27,5	29,0	31,5 m
$a = 11{,}0$	11,0	11,5	11,5	11,5 »
$b = 13{,}0$	14,5	16,0	17,5	20,0 »
$R = 165$	210	270	350	400 »

Нормали прусск. правит. дор. для рельс. типа 8a { ctg $\alpha = 9$; $a = 9{,}43$; $b = 14{,}42$; $p = 17{,}59$; $R = 190$, ctg $\alpha = 10$; $a = 10{,}93$; $b = 15{,}88$; $p = 19{,}19$; $R = 245$.

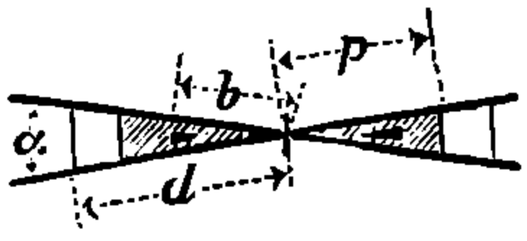
2. **Соединеніе стрѣлками двухъ параллельныхъ путей,** удаленныхъ на разстояніи w (черт. 78). Полная длина $= w$ ctg $\alpha + 2a$; разстояніе между узловыми точками $= w$ ctg α. Разстояніе d отъ узловой точки до контрольнаго столбика $= 3{,}5\, w$ ctg α въ m.

При разстояніи между путями $w = 4{,}5$ m имѣемъ:

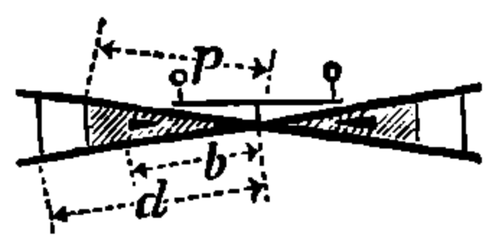
для ctg $\alpha =$	7	8	9	10	11	12	
w ctg $\alpha =$	31,5	36,0	40,5	45,0	49,5	54,0	m,
$d =$	24,5	28,0	31,5	35,0	38,5	42,0	m.

3. **Пересѣченіе двухъ прямыхъ путей** подъ угломъ α (см. черт. 79).

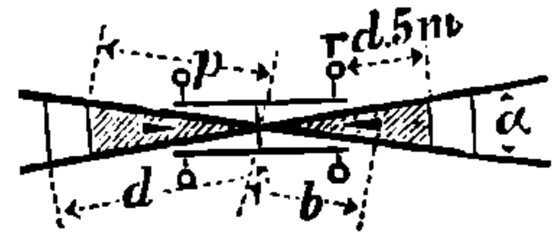
Черт. 79.



Черт. 80.



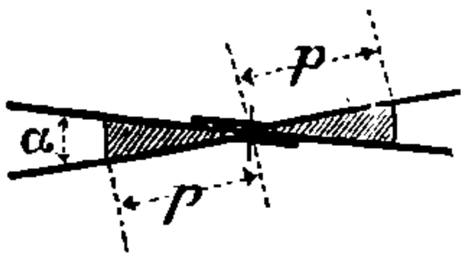
Черт. 81.



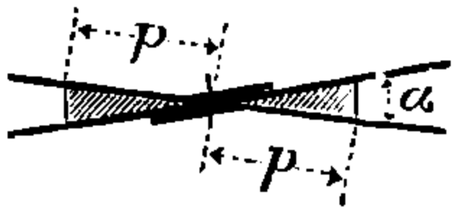
4. **Крестовая стрѣлка** подъ угломъ α: односторонняя черт. 80 и двухсторонняя черт. 81. Для магистралей ctg $\alpha \leqq 9$ см. стр. 741. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ удобно устроить пересѣченіе рельсовъ безъ стрѣлокъ и крестовинъ (по черт. 82 и 83), причемъ, въ случаѣ надобности, стрѣлки и крестовины устанавливаются на тѣхъ же путяхъ впослѣдствіи.

НТБ ДНУЖТ

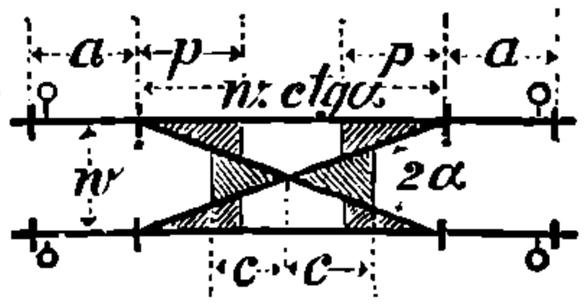
Черт. 82.



Черт. 83.



Черт. 84.

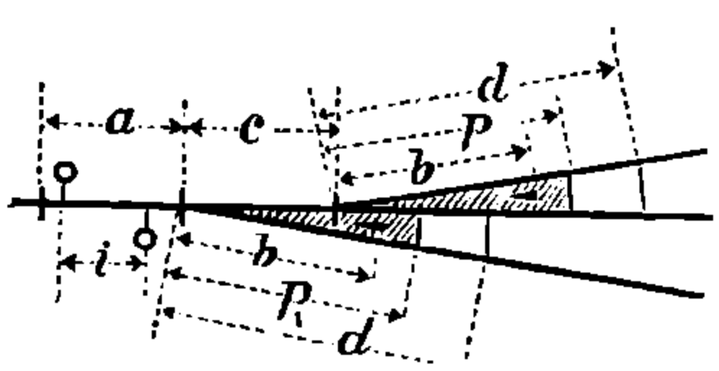


5. **Крестъ изъ стрѣлокъ** (расположеніе стрѣлокъ крестообразное), черт. 84, имѣетъ симметричное расположеніе. Цѣлесообразно примѣнять только для $w \geqq 4{,}2$ m.

$c = {}^1/_2\, s \operatorname{ctg} \alpha + h$; при $\operatorname{ctg}\ \alpha = 10$ имѣемъ $c =$ около 8 m.

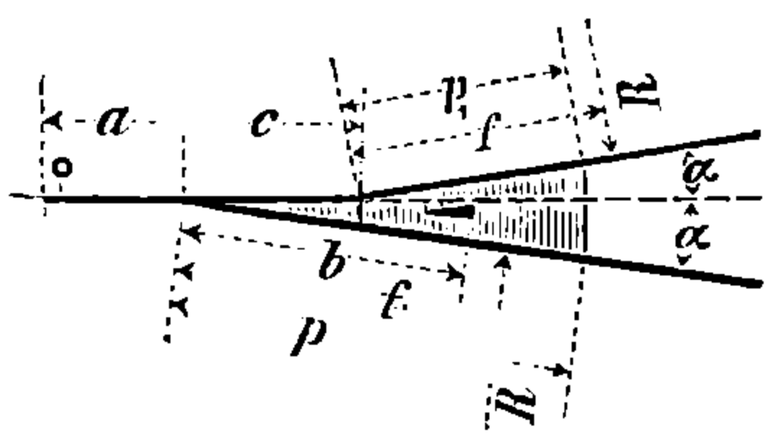
Черт. 85.

(6. Правая двойная стрѣлка.)



Черт. 86.

(7. Двойное отвѣтвленіе вправо.)



6. **Двойная стрѣлка** *), черт. 85. $c = 9{,}5$ и $11{,}0$.

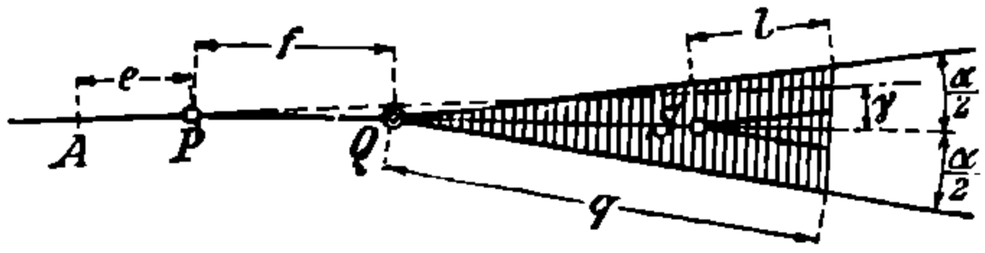
7. **Выпуклая круговая стрѣлка** *) несимметричная, черт. 86.

Примѣры даны на слѣдующей таблицѣ (размѣры длины въ m).

№	Черт.	ctg α	a	b	c	p**)	p_1	f	R
			Рельсы 8.						
6	85	10	10,93	15,85	11,00	28,48	19,19	14,39	245
		9	9,43	14,42	9,50	24,56	17,59	10,37	190
7	86	10	10,93	12,60	11,00	18,48	7,46	12,07	235; 245
		9	9,43	11,43	9,50	16,55	7,03	10,37	180; 190

Двухсторонняя стрѣлка для большаго радіуса (черт. 87). Отклоненіе отъ прямого (пунктирнаго) пути или короткой касательной кривого пути по размѣрамъ нормальной стрѣлки 1 : 10, а затѣмъ на обѣ стороны подъ равными углами при рад. 500 m направо и налѣво. Уголъ крестовины 1 : 10. Размѣры: $e = 3{,}173$, уголъ отклоненія $\operatorname{tg}\ \gamma = 0{,}01\,728 = 1\ \ 57{,}8$; $f = 7{,}87$; $q = 19{,}174$; $l = 4{,}806$.

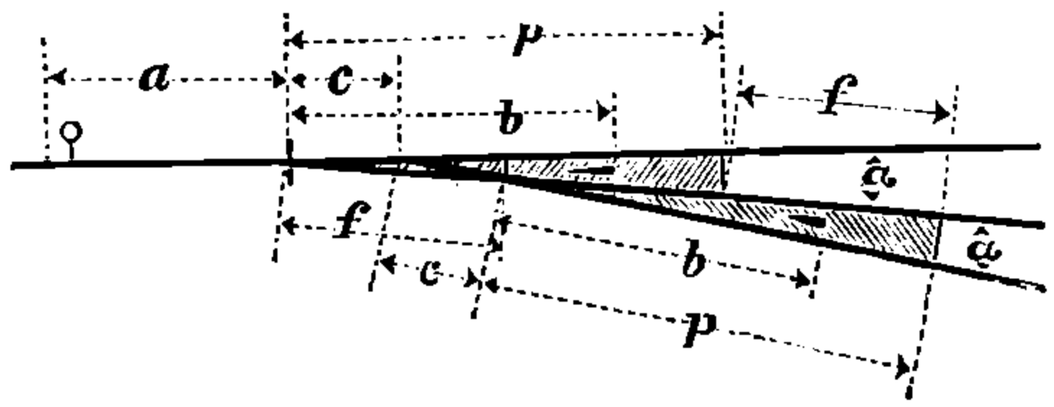
Черт. 87.



*) Разсчетъ и употребленіе стрѣлокъ разной формы см. Сюземюль (Susemühl), Gleisberechnungen, Berlin 1879. Также Винклеръ, Vorträge über Eisenbahnbau, вып. II, изд. 3, 1883, и А. К. Бемъ, Разсчетъ, устройство и укладка стрѣлокъ и пересѣченій путей.

НТБ ДНУЖТ

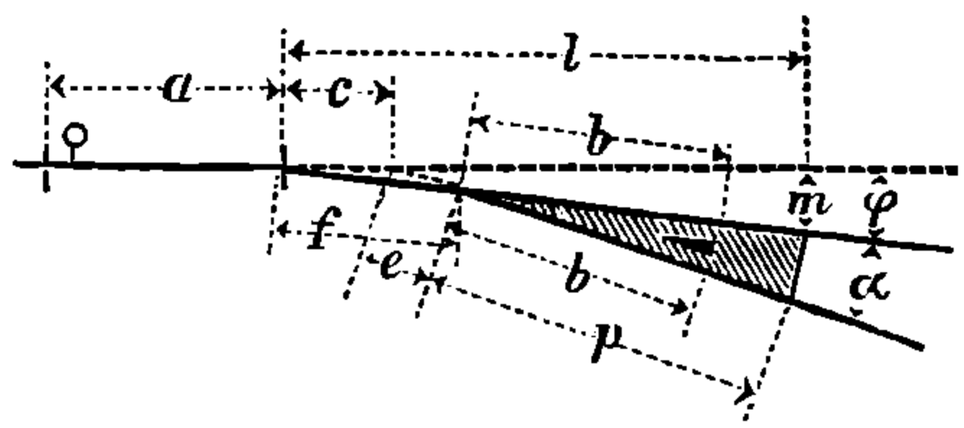
Черт. 88.
(8. Односторонняя двойная стрѣлка правая.)



8. **Односторонняя двойная стрѣлка** (черт. 88). Средняя крестовина 1 : 8, оба остряка одинаковы.

9. **Вогнутая круговая стрѣлка** (черт. 89). Конструкція стрѣлки и крестовины какъ у 8. Каждая дорога имѣетъ свои типы стрѣлокъ и переводовъ, отступленіе отъ которыхъ требуетъ изготовленія новыхъ запасныхъ частей, почему при проектированіи путей слѣдуетъ безусловно избѣгать непринятыхъ на дорогѣ типовъ.

Черт. 89.
(9. Вогнутая круговая стрѣлка.)



До тѣхъ поръ, пока уголъ стрѣлки остается такимъ, какъ приведено выше для каждаго случая, всѣ размѣры длины, приведенные тамъ же, оказываются достаточными для всѣхъ встрѣчающихся на практикѣ случаевъ, причемъ стрѣлки находятся на достаточномъ другъ отъ друга разстояніи. За каждымъ концомъ стрѣлки оставляется обыкновенно отъ 3 до 4 m пути. Точная длина этихъ отрѣзковъ опредѣляется въ зависимости отъ типовъ стрѣлокъ и употребляемой длины рельсовыхъ звеньевъ. Для большихъ becъ угловъ стрѣлокъ вышеприведенными данными для длинъ можно пользоваться, какъ приблизительными; направленія же путей необходимо обозначать на чертежѣ весьма точно и точки пересѣченія среднихъ линій (узловыя точки) развѣтвленія съ параллельными путями опредѣлять точно вычисленіемъ $w \operatorname{ctg} \alpha$ и $n\,w \operatorname{ctg} \alpha$ (w — разстояніе между путями, n — число равно удаленныхъ параллельныхъ путей).

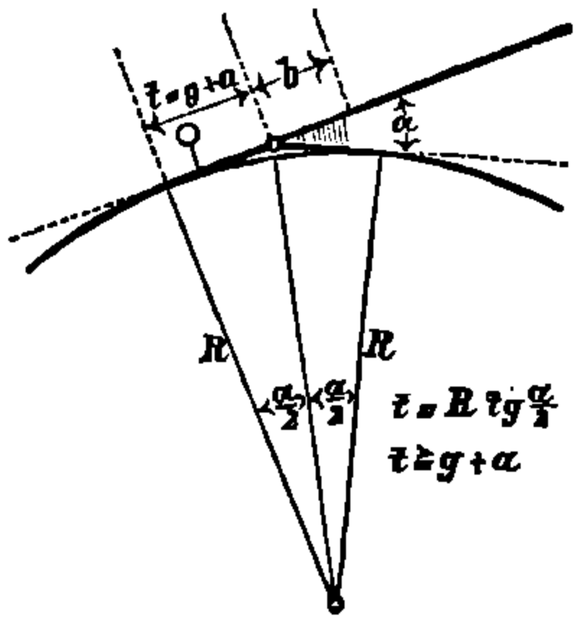
d. Построеніе среднихъ линій при отвѣтвленіяхъ въ кривыхъ.

1. **Отвѣтвленіе по касательной наружу** съ помощью нормальной стрѣлки или выпуклой круговой (черт. 90 и 91).

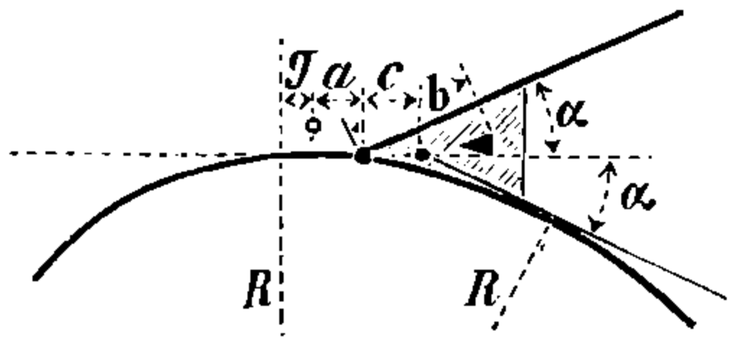
Необходимая длина касательной: $t = g + a$ или $t = b$, если $b > g + a$ и, соотвѣтственно, $t = g + a + c$ (мѣрный рельсъ можетъ находиться на кривой). Наименьшій радіусъ главнаго криволинейнаго пути, при которомъ данная стрѣлка еще возможна, опредѣляется по:
$R = t \operatorname{ctg} {}^1/_2\, \alpha$ или достаточно точно: $R \geqq 2\, t \operatorname{ctg} \alpha$. Напр., $\operatorname{ctg} \alpha = 10$; $g = 10$ m; $a = 10{,}9$ m (черт. 90); тогда должно быть:

НТБ ДНУЖТ

Черт. 90.



Черт. 91.



$R \geqq 2 \cdot 20{,}9 \cdot 10 = 418$ m и для $g = 0$, $b = 14{,}42$ m, $R \geqq 288$ m. Или, напр.: ctg $\alpha = 9$, $g = 0$; $a + c = 9{,}5 + 9{,}5 = 19{,}0$ m (черт. 86 и 91); тогда $R > 2 \cdot 19{,}0 = 342$ m.

По другую сторону имѣли бы $t \geqq g + a$ или $t = b$, если $g = 0$. Табл. стр. 748, № 7.

2. **Отвѣтвленіе по касательной внутрь** посредствомъ вогнутой круговой стрѣлки (черт. 89 и 92). Необходимая длина касательной:

$$t = g + a \text{ или } b + f \text{ (берется бо́льшая величина).}$$

Если $g = 0$, то $t > b + f$ ($g = 0$ въ такомъ случаѣ допускается). Наименьшій радіусъ закругленнаго главнаго пути, при которомъ стрѣлка этого типа еще возможна, опредѣляется:

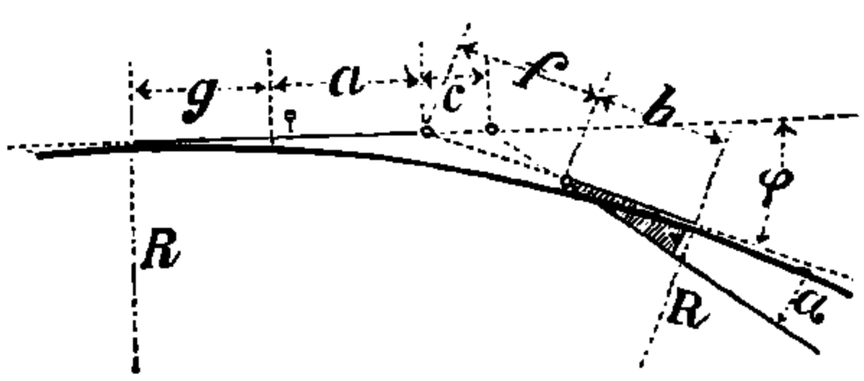
$$R \geqq t \operatorname{ctg} {}^1\!/_2\, \varphi,$$

или достаточно точно:

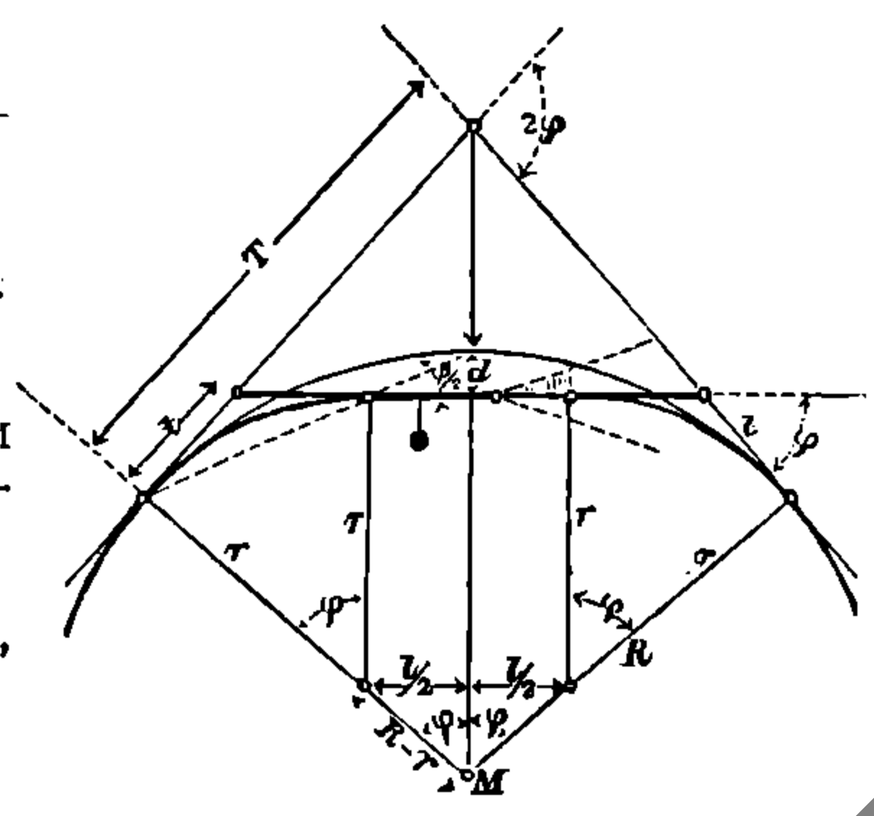
$$R \geqq 2\, t \operatorname{ctg} \varphi \text{ (напр. } R \geqq 2 \cdot 18{,}13 \cdot 17{,}95 = 653 \text{ m).}$$

3. **Вставка прямой** длиною $l = g + W$ (гдѣ g можетъ быть равно 0) (черт. 93): W см. стр. 745. Даны, кромѣ l, радіусъ

Черт. 92.



Черт. 93.



закругленія R главнаго пути и r радіусъ закругленія развѣтвленія $\geqq 180$ m. Тогда:

$$\sin \varphi = \frac{l}{2\,(R - r)}\,;\quad t = r \operatorname{tg} {}^1\!/_2\, \varphi,$$

или приблизительно $= {}^1\!/_2\, r\, \varphi$;

$$T = R \operatorname{tg} \varphi;$$

$$d = {}^1\!/_2\, l \operatorname{tg} {}^1\!/_2\, \varphi, \text{ или приблизительно} = {}^1\!/_4\, l\, \varphi.$$

Напр., при: $l = 9{,}7 + 26{,}8 = 36{,}5$ m и $R = 300$ m, $r = 180$ m,

НТБ ДНУЖТ

имѣемъ: $\sin\varphi = \frac{36{,}5}{2\ 120} = 0{,}152$, поэтому $\varphi = 8^0 44' = 8{,}734^0$ и

$\lg\varphi = 0{,}154$; $^1/_2\varphi \backsim 0{,}077$; $t = 180 \cdot 0{,}077 = 13{,}86$ m;

$T = 300 \cdot 0{,}154 = 46{,}2$ m, $d = 36{,}5 \cdot 0{,}0385 = 1{,}41$ m.

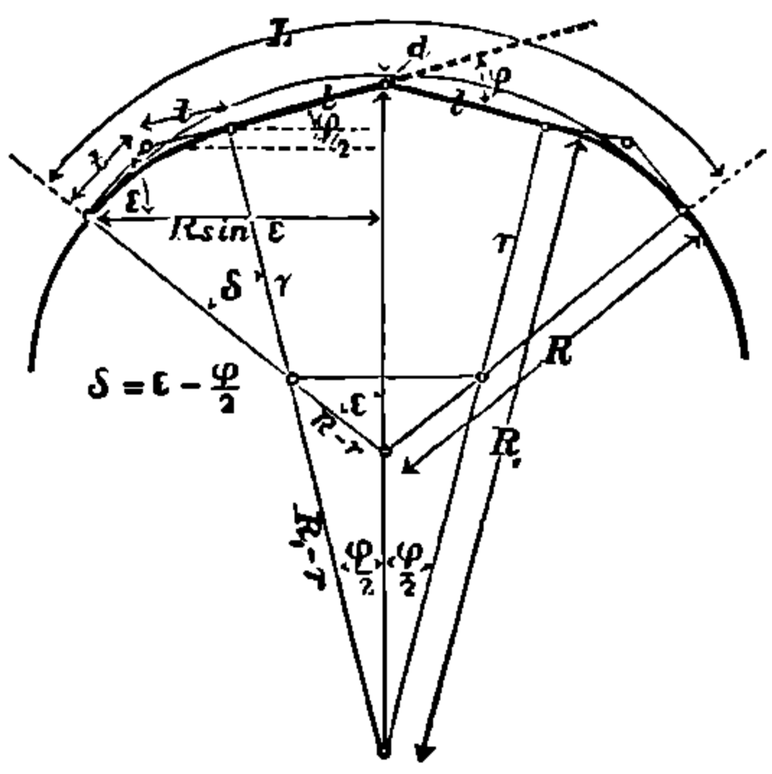
Вся длина пути: $L = 2R\varphi = 2 \cdot 300\ \ 8{,}734 \cdot 0{,}017\,45 = 91{,}4$ m.

Если данъ уголъ φ (напр. $\varphi = \alpha$, 2α и т. п.), то r опредѣляется изъ:

$$r = R - \frac{l}{2\sin\varphi}.$$

4. Вставка болѣе пологой кривой или (что одно и то же) двухъ касательныхъ подъ опредѣленнымъ угломъ φ. (3. представляетъ частный случай для $\varphi = 0$). Если R меньше предѣловъ, приведенныхъ въ 1. и 2. (черт. 94), то подобная разбивка цѣлесообразна. При проектированіи нормальной стрѣлки $\varphi = \alpha$ и равно углу φ при выпуклой или вогнутой стрѣлкѣ (черт. 89). Длина касательной l опредѣляется по чертежу или вычисленіямъ.

Черт. 94.



Тогда:

$$R_1 = l\,\mathrm{ctg}\,{}^1/_2\varphi \text{ или приблизительно} = \frac{2\,l}{\varphi};\ \sin\varepsilon = \frac{R_1 - r}{R - r}\sin{}^1/_2\varphi;$$

$$t = r\,\mathrm{tg}\,{}^1/_2\delta = r\,\mathrm{tg}\,\frac{2\varepsilon - \varphi}{4};\quad L = 2R\varepsilon;$$

$$d = R\sin\varepsilon\,\mathrm{tg}\,{}^1/_2\varepsilon - t\,(\sin\varepsilon + \sin{}^1/_2\varphi) - l\sin{}^1/_2\varphi.$$

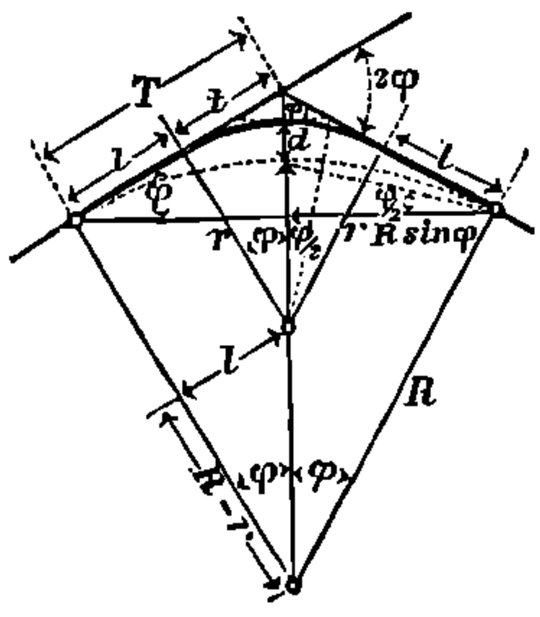
5. Вставка двухъ прямыхъ съ болѣе крутою дугою между ними (черт. 95) употребляется рѣже. Даны: R, l и 2φ, а также $r \geqq 180$ m. Тогда:

$$r = R - l\,\mathrm{ctg}\,\varphi; \qquad T = R\,\mathrm{tg}\,\varphi;$$

$$t = r\,\mathrm{tg}\,\varphi = T - l;$$

$$d = T\sin\varphi - (R\sin\varphi\,\mathrm{tg}\,{}^1/_2\varphi + r\,\mathrm{tg}\,{}^1/_2\varphi\,\mathrm{tg}\,\varphi).$$

Черт. 95.



6. Практическое правило. Чертимъ на прозрачной бумагѣ среднія линіи стрѣлокъ въ масштабѣ (1 : 1000 или 1 : 500) по вышеприведеннымъ даннымъ и продолжаемъ направленія путей, причемъ углы должны быть нанесены точно; затѣмъ накладываемъ бумагу на закруглен-

НТБ ДНУЖТ

ный главный путь такъ, чтобы продолженныя линіи были касательны къ закругленному пути; посредствомъ прокалыванія иглой касательныя переносятся на закругленіе главнаго пути. Вычисленія дѣлаются впослѣдствіи. При проектированіи путей почти всегда достаточно (при углахъ до $^1/_9$) приравнивать углы tg, sin и arc, и переводъ угловъ въ градусы и минуты является излишнимъ. Неизвѣстные углы или углы, которые трудно вычисляются, могутъ быть опредѣлены чертежомъ по вышеприведенному построенію посредствомъ измѣренія ихъ tg. Опредѣленными этимъ способомъ углами пользуются для дальнѣйшихъ вычисленій. Болѣе точныя вычисленія дѣлаются лишь для разбивки путей на мѣстѣ по предварительномъ черченіи въ масштабѣ 1 : 500.

V. Поворотные круги и телѣжки.

a. Постройка поворотныхъ круговъ*).

1. **Величина круга и устройство.** По **Т. У. П. и С.** 74, стр. 613. Діаметръ поворотныхъ круговъ для паровозовъ съ тендерами**) не менѣе 12 m. Въ Россіи для магистралей устанавливается не менѣе 63 фут. Обыкновенно діаметръ D выбирается настолько большимъ, чтобы общій центръ тяжести паровоза съ тендеромъ приходился при вращеніи круга надъ среднею цапфою*). Рекомендуется принимать діам. круговъ для магистралей $\leqq 16$ m и для второстепенныхъ линій $\geqq 12$ m. Употребительные размѣры 12,5 до 20 m. Поворотные круги, служащіе для соединенія путей, для двух- и трехосевыхъ пассажирскихъ и багажныхъ вагоновъ имѣютъ діаметръ 5 до 10 m, а для длинныхъ четырехосевыхъ вагоновъ 18 m; для короткихъ товарныхъ вагоновъ 3,5 до 5 m, часто 4,4 m, для поворачиванія осей 2 до 3 m.

Вполнѣ **закрытые круги** для поворачиванія паровозовъ и пассажирскихъ вагоновъ устраиваются лишь внутри паровозныхъ зданій и станціонныхъ навѣсовъ, въ иныхъ случаяхъ — рѣдко. Для осей и короткихъ товарныхъ вагоновъ круги устраиваются обыкновенно о двухъ взаимно перпендикулярныхъ путяхъ или о трехъ путяхъ, пересѣкающихся подъ угломъ 60^0. Для паровозовъ и пассажирскихъ вагоновъ устраиваются круги объ одномъ пути; промежутокъ между рельсами или часть этого промежутка закрывается.

---

*) См. Винклеръ, Vorträge über Eisenbahnbau, тетр. III, Drehscheiben und Schiebebühnen von Fränkel; 2 изд. 1876. Г. Мейеръ, Grundz. d. Eisenb. Maschinenbaues, т. III, 1886. Eisenbahnbau der Gegenwart, т. II, отд. 3. H. d. I. W., т. V, отд. 3. Eisenbahnbau d. Gegenwart, т. II, ч. 3, 1899. H. d. I. W., т. V, часть 3, 1898.

**) Слѣдуетъ имѣть въ виду измѣненіе положенія центра тяжести въ зависимости отъ количества воды въ тендерѣ и котлѣ.

НТБ ДНУЖТ

2. **Матеріалъ.** Небольшіе круги для осей и короткихъ вагоновъ изготовляются чугунными изъ одного куска или свертные. Для большихъ круговъ главныя фермы изъ желѣза или стали.

3. **Типы поворотныхъ круговъ.** Въ зависимости отъ способа устройства опоры и направленія круга при его вращеніи различаютъ слѣдующіе типы.

I. Средняя цапфа служитъ лишь направляющей (или цапфы этой нѣтъ), а кругъ поддерживается на окружности.

II. Средняя цапфа поддерживаетъ кругъ, который также поддерживается и на окружности или только направляется по окружности.

III. Средняя цапфа служитъ одновременно поддерживающею и направляющею частью для круга.

Въ I и II различаютъ:

a) подшипники колесъ прикрѣплены къ балкамъ круга;

b) подшипники колесъ прикрѣплены къ фундаменту или фундаментному кольцу;

c) колеса (катки) или шары, вращающіеся независимо между кругомъ и фундаментомъ; только катящееся треніе.

Системы Ia и Ib употребляются лишь какъ временныя сооруженія; Ic — для малыхъ поворотныхъ круговъ для осей (кругъ Вейкума: $D = 4{,}6$ m, шары изъ твердаго чугуна расположены по двумъ концентрическимъ кольцамъ, діам. шаровъ 60 до 70 mm). У круговъ типа II долженъ быть механизмъ для установки (при помощи клина или винта) цапфы на надлежащей высотѣ и для регулированія этой высоты, такъ какъ отъ этой высоты зависитъ нагрузка на ролики или шары. Типъ IIa примѣняется главнымъ образомъ для паровозовъ и большихъ вагоновъ; IIb — для небольшихъ поворотныхъ круговъ. Типъ IIc — для вагонныхъ закрытыхъ круговъ, діам. до 7,5 m, съ числомъ катковъ $n = 4 + 2\,D$ (D въ m).

Въ типѣ II c катки имѣютъ діаметръ 250 до 300 mm и ширину 70 до 100 mm; укладываются въ особую общую раму, или при помощи отдѣльныхъ радіальныхъ тягъ устанавливаются такимъ образомъ, что они могутъ имѣть круговое перемѣщеніе около вертикальной оси, проходящей черезъ центръ поворотнаго круга; или шары могутъ имѣть движеніе въ кольцевыхъ желобахъ между фундаментомъ и кругомъ.

Постройка **паровозныхъ поворотныхъ круговъ** (IIa). Общеупотребительный типъ: двѣ главныя балки (со сплошною стѣнкой, толщ. стѣнки 10 mm; на $^1/_5$ до $^1/_3$ длины имѣетъ высоту $^1/_{15}$ до $^1/_{12}$ D, на концахъ высота около 450 mm *). Посрединѣ скрѣпляются между собой двумя поперечными

*) Прусскія прав. дороги. Поясные уголки при $D = 14{,}2$ (16,2) m 90 90 · 11 (100 100 · 14) mm. Поясные листы: по одному съ каждой стороны 220 · 25 (по два съ каждой стороны 240 · 20) mm.

НТБ ДНУЖТ

балками, удаленными другъ отъ друга на разстояніе 450 до 500 mm; толщина стѣнокъ этихъ балокъ 15 mm. Въ промежуткѣ между этими поперечными балками, укрѣпленными посединѣ желѣзными листами, толщ. 12 mm, помѣщается чугунная направляющая муфта (средняя часть); эта послѣдняя прикрѣпляется къ обѣимъ поперечнымъ балкамъ (въ мѣстахъ ихъ усиленія листами 12 mm) 24 болтами діам. 26 mm. При помощи двухъ болтовъ діам. 90 до 105 mm, укрѣпленныхъ въ муфтѣ клиньями, вся чугунная часть вмѣстѣ съ фермами виситъ на особой поперечинѣ, которая своею стальною цапфою упирается въ стальной же подпятникъ, установленный на коническомъ стулѣ. Между главными фермами имѣются еще поперечныя связи на разстояніяхъ 1,2 до 1,5 m и, кромѣ того, наружныя консоли изъ углового желѣза съ вылетомъ около 1 m. Поперечныя балки, расположенныя на концахъ фермъ, имѣютъ нѣсколько бо́льшую длину и выступаютъ изъ-за фермъ для помѣщенія на нихъ наружныхъ подшипниковъ для 4-хъ осей, на которыя насажены поддерживающія колеса. Эти оси стальныя, направлены къ центру поворотнаго круга и между срединами подшипниковъ, въ которыхъ онѣ вращаются, имѣютъ длину 1,4 m. Поверхность катанія колесъ цилиндрическая или нѣсколько коническая, но ни въ какомъ случаѣ не выпуклая; колеса безъ гребня. Для паровозныхъ поворотныхъ круговъ діаметръ поддерживающихъ колесъ 0,6 до 1,0 m, ободъ шириной 120 до 130 mm; для вагонныхъ круговъ діаметръ 0,4 до 0.8 m и ширина обода 70 до 100 mm. Покрытіе главныхъ фермъ рифленымъ желѣзомъ (8 mm толщиною) съ приклепкой этого желѣза къ фермамъ замѣняетъ діагональныя связи. Рельсы прикрѣпляются особыми планками и болтами на главныхъ фермахъ. Круглый поддерживающій рельсъ дѣлается изъ обыкновенныхъ рельсовъ или другой прокатной профили съ широкой подошвой.

4. **Приспособленія для поворачиванія.** Для небольшихъ круговъ приспособленія эти не дѣлаются. Для круговъ средней величины и большихъ круговъ вращеніе производится аншпугами или рычагами, длиною 2,5 m и діам. 0,15 m. Рычаги эти помѣщаются въ неразрывно связанныхъ съ кругомъ круглыхъ втулкахъ, и ихъ конецъ возвышается надъ рельсомъ на 1,2 m. (Усиліе одного рабочаго 25 до 30 kg). Паровозные поворотные круги обыкновенно приводятся во вращеніе ручною лебедкой, дѣйствующей на одно или два, достаточно нагруженныхъ, бѣгущихъ колеса или, лучше, на зубчатый ободъ, связанный съ каменной кладкой ямы. Вмѣсто лебедки примѣняются также два горизонтальныхъ фрикціонныхъ колеса, прижимаемыя сбоку къ головкѣ ходового рельса помощью перекладного рычага съ передвижнымъ грузомъ *).

*) Конструкція Schnabel и Heuning, см. Georg Meyer, Grundz. d. Eisenb.-Maschinenbaues, томъ III, стр. 237; Berlin, 1886.

НТБ ДНУЖТ

При очень частомъ пользованіи поворотный кругъ приводится въ движеніе небольшимъ газовымъ двигателемъ или паровой машиной; вертикальный трубчатый котелъ паровой машины имѣетъ поверхность нагрѣва 2 qm) и располагается на поворотномъ кругу (добавочная нагрузка круга) Равнымъ образомъ передача производится давленіемъ воды *), помощью цѣпного или канатнаго блока, охватывающаго среднюю цапфу, а въ настоящее время большею частью электричествомъ. Вращеніе должно быть возможно въ ту и другую сторону. Скорость на окружности поворотнаго круга 0,5 до 1 m/sk.

5. **Механизмъ для останова.** У вагонныхъ поворотныхъ круговъ на каждомъ концѣ круга имѣется защелка, которая отъ собственнаго вѣса падаетъ въ гнѣздо, укрѣпленное на окружности ямы поворотнаго круга; такихъ защелокъ двѣ, онѣ препятствуютъ вращенію круга при вкатываніи и скатываніи съ него подвижного состава. Движеніе защелки весьма цѣлесообразно соединить съ оптическимъ **сигналомъ**, указывающимъ, что въѣздъ на кругъ или съ круга свободенъ въ то время, когда защелка находится въ соотвѣтствующемъ гнѣздѣ.

6. **Сопротивленіе движенію.** Пусть означаютъ:

G вѣсъ находящагося на кругѣ подвижного состава въ kg,
G_0 собственный вѣсъ поворотнаго круга въ kg,
W сопротивленіе на окружности поддерживающаго кругъ колеса въ kg,
W_u сопротивленіе на окружности поворотнаго круга въ kg,
R радіусъ поворотнаго круга въ cm,
R_1 » поддерживающихъ кругъ колесъ въ cm,
R_2 » ходового рельса въ cm,
r_1 » бо́льшей цапфы оси, на которой насажено поддерживающее колесо въ cm,
r_2 радіусъ пяты въ cm,
μ_1 коэффиціентъ тренія цапфъ поддерживающихъ колесъ,
μ_2 » » пяты,
f коэффиціентъ катящагося тренія въ cm,
μ » скользящаго тренія между поддерживающимъ колесомъ и ходовымъ рельсомъ.

Для круговъ типа Ia и Ib (см. 3, стр. 753) имѣемъ:

$$W = \frac{G+G_0}{R_1}(\mu_1 r_1 + f);$$

для круговъ типа Ic: $$W = \frac{G+G_0}{R_1} f.$$

Если (для типа II) нагрузка поддерживающихъ колесъ (или шаровъ) составляетъ Q_1, а средней цапфы круга — Q_2, такъ что $Q_1 + Q_2 = G + G_0$, то имѣемъ:

*) См. Zentralbl. d. Bauverw. 1886, стр. 491. — Ogr. f. F. 1890, стр. 49.

НТБ ДНУЖТ

$$W = \frac{\mu_1 r_1 + f}{R_1} Q_1 + \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R_2} Q_2$$ (для типовъ II a и II b);

$$W = \frac{f}{R_1} Q_1 + \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R_2} Q_2$$ (для типа II c). Кромѣ того:

$$W_u = \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R} (G + G_0)$$ (для типа III).

Если въ кругахъ типа II a передача движенія производится на одно или два поддерживающихъ колеса, то давленіе Q'_1 послѣднихъ на ходовой рельсъ должно быть:

$$Q'_1 \geqq \frac{W}{\mu}.$$

Въ дѣйствительности, сопротивленіе движенію для круговъ типа II c больше, нежели получается по формуламъ, такъ какъ въ формулахъ не принята въ разсчетъ неточность работы по сборкѣ круга.

Данныя для разсчета. Для тяжелыхъ паровозовъ съ тендерами $G = 65$ до 140 t; $G_0 = 95 d^2$ до $105 d^2$ въ kg для паровозныхъ поворотныхъ круговъ; $G_0 = 150 d^2$ до $180 d^2$ въ kg для вагонныхъ круговъ безъ сплошного и, соотв., со сплошнымъ покрытіемъ ямы, гдѣ d діаметръ круга въ m, $\mu_1 = \mu_2 = 0{,}1$; $\mu = {}^1/_6$ до ${}^1/_8$; $f = 0{,}05$ cm. Паровозные круги типа II a должны быть такъ разсчитаны, чтобы опора главныхъ фермъ была только въ центрѣ (на цапфѣ). Возвышеніе цапфы тогда является безвреднымъ. Допускаемая нагрузка цапфы (по Френкелю) 1200 kg/qcm для стали и 700 kg/qcm для сварочнаго, литого желѣза или чугуна. Необходимая работа при скорости вращенія круга 0,5 m/sk составляетъ 5 до 7,5 ЛС.

Примѣры. Нормальный поворотный кругъ для паровозовъ прусскихъ правит. жел. дор. по нормамъ 1890 и 1894 г. Длина рельсовъ 14,067 и 16,076 m, діам. ямы $D = 14{,}2$ и 16,2 m, глубина ямы 1,6 m. Круглый кожухъ внутри ямы—двутавровая балка толщиной 2 cm и высотой 0,67 m. Высота главныхъ балокъ посрединѣ 1,35 и 1,34 m (на длинѣ 5,215 m), на концахъ 0,44 и 0,46 m; одно поддерживающее колесо, передача ручною лебедкою; кромѣ того, имѣются двѣ гильзы для рычаговъ; $R_1 = 40$ cm; $R_2 = 668$ и 768 cm; $r_1 = 6$ cm; $r_2 = 6$ cm; $G_0 = 24{,}9$ t.

7. **Основанія для поворотныхъ круговъ.** Круглый ходовой рельсъ и средній конической стулъ для подпятника укладываются на фундаментъ, который во всю высоту выкладывается на цементѣ весьма прочно, такъ какъ легкое вращеніе поворотнаго круга зависитъ, главнымъ образомъ, отъ строгаго сохраненія требуемой высоты опорныхъ поверхностей. Ходовой рельсъ составляется изъ отдѣльныхъ кусковъ рельсовъ и устанавливается на фундаментѣ съ такимъ разсчетомъ, чтобы при нормальномъ положеніи (для вкатыванія или скатыванія съ него подвижного состава) поддерживающія кругъ колеса никоимъ образомъ не приходились на стыкѣ отдѣльныхъ круговыхъ звеньевъ, чтобы этимъ не затруднять поворачиванія круга (при трогании съ мѣста). Верхній край ямы выводится изъ прочной каменной кладки; лучше,

НТБ ДНУЖТ

однако, обдѣлка составнымъ кольцомъ изъ желѣза или чугуна, къ которому прикрѣпляются концы путевыхъ рельсовъ. Вода, скопляющаяся въ ямѣ, должна стекать въ кольцевой каналъ, окружающій фундаментную плиту подпятника, и изъ этого канала отводиться колодцемъ, гончарной трубой и т. п. Дно ямы между ходовымъ рельсомъ и фундаментной плитой покрывается мелкимъ гравіемъ, бетономъ или асфальтируется *).

b. Разбивка путей у поворотныхъ круговъ.

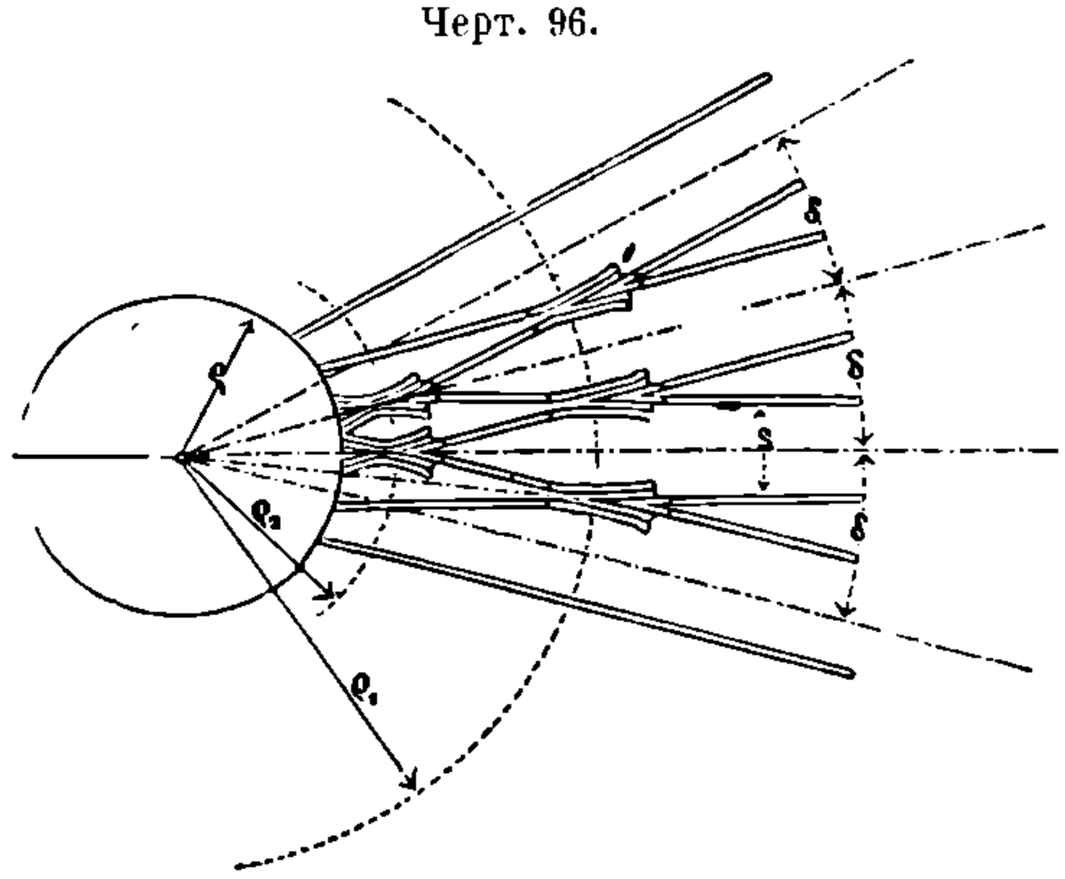
1. Радіальные пути (черт. 96). Пересѣченія путей при условіи, что геометрическія острія крестовинъ находятся въ разстояніяхъ ϱ_1, ϱ_2, ϱ_3 отъ центра круга, будутъ имѣть мѣсто лишь въ томъ случаѣ, когда радіусъ круга $\varrho = {}^1/_2 D$ будетъ меньше нижеслѣдующихъ величинъ:

одиночное пересѣченіе $\varrho_1 = \frac{s}{2\sin {}^1/_2 \delta}$, весьма близко $= \frac{s}{\delta}$,

двойное » $\varrho_2 = \frac{s}{2 \sin \delta}$, » » $= \frac{s}{2\,\delta}$,

тройное » $\varrho_3 = \frac{s}{2\sin {}^3/_2 \delta}$, » » $= \frac{s}{3\,\delta}$;

Черт. 96.



слѣд., $\varrho = {}^1/_2 D$ не должно быть меньше послѣдняго предѣла въ случаѣ, если число путей, ведущихъ на кругъ, будетъ болѣе трехъ. При этомъ предположенъ одинаковый центральный уголъ δ и s—ширина колеи въ свѣту равная 1435 mm. Для того, чтобы не приходилось срѣзать рельсовыхъ головокъ у окружности поворотнаго круга, слѣдуетъ принимать для предѣльныхъ размѣровъ величину $S = s + 0{,}120$ m (т.-е. больше на двѣ ширины головки) или 1555 mm.

При данномъ ϱ предѣльныя значенія для δ находятся изъ вышеприведенныхъ уравненій. Ниже даны для наименьшихъ

*) См. Meyer, Grdz. d. E.-M. т. III, стр. 249, а также O. f. F. 1869.

НТБ ДНУЖТ

угловъ δ соотвѣтствующія имъ разстоянія математическаго острія крестовины до центра круга для пяти наиболѣе употребительныхъ діаметровъ D. Уголъ крестовины при одиночномъ пересѣченіи — δ, а при двойномъ — δ и $2\,\delta$.

По вышеприведенному, при діаметрѣ поворотнаго круга въ 12,5 m въ кругломъ паровозномъ зданіи (полный кругъ) безъ пересѣченія путей, могутъ помѣститься $2\,\pi : 0{,}249\,446 = 25$ стойлъ, а при діаметрѣ 14,2 m такъ же точно $2\,\pi : 0{,}219\,456 = 28$ стойлъ, а при $D = 16{,}2$ m имѣемъ $2\,\pi : 0{,}192\,270 = 32$ стойла.

Въ кольцевомъ паровозномъ зданіи при одиночномъ пересѣченіи путей, и діаметрѣ круга 12,5 m на полукругѣ могутъ помѣститься $\pi : 0{,}124\,723 = 25$ стойлъ. (При условіи сохраненія крестовины 1 : 8 нашли бы $\pi : 0{,}124\,355 = 25$ стойлъ.) При діаметрѣ 14,2 m получимъ для того же кольцевого зданія $\pi : 0{,}109\,728 = 28$ стойлъ въ полукругѣ, а при $D = 16{,}2$ m имѣемъ $\pi : 0{,}096\,135 = 33$ стойла.

Поворотные круги съ радіальными путями.

№	Діаметръ ямы: $D = 2\,\rho$ m	Обозначенія величинъ	Безъ	Одиночное	Двойное
			пересѣченіе рельсовъ		
	16,2	$\sphericalangle\ \delta =$	$11^0 0' 59''$	$5^0 30' 29''$	$3^0 40' 20''$
		arc $\delta =$	0,192 270	0,096 135	0,064 090
		tg $\delta =$	0,194 677	0,096 431	0,064 180
		$\varrho_1 =$	—	14,933	22,393
		$\varrho_2 =$	—	—	11,202
	14,2	$\sphericalangle\ \delta =$	$12^0 34' 26''$	$6^0 17' 13''$	$4^0 11' 29''$
		arc $\delta =$	0,219 456	0,109 728	0,073 152
		tg $\delta =$	0,223 048	0,110 170	0,073 284
		$\varrho_1 =$	—	13,084	19,621
		$\varrho_2 =$	—	—	9,817
3	12,5	$\sphericalangle\ \delta =$	$14^0 17' 32''$	$7^0 8' 46''$	$4^0 45' 51''$
		arc $\delta =$	0,249 446	0,124 723	0,083 149
		tg $\delta =$	0,254 752	0,125 374	0,083 343
		$\varrho_1 =$	—	11,513	17,263
		$\varrho_2 =$	—	—	8,639
4	7,5	$\sphericalangle\ \delta =$	$23^0 55' 56''$	$11^0 57' 58''$	$7^0 58' 39''$
		arc $\delta =$	0,417 696	0,208 848	0,139 232
		tg $\delta =$	0,443 812	0,211 938	0,140 140
		$\varrho_1 =$	—	6,884	10,315
		$\varrho_2 =$	—	—	5,170
5	4,4	$\sphericalangle\ \delta =$	$41^0 23' 31''$	$20^0 41' 45''$	$13^0 47' 50''$
		arc $\delta =$	0,722 426	0,361 213	0,240 809
		tg $\delta =$	0,881 369	0,377 785	0,245 572
		$\varrho_1 =$	—	3,994	5,974
		$\varrho_2 =$	—	—	3,009

НТБ ДНУЖТ

2. Параллельные пути, сходящіеся по направленію къ поворотному кругу.

Основное правило. Каждый путь, ведущій на кругъ, долженъ имѣть вблизи круга направленіе по его радіусу, причемъ направленіе это должно имѣть мѣсто уже на разстояніи 3 до 6 m отъ края ямы. При пересѣченіяхъ путей крестовины должны лежать еще на прямой части пути, почему длина прямого пути отъ центра должна быть:

$$g \geqq \frac{s_1}{\delta} \text{ или также } g \geqq \varrho + 3 \text{ m};$$

для длины g величина $s_1 = 1{,}6$ m и считается до наружной грани рельсовой подошвы. По малости угловъ sin и tg могутъ быть замѣнены arc, тогда получаемъ слѣдующія приблизительныя формулы:

Для трехъ симметричныхъ путей (черт. 97).

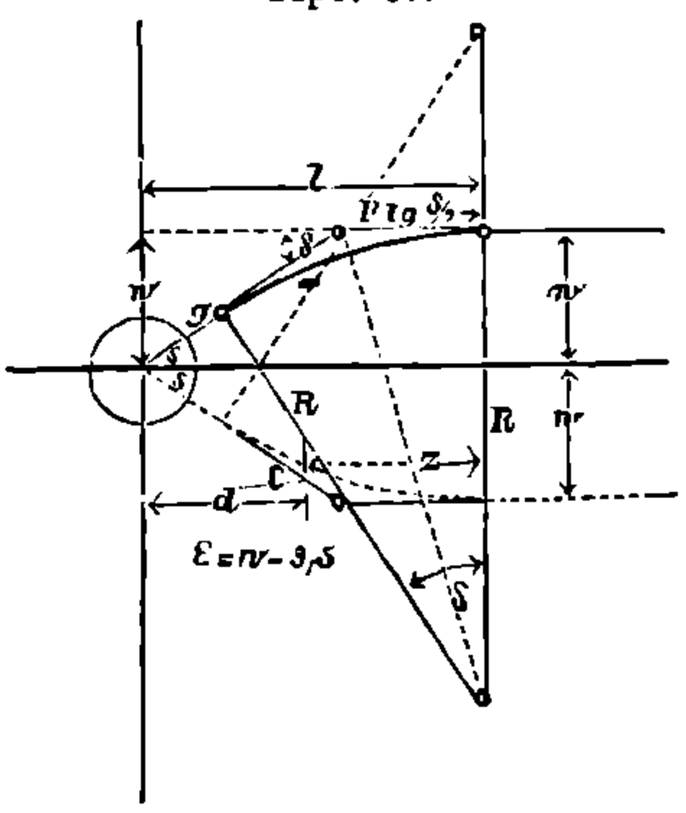
d означаетъ разстояніе контрольнаго столбика до центра круга.

$$l = \frac{w}{\delta} + \frac{R\,\delta}{2};\ d = l - \sqrt{2R(w - 3{,}5) - (w - 3{,}5)^2};$$

$d \leqq \sqrt{2\,\frac{w \quad s_1}{R}}$ (въ противномъ случаѣ необходима обратная кривая).

Разстояніе между путями w равно 4,5 m; δ соотвѣтствуетъ здѣсь (и далѣе) величинѣ arc δ. Радіусъ R принимаютъ $\geqq 180$ m, а для вагонныхъ путей до 150 m. Этимъ величинамъ соотвѣтствуютъ $\operatorname{tg}\delta \leqq {}^1/_6$ и, соотв., $\operatorname{tg}\delta \leqq {}^1/_5$.

Черт. 97.



Для пяти симметричныхъ путей

имѣемъ $\delta \leqq \sqrt{\frac{w - s_1}{R_1}}$, гдѣ R_1 относится до наружныхъ наиболѣе закругленныхъ путей.

Два симметричныхъ пути безъ средняго пути (черт. 98).

$$l = \frac{w}{\delta} + \frac{R\,\delta}{4} \text{ и } d = l - \sqrt{2\,R\,\varepsilon - \varepsilon^2};$$

$$d \leqq 2\sqrt{\frac{w - s_1}{R}} \text{ и } \varepsilon - \frac{w - 3{,}5}{2}.$$

НТБ ДНУЖТ

При $w = 4{,}5$ m, $R = 180$ и 150 m имѣемъ $\delta \leqq 0{,}254$ и, соотв., 0,278, т.-е. $\operatorname{tg} \delta = 1 : 4$ и, соотв., $1 : 3{,}6$.

Для четырехъ симметричныхъ путей $\delta \leqq \sqrt{{}^4/_3 \frac{w - s_1}{R_1}}$.

3. Поворотный кругъ и стрѣлка (черт. 99).

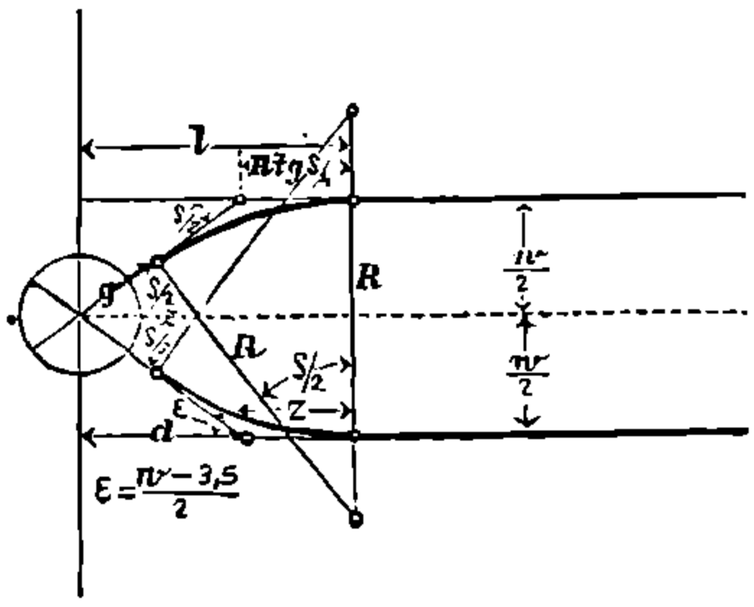
Предѣльное значеніе для φ:

$$\varphi \leqq \sqrt{\frac{2\,(w - s_1 - b\,\alpha)}{R} + \alpha^2}.$$

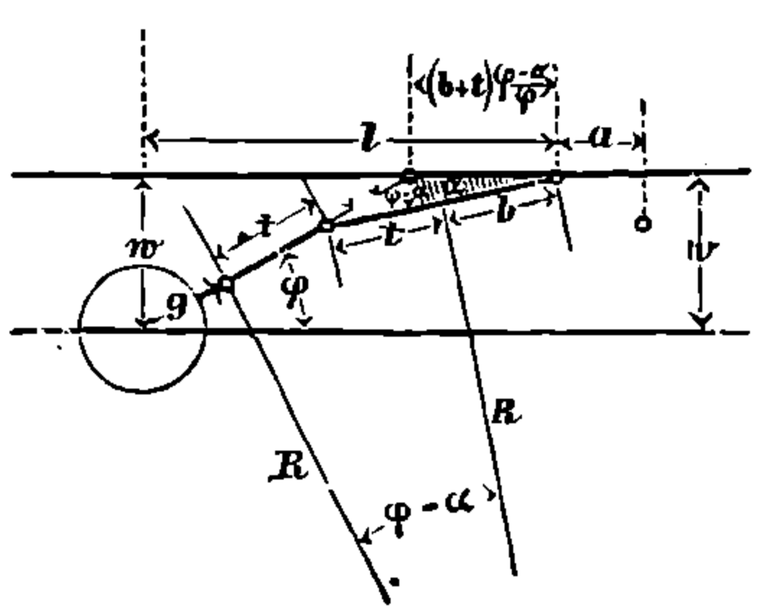
При $w = 4{,}5$ m, $\alpha = 0{,}1$ и $R = 180$ или 150 m имѣемъ:

$\varphi \leqq 0{,}1563$, соотв., $\leqq 0{,}165$, $g = 5{,}04$, соотв., $= 9{,}7$ m.

Черт. 98.



Черт. 99.



c. Передвижныя телѣжки *).

Длина телѣжки равна наибольшему разстоянію между крайними осями подвижного состава + 0,5 m. Обыкновенно принимаютъ для паровоза съ тендеромъ 14 до 16 m, а для пассажирскихъ вагоновъ 4 до 8 m (за исключеніемъ случаевъ особыхъ типовъ подвижного состава). Для паровоза безъ тендера въ мастерскихъ 8,0 m, для вагоновъ 8,0 m. Число ходовыхъ рельсовъ, подъ телѣжкой, четыре, изъ нихъ два среднихъ рельса двойные; въ промежутокъ между этими двойными рельсами входитъ гребень колеса; послѣдній устраивается на срединѣ ширины обода. Матеріалъ главныхъ балокъ какъ и въ поворотныхъ кругахъ.

Типъ I. Телѣжки ниже уровня рельсовъ (въ каналѣ). Глубина канала не болѣе 0,5 m. На главныхъ путяхъ каналы не допускаются.

Рельсы телѣжки поддерживаются двумя главными продольными балками; послѣднія соединяются поперечными балками, подвѣшенными къ подшипникамъ осей, поддерживающихъ телѣжку. Для легкаго перемѣщенія телѣжки колеса слѣду-

*) См. Френкель и Г. Мейеръ см. выноску на стр. 752.

НТБ ДНУЖТ

етъ дѣлать, по возможности, большого діаметра (до 0,8 m), почему они должны быть расположены снаружи главныхъ балокъ и внѣ габарита. Поперечныя балки имѣютъ большею частью форму двойныхъ балокъ, въ промежуткахъ между которыми располагаются поддерживающія колеса, и которыя могутъ по высотѣ доходить до уровня ходовыхъ рельсовъ телѣжки.

Для длинныхъ вагоновъ и паровозовъ число ходовыхъ рельсовъ для телѣжки принимается три, четыре до 8 и, слѣд., число колесъ — 6, 8 до 16. Для короткихъ вагоновъ достаточно и двухъ ходовыхъ рельсовъ. Телѣжки направляются колесами, имѣющими боковыя или среднія реборды, въ послѣднемъ случаѣ рельсы двойные (см. выше). Ходовые рельсы телѣжки укладываются на отдѣльныхъ каменныхъ опорахъ, лучше на особомъ каменномъ фундаментѣ, съ тѣмъ, чтобы, вслѣдствіе могущей быть осадки или неправильнаго положенія рельсовъ, не затруднять напрасно передвиженія телѣжки. Промежутокъ между рельсами закрывается рифленымъ желѣзомъ или деревянными брусьями.

Небольшія телѣжки перемѣщаются людьми или лошадьми. Передаточный механизмъ необходимъ лишь въ телѣжкахъ для передвиженія паровозовъ. Посредствомъ лебедки и рукоятки движеніе передается одной изъ осей, которая дѣлается общею для двухъ колесъ. Перемѣщеніе производится также канатной передачей, отъ привода или особымъ паровымъ двигателемъ.

Скорость перемѣщенія телѣжекъ 30 m въ минуту.

Электрической передачѣ отдается предпочтеніе.

Типъ II. Телѣжки, перемѣщающіяся на уровнѣ рельсовъ (безъ канала). Вообще примѣняется только для легкаго подвижного состава, ибо надлежащая конструкція тяжелыхъ балокъ представляетъ затрудненія. Преимущество — отсутствіе открытой канавы.

Примѣненіе внутреннихъ колесъ, которыя могутъ быть только небольшого діаметра ($\leqq$ 330 mm), обусловливаетъ тяжелый ходъ телѣжки. Небольшой діаметръ колесъ необходимъ для возможности прохода осей подвижного состава; поэтому отдается предпочтеніе колесамъ наружнымъ.

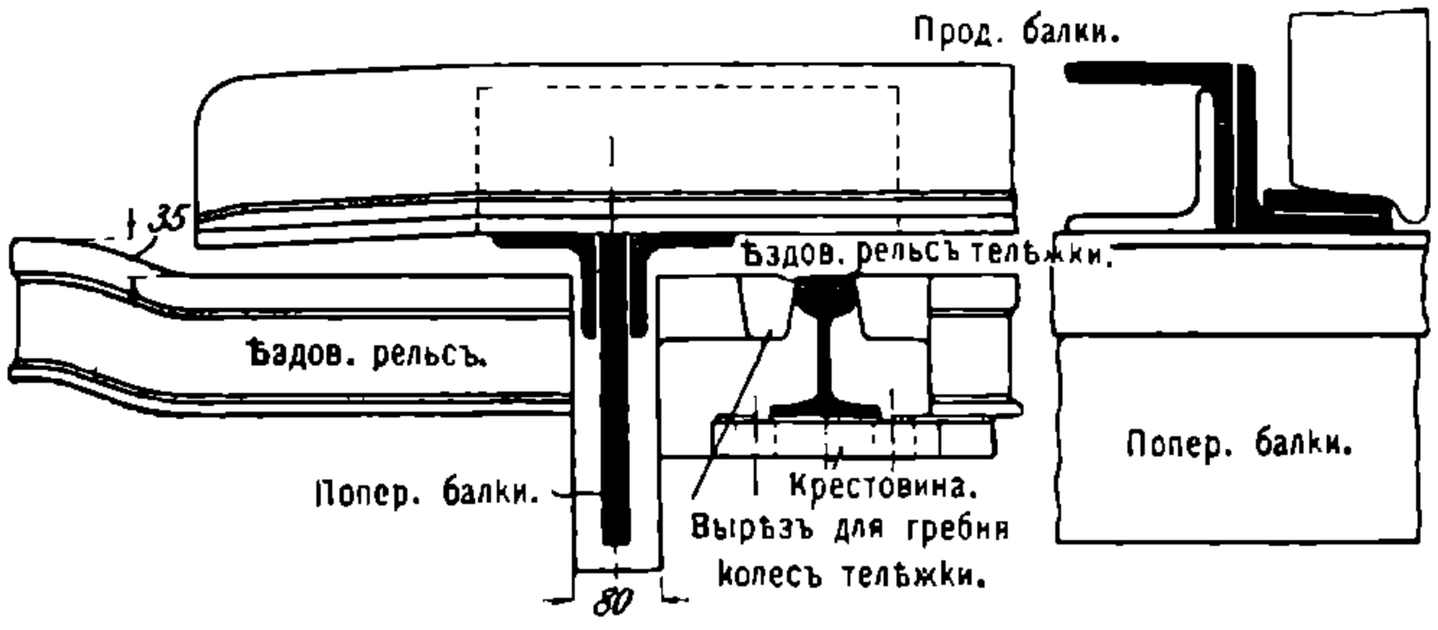
Типъ IIa съ наружными колесами допускаетъ при разстояніи между осями 4,3 до 4,5 m колеса относительно большаго діаметра (0,8 до 0,9 m), и слѣд., легкое перемѣщеніе. Подъ долевыми балками располагаются прочныя поперечныя балки; послѣднія входятъ въ прорѣзы ѣздовыхъ рельсовъ. Прорѣзы эти даютъ разрывы ѣздового рельса на длинѣ 50 до 100 mm для каждой поперечной балки и могутъ быть допущены на главныхъ (тупиковыхъ) путяхъ.

Въ мастерскихъ и для путей запасныхъ при перемѣщеніи вагоновъ и порожнихъ паровозовъ представляютъ хорошій типъ. При длинѣ телѣжки 8 m устраиваютъ 4 ходовыхъ

НТБ ДНУЖТ

рельса; діам. колесъ 0,8 до 0,9 m, разстояніе между осями 4,3 m, а между колесами одной и той же оси 1,5 до 2 m. Разность высотъ между ѣздовою поверхностью телѣжки и ѣздовыми рельсами пути, напр., 74 mm. Высота эта дѣлится пополамъ при помощи высадки ѣздового рельса, напр., на 35 mm, причемъ остающаяся высота 39 mm преодолѣвается при помощи неподвижнаго короткаго языка на концѣ продольной балки (черт. 100). Изъ образовавшихся желобковъ должна быть удалена вода. Телѣжки этого типа употребляются также и для паровозовъ, перемѣщаемыхъ въ рабочемъ состояніи.

Черт. 100.



Типъ II b. Ѣздовая поверхность рельсовъ телѣжки расположена на 45 mm выше прилегающихъ концовъ ѣздового рельса пути. Для въѣзда на телѣжку требуются особые пружинящіе поворотные языки, прижимаемые къ ѣздовому рельсу колесами подвижного состава при вкатываніи его на телѣжку; при движеніи телѣжки языки перемѣщаются свободно надъ ѣздовыми рельсами. (См. S. Winkler, Vortr. über Eisenbahnbau тетр. III, Dr. Fraenkel, изд. 2, 1877, Прага).

3. Движущіе механизмы.

Небольшія телѣжки перемѣщаются лошадьми или рабочими, а иногда и во́ротами. У бо́льшихъ телѣжекъ передача при помощи лебедки, дѣйствующей на одно или два телѣжечныхъ колеса. Механизмъ лебедки дѣйствуетъ отъ руки, а у большихъ лебедокъ или при частомъ употребленіи— путемъ механическихъ приспособленій, располагаемыхъ либо на самой телѣжкѣ, либо впереди телѣжки припрягается газовый или паровой двигатель; также гидравлическими приборами или непрерывно перемѣщающимся канатомъ, приводимымъ въ движеніе отъ существующей паровой машины. Въ послѣднее время частая электрическая передача съ приборомъ для измѣненія направленія вращенія. Токъ подводится подъ землею или лучше воздушнымъ проводомъ.

НТБ ДНУЖТ

Часто съ электродвигателемъ соединено приспособленіе для втягиванія вагоновъ на телѣжку при помощи каната. Для трогания съ мѣста рекомендуются фрикціонныя муфты, которыя трогаютъ съ мѣста плавно и во всѣхъ положеніяхъ телѣжки. Для надежной остановки телѣжки, по желанію, лебедка снабжается тормозомъ, обслуживаемымъ особою педалью.

При постоянномъ токѣ примѣняются послѣдовательные двигатели.

Если съ двигателемъ соединена еще лебедка для втаскиванія вагона, то лучше брать двигатели шунтовые или компаундъ въ виду ихъ большаго момента при трогании съ мѣста.

Наиболѣе употребительныя скорости передвиженія для паровозныхъ телѣжекъ 0,5 m/sk, для вагонныхъ телѣжекъ до 1 m/sk. Скорость при трогании съ мѣста составляетъ только 0,5 до 0,75 отъ вышеприведенныхъ; этимъ достигается при трогании съ мѣста такой же расходъ силы, какъ и при движеніи телѣжки.

4. Сопротивленіе движенію и расходъ силы.

Пусть обозначаютъ:

Q общій вѣсъ телѣжки и груза, который долженъ быть перемѣщаемъ, въ kg,

Q' нагрузку тѣхъ поддерживающихъ колесъ (въ kg), которыя служатъ движущими и которыми производится передача движенія,

W сопротивленіе движенію на окружности поддерживающихъ колесъ въ kg,

R радіусъ поддерживающихъ колесъ въ cm,

r радіусъ цапфъ поддерживающихъ колесъ въ cm,

μ_1 коэффиціентъ тренія цапфъ для поддерживающихъ колесъ,

μ коэффиціентъ скользящаго тренія между колесомъ и рельсомъ,

f коэффиціентъ катящагося тренія въ cm,

тогда: $$W = \frac{\mu_1 r + f}{R} Q, \qquad Q' \geqq \frac{W}{\mu}.$$

(Среднія значенія: $\mu_1 = 0{,}1$; $\mu = {}^1/_6$ до ${}^1/_8$ и $f = 0{,}05$ cm.)

Къ сопротивленію, опредѣленному разсчетомъ, еще необходимо прибавлять нѣкоторую величину на треніе въ ребордахъ, неровность ходовыхъ рельсовъ телѣжки и на неизбѣжныя неточности при постройкѣ телѣжки.

Расходъ силы *) разнообразенъ въ зависимости отъ скорости движенія телѣжки и ея конструкціи. Телѣжки въ канавѣ для передвиженія паровозовъ при длинѣ 8 m и скорости

*) См. Glas. Annalen 1903, т. 53, стр. 240.

НТБ ДНУЖТ

0,5 m/sk требуютъ при постоянномъ токѣ 18 ЛС. Телѣжки на уровнѣ рельсовъ для вагоновъ при длинѣ 8 m и скорости 1 m/sk требуютъ 8 до 10 ЛС (двигатель постояннаго тока).

При опредѣленіи расхода силы для втаскивающихъ лебедокъ необходимо имѣть въ виду, что новые необкатанные вагоны имѣютъ сопротивленіе большее, нежели вагоны обкатанные.

C. Общее расположеніе станцій *).

a. Обзоръ главныхъ типовъ.

По **расположенію станцій** относительно сѣти различаютъ: конечныя станціи, промежуточныя станціи, станціи для примыкающихъ линій, станціи для скрещивающихся линій, узловыя станціи (въ случаѣ если къ данной станціи примыкаютъ нѣсколько скрещивающихся и нескрещивающихся линій).

Также могутъ имѣть мѣсто и соединенія вышеприведенныхъ типовъ; такъ, напр., случай, гдѣ станціи для двухъ скрещивающихся линій служитъ одновременно и конечной станціей для третьей линіи. Самое скрещеніе путей дѣлается обыкновенно внѣ предѣловъ станцій на разныхъ уровняхъ посредствомъ мостовъ.

По **расположенію станцій въ планѣ** различаютъ слѣдующія формы: a) конечныя сомкнутыя, b) промежуточныя, c) клинообразныя, d) станціи свободностоящія, или островныя.

Конечныя сомкнутыя формы для станцій пассажирскихъ и, притомъ, конечныхъ въ томъ случаѣ, когда продолженія линіи ожидать нельзя и когда того требуютъ мѣстныя условія (напр. конечныя станціи въ большихъ городахъ). Форма эта также употребляется для примыкающихъ и узловыхъ станцій; въ послѣднемъ случаѣ необходимъ особый путь для пропуска товарныхъ поѣздовъ.

Форма промежуточныхъ сквозныхъ станцій для станцій, мимо которыхъ поѣзда лишь проходятъ, и въ соединеніи со станціями типа a) для соединенія съ вѣтвью главной линіи.

Клинообразная форма въ случаѣ соединенія на данной станціи двухъ линій того же приблизительно направленія.

Станціи островныя какъ для примыкающихъ путей, такъ и для скрещивающихся линій.

Устройство особыхъ перроновъ для товарнаго и пассажирскаго движенія весьма цѣлесообразно; при этомъ необхо-

---

*) См. Heusinger, Handbuch. f. spez. Eisenb.-Technik, т. I, гл. IX, XII и XIII. — Zur Nieden, Bau der Strassen und Eisenbahnen, Berlin, 1878. — Шмидтъ, Vorträge über Bahnhöfe und Hochbauten auf Locomotiv-Eisenbahnen. Лейпцигъ, 1873 и 1880. — Goering, Bahnhofsanlagen въ Encyklopädie des Eisenbahnw., томъ I; далѣе въ Lexikon d. ges. Technik Lueger'a, т. I, 1894.

НТБ ДНУЖТ

димо, чтобы товары большой скорости можно было съ удобствомъ перевозить и въ пассажирскихъ поѣздахъ.

Ц. Т. И. К. 13 іюля 1877, № 5687. Проекты общаго расположенія путей и зданій на станціяхъ строящихся желѣзныхъ дорогъ должны быть составляемы въ масштабѣ $\frac{1}{1000}$ (10 саж въ 0,01 саж.).

Всѣ пути, показанные на чертежѣ, должны именоваться сообразно своему назначенію и различаться одинъ отъ другого слѣдующими условными цвѣтами красокъ:

главный путь ═══ карминомъ,
пассажирскій путь ═══ зеленымъ,
товарные пути ═══ лиловымъ,
паровозные пути (въ паровозныя зданія къ поворотнымъ кругамъ) ═══ желтымъ,
пути въ мастерскія ═══ безъ окраски,
» предполагаемые къ укладкѣ впослѣдствіи = = = безъ окраски,
существующіе пути станцій, къ которымъ строящаяся дорога прямыкаетъ, ═══ голубымъ.

b. Длина прямыхъ, кривыхъ и уклоны на станціяхъ, станціонныя площадки.

Кривыя, допускаемыя на станціяхъ, см. **Т. У. П.** и **С.** 20, стр. 599.

Распредѣленіе станцій по классамъ и пассажирскихъ зданій по разрядамъ см. **Т. У. П.** и **С.** 21, стр. 599.

Длина и уклоны станціонныхъ и разъѣздныхъ площадокъ по **Т. У. П.** и **С.** 11, стр. 598, а для подъѣздныхъ путей 20, стр. 630.

c. Станціи, пути и станціонныя зданія.

Расположеніе путей и зданій на станціяхъ, длина путей по **Т. У. П.** и **С.** 64, стр. 610. Пассажирскія зданія, раздѣленіе ихъ на классы, предѣльные размѣры зданій по **Т. У. П.** и **С.** 65, стр. 611. Типы пассажирскихъ зданій и омеблировка ихъ по **Т. У. П.** и **С.** 66 и 67, стр. 611.

Склады для храненія матеріаловъ по **Т. У. П.** и **С.** 75, стр. 614.

Пассажирскіе и товарные дворы, подъѣзды, ограды по **Т. У. П.** и **С.** 76, а также стр. 626.

d. Путевыя постройки: жилые дома, казармы, сторожевые дома.

Путевыя постройки (казармы, полуказармы, сторожевые дома), ихъ число, предѣльные размѣры, надворныя постройки и типы по **Т. У. П.** и **С.** 59—62, стр. 609. Путевые знаки 63, стр. 610. Жилыя помѣщенія и службы къ нимъ по **Т. У. П.** и **С.** 69—70, стр. 612, 613, а для подъѣздныхъ путей 21 и 22, стр. 630. См. также стр. 621.

НТБ ДНУЖТ

e. Товарныя платформы и пакгаузы. Воинскіе пути, платформы и площадки.

Типы, расположеніе и предѣльные размѣры по **Т. У. П.** и **С.** 68, стр. 612.

f. Телеграфъ и телефонъ.

Условія проектированія и предѣльные размѣры по **Т. У. П.** и **С.** 83 и 84, стр. 617, а для подъѣздныхъ путей 28, стр. 631. См. также стр. 649.

g. Водоснабженіе.

1. Станціи водоснабженія.

Расходъ воды. Вода расходуется для: a) жилыхъ помѣщеній и крановъ питьевой воды, мастерскихъ, отхожихъ мѣстъ, для чистки пассажирскихъ, товарныхъ и скотскихъ вагоновъ (въ морозное время вода нагрѣвается), платформъ для перевозки войскъ, тушенія пожаровъ и т. п.; b) для питанія паровозовъ на службѣ и для промывки паровозныхъ котловъ; c) для питанія котловъ въ мастерскихъ, водоподъемныхъ зданіяхъ и т. п.

Объемъ воды въ тендерномъ бакѣ 8 до 12 cbm, въ большихъ тендерахъ до 18 cbm (на 1 cbm меньше объема тендернаго бака) *). На ровномъ пути можно принимать, въ зависимости отъ расположенія станцій и подъемовъ пути, что наполненіе тендернаго бака водой производится послѣ пробѣга

100 до 180 km для скорыхъ паровозовъ,
70 » 100 » » пассажирскихъ паровозовъ,
30 » 45 » » товарныхъ паровозовъ,
26 » 30 » » танковыхъ паровозовъ;

на дорогахъ съ большими и длинными подъемами — черезъ 50 km для пассажирскихъ, 25 km для товарныхъ и 15 до 20 km для танковыхъ паровозовъ.

Скорый и товарный паровозы въ ровной мѣстности расходуютъ 0,06 и, соотв., 0,20 cbm воды на 1 km пробѣга.

Разстояніе между станціями съ водоснабженіемъ зависитъ отъ характера движенія и типа паровозовъ; въ среднемъ, принимается 25 до 30 km, для горныхъ дорогъ до 8 km (С.-Готард. дорога съ подъемами $25^0/_{00}$ до $27^0/_{00}$) и до 5 km (Арлбергская дорога съ подъемами до $31^0/_{00}$).

Разстояніе между пунктами водоснабженія и норма расхода воды въ пути по **Т. У. П. и С. 77**, стр. 614. Количество воды на каждомъ пунктѣ водоснабженія для разныхъ цѣлей по **Т. У. П.** и **С.** 78, стр. 614.

---

*) См. Шмидтъ, Bahnhöfe und Hochbauten für Lok.-Eisenb., ч. II, 1880, и Г. Мейеръ, Grundzüge des Eisenb.-Maschinenbaues, т. III, Берлинъ, 1886.

НТБ ДНУЖТ

Источниками водоснабженія служатъ: 1) ключи и пруды, 2) рѣки, ручьи и озера, 3) колодцы или грунтовая вода, 4) городскіе водопроводы, 5) при движеніи паровоза — изъ расположенныхъ между рельсами особыхъ каналовъ длиною 500 m (по Рамсботтому: Англія, Сѣв. Америка).

На станціяхъ, гдѣ не предполагается производить снабженіл паровозовъ водой, пользуются водой изъ источниковъ и колодцевъ, изъ которыхъ вода подается ручными насосами, а также изъ городскихъ водопроводовъ. На станціяхъ водоснабженія паровозовъ, а также на станціяхъ съ депо, подача воды производится при помощи особыхъ водоподъемныхъ машинъ, которыя должны снабжать паровозы хорошею водой въ необходимомъ количествѣ.

При водоснабженіи изъ источниковъ 1) и 2) слѣдуетъ устраивать фильтры: химическая очистка воды на практикѣ не оправдалась, въ случаяхъ 1) и 4) необходимо имѣть въ виду перемѣнное количество воды, даваемое источникомъ, и въ 5) обезпеченіе водоснабженія станціи на случай возможной порчи водоподъемной машины водопровода.

Источники водоснабженія по **Т. У. П. и С.** 79, стр. 615.

Составъ воды. Хорошая вода для питанія паровыхъ котловъ содержитъ на 1 литръ чистой воды не болѣе 0,1 до 0,2 g, вода средняго качества 0,2 до 0,3 g, а годная для водоснабженія 0,3 до 0,5 g остатковъ, образующихъ накипь. Вода съ бо́льшимъ содержаніемъ солей, грязная, съ содержаніемъ хлора и кислотъ для питанія котловъ негодна. (См. также ч. I, стр. 1031.)

Напоръ. Разстояніе отъ низа бака до верха рельса слѣдуетъ дѣлать не менѣе 10 m, а при длинныхъ разводныхъ трубахъ и противопожарныхъ водопроводахъ напоръ долженъ быть 20 m и болѣе. Если на нѣкоторомъ разстояніи отъ водоемнаго зданія установлены путевые наливные краны для питанія паровозовъ пассажирскихъ и скорыхъ поѣздовъ, то, при разстояніи этого крана отъ водоемнаго зданія свыше 860 m, на каждые 200 m слѣдуетъ прибавлять по 1 m напора.

Если вблизи того мѣста, гдѣ происходитъ наибольшій расходъ воды, имѣется достаточное естественное возвышеніе, то имъ пользуются для сооруженія каменнаго водохранилища круглой или четырехугольной формы на надлежащей высотѣ. Хранилище перекрывается сводомъ и имѣетъ емкость, равную двух- или трехдневному расходу воды.

Емкость водяныхъ баковъ опредѣляется въ зависимости отъ суточнаго потребленія воды, и размѣры ихъ устанавливаются по опредѣленнымъ типамъ въ 50, 100, 200, 400, 600, 800 и 1000 cbm. Расходъ меньше 50 и больше 1000 cbm въ день встрѣчается лишь въ видѣ исключеній. См. стр. 615

Запасъ воды на станціяхъ долженъ быть равенъ количеству воды, которое требуется при наибольшемъ расходѣ въ теченіе 14 часовъ, а въ исключительныхъ случаяхъ (при

НТБ ДНУЖТ

перевозкѣ войскъ) — при 4-часовомъ расходѣ воды. На малыхъ станціяхъ, обслуживаемыхъ подвижными машинистами, запасъ воды долженъ быть достаточенъ на весь промежутокъ времени, въ который вода въ бакъ не подается.

Емкость баковъ по **Т. У. П.** и **С.** 80, стр. 615.

Водяные баки располагаются на различныхъ разстояніяхъ отъ водоподъемнаго зданія (рѣкъ, озеръ и т. д.), лучше въ срединѣ той площади, гдѣ производится расходъ воды. При новыхъ водоснабженіяхъ правильнѣе устраивать одинъ большой бакъ, чѣмъ нѣсколько малыхъ, и въ случаѣ увеличенія водоснабженія ставить второй большой бакъ въ срединѣ того мѣста, гдѣ предполагается новый усиленный расходъ воды. Оба бака, при помощи трубы съ задвижкой, соединяются между собой.

Въ исключительныхъ случаяхъ можно устанавливать два или болѣе (круглыхъ или четырехугольныхъ) бака въ одномъ помѣщеніи, съ цѣлью выдѣленія одного или нѣсколькихъ баковъ на случай ремонта. Въ этомъ случаѣ должны быть устроены задвижки или краны для регулированія количества притекающей и уходящей воды изъ каждаго бака въ отдѣльности.

Уровень воды въ бакахъ указывается поплавками или электрическими указателями. На случай переполненія бака водой должна быть устроена сливная труба, отводящая излишнюю воду. Водяной бакъ долженъ быть легко доступенъ для осмотра и различныхъ исправленій.

Водоемныя зданія покрываются крышей и въ зимнее время должны отапливаться.

Размѣры и типъ водоемныхъ баковъ. Баки всего удобнѣе круглые, изъ клепаныхъ листовъ сварочнаго или литого желѣза, толщиной вверху 3 до 4 mm, а внизу 4 до 8 mm. Высота большею частью равна половинѣ діаметра. Наиболѣе подходящими являются слѣдующіе размѣры:

Діаметръ d. .	4,0	5,0	6,5	8,0	9,0	10,0	11 m;
Высота h. . . .	2,0	2,5	3,25	4,0	4,5	5,0	5,5 m;
Полезный объемъ .	25	50	100	200	300	400	500 cbm.

Днище изъ листовъ, толщиной 6 до 9 mm, сферическое (радіусомъ $= d$, высота $= 0{,}134\,d$), также коническое (высота $= {}^1/_3$ до ${}^1/_9\,d$). О резервуарахъ Интце и дальнѣйшія данныя см. стр. 196.

Трубопроводы составляются изъ раструбныхъ чугунныхъ трубъ, осмоленныхъ снаружи и изнутри. Для короткихъ всасывающихъ и нагнетательныхъ трубопроводовъ діаметръ трубъ (въ свѣту) принимается равнымъ ${}^2/_3$ діаметра насоснаго поршня, при болѣе длинныхъ трубопроводахъ діаметръ ихъ опредѣляется точными разсчетами. Всасывающая труба укладывается съ подъемомъ къ насосу, а нагнетательная и разводная къ гидравлическимъ кранамъ — съ подъемомъ къ

НТБ ДНУЖТ

водоемному зданію. Въ мѣстахъ суженія сѣченія трубы и гдѣ можетъ собираться воздухъ, должны быть поставлены вантузы, краны или небольшіе воздушные колпаки. Діаметръ разводныхъ трубъ 180 до 200 mm и болѣе.

Устройство запасныхъ водоснабженій, на случай порчи главнаго, болѣе выгодно, чѣмъ увеличеніе числа главныхъ станцій водоснабженія, т.-е. чѣмъ уменьшеніе разстоянія между станціями водоснабженія. Нормы для размѣровъ водопроводныхъ трубъ по **Т. У. П.** и **С.** 82, стр. 615.

Величина и размѣры отдѣльныхъ частей водоснабженій должны соотвѣтствовать суточному расходу воды.

Насосныя станціи (водоподъемныя зданія) устраиваются въ тѣхъ случаяхъ, когда вода не можетъ итти естественнымъ уклономъ, и когда предварительными изысканіями обнаружено достаточное количество воды для водоснабженія.

Колодцы. Пульзометры и инжекторы лишь на небольшихъ станціяхъ. Для поршневыхъ насосовъ двигателями служатъ: паръ, газъ, сжатый воздухъ, люди, вѣтеръ. Часто устраиваютъ водоснабженіе паромъ изъ паровознаго котла; паръ поднимаетъ воду непосредственно въ тендеръ. Производительность насоса должна быть такова, чтобы необходимый для станціи 24-часовой расходъ могъ быть доставленъ насосомъ въ теченіе 10 часовъ. Въ случаѣ усиленной работы можно разсчитывать на непрерывную работу насоса въ теченіе 20 часовъ. Высота всасыванія отъ 6 до 7 m, длина всасывающей трубы, по возможности, меньше. Ходъ поршня выбирается равнымъ двойному діаметру насоснаго цилиндра. Скорость поршня 0,15 до 0,5 m въ сек. Постановкѣ запаснаго насоса и запаснаго котла на случай порчи слѣдуетъ отдавать предпочтеніе передъ устройствомъ запаснаго водоснабженія на промежуточныхъ станціяхъ. Промежуточныя водоснабженія устраиваются тогда съ пульзометрами или вѣтряными двигателями.

Размѣры насосовъ водоснабженія по **Т. У. П.** и **С.** 80, стр. 615.

2. Путевые наливные (гидравлическіе) краны.

Гидравлическій кранъ долженъ быть въ состояніи подавать 1 cbm воды въ минуту и имѣть приспособленіе для неподвижной установки его. Для новыхъ быстроходныхъ паровозовъ, имѣющихъ тендера емкостью 18 cbm, желательно имѣть путевые наливные краны производительностью 3 до 4 cbm/мин. Отверстіе истеченія $\geqq 2{,}85$ m надъ рельсомъ. Остающаяся въ вертикальной трубѣ крана вода при запираніи задвижки или клапана должна уходить автоматически, для предупрежденія замерзанія воды.

НТБ ДНУЖТ

Обязательно ставить сигналы для указанія мѣста крановъ въ ночное время.

Краны должны быть установлены на пути съ такимъ разсчетомъ, чтобы снабженіе водой паровозовъ, прибывающихъ съ поѣздами съ разныхъ сторонъ, могло производиться безъ отцѣпки паровоза отъ поѣзда.

На сортировочныхъ станціяхъ удобно ставить гидравлическіе краны у главнаго вытяжного пути.

Условія для путевыхъ наливныхъ крановъ по **Т. У. П.** и **С.** 82, стр. 615.

По **Ж. И. С.** отъ 11 ноября 1902, за № 458, установлены слѣдующія условія для размѣщенія гидравлическихъ колоннъ на станціяхъ (черт. 100а):

1. На **проходныхъ станціяхъ** гидравлическія колонны полезно располагать: а) при схемѣ № 1 — одну въ междопутьѣ 1-го и 2-го путей, а другую въ междонутьѣ 2-го и 3-го путей и б) при схемѣ № 2 — одну въ междопутьѣ 2-го и 3-го, другую въ междопутьѣ 1-го и 4-го путей, и притомъ въ такомъ разстояніи отъ предѣльнаго столбика, чтобы первый паровозъ (въ случаѣ движенія двойной тягой), при наборѣ воды вторымъ паровозомъ, не выходилъ за предѣльный столбикъ.

2. На **проходныхъ станціяхъ**, расположенныхъ на площадкахъ, дѣлящихъ перегонъ со сплошнымъ уклономъ, когда работа паровоза по одному изъ направленій незначительна, а по другому ожидается, наоборотъ, усиленная, гидравлическія колонны слѣдуетъ располагать со стороны сего послѣдняго направленія и съ такимъ разсчетомъ, чтобы оба паровоза поѣзда, идущаго двойной тягой, могли бы одновременно запасаться водою.

Черт. 100а.

схема №1.

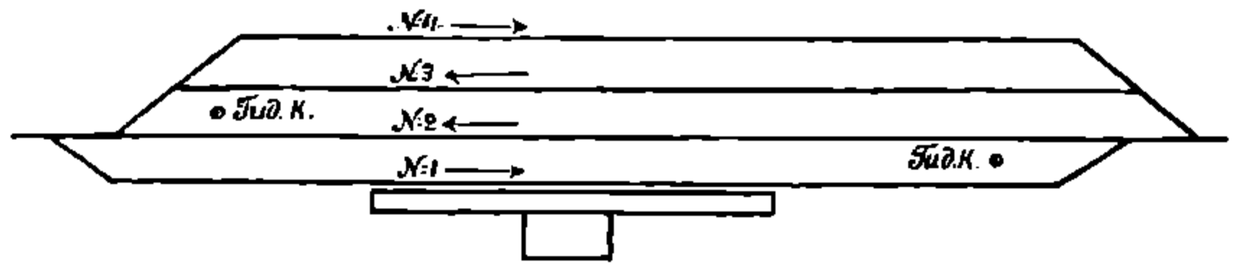


схема №2.

3. На линіяхъ, гдѣ имѣются въ обращеніи **курьерскіе и скорые поѣзда**, когда отцѣпка паровоза для снабженія водою можетъ вызвать задержку въ отправленіи и тѣмъ нарушить правильность движенія всѣхъ поѣздовъ, для снабженія паровозовъ водою необходимо требовать установки еще двухъ колоннъ въ междопутьѣ 1-го и 2-го путей, ставя ихъ съ такимъ разсчетомъ, чтобы остановившійся пассажирскій поѣздъ, безъ отцѣпки паровоза, могъ сейчасъ же послѣ остановки набирать воду.

4. На станціяхъ **смѣны товарныхъ паровозовъ** гидравлическія колонны устанавливаются между пассажирскими путями исключительно для снабженія водою паровозовъ пассажирскихъ поѣздовъ, а слѣдовательно и мѣста ихъ установки должны совпадать съ мѣстомъ остановки паровоза поѣзда.

5. На станціяхъ, гдѣ происходитъ смѣна какъ товарныхъ, такъ и пассажирскихъ паровозовъ, установка гидравлическихъ колоннъ при пассажирскихъ и товарныхъ путяхъ не требуется.

НТБ ДНУЖТ

6. Въ дополненіе пункта перваго, когда на станціи одновременно собирается четыре поѣзда, всѣ паровозы которыхъ не случайно, а всегда берутъ на сей станціи воду, для снабженія паровозовъ водою разрѣшается, въ видѣ временной мѣры, устанавливать въ междопутіи 3-го и 4-го путей колонку съ вращающимся на ней желобомъ по типу Екатерининской желѣзной дороги.

3. Кочегарныя ямы

глубиною 0,6 до 1 m, ширина 1,2 m. Гидравлическіе краны располагаются вблизи кочегарныхъ ямъ, съ тѣмъ, чтобы при очисткѣ поддувала отъ мусора можно было одновременно брать и воду; для этой цѣли гидравлическій кранъ долженъ быть удаленъ отъ передняго края кочегарной ямы на 13 до 16 m. Длина ямы 8 до 15 m. Кочегарныя ямы не слѣдуетъ помѣщать вблизи стрѣлокъ (контрольныхъ столбиковъ) для того, чтобы стоящіе надъ ямой паровозы не мѣшали проходу другихъ паровозовъ. Близъ паровозныхъ зданій глубина ямъ 1 m. Необходимо устраивать хорошее отведеніе изъ ямъ воды и для входа въ яму — съ двухъ сторонъ ступеньки.

h. Паровозные и вагонные сараи.

1. **Паровозныя зданія** должны имѣть удобное сообщеніе съ мѣстомъ остановки паровозовъ. При нихъ устраиваются конторы, кладовыя, помѣщенія для служащихъ. Въ Германіи принимаютъ число необходимыхъ стойлъ въ депо $= {}^3/_4$ общаго числа паровозовъ въ службѣ, а на дорогахъ безъ ночного движенія — равнымъ числу всѣхъ дѣйствующихъ паровозовъ дороги.

Опредѣленіе числа стойлъ въ паровозн. зданіяхъ по **Т. У. П.** и **С.** 72, стр. 613.

Форма. Прямоугольныя зданія съ внутренней передвижной телѣжкой при большомъ числѣ стойлъ обходятся дешевле другихъ; они отапливаются всего легче; труднѣе всѣхъ отапливаются круглыя зданія вслѣдствіе значительной ихъ высоты. Въ виду этого, а также въ виду могущей встрѣтиться необходимости со временемъ увеличить число стойлъ, кольцевой формѣ паровозныхъ зданій (при ограниченности мѣста) отдается предпочтеніе предъ круглой. При кольцевой формѣ необходимы для каждаго пути отдѣльныя ворота. Новѣйшія кольцевыя зданія имѣютъ для двухъ путей одни ворота; послѣднія въ этомъ случаѣ шириною 7,4 m, обходятся очень дорого.

Внутренняя длина при длинѣ паровоза съ тендеромъ $l \leqq 17{,}6$ до 18,0 m для одного стойла $l + 4$ m, для другихъ стойлъ на одномъ пути $2l + 4{,}6$ m, для трехъ стойлъ $3l + 5{,}2$ m. При числѣ стойлъ на одномъ пути больше трехъ необходимо имѣть ворота съ двухъ сторонъ; уже три стойла, при воротахъ съ одной стороны, неудобны. **Ширина внутри:** разстояніе

НТБ ДНУЖТ

отъ стѣны до оси пути $\geqq$ 3,5 m, разстояніе между осями путей 5 до 5,5 m (если нѣтъ промежуточныхъ опоръ $\geqq$ 4,7 m); въ мастерскихъ цѣлесообразно дѣлать разстояніе между осями путей 6 m.

Внутренніе размѣры и расположеніе путей по **Т. У. П.** и **С.**, см. стр. 623.

Ворота $\geqq$ 5,30 m высоты надъ уровнемъ рельсовъ и 3,5 m шириною въ свѣту, для прямоугольныхъ зданій лучше 3,5 до 3,7 m, а для круглыхъ и кольцевыхъ 3,4 m ширины. Поэтому при кольцевой формѣ зданія разстояніе между осями путей у воротъ 4,15 m при каменныхъ и 3,65 m при желѣзныхъ клепаныхъ колоннахъ. Размѣры воротъ по **Т. У. П. и С.** 45 дополненій, стр. 624.

Вытяжныя трубы изъ желѣза или чугуна, также глазурованныя гончарныя; прикрѣпляются прочно къ стропиламъ въ мѣстахъ, соотвѣтствующихъ расположенію дымовыхъ трубъ паровозовъ.— Деревянныя части стропилъ и крыши, находящіяся вблизи дымовыхъ трубъ, должны находиться на разстояніи отъ головки рельсовъ $\geqq$ 5,80 m. Низъ вытяжной трубы надъ рельсомъ $\geqq$ 5,30 m.

По **Т. У. П.** и **С.** данныя см. п. 46 и 47 дополненій, стр. 624.

Вытяжные клапаны должны находиться въ наивысшей точкѣ крыши и имѣть достаточную площадь, а именно $\geqq$ 10 до 15 qm свободной площади на каждое стойло.

Рабочія и очистительныя канавы, глубиною 0,85 до 1 m отъ верха рельса и шириною 1,1 до 1,2 m для каждаго стойла по всей длинѣ паровоза съ тендеромъ; изъ ямъ должна быть хорошо отведена вода посредствомъ продольныхъ уклоновъ дна; при большой длинѣ ямъ лучше поперечные уклоны дна ямы съ боковымъ продольнымъ желобомъ, сообщающимся съ каналомъ, который располагается внутри зданія поперекъ ямъ и доступенъ для осмотра (для чего перекрывается досками или плитами). Данныя для этихъ канавъ по **Т. У. П. и С.**, п. 43 дополненій, стр. 624.

Вода въ водопроводѣ должна находиться подъ достаточнымъ давленіемъ. Трубы къ гидрантамъ, число которыхъ между двумя путями $\geqq$ 1, имѣютъ діам. 6 до 7 cm; гидравлическихъ крановъ (колоннъ) внутри зданія можно тогда не дѣлать, но внѣ зданія долженъ вблизи депо находиться кранъ.

Освѣщеніе большими окнами, которыя начинаются близко отъ пола зданія; при большой ширинѣ зданія (напр. больше двухъ долевыхъ путей) устраивается, кромѣ того, освѣщеніе и сверху; такое же освѣщеніе сверху обязательно въ круглыхъ зданіяхъ. Кольцевыя зданія, если ворота ихъ не имѣютъ оконъ, также слѣдуетъ освѣщать сверху. Окна располагаются въ промежуткѣ между двумя паровозами, а не по продольной оси паровоза.

НТБ ДНУЖТ

Полъ изъ клинкернаго кирпича или иныхъ прочныхъ естественныхъ камней устраивается на высотѣ рельсовыхъ головокъ съ поперечнымъ уклономъ отъ рельсовъ къ срединѣ. Устройство пола по **Т. У. П.** и **С.**, п. 44 дополненій, стр. 624.

Фундаментъ, стѣны и кровли паровозныхъ зданій см. стр. 623.

2. **Вагонные сараи** требуются только на большихъ станціяхъ, исключительно для пассажирскихъ вагоновъ; на небольшихъ станціяхъ сараевъ этихъ можно не дѣлать. Соединеніе путей сарая съ главными путями желательно и достигается при помощи телѣжки. Ворота вышиной 4,8 m и шириной $\leqq$ 3,35 m. Разстояніе между осями путей $\geqq$ 4,40 m, лучше 4,7 до 5 m. Разстояніе до стѣны 3 m. Длина въ свѣту при одномъ стойлѣ $l+2{,}5$ m, при двухъ $2\,l+3$ m, при 3-хъ $3\,l+3{,}5$ m. Желательно отопленіе сарая и водопроводъ.

Снаружи сарая должно быть еще нѣсколько путей для установки вагоновъ внѣ зданія.

Количество вагонныхъ сараевъ по даннымъ **Т. У. П. и С.** 72, стр. 613.

Данныя для проектированія см. дополн. къ **Т. У. П. и С.**, стр. 623.

h. Снабженіе паровозовъ топливомъ.

1. **При угольномъ отопленіи.** Для снабженія тендеровъ углемъ на большихъ станціяхъ устраиваются угольные склады, окруженные оградой. Склады питаются при помощи одного или нѣсколькихъ тупиковыхъ путей. При помощи нѣсколькихъ узкоколейныхъ путей (50 до 75 cm), пересѣкающихъ тупиковые пути, производится подвозка угля къ особой угольной рампѣ шириною 3 m. Рампа расположена на высотѣ 2,0 до 2,5 m надъ головкой рельса между угольнымъ складомъ и путемъ для снабженія паровозовъ углемъ. Подъемъ угля на рампу и съ рампы на тендеръ производится въ небольшихъ угольныхъ складахъ при помощи корзинъ руками или журавлями; рядъ корзинъ предварительно устанавливается на рампу, послѣ чего уголь изъ нихъ при помощи желобовъ спускается на тендеръ. При большихъ угольныхъ станціяхъ на рампѣ устанавливаются поворотные краны, поднимающіе узкоколейные вагончики на рампу (гдѣ они устанавливаются въ рядъ), или непосредственно выгружающіе уголь на тендеръ. Примѣняя гидравлическую или электрическую передачу, нѣтъ необходимости накапливать вагончики на рампѣ, а равно и эта послѣдняя является излишнею. Въ послѣднемъ случаѣ для нагрузки 5 t угля требуется 10 минутъ.

Въ другихъ случаяхъ путь для подвозки угля располагается на нѣкоторой высотѣ. Рядъ ящиковъ съ боковыми желобами, закрывающимися поворотными задвижками, нагружается углемъ сбоку непосредственно изъ вагоновъ и выгружается черезъ желоба на тендера, расположенные ниже. Подобное же устройство съ расположеніемъ угольнаго пути на

НТБ ДНУЖТ

эстокадѣ и желобами съ обѣихъ сторонъ, подъ одною общею крышею, часто примѣняется въ Америкѣ. Также примѣняются безконечныя цѣпи съ ковшами, въ которые падаетъ выгружаемый изъ вагоновъ уголь; послѣдній поднимается въ особый резервуаръ, расположенный на нѣкоторой высотѣ, и оттуда при помощи желобовъ падаетъ въ тендеръ. Послѣднее приспособленіе даетъ возможность нагрузить тендеръ углемъ въ теченіе 5 минутъ.

Описанные приборы даютъ возможность производить автоматическое взвѣшиваніе и учетъ угля при помощи особыхъ счетчиковъ. Равнымъ образомъ удобно производить смѣшиваніе угля*).

2. **При нефтяномъ отопленіи. Нефтяныя станціи** представляютъ склады нефти съ приспособленіями для опоражниванія прибывающихъ цистернъ, налива нефти въ нефтехранилища, переливанія нефти изъ нефтехранилищъ обратно въ цистерны или бочки для отправки, равно и перекачиванія нефти изъ нефтехранилища въ особые, расположенные на нѣкоторой высотѣ, резервуары, изъ которыхъ нефть сливается въ тендерные нефтяные баки.

Станція состоитъ: 1) изъ нефтяныхъ баковъ; самые выгодные (гдѣ нефть дорога) желѣзные, емкостью 200, 150, 100 и 60 тысячъ пудовъ, размѣры см. ниже, «нефтехранилища», 2) зданія съ паровыми котлами и не менѣе двухъ насосовъ (одинъ запасный) для перекачиванія нефти, 3) всасывающей батареи (или сливного подземнаго бака, въ который сливается нефть изъ цистернъ) и 4) нефтепроводныхъ трубъ съ необходимыми задвижками.

Изъ нѣсколькихъ прибывающихъ цистернъ нефть попадаетъ одновременно во всасывающую трубу при помощи всасывающей батареи (или пріемнаго подземнаго сливного бака); послѣдняя представляетъ нѣсколько (по числу подлежащихъ одновременному опорожненію цистернъ) вертикальныхъ трубъ (стояковъ), діаметромъ 5″, концы которыхъ выступаютъ надъ головкой рельса на 700 до 750 mm и оканчиваются гайкой для соединенія съ резиновымъ рукавомъ, другой конецъ котораго навинчивается на гайки спускного колѣна цистерны. Подъ уровнемъ земли всѣ вертикальныя трубы соединяются между собой одной общей трубой (діам. 7″ до 10″), представляющей всасывающую трубу насоса.

Нагнетательныя трубы, діам. 5 до 7″ (и болѣе), проводятъ нефть въ соотвѣтствующія нефтехранилища. По этимъ же нагнетательнымъ трубамъ при помощи системы задвижекъ нефть подходитъ къ насосу, при перекачкѣ изъ нефтехранилищъ въ бочки, нефтераздаточный (на тендера) бакъ или цистерны, въ которыя нефть сливается черезъ особую наливную колонну.

---

*) Болѣе подробно см. Eisenbahnbau d. Gegenwart, Wiesbaden, стр. слѣд., 1899.

НТБ ДНУЖТ

Размѣры насосовъ и котловъ для перекачки нефти опредѣляются въ зависимости отъ количества нефти, которое требуется перекачивать въ часъ. Насосы и котлы помѣщаются въ каменномъ крытомъ помѣщеніи, внутри котораго помѣщаются и всѣ задвижки, необходимыя для производства перекачки по различнымъ направленіямъ. См. ч. I, стр. 635.

Нефтехранилища устраиваются въ видѣ большихъ нефтяныхъ ямъ; дно и бока выложены толстымъ слоемъ глины, съ деревянной обшивкой или безъ обшивки. Ямы покрываются крышей. Въ наинизшей точкѣ ямы устраивается спускъ отстоявшейся воды при помощи особыхъ трубъ. Также устраиваются зарытыя въ землю нефтехранилища изъ бетона.

Наиболѣе цѣлесообразны (особенно тамъ, гдѣ нефть дорога) резервуары для храненія нефти и керосина желѣзные, клепаные, съ плоскимъ днищемъ. Резервуары эти ставятся на песчаное утрамбованное основаніе. При расположеніи бака на насыпи, ширина площадки насыпи вокругъ бака должна быть при высотѣ насыпи 0,5 саж. — въ 1,0 саж., а свыше 0,5 саж. — въ 2,0 сажени. Высота слоя песка подъ днищемъ 10″ Водоотводная канава вокругъ бака обязательна.

Покрытіе резервуара желѣзной крышей на радіальныхъ стропилахъ. Стропильныя ноги, лежащія однимъ концомъ на приклепанномъ вверху угольникѣ, другимъ входятъ въ желобъ чугуннаго кольца, имѣющаго въ сѣченіи корытообразную форму. Высота кольца 200 mm, толщина стѣнокъ 10 mm; внутренній діаметръ 450 mm.

Стоимость желѣзныхъ резервуаровъ (съ крышей и стропилами) на 1 пудъ нефти — 8,6 до 9,0 коп.

Таблица главнѣйшихъ размѣровъ желѣзныхъ резервуаровъ различной емкости для хранения нефти и керосина.

Емкость въ пудахъ	Діаметръ mm	Высота mm	Толщина желѣза: Нижній поясъ mm	2-й поясъ mm	3-й поясъ mm	4-й поясъ mm	5-й поясъ mm	6-й поясъ mm	7-й поясъ mm	Нижній угольникъ mm	Верхній угольникъ mm	Крыша: Число стропилъ	Матеріалъ стропильн. балокъ	Кровля
150000	20420	8330	9,52	8,73	7,94	6,35	4,76	3,97	3,97	90 . 90 . 10	75 . 75 . 6	58	Дерево	10-фунтовое кровельное желѣзо
125000	20065	7163	8,73	7,94	6,35	4,76	3,97	3,97	—	90 . 90 . 10	75 . 75 . 6	56		
100000	18000	7163	7,94	6,35	5,55	4,76	3,97	3,97	—	90 90 . 10	95 . 75 6	50		
75000	15595	7163	7,14	5,55	4,76	3,97	3,97	3,97	—	75 75 . 8	63 . 63 . 6	44		
60000	16470	7163	6,35	5,55	4,76	3,97	3,97	3,97	—	75 8	63 . 63 . 6	40		
50000	12750	7163	5,55	4,76	3,97	3,97	3,97	3,97	—	75 75 8	50 . 50 . 6	36		
10000	6985	4807	3,97	3,97	3,97	3,97	—	—	—	75 . 75 . 8	50 . 50 6	20		

НТБ ДНУЖТ

Каждый нефтяной резервуаръ долженъ имѣть слѣдующія принадлежности.

1) Задвижку системы Лудло 150 mm діаметромъ для впуска и выпуска нефтяныхъ остатковъ. 2) Предохранительный запоръ къ задвижкѣ Лудло внутри резервуара, приводимый въ дѣйствіе снаружи резервуара на случай порчи задвижки или патрубка, къ которому прикрѣплена задвижка. 3) Желѣзный лазъ для чистки резервуара. 4) Серію нефтемѣрныхъ стеколъ съ кранами для указанія уровня нефтяныхъ остатковъ. 5) Поплавокъ съ цѣпью, блокомъ, рейкой и указателемъ для той же цѣли. 6) Кранъ бронзовый, 50 mm діаметромъ, для спуска воды изъ резервуара. 7) Желѣзную лѣстницу на всю высоту резервуара. 8) Желѣзный вытяжной колпакъ на верху резервуара Задвижка Лудло должна быть поставлена посредствомъ желѣзнаго патрубка, ввинченнаго въ желѣзный съ внутренней газовой рѣзьбой фланецъ, приклепанный къ резервуару. Лазъ долженъ быть помѣщенъ посрединѣ высоты нижняго пояса резервуара. Задвижка Лудло, нефтемѣрныя стекла и водоспускной кранъ должны быть заключены въ прочные деревянные ящики съ прочными запорами.

Внутри бака, близъ выходной задвижки, долженъ быть устроенъ змѣевикъ красной мѣди (діам. трубы 30 mm), концы котораго при помощи фланцевъ прикрѣпляются къ стѣнкамъ бака изнутри. Паръ, проведенный въ этотъ змѣевикъ, производитъ нагрѣваніе нефти, выходящей изъ бака, чѣмъ значительно облегчается подача нефти къ насосу.

Движеніе нефтяныхъ остатковъ по трубамъ см. ч. I, стр. 635, нефть. Тамъ же см. нефть и ея свойства.

Для раздачи нефти на тендера — бакъ емкостью 1200 пуд. (средній діам. 3565 mm, высота 2560 mm, звеньевъ 2 : $^3/_{16}$" и $^3/_{16}$", днище $^3/_{16}$", угольникъ $2^1/_2$" × $2^1/_2$" × $^1/_4$") помѣщается въ крытомъ каменномъ зданіи, съ приспособленіемъ для отопленія (въ холодномъ климатѣ). Высота центра горизонтальной сливной трубы надъ рельсомъ 3795 mm. Дно бака возвышается надъ рельсомъ на 3900 mm.

Каждый нефтеразборный резервуаръ долженъ имѣть слѣдующія принадлежности.

1) сливную желѣзную трубу діаметромъ 150 mm, на шарнирѣ, съ 150 mm задвижкой Лудло, съ чугуннымъ угольникомъ и крышкой для плотнаго запора. Труба вращается въ вертикальной плоскости, а не въ горизонтальной, чтобы нефтяные остатки, оставшіеся въ трубѣ послѣ закрытія задвижки, при подъемѣ трубы не вытекали изъ нея; 2) лебедку, цѣпь и блокъ для поднятія и опусканія сливной трубы; 3) кранъ бронзовый, діаметромъ 50 mm, для спуска воды изъ резервуара; 4) серію нефтемѣрныхъ стеколъ съ кранами и рейкой на всю высоту резервуара для указанія уровня нефти; 5) поплавокъ съ блокомъ, цѣпью, указателемъ и рейкой на всю высоту резервуара для той же цѣли; 6) деревянный шестъ съ блокомъ, цѣпью и рейкой для непосредственнаго опредѣленія уровня нефти черезъ лазъ на крышѣ; 7) лазъ въ крышѣ для осмотра бака. Нефтемѣрныя стекла должны быть заключены въ прочные деревянные ящики съ прочными запорами. Нефтепроводная напорная труба идетъ черезъ верхъ бака.

i. Сортировочныя станціи*).

1. Прицѣпка и отцѣпка вагоновъ товарныхъ поѣздовъ производится во время стоянки поѣзда на небольшихъ станціяхъ поѣзднымъ же (или особымъ маневреннымъ) паровоз-

*) Болѣе подробно см. Oder. и Blum. Abstellbahnhöfe. Berlin, 1904. Тоже въ Z. d. B. 1902, стр. 68.

НТБ ДНУЖТ

зомъ. При значительномъ движеніи, особенно на оконечныхъ станціяхъ, для производства маневровъ, сортировки вагоновъ и составленія поѣздовъ служатъ особыя группы путей, образующія вмѣстѣ такъ наз. сортировочныя станціи. Станціи эти обыкновенно устраиваются совершенно отдѣльно вблизи оконечныхъ станцій и соединяются съ этими послѣдними особымъ путемъ.

2. **Дѣйствіе** этихъ станцій слѣдующее:

a) Прибытіе. Для прибывающихъ поѣздовъ имѣется по одному пути для каждаго направленія т. наз. «входной путь»; поѣздной паровозъ тотчасъ же уходитъ въ депо. Маневреннымъ паровозомъ поѣздъ раздѣляется на главныя группы, а именно: «проходящіе вагоны», т.-е. такіе, которые безъ всякой дальнѣйшей группировки отправляются дальше, «передача на сосѣднія дороги» и «мѣстный грузъ для разныхъ станцій». Затѣмъ вагоны каждой изъ главныхъ группъ вновь сортируются по второстепеннымъ группамъ, напр. мѣстный грузъ на грузъ дороги, живность, скотъ, съѣстные припасы и друг. Особый паровозъ отводитъ вагоны вспомогательныхъ группъ на соотвѣтствующіе пути.

b) Отправленіе. Вагоны съ мѣстнымъ грузомъ, предназначаемые для дальнѣйшей отправки, берутся обратно посредствомъ маневреннаго паровоза и ставятся сначала несортированными на опредѣленные сборные пути. Затѣмъ изъ вагоновъ этой группы, равно и вагоновъ вышеуказанныхъ главныхъ группъ, составляются отходящіе поѣзда путемъ группировки вагоновъ сначала по направленіямъ, а затѣмъ по станціямъ для каждаго направленія (вагоны «проходящіе» и «передаточные»). Поѣзда, составленные такимъ образомъ для каждаго отдѣльнаго направленія, вытягиваются на соотвѣтствующіе этому направленію пути, гдѣ и ждутъ отхода.

Для сбереженія работы, сортировку по станціямъ слѣдуетъ производить лишь до слѣдующей большой сортировочной станціи.

3. Для производства вышеупомянутыхъ маневровъ необходимы слѣдующіе **пути сортировочной станціи.**

a) Для прибытія. Для каждаго направленія прибывающихъ поѣздовъ необходимо по одному пути, длиною, равной длинѣ поѣзда; для каждой главной группы — по одному пути соотвѣтствующей длины (или въ случаѣ недостатка мѣста — соотвѣтственное количество болѣе короткихъ путей); для каждой вспомогательной группы — по одному короткому пути. Всѣ отдѣльные пути должны имѣть сообщеніе съ общимъ «вытяжнымъ путемъ», по длинѣ равнымъ длинѣ поѣзда. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ путь для прибывающихъ поѣздовъ можетъ замѣнить собой и вытяжной путь.

b) Для отправленія. Для каждаго изъ n данныхъ направленій необходимо имѣть для отправленія по одному

НТБ ДНУЖТ

выходному пути, равному длинѣ поѣзда; одинъ длинный путь или нѣсколько короткихъ сборныхъ путей для возвращающихся обратно несортированныхъ вагоновъ вспомогательныхъ группъ. Кромѣ того, для сортировки вагоновъ по n направленіямъ необходимы n или болѣе путей, равныхъ длинѣ поѣзда, и достаточное количество короткихъ «станціонныхъ путей». Также одинъ вытяжной для отходящихъ группъ вагоновъ.

Для обѣихъ группъ путей имѣется еще «сквозной» путь, предназначенный спеціально для движенія маневренныхъ паровозовъ къ каждому изъ станціонныхъ путей.

При усиленномъ движеніи обѣ группы путей, для прибытія и отправленія, устраиваются самостоятельно; при болѣе слабомъ движеніи обѣ манипуляціи производятся лишь при помощи одной группы.

4. **Маневры.** a) Обыкновенный способъ. Вытяжка и подталкиваніе маневреннымъ паровозомъ; при этомъ пути для отдѣльныхъ группъ вагоновъ, для вагоновъ, сортированныхъ по направленіямъ, а равно и для станціонныхъ путей устраиваются тупиковыми и снабжаются упорами. Отдѣльныя группы путей могутъ тогда быть соединены параллельно. Этотъ способъ требуетъ значительнаго пробѣга маневреннаго паровоза. b) Весьма цѣлесообразно въ данномъ случаѣ пользоваться силой тяжести вагоновъ, скатывающихся по наклонной плоскости. Съ этой цѣлью вытяжной путь дѣлается съ подъемомъ и наз. горкой.

Горка по направленію къ упору имѣетъ подъемъ 10 до 18‰. Вагоны подталкиваются паровозомъ въ горку и затормаживаются; по уходѣ паровоза тормоза отдѣльныхъ вагоновъ отпускаются, и вагоны, скатывающіеся съ горки, устанавливаются посредствомъ стрѣлокъ на соотвѣтствующіе пути. Неудобство этого способа: скорость скатыванія вагоновъ неодинакова, и всѣ вагоны должны быть тормозные. Въ виду этихъ неудобствъ дѣлаютъ подъемъ болѣе пологій, и паровозъ, стоящій во главѣ поѣзда на горѣ, не отцѣпляютъ; при этомъ способѣ, однако, затрудняется отцѣпка вагоновъ и скорость скатыванія недостаточна, почему предпочитается слѣдующее устройство. Вытяжной путь идетъ сначала крутымъ подъемомъ и, поднявшись на 1 до 1,2 m, переходитъ въ уклонъ болѣе пологій (или въ горизонтальную площадку), равный длинѣ поѣзда (или половинѣ длины поѣзда). Паровозъ вытягиваетъ поѣздъ черезъ точку перелома пути и останавливается съ вагонами въ концѣ горизонтальной площадки или обратнаго уклона; затѣмъ паровозъ толкаетъ назадъ черезъ точку перелома отцѣпляемые по очереди вагоны, которые и скатываются по наклонной плоскости съ одинаковою скоростью. При этомъ нѣтъ надобности тормозить вагоны, и отцѣпка ихъ производится легко.

НТБ ДНУЖТ

Если устроить станцію съ двумя послѣдовательными группами въ n и n_1 путей, лежащихъ на наклонной плоскости, то данный поѣздъ можно путемъ скатыванія вагоновъ сгруппировать въ $n \cdot n_1$ отдѣльныхъ группъ*).

II. ПОДВИЖНОЙ СОСТАВЪ.

A. Общія части подвижного состава.

a. Оси и колеса (колесные скаты).

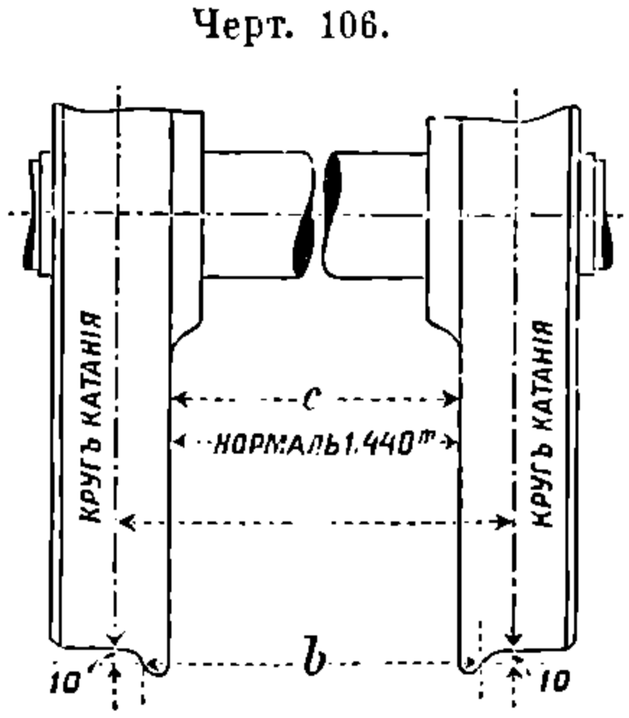
1. Давленіе колеса на рельсъ у находящагося въ покоѣ подвижного состава установлено въ Россіи по **П. М. П. С.** (см. стр. 694 и слѣд.), въ зависимости отъ типа рельсовъ и числа поперечинъ на версту пути. Допускаемое давленіе на ось для мостовъ см. стр. 285 и слѣд.

Въ Англіи пускается давленіе **на колесо** до 10 t, въ Сѣв. Америкѣ до 11,5 t. Во время движенія давленіе отъ колеса увеличивается вслѣдствіе игры рессоръ, боковыхъ ударовъ и вліянія части колесныхъ противовѣсовъ.

2. Закраины (гребни). Всѣ колеса должны быть снабжены внутренними закраинами или гребнями, высота которыхъ надъ кругомъ катанія (удаленъ отъ средины оси у **Н. В.** на 785 mm, а у **Н. П.** на 788,5 mm) не должна быть менѣе 25 mm и болѣе 36 mm при наибольшемъ износѣ шины. У **Н. В.** высота неизношеннаго гребня надъ кругомъ катанія 29 mm, у **Н. П.** и **Н. Т.** 32 mm.

При неодинаковомъ износѣ обоихъ гребней одной и той же оси толщина наиболѣе изношеннаго гребня, измѣренная на высотѣ 10 mm ниже круга катанія, должна быть равна по крайней мѣрѣ 20 mm (см. черт. 106).

Черт. 106.



По **О. С.** § 91, наименьшая толщина гребня вагонныхъ бандажей, измѣренная на разстояніи 18 mm отъ верхняго его края, не должна превосходить 22 mm.

По **О. С.** § 89 шины равномѣрно изношенныя (прокатъ), болѣе 5 mm не допускаются.

По направленію къ дорогѣ-собственницѣ шины должны приниматься и съ прокатомъ въ 7 mm. Независимо отъ сего допускается неравномѣрное изнашиваніе или

---

*) См. Schwabe, Engl. Eisenbahnwesen, 1877, стр. 91, Berlin.

НТБ ДНУЖТ

выбоины, но не болѣе 3 mm, съ тѣмъ, чтобы общее углубленіе въ шинахъ въ вагонахъ, слѣдующихъ по направленію къ дорогѣ-собственницѣ, было не болѣе 7 mm и по направленію отъ дороги-собственницы не болѣе 6 mm.

По **О. С.** § 90. Шины, толщиною по кругу катанія, за вычетомъ выката и выбоинъ, менѣе 19 mm, не допускаются.

Зазоръ между гребнями и рельсами, измѣряемый общимъ продольнымъ перемѣщеніемъ оси, не долженъ быть менѣе 10 mm и при наибольшемъ допускаемомъ износѣ гребней не долженъ составлять болѣе 25 mm. Разстояніе между наружными гранями гребней (измѣренное на разстояніи 10 mm ниже круговъ катанія обѣихъ шинъ), т.-е. величина b, составляетъ для русскихъ нормалей 1510 до 1525 mm.

У осей, расположенныхъ въ одной общей рамѣ (напр. у паровозовъ о трехъ или болѣе осяхъ), допускаются у **среднихъ колесъ** шины безъ гребней, при томъ, однако, условіи, чтобы среднія колеса имѣли достаточную опору на рельсѣ также и въ наиболѣе невыгодномъ расположеніи подвижного состава въ кривой наименьшаго радіуса, принимая соотвѣтствующее поперечное перемѣщеніе средней и концевыхъ осей; поверхности катанія шинъ у этихъ осей могутъ быть цилиндрическими.

3. Шины (бандажи).

1. Н. Т. У. для шинъ вагонныхъ, тендерныхъ и паровозныхъ.

§ 1. Шины должны быть изготовлены изъ литой стали однороднаго мелкозернистаго сложенія, прокаткой цѣльной штуки безъ всякой сварки и не имѣть видимыхъ недостатковъ въ матеріалѣ, вредныхъ для ихъ службы.

Шины послѣ прокатки должны быть надлежащимъ образомъ ограждены отъ быстраго и неравномѣрнаго охлажденія.

§ 2. **Размѣры** отдѣльныхъ шинъ должны соотвѣтствовать чертежамъ (въ черномъ видѣ) съ точностью во внутреннемъ діаметрѣ до 2 mm меньше и до 1,5 mm больше заданнаго — для шинъ діаметромъ по кругу катанія до 1,250 mm; до 3 mm меньше и 2 mm больше заданнаго — для шинъ наружнаго діаметра болѣе 1,250 mm; въ толщинѣ до 2 mm въ обѣ стороны и въ ширинѣ до 2 mm болѣе и 1 mm менѣе заданныхъ. Боковыя поверхности шинъ должны быть параллельны между собою и перпендикулярны къ оси. Вообще принимаются только такія шины, изъ коихъ можно выточить шину по чертежу въ чистомъ видѣ.

§ 3. Шины, удовлетворяющія условіямъ наружнаго осмотра и обмѣра, испытываются въ количествѣ одного процента (1%) отъ предъявленной къ пріемкѣ партіи на **разрывъ и ударъ бабой.**

Проба на разрывъ. Изъ каждой пробной шины выдѣлывается по одному нормальному образцу діаметромъ около 20 mm; бруски для нихъ вырѣзываются въ холодномъ состояніи изъ куска шинъ, выправленнаго подъ молотомъ при нагрѣваніи не свыше темно-краснаго каленія.

НТБ ДНУЖТ

При испытаніи на разрывъ пробные образцы должны давать сопротивленіе не менѣе 65 kg/qmm для вагонныхъ шинъ и 70 kg/qmm для паровозныхъ и тендерныхъ шинъ, причемъ сумма цифръ сопротивленія и удвоеннаго удлиненія должна быть не менѣе 90, при наименьшемъ удлиненіи 8%.

Проба на ударъ бабой. Приспособленіе (коперъ) для испытанія бандажей, наковальня и фундаментъ ея должны быть устроены согласно требованіямъ, изложеннымъ въ циркулярѣ относительно устройства аналогичнаго приспособленія для испытанія рельсовъ.

Ударная поверхность бабы должна быть закруглена по дугѣ круга, описанной радіусомъ не менѣе 150 mm.

Прокладка, по которой ударяется бабой, должна быть ограничена сверху плоскою поверхностью, а профиль нижняго очертанія должна соотвѣтствовать поперечной профили шинъ. Прокладка эта должна быть, по возможности, не тяжелѣе 20 kg.

Приспособленіе для опусканія бабы должно быть устроено такъ, чтобы оно не препятствовало свободному паденію бабы и предохраняло отъ случайнаго ея паденія: рекомендуется устройство прибора, показанное на чертежѣ, приложенномъ къ «O. f. d. F. d. E.» за 1892 г., листъ XXV.

Для испытанія шинъ подставка должна имѣть очертаніе по кривой, описанной радіусомъ въ 150 mm. Необходимо озаботиться, чтобы опорная поверхность для испытуемыхъ шинъ была приспособлена къ удержанію ихъ на мѣстѣ.

Пробныя шины, при толщинѣ ихъ въ 65 mm, подвергаются 3-мъ ударамъ бабы вѣсомъ 30 пд., развивающимъ работу въ 420 пд.-фут., при этомъ послѣ 3-го удара шина не должна показывать признаковъ разрушенія; при большей или меньшей толщинѣ шины высота удара должна быть соотвѣтственно увеличена и уменьшена въ размѣрѣ 0,1 фут. на каждый mm излишней или меньшей толщины.

Заводъ при предъявленіи шинъ для испытанія даетъ вѣдомость ихъ по плавкамъ.

Если при испытаніи партіи шинъ получится неудовлетворительный результатъ, то переиспытывается изъ каждой плавки одна шина; если и при такомъ повторительномъ испытаніи получатся неудовлетворительные результаты, то всѣ шины изъ плавки, которая дала неудовлетворительное переиспытаніе, бракуются.

§ 4. На каждой шинѣ, на плоской ея грани, со стороны противоположной гребню, должны быть **выбиты:** марка завода, время изготовленія и заводскій нумеръ шины; буквы и цифры эти, высотою 10 mm и глубиною 4 mm, выбираются приблизительно на разстояніи 15 mm отъ внутренней окружности шины.

§ 5. Шины, удовлетворяющія вышеозначеннымъ условіямъ, принимаются по дѣйствительному ихъ вѣсу.

НТБ ДНУЖТ

Въ случаѣ, если шины прокатаны съ напусками, превосходящими допускаемые § 2 условій предѣлы, то онѣ должны быть приняты **съ неоплатой** за лишній вѣсъ противъ нормальнаго, опредѣляемаго вышеуказанными допусками.

§ 6. При заказѣ менѣе 50 шинъ, онѣ включаются для пріемки и испытанія въ общую партію съ шинами по другимъ заказамъ; въ случаѣ же невозможности сдѣлать это, заказъ увеличивается на одну шину, и изъ всей партіи заказа выбирается одна шина, которая и подвергается испытанію.

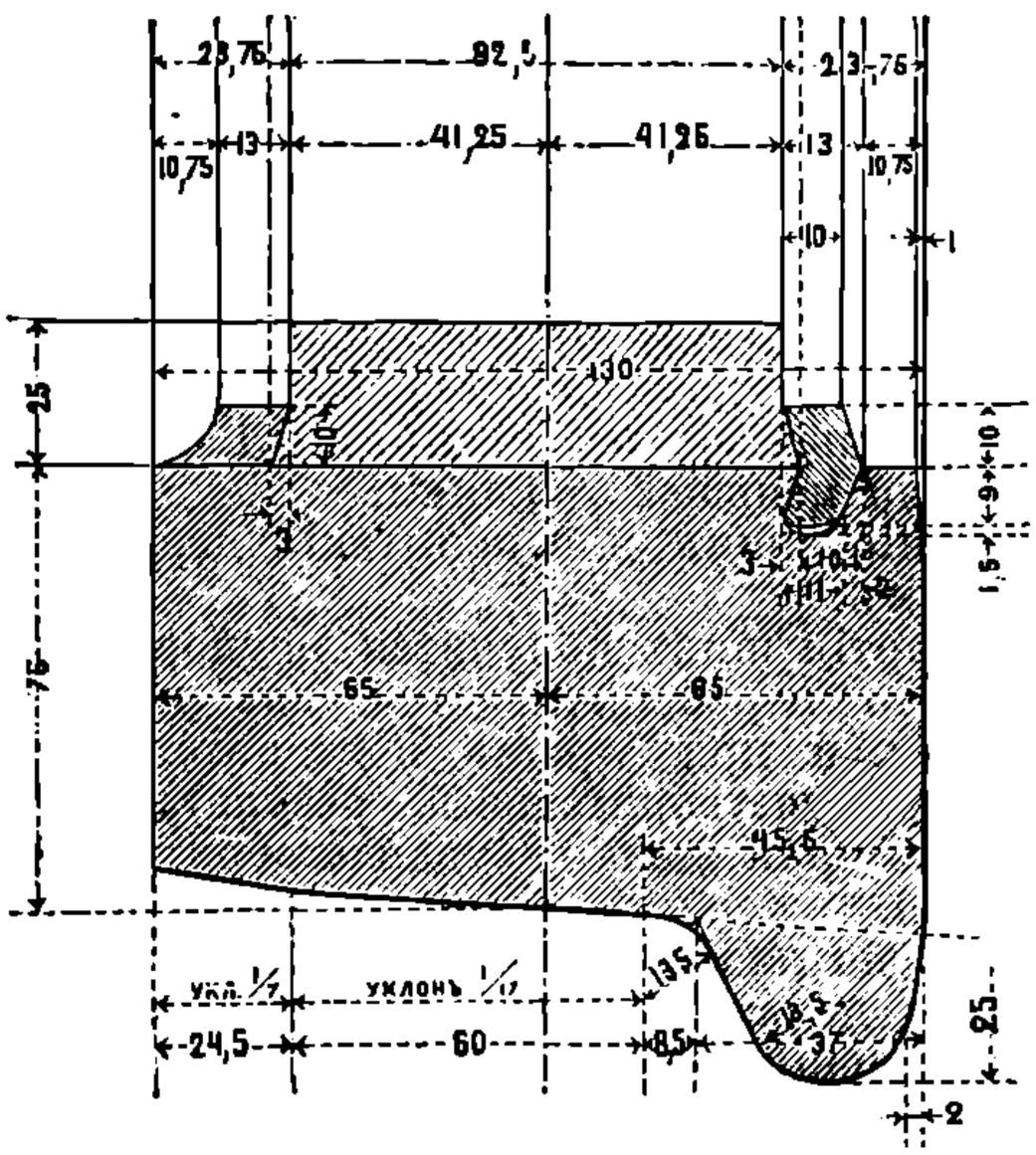
§ 7. Заводъ **гарантируетъ** удовлетворительную службу шинъ въ теченіе слѣдующихъ сроковъ, начиная съ 1 января слѣдующаго за поставкой года: шины паровозныя и тендерныя — въ теченіе 2-хъ лѣтъ и вагонныя шины — въ теченіе трехъ лѣтъ.

Означенный срокъ гарантіи **паровозныхъ** шинъ обязателенъ лишь при условіи, что дороги-потребительницы не будутъ допускать выбоинъ болѣе 7 mm. Всѣ шины, лопнувшія или сломавшіяся въ теченіе срока гарантіи, за исключеніемъ шинъ, поврежденныхъ при столкновеніи поѣздовъ, сходахъ съ рельсовъ и другихъ тому подобныхъ случаяхъ, замѣняются заводомъ новыми штука за штуку.

Шины, изъятыя изъ службы **раньше истеченія срока гарантіи** вслѣдствіе износа ихъ, замѣняются заводомъ новыми въ количествѣ, пропорціональномъ недослуженнымъ изношенными шинами срокамъ, такъ, чтобы количество прежде доставленныхъ и невыдержавшихъ гарантій шинъ со вновь доставленными прослужило установленный срокъ, причемъ дроби 0,5 и болѣе считаются за единицу, а менѣе 0,5 отбрасываются.

Изъятіе изъ службы шинъ, подлежащихъ замѣнѣ на основаніи условій гарантіи, должно быть удостовѣрено актами за подписью начальниковъ мастерскихъ или депо.

Черт. 107.



Поврежденныя шины должны быть замѣнены новыми не позже четырехъ мѣсяцевъ со дня полученія о томъ письменнаго извѣщенія, съ доставкою на дорогу за счетъ завода. Если въ указанный срокъ шины не будутъ доставлены на дорогу, то онѣ заказываются на счетъ завода.

Пришедшія въ негодность шины въ количествѣ, равномъ числу доставленныхъ заводомъ новыхъ, хранятся на дорогѣ безплатно въ теченіе 4 мѣсяцевъ со дня извѣщенія о томъ завода, и затѣмъ, если отъ завода не послѣдовало никакого распоряженія объ этихъ шинахъ, онѣ продаются дорогой, и вырученная сумма, за вычетомъ расходовъ по продажѣ и храненію сверхъ четырехъ мѣсяцевъ, выдается заводу. Остальныя же пришедшія въ негодность шины (т.-е. разность между общимъ числомъ пришедшихъ въ негодность шинъ и числомъ ихъ, подлежащихъ возврату заводу) поступаютъ въ собственность дороги *).

НТБ ДНУЖТ

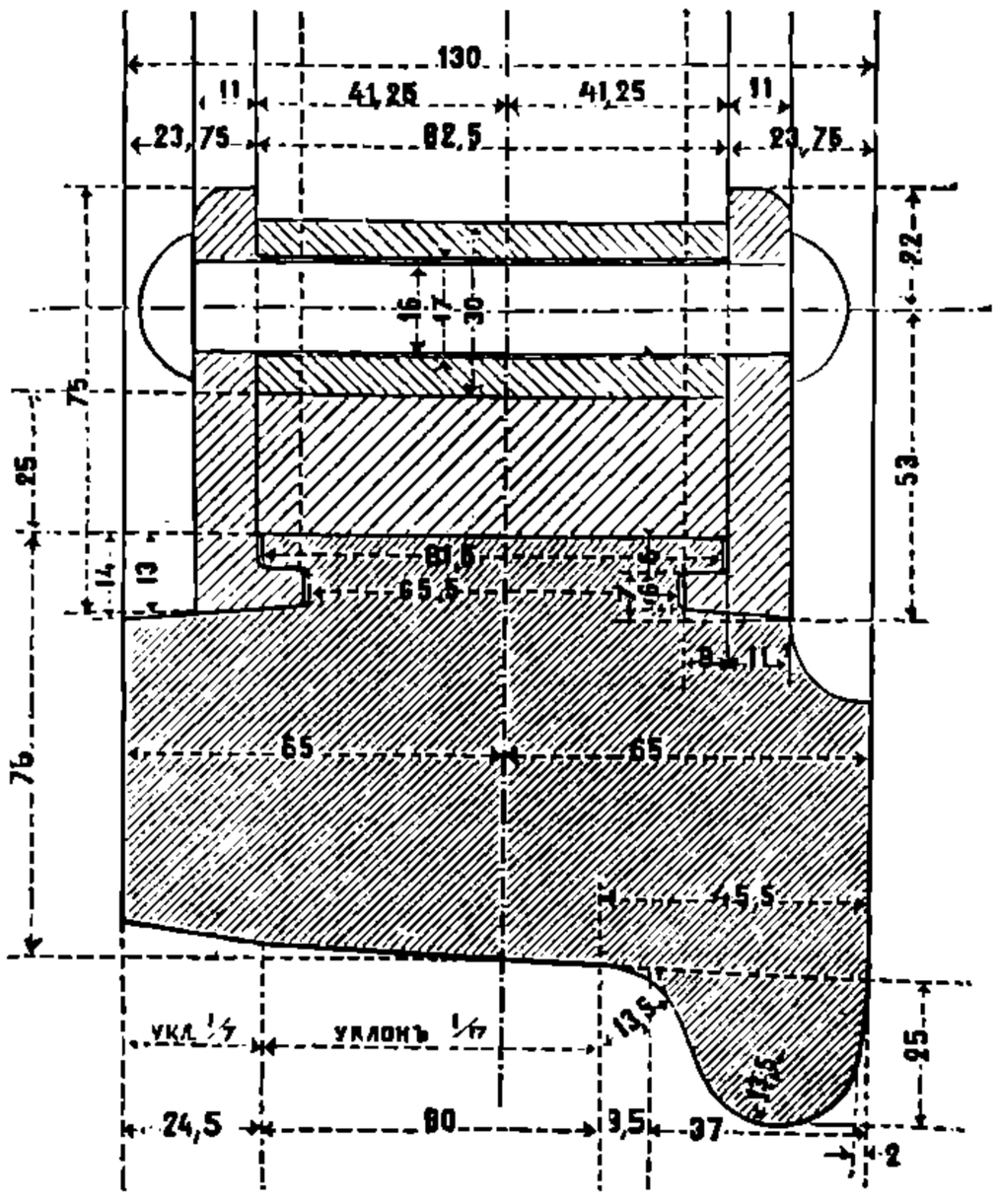
2. Ширина шинъ 130 до 150 mm; при $c = 1350$ допускается также вмѣсто 130 также и 125 mm.

Для дорогъ мѣстнаго значенія ширина шинъ $\geqq 120$ mm при $s = 1{,}435$ и 1,36 m; $\geqq 110$ mm при $s = 1{,}00$ m; $\geqq 100$ mm при $s = 0{,}75$ m; $\geqq 90$ mm при $s = 0{,}60$ m.

3. Разстояніе между шинами въ свѣту по Ц. Д. 1889, № 13967 — 1440 mm.

4. Поверхность катанія коническая; наклонъ производящей (въ Россіи) для вагоновъ 1 17; а для паровозовъ 1 : 20.

Черт. 108.



5. Профиль шины, принятая въ Россіи для **Н. В.**, см. черт. 107, 108. Вѣсъ шины **Н. В.** діам. 900 mm 15,25 пд. Для **Н. П.** 1, 2 и 4, оси и **Н. Т.** профиль по черт. 109.

6. **Наименьшіе допускаемые на службѣ размѣры шинъ** по **П. М. П. С.** отъ окт. 11, 1907, № 128.

а) **Для паровозовъ и тендеровъ.**

α) Для колеи 1524 mm.

Подъ паровозами и тендерами, обращающимися на желѣзныхъ дорогахъ, не допускаются колесныя шины, толщина коихъ по кругу катанія, за вычетомъ мѣстныхъ по оному выбоинъ или выкатовъ, менѣе нижеуказанныхъ размѣровъ.

1. Для шинъ паровозныхъ колесъ:

а) при болтовомъ скрѣпленіи. 35 mm,

б) » непрерывномъ скрѣпленіи. . 30 » ,

2. Для шинъ тендерныхъ колесъ:

а) при болтовомъ скрѣпленіи. . 30 mm,

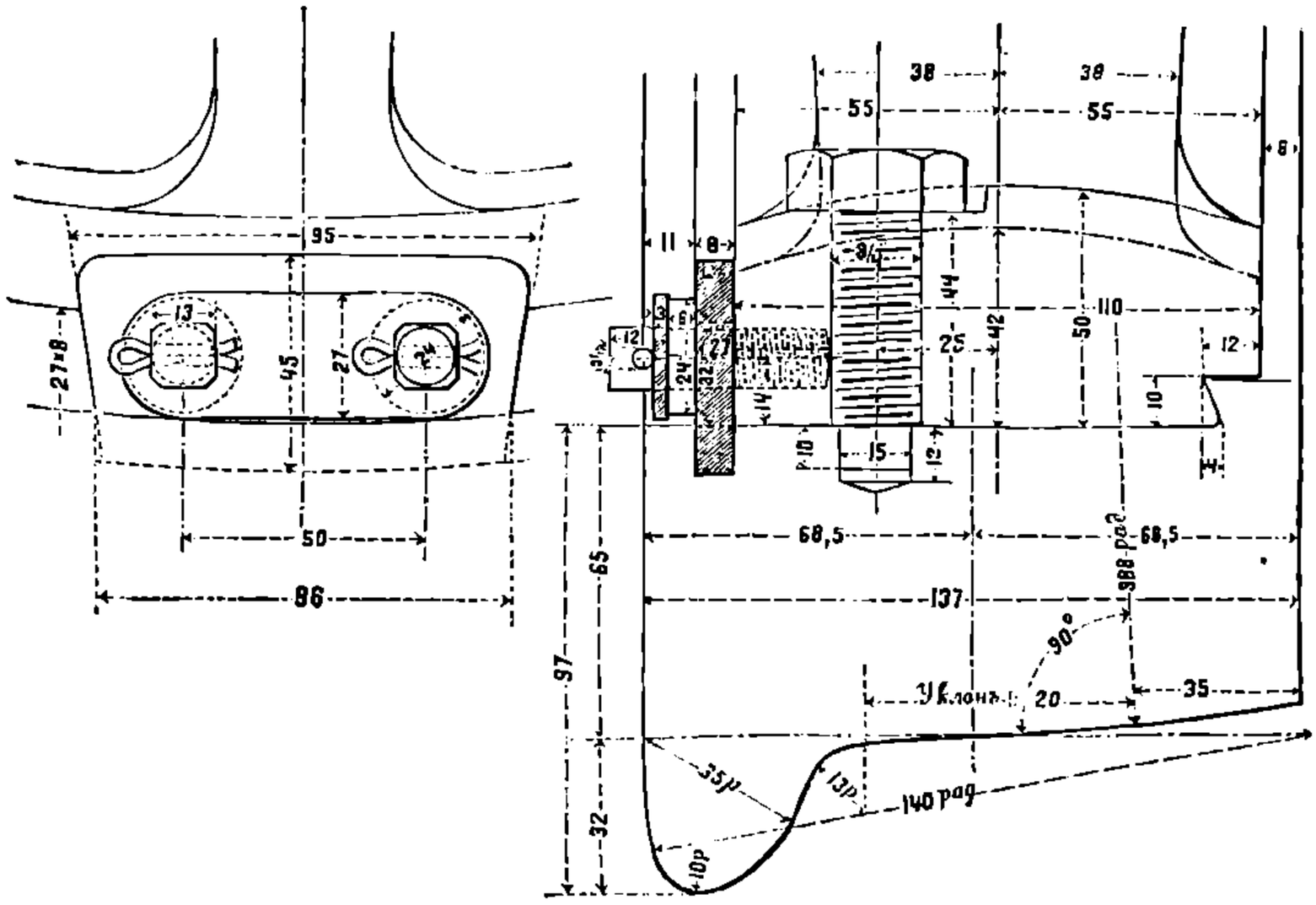
б) » непрерывномъ скрѣпленіи. . . . . 25 » .

Указанныя нормы относятся къ зимнему періоду времени года; для лѣтняго періода предѣльная толщина какъ паровозныхъ, такъ и тендерныхъ шинъ, можетъ быть менѣе указанныхъ на 5 mm.

Примѣчаніе. Начало и окончаніе каждаго изъ указанныхъ здѣсь періодовъ временъ года устанавливается для каждой отдѣльной желѣзной дороги, ея участковъ или группы дорогъ, въ зависимости отъ мѣстныхъ климатическихъ условій распоряженіемъ Управленія желѣзныхъ дорогъ.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 109.



β) Для шинъ паровозовъ (колея 1067 mm) **М. П. С.** допускаетъ минимальный размѣръ 25 mm. При меньшей толщинѣ шина въ службу не допускается.

b) **Для вагоновъ.**

α) Колеи 1524 mm.

I. Подъ вагоны, обращающіеся на желѣзныхъ дорогахъ, не допускаются такія колесныя шины, наименьшая толщина коихъ по кругу катанія окажется, по точному измѣренію, обязательно производимому:

1. Послѣ каждой обточки шины:

а) для колесныхъ шинъ пассажирскихъ, почтовыхъ, багажныхъ и спеціальныхъ, обращающихся въ пассажирскихъ поѣздахъ, товарныхъ вагоновъ — менѣе 30 mm;

б) для шинъ товарныхъ вагоновъ — менѣе 25 mm.

2. При періодическомъ осмотрѣ вагона и при всякой выкаткѣ изъ-подъ него колеснаго ската (или полуската):

а) для колесныхъ шинъ пассажирскихъ, почтовыхъ, багажныхъ и спеціальныхъ, обращающихся въ пассажирскихъ поѣздахъ, товарныхъ вагоновъ (за вычетомъ мѣстныхъ выбоинъ и выкатовъ по кругу катанія) — менѣе 27 mm,

б) для колесныхъ шинъ товарныхъ вагоновъ (за вычетомъ мѣстныхъ выбоинъ и выкатовъ по кругу катанія) — менѣе 22 mm.

По **О. С.**, § 90. Толщина шины по кругу катанія не должна быть менѣе 19 mm у товарныхъ вагоновъ, обращающихся въ товарныхъ поѣздахъ, а у

НТБ ДНУЖТ

тѣхъ же вагоновъ, обращающихся въ пассажирскихъ поѣздахъ, на 5 mm больше. На колесахъ Манзеля или на металлическихъ колесахъ. на которыхъ шины укрѣпляются кольцами съ двухъ сторонъ, толщина шины, измѣренная по наружному краю, должна быть не менѣе 10 mm.

Прокатъ шинъ, по **О. С.**, § 89, если онъ равномѣрный, допускается не болѣе 5 mm; по направленію къ Д. С. допускается прокатъ до 7 mm. Независимо отъ сего допускается неравномѣрное изнашиваніе или выбоины не болѣе 3 mm съ тѣмъ, чтобы общее углубленіе въ шинахъ вагоновъ, слѣдующихъ по направленію къ Д. С., было не болѣе 7 mm, а по направленію отъ Д. С. не болѣе 6 mm.

β) Колеи 1067 mm.

Подъ вагоны, обращающіеся на желѣзныхъ дорогахъ, шириною колеи въ 1067 mm, не допускаются такія колесныя шины, наименьшая толщина коихъ по кругу катанія окажется, по измѣренію, обязательно производимому:

1. Послѣ каждой обточки шины:

а) для колесныхъ шинъ пассажирскихъ, почтовыхъ, багажныхъ и спеціальныхъ, обращающихся въ пассажирскихъ поѣздахъ, товарныхъ вагоновъ — менѣе 25 mm,

б) для шинъ товарныхъ вагоновъ — менѣе 20 mm.

2. При періодическомъ осмотрѣ вагона и при всякой выкаткѣ изъ-подъ него колеснаго ската (или полуската):

а) для колесныхъ шинъ пассажирскихъ, почтовыхъ, багажныхъ и спеціальныхъ, обращающихся въ пассажирскихъ поѣздахъ, товарныхъ вагоновъ (за вычетомъ мѣстныхъ выбоинъ и выкатовъ по кругу катанія) — менѣе 22 mm.

б) Для колесныхъ шинъ товарныхъ вагоновъ (за вычетомъ мѣстныхъ выбоинъ и выкатовъ по кругу катанія) — менѣе 17 mm.

4. Колеса (колесные центры) для паровозовъ см. ниже: «Паровозы». Для вагоновъ: спицевыя сварочнаго или литого желѣза, литой стали, чугунныя спицевыя и дисковыя, дисковыя литого желѣза катанныя и чугунныя системы Гриффина изъ одного куска съ шиной, а также деревянныя дисковыя системы Манзеля. Колеса изъ бумажной массы не оправдались.

1. **Спицевыя колеса.** Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведены главнѣйшіе размѣры спицевыхъ колесъ кованыхъ и литыхъ для **Н. В., Н. П. и Н. Т.**

Н. Т. У. для желѣзныхъ и стальныхъ колесъ (колесныхъ центровъ).

§ 1. Колеса могутъ быть кованыя изъ сварочнаго или литого желѣза, или стальныя литыя.

§ 2. **Размѣры** колеса должны соотвѣтствовать чертежамъ, причемъ въ частяхъ, не подлежащихъ обработкѣ (внутр. поверх. обода, спицы, наружный діаметръ ступицы и пр.). допускается отступленіе въ сторону уменьшенія ихъ до 5% и въ сторону увеличенія до 10%; въ отдѣланныхъ же частяхъ допускается въ обѣ стороны: по наружному діаметру обода — 1 mm, по ширинѣ его — 0,5 mm, во внутреннемъ діаметрѣ ступицы — 0,5 mm и по ширинѣ ея — 1 mm.

§ 3. **Кованыя колеса** могутъ быть сдѣланы изъ сварочнаго или литого желѣза; они должны быть хорошо прокованы и настолько тщательно проварены, чтобы на мѣстахъ сварки не было видимыхъ недостатковъ, вредящихъ прочности колеса.

НТБ ДНУЖТ

Главные размѣры спицевыхъ колесъ вагонныхъ (Н. В. подъемною силою 750 пд.) и паровозныхъ и тендерныхъ (Н. П. и Н. Т.).

Типъ колесъ	Ободъ		Ступица			Спицы			
	Діаметръ mm	Сѣченіе mm	Діаметръ внутр. mm	Діаметръ нар. mm	Длина mm	Число	Форма сѣченія	Размѣры сѣченія у ступицы mm	Размѣры сѣченія у обода mm
Колеса вагонныя кованыя	900	82,5.25 †)	135*)	254*)	203	8	двойн. прямоуг.	19.82,5	19.82,5
» » литой стали	900	82,5.50 †)	135	254	203	8	овальн.	51.82,5	44.70
» тендерныя кованыя .	880	110.42 ††)	165	292	171	10	прямоуг.	33.88	30.76
» литой стали .	880	110.50	165	292	171	10	овальн.	43.88	37.76
» паровоз. вед. кованыя.	1020	110.42	190	360	182		прямоуг.	37.102	33.80
» » » литой стали.	1020	110.50	190	390	182		овальн.	48.100	42.80
» » сцѣпн. кован..	1020	110.42	190	360	167		прямоуг.	37.102	33.80
» » » литой стали.	1020	110.50	190	390	167		овальн.	48.100	42.80

†) Для колецъ Манселя и Коломенскаго скрѣпленія; для Германскаго скрѣпленія сѣченіе обода 88,5 • 25. У колесъ литой стали ободъ изнутри закругленъ рад. 50 (центръ закругленія лежитъ на ободѣ).

††) У краевъ высота сѣченія обода: для колесъ стальныхъ 44, кованыхъ 32 (паровозныхъ и тендерныхъ).

*) По нормамъ М. П. С. 1909 г. для вагоновъ подъемною силою 900 пуд. и для всѣхъ запасныхъ колесъ діам. ступицы внутренній 145 mm, наружный 275 mm, длина ступицы 203.

НТБ ДНУЖТ

§ 4. **Литыя колеса** должны быть отлиты изъ мягкой однородной стали безъ видимыхъ пороковъ, вредящихъ ихъ прочности, и послѣ снятія формъ отожжены.

§ 5*). Колеса въ количествѣ 1% отъ предъявленной къ пріемкѣ партіи подвергаются слѣдующимъ **пробамъ**.

а) **Проба на ударъ.** Колесо вчернѣ или, по усмотрѣнію завода, въ обточенномъ видѣ устанавливается въ вертикальномъ положеніи на опорѣ, устроенной согласно **Ц. Т. И. Н.** 30 марта 1878 г., № 4201, и по нему производятся удары бабой, вѣсомъ въ 30 пд., падающей съ высоты 3,5 фт. для вагонныхъ и 5 фт. для паровозныхъ и тендерныхъ колесъ, безъ употребленія прокладокъ между бабой и ободомъ колеса. Дисковыя колеса подвергаются всего двумъ ударамъ, спицевыя же двумъ ударамъ вдоль спицъ и двумъ ударамъ между спицъ.

Колесо считается выдержавшимъ пробу, если на немъ, хотя бы оно изогнулось, не проявилось трещинъ и признаковъ излома.

Примѣчаніе. Если тендерныя колеса имѣютъ размѣры вагонныхъ, то испытываются какъ эти послѣднія.

б) **Проба на раздачу ступицы** **). На стержень, проходящій въ центръ секторовъ, производятся или удары бабою не менѣе 30 пд. вѣсомъ, падающей съ высоты не менѣе 3 фт., или давленіе подъ прессомъ — до момента увеличенія діаметра ступицы на 1½% противъ первоначальнаго, причемъ въ ступицѣ не должно проявляться трещинъ. Измѣреніе увеличенія діаметра производится въ то время, когда ступица находится еще подъ давленіемъ пресса или бабы.

По окончаніи измѣренія увеличенія діаметра ступицы производится изломъ ступицы, для сужденія по виду поверхности излома о строеніи металла и удовлетворительности сварки. Изломъ ступицы производится давленіемъ пресса или ударами бабы на стержень, оправку или на другія приспособленія, какія заводъ найдетъ наиболѣе удобнымъ, съ разрѣшенія инженера отдѣла, причемъ, для облегченія излома ступицы, допускается обрубка спицъ колеса.

Эта проба обязательна какъ для стальныхъ (литыхъ), такъ и для желѣзныхъ — вагонныхъ, тендерныхъ и паровозныхъ колесъ.

Въ случаѣ какого бы то ни было неудовлетворительнаго результата, количество испытаній удваивается; партія колесъ, давшая неудовлетворительное переиспытаніе, бракуется. При заказѣ менѣе 50 колесъ они включаются для пріемки и испытанія въ общую партію съ колесами по другимъ заказамъ; въ случаѣ же невозможности сдѣлать это, испытанію подвергается одно добавочное, изготовленное за счетъ заказчика, колесо.

§ 6. На ступицѣ каждаго колеса, съ наружной стороны, должны быть выбиты: марка завода, время изготовленія и заводскій нумеръ колеса.

§ 7. Колеса, удовлетворяющія вышеозначеннымъ условіямъ, принимаются по дѣйствительному ихъ вѣсу.

§ 8. Заводъ **гарантируетъ** удовлетворительную службу колесъ въ теченіе 6 лѣтъ съ 1 января слѣдующаго за поставкой года. Всѣ колеса, пришедшія въ теченіе срока гарантіи въ негодность по неудовлетворительности матеріала или работы, замѣняются заводомъ новыми безплатно штука за штуку, за исключеніемъ колесъ, поврежденныхъ при столкновеніи поѣздовъ, сходѣ съ рельсовъ и другихъ тому подобныхъ случаяхъ. Для колесъ, изъятыхъ изъ службы, тѣ же условія, что и для бандажей, § 7, стр. 782.

2. **Дисковыя катанныя колеса.** а) Размѣры, установленные въ Россіи для вагонныхъ колесъ этого типа, показаны на черт. 110.

Н. Т. У. поставки вагонныхъ дисковыхъ колесъ литого металла, обработанныхъ проковкою, прокаткою или прессованіемъ, Ц. У. 23 февр. 1900 г., № 8541 — 27.

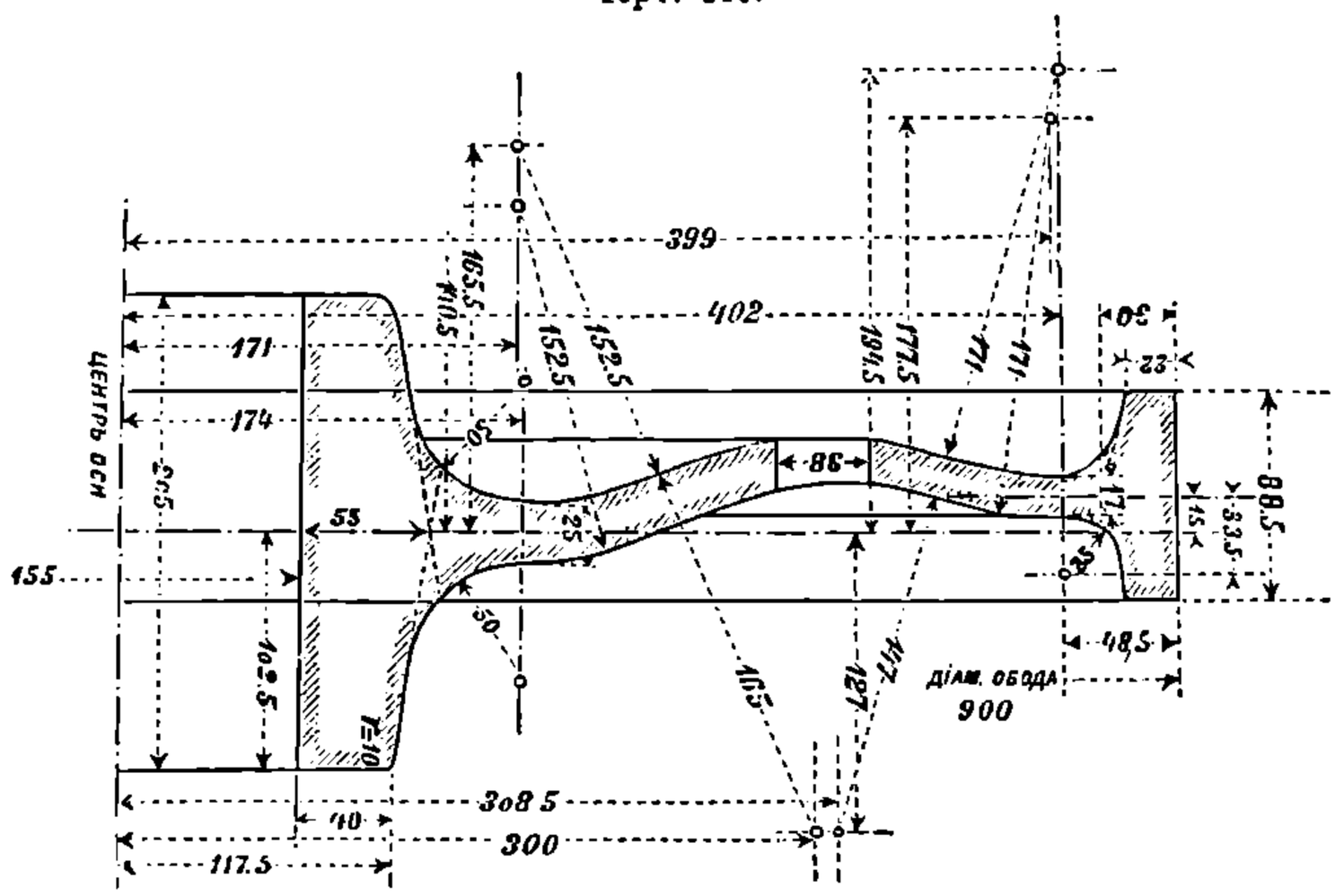
§ 1. **Центры** дисковыхъ колесъ могутъ быть изготовлены изъ однороднаго литого металла, обработаннаго проковкою, прокаткою или прессованіемъ; металлъ колесъ долженъ быть безъ внутреннихъ или наружныхъ пороковъ, могущихъ вредить прочности.

---

*) Приказъ М. П. С. отъ 27 января 1901 года, за № 18.
**) Исправлено согл. П. М. П. С. 6 ноября 1904 г., № 46921.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 110.



§ 2. **Размѣры колесъ** должны соотвѣтствовать чертежу, причемъ въ частяхъ, не подлежащихъ обработкѣ (внутренняя поверхность обода, дискъ, наружная поверхность ступицы и пр.), допускается отступленіе въ сторону уменьшенія ихъ до 5% и въ сторону увеличенія до 10%. При поставкѣ колесъ вчернѣ, въ частяхъ, подлежащихъ обдѣлкѣ, допускается напускъ до 2,5 mm, съ каждой стороны болѣе противъ размѣровъ чертежа колеса въ чистомъ видѣ (причемъ имѣющіеся напуски должны быть, во всякомъ случаѣ, достаточны для приведенія колеса обточкой къ размѣрамъ, указаннымъ чертежомъ, безъ оставленія черновинъ на обточенныхъ мѣстахъ), въ отдѣланныхъ же частяхъ допускается въ обѣ стороны напускъ по наружному діаметру обода 1 mm по ширинѣ его 0,5 mm, во внутреннемъ діаметрѣ ступицы — 0,5 mm и по ширинѣ ея 1 mm.

§ 3. Колеса послѣ окончательной проковки, прокатки или прессованія должны быть предохранены отъ неравномѣрнаго остыванія. Такъ, напр., они могутъ быть или положены плашмя на подстилъ изъ мелкой золы, которою заполняются также промежутки между ободомъ и ступицей съ верхней стороны, или же заключены въ особыя камеры.

§ 4 *). Колеса въ количествѣ около 1% предъявленной къ пріемкѣ партіи, но, во всякомъ случаѣ, не менѣе 2 колесъ, подвергаются слѣдующимъ **пробамъ**.

а) **Проба на ударъ.** Колесо, установленное въ вертикальномъ положеніи на неупругой металлической опорѣ, вѣсомъ не менѣе 19657 kg. подъ которой каменный фундаментъ опускается въ грунтъ не менѣе 1,372 m, подвергается двумъ ударамъ бабы, вѣсомъ въ 491 kg, падающей съ высоты 1,067 m; при этомъ на испытуемомъ колесѣ, хотя бы оно изогнулось, не должно проявляться трещинъ и признаковъ излома.

Приспособленіе для опусканія бабы должно быть устроено такъ, чтобы оно не препятствовало свободному паденію бабы и предохраняло отъ случайнаго ея паденія.

б) **Проба на раздачу ступицы** (см § 4 б, стр. 789).

в) **Проба на разрывъ.** Пробные образцы при испытаніи на разрывномъ станкѣ должны имѣть временное сопротивленіе отъ 38 до 48 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 20%. Образцы для испытаній на разрывъ могутъ быть взяты изъ поврежденныхъ частей колесъ, испытывавшихся бабою.

Примѣчаніе. Проба на разрывъ имѣетъ факультативный характеръ и вводится лишь на тотъ случай, если бы почему-либо оказалось необходимымъ произвести повѣрку качества металла.

---

*) Исправлено согласно **Ж. И. С.** 3, XI, 1904, № 59.

НТБ ДНУЖТ

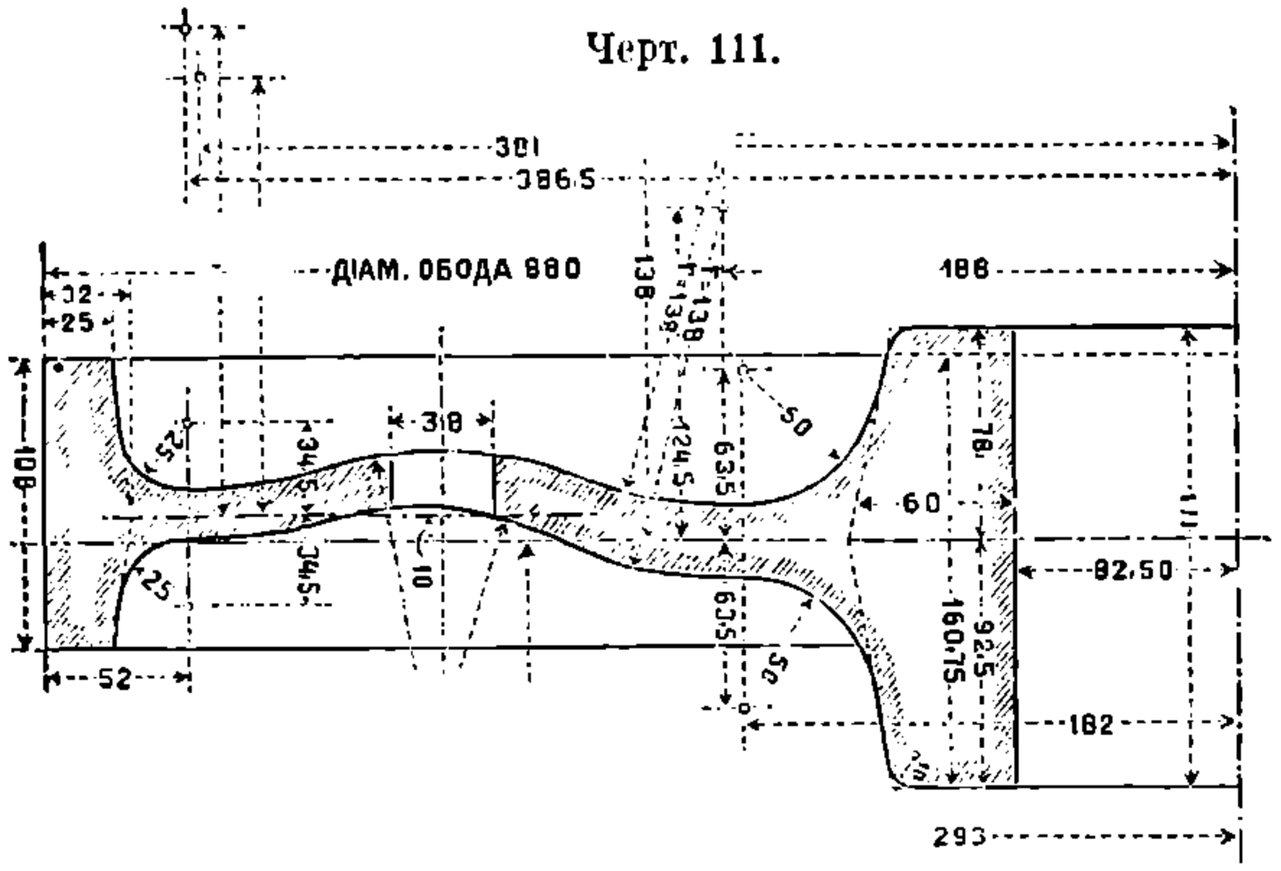
§ 5. На наружной сторонѣ каждаго колеса должны быть **выбиты**: марка завода, текущій нумеръ заказчика и годъ поставки.

§ 6. Колеса, удовлетворяющія вышеизложеннымъ условіямъ, принимаются по дѣйствительному ихъ вѣсу.

§ 7. Заводъ гарантируетъ удовлетворительную службу колесъ въ теченіе шести лѣтъ, съ 1 января слѣдующаго за поставкой года. Всѣ колеса, пришедшія въ теченіе срока гарантіи въ негодность, по неудовлетворительности матеріала или работы, замѣняются заводомъ новыми безплатно штука за штуку, за исключеніемъ колесъ, поврежденныхъ при столкновеніи поѣздовъ, сходѣ съ рельсовъ и другихъ тому подобныхъ случаяхъ. Для колесъ, изъятыхъ изъ службы, поврежденныхъ и пришедшихъ въ негодность, тѣ же условія, что и для бандажей, § 7, стр. 782.

b) Размѣры **дисковаго катаннаго тендернаго колеса** по **Ц. У.** 18, I, 1905, № 2606, показаны на черт. 111.

Черт. 111.



Т. У. на изготовленіе и поставку дисковыхъ тендерныхъ колесъ и литого металла, обработанныхъ проковкою, прокаткою и прессованіемъ.

§§ 1, 2 и 3 какъ и для вагонныхъ колесъ, стр. 787 и 788.

§ 4. Колеса въ количествѣ около 1% предъявленной къ пріемкѣ партіи, но, во всякомъ случаѣ, не менѣе двухъ колесъ, подвергаются слѣдующимъ пробамъ.

а) Проба на ударъ. Колесо, установленное въ вертикальномъ положеніи на неупругой металлической опорѣ, устроенной согласно **Ц. Т. И. К.** отъ 30 марта 1873 г., № 4201, подвергается двумъ ударамъ бабой, вѣсомъ въ 500 kg, падающей съ высоты 3 m, при этомъ на испытуемомъ колесѣ, хотя бы оно изогнулось, не должно проявляться трещинъ и признаковъ излома.

Приспособленіе для опусканія бабы должно быть устроено такъ, чтобы оно не препятствовало свободному паденію бабы и предохраняло отъ случайнаго ея паденія

б) Пробы на раздачу ступицы. Въ расточенную ступицу вставляется втулка, состоящая изъ 4 частей, въ которую вгоняется четырехгранный стержень, съ уклономъ сторонъ въ $^1/_{22}$, и по нему производится рядъ ударовъ бабой, вѣсомъ 200 kg, падающей послѣдовательно съ высоты 1,5, 2, 2,5, 3,5 и 4 m и т. д. до увеличенія діаметра ступицы на 3% противъ первоначальнаго, причемъ въ ступицѣ не должно обнаруживаться трещинъ. Въ случаѣ неудовлетворительныхъ результатовъ, количество испытаній удваивается, партія колесъ, давшая неудовлетворительное переиспытаніе, бракуется.

§ 4в и остальные §§ какъ и для вагонныхъ дисковыхъ колесъ, стр. 788 и 789.

НТБ ДНУЖТ

3. Литыя колеса системы Гриффина (черт. 112).

Т. У. на поставку колесъ безъ бандажей, отлитыхъ по способу Гриффина, заваленнымъ ободомъ. По **Ц. Д.** 24/31 янв. 1902, № 5155/24 съ исправленіемъ согласно **Ц. Д.** 16 апр. 1903, № 17981.

1) Колеса должны быть отлиты изъ металла Гриффина по его способу.

2) Поверхность катанія обода должна быть твердо закалена на глубину не менѣе 12 mm и не болѣе 25 mm, считая на срединѣ обода, а реборда — не менѣе 10 mm и не болѣе 22 mm, считая во внутреннемъ ея закругленіи.

3) Закаленная часть должна имѣть въ изломѣ лучистое строеніе и плавный переходъ въ сѣрый кристаллическій мягкій металлъ.

4) Поверхность катанія обода и реборды должны быть совершенно гладки и чисты безъ какихъ бы то ни было пороковъ (раковинъ, песочинъ или шлаковинъ).

5) Размѣры колесъ должны соотвѣтствовать утвержденному чертежу, причемъ въ частяхъ, не подлежащихъ обработкѣ, допускаются слѣдующія отступленія: въ наружномъ діаметрѣ колеса $^1/_2\%$ въ каждую сторону, въ толщинѣ реборды $1^1/_2$ mm въ каждую сторону, по ширинѣ обода всего 5 mm (отъ 130 mm до 135 mm), въ остальныхъ частяхъ 5% въ сторону уменьшенія и 10% въ сторону увеличенія. Во всякомъ случаѣ колеса должны доставляться на дорогу попарно съ одинаковымъ діаметромъ, съ допущеніемъ отступленія въ діаметрахъ колесъ одной пары не болѣе, чѣмъ въ 1 mm. Въ обработанныхъ частяхъ допускаются отступленія во внутреннемъ діаметрѣ ступицы 0,5 mm и по ширинѣ ея 1 mm.

Примѣчаніе. Внутри полой части диска не должно быть сквозныхъ перегородокъ.

6) Ступицы колесъ должны быть расточены и стороны ихъ обточены, катящіяся же поверхности обода и реборда могутъ быть необточенными, если овальность ихъ не превышаетъ 1 mm, въ противномъ случаѣ катящаяся поверхность обода должна быть отшлифована.

Примѣчаніе. Наличіе небольшихъ раковинъ и втяжинъ на отдѣланныхъ поверхностяхъ ступицъ колесъ партій, выдержавшихъ установленныя Техническими условіями испытанія, не должно служить причиной ихъ забракованія, причемъ опредѣленіе, какія изъ наружныхъ раковинъ и втяжинъ слѣдуетъ считать въ отношеніи ихъ размѣровъ не препятствующими допущенію колесъ въ службу, предоставляется технической комистенціи пріемщика. Независимо сего, ему предоставляется право, если это окажется по обстоятельствамъ дѣла необходимымъ, разбить колесо, имѣющее на отдѣланной поверхности ступицы наиболѣе подозрительныя раковицы и втяжины, пополамъ или на нѣсколько частей, для изслѣдованія излома металла ступицы.

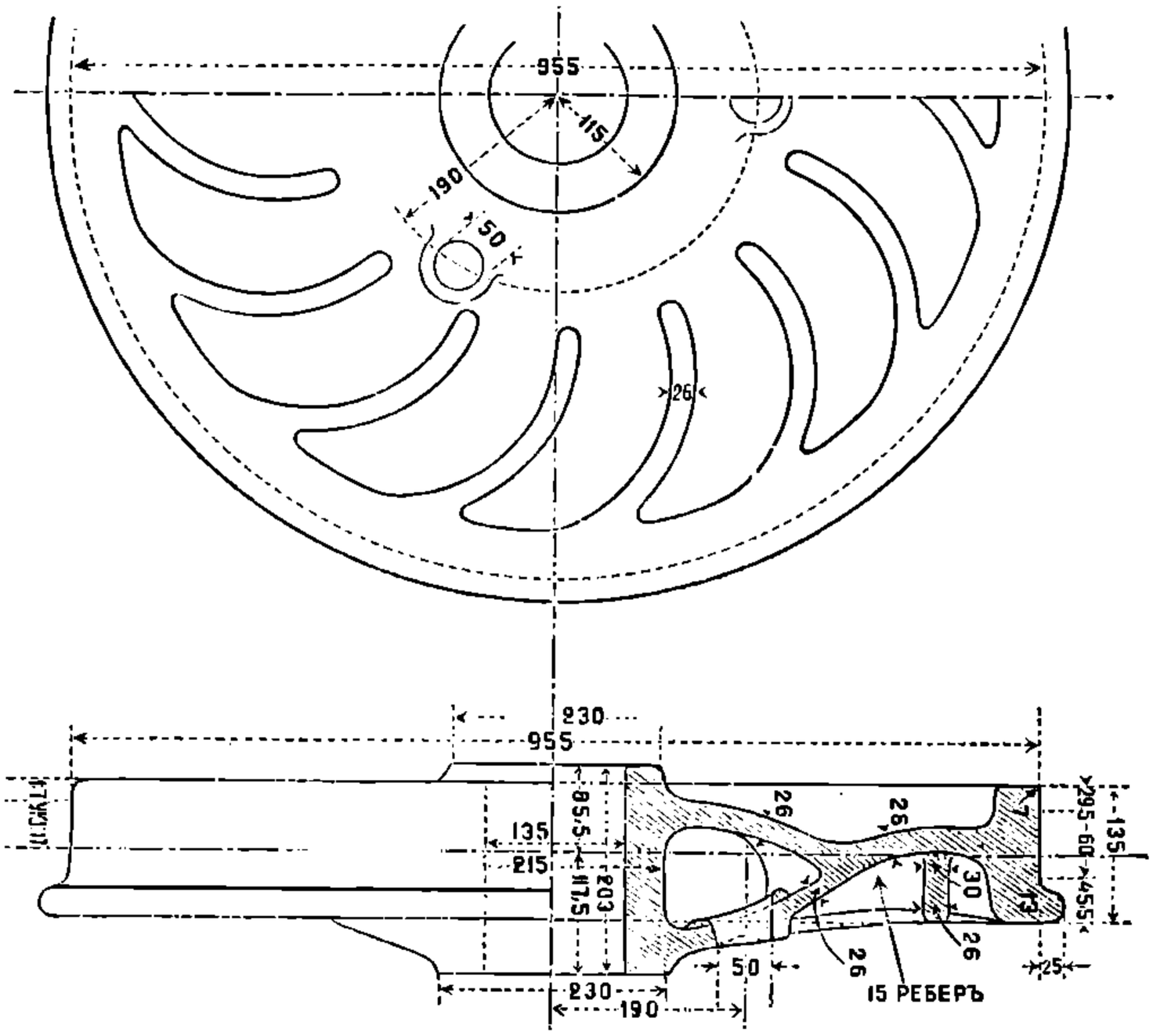
7) Колесо должно быть вѣсомъ въ 24 пуда; разница въ вѣсѣ допускается 4% въ каждую сторону.

8) Колеса въ количествѣ 1 процента отъ предъявленной къ пріемкѣ партіи подвергаются **пробѣ на ударъ**. Эти колеса устанавливаются въ вертикальномъ положеніи, на неупругой опорѣ, вѣсомъ не менѣе 1 000 kg и подвергаются ударамъ свободно падающей бабы, вѣсомъ въ 300 kg, по поверхности катанія обода, на которую предварительно устанавливается желѣзная прокладка не болѣе 25 kg вѣсомъ. Высота паденія бабы при первомъ ударѣ равна 1 m и при каждомъ послѣдующемъ увеличивается на 1 m. Послѣ третьяго удара на колесѣ не должно показываться трещинъ, а послѣ шестого удара оно не должно разламываться на двѣ или нѣсколько частей. Если колесо не выдержало этого испытанія, то всѣ колеса, отлитыя въ одинъ съ нимъ день, бракуются, а остальная часть партіи подлежитъ переиспытанію, для котораго выбираются два колеса разныхъ дней отливки. Если же и эти колеса не выдержали испытанія, то вся партія бракуется.

9) Не менѣе 10% всѣхъ предъявленныхъ къ сдачѣ колесъ должно быть взвѣшено въ отдѣланномъ видѣ въ присутствіи лица, производящаго пріемку, для опредѣленія средняго ихъ вѣса.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 112.



10) Колеса. взятыя согласно § 8 для пробъ. въ количествѣ 1% отъ поставляемой партіи, подвергаются, между прочимъ, также **испытанію осадкой на оправку** подъ давленіемъ отъ 50 до 60 тоннъ. причемъ ни въ ступицѣ, ни въ дискѣ колеса не должно появляться трещинъ и другихъ какихъ-либо пороковъ.

11) На дискѣ каждаго колеса съ наружной стороны должны быть отлиты выпуклымъ шрифтомъ названіе завода, день отливки колеса и заводскій его нумеръ.

12) Заводъ гарантируетъ удовлетворительную службу колесъ въ теченіе пяти лѣтъ, съ 1-го января слѣдующаго за поставкой года, какъ въ отношеніи излома. такъ и въ отношеніи износа ихъ.

Износъ колесъ опредѣляется 5 mm общаго проката или 3 mm мѣстной выбоины.

Всѣ колеса, лопнувшія или сломавшіяся въ теченіе срока гарантіи, за исключеніемъ колесъ, поврежденныхъ при столкновеніи поѣздовъ, сходѣ съ рельсовъ и тому подобныхъ случаяхъ, замѣняются заводомъ штука за штуку.

Колеса. изъятыя изъ службы раньше истеченія срока гарантіи вслѣдствіе износа ихъ, замѣняются заводомъ новыми въ количествѣ, пропорціональномъ недослуженнымъ изношенными колесами срокамъ такъ, чтобы количество прежде доставленныхъ и невыдержавшихъ гарантіи колесъ, со вновь доставленными, прослужило установленный срокъ. причемъ дроби 0.5 и болѣе считаются за единицу, а менѣе 0,5 отбрасываются.

Для колесъ. изъятыхъ изъ службы, поврежденныхъ и пришедшихъ въ негодность, тѣ же условія, что и для шинъ § 7, стр. 782.

5. Укрѣпленіе шинъ на ободѣ производится: а) зажимнымъ кольцомъ по русско-германскому способу (черт. 107), вѣсъ

НТБ ДНУЖТ

кольца 0,25 пд.; b) кольцами Манзеля (черт. 108), вѣсъ кольца 1,15 пд.; c) по способу Коломенскаго завода (черт. 109). Вѣсъ шины вагонной 15,25 пд.

6. Насадка вагонныхъ колесъ на оси при помощи гидравлическаго давленія въ 50 до 80 t (нормы для Россіи см. стр. 799). Въ дисковыхъ колесахъ для возможности производить обточку высверливаются отверстія діаметромъ 35 mm на разстояніи 750 mm другъ отъ друга. При насадкѣ на ось спицевыхъ колесъ необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы спицы обоихъ колесъ приходились другъ противъ друга въ одной плоскости; это необходимо для удобства установки тягъ при новой съемкѣ и насадкѣ колесъ. Ступица растачивается на конусъ 1 200.

7. Оси. 1. Для паровозовъ см. ниже, Паровозы.

2. Оси **Н. Т.** (діам. и длина): заплечикъ шейки 153 16, шейка 125 210, головка 160 62, въ ступицѣ 165·195, заплечикъ 172·16, ось въ срединѣ 160, вся длина оси 2342, между срединами шеекъ 2100.

3. Оси вагонныя для **Н. В.**, подъемной силою 750 пд., приведены на черт. 113. На черт. 113 въ скобкахъ приведены размѣры оси согласно **П. М. П. С.** 1900 г., № 84. Длина между срединами шеекъ 2114, длина шейки 170 (210), длина головки 76, толщина концевого заплечика отъ начала шейки до обрѣза оси 15, толщ. цилиндрической части этого заплечика 11, діаметръ заплечика 120, діаметръ шейки 100 (115), діаметръ головки 120 (135), діаметръ оси въ ступицѣ 135 (155). Вѣсъ оси обточенной 14,1 пуд. (необдѣланной 15,8 пуд.).

Оси для вагона подъемн. силы въ 900 пуд. и всѣхъ колесъ, заказываемыхъ въ запасъ, изготовляются по нормамъ **М. П. С.** 1909 года 23 янв., № 212/23, и должны имѣть слѣдующіе размѣры: діам. шейки 105, длина шейки 170, головка 120·76, подступичная часть 145 267 mm. Ось посрединѣ 136.

4. Правила о наименьшихъ размѣрахъ шеекъ и головокъ вагонныхъ и тендерныхъ осей, при которыхъ таковыя оси могутъ быть допускаемы въ службу (П. М. П. С. 4 іюня 1900 г., № 85).

I. Разсчетъ наименьшихъ размѣровъ шеекъ и подступичной части (головки) стальныхъ осей тендеровъ и вагоновъ всѣхъ наименованій производится по нижеслѣдующимъ формуламъ:

$$s = 8\,\frac{Q\,l}{\pi\,d^3} \quad \text{и} \quad S = 16\,\frac{Q\,L}{\pi\,D^3},$$

въ которыхъ:

d — означаетъ наименьшій діаметръ шейки въ cm,

l — длина шейки въ cm,

D — наименьшій діаметръ головки въ cm,

L — разстояніе средины шейки до круга катанія колеса въ cm,

Q — наибольшая нагрузка обѣихъ шеекъ оси въ kg,

НТБ ДНУЖТ

s — наибольшее удѣльное напряженіе шейки оси въ kg/qcm,

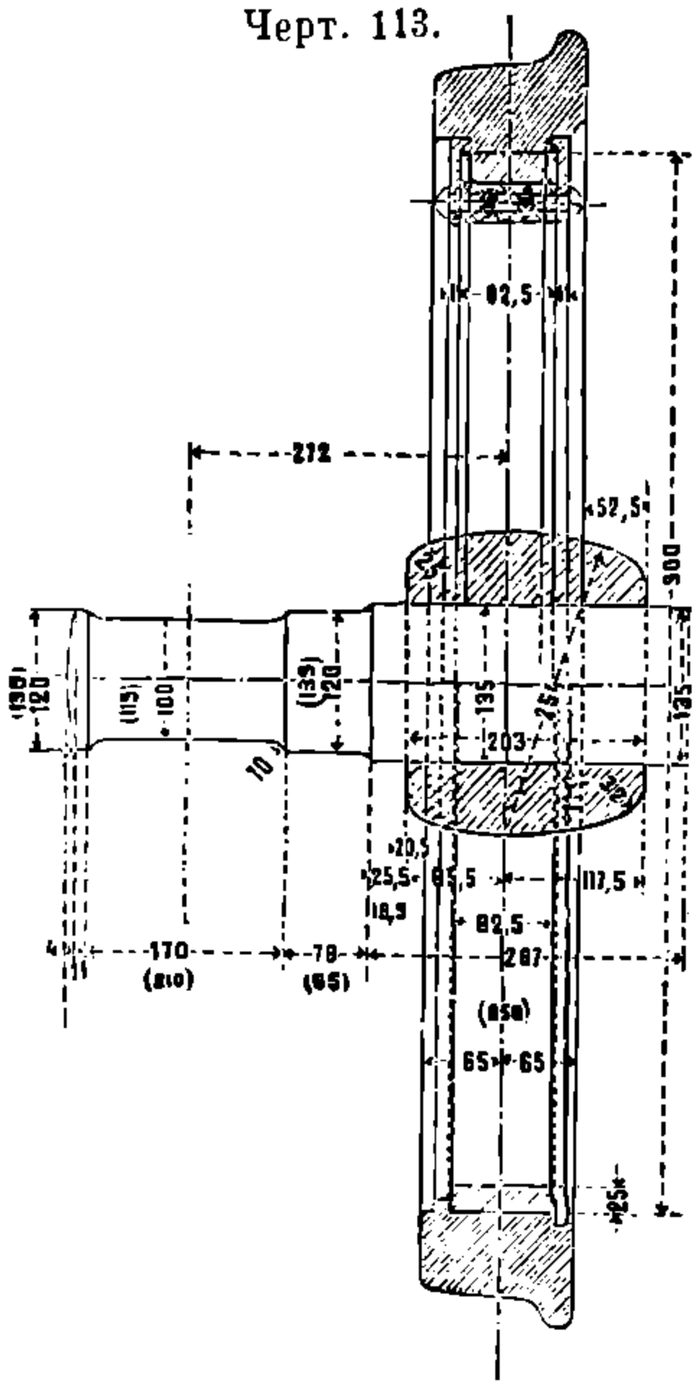
S — наибольшее удѣльное напряженіе головки оси въ kg/qcm.

При этомъ величины s и S не должны превосходить нижеслѣдующихъ значеній для:

a) Тендеровъ всѣхъ наименованій и единицъ подвижного состава, обращающихся исключительно въ товаро-пассажирскихъ поѣздахъ, въ шейкѣ $s = 680$ kg/qcm, а въ головкѣ $S = 550$ kg/qcm.

b) Пассажирскихъ, почтовыхъ и багажныхъ вагоновъ, а равно спеціальныхъ товарныхъ вагоновъ, обращающихся въ пассажирскихъ поѣздахъ разнаго наименованія, кромѣ товаро-пассажирскихъ, въ шейкѣ $s = 550$ kg/qcm, а въ головкѣ $S = 440$ kg/qcm.

Черт. 113.



Примѣчаніе 1. При вычисленіи по симъ формуламъ діаметровъ шеекъ и головокъ осей въ mm дробь равная и болѣе 0,5 принимается за единицу, а меньшая 0.5 отбрасывается.

Примѣчаніе 2. Оси вагоновъ и тендеровъ всѣхъ наименованій, существующія или заказанныя до 1 сентября 1900 г., могутъ не удовлетворять требованіямъ сихъ правилъ, по отношенію къ размѣрамъ ихъ подступичной части, тендерныя же, сверхъ сего, и въ отношеніи къ размѣрамъ ихъ шеекъ.

Примѣчаніе 3. Подъ названіемъ спеціальныхъ товарныхъ вагоновъ, допускаемыхъ къ обращенію въ пассажирскихъ поѣздахъ, слѣдуетъ понимать всякаго рода крытые и открытые товарные вагоны, которые по отношенію къ ихъ содержанію, ремонту и осмотру подчинены правиламъ, установленнымъ для пассажирскихъ вагоновъ.

II. Для облегченія примѣненія приведенныхъ выше формулъ къ опредѣленію наименьшихъ размѣровъ шеекъ осей товарныхъ вагоновъ, обращающихся на желѣзныхъ дорогахъ, предлагается руководствоваться нижеслѣдующими указаніями.

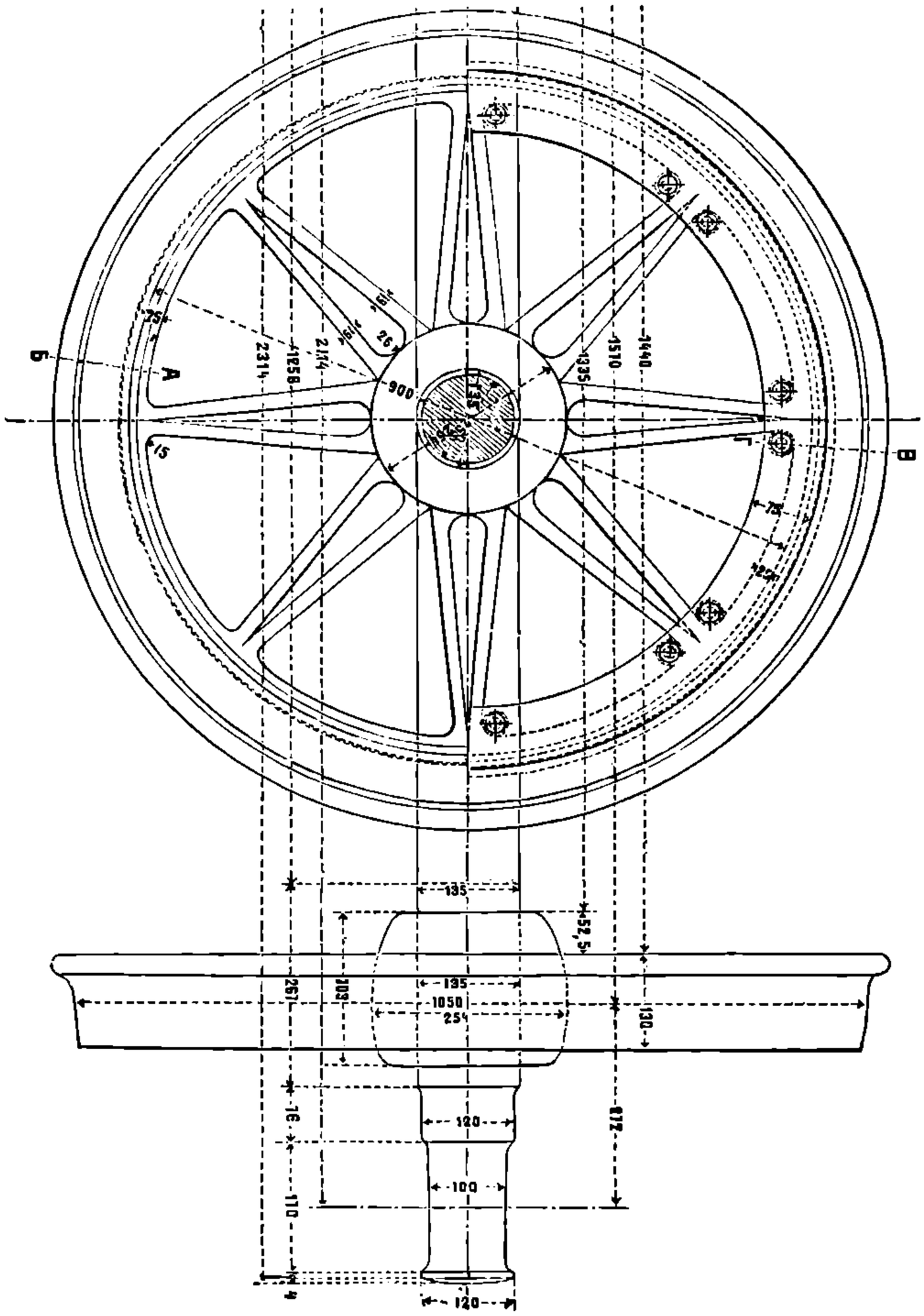
α) **Для колеи 1524 mm.**

A. Подъ товарные вагоны, обращающіеся въ товарныхъ и товаро-пассажирскихъ поѣздахъ, не допускаются къ постановкѣ такія оси, наименьшіе діаметры шеекъ коихъ при повѣркѣ точнымъ измѣреніемъ окажутся менѣе размѣровъ, приведенныхъ въ таблицѣ стр. 795.

НТБ ДНУЖТ

Повѣрка толщины осевыхъ шеекъ точнымъ измѣреніемъ производится обязательно послѣ каждой обточки осевыхъ

Черт. 114.



шеекъ, при установленномъ періодическомъ осмотрѣ вагона и при всякой выкаткѣ изъ-подъ него колесныхъ скатовъ или полускатовъ.

НТБ ДНУЖТ

При длинѣ шейки въ mm	1	2	3
	Подъ вагонами подъемной силы:		
	500 пд.	610 пд.	750 пд.
	Предѣльный наимен. діам. шейки въ mm		
151	72	75	80
153	72	76	80
156	73	76	81
159	73	77	81
162	74	77	82
165	74	78	82
168	75	78	83
171	75	78	83
174	76	79	84
177	76	79	84
180	76	80	85
183	77	80	85
186	77	81	86
189	78	81	86
192	78	82	87
195	79	82	87
198	79	82	87
201	79	83	88
204	80	83	88
207	80	84	89
210	81	84	89
213	81	84	90
216	81	85	90
219	82	85	90
222	82	86	91
225	82	86	91
228	83	86	92
231	83	87	92
234	83	87	92
237	84	87	93
240	84	88	93

Примѣчаніе. Для осей товарныхъ вагоновъ, длина шейки которыхъ, найденная обмѣромъ, лежитъ между числовыми значеніями, указанными въ таблицѣ, за наименьшій допускаемый діаметръ принимается числовое его значеніе, соотвѣтствующее ближайшему меньшему табличному размѣру длины шейки.

Б. Товарные вагоны, діаметръ шеекъ которыхъ, при соотвѣтственной длинѣ шейки, удовлетворяетъ указаннымъ въ сей таблицѣ размѣрамъ, могутъ быть помѣщаемы въ пассажирскіе поѣзда при условіи, чтобы такіе вагоны были нагружаемы не полнымъ грузомъ, соотвѣтствующимъ ихъ подъемной силѣ, а на 30% менѣе.

β) **Для колеи 1067 mm** постановленіе о наименьшихъ размѣрахъ шеекъ вагонныхъ осей и шинъ, паровозныхъ и вагонныхъ, при которыхъ таковыя оси и шины могутъ быть допускаемы въ службу на **узкоколейныхъ дорогахъ** съ шириною колеи въ 1067 mm.

Подъ вагоны, обращающіеся на желѣзныхъ дорогахъ, съ шириною колеи въ 1067 mm, не допускаются къ постановкѣ такія оси, наименьшіе діаметры шеекъ коихъ, при провѣркѣ измѣреніемъ, окажутся менѣе размѣровъ, указанныхъ въ нижеслѣдующей таблицѣ (стр. 796) и примѣчаніяхъ къ оной.

Провѣрка толщины осевыхъ шеекъ измѣреніемъ производится обязательно послѣ каждой обточки осевыхъ шеекъ, при установленномъ періодическомъ осмотрѣ вагона и при всякой выкаткѣ изъ-подъ него колесныхъ скатовъ или полускатовъ.

Б. Примѣчанія къ таблицѣ предѣльныхъ наименьшихъ діаметровъ шеекъ стальныхъ осей товарныхъ вагоновъ съ двумя осями (стр. 796).

1. При распредѣленіи нагрузки и собственнаго вѣса вагона поровну на каждую изъ его осей, наибольшее давленіе, передаваемое рельсамъ двумя колесами каждой вагонной оси (при нахожденіи вагона въ покоѣ на горизонтальномъ пути), соотвѣтствующее наименьшимъ діаметрамъ осевыхъ шеекъ, показаннымъ въ столбцахъ сей таблицы, не должно превосходить для осей товарныхъ вагоновъ, если діаметръ осевыхъ шеекъ соотвѣтствуетъ цифрамъ, показаннымъ въ таблицѣ (стр. 796) въ столбцѣ:

1	2	3	4	5	6
а) 4100 kg,	б) 4500 kg,	в) 4900 kg,	г) 5300 kg,	д) 5700 kg,	е) 6100 kg.

НТБ ДНУЖТ

А. Таблица предѣльныхъ наименьшихъ діаметровъ шеекъ стальныхъ осей товарныхъ вагоновъ съ двумя осями.

При длинѣ шейки въ mm	1	2	3	4	5	6
	подъ вагонами подъемн. силы					
	250 пд.	300 пд.	350 пд.	400 пд.	450 пд.	500 пд.
	нагрузка на ось kg					
	3600	4000	4400	4800	5200	5600
	предѣльный наименьшій діам. шейки въ mm					
отъ 100 до 115	53	54	56	57	58	60
» 116 » 125	54	55	57	59	60	62
» 126 » 135	55	56	59	61	62	64
» 136 » 145	56	57	60	62	63	65
» 146 » 155	57	58	61	63	64	66

При большемъ давленіи предѣльный наименьшій діаметръ шеекъ долженъ быть соотвѣтственно увеличенъ.

2. Для осей пассажирскихъ, почтовыхъ, багажныхъ, а равно спеціальныхъ товарныхъ вагоновъ, обращающихся въ пассажирскихъ поѣздахъ, предѣльный наименьшій діаметръ осевой шейки долженъ быть на четыре миллиметра больше противъ указаннаго въ приведенной выше таблицѣ соотвѣтствующаго размѣра наименьшаго діаметра осевой шейки товарнаго вагона, при той же самой длинѣ шейки и при одинаковомъ давленіи на рельсы, передаваемомъ двумя колесами каждой вагонной оси.

Если же діаметръ осевой шейки багажнаго или спеціальнаго, обращающагося въ пассажирскихъ поѣздахъ, товарнаго вагона будетъ, при соотвѣтственной длинѣ шейки, одинаковъ съ указаннымъ въ сей таблицѣ размѣромъ, или же будетъ превышать таковой размѣръ менѣе, чѣмъ на четыре миллиметра, то вагонъ не долженъ быть нагруженъ полнымъ грузомъ, соотвѣтствующимъ его подъемной силѣ, а лишь двумя третями этого груза.

3. Предѣльные наименьшіе размѣры діаметровъ шеекъ желѣзныхъ осей должны быть на три миллиметра больше противъ опредѣленныхъ, согласно таблицѣ въ А, или подлежащихъ случаяхъ, согласно 1-му или 2-му примѣчаніямъ къ ней, соотвѣтствующихъ діаметровъ шеекъ стальныхъ осей.

4. Подъ названіемъ спеціальныхъ товарныхъ вагоновъ, допускаемыхъ къ обращенію въ пассажирскихъ поѣздахъ, слѣдуетъ понимать всякаго рода крытые и открытые товарные вагоны, которые по отношенію къ ихъ содержанію, ремонту и осмотру подчинены правиламъ, установленнымъ для пассажирскихъ вагоновъ.

5. Подъ пассажирскими поѣздами слѣдуетъ понимать перевозящіе пассажировъ поѣзда всѣхъ наименованій, за исключеніемъ товаро-пассажирскихъ.

5. Н. Т. У. для осей вагонныхъ, тендерныхъ и паровозныхъ (прямыхъ и колѣнчатыхъ) *).

а. Оси прямыя.

§ 1. Оси должны быть изготовлены изъ литой стали, по всей массѣ однородной, безъ вредныхъ для ихъ службы недостатковъ въ матеріалѣ, причемъ оси должны быть прокованы или прессованы. Оси послѣ изготовленія ихъ должны быть надлежащимъ образомъ ограждены отъ быстраго и неравномѣрнаго охлажденія.

§ 2. Оси должны быть изготовлены согласно съ чертежами, причемъ для осей, изготовляемыхъ въ черномъ видѣ, допускаются слѣдующія отступленія: въ діаметрахъ средней ихъ части, не подлежащей обточкѣ, до 2 mm

*) Измѣнено согласно Приказа М. П. С. отъ 4 іюня 1900 г., за № 84.

НТБ ДНУЖТ

болѣе и до 1 mm менѣе заданныхъ, въ длинѣ осей до 10 mm болѣе; въ діаметрахъ же частей, подлежащихъ обточкѣ, до 5 mm болѣе противъ размѣровъ чертежа оси въ черномъ видѣ; для полуобточенныхъ осей, въ мѣстахъ неотдѣланныхъ, допускаются вышеуказанныя отступленія, въ остальныхъ же онѣ должны соотвѣтствовать чертежу. Вообще принимаются только такія осевыя болванки, изъ которыхъ возможно выточить ось по чертежу въ чистомъ видѣ безъ черновинъ на мѣстахъ обработки.

Примѣчаніе. На чертежахъ осей полуобточенныхъ и въ черномъ видѣ должны быть показаны размѣры ихъ въ чистомъ видѣ.

§ 3. Оси **вагонныя и тендерныя**, удовлетворяющія условіямъ наружнаго осмотра и обмѣра, испытываются на разрывъ въ количествѣ двухъ (2) процентовъ предъявленной къ пріемкѣ партіи (см. § 4). Вагонныя оси, кромѣ испытанія **на разрывъ**, подвергаются въ количествѣ половины процента (0,5%), но не менѣе одной оси, **ударной пробѣ** (см. § 5). По взаимному соглашенію часть образцовъ для испытанія на разрывъ вагонныхъ осей, соотвѣтствующая 0,5%, можетъ быть взята изъ концовъ осей, испытанныхъ раньше ударной пробой.

Если при испытаніи вагонныхъ и тендерныхъ осей получится неудовлетворительный результатъ, то переиспытывается изъ каждой плавки одна ось; всѣ оси плавки, которая дала неудовлетворительное испытаніе, бракуются.

Паровозныя оси, удовлетворяющія условіямъ наружнаго осмотра и обмѣра, предъявляются къ испытанію каждая съ прибылью, изъ каковой вытачивается брусокъ установленной длины для испытанія на разрывъ. При предъявленіи паровозныхъ осей въ количествѣ четырехъ штукъ или менѣе, каждая изъ нихъ подвергается испытанію на разрывъ; при предъявленіи больше четырехъ штукъ осей на каждыя четыре оси или менѣе, сверхъ первыхъ четырехъ, испытывается одна ось.

Если при испытаніи паровозныхъ осей, предъявленныхъ въ количествѣ 4 или менѣе осей, получится неудовлетворительный результатъ, то соотвѣтственная ось бракуется.

Если же неудовлетворительный результатъ испытанія будетъ относиться къ оси, выбранной изъ группы въ 4 оси, то изъ представляемой ею группы въ 4 оси берется для переиспытанія еще одна ось, и, въ случаѣ неудовлетворительнаго результата такого переиспытанія, бракуется вся группа четырехъ осей.

§ 4. Для испытанія на разрывъ изъ куска тендерной или вагонной оси и изъ прибыльной части паровозной оси вырѣзается въ холодномъ состояніи нормальный круглый образецъ установленной длины, діаметромъ въ 20 mm, причемъ въ діаметрѣ образца допускаются отступленія отъ указаннаго размѣра до ½ mm въ ту или другую сторону. Указанный образецъ при испытаніи на разрывъ долженъ давать отъ 50 до 60 kg/qmm сопротивленія и не менѣе 15% удлиненія, причемъ сумма цифръ сопротивленія и удвоеннаго удлиненія должна быть не менѣе 90.

Примѣчаніе. Если испытываемый образецъ покажетъ временное сопротивленіе разрыву свыше 60 kg/qmm, то ось подлежитъ пріемкѣ лишь въ томъ случаѣ, когда избытку временнаго сопротивленія, сверхъ 60 kg/qmm, будетъ отвѣчать на каждый kg сопротивленія избытокъ удлиненія не менѣе 1½%, сверхъ 15% требуемаго удлиненія.

§ 5. При ударной пробѣ вагонныхъ осей, таковыя помѣщаются на двѣ неупругія подставки, расположенныя одна отъ другой на 4 фута, и, будучи послѣ каждаго удара поворачиваемы въ обратную сторону, онѣ должны выдерживать безъ всякихъ признаковъ поврежденія 5 ударовъ бабы вѣсомъ 20 пд., падающей съ высоты 15 фт.

Примѣчаніе. Коперъ, бабы и опоры для ударной пробы осей должны быть устроены по чертежамъ, утвержденнымъ М. П. С. Чугунная опора для означенной пробы должна быть вѣсомъ не менѣе 750 пуд. и установлена на прочномъ фундаментѣ, заложенномъ въ глубинѣ не менѣе 0,66 саж.

§ 6. Заводъ при предъявленіи осей къ пріемкѣ долженъ представлять засвидѣтельствованную заводской администраціей **вѣдомость ихъ по плавкамъ** и результаты химическаго анализа послѣднихъ, причемъ содержаніе фосфора не должно превышать 0,15%.

НТБ ДНУЖТ

При заказѣ вагонныхъ и тендерныхъ осей менѣе пятидесяти штукъ, онѣ включаются для пріемки и испытанія въ общую партію съ осями по другимъ заказамъ. Въ случаѣ же невозможности сдѣлать это, заказъ увеличивается на одну ось, и изъ всей партіи заказа выбирается одна ось, которая и подвергается испытанію.

§ 7. Въ мѣстахъ центровъ чисто и грубо обточенныхъ осей должны быть высверлены цилиндрическія отверстія глубиною до 20 mm и діаметромъ въ 6 mm; края ихъ растачиваются на конусъ.

§ 8. На осяхъ должны быть выбиты, пока металлъ въ горячемъ состояніи: марка завода, время изготовленія, заводскій нумеръ оси и нумеръ плавки.

§ 9. Оси, удовлетворяющія вышеозначеннымъ условіямъ, принимаются по дѣйствительному вѣсу ихъ.

Въ случаѣ, если оси откованы съ напусками, превосходящими допускаемые § 2 сихъ условій предѣлы, то онѣ должны быть приняты съ **неоплатой за излишній вѣсъ** противъ нормальнаго, опредѣляемаго вышеуказанными допусками.

§ 10. Заводъ **гарантируетъ** удовлотворительную службу осей въ теченіе 5 лѣтъ, считая этотъ срокъ гарантіи съ 1-го января, наступающаго послѣ дня пріемки осей на заводѣ.

Всѣ оси, лопнувшія или сломавшіяся въ теченіе вышеуказаннаго срока гарантіи, за исключеніемъ осей, поврежденныхъ при столкновеніи поѣздовъ, сходѣ съ рельсовъ и другихъ тому подобныхъ случаяхъ, замѣняются заводомъ безплатно штука за штуку. Изъятіе изъ службы осей, подлежащихъ замѣнѣ на основаніи условій гарантіи, должно быть удостовѣрено актами за подписью начальника мастерскихъ или депо.

Поврежденныя оси должны быть замѣнены новыми не позже четырехъ мѣсяцевъ со дня полученія о томъ письменнаго извѣщенія съ доставкой на дорогу за счетъ завода. Если въ указанный срокъ оси не будутъ доставлены на дорогу, то онѣ заказываются за счетъ завода. **Пришедшія въ негодность** оси хранятся въ теченіе 4-хъ мѣсяцевъ со дня извѣщенія о томъ заводу, а затѣмъ, если отъ завода не послѣдовало никакого распоряженія объ этихъ осяхъ, то онѣ продаются, и вырученная сумма, за вычетомъ расходовъ по продажѣ и храненію сверхъ четырехъ мѣсяцевъ, выдается заводу.

b. Оси паровозныя колѣнчатыя.

По **П. М. П. С.** 24 января 1906 г., № 17, установлены нижеслѣдующія

Техническія условія изготовленія и пріемки паровозныхъ колѣнчатыхъ осей въ отдѣланномъ видѣ.

1) Ось должна быть откована изъ болванки основной мартеновской стали, однороднаго, мелкозернистаго сложенія, содержащей не болѣе 0,07% фосфора. Послѣ отковки ось подвергается отжигу.

Примѣчаніе. Химическій анализъ стали обязателенъ для завода, но результаты его, за исключеніемъ указаннаго въ этомъ § наибольшаго предѣла содержанія фосфора, не служатъ основаніемъ для забракованія осей, если онѣ удовлетворятъ прочимъ условіямъ пріемки.

2) Ось въ чисто-отдѣланномъ видѣ должна быть изготовлена согласно съ чертежами, причемъ допускаются отступленія отъ таковыхъ: въ діаметрѣ трущихся частей оси до 0,5 mm и въ остальныхъ частяхъ до 1 mm, и не должна имѣть недостатковъ, вредныхъ для ея службы.

3) Колѣнчатыя паровозныя оси, удовлетворяющія условіямъ наружнаго осмотра и обмѣра, подвергаются **испытанію каждая отдѣльно.** Для этого на обоихъ концахъ каждой оси оставляются припуски такихъ размѣровъ, чтобы изъ каждаго изъ нихъ можно было отрѣзать кружокъ, толщиной въ 40 mm, для изготовленія образцовъ для испытанія на разрывъ и на ударъ бабой. Кружки отдѣляются отъ оси послѣ отжига. На кружкахъ выбиваются номеръ оси и особыя мѣтки, которыя повторяются на соотвѣтствующемъ концѣ оси. Изъ каждаго кружка берется два образца: одинъ для испытанія на разрывъ и одинъ для испытанія на ударъ бабою.

НТБ ДНУЖТ

4) Для испытанія на разрывъ вырѣзываются въ холодномъ состояніи пробные бруски, изъ которыхъ вытачиваются круглые цилиндрическіе образцы діаметромъ въ 20 mm и длиною, достаточною для полученія разстоянія между кернами на цилиндрической его части въ 51 mm, при этомъ, въ отношеніи прочихъ размѣровъ образцовъ, должны быть соблюдены постановленія Инструкціи по изготовленію и испытанію нормальныхъ образцовъ на разрывъ (утвержд. П. М. П. С. 15/21 апрѣля 1901 года, за № 17203; см. ч. I, стр. 543). Указанные образцы при испытаніи должны дать сопротивленіе разрыву отъ 45 до 53 kg/qmm и не менѣе 28% удлиненія.

Примѣчаніе. При сопротивленіи разрыву образца болѣе 53 kg/mm ось подлежитъ пріемкѣ лишь въ томъ случаѣ, когда каждому kg сопротивленія (сверхъ 53) будетъ отвѣчать не менѣе 1,5% удлиненія, сверхъ положенныхъ 28%.

5) Для испытанія на ударъ вырѣзываются въ холодномъ состояніи квадратные бруски размѣрами 30×30 mm и длиною не менѣе 200 mm, которые, будучи положены на двѣ неупругія опоры, отстоящія одна отъ другой на 160 mm, должны выдержать 15 ударовъ бабы вѣсомъ въ 25 kg, падающей съ высоты 2-хъ m, не обнаруживая при этомъ признаковъ излома или какихъ-либо пороковъ. Отношеніе падающаго груза къ вѣсу фундамента при этихъ испытаніяхъ должно быть такое же, какъ при испытаніяхъ колесныхъ шинъ.

6) Если при одномъ изъ вышеупомянутыхъ испытаній получатся неудовлетворительные результаты, то изъ остатковъ кружка, послужившаго для изготовленія, не выдержавшаго испытанія образца, изготовляются еще два такіе же образца и подвергаются тому же испытанію. Если и при этомъ результаты будутъ неудовлетворительные, хотя бы для одиого изъ двухъ взятыхъ для переиспытанія образцовъ, то ось бракуется.

7) Въ мѣстахъ центровъ осей должны быть высверлены цилиндрическія отверстія, глубиною до 20 mm и діаметромъ въ 6 mm, края ихъ растачиваются на конусъ.

8) На каждой оси должны быть выбиты: марка завода, время изготовленія, заводскій нумеръ оси и нумеръ илавки.

9) Заводъ принимаетъ на себя гарантію исправной службы колѣнчатыхъ осей въ теченіе пробѣга паровозомъ 100.000 поѣздо-верстъ, причемъ всѣ оси, получившія поврежденія, влекущія за собой изъятіе изъ службы до пробѣга паровозомъ первыхъ 50.000 поѣздо-верстъ, за исключеніемъ осей, поврежденныхъ при столкновеніяхъ поѣздовъ, сходахъ съ рельсовъ и другихъ тому подобныхъ случаяхъ, замѣняются заводомъ безплатно штука за штуку, всѣ же оси, пробѣжавшія уже 50.000 верстъ и по тѣмъ же причинамъ, за исключеніемъ случаевъ выше оговоренныхъ, изъятыя изъ службы ранѣе пробѣга ими 100.000 поѣздо-верстъ, замѣняются заводомъ новыми за плату, уменьшенную на сумму, пропорціональную недопробѣгу изъятой оси до 100.000 верстъ. Изъятіе изъ службы осей, подлежащихъ замѣнѣ на основаніи условій гарантіи, должно быть удостовѣрено актами за подписью начальниковъ мастерскихъ или дено. Оси, поставленныя заводомъ взамѣнъ осей, изъятыхъ изъ службы, должны во всемъ удовлетворять настоящимъ техническимъ условіямъ.

Поврежденныя оси должны быть замѣнены новыми не позже шести мѣсяцевъ со дня полученія о томъ письменнаго извѣщенія, съ доставкой на дорогу за счетъ завода. Если въ указанный срокъ оси не будутъ доставлены на дорогу, то онѣ заказываются и доставляются на мѣсто за счетъ завода. Пришедшія въ негодность оси хранятся въ теченіе четырехъ мѣсяцевъ со дня извѣщенія о томъ завода, а затѣмъ, если отъ завода не послѣдовало никакого распоряженія объ этихъ осяхъ, то онѣ продаются, и вырученная сумма, за вычетомъ расходовъ по продажѣ и храненію сверхъ четырехъ мѣсяцевъ, выдается заводу.

Н. Т. У. для колесныхъ скатовъ.

§ 1. Скаты должны быть изготовлены согласно съ чертежами; входящія въ составъ ихъ колеса, оси и шины должны удовлетворять техническимъ условіямъ на поставку означенныхъ предметовъ, для чего они испытываются до сборки скатовъ.

НТБ ДНУЖТ

§ 2. **Надѣваніе шинъ** на колеса паровозныя, тендерныя и всякія литыя производится до насадки колесъ на оси; надѣваніе шинъ на вагонныя кованыя колеса производится послѣ насадки колесъ на оси.

Помѣщеніе какихъ-либо прокладокъ между ободомъ и насаженною на него шиною не допускается.

§ 3. **Насадка колесъ** на оси производится подъ давленіемъ отъ 85 до 120 t для паровозныхъ и тендерныхъ колесъ, отъ 50 до 80 t для вагонныхъ колесъ при насадкѣ на ось колеса съ шиной и отъ 40 до 70 t при насадкѣ колеса на ось до надѣванія шины на колесо. Давленія эти опредѣляются по діаграммамъ индикаторнаго прибора; на индикаторныхъ діаграммахъ отмѣчается только наибольшее давленіе, полученное до момента упиранія буртика оси въ ступицу колеса.

Примѣчаніе. Соприкасающіяся поверхности ступицы и шейки оси должны быть гладко обточены мелкой стружкою.

§ 4. **Надѣваніе шинъ** на колеса должно производиться при помощи нагрѣва ихъ въ горячемъ воздухѣ безъ доступа продуктовъ горѣнія, въ мазутѣ, маслѣ, газовымъ пламенемъ или инымъ способомъ, если таковой способъ будетъ разрѣшенъ Министромъ Путей Сообщенія, дающимъ равномѣрный нагрѣвъ шины; разность въ діаметрахъ шины и обода, опредѣляющая натягъ шины, должна заключатьси въ предѣлахъ 0,75 — 1 mm на одинъ метръ діаметра.

§ 5. Шины послѣ сборки скатовъ обтачиваются согласно чертежа.

§ 6. Заводъ **гарантируетъ** удовлетворительную службу частей, входящихъ въ составъ скатовъ (шины, оси и колеса), согласно указаній, изложенныхъ въ техническихъ условіяхъ на поставку сихъ частей.

b. Тяговые и ударные приборы.

Примѣчаніе. Размѣры, установленные **М. П. С.** для 16-тонной тяги (1905 г.), приведены въ соотвѣтствующихъ мѣстахъ въ скобкахъ (—).

1. Общія данныя.

По **П. М. П. С.** 7 окт. 1892 г., № 47.

1. Нормы возвышенія надъ поверхностью рельсовъ центровъ буферовъ подвижного состава, находящагося въ покоѣ.

1. Во вновь проектируемомъ подвижномъ составѣ разстояніе центровъ буферовъ отъ поверхности рельсовъ должно составлять 1060 mm.

2. Для подвижного состава, находящагося въ службѣ, предѣлы возвышенія центровъ буферовъ надъ уровнемъ рельсовъ устанавливаются:

а) для находящихся въ покоѣ паровозовъ, тендеровъ и пассажирскихъ вагоновъ, какъ въ груженомъ, такъ и въ порожнемъ состояніи, отъ 970 mm до 1085 mm;

б) для находящихся въ покоѣ товарныхъ вагоновъ въ порожнемъ состояніи отъ 970 mm до 1085 mm;

в) для находящихся въ покоѣ товарныхъ вагоновъ въ груженомъ состояніи не ниже 920 mm.

2. Допускаемая разность въ возвышеніи центровъ буферныхъ тарелокъ двухъ смежныхъ сцѣпленныхъ единицъ подвижного состава, находящагося въ покоѣ.

Разница въ возвышеніи центровъ буферныхъ тарелокъ двухъ смежныхъ сцѣпленныхъ единицъ подвижного состава, находящагося въ покоѣ, не должна превосходить:

а) при буферныхъ тарелкахъ металлическихъ 125 mm, причемъ взаимноприкрывающаяся часть тарелокъ должна имѣть не менѣе 190 mm по вертикальному направленію;

б) при деревянныхъ буферныхъ тарелкахъ половины высоты площади буфера.

НТБ ДНУЖТ

3. Горизонтальное разстояніе между центрами буферовъ подвижного состава.

1. Въ проектируемомъ подвижномъ составѣ горизонтальное разстояніе между центрами буферовъ должно составлять 1782 mm.

2. Въ подвижномъ составѣ, находящемся въ службѣ, горизонтальное разстояніе между центрами буферовъ можетъ уклоняться отъ 1782 mm въ каждую сторону не болѣе, какъ на 10 mm, т.-е. оно должно находиться въ предѣлахъ отъ 1772 mm до 1782 mm.

3. Въ подвижномъ составѣ, который былъ построенъ ранѣе опубликованія настоящихъ правилъ, горизонтальное разстояніе между центрами буферовъ временно допускается въ предѣлахъ отъ 1730 mm до 1835 mm, но съ тѣмъ, чтобы оно было приводимо въ предѣлы, указанные въ пунктѣ 2 статьи 3 сего постановленія, въ паровозахъ, тендерахъ и пассажирскихъ вагонахъ при большомъ ремонтѣ, а въ товарныхъ вагонахъ и платформахъ при періодическомъ осмотрѣ.

4. Правила о предѣльномъ относительномъ расположеніи частей сцѣпного и тягового приборовъ, находящихся впереди вагоннаго буфернаго бруса По П. М. П. С. 1902 г.

a) Разстояніе отъ рабочей поверхности крюка до поверхности касанія буферовъ должно находиться въ предѣлахъ отъ 280 до 360 mm.

b) Разстояніе отъ рабочей поверхности короткой скобы до поверхности касанія буферовъ должно быть въ предѣлахъ отъ 415 до 500 mm при вполнѣ развернутой стяжкѣ.

c) Разстояніе отъ выступа заплечика головки крюка до буфернаго бруса должно быть не менѣе 50 mm.

Примѣчаніе. Длина винтового стержня не должна превосходить 410 mm, считая въ томъ числѣ по 14 mm съ каждаго конца на шайбы и расклепку.

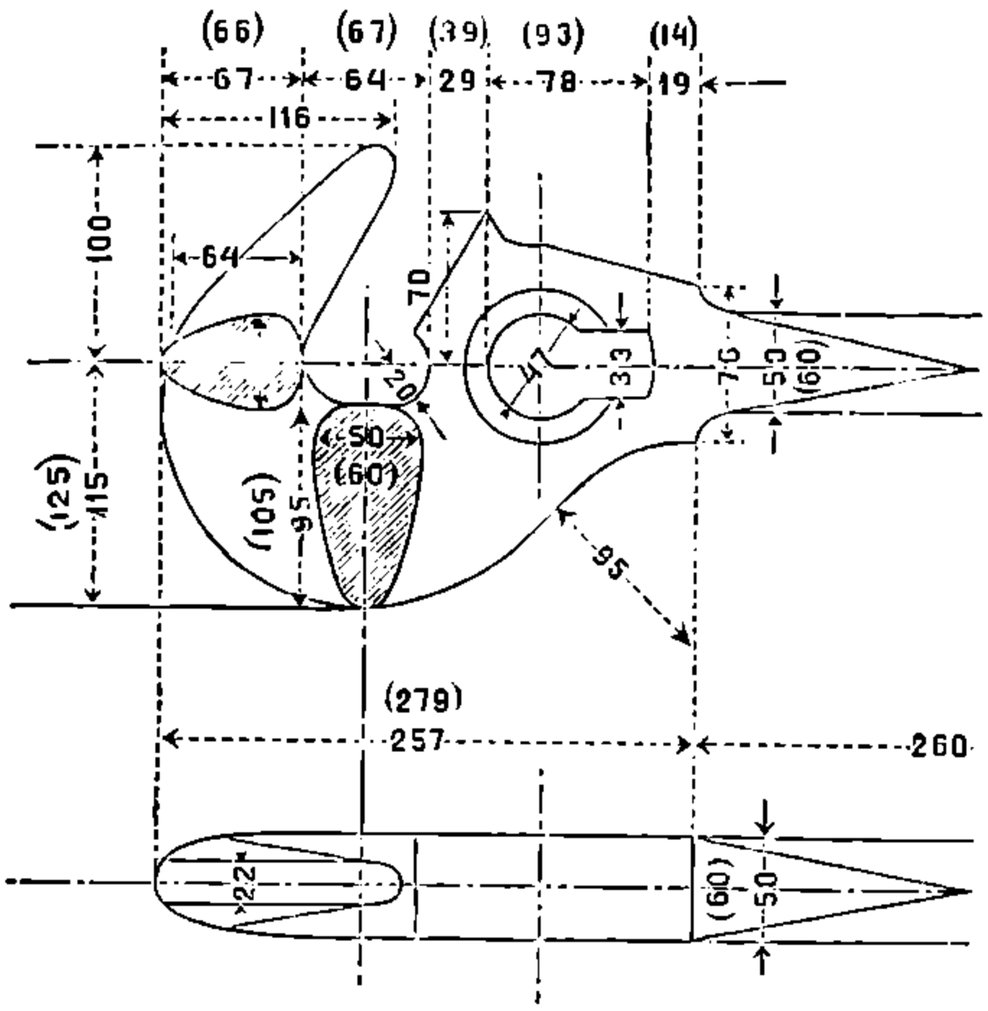
2. Тяговой аппаратъ для **Н. В.** *). Между поперечными аппаратными брусьями въ свѣту 940. Между продольными аппаратными брусьями 432. Болты тягового аппарата: въ средней части на длинѣ 420 діам. 32, концы длиною 412 съ каждой стороны по 25; общая длина болта 1244. Вѣсъ съ четырьмя гайками 18,0 ф. Между шайбами тягового аппарата 242, толщина шайбъ 25, между центрами болтовъ 215, ширина 190, дыры для болтовъ 33. Вѣсъ шайбы 13,75 ф. Рессора тяговая, какъ въ буферахъ (см. стр. 805); вѣсъ 32 ф. Муфты: длинная — длина 260 (285), внутренній діам. 47 (58), толщина стѣнокъ 13 (17), вѣсъ 12,50 ф.; короткая— длина 130 (155), толщина стѣнокъ 13 (17), вѣсъ 6,25 ф. У обѣихъ муфтъ отъ обрѣза муфты до края дыры для чеки вездѣ 40 (60 со стороны шайбы тягового аппарата и 35 съ другой стороны). Чека изъ стали 50·10 (60·15), длина отъ головки до конца чеки 90; высота головки 12, длина 66, вѣсъ 0,85 ф.

3. Крюкъ тяговой *). Головка крюка **Н. В.** см. черт. 115. Квадратное сѣченіе 50·50 (60 60) отъ заплечика головки продолжается на длинѣ 260, вѣсъ головки 1,00 пуд. Толстый конецъ стержня крюка, входящій въ муфту, діам. 47 (58),

*) Размѣры въ скобкахъ для 16-тонной тяги.

НТБ ДНУЖТ

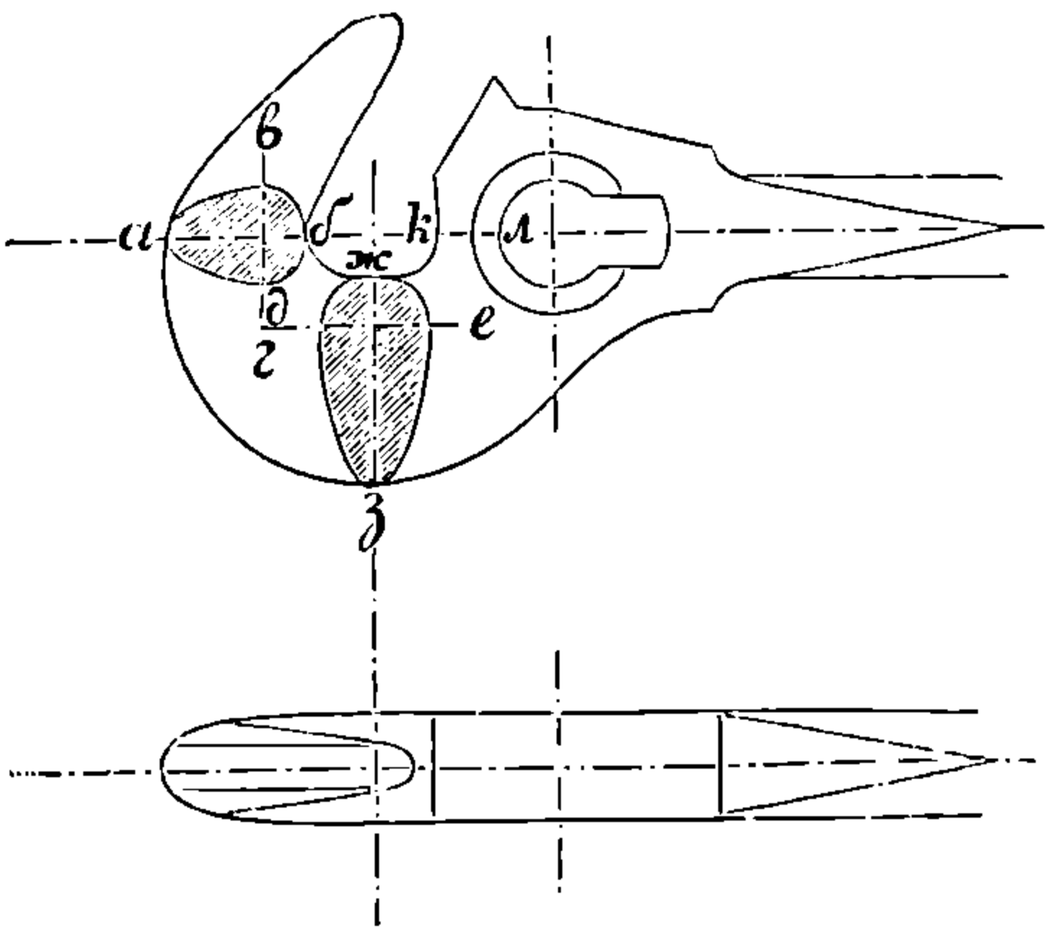
Черт. 115.



имѣетъ длину со стороны короткой муфты 556 (606), а со стороны длинной муфты 134, въ остальной средней части тяги сѣченіе круглое, діам. 44 (52). Вся длина отъ начала заплечика у головки крюка до конца стержня крюка со стороны короткой муфты 3547 (3572), а со стороны длинной муфты: для тормознаго вагона 3597 (3572); вѣсъ 3,22 пуд., а для нетормознаго 2995 (2970), вѣсъ 2,92 пуд.

4. Правила о предѣльныхъ размѣрахъ изнашивающихся частей сцѣпного и тягового приборовъ, обязательныхъ при выпускѣ вагона изъ срочнаго періодическаго осмотра (Ц. У., 27 іюля 1901 г., № 33656/142).

Черт. 116.



1. Для упряжного или тягового крюка (черт. 116):

а) Въ горизонтальномъ сѣченіи, произведеніе двухъ наибольшихъ размѣровъ *аб* на *ое*, выраженныхъ въ миллим., должно быть не менѣе 2000.

б) Въ вертикальномъ сѣченіи произведеніе двухъ наибольшихъ размѣровъ *де* на *жз*, выраженныхъ въ миллим., должно быть не менѣе 3000.

в) Размѣръ *жз* не менѣе 70 mm.

г) Размѣръ *кл* не менѣе 20 mm.

2. Для чекъ или клиньевъ тягового прибора:

Поперечное сѣченіе должно имѣть не менѣе 40 × 10 или 44 × 9.

3. Для стяжныхъ скобъ:

а) Діаметръ въ прямой части долженъ быть не менѣе 30 mm, причемъ мѣстныя утоненія допускаются не болѣе, какъ на 2 mm.

НТБ ДНУЖТ

б) Въ закругленныхъ частяхъ въ самомъ тонкомъ мѣстѣ не менѣе 30 mm.
в) Ушки скобъ не тоньше 15 mm.

4. Для цапфъ гаекъ стяжного прибора:
Въ самомъ тонкомъ мѣстѣ не менѣе 32 mm.

5. Для стяжного винта:
Внутренній діаметръ винта въ тѣлѣ не менѣе 35 mm.

6. Для стержня крюка:
При крюкахъ, стержни коихъ соединены муфтами:
а) Въ мѣстѣ насадки муфтъ діаметръ не менѣе 43 mm, въ остальной части не менѣе 40 mm.
б) Разстояніе отъ края отверстія для чеки до края стержня не нѣе 32 mm.
При крюкахъ, стержни коихъ имѣютъ на концахъ гайки:
в) Тѣло стержня безъ нарѣзки не менѣе 40 mm.

7. Для муфтъ тягового прибора:
а) Толщина желѣзной муфты (чугунныя не должны быть употребляемы) не менѣе 9 mm.
б) Разстояніе отъ края клинового отверстія до конца муфты не менѣе 35 mm.
в) Разность между діаметромъ стержня крюка и внутреннимъ діаметромъ муфты должна быть не менѣе 1 mm.

5. Винтовыя стяжки. 1. Винтовая стяжка для **Н. П.** передняя паровозная и задняя тендерная. Скоба короткая, гнутая, длина 260, діам. 35, размѣръ въ загибѣ 38 · 35; ушко (дыра) 38, наружн. размѣръ ушка 76 · 90. Скоба длинная (изъ двухъ тягъ): діам. тягъ 35, ушко у гайки, какъ у гнутой короткой скобы, а противолежащей у валика 46 (дыра), наружн. размѣры ушка 82 и 90; длина тяги 370, между тягами въ свѣту 57. Валикъ: 46, общая длина 168, рѣзьба на концѣ валика $1^1/_8''$. Гайка: 64 (по оси стяжки) и 76 · 76; цапфы 38 · 36 и 33 · 20. Винтъ: наружн. діам. 2″, шагъ винта $^5/_{16}''$, общая длина 464.

2. Винтовая стяжка **Н. В.** см. черт. 117.

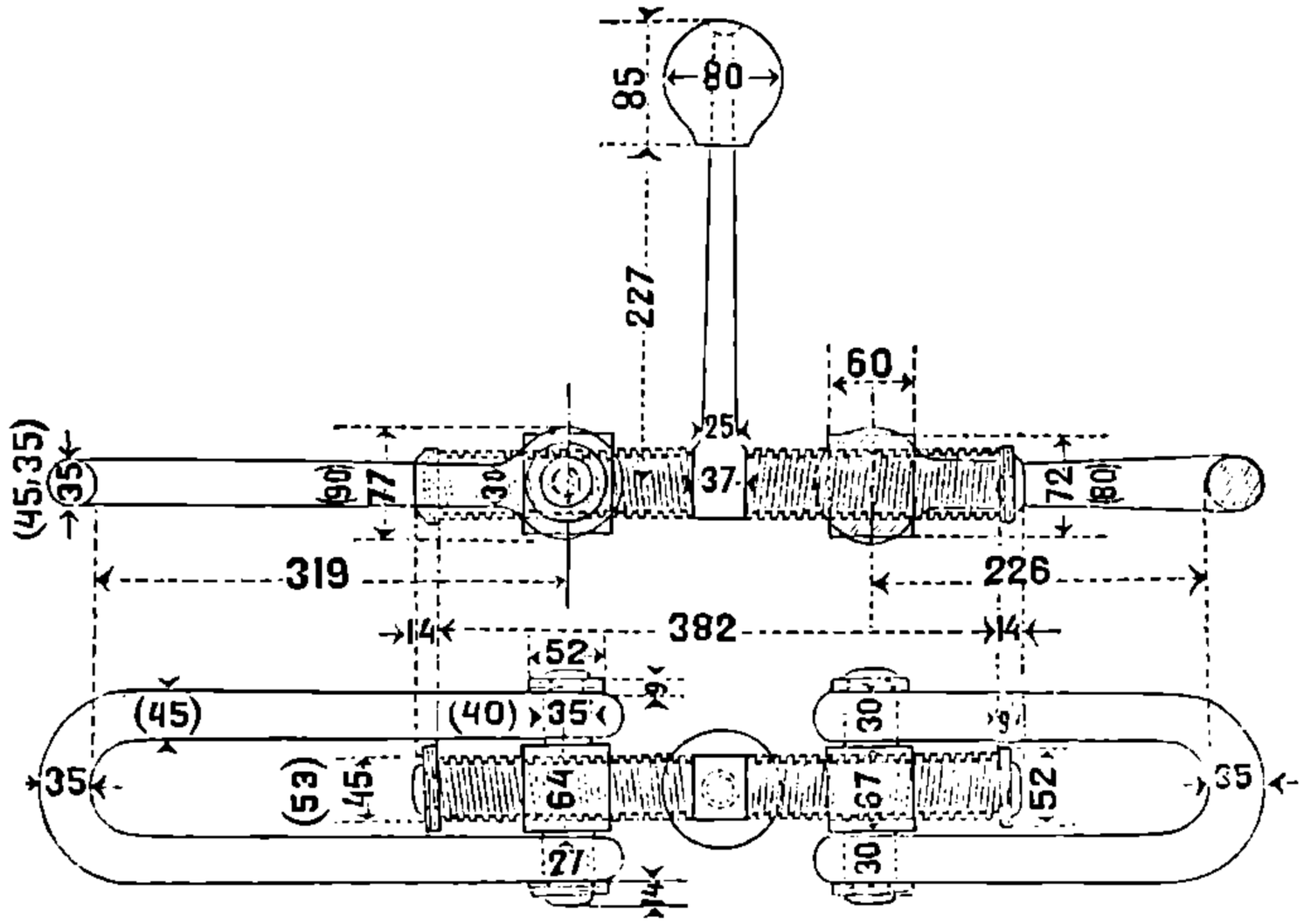
Діаметръ винта $^{45}/_{37}$ ($^{53}/_{45}$) mm. Нарѣзокъ на дюймѣ 4. Вѣсъ: винта 12 ф., короткой скобы 12 ф , длинной скобы 15,5 ф., гайки 5,25 ф., шайбы 0,05 ф., чугуннаго шара 5 ф.

Длина вполнѣ развернутой стяжки	867	mm
» » свернутой » если наименьшее разстояніе между гайками въ свѣту 48 mm	653	»
Наибольшее разстояніе между срединами гаекъ	322	»
Длина винта между шайбами . .	382	»

3. Уленгутовская стяжка. Для **Н. В.** установлены слѣдующіе размѣры: длинная гайка стяжного винта 60 · 120, длина цапфы отъ квадрата гайки до послѣдней шайбы (безъ расклепки) 40; зазоръ между тѣломъ гайки и боковыми серьгами по 1 mm съ каждой стороны. Серьга плоская 45 · 16, обварокъ у гайки 76 · 30, дыра 35, обварокъ у крюка 82 40, дыра 40. Изогнутый крюкъ толщиною 43, выгибъ 21,5, длина выгнутой части 100, цапфы для серегъ діам. 40, длиною 44; цапфы для боковыхъ цѣпныхъ звеньевъ діам. 35, длина 32; общая длина изогнутаго вала 290. Концы для шайбъ діам. 25, длина 19. Боковыя звенья изъ круглаго

НТБ ДНУЖТ

Черт. 117.



желѣза 22, размѣры въ свѣту 35 177. Между срединами боковыхъ звеньевъ 214. Дополнительные болты, соединяющіе буферный брусъ съ ближайшимъ поперечнымъ брусомъ, находятся по обѣ стороны тягового крюка на разстояніи 194 съ каждой стороны, діам. 22, длина 900. Остальные размѣры стяжки, какъ-то: скоба, гайка, винтъ, шайбы и т. п. въ точности по размѣрамъ обыкновенной стяжки нормальнаго товарнаго вагона.

6. Запасная цѣпь. 1) **Н. В.** Общая длина отъ буфернаго бруса до центра отверстія въ дырѣ крюка 676. Звеньевъ 4, длиною 124, шириною въ свѣту 35, изъ круглаго желѣза 19. Круглое кольцо крюка діам. внутри 87, изъ желѣза 25. **Ушко цѣпи** толщиною 30 mm, дыра 28 50. **Шайба чугунная** діам. 120 30, толщ. 25. Отъ центра дыры въ буферномъ брусѣ для запасной цѣпи до оси вагона 600. Вѣсъ цѣпи съ крюкомъ 18,75 ф., ушка — 5,3 ф., шайбы — 3,45 ф.

2) **Н. П. Запасная цѣпь** паровоза и тендера.— Вся длина отъ ушка до ушка крюка 739. Цѣпное желѣзо 25. Звеньевъ продолговатыхъ 5, круглое (діам. въ свѣту 87) — одно.

7. Техническія условія изготовленія стяжныхъ и тяговыхъ приборовъ (Ц. Д. 22 февр. 1896 г., № 3140).

1) **Въ стяжномъ приборѣ** скобы, винтъ съ рукояткой и гайки, а въ тяговомъ приборѣ — крюкъ, его стержень, муфты, аппаратные болты и шайбы изготовляются изъ **сварочнаго или литого желѣза**; запасныя цѣпи изготовляются изъ тѣхъ же матеріаловъ.

2) **Клинья**, или чеки, изготовляются изъ стали.

НТБ ДНУЖТ

3) **Стяжныя скобы** съ ихъ ушками изготовляются **изъ одного куска** круглаго желѣза, причемъ должны быть выдѣланы безъ сварки, приданіемъ имъ надлежащей формы ковкою въ горячемъ видѣ, послѣ чего дыры должны быть разсверлены и края ихъ скруглены. Оси этихъ дыръ должны быть перпендикулярны къ наружнымъ боковымъ поверхностямъ ушковъ.

4) **Гайки стяжного винта** съ ихъ цапфами должны быть изготовлены **изъ одного куска**, приварка цапфъ къ тѣлу гайки не дозволяется.

Сопряженіе цапфы съ тѣломъ гайки должно быть произведено закругленіемъ установленнаго нормальнымъ чертежомъ радіуса.

5) **Нарѣзка** стяжного винта и его гаекъ должна быть круглая и чисто сдѣланная.

6) Тяговой крюкъ, состоящій изъ головки и придатка, долженъ быть откованъ **изъ одного куска**; сваренныхъ мѣстъ въ немъ не допускается.

Придаточная часть крюка должна имѣть длину не менѣе 300 mm, для удобной приварки къ нему стержня.

Всѣ неровности на головкѣ крюка, оставшіяся отъ ковки, должны быть сглажены.

Отверстіе въ головкѣ крюка должно имѣть округленные края.

7) Размѣры всѣхъ частей стяжного и тягового приборовъ и запасныхъ цѣпей должны согласоваться съ размѣрами, установленными нормальными чертежами.

8) **Сварочное желѣзо**, употреблямое на изготовленіе названныхъ частей, должно быть перваго сорта, согласно классификаціи, имѣющейся въ постановленіи Министра Путей Сообщенія отъ 6 октября 1889 г., за № 11102. (См. ч. I, стр. 557.)

9) **Литое желѣзо** должно имѣть временное сопротивленіе разрыву отъ 36 до 42 kg/qmm, при соотвѣтственномъ относительномъ удлиненіи отъ 30% до 25%, хорошо свариваться и не допускать закалки.

10) **Сталь** должна имѣть временное сопротивленіе разрыву не менѣе 55 kg/qmm, при относительномъ удлиненіи не менѣе 15%.

8. Буферъ полный нормальный. Діам. тарелки 340, полная длина стержня съ тарелкой 675, діам. стержня до сѣченія на разстояніи 330 отъ обрѣза тарелки 60, въ остальной части 45. Толщина тарелки съ края 14, посрединѣ (наибольшая по оси стержня) для выпуклыхъ тарелокъ 35, для плоскихъ 14. Вѣсъ 1,5 пуда.

Шайбы буферныя: малая 130 · 46 13; вѣсъ 0,55 ф. Большая см. черт. 118, вѣсъ 2,75 ф.

Стаканъ по черт. 118 и 118а. Между болтами въ горизонтальномъ направленіи 190, въ вертикальномъ направленіи 175. Вѣсъ 0,8 пуд. (безъ втулки). Втулка 3 ф. — Подбуферная (она же и подрессорная) шайба — вѣсъ 8 ф.

Спиральная рессора тяговая и буферная. Внутренній наименьшій діаметръ 50 (61), наружный діаметръ (наиб.) 155 (159), рессорная сталь плоская 7 · 127, высота рессоры ненагруженной 255 (260), поставленной на мѣсто и натянутой 242. Первоначальный натягъ 13 (18). Вѣсъ 0,8 пуд.

Пружина должна выдерживать до полной осадки 210 пуд., не обнаруживая остающихся деформацій.

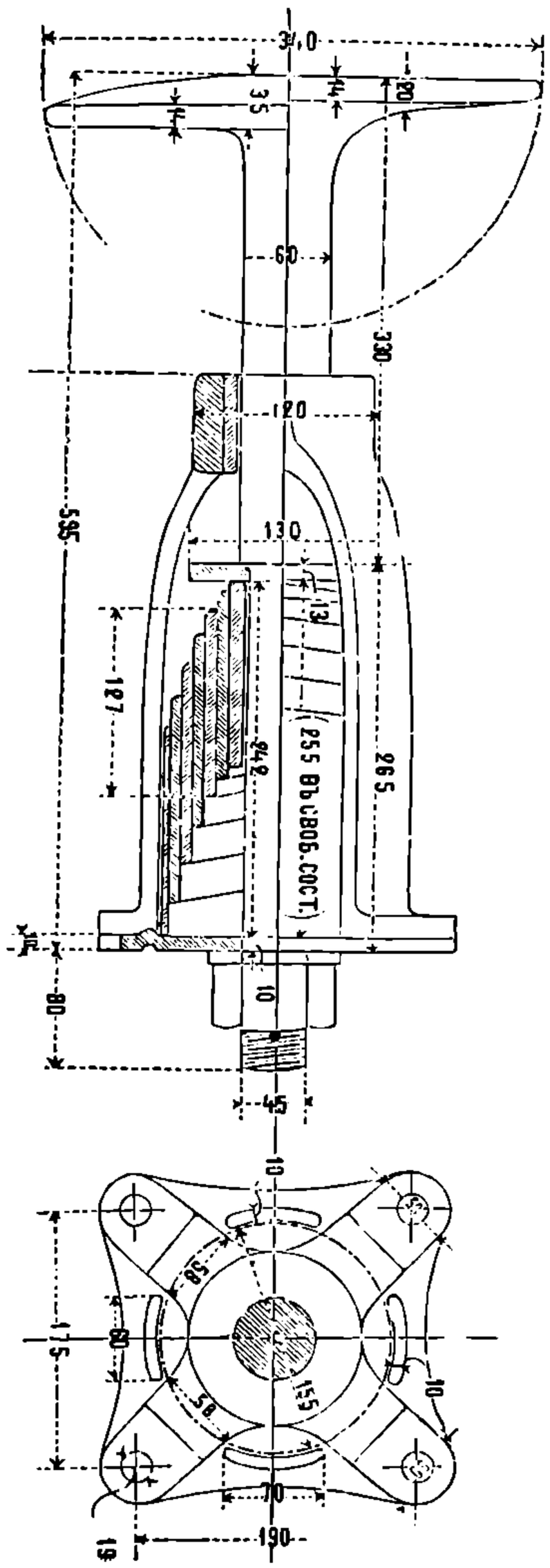
c. Тормоза.

1. Общія данныя.

Наиболѣе употребляемые **тормоза съ колодками** дѣлаются съ одной или двумя колодками для каждаго колеса. Неудобства **односторонняго торможенія**: большее давленіе на

НТБ ДНУЖТ

Черт. 118.



единицу площади, большее давленіе на осевую лапу; шейки осей могутъ легко выйти изъ подшипниковъ. Выгода: дешевизна первоначальнаго устройства и малые расходы на ремонтъ и содержаніе.

Для того, чтобы у двухколодочныхъ тормозовъ давленіе на обѣ колодки было одинаково, необходимо, чтобы

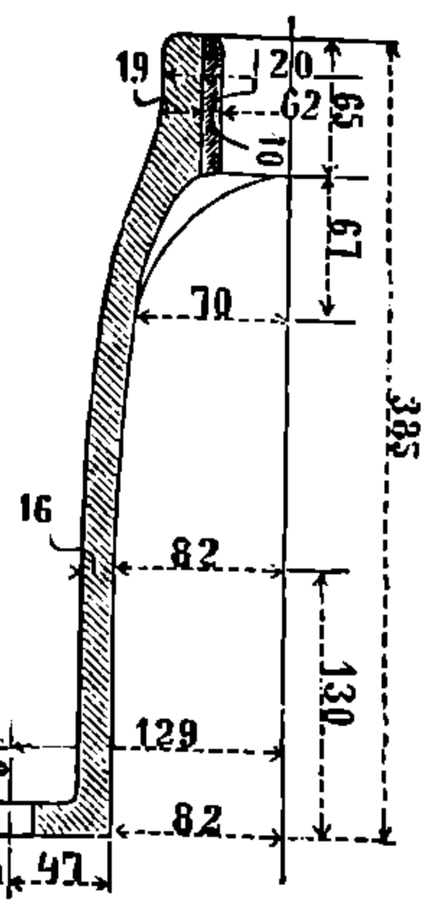
$$\frac{a}{a+b}=\frac{c}{d}$$ (черт. 119).

Тормозное усиліе равно

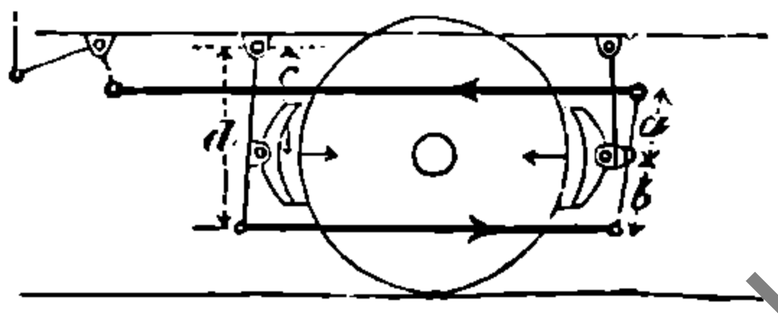
$$P_1+P_2=Z\left(\frac{a+b}{b}+\frac{a\,d}{b\,c}\right),$$

гдѣ P_1 и P_2 давленія отъ колодокъ, а Z усиліе въ верхней тормозной тягѣ.

Черт. 118а.



Черт. 119.



НТБ ДНУЖТ

Для нормальнаго прусскаго пассажирскаго вагона $a=260$, $b=175$, $c=450$, $d=675$ mm.

Дѣйствіе тормозовъ *). Если:

Q вѣсъ поѣзда со включеніемъ паровоза и тендера въ kg,
g ускореніе отъ силы тяжести ($=9{,}81$ m/sk^2),
v_1 существующая скорость въ m въ секунду (ранѣе торможенія),
v_2 измѣненная скорость въ m въ секунду (послѣ торможенія),
$w_0 = 2{,}5 + 0{,}003\ (v_1 + v_2)^2$ коэффиціентъ сопротивленія для паровоза, тендера и вагоновъ на прямомъ горизонтальномъ пути въ kg на t вѣса поѣзда,
P сопротивленіе, которое должны преодолѣвать тормоза, въ kg,
l путь этого сопротивленія P въ m и $1:n$ подъемъ, то:

$$P\,l = \frac{1}{2}\frac{Q}{g}(v_1^2 - v_2^2) - 0{,}001\ w_0\ Q\ l \pm \frac{1}{n} Q\ l,$$

гдѣ верхній знакъ послѣдняго члена для уклоновъ, а нижній для подъемовъ. Для остановки поѣзда $v_2 = 0$.

Для опредѣленія общаго пути, который будетъ пройденъ поѣздомъ отъ момента подачи сигнала остановки до полной его остановки, необходимо прибавить путь, проходимый поѣздомъ отъ момента подачи сигнала до начала дѣйствія тормозовъ. При ручныхъ тормозахъ для этого пути можно принимать время 5 до 10 sk. При непрерывныхъ тормозахъ это время значительно меньше.

Наиболѣе сильное дѣйствіе торможенія, т.-е. кратчайшій путь, на которомъ происходитъ торможеніе, достигается тогда, когда общее давленіе B на тормозныя колодки настолько велико, что скольженіе колесъ по рельсамъ еще не началось; при этомъ B должно быть перемѣннымъ, а именно съ уменьшеніемъ скорости уменьшаться такъ, чтобы произведеніе μB оставалось постояннымъ. μ коэффиціентъ скользящаго тренія между колодкой и бандажомъ (ч. I, стр. 219).

Матеріаломъ колодокъ прежде служило только дерево; въ послѣднее время употребляютъ чугунъ и сталь. При ненатянутомъ тормозѣ зазоръ между колодкой и колесомъ 5 до 6 mm. Колодки должны быть установлены вѣрно. Ручка тормозного винта при торможеніи должна вращаться направо.

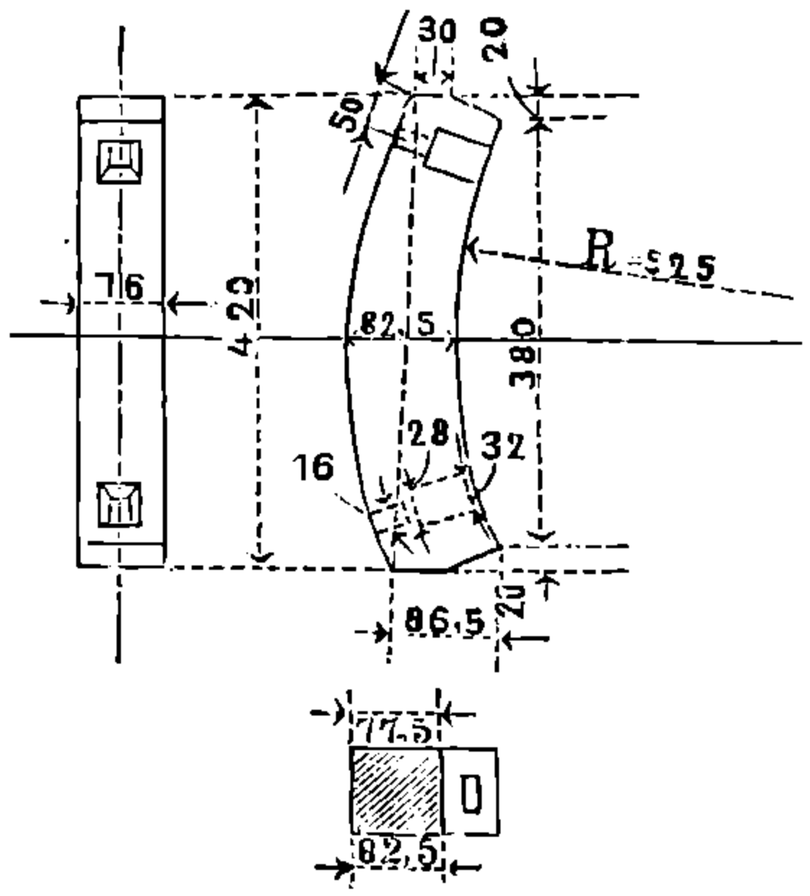
2. Тормозъ нормальнаго вагона и рычажная передача для ручного тормоза и тормоза Вестингауза.

Винтъ тормозной. Наружный діаметръ 41,3, діам. стержня 31,7, ходъ 9,5. Длина нарѣзной части 330, отъ начала нарѣзки до конца винта 691, общая длина винта 1095; высота пятника 54, обварокъ высотой 20. Вѣсъ 18,0 ф. Высота гайки 80, размѣры ея въ планѣ $70 \cdot 70$; цапфы: діам. 25, длина 35, вѣсъ 5,20 ф. Длина подвѣсокъ 570, сѣченіе ихъ

*) См. также Wittfeld, Zentralbl. d. Bauverw. 1893, стр. 311.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 120.



38 · 12; вѣсъ каждой 6,75 ф. Разстояніе между ушками подвѣсокъ въ свѣту внизу 26. Радіусъ рукоятки 210, вѣсъ 6,25 ф. Чугунный подпятникъ, вылетъ 145, вѣсъ 32,5 ф. Рычагъ тормозного вала искривленный, длина 390, вѣсъ 26,5 ф. Рычагъ короткій, прямой, длина 100, вѣсъ 10 ф. Валъ тормозной, общая длина 294, средняя круглая часть 64 124, квадратные концы длиной 50, квадратъ 45. Вѣсъ съ двумя гайками 14 ф.

Тяга къ искривленному рычагу тормозного вала 28 237; хомутъ горизонтальнаго рычага длина max 216, min 126. Горизонтальный рычагъ двойной: размѣръ у средней дыры 120 16, плечи 120 и 400, между листами 34, дыры средняя и у короткаго плеча 31, у длиннаго плеча 24. Главная тормозная тяга 32 1390, въ плоской части надъ осью 32 110.

Штокъ поршня тормозного цилиндра: наименьшая длина 1390, овальное ушко длиною 300 · 24, наибольшая длина 1690, труба длиною 1020, нар. діам. 41,2 и внутр. діам. 31,7.

Тормозныя тяги: отъ колѣнчатаго вала 32 1930, вѣсъ 35 ф.; длинная тяга діам. 20, длиной до концевой дыры 3440, дыръ 4, между дырами 40, конецъ тяги плоскій 20 · 50, вѣсъ 23,5 ф. Вертикальный рычагъ двойной: размѣры у средней дыры 90 16, плечи рычаговъ 305 и 152,5; вѣсъ пары рычаговъ 21,0 ф. Между обоими тормозными рычагами въ свѣту 26. Треугольникъ растяженія: между срединами цапфъ 16|2. Діаметръ цапфъ 38, длина 76. Длинная сторона треугольника сѣченіемъ 45 45. Высота треугольника 317. Сѣченіе короткихъ сторонъ 28 · 28. Между срединами подвѣсокъ 1605. Между срединами колодокъ 1594. Вѣсъ полнаго треугольника 1,4 пуд. На черт. 120 представлена тормозная колодка нормальнаго вагона русскихъ жел. дор. (1892). Вѣсъ колодки 1,1 пуд. Вѣсъ чугуннаго башмака въ колодкѣ 0,8 пуд.

Подвѣска тормозной колодки: длина 545, сѣченіе 20.50, отверстія 30 и 25, вѣсъ одной 12,25 ф. Поперечная струнка для подвѣсокъ тормозныхъ колодокъ длиною между заплечиками 1592, общая длина 1692, вѣсъ 11 ф. Предохранительный хомутъ тормозного треугольника, общая длина 655, сѣченіе 10.50, вѣсъ 13 фунт.

НТБ ДНУЖТ

Тормозная площадка шириною 580. **Ступенька:** вылетъ отъ наружной поверхности швеллера до наружнаго края нижней ступеньки 631, горизонтальное разстояніе между обрѣзами ступенекъ 130, отъ верха нижней ступеньки до верха верхней ступеньки 360, верхъ нижней ступеньки надъ головкой рельса 505,5, отъ верха верхней ступеньки до пола вагона 360, ширина ступеньки 225, толщина 38. Желѣзо для ступеньки вверху 40, внизу 25, лапка для прикрѣпленія къ швеллеру 55 · 176 · 20, горизонтальные отростки для деревянной доски 20 · 50 и 10 · 50. Предохранительныя желѣзныя полосы деревянныхъ ступеней сѣченіемъ 50 · 3. Вѣсъ 0,6 пуд.

3. Установка частей тормоза Вестингауза на русскомъ нормальномъ товарномъ вагонѣ. Отъ центра соединительной муфты до центра буферовъ по вертикальному направленію при сцѣпленныхъ рукавахъ 647.

Отъ центра соединительной муфты до уровня рельсовъ при сцѣпленныхъ рукавахъ 413.

Отъ оси вагона до оси трубы въ горизонт. направленіи 250.

Отъ буфернаго бруса до начала отвода соединительнаго рукава 190.

Между началами отводовъ соединительныхъ рукавовъ смежныхъ вагоновъ по направленію оси вагона 860, а по направленію наклонному 961.

Сила нажатія тормозныхъ колодокъ при 5 at давленія сжатаго воздуха въ главномъ воздухопроводѣ составляетъ отъ 32 до 33% вѣса груженаго и около 90% вѣса порожняго вагона.

Діам. тормозного цилиндра 8″.

Ось тормозного цилиндра и его резервуаръ находятся въ вертикальной плоскости, параллельной плоскости симметріи вагона, отстоящей отъ послѣдней на 454 mm, и имѣетъ уклонъ къ горизонту въ 1 : 40.

Мертвая тяга рычажной системы, части вагона противоположной тормозной площадкѣ составлена изъ двухъ плоскихъ тягъ (12 · 55 1545) Одни концы этихъ тягъ (связанные между собой заклепкой) соединены съ среднимъ шарниромъ вертикальнаго рычага, а другіе, расходясь симметрично, укрѣплены заклепками къ нижнимъ полкамъ швеллерныхъ брусьевъ.

Тормозные цилиндры тормозовъ Вестингауза, устанавливаемые **на паровозахъ**, должны по **Ц. У.** 26 авг. 1903, № 37704/184, имѣть размѣры $8'' \times 8^1/_2''$.

Воздухопроводъ состоитъ изъ слѣдующихъ частей (**Ц. У.** 3 окт. 1901, № 40698/174):

Для нетормозного вагона: прямая (правая) часть трубы 3151 mm; изогнутая (лѣвая) часть трубы 3370 mm; соединительныхъ муфтъ 6 шт.; державокъ воздухопроводныхъ трубъ 2 шт.; ниппель длиной 113 mm, 2 шт.

НТБ ДНУЖТ

Для тормозного вагона добавляется: трубка между тройнымъ клапаномъ и главнымъ воздухопроводомъ внутр. діам. 26 mm и длиной 410 mm, трубка подъ тормозной площадкой 461 mm, трубка къ кондукторскому крану вн. діам. 21 mm, длиной 1686 mm, трубка къ кондукторскому крану длиной 270 mm, тройникъ подъ тормозной площадкой 1 шт., державка воздухопроводныхъ трубъ 1 шт.

4. Правила испытанія автоматическихъ тормозовъ Вестингауза на новомъ подвижномъ составѣ, а также выходящемъ изъ большого ремонта.

1. **Тормозные приборы системы «Вестингауза».** (Правила утверждены **П. М. П. С.** 19 іюня 1907, № 16694/88/4217.)

Общія положенія. 1) Всѣ тормозные приборы и всѣ ихъ части должны отвѣчать техническимъ условіямъ и должны быть установлены на новомъ подвижномъ составѣ согласно утвержденнымъ заказчикомъ чертежамъ.

2) На наружныхъ поверхностяхъ частей тормозовъ, о которыхъ имѣются указанія въ техническихъ условіяхъ на поставку тормозныхъ приборовъ системы Вестингауза, утвержденныхъ Г. Министромъ Путей Сообщенія, должны быть клейма отдѣла по освидѣтельствованію заказовъ Министерства Путей Сообщенія.

ИСПЫТАНІЯ.

А) Въ состояніи покоя.

I. Паровозъ и тендеръ.

§ 1. Плотность притирки крана двойной тяги. Доводятъ давленіе въ главномъ резервуарѣ до нормальнаго, закрываютъ кранъ двойной тяги, ручку крана машиниста ставятъ въ положеніе оттормаживанія, закрываютъ одинъ изъ концевыхъ крановъ, отверстіе головки открытаго рукава смазываютъ мыльнымъ растворомъ. Оказавшійся пропускъ крана двойной тяги долженъ быть устраненъ.

§ 2. Испытаніе воздухонепроницаемости главнаго воздухопровода. Выключаютъ тормозные комплекты поворотомъ въ соотвѣтствующее положеніе рукоятокъ выключательныхъ крановъ при тройныхъ клапанахъ, заглушаютъ головки рукавовъ на паровозѣ и тендерѣ, доводятъ давленіе въ главномъ воздухопроводѣ до нормальнаго (75 ф.), закрываютъ кранъ двойной тяги, ставятъ ручку крана машиниста въ положеніе оттормаживанія и, когда давленіе установится, слѣдятъ по манометру за давленіемъ въ главномъ воздухопроводѣ, которое въ теченіе 5 минутъ не должно упасть болѣе, чѣмъ на 3 ф. Если утечка превышаетъ этотъ предѣлъ, мѣсто утечки опредѣляютъ сначала по слуху, а затѣмъ смазываніемъ мыльнымъ растворомъ всѣхъ соединеній главнаго воздухопровода.

§ 3. Испытаніе воздухонепроницаемости главнаго резервуара и его трубопровода. Доводятъ давленіе воздуха въ главномъ резервуарѣ до нормальнаго (95 — 100 ф.), закрываютъ паровой вентиль насоса и кранъ двойной тяги; при этихъ условіяхъ паденіе давленія въ теченіе 5 минутъ не должно превышать $1^1/_2$ фунта. Въ противномъ случаѣ утечка воздуха, которая обнаруживается мыльнымъ растворомъ резервуара и его трубопровода, должна быть устранена.

§ 4. Испытанія непроницаемости малаго резервуара и его соединенія. Доведя при поѣздномъ положеніи ручки крана машиниста давленіе въ главномъ воздухопроводѣ до 75 ф., поворачиваютъ ручку крана машиниста въ положеніе перекрыши и слѣдятъ по манометру. Давленіе, указываемое черной стрѣлкой, не должно падать болѣе, чѣмъ на $1^1/_2$ ф. въ теченіе 5 минутъ.

НТБ ДНУЖТ

§ 5. Испытаніе дѣйствія насоса. Насосъ 8″ × 8½″ при давленіи пара въ 135 ф. (9 атм.) долженъ поднять при закрытомъ кранѣ двойной тяги и полномъ открытіи парового вентиля насоса давленіе воздуха въ главномъ резервуарѣ (емкость резервуара 755 литровъ) отъ 30 до 100 ф. въ теченіе не болѣе 210 секундъ (положеніе ручки выключеннаго при этомъ крана машиниста безразлично).

При этихъ испытаніяхъ насосы должны работать плавно, безъ перебоевъ и безъ затяжного шума, характеризующаго пропускъ пара въ распредѣлителяхъ.

Примѣчаніе. При меньшемъ объемѣ главнаго резервуара, норма времени, при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ, соотвѣтственно понижается.

§ 6. Испытаніе дѣйствія регулятора хода насоса. При поѣздномъ положеніи ручки крана машиниста заставляютъ насосъ работать до остановки и наблюдаютъ, чтобы давленіе въ главномъ резервуарѣ не откло-
нялось отъ нормальнаго (100 фунт.) болѣе, чѣмъ на ± 2 фунта.

§ 7. Манометръ. Ручка крана машиниста ставится въ положеніе оттормаживанія: тогда обѣ стрѣлки манометра должны совпадать. При этомъ допускается погрѣшность въ 2 ф. между показаніями обѣихъ стрѣлокъ при давленіи воздуха отъ 75 до 90 ф.

Примѣчаніе. Манометръ до постановки на мѣсто долженъ быть предварительно испытанъ по нормальному манометру въ мастерскихъ дороги или завода. Пріемщику предоставляется право переиспытать манометръ по контрольному манометру. При этомъ испытаніи допускается погрѣшность въ 1 фунтъ давленія въ каждую сторону.

§ 8. Кранъ машиниста. а) Провѣрка плотности пригонки главнаго золотника.

При нормальномъ давленіи въ главномъ резервуарѣ и главномъ воздухопроводѣ, при открытомъ кранѣ двойной тяги, переводятъ ручку крана машиниста въ положеніе перекрыши. При этомъ давленіе въ главномъ воздухопроводѣ въ теченіе 5 минутъ не должно повыситься болѣе, чѣмъ на 2½ фунта.

б) Испытаніе питательнаго клапана.

При поѣздномъ положеніи ручки крана машиниста разница давленій въ главномъ резервуарѣ и главномъ воздухопроводѣ должна быть 20 — 25 фунтовъ. Неисправная пружина питательнаго клапана, дающая разницу болѣе или менѣе указанной, исправляется или замѣняется новою.

Примѣчаніе. При этомъ не нужно упускать изъ виду, что давленіе въ главномъ резервуарѣ при тормозѣ Вестингауза не зависитъ отъ питательнаго клапана.

в) Провѣрка чувствительности регулирующаго поршня.

При пониженіи давленія на 1½ ф. въ верхней камерѣ регулирующаго поршня, соединенной съ малымъ резервуаромъ, воздухъ долженъ начать выходить изъ главнаго воздухопровода черезъ выпускное (не экстренное) отверстіе крана машиниста, о чемъ судятъ по шуму воздуха, вылетающаго въ атмосферу.

г) Провѣрка плотности набивныхъ колецъ регулирующаго поршня.

При нормальномъ давленіи въ главномъ воздухопроводѣ ставятъ ручку крана машиниста въ положеніе перекрыши, отнимаютъ заглушающую головку соединительнаго рукава и выпускаютъ изъ воздухопровода воздухъ.

При этомъ давленіе воздуха въ маломъ резервуарѣ (черная стрѣлка манометра) не должно упасть съ 75 ф. до 5 ф. скорѣе, чѣмъ въ 1½ минуты.

д) Провѣрка плотности выпускного клапана (регулирующаго поршня).

Отвертываютъ спускную трубочку и, при нормальномъ давленіи въ главномъ воздухопроводѣ, смазываютъ вылетное отверстіе мыльнымъ растворомъ. При этомъ ручку крана машиниста слѣдуетъ поставить въ одномъ изъ первыхъ трехъ положеній.

§ 9. Провѣрка воздухонепроницаемости фланцевыхъ соединеній тормознаго цилиндра, запаснаго резервуара и плотности кожанаго воротника.

Доведя давленіе въ главномъ воздухопроводѣ до нормальнаго (75 ф.), провѣряютъ сначала по слуху, а затѣмъ мыльнымъ растворомъ всѣ соеди-

НТБ ДНУЖТ

ненія и фланцы съ цѣлью обнаружить утечку, если таковую указываетъ черная стрѣлка манометра. Затѣмъ производятъ полное служебное торможеніе и наблюдаютъ по манометру, установленному на тормозномъ цилиндрѣ, за давленіемъ въ немъ; давленіе это, послѣ того какъ установилось, не должно падать въ теченіе 5 минутъ болѣе, чѣмъ на 3 фунта. Для постановки манометра слѣдуетъ пользоваться отверстіемъ, имѣющимся въ крышкѣ. Большее паденіе давленія, при установленной герметичности фланцевыхъ соединеній и тройныхъ клапановъ, указываетъ на пропускъ тѣла поршня или его кожанаго воротника. Поршень въ этомъ случаѣ долженъ быть исправленъ. Засимъ производятъ оттормаживаніе и наблюдаютъ за стрѣлкой манометра цилиндра: она быстро, почти моментально, должна упасть до нуля. Послѣ этого производятъ экстренное торможеніе и опять наблюдаютъ за стрѣлкой манометра цилиндра: она быстро. почти моментально, должна подняться до предѣла и остановиться. Паденіе ея, какъ и въ первомъ случаѣ, не должно превосходить 3 ф. въ теченіе 5 минутъ.

§ 10. Провѣрка хода поршня тормозного цилиндра. Послѣ наполненія главнаго воздухопровода до нормальнаго давленія (75 ф.), понижаютъ въ послѣднемъ давленіе на 20 ф. и по истеченіи 5 минутъ измѣряютъ ходъ поршня. Минимальный выходъ поршня для всѣхъ вертикальныхъ и горизонтальныхъ цилиндровъ, эскизы коихъ помѣщены въ каталогахъ фирмы Вестингауза, опредѣляется въ 3″, а максимальный — для горизонтальныхъ цилиндровъ старыхъ пассажирскихъ вагоновъ и тендеровъ 6″; для вновь же проектируемыхъ 5″, причемъ тормозная передача не должна быть болѣе 10.

§ 11. Провѣрка тройныхъ клапановъ. См. испытаніе тормозныхъ аппаратовъ въ поѣздѣ.

II. Вагоны.

Воздухопроводъ сцѣпленныхъ вагоновъ съ выключенными тормозными аппаратами наполняется сжатымъ воздухомъ отъ паровоза, или испытательной станціи, до нормальнаго давленія (75 ф.), и затѣмъ разобщается отъ источника сжатаго воздуха. Давленіе, наблюдаемое по манометру, установленному въ произвольно выбранномъ мѣстѣ на воздухопроводѣ, напр. на кондукторскомъ кранѣ, не должно падать болѣе, чѣмъ на 3 ф. въ теченіе 5 минутъ

Мѣсто утечки воздуха опредѣляется по слуху и при посредствѣ мыльнаго раствора. Затѣмъ, включивъ тормозные аппараты и доведя давленіе опять до нормальнаго, производятъ провѣрку правильности дѣйствія тормозныхъ аппаратовъ (тройного клапана, тормозного цилиндра и запасного резервуара).

Исправность этихъ аппаратовъ подъ вагонами изслѣдуется или дѣйствіемъ крана машиниста, или при помощи спеціальнаго контрольнаго прибора фирмы Вестингауза.

Приборъ этотъ ставится между источникомъ сжатаго воздуха и воздухопроводомъ испытываемаго поѣзда. Дѣйствіе прибора состоитъ въ томъ, что, при оттормаживаніи черезъ приборъ, давленіе въ главномъ воздухопроводѣ повышается автоматически равномѣрно, не вызывая воздушной волны при выпусканіи воздуха изъ главнаго резервуара въ воздухопроводъ, на опредѣленное количество фунтовъ въ единицу времени, независимо отъ длины поѣздной трубы и утечки воздуха, если таковая происходитъ.

Примѣчаніе. Подробное описаніе прибора и его дѣйствія помѣщено въ особой брошюрѣ, изданной фирмою Вестингауза.

Испытаніе тормозныхъ аппаратовъ при посредствѣ крана машиниста.

1) Аппараты не должны давать торможенія при нормальномъ давленіи въ главномъ воздухопроводѣ и главномъ резервуарѣ и при поѣздномъ положеніи ручки крана машиниста, при исправномъ состояніи всѣхъ прочихъ частей тормоза.

Испытаніе тормозныхъ аппаратовъ при посредствѣ спеціальнаго контрольнаго прибора Вестингауза.

1) Аппараты не должны давать торможенія при нормальномъ давленіи въ главномъ воздухопроводѣ и главномъ резервуарѣ, при закрытомъ трехходовомъ кранѣ контрольнаго прибора и открытомъ кранѣ къ золотниковому питательному клапану, при исправныхъ прочихъ частяхъ тормоза.

НТБ ДНУЖТ

2) Тройные клапаны должны приводить въ дѣйствіе тормоза при пониженіи давленія въ главномъ воздухопроводѣ до 5 ф. для одного паровоза и до 9 ф. для поѣзда.

3) Послѣ затормаживанія способомъ, указаннымъ въ п. 2-мъ, аппараты въ теченіе 10 минутъ не должны давать произвольнаго оттормаживанія.

4) Послѣ затормаживанія способомъ, указаннымъ въ п. 2, аппараты должны оттормаживать при повышеніи давленія въ главномъ воздухопроводѣ до нормальнаго, при поѣздномъ положеніи ручки крана машиниста, т.-е. при пропускѣ воздуха въ главный воздухопроводъ черезъ питательный клапанъ крана машиниста.

5) Тройные клапаны не должны давать экстреннаго торможенія при постановкѣ ручки крана машиниста въ положеніе служебнаго обыкновеннаго торможенія.

6) Тройные клапаны должны давать экстренное торможеніе при постановкѣ ручки крана машиниста въ положеніе экстреннаго торможенія въ тѣхъ случаяхъ, когда въ поѣздѣ имѣется не менѣе 33% тормозныхъ единицъ, равномѣрно размѣщенныхъ по длинѣ его. Быстрое дѣйствіе узнается по стуку колодокъ о бандажи, причемъ время распространенія торможенія не должно быть болѣе 3 секундъ для поѣзда, длина котораго не превышаетъ 240 саженъ (500 метровъ).

7) Аппараты не должны давать самооттормаживанія послѣ экстреннаго торможенія въ теченіе ½ часа.

2) Тройные клапаны должны приводить въ дѣйствіе всѣ тормозныя единицы при пониженіи давленія въ главномъ воздухопроводѣ на 8 фунтовъ выпускомъ воздуха черезъ трехходовой кранъ въ атмосферу.

3) Послѣ затормаживанія способомъ, указаннымъ въ п. 2, аппараты въ теченіе 10 минутъ не должны произвольно оттормаживаться.

4) Послѣ затормаживанія способомъ, указаннымъ въ п. 2, аппараты должны оттормаживать при повышеніи давленія въ главномъ воздухопроводѣ на 5 ф., при выпускѣ воздуха въ воздухопроводъ черезъ контрольный клапанъ испытательнаго прибора.

5) Тройные клапаны не должны давать экстреннаго торможенія при постановкѣ ручки трехходового крана въ положеніе выпуска для производства обыкновенныхъ торможеній.

6) Тройные клапаны должны давать экстренное торможеніе при открытіи концевого крана главнаго воздухопровода (рукавъ снять съ глушилки), когда въ поѣздѣ имѣется не менѣе 33% тормозныхъ единицъ, равномѣрно распредѣленныхъ по длинѣ его. Экстренное дѣйствіе узнается по стуку тормозныхъ колодокъ о бандажи, причемъ время распространенія торможенія должно быть не болѣе 3-хъ секундъ для поѣзда, длина котораго не превышаетъ 240 саженъ (500 метровъ).

7) Аппараты не должны давать оттормаживанія послѣ экстреннаго торможенія, произведеннаго открытіемъ концевого крана главнаго воздухопровода (рукавъ снять съ глушилки въ теченіе ½ часа.

Примѣчаніе: а) При испытаніи аппаратовъ при посредствѣ контрольнаго прибора Вестингауза источникомъ сжатаго воздуха можетъ служить постоянная станція, дающая сжатый воздухъ, или паровозъ; въ послѣднемъ случаѣ ручка крана машиниста ставится въ положеніе оттормаживанія.

б) При испытаніи клапановъ паровоза и тендера испытательный приборъ ставится между испытываемымъ паровозомъ и постояннымъ источникомъ сжатаго воздуха, или другимъ паровозомъ.

в) Родъ неисправности тройного клапана можетъ быть изслѣдованъ въ мастерскихъ при посредствѣ особаго прибора, предлагаемаго фирмою Вестингауза.

Б) При движеніи поѣзда.

Послѣ испытанія тормозовъ въ состояніи покоя дѣйствіе ихъ провѣряется на ходу при пробной поѣздкѣ, — причемъ обращается вниманіе, чтобы не было произвольнаго прихватыванія колесъ тормозными колодками; кромѣ того, производится нѣсколько служебныхъ и экстренныхъ торможеній.

НТБ ДНУЖТ

2. Тормозные приборы системы «Нью-Іоркъ». Правила утверждены по П. М. П. С. 19 іюня 1907 г., № 16694/88/4217.

Общія положенія. 1) Всѣ тормозные приборы и всѣ ихъ части должны отвѣчать техническимъ условіямъ и должны быть установлены на новомъ подвижномъ составѣ согласно утвержденнымъ заказчикомъ чертежамъ.

2) На наружныхъ поверхностяхъ частей тормозовъ, о которыхъ имѣются указанія въ техническихъ условіяхъ на поставку тормозныхъ приборовъ системы Нью-Іоркъ, утвержденныхъ г. Министромъ Путей Сообщенія, должны быть клейма отдѣла по освидѣтельствованію заказовъ Министерства Путей Сообщенія.

ИСПЫТАНІЯ.

А) Въ состояніи покоя.

I. Паровозъ и тендеръ.

§ 1. Испытаніе дѣйствія регулятора хода насоса. При поѣздномъ положеніи ручки крана машиниста даютъ насосу работать до остановки. Давленіе, показываемое при этомъ черной стрѣлкой манометра, не должно быть выше нормальнаго болѣе, чѣмъ на 2 ф. Затѣмъ по черной стрѣлкѣ манометра наблюдаютъ, при какомъ давленіи насосъ, вслѣдствіе пониженія давленія, вызываемаго утечкой, начнетъ работать. Это давленіе не должно быть ниже нормальнаго болѣе, чѣмъ на 2 фунта.

Примѣчаніе. Если утечки нѣтъ, дѣлаютъ ее искусственно открытіемъ концевого крана.

§ 2. Испытаніе питательнаго клапана. При поѣздномъ положеніи рукоятки крана машиниста разница давленій въ главномъ резервуарѣ и главномъ воздухопроводѣ (показанія красной и черной стрѣлки манометра) должна быть 20 — 25 фунтовъ. Пружина питательнаго клапана, дающая разницу болѣе или менѣе указанной, исправляется или замѣняется новой.

§ 3. Плотность притирки крана двойной тяги. Доводятъ давленіе въ главномъ резервуарѣ до нормальнаго, закрываютъ кранъ двойной тяги, ручку крана машиниста ставятъ въ положеніе оттормаживанія, закрываютъ одинъ изъ концевыхъ кранов, отверстіе головки открытаго рукава смазываютъ мыльнымъ растворомъ. Въ случаѣ оказавшагося пропуска крана двойной тяги, таковой долженъ быть устраненъ.

§ 4. Испытаніе воздухонепроницаемости главнаго воздухопровода (поѣздной трубы). Выключаютъ тормозные комплекты поворотомъ въ соотвѣтствующее положеніе рукоятокъ выключательныхъ кранов при тройныхъ клапанахъ, закрываютъ концевые краны на паровозѣ и тендерѣ, заглушаютъ головки рукавовъ, ставятъ ручку крана машиниста въ поѣздное положеніе, доводятъ давленіе въ главномъ воздухопроводѣ до нормальнаго (75), опредѣляемаго регуляторомъ хода насоса, закрываютъ паровой вентиль (чтобы прекратить пополненіе утечки насосомъ), переводятъ ручку крана машиниста въ положеніе перекрыши и наблюдаютъ по манометру (черная стрѣлка) за давленіемъ въ главномъ воздухопроводѣ, которое въ теченіе 5 минутъ не должно упасть больше, чѣмъ на 3 ф.

Если утечка превышаетъ этотъ предѣлъ, мѣсто утечки опредѣляютъ сначала по слуху, а затѣмъ смазываніемъ мыльнымъ растворомъ всѣхъ соединеній главнаго воздухопровода.

§ 5. Испытаніе воздухонепроницаемости главнаго резервуара и его трубопровода. При поѣздномъ положеніи ручки крана машиниста доводятъ давленіе въ главномъ резервуарѣ и главномъ воздухопроводѣ до нормальнаго ($^{95}/_{105}$ и 75 ф.), опредѣляемаго въ главномъ воздухопроводѣ регуляторомъ хода насоса, а въ главномъ резервуарѣ пружиной питательнаго клапана, закрываютъ кранъ двойной тяги, переводятъ ручку крана машиниста въ положеніе перекрыши и наблюдаютъ по красной стрѣлкѣ манометра за давленіемъ въ главномъ резервуарѣ: оно въ теченіе 5 минутъ не должно падать болѣе, чѣмъ на $1^1/_2$ ф. Мѣста утечки воздуха

НТБ ДНУЖТ

опредѣляются по звуку и смазываніемъ всѣхъ соединеній и подозрительныхъ мѣстъ мыльнымъ растворомъ. Если утечка происходитъ чрезъ главный золотникъ, то это сказывается одновременнымъ поднятіемъ черной стрѣлки (повышеніе давленія въ главномъ воздухопроводѣ до крана двойной тяги, за счетъ пониженія давленія въ главномъ резервуарѣ).

§ 6. Испытаніе непроницаемости градаціоннаго резервуара и его соединеній. При закрытыхъ концевыхъ кранахъ и заглушенныхъ рукавахъ доводятъ при поѣздномъ положеніи ручки крана машиниста давленіе въ главномъ воздухопроводѣ до нормальнаго (75 ф.) и, когда насосъ остановится, закрываютъ кранъ двойной тяги и переводятъ ручку крана машиниста въ положеніе перекрыши.

Непроницаемость градаціоннаго резервуара и его соединеній съ краномъ машиниста провѣряется мыльнымъ растворомъ.

§ 7. Испытаніе дѣйствія насоса. Насосъ дуплексъ № 2 долженъ при давленіи пара въ 135 ф., закрытомъ кранѣ двойной тяги и полномъ открытіи парового вентиля поднять давленіе воздуха въ главномъ резервуарѣ паровоза (емкость резервуара 755 литровъ) отъ давленія въ 30 ф. до давленія, опредѣляемаго регуляторомъ хода насоса и цитательнымъ клапаномъ (100 ф.) въ теченіе не болѣе 180 секундъ. Рукоятка крана машиниста должна находиться при этомъ въ поѣздномъ положеніи.

При этомъ испытаніи насосъ долженъ работать плавно безъ перебоевъ и безъ затяжного звука, характеризующаго пропускъ пара въ парораспредѣлителѣ.

Примѣчаніе. При меньшемъ объемѣ главнаго резервуара норма времени, при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ, соотвѣтственно понижается.

§ 8. Манометръ. Ручка крана машиниста ставится въ положеніе оттормаживанія: тогда обѣ стрѣлки должны совпадать; при этомъ допускается погрѣшность въ 2 ф. между показаніями обѣихъ стрѣлокъ при давленіи воздуха отъ 75 до 90 ф.

Примѣчаніе. Манометръ до постановки на мѣсто долженъ быть предварительно испытанъ по нормальному манометру въ мастерскихъ дороги или завода. Пріемщику предоставляется право переиспытывать манометръ по контрольному манометру. При этомъ испытаніи допускается погрѣшность въ 1 ф. давленія въ каждую сторону.

§ 9. Кранъ машиниста. а) Провѣрка плотности пригонки главнаго золотника.

При нормальномъ давленіи въ главномъ резервуарѣ и главномъ воздухопроводѣ переводятъ, при открытомъ кранѣ двойной тяги, рукоять крана машиниста въ положеніе перекрышки. При этомъ давленіе въ главномъ воздухопроводѣ въ теченіе 5 минутъ не должно повыситься болѣе, чѣмъ на $2^1/_2$ фунта.

б) Повѣрка чувствительности градаціоннаго поршня.

Чувствительность градаціоннаго поршня провѣряется послѣдовательной постановкой ручки крана машиниста на тормозныя зарубки. При этомъ наблюдаютъ по черной стрѣлкѣ манометра за тѣмъ, чтобы при постановкѣ сказанной ручки крана послѣдовательно на 1, 2, 3, 4 и 5-ю зарубки градаціоннаго сектора давленіе воздуха въ главномъ воздухопроводѣ соотвѣтственно уменьшилось на 4, 8, 11, 15 и 20 ф. Отъ означенныхъ нормъ допускаются отступленія въ ту или другую сторону не болѣе, чѣмъ на 1 фунтъ.

в) Провѣрка плотности набивныхъ колецъ градаціоннаго поршня.

Доводятъ давленіе воздуха въ главномъ воздухопроводѣ при поѣздномъ положеніи ручки крана машиниста до нормальнаго (при закрытомъ кранѣ двойной тяги), затѣмъ переводятъ ручку крана машиниста въ положеніе экстреннаго торможенія и, когда черная стрѣлка упадетъ до нуля, переводятъ ручку крана машиниста во второе служебное тормозное положеніе и наблюдаютъ за черной стрѣлкой: въ теченіе $1^1/_2$ минуты она не должна подняться болѣе, чѣмъ на 5 ф.

Одновременно вылетное окно крана смазываютъ мыльнымъ растворомъ для провѣрки, не уходитъ ли протекающій черезъ поршень изъ градаціоннаго резервуара воздухъ подъ золотникомъ отсѣкателемъ въ атмосферу.

г) Провѣрка плотности прилеганія золотника отсѣкателя

НТБ ДНУЖТ

Ручку крана машиниста переводятъ изъ поѣзднаго въ одно изъ служебно-тормозныхъ положеній; послѣ того, какъ показаніе черной стрѣлки установилось, смазываютъ выпускное отверстіе мыльнымъ растворомъ.

§ 10. Провѣрка воздухонепроницаемости фланцевыхъ соединеній тормознаго цилиндра, доп. резервуара и плотности кожанаго воротника. Доведя давленіе въ главномъ воздухопроводѣ до нормальнаго (75 ф.). провѣряютъ сначала по слуху. а затѣмъ мыльнымъ растворомъ всѣ соединенія и фланцы съ цѣлью обнаружить утечку, если таковую указываетъ черпая стрѣлка манометра. Засимъ производятъ полное служебное торможеніе и наблюдаютъ по манометру, установленному на тормозномъ цилиндрѣ, за давленіемъ въ немъ.

Давленіе это, послѣ того какъ установилось, не должно падать въ теченіе 5 минутъ болѣе, чѣмъ на 3 фунта. Для постановки манометра слѣдуетъ пользоваться отверстіемъ, имѣющимся въ крышкѣ. Большее паденіе давленія, при установленной герметичности фланцевыхъ соединеній и тройныхъ клапановъ. указываетъ на пропускъ тѣла поршня или его кожанаго воротника. Поршень въ этомъ случаѣ долженъ быть исправленъ Затѣмъ производятъ оттормаживаніе и наблюдаютъ за стрѣлкой манометра цилиндра: она быстро. почти моментально, должа упасть до нуля Послѣ этого производятъ экстренное торможеніе и опять наблюдаютъ за стрѣлкой манометра цилиндра: она быстро, почти моментально, должна подняться до предѣла и остановиться. Паденіе ея, какъ и въ первомъ случаѣ, не должно превосходить 3 ф. въ теченіе 5 минутъ.

§ 11. Провѣрка хода поршня тормознаго цилиндра. Послѣ наполненія главнаго воздухопровода до нормальнаго давленія (75 ф.), понижаютъ въ послѣднемъ давленіе на 20 фунтовъ и по истеченіи 5 минутъ измѣряютъ ходъ поршня

Минимальный выходъ поршня для всѣхъ горизонтальныхъ и вертикальныхъ цилиндровъ, эскизы коихъ помѣщены въ каталогахъ фирмы Ньюіоркъ, опредѣляется въ 3″. и максимальный — для горизонтальныхъ цилиндровъ старыхъ пассажирскихъ вагоновъ и тендеровъ 6″; для вновь же проектируемыхъ — 5″, причемъ тормозная передача не должна быть болѣе 10.

§ 12. Провѣрка тройныхъ клапановъ. См. испытаніе тормозныхъ аппаратовъ въ поѣздѣ.

II. Вагоны.

Воздухопроводъ поѣзда съ выключенными тормозными аппаратами наполняется сжатымъ воздухомъ отъ паровоза или испытательной станціи до нормальнаго давленія (75 ф.) и затѣмъ разобщается отъ источника сжатаго воздуха. Давленіе наблюдается по манометру, установленному въ произвол но выбранномъ мѣстѣ на воздухопроводѣ, напр. на кондукторскомъ кранѣ. Оно не должно палать болѣе, чѣмъ на 3 ф. въ теченіе 5 минутъ. Мѣсто утечки опредѣляется по слуху и смазываніемъ подозрительныхъ мѣстъ мыльнымъ растворомъ.

Въ поѣздѣ, соединенномъ съ паровозомъ, значительная утечка опредѣляется безпрерывной. хотя и очень медленной работой насоса. Мѣсто утечки опредѣляютъ, какъ сказано выше.

Затѣмъ. включивъ тормозные аппараты и доведя давленіе въ воздухопроводѣ опять до нормальнаго. производятъ провѣрку правильности дѣйствія тормозныхъ аппаратовъ (тройного клапана, тормозного цилиндра и запасного резервуара).

Исправность этихъ аппаратовъ подъ вагонами изслѣдуется или дѣйствіемъ крана машиниста, или при помощи спеціальнаго контрольнаго прибора фирмы Вестингауза.

Приборъ этотъ ставится между источникомъ сжатаго воздуха и воздухопроводомъ испытываемаго поѣзда. Дѣйствіе прибора состоитъ въ томъ, что, при оттормаживаніи черезъ приборъ, давленіе въ главномъ воздухопроводѣ повышается автоматически равномѣрно, не вызывая воздушной волны при впусканіи воздуха изъ главнаго резервуара въ воздухопроводъ. на опредѣленное количество фунтовъ въ единицу времени, независимо отъ длины поѣздной трубы и утечки воздуха, если таковая происходитъ.

Примѣчаніе. Подробное описаніе прибора и его дѣйствія помѣщено въ особой брошюрѣ, изданной фирмою Вестингауза.

НТБ ДНУЖТ

Испытаніе тормозныхъ аппаратовъ при посредствѣ крана машиниста.

1) Аппараты не должны давать торможенія при нормальномъ давленіи въ главномъ воздухопроводѣ и главномъ резервуарѣ и при поѣздномъ положеніи ручки крана машиниста, при исправномъ состояніи всѣхъ прочихъ частей тормоза.

2) Тройные клапаны должны приводить въ дѣйствіе тормоза при пониженіи давленія въ главномъ воздухопроводѣ до 5 ф. для одного паровоза и до 9 ф. для поѣзда.

3) Послѣ затормаживанія способомъ, указаннымъ въ п. 2-мъ, аппараты въ теченіе 10 минутъ не должны давать произвольнаго оттормаживанія.

4) Послѣ затормаживанія способомъ, указаннымъ въ п. 2, аппараты должны оттормаживать при повышеніи давленія въ главномъ воздухопроводѣ до нормальнаго, при поѣздномъ положеніи ручки крана машиниста, т.-е. при пропускѣ воздуха въ главный воздухопроводъ чрезъ питательный клапанъ крана машиниста.

5) Тройные клапаны не должны давать экстреннаго торможенія при постановкѣ ручки крана машиниста въ положеніе служебнаго обыкновеннаго торможенія.

6) Тройные клапаны должны давать экстренное торможеніе при постановкѣ ручки крана машиниста въ положеніе экстреннаго торможенія въ тѣхъ случаяхъ, когда въ поѣздѣ имѣется не менѣе 33% тормозныхъ единицъ, равномѣрно размѣщенныхъ по длинѣ его. Быстрое дѣйствіе узнается по стуку колодокъ о бандажи, причемъ время распространенія торможенія не должно быть болѣе 3 секундъ для поѣзда, длина котораго не превышаетъ 240 саженъ (500 метровъ).

7) Аппараты не должны давать самооттормаживанія послѣ экстреннаго торможенія въ теченіе $^1/_2$ часа.

Испытаніе тормозныхъ аппаратовъ при посредствѣ спеціальнаго контрольнаго прибора Вестингауза.

1) Аппараты не должны давать торможенія при нормальномъ давленіи въ главномъ воздухопроводѣ и главномъ резервуарѣ, при закрытомъ трехходовомъ кранѣ контрольнаго прибора и открытомъ кранѣ къ золотниковому питательному клапану, при исправныхъ прочихъ частяхъ тормоза.

2) Тройные клапаны должны приводить въ дѣйствіе всѣ тормозныя единицы при пониженіи давленія въ главномъ воздухопроводѣ на 8 фунтовъ выпускомъ воздуха чрезъ трехходовой кранъ въ атмосферу.

3) Послѣ затормаживанія способомъ, указаннымъ въ п. 2, аппараты въ теченіе 10 минутъ не должны произвольно оттормаживаться.

4) Послѣ затормаживанія способомъ, указаннымъ въ п. 2, аппараты должны оттормаживать при повышеніи давленія въ главномъ воздухопроводѣ на 5 ф., при впускѣ воздуха въ воздухопроводъ чрезъ контрольный клапанъ испытательнаго прибора.

5) Тройные клапаны не должны давать экстреннаго торможенія при постановкѣ ручки трехходового крана въ положеніе выпуска для производства обыкновенныхъ торможеній.

6) Тройные клапаны должны давать экстренное торможеніе при открытіи концевого крана главнаго воздухопровода (рукавъ снять съ глушилки), когда въ поѣздѣ имѣется не менѣе 33% тормозныхъ единицъ, равномѣрно распредѣленныхъ по длинѣ его. Экстренное дѣйствіе узнается по стуку тормозныхъ колодокъ о бандажи, причемъ время распространенія торможенія должно быть не болѣе 3 секундъ для поѣзда, длина котораго не превышаетъ 240 саженъ (500 метровъ).

7) Аппараты не должны давать оттормаживанія послѣ экстреннаго торможенія, произведеннаго открытіемъ концевого крана главнаго воздухопровода (рукавъ снять съ глушилки) въ теченіе $^1/_2$ часа.

Примѣчаніе. а) При испытаніи аппаратовъ при посредствѣ контрольнаго прибора Вестингауза источникомъ сжатаго воздуха можетъ служить постоянная станція, дающая сжатый воздухъ, или паровозъ; въ послѣднемъ случаѣ ручка крана машиниста ставится въ положеніе оттормаживанія.

НТБ ДНУЖТ

б) При испытаніи клапановъ паровоза и тендера испытательный приборъ ставится между испытываемымъ паровозомъ и постояннымъ источникомъ сжатаго воздуха, или другимъ паровозомъ.

в) Родъ неисправности тройного клапана можетъ быть изслѣдованъ въ мастерскихъ при посредствѣ особаго прибора, предлагаемаго фирмою Вестингауза.

Б) При движеніи поѣзда.

Послѣ испытанія тормозовъ въ состояніи покоя дѣйствіе ихъ провѣряется на ходу при пробной поѣздкѣ,— причемъ обращается вниманіе, чтобы не было произвольнаго прихватыванія колесъ тормозными колодками; кромѣ того, производится нѣсколько служебныхъ и экстренныхъ торможеній.

3. Н. Т. У. Трубы и соединительныя къ нимъ части для воздушныхъ тормозовъ *).

1) **Трубы** должны быть тянутыя, изготовленныя свариваніемъ изъ хорошо сваривающагося сварочнаго или литого желѣза.

2) **Размѣры трубъ** должны соотвѣтствовать по длинѣ предписаннымъ мѣрамъ, имѣть наружный діаметръ 33 mm, внутренній 25 mm, причемъ допускаются слѣдующія отступленія:

а) внутренній діаметръ трубы можетъ быть больше или меньше на $^1/_2$ mm, причемъ измѣреніе производится по концамъ трубы;

б) наружный діаметръ по всей длинѣ между нарѣзками можетъ быть больше на 1 mm или меньше на $^1/_4$ mm;

в) длина трубы можетъ разниться отъ предписанной длины на $\pm$ 3 mm.

3) Трубы должны быть, на обоихъ концахъ, снабжены конической **газовой нарѣзкой** на длину 1″, считая 11 нитокъ на одинъ дюймъ, при этомъ наружный діаметръ наибольшей нарѣзки долженъ имѣть 33 mm.

4) **Коничность** упомянутыхъ въ пунктѣ 3-мъ нарѣзокъ должна составлять $^1/_{32}$, а допускаемые предѣлы отклоненій отъ нормальной коничности не болѣе $^1/_{24}$ и не менѣе $^1/_{40}$.

5) **Соединительныя части**, а именно: муфты, тройники и угольники, тоже изъ сварочнаго или литого желѣза, должны имѣть при цилиндрической нарѣзкѣ толщину стѣнокъ отъ $5^1/_2$ до 6 mm (толщина стѣнокъ измѣряется поверхъ нарѣзки). Длина муфтъ и тройниковъ = 100 mm, длина угольниковъ, считая отъ центра одной вѣтки до конца другой = 45 mm, причемъ отступленіе въ длинѣ соединительныхъ частей $\pm 1^1/_2$ mm.

6) Соединительныя части должны навинчиваться на трубы не менѣе, какъ отъ 3 до 6 нитокъ.

7) **Винтовыя нарѣзки** какъ на трубахъ, такъ и въ соединительныхъ частяхъ должны быть чисты.

8) Всѣ трубы предварительно, безъ насадки на нихъ соединительныхъ частей, испытываются **гидравлическимъ давленіемъ** на 20 at и затѣмъ раздѣляются на партіи по 200 штукъ въ каждой партіи; точно такъ же и всѣ соединительныя части, послѣ испытанія ихъ гидравлическимъ давленіемъ также на 20 at, раздѣляются на соотвѣтственныя партіи по 200 штукъ.

9) Изъ каждой партіи трубъ и соединительныхъ частей выбирается для испытанія $2^0/_0$, и послѣ насадки на трубы соединительныхъ частей испытывается воздушнымъ давленіемъ на 10 at въ теченіе 3 до 5 минутъ; для этого испытанія трубы съ соединеніями погружаются въ воду.

4. Т. У. на поставку резиновыхъ рукавовъ для тормозовъ высокаго давленія Ц. У. 17 іюля 1906 г., № 28392/145.

1) $2^0/_0$ каждой партіи рукавовъ подвергаются внутреннему гидравлическому давленію, причемъ рукава не должны разрываться при давленіи 40 at.

2) $10^0/_0$ каждой партіи рукавовъ подвергаются въ теченіе трехъ сутокъ дѣйствію температуры въ — 30° C, причемъ въ замороженномъ состояніи они должны сохранять свою гибкость, не ломаясь.

---

*) Утв. М. П. С. 11 ноября 1900 г.

НТБ ДНУЖТ

Примѣчаніе. Испытаніе относительно вліянія атмосфернческаго дѣйствія на рукава невозможно, такъ какъ вліяніе его обнаруживается лишь по истеченіи долгаго времени.

3) 3% каждой партіи рукавовъ кладутся на сутки въ минеральное смазочное масло, температура котораго не больше 15° С; уменьшеніе внутренняго діаметра рукавовъ отъ разбуханія не должно превышать 1 — 2 mm, причемъ резиновые слои не должны отдѣляться оть пеньковыхъ прокладокъ и рукавъ долженъ оставаться непроницаемымъ при давленіи воздуха.

4) Рукава въ естественномъ состояніи, при сгибаніи до прикосновенія другъ съ другомъ концовъ, не должны надламываться или надрываться и должны имѣть равномѣрное на глазъ округленіе по всему периметру.

5) Рукава должны имѣть отъ 4 до 5 плетеныхъ пеньковыхъ или льняныхъ прокладокъ.

6) Рукава длиною 610 и 760 mm должны имѣть внутренній діаметръ въ 29 mm и толщину стѣнокъ въ 8 mm. Допускаются слѣдующія отступленія: по длинѣ ± 1%, въ толщинѣ стѣнокъ ± 1 mm.

Примѣчаніе. Срокъ гарантіи исправной службы рукавовъ 5 лѣтъ.

5. Дополнительныя техническія условія на пріемку регуляторовъ и золотниковыхъ питательныхъ клапановъ *). Ц. У. 21 авг. 1908 г., № 20463/135.

I. Техническія условія на пріемку регуляторовъ. Регуляторы хода насоса подвергаются слѣдующимъ испытаніямъ:

1. Испытанію на чувствительность:

Регуляторъ долженъ автоматически управлять ходомъ насоса такимъ образомъ, чтобы разность между максимальнымъ и минимальнымъ давленіемъ въ главномъ резервуарѣ при системѣ Вестингауза и въ главномъ воздухопроводѣ при системѣ Нью-Іоркъ не превышала 2-хъ фунтовъ.

Примѣчаніе. Давленіе, при которомъ испытываются регуляторы, должно составлять: въ главномъ резервуарѣ (при системѣ Вестингауза) отъ 95 до 105 фунтовъ, а въ главномъ воздухопроводѣ (при системѣ Нью-Іоркъ) 75 фунтовъ на кв. дюймъ.

2. Испытанію плотности притирки клапана діафрагмы и пригонки діафрагмы:

Камера діафрагмы соединяется съ объемомъ въ 2 литра и при давленіи въ 75 ф. паденіе давленія по манометру не должно превышать 0,2 ф. въ 5 минутъ.

3. Испытанію плотности изоляціи парового пространства:

Отростокъ нижней части, идущій къ паровому котлу, соединяется съ объемомъ въ 2 литра, другой отростокъ, обращенный къ насосу, заглушается; при первоначальномъ давленіи въ 75 ф. паденіе давленія не должно превышать 1 ф. въ 5 м.

4. Испытаніе плотности и непроницаемости нижней части регулятора:

Нижняя часть регулятора испытывается сжатымъ воздухомъ давленіемъ въ 150 ф. подъ водою.

II. Техническія условія на пріемку золотниковыхъ питательныхъ клапановъ.

1. Тѣло клапана привертывается къ флянцу съ отросткомъ и клапанъ наполняется сжатымъ воздухомъ давленіемъ до 100 ф., причемъ выпускное отверстіе въ камерѣ пружины заглушается пробкою.

Испытаніе производится подъ водою.

2. Золотниковый питательный клапанъ долженъ наполнять главный воздухопроводъ емкостью 52 литра и вспомогательный резервуаръ 10″×11″ до 75 фунт. въ 16 секундъ. При этомъ испытаніи выпускное отверстіе крана машиниста заглушается.

3. Послѣ того какъ установится давленіе въ главномъ проводѣ 75 ф., дальнѣйшее повышеніе давленія не должно быть болѣе 1½ ф. въ 5 м.

---

*) Вышеупомянутые приборы значатся: по иллюстрированной вѣдомости Вестингауза 1904 года на таблицѣ B за №№ 73 и 100, а по альбому тормозовъ Нью-Іоркъ 1904 года на таблицѣ B за № 1.

НТБ ДНУЖТ

4. При пониженіи давленія въ главномъ воздухопроводѣ до 73 ф. золотниковый питательный клапанъ долженъ приходить въ дѣйствіе и возстанавливать давленіе въ предѣлахъ 74,5 — 75,5 ф.

Примѣчаніе. При испытаніи по пп. 2. 3 и 4 давленіе воздуха въ главномъ резервуарѣ поддерживается 100 ф.

5. Число тормозовъ въ поѣздѣ. 1. (П. Т. Э.) § 87. Относительно тормозовъ, коими должны быть снабжены поѣзда, надлежитъ руководствоваться слѣдующими правилами:

а) Поѣзда, наибольшая скорость коихъ превосходитъ 55 верстъ въ часъ, должны быть снабжены **непрерывными тормозами,** приводимыми въ дѣйствіе съ паровоза.

б) Въ зависимости отъ допускаемыхъ наибольшихъ скоростей хода поѣзда, а также отъ крутизны и наибольшаго протяженія попутныхъ скатовъ и прочихъ техническихъ особенностей дороги, а равно системы и способа дѣйствія тормозовъ, начальникъ дороги устанавливаетъ для каждой дороги или отдѣльныхъ ея участковъ обязательное для каждаго рода поѣздовъ число обслуживаемыхъ тормозовъ.

в) Для опредѣленія **числа тормозовъ** принимается въ разсчетъ наибольшій, имѣющійся на дорогѣ или на отдѣльномъ ея участкѣ, спускъ, протяженіемъ не менѣе 500 с., если при этомъ не имѣется спусковъ круче 0,008; спуски же круче 0,008 не принимаются въ разсчетъ лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда разница отмѣтокъ крайнихъ точекъ спуска не превышаетъ 4 с.

г) **Число** дѣйствующихъ въ поѣздѣ **тормозовъ** должно быть не менѣе указанныхъ въ нижеслѣдующей таблицѣ количествъ, соотвѣтствующихъ крутизнѣ находящихся на дорогѣ спусковъ, наибольшей скорости движенія поѣзда и составу поѣзда *):

На спускахъ (въ тысячныхъ)	При наибольшей скорости поѣзда въ пути на перегонахъ между станціями									
	до 25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
	верстъ въ часъ									
	Число груженыхъ тормозныхъ вагонныхъ осей должно составлять процентовъ общаго числа груженыхъ вагонныхъ осей всего поѣзда									
до 2	6	6	8	10	12	16	19	24	29	34
» 5	6	8	11	13	17	20	24	29	34	40
» 6	7	9	12	14	18	22	26	31	36	42
» 8	9	12	14	17	21	25	29	34	39	46
» 10	11	14	16	20	24	28	32	37	43	50
» 12	13	16	19	23	27	31	36	41	47	—
» 15	16	19	22	26	30	35	41	47	52	—

Примѣчаніе 1-е. Подъ наибольшею скоростью поѣзда въ пути на перегонахъ между станціями слѣдуетъ подразумѣвать ту наибольшую скорость, которой поѣздъ можетъ, согласно установленнымъ для сего слѣдованія условіямъ, достигнуть въ какомъ-либо мѣстѣ перегона.

Примѣчаніе 2-е. Для скоростей и спусковъ, не указанныхъ въ предыдущей таблицѣ, процентныя отношенія тормозныхъ осей къ общему числу вагонныхъ осей поѣзда опредѣляются на основаніи той же таблицы изъ соотвѣтственной пропорціи.

Примѣчаніе 3-е. **Тормозныя оси тендера** въ разсчетъ не вводятся; если же паровозъ снабженъ добавочнымъ тормозомъ съ колодками, дѣйствующими на колеса паровоза, то для уклоновъ въ 0,005 и свыше каждая тормозная ось паровоза считается за одну тормозную груженую ось вагона.

*) Исправлена согласно **Ж. И. С.** отъ 5 дек. 1901, за № 112.

НТБ ДНУЖТ

д) На дорогахъ, на которыхъ имѣются уклоны круче 0,015, начальникомъ дороги должны быть установлены, съ утвержденія М. П. С., особыя правила для опредѣленія обязательнаго для каждаго рода поѣздовъ числа тормозовъ на тѣхъ участкахъ, на коихъ имѣются такіе уклоны, въ зависимости отъ прочихъ техническихъ особенностей дороги.

е) Дробное число тормозныхъ вагоновъ, меньшее половины, отбрасывается, а половина и больше половины принимаются за единицу.

ж) Поѣзда, въ составъ коихъ входятъ исключительно **порожніе вагоны,** могутъ имѣть на одну треть меньше тормозовъ, чѣмъ полагается по вышеприведенной таблицѣ тормозовъ для груженаго поѣзда того же состава.

з) Для поѣздовъ, составленныхъ **изъ груженыхъ и порожнихъ** вагоновъ, потребное количество тормозовъ опредѣляется по приведенной выше таблицѣ, отдѣльно для груженыхъ и отдѣльно для порожнихъ вагоновъ, со скидкою, предвидѣнною для послѣднихъ; при этомъ, въ случаѣ неимѣнія въ поѣздѣ надлежащаго количества тормозныхъ вагоновъ какой-либо изъ упомянутыхъ категорій, три порожнихъ тормозныхъ вагона могутъ быть засчитаны за два груженыхъ тормозныхъ вагона и наоборотъ.

и) Вагонъ считается **груженымъ** при нагрузкѣ его не менѣе, какъ въ 125 пудовъ на ось.

Примѣчаніе. Товарные вагоны, занятые людьми, скотомъ или лошадьми, а также вагоны пассажирскіе, занятые или порожніе, считаются, по отношенію къ числу тормозовъ, наравнѣ съ груженными.

і) При слѣдованіи поѣзда съ наибольшею скоростью, не превышающей 40 верстъ въ часъ, число тормозовъ для поѣздовъ, не перевозящихъ пассажировъ, можетъ быть **сокращено на четвертую часть** въ слѣдующихъ случаяхъ:

1) при слѣдованіи поѣзда на спускахъ двойною тягою или при слѣдованіи на подъемъ съ подталкивающимъ паровозомъ сзади;

2) въ случаѣ снабженія поѣзда непрерывными тормозами, управляемыми машинистомъ ведущаго поѣздъ паровоза.

2. Общія техническія условія, которымъ должны удовлетворять воздушные тормоза, пассажирскихъ поѣздовъ (1890 г., № 3891).

§ 1. Непрерывные тормоза, вновь устанавливаемые къ подвижному составу, должны быть автоматическіе, дѣйствующіе сжатымъ или разрѣженнымъ воздухомъ.

§ 2. Вагоны, снабженные непрерывными тормозами, должны быть приспособлены къ пользованію ихъ тормозами, при слѣдованіи въ прямомъ сообщеніи по дорогамъ, имѣющимъ тормоза соотвѣтственнаго дѣйствія (сжатымъ или разрѣженнымъ воздухомъ), и для сего всѣ соединенія воздухопроводныхъ трубъ, какъ между тендерами и вагонами, такъ и между сими послѣдними, должны быть на подлежащихъ дорогахъ тождественнаго устройства и согласованы съ таковыми соединеніями въ **Императорскихъ** поѣздахъ.

§ 3. Дѣйствіе торможенія должно быть энергичное и быстрое, распространяющееся на всѣ тормозные вагоны поѣзда съ возможно малыми промежутками времени.

§ 4. **Число** вагонныхъ **тормозныхъ осей** въ поѣздѣ должно быть не менѣе указаннаго въ правилахъ движенія, причемъ для скоростей свыше 55 верстъ въ часъ это число осей опредѣляется особымъ разсчетомъ, представляемымъ на утвержденіе департамента желѣзныхъ дорогъ.

§ 5. **Нажатіе колодокъ** должно быть разсчитано такъ, чтобы оно, въ зависимости отъ конструкціи вагона, составляло: при одностороннемъ нажатіи отъ 0,5 до 0,8 давленія, передаваемаго осью на рельсы, а при двустороннемъ нажатіи — не менѣе 0,8 упомянутаго давленія.

Примѣчаніе. Право, предоставленное § 92 правилъ движенія, — уменьшать число тормозныхъ осей, не должно быть примѣняемо.

§ 6. Внутри каждаго вагона поѣзда должно быть устроено приспособленіе для затормаживанія поѣзда; соотвѣтственные приборы должны быть располагаемы на видныхъ и доступныхъ мѣстахъ, съ необходимымъ огражденіемъ отъ случайностей.

НТБ ДНУЖТ

§ 7. На дорогахъ, имѣющихъ уже неавтоматическіе тормоза:
а) паровозы должны быть снабжены приспособленіями для дѣйствія, въ случаѣ надобности, и автоматическими тормозами соотвѣтственной системы сжатаго или разрѣженнаго воздуха;
б) при каждомъ вагонѣ поѣзда должно быть устроено приспособленіе для вполнѣ надежной и быстрой подачи машинисту сигнала остановки; соотвѣтственные приборы должны быть располагаемы внутри вагоновъ на видныхъ и доступныхъ мѣстахъ, съ необходимымъ огражденіемъ отъ случайностей. Такимъ приспособленіемъ не можетъ считаться сигнальная веревка.
§ 8. Отступленія отъ вышеуказанныхъ условій допускаются иначе, какъ съ разрѣшенія департамента желѣзныхъ дорогъ.

B. Паровозы и тендеры.

a. Общія данныя.

Данныя **Т. У. П.** и **С.** см. 85 — 87, стр. 617, а для подъѣздн. путей 32 — 36, стр. 631.

1. Надписи на паровозѣ.

На каждомъ паровозѣ должны быть слѣдующія ясно обозначенныя **отмѣтки:**

а) наибольшее допускаемое, сверхъ наружной атмосферы, давленіе въ котлѣ; б) наибольшая, соотвѣтствующая конструкціи паровоза, допускаемая скорость его хода; в) годъ, мѣсяцъ, число и мѣсто послѣдняго испытанія паровознаго котла; г) номеръ, подъ которымъ значится паровозъ на желѣзной дорогѣ; д) годъ постройки и фирма завода, его строившаго.

2. Главные наружные размѣры наружнаго очертанія паровозовъ и высота отдѣльныхъ частей надъ уровнемъ рельсовъ опредѣляются для паровозовъ ширококолейныхъ, узкоколейныхъ дорогъ и подъѣздныхъ къ желѣзнымъ дорогамъ путей по соотвѣтствующему габариту подвижного состава, стр. 646 и слѣд. Главные наружные размѣры нормальнаго паровоза компаундъ 4/4 (см. также стр. 725):

Вся длина паровоза и тендера между обрѣз. буферовъ	16319 mm	заднею осью паровоза	4338 mm
Вся длина одного паровоза.....	9672 »	База паровоза	3890 »
Наиб. шир. паровоза	3090 »	Верхъ дымовой трубы надъ рельсомъ	4715 »
Разст. отъ передней оси паровоза до передняго буфера ..	2874 »	Ось котла надъ рельсомъ	2090 »
Разст. между передн. осью тендера и		Между рамами	1260 »
		» центр. шеекъ	1190 »
		» цилиндрами.	2180 »

Размѣры нормальнаго тендера (см. ниже и **e.** Тендеръ).

Вся длина тендера съ буферами.....	6647 mm	База	3300 mm
Наибольшая ширина тендера	3126 »	Между рамами	1926 »
		» срединами	
		» шеекъ.....	2100 »

НТБ ДНУЖТ

b. Паровозный котелъ.

(Общія данныя о паровыхъ котлахъ см. I ч., 7 отдѣлъ, IV.)

1. Площадь колосниковой рѣшетки и поверхность нагрѣва котла.

Если:

H общая прикасающаяся съ горячими газами (внутренняя) поверхность нагрѣва котла въ qm,
V скорость движенія въ km въ 1 часъ,
$v = V : 3{,}6$ скорость движенія въ m/sk,
B количество угля, сжигаемое въ 1 часъ, въ kg,
R общая площадь колосниковой рѣшетки въ qm,
N работа паровоза въ ЛС,

то: **площадь рѣшетки** $R = \frac{B}{300}$ до $\frac{B}{500}$ или $R = \frac{N}{130}$ до $\frac{N}{300}$,

меньшій знаменатель для мелкаго угля, бо́льшій знаменатель для крупнаго угля.

Производительность поверхности нагрѣва. Имѣемъ $N : H$:

	Для пассажирскихъ паровозовъ	Для товарныхъ паровозовъ
по Франку*) .	$1{,}17\sqrt{v}$	$0{,}6+\sqrt{v}$
по Мейеру	$1{,}75+0{,}18\,v$	$2{,}0+0{,}18\,v$

Правильнѣе относить производительность поверхности нагрѣва къ числу оборотовъ ведущихъ колесъ. При этомъ имѣетъ значеніе отношеніе $H : R$, давленіе пара и отношеніе объема цилиндра C (высокаго давленія) въ литрахъ къ поверхности нагрѣва**).

Типъ паровоза	Главныя соотношенія $\frac{H}{R}$	p at	$\frac{C}{H}$	Величина N H при числѣ n оборотовъ ведущихъ колесъ въ 1 секунду: 1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Пассажир. и скорые паровозы сдвоенные	55	12	0,80	3,5	4,2	4,5	4,8	5,0	5,2	5,3
компаундъ . .	55	12	0,85	3,7	4,5	5,1	5,6	6,0	6,4	6,7
Товарные паровозы съ малой колосниковой рѣшеткой, сдвоенные	80	10	0,80	2,6	3,1	3,6	4,0	4,2		
» большою колосников. рѣшеткой, сдвоенные	60	10	0,90	3,0	3,6	4,1	4,5	4,8		
» малой колосниковой рѣшеткой, компаундъ	75	12	1,00							
» большой колосников. рѣшеткой, компаундъ	60	12	1,00	3,3	4,0	4,6	5,1	5,5		
Тендеръ-паровозы	50	12	0,88	3,4	3,8	4,1	4,3	4,5		

*) См. E. T. d. G. отдѣлъ: Lokomotiven, стр. 51.
**) См. Франкъ, Die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven, O. f. F. 1887, стр. 106. См. также C. Паровая машина паровоза.

НТБ ДНУЖТ

Главнѣйшіе размѣры нѣкоторыхъ

Обозначенія	1	2	3	4	5	6	7	8
	Нормальные паровозы прусскихъ правит. дорогъ							
	Пассажирскій паровозъ, компаундъ 2/3	Паровозъ для скорыхъ поѣздовъ 2/4 [1] [2]	Паровозъ 2/5 скорый 4-цилиндров. Ганноверск. типъ	Товарный паровозъ 3/3 [3]	Товарный паровозъ 3/4 [5]	Товарный паровозъ 4/4 [6]	Паровозъ для скорыхъ поѣздовъ 2/3	Пассажирскій паровозъ 2/4 для пригороднаго сообще-
Допускаемая скорость $V_{max.}$ . . km/чс	90	100	100	45	60—65	45	75	75
Діам. ведущ. кол. . mm	1750	1980	1980	1340	1350	1250	1600	1600
Діам. бѣгущ. кол. . mm	1150	1000	1000		1000 [4]		1150	1000 [4] [7]
Базисъ . . mm	2700 +2300	2000 +2800 +2600	2000 +1900 +2100 +2950	2000 +1400	2300 +2000 +2000	1550 +1350 +1000	1800 +2400	2300 +2000 +2500
Діам. цилиндра. . . mm	420/600	460/680	360/560	450	480/680	530/750	420	420
Ходъ поршня. . mm	580	600	600	630	630	630	600	600
Площадь колосниковой рѣшетки . qm	1,87			1,53	2,3	2,25	1,6	1,6
Поверхность нагрѣва въ топкѣ . . qm	6,80	8,98	10,0	7,78	10,68	10,56	5,82	6,65
Общая поверхность нагрѣва . . . . qm	103,23	118,92	162,9	124,79	137,9	144,15	89,75	94,75
Вѣсъ въ порожнемъ состояніи . . . . . t	35,4	44,3	54,0	33,1	45,2	46,6	31,9	41,8
Общій вѣсъ въ рабочемъ состояніи . . . . t	39,0	49,6	59,8	38,5	52,0	51,8	41,9	53,2
Сцѣпляющій грузъ . t	26,8	31,0	30,4	38,5	41,8	51,8	28,0	31,4
Дымог. трубы число/нар. діам. . . . . mm	197/46	219/46	243/50	186/50	221/50	210/50	181/46	171/46
Разстояніе между трубными стѣнками. . mm	3800	3900	4450	4450	4124	4500	3000	4000
Центръ котла надъ верхомъ рельса . . . mm	1885	2260	2500	1985	2170	2210	1900	2200
Внутр. діам. котла. . mm	1280	1400	1440	1400	1532	1530	1194	1216
Давленіе пара . . . at	12	12	14	10	12	12	12	12
Общая длина безъ буферовъ . mm		9418	10950	8163	8990	9598	8540	9960

[1]) Тѣ же размѣры и для пассажирск. паровоза, но колеса 1750 mm и сдвоенные цилиндры 460 mm.

[2]) Такъ же исполненъ, какъ четырехцилиндровый системы Компаундъ 2 Ц В Д діам. 330 mm внутренніе, 2 Ц В Д діам. 530 mm наружные, всѣ дѣйствуютъ на одну и ту же ведущую ось. Вѣсъ въ рабоч. состояніи 52,75 t. Кромѣ того, какъ сдвоенная машина съ изроперегрѣвателемъ, діаметромъ цилиндра 520 mm.

[3]) Также по системѣ Компаундъ, цил. 460/650, вѣсъ въ рабочемъ состояніи 40,3 t, давлен пара 12 at.

НТБ ДНУЖТ

исполненныхъ паровозовъ.

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3/4 Танкъ-паровозъ, телѣжка Крауса.	Паровозъ для скорыхъ поѣздовъ 2/5, Пфальцской жел. дороги.	Паровозъ для скорыхъ поѣздовъ 4-хъ цилиндровый, 3/5, Баденск. жел. дор.	Паров. скор. поѣзд. 2/4, ж. д. Вебашъ (Америка), american type	Товарный паровозъ 4/5 жел. дор. Кливелендъ С.-Луисъ (Америка), consolidation type	Паровозы русскихъ жел. дорогъ					
					Порм. товарный паровозъ 4/4 [3]) (стр. 822).	Товарный паровозъ 4/5 (1907 и 1908 г.) для казен. дор.	Пассажирскій 3/5, Владикавказской жел. дор.	Пассажирскій 2/4, Моск.-Виндаво-Рыбинск. ж. д. четырехцилиндровый.	Пассажирскій 3/4, Николаевск. жел. дор.	Пассажирскій 2/4, Юго-Западн. ж. д.
60	100	80			45		83,9	70	87,4	88
1350	1989	1600	1854	1422	1150	1300	1830	2010	1900	2000
1000		850	838	838		930	1030	960	1130	990
2700	1700	1900	1753	2413	1330+	3200	полн. 8030	6800	7440	7510
+1050	+1810	+1950	+2909	+1600	1280+	+1600				
+1650	+2050	+1750	+2743	+1499	1280	+1500	телѣж. 2110	2000		2100
	+3040	+1850		+1854		+1500				
450	490	350/550	470	559	500/730	510/765	500/730	2.360/2.550	480/720	2.365/2,547
630	570	640	660	762	650	700	650	600	650	610
1,53	2,81		1,67	3,15	1,85	2,8	2,16	2,15	2,20	2,50
8,7			14,8	16,0	(10,7)	15,26	10,82	11,30	12,56	14,00
111,8	171,7	128,4	146,7	234,0	167,5 (152,6)	190,88	152,32	141,02	161,68	146,00
47,2					45,5	69,2	56,70	44,2	53,70	47,00
60,2	58,5	55,5	54,9	83,9	50,7	76,5	63,70	50,10	58,2	57,00
45,0		•	•		•					
217,46	259/47,5	191/52	250/51	376/51	210,51 (190/51)	272/51	192/51	230/45	226/50	216/52
3700	4650	4250	3710	4089	4660	4375	4600	4000	4200	3915
2500			2489	2584	(2090)	2600				
1372	1450	1430	1473	1794			1438	1350	1440	1394
12	13	13	13,3	14,1	11 (11,5)	14	12,00	12,00	11,50	12,00
10450	10460		9306	10338		11119				

[4]) Передняя бѣгущая ось устанавливается радіально, система Адама.
[5]) Новѣйшіе паровозы этого типа съ поворотною телѣжкою Крауса, діам. цил. 500/750 и разстояніемъ между осями 2700 + 1650 + 1650 mm.
[6]) Въ настоящее время строится только со сдвоенною машиною діам. цил. 520 mm.
[7]) Задняя бѣгущая ось устанавливается радіально, система Адама.
[8]) Данныя въ скобкахъ относятся до альбома Путиловскаго завода 1905.

НТБ ДНУЖТ

Отношеніе поверхности нагрѣва къ поверхности рѣшетки $H : R$ составляетъ для каменнаго угля:

у пассажирскихъ паровозовъ 50 до 70,
» товарныхъ паровозовъ 60 до 90.

Для другихъ родовъ топлива имѣемъ $H : R$ для бураго угля = 45 до 50 (Венгрія),
для мелкаго угля = 23 до 26 (Бельгія),
» антрацита = 30 до 40 (Сѣв. Америка).

При одинаковой поверхности нагрѣва достигается лучшая утилизація горячихъ газовъ наибольшимъ количествомъ длинныхъ дымогарныхъ трубъ (наибольшая длина 4,5 до 6,0 m), причемъ происходитъ увеличеніе вѣса паровоза; напротивъ того, при большомъ числѣ короткихъ трубокъ достигается болѣе быстрое парообразованіе.

Степень полезнаго дѣйствія топки $\eta_{i1} = 0{,}7$ до 0,8; степень полезнаго дѣйствія поверхности нагрѣва:
$\eta_{i2} = 0{,}60$ до 0,70 для пассажирскихъ и скорыхъ паровозовъ,
$\eta_{i2} = 0{,}65$ до 0,75 » товарныхъ паровозовъ.
Степень полезнаго дѣйствія всего котла $\eta_i = \eta_{i1}\,\eta_{i2}$.

2. Огневая коробка.

Длина **огневой коробки** 1 до 3 m, при расположеніи между рамами и колесами ширина 0,95 до 1,15 m; при расположеніи надъ рамою ширина топки до 2,8 m особенно рекомендуется для мелкаго угля (типъ Бельпера въ Бельгіи) и антрацита (типъ Вуттена въ Сѣв. Америкѣ). Изготовляется большею частью изъ красной мѣди. Толщина трубной стѣнки 26 mm, боковыхъ 16 mm.

Въ Америкѣ исключительно примѣняются топки литого желѣза; трубная стѣнка 13, остальныя стѣнки 8 до 10 mm. Пробныя испытанія такихъ топокъ на Германскихъ дорогахъ выяснили, что продолжительность службы ихъ не болѣе трехъ лѣтъ. Примѣненіе подобныхъ топокъ является выгоднымъ лишь у старыхъ паровозовъ, которые предполагается утилизировать еще нѣсколько лѣтъ для маневренной службы.

Радіусы закругленія въ углахъ равны: для боковыхъ угловъ потолка около 200 mm (minimum 50 mm), для остальныхъ угловъ 50 mm (minimum 20 mm). Потолокъ и боковыя стѣнки состоятъ обыкновенно изъ одного листа (шинельный листъ), соединеннаго съ отогнутыми краями передней и задней стѣнки заклепками. У **Н. П.** толщина стѣнокъ 15, боковое закругленіе 180, внутренній радіусъ верхняго угла дверной стѣнки 53, трубной стѣнки 30. Перекрышка листовъ въ углахъ 67, шовъ одиночный между заклепками 50, діам. заклепокъ желѣзныхъ 23.

Для достиженія лучшаго сгоранія въ передней части огневой коробки устраивается сводъ или зонтъ изъ огнеупорныхъ кирпичей, а во Франціи часто кипятильники Тенбринка. Для уменьшенія дымообразованія, особенно при углѣ, богатомъ содержаніемъ газовъ, устраиваютъ дымосожигатели; на прусскихъ дорогахъ часто примѣняется система Лангеръ-Маркотти *).

*) См. Glas. Ann. 1898, II, стр. 165.

НТБ ДНУЖТ

Н. Т. У. для красной листовой и болтовой мѣди, мѣдныхъ топокъ и трубъ.

§ 1. **Мѣдные листы.** Предъявляемая къ сдачѣ мѣдь листовая, мѣдные топочные листы и мѣдныя рѣшетчатыя стѣнки въ видѣ отдѣльныхъ листовъ должны быть изготовлены изъ мягкой, ковкой, чистой и совершенно однородной мѣди.

Наружная поверхность листовъ должна быть гладкая и не имѣть недостатковъ, вредныхъ для ихъ службы.

Листы должны быть обрѣзаны соотвѣтственно размѣрамъ, обозначеннымъ при заказѣ. Въ длинѣ и ширинѣ листовъ могутъ быть допущены отклоненія отъ назначенныхъ при заказѣ размѣровъ въ ту или другую сторону до 5 mm для прямыхъ листовъ и для загнутыхъ по чертежу листовъ — до 3 mm въ ширину и до 5 mm въ длину.

Въ размѣрахъ толщины листовъ менѣе 1800 mm ширины могутъ быть допущены отклоненія въ сторону увеличенія или уменьшенія: а) при толщинѣ до 20 mm включительно не болѣе 5% и б) при толщинѣ болѣе 20 mm не болѣе одного mm; отступленія болѣе значительныя должны быть не болѣе 3% толщины.

Примѣчаніе 1. При листахъ, шириною болѣе 1800 mm допуски въ длинѣ и ширинѣ повышаются до 8 mm въ ту или другую сторону, допуски же въ толщинѣ увеличиваются до 8% въ бо́льшую или меньшую сторону.

Примѣчаніе 2. Если предъявленные къ пріемкѣ предметы будутъ въ размѣрахъ отличаться болѣе допускаемыхъ выше предѣловъ, но изъ нихъ возможно приготовить издѣліе по чертежу, то пріемщику предоставляется право принять таковые.

Примѣчаніе 3. Химическій анализъ мѣдныхъ листовъ обязателенъ для завода, но результаты его не могутъ служить причиной браковки или задержки въ пріемкѣ. Произведенный заводомъ химическій анализъ не вписывается въ акты, но представляется пріемщикомъ въ Главную Заводскую Инспекцію.

§ 2. Удовлетворяющіе изложеннымъ въ § 1 условіямъ наружнаго осмотра листы плоскіе и согнутые дѣлятся на партіи по 10 штукъ, остатокъ менѣе десяти листовъ считается за десять.

Для листовъ толщиною 6 mm и болѣе пріемщикъ выбираетъ изъ каждой партіи по одной пробѣ на разрывъ; на изгибъ въ холодномъ и горячемъ состояніи испытывается каждый листъ.

Для листовъ, толщиною менѣе 6 mm и до 1,5 mm пріемщикъ выбираетъ изъ каждой партіи по одной пробѣ на изгибъ въ холодномъ и горячемъ состояніи.

Длина листовъ тоньше 1,5 mm берется на изгибъ только одна проба изъ каждыхъ двухъ партій, причемъ если при листахъ нѣтъ припусковъ, то разрѣшается для испытанія загибать углы ихъ.

Испытанія на разрывъ и на изгибъ въ горячемъ и холодномъ состояніи производится слѣдующимъ образомъ.

А. Проба на разрывъ. При испытаніи на разрывъ нормальный образецъ шириною около 25 mm долженъ выдерживать: а) для листовъ толщиною болѣе 10 mm не менѣе 20 kg/qmm сопротивленія при удлиненіи 36% или 21 kg при удлиненіи 35% или сжатіи поперечнаго сѣченія 45%; б) для листовъ толщиною отъ 8 до 10 mm не менѣе 36% удлиненія и в) для листовъ тоньше 8 mm не менѣе 25% удлиненія.

Примѣчаніе. Листы толщиною въ 6 mm и менѣе испытанію на разрывъ не подвергаются.

Б. Испытаніе на изгибъ. Пробные бруски, взятые въ холодномъ состояніи отъ предъявленныхъ къ сдачѣ листовъ, должны выдерживать безъ признаковъ надлома: а) изгибъ на 180° въ холодномъ состояніи и б) при началѣ краснаго каленія (450—500° C) для листовъ толщиною до 20 mm изгибъ вплотную, а для листовъ отъ 20 mm до 32 mm изгибъ на внѣшній уголъ 135°.

Примѣчаніе. Листы толще 32 mm на изгибъ не испытываются.

Всѣ образцы должны быть взяты въ направленіи узкихъ кромокъ листовъ.

НТБ ДНУЖТ

Образцы для разрыва должны быть приготовлены механической обработкой съ гладкими поверхностями.

Образцы для испытанія на изгибъ должны быть шириною около 30 mm съ опиленными гладкими кромками.

Въ случаѣ, если испытаніе одного листа данной группы дало бы неудовлетворительные результаты, то всѣ листы этой группы подвергаются всѣмъ вышеуказаннымъ испытаніямъ.

Листы, давшіе при пробѣ на разрывъ или изгибъ неудовлетворительные результаты, могутъ быть отожжены и переиспытаны, причемъ листы, не выдержавшіе переиспытанія, бракуются.

§ 3. **Топки.** Топки должны быть исполнены по всемъ согласно съ выданными чертежами. Топочные листы должны удовлетворять §§ 1 и 2 настоящихъ условій. Родъ матеріала заклепокъ, расположеніе и форма головокъ ихъ должны быть исполнены согласно чертежу. Отверстія для заклепокъ въ двухъ склепываемыхъ листахъ должны быть передъ клепкой или пройдены развертками, или же образованы сверленіемъ черезъ собранные вмѣстѣ листы. Подъ головками заклепокъ образовываются конусные буртики, для которыхъ дѣлается съ обѣихъ сторонъ разсенковка дыръ. Передъ клепкой листы должны быть пригнаны настолько тщательно, чтобы по окончаніи клепки кромки верхнихъ листовъ прилегали къ нижнимъ совершенно плотно.

Чеканка дѣлается изнутри и снаружи. Тѣло заклепки должно вполнѣ заполнять дыру, назначенную для заклепки, на головкахъ не допускаются трещины, и чеканка ихъ обязательна. Матеріалъ мѣдныхъ заклепокъ долженъ удовлетворять техническимъ условіямъ для красной болтовой мѣди. Желѣзныя заклепки должны удовлетворять техническимъ условіямъ на испытаніе и пріемку заклепокъ для котловъ.

§ 4. Склепка можетъ быть машинная или ручная и должна производиться: а) машинная — при условіи, чтобы давленіе было не менѣе 90 kg/qmm площади поперечнаго сѣченія заклепки, и б) ручная — такъ, чтобы она заканчивалась при темновишневомъ каленіи.

§ 5. **Мѣдь болтовая.** Подлежащая поставкѣ болтовая мѣдь должна быть отлита изъ чистой и совершенно однородной мѣди и чисто прокатана или тянута до требуемыхъ заказомъ размѣровъ. Въ размѣрахъ діаметровъ болтовой мѣди могутъ быть допущены отклоненія до 0,25 mm въ сторону увеличенія и уменьшенія ихъ. Длина же ихъ можетъ быть на 10 mm болѣе заказа, если болты заказаны опредѣленной длины. Если же они заказаны неопредѣленной длины, то они не должны быть короче 3 m для болтовъ діаметромъ 35 mm и любой длины для болтовъ діаметромъ свыше 35 mm. На наружной поверхности прутьевъ не должно быть недостатковъ, вредныхъ для ихъ службы.

§ 6. Изъ каждой партіи въ 100 штукъ прутьевъ одинаковаго діаметра, удовлетворяющихъ по наружному осмотру вышесказаннымъ требованіямъ, выбирается пріемщикомъ одинъ прутъ, который подвергается слѣдующимъ испытаніямъ.

а) Пробѣ на разрывъ. При испытаніи на разрывъ нормальный образецъ діаметромъ, равнымъ діаметру испытуемаго прута, долженъ выдерживать не менѣе 21 kg/qmm сопротивленія при удлиненіи не менѣе 38% или сжатіи поперечнаго сѣченія 50%.

Примѣчаніе. Болтовая мѣдь діаметромъ менѣе 15 mm и болѣе 30 mm испытанію на разрывъ не подвергается, за исключеніемъ случаевъ, особо оговоренныхъ въ заказѣ.

б) Пробѣ на изгибъ. Отрѣзокъ, взятый въ холодномъ состояніи отъ выбраннаго пріемщикомъ прута, долженъ выдержать безъ признаковъ надлома въ холодномъ состояніи изгибъ на 180°, причемъ для образцовъ толщиною въ 30 mm и менѣе изгибаніе должно быть вплотную.

Примѣчаніе. Прутья діаметромъ болѣе 30 mm никакимъ испытаніямъ не подвергаются.

в) Пробѣ на расклепываніе въ холодномъ состояніи. Отъ прута отрѣзывается цилиндрикъ длиною, равной двумъ діаметрамъ прута, и, будучи поставленъ на наковальню и осаженъ давленіемъ съ торца на половину первоначальной высоты, онъ не долженъ обнаруживать признаковъ надлома.

НТБ ДНУЖТ

Примѣчаніе 1. Этому испытанію подвергается болтовая мѣдь діаметромъ въ предѣлахъ отъ 12 mm до 30 mm.

Если образецъ не выдержитъ хотя одного изъ вышеописанныхъ испытаній, то берутся для испытанія два образца и таковые подвергаются тому испытанію, котораго образецъ не выдержалъ при первомъ испытаніи; если при переиспытаніи хотя одинъ образецъ дастъ неудовлетворительные результаты, то вся партія бракуется.

Примѣчаніе 2. Заводъ имѣетъ право, если найдетъ нужнымъ, подвергнуть болты вторичному отжигу до переиспытанія.

§ 7. **Мѣдныя трубы.** Предъявляемыя къ сдачѣ трубы красной мѣди должны быть изготовлены цѣльно-тянутыми (безъ спая), изъ чистой, совершенно однородной мѣди.

Поверхности трубъ должны быть чисты, безъ недостатковъ, вредныхъ для ихъ службы.

§ 8. Трубы должны быть изготовлены тѣхъ именно размѣровъ, какіе указаны въ чертежахъ и приложенной къ договору вѣдомости, причемъ допускаются слѣдующія отклоненія: 1) длина трубъ можетъ быть болѣе назначенной на 10 mm; 2) наружный діаметръ трубъ можетъ быть болѣе или менѣе назначеннаго: а) для трубъ съ наружнымъ діаметромъ до 50 mm — на 0,25 mm; б) для трубъ съ наружнымъ діаметромъ болѣе 50 mm и до 100 mm—на 0,50 mm; в) для трубъ съ наружнымъ діаметромъ болѣе 100 mm—на 0,75 mm; 3) толщина стѣнокъ трубъ наружнымъ діаметромъ до 50 mm должна быть одинакова съ точностью до 0,25 mm и наружнымъ діаметромъ болѣе 50 mm она должна быть одинакова съ точностью до 0,35 mm.

§ 9. Трубы, удовлетворяющія требованіямъ наружнаго осмотра, подвергаются испытанію внутреннимъ гидравлическимъ давленіемъ, руководствуясь нижеслѣдующимъ: трубы съ наружнымъ діаметромъ до 100 mm при толщинѣ стѣнокъ 2,5 mm и болѣе испытываются на 35 at и при толщинѣ стѣнокъ менѣе 2,5 mm испытываются на 25 at; трубы съ наружнымъ діаметромъ отъ 100 до 150 mm и при толщинѣ стѣнокъ въ 3 mm и болѣе испытываются на 20 at и при толщинѣ стѣнокъ менѣе 3 mm — на 15 at; трубы съ наружнымъ діаметромъ болѣе 150 mm при толщинѣ стѣнокъ въ 4 mm и болѣе испытываются на 20 at и при толщинѣ стѣнокъ отъ 3—4 mm давленіемъ на 15 at.

При испытаніи гидравлическимъ давленіемъ не должно оказываться ни малѣйшей течи или просачиванія.

§ 10. Трубы наружнымъ діаметромъ болѣе 50 mm, выдержавшія гидравлическое испытаніе, раздѣляются на партіи по 100 штукъ каждая, изъ каждой партіи берется одна труба по выбору пріемщика и подвергается послѣ предварительнаго отжига слѣдующимъ испытаніямъ.

А. Кузнечному. 1) Для трубъ съ наружнымъ діаметромъ болѣе 50 mm и до 75 mm — отгибанію фланца шириною отъ 16 до 20 mm. 2) Для трубъ съ наружнымъ діаметромъ болѣе 75 mm и до 100 mm и для трубъ діаметромъ болѣе 100 mm, но толщиною стѣнокъ менѣе 3,5 mm, — отгибанію фланца шириною отъ 20 до 24 mm.

При этихъ испытаніяхъ на образцахъ не должно обнаруживаться признаковъ надлома.

Б. Разрывному. Взятая отъ трубы полоса мѣди, шириною около 30 mm и приготовленная по формѣ нормальнаго образца, должна, послѣ предварительнаго отжига, при испытаніи ея на разрывъ выдержать сопротивленіе не менѣе 21 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 25% для образцовъ по длинѣ трубы и не менѣе 20% — для образцовъ поперекъ трубы. Этому испытанію подвергаются лишь трубы съ наружнымъ діаметромъ болѣе 100 mm и толщиною стѣнокъ въ 3,5 mm и выше.

§ 11. Партія, удовлетворяющая всѣмъ вышеозначеннымъ требованіямъ, принимается; въ противномъ случаѣ, она дѣлится на двѣ части, и изъ каждой части вновь выбирается пріемщикомъ одна труба, которая подвергается тѣмъ же испытаніямъ; если при этомъ переиспытаніи получится неудовлетворительный результатъ, то соотвѣтственная часть партіи бракуется.

§ 12. За листы, топки, болты и трубы, удовлетворяющіе вышеуказаннымъ условіямъ, уплата производится по дѣйствительному вѣсу.

§ 13. Заводъ обязанъ сохранять испытанные образцы (сдѣлавши на нихъ надлежащія помѣтки) въ теченіе одного года со дня пріемки мѣди, и таковые образцы предъявляются по требованію.

Матеріалъ **наружной топки** — желѣзо толщиною около 15 mm; радіусы закругленій въ углахъ minimum 50 mm. Боковымъ

НТБ ДНУЖТ

стѣнкамъ придается небольшой уклонъ, съ тѣмъ, чтобы пузырьки пара свободнѣе поднимались кверху. Разстояніе боковыхъ стѣнокъ наружной топки отъ стѣнокъ огневой коробки равно внизу 60 mm, а вверху 90 mm. Размѣры наружной топки у **Н. П.** наружные: 1228 2030; толщина 15, лобовой листъ 16, загибъ лобового листа внутри 100, перекрышка въ швѣ 100, шовъ двойной, между заклепками 75.

Потолокъ наружной топки дѣлается плоскимъ или выпуклымъ кверху по полуокружности круга радіусомъ r = радіусу котла. Толщины у **Н. П.** 22.

Плоскіе потолки внутренней и наружной огневой коробки укрѣпляются посредствомъ **анкерныхъ балокъ** или сквозныхъ анкерныхъ болтовъ. Діам. у **Н. П.** 24. Размѣры мѣдной топки у **Н. П.** внутренніе: ширина $\frac{1108}{988}$, длина $\frac{1772}{1790}$, высадка листовъ у топочной рамы 17.

Анкерныя балки употребляются только для потолка огневой коробки; онѣ располагаются обыкновенно вдоль оси котла, рѣже — поперекъ котла.

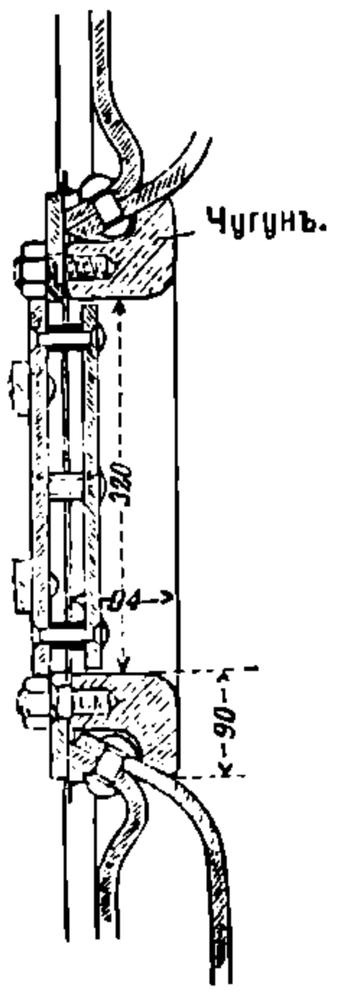
Потолочные сквозные болты имѣютъ меньшій вѣсъ, чѣмъ анкерныя балки. Изготовляются изъ желѣза. Разстояніе между болтами 100—110 mm, при наружномъ ихъ діаметрѣ въ 32 до 33 mm, а въ рѣзьбѣ 26 mm.

У **Н. П.** діам. въ ненарѣзанной части 24, въ нарѣзанной 1″ и 1⅛″, нитокъ на дюймѣ 12.

Укрѣпленіе боковыхъ стѣнокъ внутренней и наружной топки достигается **распорными болтами** красной мѣди (въ Америкѣ литого желѣза), діам. 26 до 30 mm, а въ рѣзьбѣ 21 до 24 mm, расположенными въ разстояніи 90 до 115. Напряженіе часто выше (4,2 kg/qmm), чѣмъ по Гамбургскимъ нормамъ. (Ч. I, стр. 987.) Для возможности обнаруженія разрыва распорныхъ болтовъ послѣдніе надсверливаются съ наружной стороны въ глубину 13 mm отъ внутреннихъ граней стѣнокъ или просверливаются насквозь. Діаметръ дыры 3 до 6,5 mm.

У **Н. П.** распорные болты въ ненарѣзанной части 23 и 25, а въ нарѣзанной 1″ и, соотв., 1⅛″; нитокъ на дюймѣ 12.

Черт. 121.



Передняя (трубная) стѣнка топки ниже дымогарныхъ трубъ соединяется съ цилиндрическою частью котла короткими связями. Задняя стѣнка наружной топки въ верхней своей части укрѣпляется горизонтальнымъ листомъ.

Боковыя стѣнки наружной топки скрѣпляются между собой, особенно если верхняя часть ихъ надъ потолочнымъ листомъ плоская, при помощи поперечныхъ анкеровъ круглаго желѣза діам. 40 до 50 mm.

У **Н. П.** этихъ тягъ 3, онѣ имѣютъ діам. 36, снабжены на концахъ вилками, діам. валика 38. (По альб. 1905 г., тяги на рѣзьбѣ: діам. 38 и въ нарѣзанной части 44, центръ тягъ надъ осью котла 385.)

Внутренняя и наружная огневыя коробки соединяются между собою внизу особымъ кольцомъ **(топочной рамой)**, шириной 60 до 80 mm и вышиной 80 до 100 mm, посредствомъ двойного шва.

У **Н. П.** сѣченіе рамы 73 94, размѣры въ свѣту 1052 · 1854; заклепки 23, разстояніе между заклепками въ прямыхъ частяхъ 75; отъ нижняго ряда заклепокъ до низа рамы 36, между рядами заклепокъ 33, отъ верхняго ряда заклепокъ до верха рамы 25.

НТБ ДНУЖТ

Кольцо топочныхъ дверей въ послѣднее время проектируется по Веббу, черт. 121.

Топочныя двери овальной формы, рѣже — круглой или квадратной формы, 280 до 320 mm вышины и 370 до 450 mm ширины, проектируются либо одностворчатыя на шарнирахъ, либо двустворчатыя раздвижныя и снабжаются изнутри предохранительнымъ листомъ.

Для **Н. П.** двери круглыя, діам. отверстіемъ въ свѣту 380, діам. доски 450.

Колосники горизонтальные или наклонные: послѣднее расположеніе тогда, если одна изъ осей помѣщается подъ топкой. Горизонтальная, низко лежащая, колосниковая рѣшетка даетъ лучшее пламя, уменьшаетъ дымообразованіе и увеличиваетъ производительность. Ширина прозоровъ, смотря по углю, отъ 3 до 18 mm; для кокса 6 до 8 mm, для дровъ 5 mm, для торфа 15 mm. Матеріалъ колосниковъ при отопленіи углемъ — чугунъ или желѣзо, при отопленіи коксомъ — желѣзо. Желѣзные колосники трапецоидальнаго сѣченія имѣютъ размѣры: 80 до 90 mm высоты и 15 mm толщины.

Длина колосника **Н. П.** 584; сѣченіе $^{16}/_{10}$, высота $^{83}/_{57}$, прозоры 16. (По альбому 1905, колосники желѣзные, длиной 581, сѣченіе 12 7 · 100, прозоры 16, въ одномъ пакетѣ три колосника, заклепки 16.)

Балки колосниковыя **Н. П.** сѣченіе 19 90; концевыя — одиночныя, среднія — двойныя. (По альбому 1905, балки сѣченіемъ 19 · 120, крайнія — одиночныя, среднія — двойныя, съ промежуткомъ 20; прорѣзы для колосниковъ шириной 12, глубиной 30.)

Поддувало (зольникъ) изготовляется изъ листовъ въ 8 до 10 mm толщиною и имѣетъ спереди (а часто и сзади) клапанъ, который особой тягой можетъ устанавливаться изъ будки машиниста. Клапанъ этотъ служитъ главнымъ регулирующимъ органомъ для парообразованія котла. При открытомъ поддувалѣ горячіе угольки не должны выпадать наружу, почему удобнѣе двойные клапаны, верхняя часть которыхъ на ходу открыта, тогда какъ нижняя часть открывается лишь при прочисткѣ поддувала. Отверстіе въ свѣту для **Н. П.** 275 · 838.

Топки для отопленія нефтяными остатками. Сумма всѣхъ отверстій, составляющихъ площадь для прохода воздуха въ поддувало, должна находиться въ извѣстной зависимости отъ площади сѣченія дымогарныхъ трубъ, а именно: сумма эта должна быть равна 0,6 до 0,7 этой площади.

Форсунки (пульверизаторы) (болѣе подробно см. ч. I, стр. 941) производятъ измельченіе и распыливаніе нефтяныхъ остатковъ при помощи пара изъ котла.

Большое вліяніе на хорошее парообразованіе, при данной системѣ отопленія, имѣютъ исключительно размѣры и относительное расположеніе частей кирпичной кладки и свода. Весьма цѣлесообразно выводить кирпичную кладку у стѣнокъ топки не сплошь, а рядами, расположенными ложкомъ; разстояніе между рядами въ свѣту равно $^1/_2$ кирпича, въ про-

НТБ ДНУЖТ

межуткахъ между горизонтальными рядами ставятся половинки кирпичей на ребро; послѣдніе поддерживаютъ кирпичи вышележащаго ряда. Этимъ обнажаются въ значительной мѣрѣ стѣнки топки, не подвергаясь, однако, непосредственному дѣйствію огня. Подъ сводомъ (у горизонтально бьющихъ форсунокъ) кладка выводится сплошная. На чертежахъ 122 до 124 показаны кирпичныя кладки различныхъ системъ.

Опыты надъ испареніемъ нефти при изображенныхъ кладкахъ дали испареніе 12,00 до 12,85 kg воды (темпер. 15° R) на 1 kg нефти. Дымовая труба обязательно закрывается особою желѣзною крышкою, которая поворачивается при помощи длинной вертикальной тяги съ рукояткой.

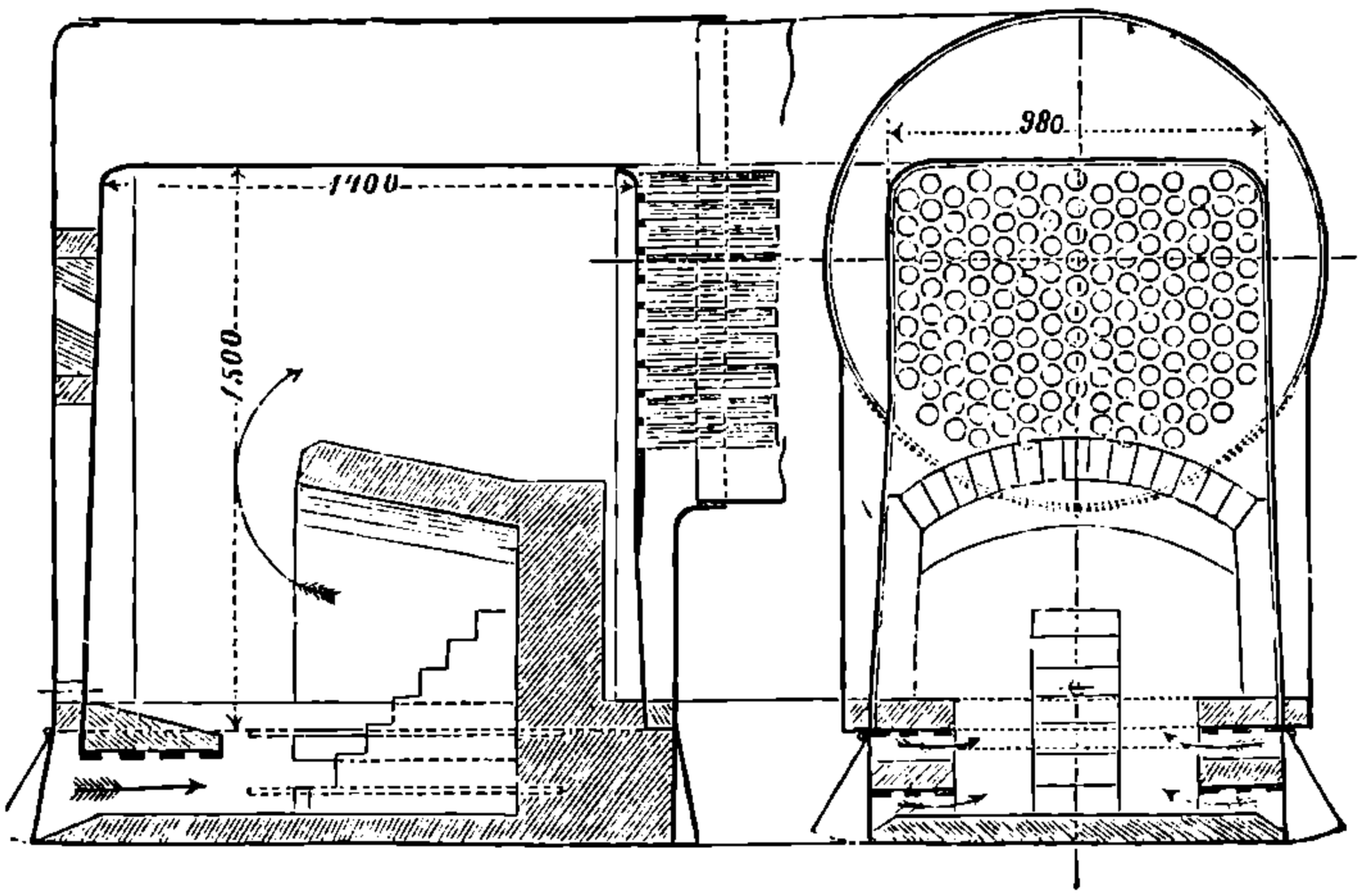
3. Цилиндрическая часть котла.

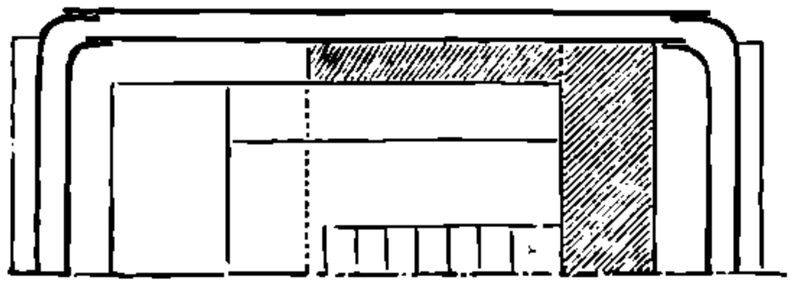
Сѣченіе цилиндрической части котла круглое. **Матеріалъ** большею частью сварочное желѣзо; въ послѣднее время часто также литое желѣзо $K_z = 34$ до 41 kg; $\varphi \geqq 25\%$.

Н. Т. У. для сварочнаго и литого котельнаго желѣза паровозныхъ котловъ ниже **Н. Т. У.** для паровозовъ.

Діаметръ котла 1 до 1,4 m, длина 3,5 до 5 m. У **Н. П.** діам. 1470 mm.

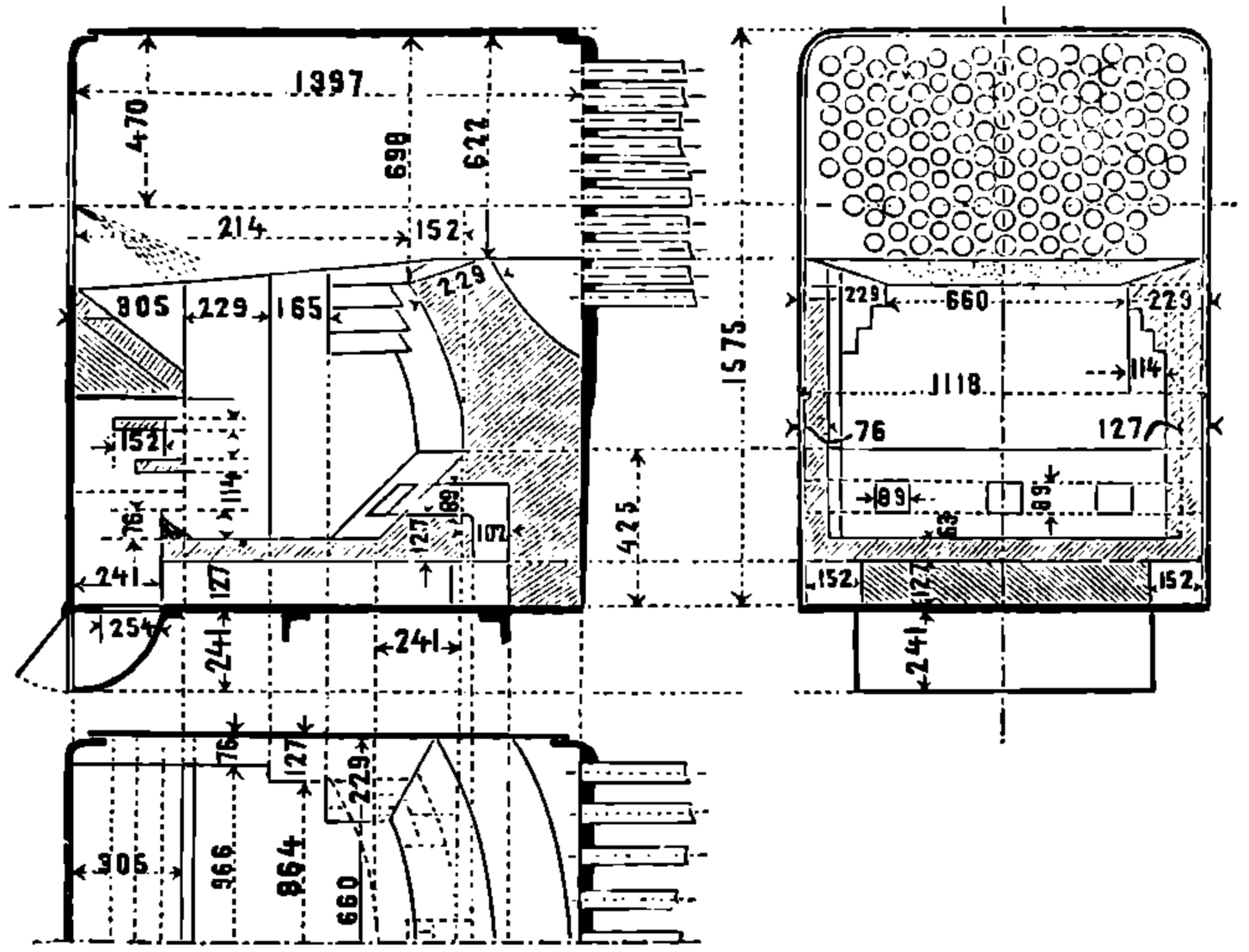
Черт. 122. Типъ О. В. Уркгуардта.



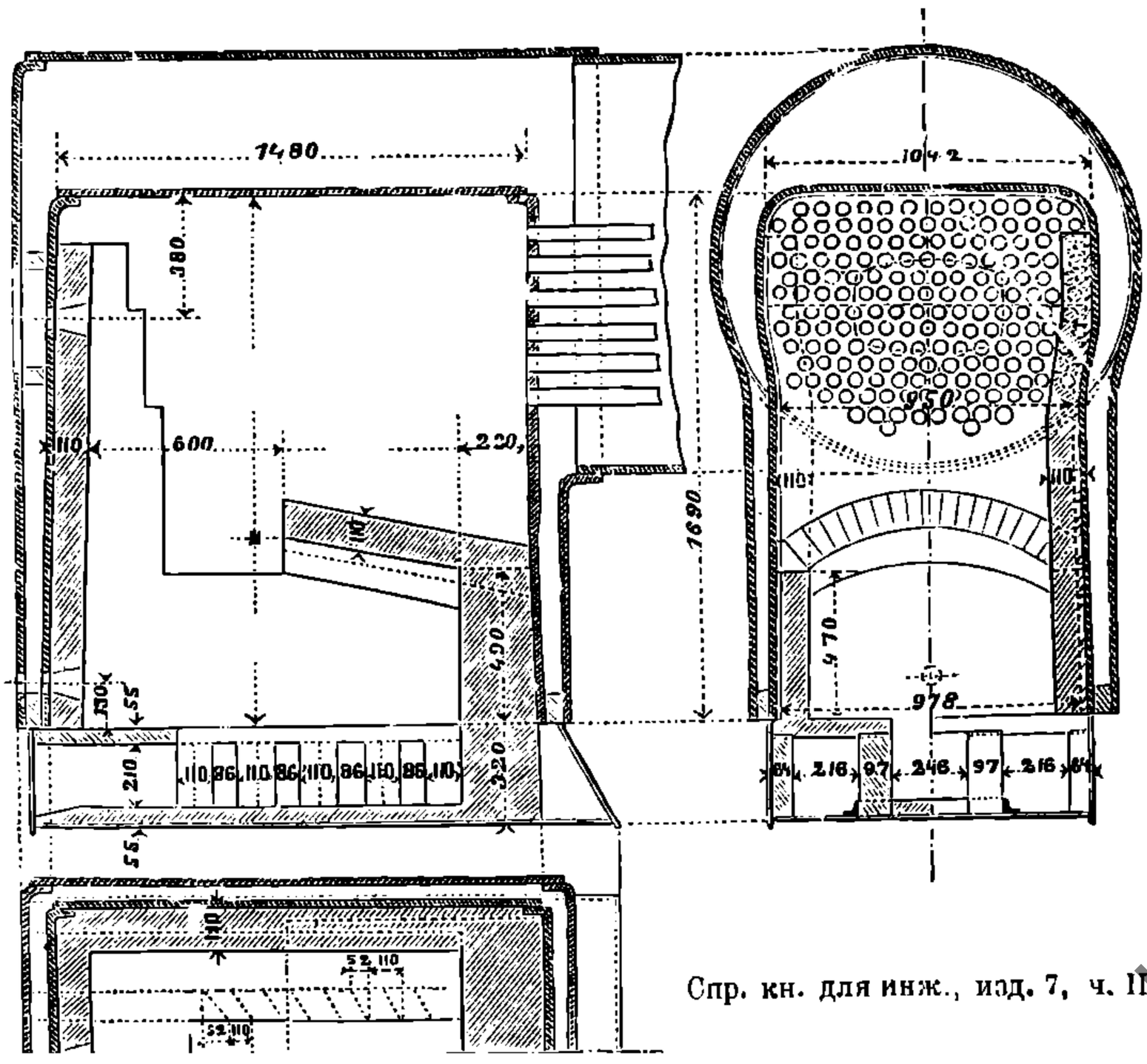


НТБ ДНУЖТ

Черт. 123. Типъ вмазки для форсунки, установленной наклонно въ топочной дверкѣ.



Черт. 124. Типъ Московско-Казанской жел. дор.



Спр. кн. для инж., изд. 7, ч. II.

НТБ ДНУЖТ

Толщина стѣнокъ. Разсчетъ см. ч. I, стр. 984 (Гамбургскія нормы). У **Н. П.** толщина 15.

Листы располагаются такъ, чтобы направленіе ихъ прокатки было перпендикулярно къ оси котла. Листы имѣютъ ширину 1,6 до 2,2 m, достаточно поэтому трехъ звеньевъ. Долевые швы котла двойные и не должны находиться въ нижней части котла, а на высотѣ парового пространства.

Долевые швы **Н. П.** о двухъ накладкахъ; полная ширина: внутренней накладки 260, наружной 135, заклепки 23, отъ стыка листовъ до средины перваго ряда заклепокъ 32, а до средины второго ряда 97, между заклепками перваго ряда 51 — 53, а второго ряда 102 — 106. Поперечные (круглые) швы въ нахлестку, двойные въ шахматномъ порядкѣ: ширина перекрышки 100 (103) mm, отъ заклепочнаго ряда до края листа 35, разстояніе между рядами 30 (33) mm; между заклепками одного ряда 77 (72,2) mm.

Давленіе пара 10 at, обыкновенно примѣняютъ 12 at; во Франціи и Америкѣ 15 и также 16 at.

Большой колпакъ находится большею частью на передней части котла, отчего получаются короткія паропроводныя трубы. Помѣщеніе колпака ближе къ топкѣ можетъ лишь быть вызвано заданными требованіями относительно распредѣленія нагрузки на оси. Діаметръ 0,6 до 0,7 m; высота 0,9 m. У **Н. П.**: діам. снаружи 736, высота общая 1050, а съемной части 730, толщина стѣнокъ 12, днище 18 mm. Продольный шовъ колпака у **Н. П.** по размѣрамъ поперечнаго шва котла. Отверстіе, вырѣзанное въ цилиндрической части котла для колпака, должно быть укрѣплено приклепаннымъ кольцомъ, вѣсъ котораго равенъ вѣсу вырѣзаннаго куска. На дорогахъ съ незначительными подъемами большіе колпаки не ставятся. Иногда устанавливаютъ два колпака, соединенные между собою трубой, или горизонтально расположенный парособиратель.

Соединеніе цилиндрической части котла съ наружной огневой коробкой происходитъ при помощи загиба передней стѣнки послѣдней (ухваточнаго листа) и помѣщенія въ образовавшійся такимъ образомъ цилиндръ послѣдняго звена цилиндрической части котла.

Дымогарныя трубы большею частью изъ сварочнаго или литого желѣза, очень часто съ наконечниками красной мѣди, въ Англіи латунныя, а во Франціи часто ребристыя (Сорвэ). Наружный діам. трубъ 41 до 52 mm (трубы Сорвэ 65 mm) при толщинѣ стѣнокъ 2 до 3 mm. Число трубъ 150 до 260, а въ сѣв. Америкѣ до 500; толщина простѣнковъ въ рѣшеткѣ между трубами 16 до 23 mm. (См. ч. I, стр. 964, 1009.)

При укрѣпленіи трубы въ трубныхъ стѣнкахъ конецъ ея въ задней рѣшеткѣ осаживается на 3 до 10 mm, а конецъ для передней рѣшетки (въ дымовой коробкѣ) раздается на 2 до 3 mm, чѣмъ облегчается постановка на мѣсто и выемка трубъ изъ котла. Расположеніе трубъ въ рѣшеткахъ вертикальными рядами и на прямыхъ линіяхъ, наклонныхъ къ горизонту подъ угломъ 30°. Трубы въ обѣихъ рѣшеткахъ развальцовываются особыми вальцовками, а въ задней рѣшеткѣ борты, кромѣ того, осаживаются и обжимаются. У **Н. П.** трубы наружнымъ діам.: въ средней части 51, а на концахъ

НТБ ДНУЖТ

48 и 54, а также у 20 трубъ 42 и 54; толщина стѣнокъ 2.5 mm; **мѣдные наконечники** толщиной 4 mm. общая длина 140, перекрышка на спайку 50.

Пучокъ дымогарныхъ трубъ обыкновенно имѣетъ подъемъ къ передней рѣшеткѣ на 30 до 50 mm.

Употребительные размѣры дымогарныхъ трубъ 40/45, 41/46, 45/50.

Цилиндрическая часть котла располагается относительно огневой коробки съ такимъ разсчетомъ, чтобы, при толщинѣ слоя воды надъ потолкомъ огневой коробки въ 150 mm, высота парового пространства въ котлѣ была равна $^1/_5$ до $^1/_4$ діаметра котла (смотря по тому, имѣется ли колпакъ, или такового нѣтъ).

У **Н. П.** объемъ воды въ котлѣ при высотѣ уровня 10 cm надъ потолкомъ равенъ 4,73 cbm; объемъ пара въ котлѣ при томъ же уровнѣ воды 2,77 cbm.

Н. Т. У. для желѣзныхъ дымогарныхъ трубъ.

§ 1. Трубы должны быть тянутыя, изготовленныя свариваніемъ изъ одной полосы мягкаго сварочнаго или литого желѣза *).

§ 2. Трубы должны быть прямыя, и на поверхностяхъ ихъ не должно быть пороковъ, вредныхъ для ихъ службы.

§ 3. **Размѣры трубъ** должны согласоваться съ размѣрами, указанными на чертежѣ или въ заказѣ, причемъ отступленія въ сихъ размѣрахъ не должны превосходить слѣдующихъ предѣловъ:

а) длина трубъ можетъ быть на 3 mm болѣе или менѣе обозначенной заказѣ **);

б) наружный діаметръ трубъ можетъ быть на 1% болѣе или менѣе обозначеннаго въ заказѣ;

в) толщина стѣнокъ можетъ быть до 10% болѣе и до 5% менѣе заданной.

§ 4. **Толщина стѣнокъ** трубъ провѣряется поштучнымъ взвѣшиваніемъ 10% предъявленныхъ къ пріемкѣ трубъ и сравненіемъ полученнаго вѣса съ ихъ нормальнымъ вѣсомъ.

Если пять или болѣе процентовъ взвѣшенныхъ трубъ окажутся слишкомъ легковѣсными или тяжеловѣсными, то провѣряется еще 20% предъ-

Наружн. діам. трубокъ и ихъ толщина въ mm.	45×2½	45×3	46×3	47×2½	48×2½	48×4
Вѣсъ въ фунт. на метръ.	6,354	7,557	7,713	6,641	6,790	10,455
Вѣсъ въ фунт. на футъ	1,938	2,305	2,352	2,026	2,071	3,189
Наружн. діам. трубокъ и ихъ толщина въ mm.	50×2½	50×3	51×2½	51×2¾	51×3	51×4
Вѣсъ въ фунт. на метръ.	7,163	8,506	7,314	7,920	8,667	11,222
Вѣсъ въ фунт. на футъ.	2,179	2,587	2,225	2,416	2,638	3,423
Наружн. діам. трубокъ и ихъ толщина въ mm.	53×3	54×2½	54×3	58×3	61×3	90×3½
Вѣсъ въ фунт. на метръ.	8,954	7,685	9,133	9,848	10,386	18,071
Вѣсъ въ фунт. на футъ	2,731	2,344	2,786	3,004	3,168	5,512

*) Исправлено согласно приказа М. П. С. отъ 6 ноября 1897 г., за № 155.
**) Исправлено согласно приказа М. П. С. отъ 10 января 1899 г., за № 4.

НТБ ДНУЖТ

явленныхъ къ пріемкѣ трубъ; въ случаѣ же неудовлетворительныхъ результатовъ второй провѣрки взвѣшиваются поштучно всѣ трубы.

Нормальный вѣсъ трубъ обозначенъ въ прилагаемой таблицѣ (стр. 835); въ частныхъ же случаяхъ онъ опредѣляется по удѣльному вѣсу металла ихъ.

Примѣчаніе. При предъявленіи къ пріемкѣ трубъ съ мѣдными наконечниками опредѣляется нормальный вѣсъ послѣднихъ и, соотвѣтственно, вычитается изъ общаго вѣса трубъ съ наконечниками.

§ 5. Всѣ трубы, оказавшіяся по наружному осмотру и размѣрамъ удовлетворительными, испытываются, послѣ напайки мѣдныхъ наконечниковъ или безъ оныхъ, гидравлическимъ прессомъ и при внутреннемъ давленіи въ 30 at не должны оказывать течи.

§ 6. Опробованныя такимъ образомъ трубы раздѣляются на отдѣльныя партіи по 200 шт., и изъ каждой такой партіи 2 трубы подвергаются слѣдующимъ **испытаніямъ.**

1) Въ холодномъ состояніи: а) на раздаваніе по діаметру, б) на осаживаніе по діаметру, в) на образованіе фланца изъ конца трубы.

Примѣчаніе. Каждая пробная труба подвергается всѣмъ тремъ испытаніямъ въ холодномъ состояніи, причемъ двумъ первымъ подвергаются концы трубъ (безъ мѣдныхъ наконечниковъ), а третье испытаніе производится надъ обрѣзкомъ трубы длиною 150 — 300 mm. Испытанія эти производятся въ теплыхъ помѣщеніяхъ, и если трубы лежали на морозѣ, то, въ случаѣ желанія завода, всѣ онѣ предварительно испытаній могутъ быть отожжены.

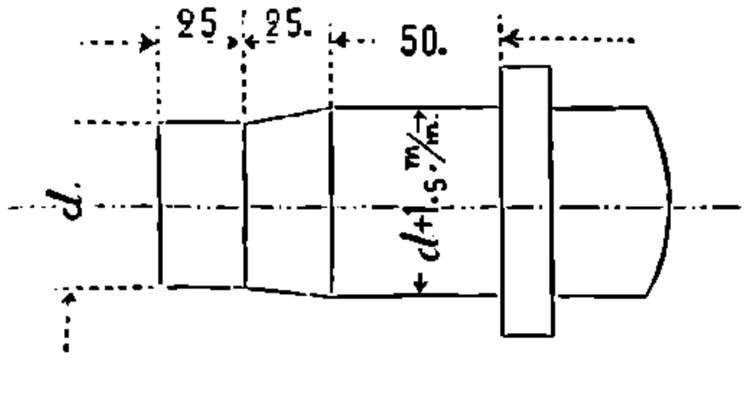
2) Въ горячемъ состояніи: а) на сплющиваніе части трубы, б) на сварку концовъ трубъ.

Примѣчаніе. Испытаніямъ въ горячемъ состояніи подвергается, по возможности, каждая пробная труба и, во всякомъ случаѣ, не менѣе половины ихъ.

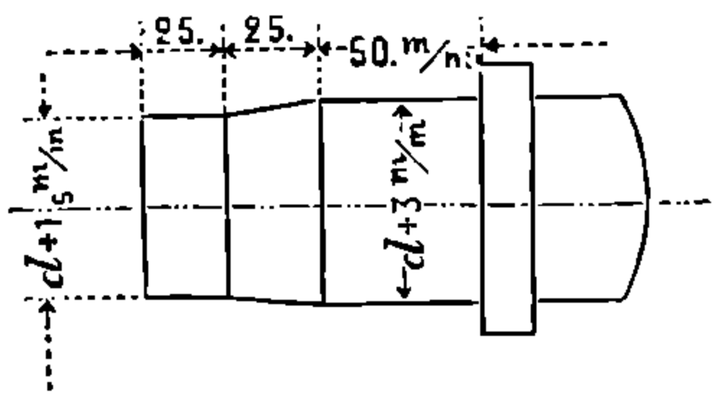
Остатокъ, полученный при раздѣленіи трубъ на партіи въ 200 штукъ, считается за особую партію.

§ 7. Раздаваніе по діаметру трубъ производится послѣдовательнымъ вколачиваніемъ двухъ оправокъ (черт. 125 и 126) до увеличенія его на 6% безъ поврежденій металла трубы.

Черт. 125.

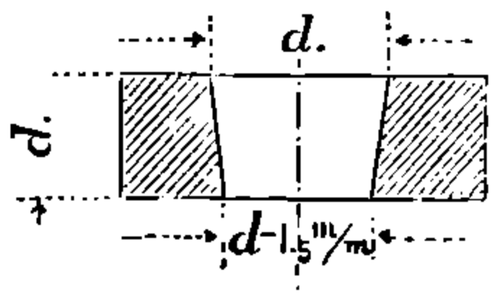


Черт. 126.

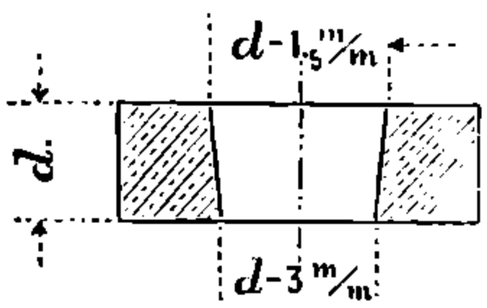


§ 8. Осаживаніе по діаметру трубы производится послѣдовательной нагонкой двухъ обжимочныхъ колецъ (черт. 127 и 128) до уменьшенія его на 6% безъ поврежденій металла трубы.

Черт. 127.



Черт. 128.



§ 9. Конецъ трубы, образованный въ видѣ фланца послѣдовательнымъ отгибомъ съ одновременною расклепкою не на вѣсу, а на слегка скругленномъ ребрѣ наковальни, постепенными легкими ударами ручника, вѣсомъ не болѣе 1,5 фунта, при ширинѣ фланца отъ 8 до 10 mm, не долженъ давать трещинъ и разрывовъ.

НТБ ДНУЖТ

§ 10. Отрѣзокъ трубы длиною около 200 mm долженъ при темно-красномъ каленіи сплющиваться вплотную при легкой ковкѣ, безъ трещинъ и разрывовъ.

§ 11. Двѣ трубы, сваренныя при свѣтло-красномъ каленіи, должны выдерживать гидравлическое давленіе въ 30 at безъ признаковъ течи въ мѣстахъ сварки.

§ 12. Если $^1/_5$ или болѣе испытаній дадутъ неудовлетворительные результаты, то переиспытанію всѣхъ родовъ подвергаются еще двѣ трубы изъ испытуемой партіи; если же менѣе $^1/_5$, то переиспытанію подвергается только одна труба изъ испытуемой партіи, причемъ производятся только тѣ испытанія, кои дали первоначально неудовлетворительные результаты.

Если при переиспытаніи получится хоть одинъ неудовлетворительный результатъ, то вся соотвѣтствующая партія бракуется.

§ 13. Если трубы заказываются съ мѣдными наконечниками, то послѣдніе должны быть взяты отъ трубъ, изготовленныхъ согласно техническихъ условій на ихъ поставку; припайка наконечниковъ должна быть выполнена согласно чертежа и настолько тщательно, чтобы при сплющиваніи спаеннаго мѣста желѣзо отъ мѣди не отдѣлялось, причемъ этому испытанію подвергается, по возможности, каждая пробная (§ 6) труба и, во всякомъ случаѣ, не менѣе половины ихъ.

Н. Т. У. для трубъ красной мѣди, предназначаемыхъ для наконечниковъ къ дымогарнымъ трубамъ.

§ 1. Трубы красной мѣди, предназначаемыя для
должны быть изготовлены цѣльнотянутыя, непаянныя.

§ 2. По наружному виду трубы должны быть, по возможности, прямыя, круглыя и чистыя, безъ недостатковъ, вредныхъ для ихъ службы.

§ 3. **Размѣры трубъ** должны согласоваться съ размѣрами, назначенными въ заказѣ или на чертежѣ, приложенномъ къ заказу, причемъ допускаются слѣдующія отступленія: а) наружный діаметръ можетъ быть болѣе или менѣе заданнаго на 0,25 mm; б) длина трубъ можетъ быть болѣе или менѣе назначенной на 2 mm, при заказѣ ихъ въ видѣ нарѣзанныхъ наконечниковъ, и до 10 mm, если трубы заказываются въ неразрѣзанномъ видѣ, и в) толщина стѣнокъ по всей окружности трубъ должна быть одинакова съ точностью до 0,25 mm.

§ 4. Трубы, удовлетворяющія требованіямъ наружнаго осмотра, подвергаются внутреннему гидравлическому давленію въ 30 at, причемъ не должны оказывать ни малѣйшей течи.

§ 5. Опробованныя такимъ образомъ трубы раздѣляются на партіи по 100 шт.; изъ каждой партіи одна труба, по выбору пріемщика, подвергается слѣдующимъ кузнечнымъ испытаніямъ.

Послѣ отпуска конецъ трубы въ холодномъ состояніи долженъ выдержать: а) увеличеніе діаметра на 16% на разстояніи до 40 mm отъ конца, увеличеніе производится вколачиваніемъ конической оправки въ трубу; б) уменьшеніе діаметра на 8% на разстояніи до 40 mm отъ конца, уменьшеніе производится вколачиваніемъ трубы въ обжимное кольцо конической формы; в образованіе фланца шириною отъ 14 до 20 mm; г) сплющиваніе до полнаго прикосновенія внутреннихъ поверхностей трубъ; при всѣхъ этихъ испытаніяхъ на образцахъ не должно обнаруживаться трещинъ.

Въ случаѣ полученія неудовлетворительнаго результата испытаній, соотвѣтствующая партія раздѣляется на двѣ части по 50 штукъ, и изъ каждой части одна труба подвергается переиспытаніямъ тѣхъ родовъ, коимъ первоначально трубы не удовлетворили; часть партіи, давшая неудовлетворительное переиспытаніе, бракуется.

§ 6. За накопечники, удовлетворяющіе вышеуказаннымъ условіямъ, уплата производится по дѣйствительному вѣсу ихъ.

§ 7. При заказѣ наконечниковъ для дымогарныхъ трубъ, таковые нарѣзываются изъ трубъ, предварительно принятыхъ на основаніи сихъ техническихъ условій.

4. Дымовая коробка и дымовая труба.

Дымовая коробка имѣетъ большею частью такой же діаметръ, какъ и котелъ. Трубная стѣнка вставляется въ первое зве-

НТБ ДНУЖТ

но, такъ что круглый бортъ трубной стѣнки направленъ къ дымовой коробкѣ. Длина дымовой коробки раньше 0,6 до 0,8 m, у новѣйшихъ паровозовъ 1,0 до 2,3 m. Чѣмъ больше объемъ дымовой коробки, тѣмъ равномѣрнѣе вакуумъ. Толщина стѣнокъ около 10 mm. Въ днѣ устраивается спускная труба (мусорный ящикъ) для собиранія и легкаго удаленія мелкаго угля и мусора; для тушенія особый тушительный кранъ въ дымовой коробкѣ. Дверь въ передней стѣнкѣ должна быть достаточно велика для того, чтобы можно было удобно прочищать всѣ дымогарныя трубы. Дверки дымовой коробки и мусорный ящикъ должны запираться герметически.

Черезъ дымовую коробку проходятъ паровходящія и ресиверныя трубы, и въ нее же входятъ и концы пароисходящихъ трубъ; послѣднія либо входятъ обѣ, подъ острымъ угломъ соединяясь вмѣстѣ у самаго конуса, либо вертикально и съ соединеніемъ у дна дымовой коробки.

Конусъ, или головка, пароисходящихъ трубъ большею частью имѣетъ коническую форму, уклонъ производящихъ 1 : 10 и долженъ находиться въ точности по оси дымовой трубы; надъ отверстіемъ конуса, особенно при короткихъ дымовыхъ трубахъ, для уширенія струи пара устанавливается на ребро стержень квадратнаго сѣченія ($d = {}^1/_{10}$ діам. конуса), причемъ вмѣсто вычисленнаго діаметра конуса d (см. ниже) принимаютъ $d_1 = 1{,}01\,d$. Отверстіе (или обрѣзъ) конуса располагается нѣсколько выше верхняго ряда дымогарныхъ трубъ. Если пламя на колосниковой рѣшеткѣ спереди (сзади) слишкомъ сильно, то отверстіе конуса опускается (поднимается). Конусы съ перемѣннымъ отверстіемъ мало примѣняются. Въ Сѣв. Америкѣ часто примѣняются конусы съ промежуточными, расположенными одинъ надъ другимъ, коническими патрубками.

У **Н. П.** (1905) примѣняются два типа конусовъ:

a) **Верхній конусъ Адамса.** Отъ обрѣза конуса до центра котла 770. Наружное кольцевое отверстіе 200 и 146, внутреннее круговое отверстіе 130, уширяющееся у самаго выхода до 139 на длинѣ 22 mm. Внутренняя труба 130 mm, длиною 530 mm отъ обрѣза конуса сообщается съ обратнымъ конусомъ діам. 170 · 500 и длиной 740, изъ желѣза толщиной 1,5 mm. Отъ центра исходящей трубы до обрѣза конуса 370.

b) **Нижній конусъ.** Отъ центра исходящей трубы до обрѣза конуса 358, отъ центра исходящей трубы до дна дымовой коробки 406. Конусъ діам. 130 и 140, длина 63. Труба надъ конусомъ цилиндрическая 260 525 съ коническимъ внизу уширеніемъ 260 · 550, длиною 173.

Цилиндрическія **дымовыя трубы** большею частью изъ желѣзныхъ листовъ толщ. 4 до 7 mm, коническія — большею частью изъ чугуна толщ. 8 до 10 mm. Коническая форма трубы считается теоретически наиболѣе правильною, но въ предѣлахъ встрѣчающихся на практикѣ размѣровъ можно достичь столь же благопріятныхъ результатовъ съ трубами цилиндрическими, какъ и съ коническими.

Если:

S общая площадь сѣченія дымогарныхъ трубъ въ qm,

НТБ ДНУЖТ

R общая площадь колосниковой рѣшетки въ qm,
(относительно d, D, h см. черт. 129),
то, по фонъ-Боррису, принимаютъ:

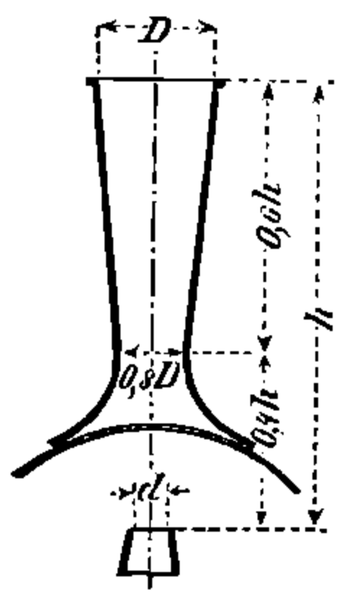
$$d = 0{,}115 \sqrt{\frac{S \quad R}{S + 0{,}1 \; R}},$$

$$D = 0{,}14\, h + 1{,}8\, d = \left(0{,}14 \frac{h}{d} + 1{,}8\right) d.$$

Для **Н. П.** высота трубы надъ рельсомъ 4690, діам. вверху 560, наименьшій (на разстояніи 575 mm отъ дымовой коробки) 400 mm. Нижній угольникъ 80 · 80 · 10. Окружность болтовъ 514, число болтовъ 10. Высота трубы 1275, а нижней части 575.

Между верхнимъ рядомъ трубъ и верхнимъ обрѣзомъ конуса устанавливаются **искродержательная сѣтка**, представляющая продырявленный листъ съ дырами діам. 8 mm, или рядъ узкихъ желѣзныхъ полосъ, удаленныхъ другъ отъ друга на 6 mm. При легкомъ топливѣ искроудержательная сѣтка располагается снаружи верхней части трубы. Увеличеніе площади колосниковой рѣшетки и удлиненіе дымовой коробки ослабляютъ въ значительной мѣрѣ вылетаніе искръ изъ трубы.

Черт. 129.



П М. П. С. 28 ноября 1903, № 52011/264.

1) Для паровозовъ, приспособленныхъ къ угольному отопленію, ставятся панцырныя сѣтки въ дымовыхъ коробкахъ или сѣтки надъ дымовыми трубами.

2) Для паровозовъ, приспособленныхъ къ дровяному отопленію, ставятся или отражатели съ сѣткой, или турбины на дымовой трубѣ, или одна сѣтка; въ послѣднемъ случаѣ съ размѣрами въ свѣту не болѣе 5 mm.

3) При угольномъ и дровяномъ отопленіяхъ дно зольника должно имѣть вогнутость книзу для помѣщенія воды въ количествѣ, достаточномъ для тушенія проваливающихся угольковъ и шлаковъ.

4) Взамѣнъ или сверхъ вышеуказанныхъ приборовъ допускаются, съ разрѣшенія Управленія желѣзныхъ дорогъ, и иныя конструкціи таковыхъ.

5. Арматура котла и обшивка.

1. **Для питанія котла** служатъ два независимыхъ другъ отъ друга питательныхъ прибора. При помощи одного изъ питательныхъ приборовъ необходимо имѣть возможность производить питаніе котла на стоянкѣ. Каждый изъ приборовъ долженъ быть въ состояніи снабжать котелъ необходимымъ количествомъ воды.

Всасывающіе инжекторы (Полонсо, Селлерсъ, Фридманъ, Кертингъ, Струбе, Шефферъ и Буденбергъ). Невсасывающіе инжекторы (Шау, Фридманъ, Кертингъ).

Въ Германіи (правит. дор.) установлена для котловъ до 140 qm производительность инжекторовъ большею частью 125 литр. въ минуту.

НТБ ДНУЖТ

Конецъ питательной трубы выходитъ спереди котла. Въ этомъ мѣстѣ, кромѣ самодѣйствующаго обратнаго клапана, долженъ быть еще запорный кранъ.

Къ питательной трубѣ присоединяется отростокъ съ краномъ для смачиванія угля и отростокъ съ краномъ для тушенія пожара. Инжекторы служатъ также для пропусканія пара въ тендерные водяные баки.

2. **Указателями уровня воды** служатъ **два водомѣрныхъ стекла,** или одно стекло и 2 — 3 пробныхъ крана. Самый низкій допускаемый горизонтъ воды долженъ быть указанъ особымъ знакомъ. На дорогахъ съ значительными уклонами цѣлесообразно дѣлать нѣсколько знаковъ въ зависимости отъ величины подъема; нижнюю, видимую часть стекла помѣщаютъ на высотѣ потолка огневой коробки. Наинизшій уровень воды на 100 mm выше наивысшей точки огневой коробки, средній уровень на 180 mm, а наивысшій уровень на 260 mm выше потолка. Центръ нижняго крана водомѣрнаго стекла помѣщается либо на уровнѣ потолка топки, либо на 20 — 25 mm выше. Внутренній діам. водомѣрныхъ стеколъ 8 до 10 mm при 2,5 до 3,5 mm толщинѣ стѣнокъ и длинѣ 300 до 400 mm, смотря по колебанію воды. Краны водомѣрнаго стекла отверстіемъ 8 до 10 mm, нижній на 25 mm, верхній на 375 mm надъ потолкомъ. Стекла покрываются предохранительными рѣшетками изъ вертикальныхъ проволокъ или продырявленной жести. Поводки обоихъ крановъ соединяются общею тягою такъ, чтобы при лопаніи стекла можно было закрывать оба крана одновременно. Водомѣрное стекло снабжается небольшимъ фонаремъ.

Краны водомѣрнаго стекла и пробные снабжаются особыми пробками, при помощи которыхъ можно проткнуть отверстіе крана прутомъ.

У **Н. П.** нижній кранъ водомѣрнаго стекла удаленъ отъ оси котла на 288, между обоими кранами 446, стекло 19 427.

Пробные краны и клапаны ставятся на высотѣ низшаго, средняго и высшаго уровней воды. Вода и паръ, выходящіе изъ крановъ, отводятся наружу особой спускною трубкою. Необходимо различать кажущійся и дѣйствительный уровень воды въ котлѣ (см. ниже), смотря по тому, открытъ ли регуляторъ или закрытъ. На дорогахъ съ подъемами 60‰ и болѣе рекомендуется ставить стекла по оси котла.

3. **Манометры** употребляются трубчатые и съ пластинками. Требуется устройство у трубки отростка для присоединенія контрольнаго манометра. Трубка манометра должна быть такъ загнута, чтобы въ ней могла собираться конденсаціонная вода. Полезно снабжать циферблатъ стрѣлкой, указывающей наибольшее давленіе.

4. **Предохранительныхъ клапановъ** на паровозѣ должно быть **два.** и они устраиваются такъ, чтобы нагрузку каждаго изъ

НТБ ДНУЖТ

нихъ нельзя было увеличивать болѣе извѣстнаго предѣла. Рычаги клапановъ нагружаются пружинами; рѣдко — непосредственной нагрузкой. При случайной разгрузкѣ клапаны должны быть предохранены отъ выкидыванія. Клапаны подъ нагрузкой должны имѣть возможность подниматься на 3 mm.

Свободная площадь предохранительныхъ клапановъ должна составлять около 1 : 12500 общей поверхности нагрѣва котла. Діам. клапана у **Н. П.** 100.

5. **Свистокъ паровой** *) — обязателенъ.

6. **Спускные краны** — числомъ два съ каждой стороны котла или одинъ спереди (на ухваточномъ листѣ) — при наклонныхъ колосникахъ, или сзади — при колосникахъ горизонтальныхъ. На кранахъ рѣзьба для навинчиванія рукава.

Отверстіе спускного крана **Н. П.** 51. Для навинчиванія рукава наружный діаметръ рѣзьбы $2^1/_8''$, нитокъ на дюймѣ 8. Наконечникъ для пеньковаго рукава внутр. діам. 39, нар. діам. 48 и 51.

7. **Люковыя отверстія** въ самой низкой точкѣ цилиндрической части котла, въ передней рѣшеткѣ, въ стѣнкахъ наружной топки на высотѣ потолка, равно какъ и въ самыхъ низкихъ точкахъ наружной огневой коробки. Отверстія закрываются коническими бронзовыми пробками на рѣзьбѣ или овальными люками.

8. **Регуляторъ** большею частью устанавливается, по возможности, выше надъ центромъ котла (въ колпакѣ), въ видѣ горизонтальнаго уравновѣшеннаго золотника (въ Америкѣ часто въ видѣ двухсѣдалищнаго клапана). При началѣ движенія открываютъ сначала малый золотникъ, причемъ паръ попадаетъ сзади бо́льшаго золотника и уравновѣшиваетъ его; при дальнѣйшемъ движеніи ручки кулачокъ малаго золотника захватываетъ большій золотникъ и отодвигаетъ его. Золотникъ прижимается къ зеркалу пружиной, такъ что отжатіе золотника возможно лишь при работѣ контръ-паромъ.

Движеніе передается при помощи регуляторнаго вала діам. 40 до 45 mm, который ходитъ въ сальникѣ. Рукоятка 470 др 500 mm длиной расположена по оси котла.

9. **Паровпускная труба** начинается у регуляторной головки трубой, діаметромъ въ свѣту 100 до 140 mm, и въ дымовой коробкѣ раздѣляется при помощи крестовой трубы на двѣ трубы діам. 90 до 120 mm. Соединительная труба паровозовъ компаундъ (одновременно и ресиверная труба) діам. 140 до 170 mm; имѣетъ площадь, равную площади соотвѣтствующихъ паровпускныхъ каналовъ цилиндра.

Для **Н. П.** паровпускная труба въ котлѣ діам. 131, толщина стѣнки 5,5, пароотводная 200, ресиверная 260, толщина стѣнки 7 mm.

---

*) О двойномъ свисткѣ для курьерскихъ паровозовъ см. Zentralbl. d. Bauverw. 1890, стр. 434; 1891, стр. 268; 1892, стр. 44 и 167.

НТБ ДНУЖТ

10. **Сѣченіе пароисходящихъ трубъ** (діам. 130 до 200 mm) принимается равнымъ сѣченію пароисходящаго канала.

У **Н. П.** парособирательная труба внутри котла овальнаго сѣченія 60 . 165, съ продолговатыми дырами въ стѣнкахъ; размѣры дыръ 8 · 82 и 10 · 82, бо́льшіе размѣры вблизи топки.

Регуляторная головка, колѣнчатая и крестовая труба изготовляются изъ чугуна, остальныя трубы ранѣе изготовлялись изъ красной мѣди, а въ послѣднее время изъ литого желѣза.

Во фланцахъ трубъ прокладныя бронзовыя кольца чечевицеобразной формы. У **Н. П.** фланцы квадратные, толщиною 30.

Для изготовленія и пріемки паровозныхъ желѣзныхъ пароприводныхъ, пароотводныхъ и ресиверныхъ трубъ П. М. П. С. отъ 29 ноября 1905 г., за № 144, установлены слѣдующія техническія условія.

§ 1. Трубы могутъ быть цѣльнотянутыя или изготовленныя сваркой въ ласку и не должны при наружномъ осмотрѣ имѣть недостатки или пороки, могущіе вредить ихъ службѣ.

§ 2. Размѣры трубъ должны согласоваться съ размѣрами, указанными на чертежѣ или въ заказѣ, причемъ отступленія отъ сихъ размѣровъ не должны превосходить слѣдующихъ предѣловъ:

а) наружный діаметръ можетъ быть болѣе или менѣе предписаннаго: 1) до 5 mm при радіусѣ загиба трубы, равномъ наружному діаметру ея; 2) до 3 mm при радіусѣ загиба, равномъ $1^1/_2 - 2$ наружнымъ діаметрамъ трубы; 3) до 2 mm при радіусѣ загиба, превышающемъ означенныя нормы.

б) толщина стѣнокъ, измѣренная въ прямой части трубы, можетъ быть на $^1/_2$ mm болѣе или менѣе указанной въ чертежѣ или заказѣ;

в) отступленіе гнутыхъ трубъ въ кривизнѣ отъ шаблона не должно превосходить 15 mm.

§ 3. Трубы, подвергавшіяся при обработкѣ выгибанію, должны быть отожжены послѣ окончанія работъ.

§ 4. Послѣ наружнаго осмотра всѣхъ трубъ, подлежащихъ пріемкѣ, изъ признанныхъ удовлетворяющими всѣмъ вышеупомянутымъ требованіямъ, берется для гидравлическаго испытанія изъ общаго количества пароприводныхъ и ресиверныхъ трубъ — 50%, а изъ партіи пароотводныхъ трубъ — 8% и во всякомъ случаѣ не менѣе двухъ трубъ. Выбранныя трубы испытываются подъ нижеслѣдующими давленіями:

а) пароприводныя — подъ давленіемъ, равнымъ двойному давленію пара въ котлѣ,

б) ресиверныя — подъ давленіемъ въ 12 at,

в) пароотводныя — подъ давленіемъ въ 3 at.

Въ случаѣ, если окажется хотя бы одинъ по каждому роду трубъ неудовлетворительный результатъ испытанія, испытанію подвергаются всѣ подлежащія пріемкѣ трубы этого рода, причемъ принимаются тѣ изъ нихъ, кои удовлетворительно выдержатъ гидравлическое давленіе.

§ 5. Изъ опробованныхъ такимъ образомъ трубъ берется одна изъ каждыхъ двадцати или менѣе; отъ нея отрѣзаются двѣ части высотою по 100 mm. Одна изъ отрѣзанныхъ частей подвергается сплющиванію вплотную въ холодномъ состояніи такимъ образомъ, чтобы мѣсто сварки не приходилось на сгибѣ. Другая часть подвергается такому же сплющиванію въ горячемъ состояніи.

При сихъ испытаніяхъ на выпуклой сторонѣ сгиба не должно получаться ни трещинъ, ни падрывовъ.

Если одна пятая или болѣе испытаній дадутъ неудовлетворительные результаты, то производится еще столько же испытаній на сплющиваніе отъ другихъ трубъ.

Если при переиспытаніи получится хотя одинъ неудовлетворительный результатъ, то переиспытанію подвергается каждая труба.

Обшивка котла, съ цѣлью предохранить его отъ охлажденія, изготовляется изъ листового желѣза 1 до 1,5 mm тол-

НТБ ДНУЖТ

щиною и отстоитъ отъ котла на 30 до 40 mm. Схватывается обручами сѣченіемъ 50 2. Противъ связей топки круглые вырѣзы. Иногда между обшивкой и котломъ кладется масса, не пропускающая тепла. Обшивка не должна касаться заклепочныхъ головокъ котла.

Соединительные рукава между тендеромъ и паровозомъ. Діам. 82 и 54, спираль имѣетъ 3 витка на длинѣ 2″ (для **Н. П.**).

c. Паровая машина паровоза.

1. Усиліе тяги, производительность.

1. **Среднее усиліе тяги** Z (въ kg) на окружности ведущаго колеса, необходимое для перемѣщенія поѣзда заданнаго числа осей по данному пути съ опредѣленною скоростью, см. стр. 635 и слѣд.

Отношеніе **наибольшаго усилія тяги** Z_m (въ kg) во время одного оборота кривошипа къ среднему усилію тяги Z составляетъ:

$$\frac{Z_m}{Z} = \frac{\pi}{4}\left(\sqrt{2} + \frac{s}{2l}\right) = 1{,}11 + 0{,}78\,\lambda,$$

гдѣ $s = 2r$ ходъ поршня, l длина ведущаго шатуна $\lambda = s : 2l = r : l$.

Во время одного оборота имѣютъ мѣсто четыре максимума: 1,11 Z, $(1{,}11 - 0{,}78\,\lambda)\,Z$, 1,11 Z и $(1{,}11 + 0{,}78\,\lambda)\,Z$. Большею частью: $\lambda = r : l = 1 : 6$ до $1 : 9$.

2. **Усиліе тяги при трогани съ мѣста** Z_a. Пусть:

W_a сопротивленіе поѣзда при трогани съ мѣста въ kg,
W сопротивленіе, соотвѣтствующее усилію тяги Z при установившемся движеніи, въ kg,
Q_s общій вѣсъ поѣзда со включеніемъ вѣса паровоза и тендера въ t,
$v = V : 3{,}6$ скорость при установившемся движеніи въ m въ сек.,
t время, необходимое для пріобрѣтенія требуемой скорости въ сек.,
g ускореніе отъ силы тяжести $= 9{,}81$ m/sk².

Тогда, по Грове, среднее усиліе тяги при трогани съ мѣста въ kg:

$$Z_a = \frac{1000\,Q_s}{g}\,\frac{v}{t} + \frac{W + 2\,W_a}{3}.$$

Обыкновенно принимаютъ $Z_a \geqq Z + 1000$ (до 1500) kg.

Наибольшее усиліе тяги Z_{am} при трогани съ мѣста во время одного оборота колеса будетъ:

$$Z_{am} = \frac{Z_m}{Z}\,Z_a.$$

Во всѣхъ случаяхъ должно имѣть мѣсто условіе:

$$Z_{am} < \mu L_1,$$

(усиліе тяги по сцѣпляющему грузу)

НТБ ДНУЖТ

если L_1 сцѣпляющій грузъ паровоза и $\mu = {}^1/_7$ до ${}^1/_5$ (въ средн., $\mu = 0{,}15$) коэффиціентъ тренія между колесомъ и рельсомъ. Если посыпать рельсы пескомъ, то усиліе это можетъ быть увеличено. Въ Америкѣ принимаютъ μ до ${}^1/_4$ при $p_i = 0{,}85\ p$.

3. **Усиліе тяги по производительности машины.** Пусть:

d діаметръ цилиндра въ cm (у паровозовъ компаундъ діам. цилиндра низкаго давленія),
s ходъ поршня въ cm (стр. 846),
D діаметръ ведущихъ колесъ въ cm (стр. 848),
p_i среднее индикаторное давленіе пара въ kg/qcm,
p абсолютное давленіе пара въ котлѣ въ kg/qcm,
η степень полезнаго дѣйствія машины (коэффиціентъ тренія въ частяхъ машины),

тогда среднее усиліе тяги, которое развиваетъ паровая машина на окружности ведущихъ колесъ:

$$\left.\begin{array}{l} z = \eta\, p_i \dfrac{d^2\, s}{D} \text{ у сдвоенныхъ паровозовъ} \\ z = 0{,}5\, \eta\, p_i \dfrac{d^2\, s}{S} \text{ у паровозовъ компаундъ} \end{array}\right\} \text{усиліе тяги по производительности машины.} \quad \Big\} \ 2.$$

При данномъ усиліи тяги имѣемъ діаметръ цилиндра:

$$d = \sqrt{\frac{Z\ D}{\eta\, p_i\, s}} \text{ и, соотв., } d = \sqrt{\frac{Z\ D}{0{,}5\, \eta\, p_i s}} \text{ (см. стр. 845).} \quad 3.$$

Для соотношенія $\eta\, p_i : p$ фонъ-Боррисъ даетъ слѣдующія значенія:

Типы паровозовъ	Сдвоенныя машины	Машины компаундъ. Соотношенія объем. цилиндровъ			
		1 : 2	1 : 2.35	1 : 2,5	1 : 2.9
Паровозы пас. и скор. поѣздовъ	0,50	0,44	0,42	0,40	0,38
Товарн. и др. паровозы.	0,60	0,50	0,48	0,45	0,40

Приведенныя значенія даны для степеней наполненія 0,3 до 0,4 у сдвоенныхъ паровозовъ и 0.5 до 0,6 у паровозовъ компаундъ и, слѣд., соотвѣтствуютъ полной, но экономически невыгодной утилизаціи машины, почему по этимъ даннымъ опредѣляются наименьшіе допускаемые діаметры цилиндровъ.

Для трогания съ мѣста паровозъ при наибольшемъ наполненіи, достигаемомъ даннымъ парораспредѣленіемъ (большею частью $\varepsilon_{max} = 0{,}7$, для чего $\eta\, p_i : p =$ ок. 0,7) долженъ развивать усиліе тяги Z_a.

4. **Усиліе тяги по производительности котла получается изъ уравненія:**

$$Z = \frac{75\, N}{v}, \qquad . \ 4.$$

если въ него подставлять значенія $N : H$, данныя на стр. 823*).

*) Паропроизводительность поверхности нагрѣва см. ч. I, стр. 935 и 938.

НТБ ДНУЖТ

5. **Отношеніе объема цилиндра къ поверхности нагрѣва** $C \quad H$. Паровозъ развиваетъ наибольшую производительность лишь въ томъ случаѣ, когда образуемое поверхностью нагрѣва наибольшее возможное количество пара утилизируется для работы въ цилиндрѣ при возможно наивыгоднѣйшихъ условіяхъ (т.-е. при опредѣленномъ наполненіи); поэтому для возможно выгодной утилизаціи пара должно быть соблюдено извѣстное отношеніе $C : H$.

Значенія $C : H$ по фонъ-Боррису *).

Типъ паровоза	Сдвоенныя или компаундъ	Для норм. напряженія машины и нормальныхъ размѣровъ	При особенно производительной топкѣ, высокомъ давленіи пара и большомъ расшир.
Паровозы для пассажирскихъ и скорыхъ поѣзд. 2/3 и 2/4	сдвоен.	0,75 до 0,80	до 1,05
	комп.	0,85 » 0,90	
Тоже 3/4 и 3/5	»	1,00 » 1,05	»
4-цилиндр. пар. 2/5 Компаундъ	»	0,65 » 0,75	
Товарн. паров. въ зависимости отъ величины колосник. рѣшетки и т. п. . . .	сдвоен.	0,80 1,00	» 1,05
	комп.	1,00 1,05	» 1,10
Пассажирск. тендеръ-паровозы	сдвоен.	0,90 » 1,00	» 1,20
Товарные тендеръ-паровозы. .	»	0,80 » 0,95	» 1,25
Тенд.-пар. для подъѣздн. путей.	»	0,85 » 0,90	

Вышеприведенныя данныя примѣняются для паровозовъ пассажирскихъ и для скорыхъ поѣздовъ въ ровной мѣстности, т.-е. при большихъ скоростяхъ въ тѣхъ случаяхъ, когда онѣ даютъ величины большія, чѣмъ при вычисленіи по формулѣ 3.; кромѣ того, согласно этихъ данныхъ полезно провѣрять и для другихъ паровозовъ размѣры цилиндровъ, опредѣляемые по форм. 3.

Для работы паровоза въ теченіе продолжительнаго времени пользуются меньшимъ изъ значеній, получаемыхъ при вычисленіи по форм. 1. до 4., тогда какъ при временной работѣ (напр., при движеніи по значительному, но короткому подъему) производительность машины будетъ больше, нежели, напр., производительность котла.

Если при незначительныхъ скоростяхъ величина Z по производительности котла будетъ больше, нежели Z по сцѣпляющему грузу, то для использованія парового котла необходимо примѣнять систему **движенія по зубчатой полосѣ (рейкѣ).**

6. **Вѣсъ въ рабочемъ состояніи** L при одинаковой конструкціи почти пропорціоналенъ поверхности нагрѣва, а именно около 400 kg на 1 qm поверхности нагрѣва; для большихъ поверхностей нагрѣва, однако, уменьшается до 250 kg.

*) См. Eisenbahntechnik d. Gegenwart. Lokomotiven, стр. 57.

НТБ ДНУЖТ

Для прусскихъ нормальныхъ паровозовъ $L : H$ въ kg/qm:

2/3 пас. пар. сдвоенный	346	4/4 пар. товарный сдвоен.	356
2/3 » » компаундъ	378	$2 \times {}^{2}/_{2}$ » » Маллетъ.	400
2/4 » » сдвоенный	384	*) 2/3 пасс. тенд.-паровозъ	394
2/4 » » скор. комп.	420	*) 2/4 » пар. для приг. дв.	476
2/5 » » 4-цилиндр.	357	*) 3/4 тов. тендеръ-паровозъ*) . .	465
3/3 » товарн. сдвоен.	308	*) 3/3 танкъ-паровозъ .	420
3/3 » » компаундъ	322	*) 5/5 » » Гагансъ.	475
3/4 » » сдвоенный	392		

Для русскихъ **Н. П.** 4/4 $L : H = 311$ kg/qm.

2. Цилиндры и поршни.

Цилиндры (чугунъ K_z около 18 kg/qmm) укрѣпляются большею частью горизонтально въ передней части рамы. Наклонное положеніе цилиндровъ допускается лишь въ случаѣ необходимости: при внутреннихъ цилиндрахъ въ виду передней сцѣпной оси, а также при наружныхъ цилиндрахъ паровозовъ компаундъ, когда это требуется очертаніемъ габарита. Наклонъ оси цилиндра около $^{1}/_{12}$. Въ наиболѣе пониженныхъ точкахъ цилиндровъ и золотниковыхъ коробкахъ устанавливаются продувательные краны, приводимые въ дѣйствіе всѣ одновременно изъ будки машиниста. Часто въ исходящемъ каналѣ дѣлается отверстіе со спускною трубочкою наружу. Для паровозовъ, работающихъ на длинныхъ спускахъ, примѣняютъ воздушные вентили; у Ц Н Д предохранительные клапаны (для давленія около 6 at) большею частью соединяются съ воздушнымъ клапаномъ.

Толщина стѣнокъ цилиндра съ разсчетомъ на возможность расточки цилиндровъ въ будущемъ дѣлается больше (въ Пруссіи на 12 mm), нежели требуется по разсчету; обыкновенно дѣлаютъ въ cm:

$$\delta = 0{,}025\, d + 1{,}5 \text{ для Ц В Д,}$$
$$\delta = 0{,}015\, d + 1{,}5 \text{ » Ц Н Д.}$$

Ходъ поршня (въ cm), если D діаметръ ведущаго колеса:

$s = 0{,}30$ до $0{,}34\ D$ для пассажирскихъ паровозовъ,
$s = 0{,}45$ » $0{,}55\ D$ » товарныхъ »

Поршни и поршневые стержни (литая сталь $K_z = 50$ до 60 kg/qmm, удлиненіе $\varphi > 20\%$) соединяются на рѣзьбѣ, или стержень вставляется въ нагрѣтый поршень и расклепывается. Поршневыя кольца изъ мягкаго чугуна, самопружинящія, толщиною 12 до 16 mm, и шириною 25 до 30 mm. Діаметръ поршневыхъ стержней 0,16 отъ діаметра цилиндра (у машинъ компаундъ отъ діаметра Ц В Д).

Сальникъ въ большинствѣ случаевъ имѣетъ металлическую набивку.

Крейцкопфъ — вилка сварочнаго желѣза съ чугунными ползушками или изъ одного куска стальное фасонное литье со-

*) За вычетомъ запаса угля и воды.

НТБ ДНУЖТ

отвѣтственной конструкціи для четырехъ, двухъ или одной параллели. Вкладыши поползушекъ изъ бронзы или бѣлаго металла (послѣдній, особенно въ Америкѣ, — баббитъ).

Шатуны ведущіе и сцѣпные (матеріалъ какъ у поршней) дѣлаются полнаго сѣченія или вышарошены съ боковъ въ формѣ двутавроваго сѣченія. См. ч. I, стр. 796 и слѣд.

3. Пораспредѣлительные механизмы

(см. ч. I, стр. 1093 и слѣд.).

У паровозовъ примѣняются обыкновенно **кулиссныя пораспредѣленія** съ коробчатымъ золотникомъ, рѣже цилиндрическіе золотники. Системы: Стеффенсона, Гуча, Аллана, Гейзингеръ фонъ-Вальденъ и Джой*); въ нѣкоторыхъ случаяхъ устраиваются отдѣльные золотники для впуска и выпуска, подобно распредѣленію Корлиса (конструкція Дюранъ-Ленкоше во Франціи).

Среднія соотношенія для распредѣленій первыхъ трехъ типовъ: эксцентриситетъ $r = 50$ до 80 mm; наружная перекрышка $e = 15$ до 30 mm; внутренняя перекрышка $i = 0$ до 10 mm; уголъ предваренія 10 до 35°. Сѣченіе паровпускныхъ оконъ при золотникахъ съ каналомъ (Трика) $f = {}^1/_{15}$, при обыкновенныхъ коробчатыхъ золотникахъ до ${}^1/_{12}$ площади поршня. Длина оконъ меньше діаметра цилиндра на 60 до 100 mm (у Ц Н Д на 200 mm); этимъ опредѣляется ширина окна. Сѣченіе исходящаго окна 1,5 до 2 f.

Золотники большею частью со сквознымъ каналомъ (Трика); большіе золотники большею частью уравновѣшены, изъ бронзы (на длинныхъ уклонахъ не оправдались) или чугуна. Смазка изъ будки машиниста при помощи паровыхъ смазывающихъ аппаратовъ (Натана, де-Лимона и т. п.).

Главнѣйшіе элементы золотника **Н. П.** (1905) приведены въ слѣдующей таблицѣ. Схема пораспредѣленія см. стр. 849.

Золотниковое лицо у цилиндра.	Больш. цил.	Мал. цил.		Больш. цил.	Мал. цил.
Крайнія стѣнки	56	49	Наружная перекрышка	33	33
Простѣнки	47	38	Внутренняя »	—1	—8
Каналъ впускной	52	52	Высота оконъ	500	360
» выпускной	92	88	Наибольшій впускъ пара на передній ходъ	0,85	0,80
Золотникъ.					
Вся ширина	356	334	Наиб. впускъ пара на задній ходъ	0,85	0,80
Поля золотника	84	77	Наиб. ходъ золотника	202	168
Каналъ Трика	15	15	Предускор. впуска пара	4	4
Отъ канала Трика до края золотника			Вредное пространство	0,07	0,12

*) Пораспредѣленіе Джоя см. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1886, стр. 1052, и Org. F. 1887, стр. 19, а также часть I, 7 отдѣлъ, Паровыя машины.

НТБ ДНУЖТ

Золотникъ долженъ отодвигаться въ каждую сторону на 5 mm больше, чѣмъ это требуется для полнаго открытія паровыхъ оконъ.

Парораспредѣлительные механизмы обоихъ цилиндровъ должны быть устанавливаемы изъ будки машиниста. За исключеніемъ маневренныхъ паровозовъ, для которыхъ цѣлесообразнѣе дѣлать рычаги перемѣны хода, механизмъ парораспредѣленія паровозовъ, вообще, удобнѣе приводить въ движеніе **винтомъ.**

У **Н. П.** діам. винта $2^5/_8''$ и $2''$, рѣзьба двухходовая, шагъ винта $2''$, длина гайки 2 110=220 плюсъ прокладка 13. Цапфы 42, съ надѣтыми втулками 54.

Для того, чтобы сопротивленіе всего механизма передвиженію было, по возможности, одинаково при разныхъ его положеніяхъ, переводный валъ снабжается. противовѣсами, уравновѣшивающими вѣсъ частей парораспредѣлительнаго механизма. У американскихъ паровозовъ противовѣсы замѣняются пружинами.

4. Ведущія и сцѣпныя оси съ противовѣсами.

Форма осей зависитъ отъ расположенія (внутренняго или наружнаго) цилиндровъ и парораспредѣлительнаго механизма. Для внутреннихъ цилиндровъ требуются колѣнчатые валы (часто употребляются въ Англіи). Всевозможныхъ острыхъ заточекъ слѣдуетъ избѣгать. Матеріалъ, большею частью, сталь (мягкая) съ содержаніемъ углерода 0,25 до 0,30%; $K_z > 50$ до 60 kg/qmm, удлиненіе $\varphi > 20\%$.

Толщина оси въ cm (при наружныхъ рамахъ діаметръ въ ступицѣ, при внутреннихъ рамахъ діаметръ шейки) опредѣляется для стали приблизительно, по фонъ-Боррису:

$$\text{ведущія оси } d = 6\sqrt[3]{P\,(D+500)} \text{ въ mm},$$

$$\text{бѣгущія оси } d = 65\sqrt[3]{P} \text{ въ mm},$$

гдѣ P общая спокойная нагрузка на ось въ тоннахъ, D діаметръ колеса въ mm.

Для **Н. П.** размѣры осей:

1, 2 и 4 діам.	головки . 190	длина	головки 159
	шейки .. 185		заплечика 8
	средины. 175		шейки 240
			между сред. шеек. 1190

У оси 3-й длина головки 174 и діаметръ въ срединѣ 180.

Вслѣдствіе ударовъ во время движенія у трехосныхъ паровозовъ нагрувка передней оси можетъ увеличиться до $2\,P$, а задней оси до $1{,}75\,P$.

Распредѣленіе нагрузокъ. Сцѣпленныя между собою оси должны быть нагружены, по возможности, равномѣрно; у трехосныхъ паровозовъ передняя ось нагружается не менѣе $^1/_4$, а при большемъ числѣ осей не менѣе, чѣмъ $^1/_5$ вѣса паро-

НТБ ДНУЖТ

Схема парораспредѣленія механизмомъ Гейзингеръ фонъ-Вальдегг'ъ для Н. П. 4/4 (альб. 1905).

II. Подвижной составъ.

Ходъ паровоза	Наполненіе	Большой цилиндръ: Ходъ поршня впередъ: Въ тысячныхъ долях ходa поршня: начало расшир.	Большой цилиндръ: Ходъ поршня впередъ: Въ тысячныхъ долях ходa поршня: начало сжатія	Большой цилиндръ: Ходъ поршня впередъ: Въ тысячныхъ долях ходa поршня: конецъ расшир.	Большой цилиндръ: Ходъ поршня впередъ: Въ тысячныхъ долях ходa поршня: конецъ сжатія	Большой цилиндръ: Ходъ поршня впередъ: Въ миллиметрахъ: предваренiе	Большой цилиндръ: Ходъ поршня впередъ: Въ миллиметрахъ: наиб. открытiе окна	Большой цилиндръ: Ходъ поршня назадъ: Въ тысячныхъ долях ходa поршня: начало расшир.	Большой цилиндръ: Ходъ поршня назадъ: Въ тысячныхъ долях ходa поршня: начало сжатія	Большой цилиндръ: Ходъ поршня назадъ: Въ тысячныхъ долях ходa поршня: конецъ расшир.	Большой цилиндръ: Ходъ поршня назадъ: Въ тысячныхъ долях ходa поршня: конецъ сжатія	Большой цилиндръ: Ходъ поршня назадъ: Въ миллиметрахъ: предваренiе	Большой цилиндръ: Ходъ поршня назадъ: Въ миллиметрахъ: наиб. открытiе окна
Передній	0,26	260	712	691	988	4	7,5	264	731	711	991	4	7,8
	0,39	389	771	755	993	4	11,5	390	794	771	993	4	11,3
	0,5	491	818	805	995	4	15,8	500	841	821	997	4	15,5
	0,59	589	860	849	996	4	22,5	589	877	865	997,25	4	21,3
	0,69	687	896	889	997	4	32,0	688	912	901	997,5	4	28,8
	0,77	775	928	923	998	4	45,0	777	940	931	998	4	40,0
	0,85	855	956	952	999	4	68,0	858	963	958	999	4	57,0
Задній	0,25	247	707	685	987	4	7,5	227	718	692	991	4	7,0
	0,37	370	705	755	992	4	10,8	346	781	765	994	4	10,3
	0,48	484	812	801	995	4	15,0	462	832	816	995	4	14,0
	0,58	578	855	844	997	4	21,3	562	870	858	997	4	18,3
	0,67	671	891	882	997,5	4	30,0	672	906	895	997,5	4	25,8
	0,76	762	924	918	998	4	43,8	774	936	929	998	4	36,5
	0,85	850	955	951	999	4	68,0	866	964	958	999	4	60,0
Передній	0,2	200	751	571	981	4	6,0	200	770	577	987	4	6,0
	0,3	300	800	636	990	4	8,5	298	818	651	992	4	8,5
	0,4	400	836	697	993	4	11,5	399	854	713	995	4	11,3
	0,5	500	861	755	995	4	16,5	500	885	765	997	4	16,0
	0,6	600	901	809	996	4	22,8	598	918	818	997,5	4	21,3
	0,7	700	932	860	997	4	33,8	697	944	868	998	4	29,5
	0,8	800	957	904	998	4	51,0	796	963	914	999	4	42,5
Задній	0,2	200	747	572	984	4	6,0	194	770	582	988	4	6,3
	0,3	300	795	643	989	4	8,5	282	821	649	992	4	8,0
	0,4	400	836	698	992	4	11,5	383	855	714	995	4	11,0
	0,5	500	867	751	995	4	16,0	488	886	766	996	4	14,5
	0,6	600	900	804	997	4	22,5	595	918	821	997	4	20,0
	0,7	700	927	854	998	4	32,5	708	943	870	998	4	28,5
	0,8	800	956	904	999	4	51,0	819	964	920	999	4	46,0

НТБ ДНУЖТ

воза. Двухосныя поворотныя телѣжки у паровозовъ о двухъ сцѣпленныхъ осяхъ нагружаются не менѣе, чѣмъ $^1/_3$, а о трехъ сцѣпленныхъ осяхъ не менѣе, чѣмъ $^1/_4$ вѣса паровоза. Для уравненія нагрузки на оси при ударахъ примѣняются балансиры.

Колеса сварочнаго желѣза или литой стали спицевыя надѣваются на оси подъ гидравлическимъ давленіемъ 60 до 100 t (на прусскихъ дорогахъ установлена норма 300 kg на 1 mm діаметра). При ходѣ впередъ правый кривошипъ опережаетъ лѣвый на 90°. Для предохраненія колесъ отъ вращенія насадка на ось шпонками сѣченіемъ 15 30 mm (для **Н. П.** 25 50), шпонка врубается на половину въ ось и на половину въ колесо. Небольшія неправильности въ расположеніи кривошипа не имѣютъ значенія у паровозовъ съ несвязанными осями. У паровозовъ, имѣющихъ связанныя оси, эти неправильности весьма вредны: онѣ служатъ причиной излома осей и шатуновъ и значительно затрудняютъ ходъ паровоза.

§ 65 **П. Т. Э.** (1898) установлено, что наибольшая скорость не должна превосходить предѣла, при которомъ число оборотовъ въ одну минуту движущихъ колесъ паровоза превышаетъ:

a) въ пассажирскихъ паровозахъ 260 и
b) » товарныхъ » 225.

Если V km/чс и v въ въ m/sk обозначаютъ наибольшія скорости движенія, т.-е. $V = 3{,}6\,v$, то цѣлесообразно принимать въ cm: $D = 100 + V$ (по Г. Мейеру) или также $D = 95 + 4\,v$ (по Грове).

Затѣмъ выбираютъ для круга катанія бѣгущихъ колесъ 0,85 до 1,35 m или $0{,}6\,D$ до $0{,}65\,D$.

Въ Пруссіи допускается слѣдующее наибольшее число оборотовъ:

Вѣсъ осей съ колесами для паровозовъ нормальной колеи при нагрузкѣ 10 до 14 t на ось и бандажахъ толщиною 65 mm:

ведущія оси $G = (D + 1600)$ kg,
сцѣпныя » $G_1 = (1{,}4\,D + 350)$ kg,
бѣгущія » $G_2 = 1{,}2\,D$ kg,

гдѣ D діаметръ колеса въ mm.

Противовѣсы. Главнѣйшія условія спокойнаго хода паровоза (какъ-то: большой базисъ, горизонтальные цилиндры, малое разстояніе между осями цилиндровъ, большое разстояніе между подвѣсными рессорами, большія нагрузки на колеса, низкое положеніе центра тяжести, среднее положеніе кулака (крейцкопфа) возможно ближе къ вертикальной плоскости, проходящей черезъ центръ тяжести и нормальной къ направленію рельсовъ) одновременно могутъ быть выполнены только отчасти. Колебанія паровоза, происходящія отъ вліянія массъ, соединенныхъ съ движущими и сцѣпными колесами и служащихъ для передачи давленія пара

НТБ ДНУЖТ

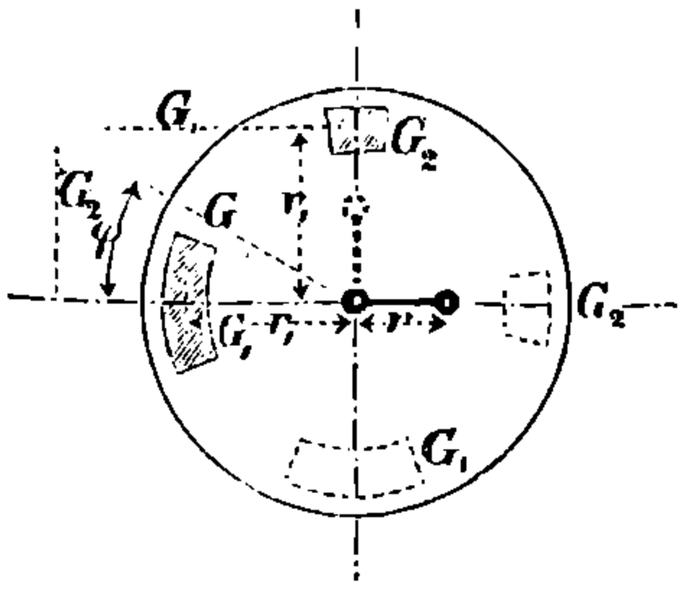
Въ Германіи установлены (1900) слѣдующія наибольшія скорости.

Располож. паровыхъ цилинд.	Внутри или внутри и снаружи			Снаружи						
Типъ паровоза	$^1/_1$, $^2/_4$ $^2/_5$, $^3/_5$ съ двухосною тележк.	$^1/_3$, $^2/_3$	$^2/_3$, $^3/_3$	$^1/_4$, $^2/_4$ $^2/_5$, $^3/_5$ съ двухосною тележк.	$^2/_2$, $^1/_3$ $^2/_3$, $^3/_3$ $^2/_4$, $^3/_4$ $^3/_5$, $^4/_5$	$^2/_2 + ^2/_2$ $^4/_4$	$^2/_2 + ^2/_2$ $^2/_2 + ^3/_3$ $^5/_5$	$^2/_2$ $^2/_3$ $^2/_4$	$^3/_3$	$^4/_4$
	Одна ось подъ топкой или позади топки							Топка на вѣсу		
n_{max}	360	310	280	320	260	200	180	240	220	180

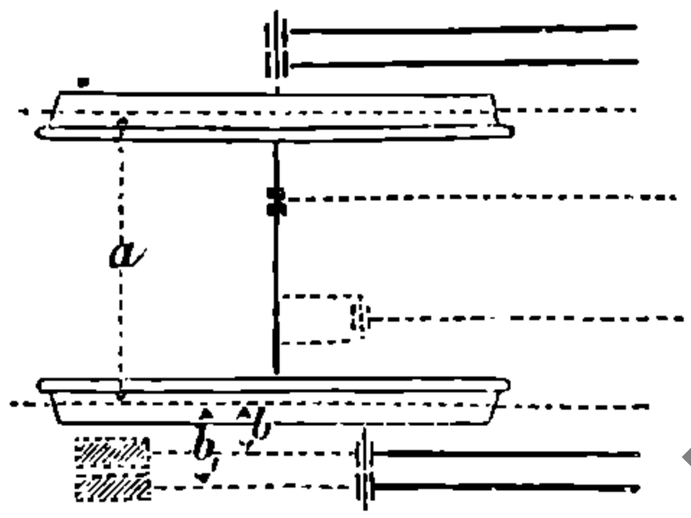
(поршни, стержни, кулаки, шатуны, пальцы), могутъ быть отчасти уничтожаемы дѣйствіемъ противовѣсовъ колесъ. Эти вредныя колебанія не могутъ быть, однако, вполнѣ устранены при помощи вращающихся противовѣсовъ.

Центръ тяжести этихъ движущихся и равномѣрно распредѣленныхъ на обѣихъ сторонахъ паровоза массъ находится въ вертикальной плоскости, проходящей черезъ продольную ось паровоза; во время хода паровоза этотъ центръ тяжести имѣетъ поступательное взадъ и впередъ движеніе въ плоскости по отношенію къ общему центру тяжести паровоза и вызываетъ подергиваніе остальныхъ частей паровоза, имѣющее мѣсто въ обратномъ направленіи. Вращательные моменты этихъ массъ вызываютъ одновременно качаніе рамы около вертикальной оси, проходящей черезъ центръ тяжести.

Черт. 130.



Черт. 131.



НТБ ДНУЖТ

Пусть (черт. 130 и 131):

a разстояніе между кругами катанія колесъ ($a = 1{,}5$ m),

b разстояніе отъ оси одного цилиндра (или центра тяжести движущихся массъ) до ближайшей плоскости катанія; b для наружныхъ цилиндровъ положительно и для внутреннихъ цилиндровъ отрицательно,

b_1 разстояніе отъ средины сцѣпной цапфы (или отъ центра тяжести сцѣпныхъ массъ) до ближайшей плоскости катанія,

G_1 противовѣсъ, который при распредѣленіи массъ приходится на колесо, ближайшее къ кривошину,

G_2 противовѣсъ, приходящійся при этомъ на другое колесо,

r_1 разстояніе центра тяжести противовѣсовъ G_1 и G_2 отъ средины оси,

r радіусъ движущаго и сцѣпного кривошиповъ,

K общій вѣсъ поршня, стержня и кулака (крейцкопфа),

S вѣсъ движущаго шатуна,

P вѣсъ пальца кривошипа (ведущаго) и кривошипа, отнесеннаго къ центру пальца,

Q вѣсъ сцѣпного пальца и (при внутреннихъ цилиндрахъ) кривошипа, отнесеннаго къ центру этого пальца, со включеніемъ соотвѣтствующей части вѣса сцѣпного шатуна,

$\alpha = 0{,}15$ до $0{,}4$ для пассажирскихъ паровозовъ, въ зависимости отъ конструкціи и отъ большей или меньшей величины наибольшей допускаемой скорости движенія,

$\alpha = 0{,}5$ до $0{,}6$ для товарныхъ паровозовъ;

тогда имѣемъ для ведущаго колеса:

$$G_1 = [\alpha (K + 0{,}4\, S) + 0{,}6\, S + P] \frac{a \pm b}{a} \frac{r}{r_1} \pm Q \frac{a + b_1}{a} \frac{r}{r_1}$$

$$G_2 = [\alpha (K + 0{,}4\, S) + 0{,}6\, S + P] \frac{b}{a} \frac{r}{r_1} \pm Q \frac{b_1}{a} \frac{r}{r_1},$$

гдѣ $+$ для случая, когда направленія ведущаго и сцѣпного кривошиповъ между собою совпадаютъ, а $-$ для случая, когда эти кривошипы имѣютъ противоположное направленіе, т.-е. $+$ для наружныхъ, а $-$ для внутреннихъ цилиндровъ. Для сцѣпного колеса имѣемъ:

$$G_1 = Q \frac{a + b_1}{a} \frac{r}{r_1} \quad \text{и} \quad G_2 = Q \frac{b_1}{a} \frac{r}{r_1}.$$

Вѣса G_1 и G_2 замѣняются одинъ противовѣсомъ G, который на разстояніи r дастъ ту же центробѣжную силу, какъ G_1 и G_2, вмѣстѣ взятые. Если φ уголъ между G и G_1 въ плоскости вращенія, то:

$$G = \sqrt{G_1^2 + G_2^2} \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{G_2}{G_1}.$$

Для паровозовъ съ наружными цилиндрами имѣемъ $G = 0{,}28\ F$ въ kg, если F площадь поршня въ qcm.

При наружныхъ цилиндрахъ у опережающаго кривошипа противовѣсъ G имѣетъ опереженіе на уголъ φ, а у отстающаго кривошипа противо-

НТБ ДНУЖТ

вѣсъ отстоитъ на уголъ φ. При внутреннихъ цилиндрахъ имѣетъ мѣсто обратное расположеніе. Наиболѣе тяжелыми получаются противовѣсы у паровозовъ со сцѣпленными осями и наружными цилиндрами, тогда какъ у паровозовъ съ внутренними цилиндрами, ведущіе и сцѣпленные кривошипы которыхъ имѣютъ противоположное направленіе, величина противовѣсовъ получается наименьшая.

Пальцы кривошиповъ у **Н. П.** (діам., длина):

Колесо ведущее, размѣры въ колесѣ. .	158	168
» » для сцѣпн. шатуна. .	156	107
» » » ведущ. » . .	115	129
Колеса сцѣпныя, размѣры въ колесѣ. .	98	156
» » » въ шатунѣ .	90	84
Діаметръ крейцкопфнаго валика. .		80

II. Т. У. для поставки кривошиповъ.

§ 1. Размѣры пальцевъ кривошиповъ, а равно и расположеніе ихъ на колесахъ должны соотвѣтствовать чертежу.

§ 2. Пальцы кривошиповъ должны быть изготовлены изъ литой, хорошо прокатанной или прокованной стали и до обточки отожжены.

§ 3. Матеріалъ пальцевъ при испытаніи на разрывъ пробнаго образца діаметромъ около 20 mm долженъ давать не менѣе 60 kg/qmm сопротивленія при удлиненіи не менѣе 12%, причемъ сумма цифръ сопротивленія и удвоеннаго удлиненія должна быть не менѣе 85.

§ 4. Насадка пальцевъ должна производиться подъ давленіемъ отъ 30 до 50 t для сцѣпныхъ пальцевъ и отъ 50 до 80 t для ведущихъ (поршневыхъ) пальцевъ.

d. Телѣжка паровоза.

1. Рамы.

Главныя рамы примѣняются внутреннія и наружныя; онѣ соединены неизмѣняемо у дымовой коробки съ котломъ. Рамы состоятъ либо изъ одной доски, сварочнаго или мартеновскаго литого желѣза, 25 до 35 mm толщиной, либо изъ двухъ листовъ по 8 mm, удаленныхъ другъ отъ друга на 50 mm и неизмѣнно между собой связанныхъ, или изъ сплошныхъ полосъ сѣченіемъ 76 · 102 mm (Америка). Въ Англіи и Бельгіи, кромѣ боковыхъ, еще средняя рама. Высота рамъ **надъ буксами** равна по меньшей мѣрѣ 300 до 450 mm, причемъ углы должны быть, для избѣжанія трещинъ, хорошо закруглены. Соединеніе рамъ съ наружной огневой коробкой должно допускать продольное перемѣщеніе послѣдней. Между собой обѣ рамы соединяются скрѣпленіями въ нѣсколькихъ мѣстахъ, съ цѣлью достиженія хорошаго направленія осей.

Передніе концы рамъ, а у тендеръ-паровозовъ и зданіе концы соединяются **буферными брусьями**, которые служатъ для укрѣпленія буферовъ, тяговыхъ аппаратовъ и стоекъ сигнальныхъ фонарей. Задніе концы рамъ связаны между собой

НТБ ДНУЖТ

тяговымъ ящикомъ, въ которомъ помѣщаются части, служащія для соединенія тендера съ паровозомъ. Поперечныя скрѣпленія горизонтальными и вертикальными листами помѣщаются между цилиндрами, вблизи ведущей оси и передъ огневой коробкой.

Рамы **Н. П.** толщ. 33, между рамами въ свѣту 1260, между осями цилиндровъ 2180.

Второстепенныя рамы встрѣчаются при употребленіи поворотныхъ телѣжекъ. Цѣль этихъ телѣжекъ увеличить разстояніе между осями при крутыхъ кривыхъ (см. ниже). Двухосныя телѣжки должны имѣть базисъ по меньшей мѣрѣ равный ширинѣ колеи, обыкновенно 1700 до 2700, большею частью 2000 mm.

Конструкція телѣжекъ такова, что онѣ могутъ либо вращаться около шарообразной цапфы, либо вращаться и одновременно перемѣщаться въ бокъ (люлька).

2. Базисъ паровоза, оси и бандажи.

Базисъ паровоза долженъ быть настолько великъ, насколько этого допускаютъ кривыя. **Наибольшіе предѣлы для базиса** r, принятые въ Германіи (при неподвижныхъ осяхъ) при кривыхъ радіуса:

$R =$	25	40	50	75	100	125	150	180	210	250	300	400	500 m,
$r =$	1,1	1,5	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,8	5,4 m.

Для паровозовъ, у которыхъ превзойдена вышеприведенная величина базиза, рекомендуется примѣненіе вращающихся или перемѣщающихся въ бокъ осей или же телѣжекъ.

Товарные паровозы съ неподвижными осями должны имѣть базисъ не болѣе 4,5 m.

Рекомендуется производить на ходу смазываніе гребней у переднихъ осей паровозовъ и у заднихъ осей танковыхъ паровозовъ. Смазка производится масломъ или конденсаціонной водой изъ исходящей трубы воздушнаго насоса.

3. Рессоры и балансиры.

Рессоры у паровозовъ обыкновенныя листовыя, для ослабленія дѣйствія ударовъ и лучшаго распредѣленія нагрузки, соединяются между собой балансирами или колѣнчатыми рычагами.

Длина рессоръ 750 до 1200 mm при ширинѣ и толщинѣ листовъ 90 · 13 mm, хомутъ 100 mm.

Рессоры подвѣсныя **Н. П.** длиной 950, листовъ 11, размѣромъ 90 × 12,7 хомутъ высотой 180, въ планѣ 90 · 130.

П. Т. У. для рессорной стали и рессоръ см. С. Вагоны.

4. Тяговые и ударные приборы, метельники.

Между паровозомъ и тендеромъ должна быть одна главная **стяжка** и **вспомогательная** стяжка; послѣдняя начинаетъ дѣй-

НТБ ДНУЖТ

ствовать лишь послѣ ослабленія главной стяжки. Паровозы, у которыхъ всѣ оси расположены впереди топки и которые перемѣщаются со скоростью $V \geqq 45$ km въ часъ, должны имѣть приспособленіе для устраненія боковыхъ качаній въ горизонтальной плоскости, при томъ условіи, чтобы устраиваемыя для этой цѣли между паровозомъ и тендеромъ приспособленія не мѣшали свободной установкѣ въ кривыхъ.

e. Паровозы компаундъ.

Паровозы компаундъ, при одинаковыхъ условіяхъ, даютъ бо́льшую (абсолютную) производительность во время полнаго хода, чѣмъ паровозы со сдвоенными машинами; при одинаковой скорости, слѣдовательно, они имѣютъ большее усиліе тяги и при одинаковомъ усиліи тяги большую скорость; кромѣ того, даютъ по сравненію со сдвоенными машинами экономію въ топливѣ и водѣ.

Паровозы со сдвоенными машинами, съ другой стороны, при трогані съ мѣста развиваютъ большее усиліе тяги, чѣмъ паровозы компаундъ.

Всѣ паровозы для скорыхъ поѣздовъ и часть товарныхъ паровозовъ (для сквознаго движенія) на прусскихъ правительственныхъ дорогахъ строятся по системѣ компаундъ.

Типы.

a) 2 цилиндра: обыкновенно ЦВД правый, а ЦНД лѣвый.

b) 3 цилиндра: 1 ЦВД внутренній, 2 ЦНД наружные,
или: 2 ЦВД наружные, 1 ЦНД внутренній (Веббъ).

c) 4 цилиндра: 2 ЦВД наружные, 2 ЦНД внутренніе въ разныхъ поперечныхъ плоскостяхъ, дѣйствуютъ на различныя ведущія оси (де-Гленъ, Коль),
или: 2 ЦВД внутренніе, 2 ЦНД наружные, всѣ дѣйствуютъ на одну и ту же ведущую ось (ф. Боррисъ, Вокленъ),
или: съ каждой стороны по одному ЦВД и ЦНД располагаются на одной оси по типу тендемъ (венгерскія правит. дороги, Америка),
или: на каждой сторонѣ по одному ЦНД и ЦВД располагаются другъ надъ другомъ, работая на общій крейцкопфъ (Вокленъ),
или: движущіе механизмы раздѣлены, 2 ЦВД прикрѣплены къ неподвижной рамѣ, 2 ЦНД прикрѣплены къ поворотной телѣжкѣ (Маллетъ-Римротъ).

НТБ ДНУЖТ

Ресиверная труба проходитъ большею частью черезъ дымовую коробку.

Отношеніе объемовъ цилиндровъ у двухцилиндровыхъ машинъ большею частью невозможно болѣе, чѣмъ 1 : 2 до 1 : 2,25, у многоцилиндровыхъ машинъ до 1 : 3.

Соотношеніе наполненій у двухцилиндровыхъ машинъ, по возможности, выбирается такимъ, чтобы работа въ обоихъ цилиндрахъ была одинакова; обыкновенно парораспредѣлительные механизмы у обоихъ цилиндровъ располагаются такъ, чтобы при наполненіи 40% въ ЦВД наполненіе въ ЦНД было около 50—60%; новѣйшими опытами*), однако, выяснено, что нѣсколько большее наполненіе ЦНД болѣе выгодно для утилизаціи пара.

Парораспредѣлительный механизмъ. У двухцилиндровыхъ машинъ парораспредѣлительные механизмы устанавливаются по вышеприведенному; у многоцилиндровыхъ машинъ оба механизма могутъ быть устанавливаемы другъ относительно друга по желанію; или въ нѣкоторыхъ случаяхъ механизмъ ЦНД устанавливается на постоянное наполненіе около 70% (типъ Вебба). У обоихъ золотниковъ не дѣлаютъ вовсе внутреннихъ перекрышекъ или у ЦВД иногда отрицательную внутреннюю перекрышку (до 8 mm).

Приспособленія для трогания съ мѣста (или приборы отправленія) **) требуются для всѣхъ паровозовъ съ однимъ только ЦВД. Основная мысль этихъ приспособленій — впускъ свѣжаго пара въ ЦНД и устраненіе вреднаго вліянія противодавленія этого пара на поршень ЦВД. Примѣняются приспособленія автоматическія, дѣйствующія только при первыхъ оборотахъ колесъ (фонъ-Боррисъ, Шихау, Врюггеманъ, Бюте и др.), или дѣйствующія до тѣхъ поръ, пока парораспредѣлительный механизмъ остается выложеннымъ на полный ходъ (Гельсдорфъ, Линднеръ), а также такія приспособленія, при помощи которыхъ можно во всякое время переставлять приборъ по желанію на работу по обыкновенной сдвоенной системѣ или на работу по системѣ компаундъ (Маллетъ-фонъ-Боррисъ, фонъ-Боррисъ, Дультцъ, Кольвенъ и друг.).

У четырехцилиндровыхъ машинъ устанавливается большею частью приборъ, дающій возможность въ случаѣ надобности ѣхать при помощи однихъ ЦВД или однихъ ЦНД.

f. Паровозы съ перегрѣтымъ паромъ.

Устанавливаются перегрѣватели В. Шмидта въ дымовой коробкѣ, причемъ газы проходятъ по одной жаровой трубѣ большого діаметра, или небольшіе пучки трубъ устанавли-

*) См. O. f. F. 1896, стр. 205 и слѣд., и Z. d. V. d. I. 1899, стр. 413.
**) См. Glas. Ann. 1897, II, стр. 41.

НТБ ДНУЖТ

ваются въ серіи дымогарныхъ трубъ увеличеннаго діаметра (около 125 mm). Также устанавливаются перегрѣватели Пилокъ въ цилиндрической части котла близъ регулятора. Послѣдній типъ установки примѣнимъ на существующихъ паровозахъ безъ увеличенія вѣса паровоза. Температура газовъ можетъ доходить до 700—800° C, причемъ еще не замѣчается накаливанія трубъ. Произведены также испытанія надъ высушиваніемъ ресивернаго пара между ЦВД и ЦНД (Саксонія, Ольденбургъ).

Перегрѣвъ допускается при плоскихъ золотникахъ до 260°, а при цилиндрическихъ до 300°.

Поверхность перегрѣва 15 до 30% отъ остальной поверхности нагрѣва котла; она разсчитывается на прохожденіе около 30 ET/qm для 1° и 1 часа, если конструкція допускаетъ хорошее движеніе газовъ и пара. Удѣльную теплоту перегрѣтаго пара см. ч. I, стр. 325. Въ паропроводахъ слѣдуетъ избѣгать примѣненія красной мѣди и бронзы.

Діаметръ паровыхъ цилиндровъ для перегрѣтаго пара на 10 до 15% больше чѣмъ для пара насыщеннаго, ибо выгоднѣйшая степень наполненія ниже; сѣченія трубъ и паровыхъ каналовъ при этомъ не увеличиваются, такъ какъ перегрѣтый паръ обладаетъ меньшимъ внутреннимъ треніемъ.

Сальники длинные съ металлическою набивкою.

Смазка производится масломъ, имѣющимъ высокую температуру вспышки; подводится смазочными насосами.

Сбереженіе воды и топлива у паровозовъ сдвоенныхъ въ зависимости отъ степени перегрѣва до 30%, у паровозовъ компаундъ около 15%.

3. Примѣръ для разсчета паровоза *).

Паровозъ системы компаундъ быстроходный долженъ перемѣщать по горизонтальному пути со скоростью 90 km/чс поѣздъ изъ 20 осей, нагруженныхъ каждая 7,5 t.

Сопротивленіе поѣзда на 1 t составляетъ:

$$w = 2{,}5 + 0{,}001\ V^2 = 19{,}6 \text{ (см. стр. 635).}$$

Средній вѣсъ тендера составляетъ $T = 30$ t, а вѣсъ паровоза принимаемъ, примѣрно, $L = 18$ t (4 оси); тогда вѣсъ поѣзда

$$Q_g = Q + T + L = 20 \quad 7{,}5 + 30 + 18 = 228 \text{ t},$$

слѣд., необходимое усиліе тяги:

$$Z = 228 \cdot 10{,}6 = \sim 2420 \text{ kg}.$$

Производительность машинъ по стр. 844:

$$N = \frac{2420 \cdot 90}{75 \cdot 3{,}6} = 807 \text{ ЛС}$$

Діаметръ ведущаго колеса (по стр. 851) $D = V + 100 = 190$ cm, и, слѣд. число оборотовъ въ секунду при $V = 90$ km/чс

$$\frac{90}{3{,}6 \cdot \pi \cdot 1{,}9} = 4{,}2.$$

*) См. E. T. d. G. отдѣлъ: Lokomotiven.

НТБ ДНУЖТ

Производительность поверхности нагрѣва (по стр. 823) около 7,4 ЛС на 1 qm.

Необходимая **поверхность нагрѣва**: 807 7,1 = 112 qm.

Вѣсъ паровоза (по стр. 846) около 112 · 420 kg = 47 t.

Площадь колосниковой рѣшетки (по стр. 826) при $R : H = 54$ около $\frac{112}{54} =$ 2,1 qm.

Ходъ поршня (по стр. 846) около:

0,30 до 0,34 $D = 570$ до 646 mm; выбираемъ 600 mm.

Діаметръ цилиндра: по стр. 846 имѣемъ, что объемъ цилиндра можно принять равнымъ 0,88 отъ поверхности нагрѣва, т.-е въ данномъ случаѣ 0,88 112 = 98,6 литр., и, слѣд., діам. Ц В Д опредѣлится изъ

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot s = 98{,}6 \qquad \text{(все въ dcm)},$$

$$d = \sqrt{\frac{98{,}6 \cdot 4}{6 \cdot \pi}} = 4{,}6 \text{ dcm} = 460 \text{ mm}.$$

При отношеніи объемовъ цилиндровъ 1 : 2,1 находимъ для діам. ЦНД 670 mm.

[Вычисленныя по форм. 2, стр. 844, значенія для этихъ же діаметровъ 385 и 555 mm хотя и дадутъ ту же производительность машины, но при значительно большемъ расходѣ пара, и поэтому могли бы быть приняты лишь въ томъ случаѣ, когда требуемая по заданію производительность должна быть достигнута лишь въ исключительныхъ случаяхъ.]

Сцѣпляющій грузъ (по стр. 843), необходимый для трогания съ мѣста:

$Z_a > Z + 1000$ до 1500 kg, т.-е. въ данномъ случаѣ

$\geqq 3420$ до 3920 kg.

Для этого при $\mu = 0{,}15$ требуется скрѣпляющій грузъ $Q_r = \frac{3920}{0{,}15} = \backsim 26$ t, т.-е. 2 оси по 15 t на каждую = 30 t.

Наибольшее усиліе тяги для трогания съ мѣста при машинахъ компаундъ не вычисляется, ибо въ Ц Н Д долженъ впускаться паръ нѣсколько уменьшеннаго давленія для избѣжанія подергиваній паровоза.

Для машины сдвоенной подобнаго же типа при діаметрѣ 430 mm имѣли бы (по стр. 844):

$$Z_a = 0{,}7 \cdot 12 \cdot \frac{43^2 \cdot 60}{190} = 4850 \text{ kg},$$

слѣд., наибольшее возможное усиліе тяги (по стр. 843)

$$Z_{am} = 4850 \frac{Z_m}{Z} = 4850 \cdot 1{,}16 = 5625 \text{ kg}.$$

Уравненіе 1. стр. 843 еще имѣетъ мѣсто при

$$\mu \leqq \frac{5625}{30\,000} = 0{,}188 = \frac{1}{5{,}3} \text{ (допускается)}.$$

Число оборотовъ:

$$r_m = 252 \cdot 2 \cdot 0{,}6 = 302{,}4 \text{ (допускается 320)}.$$

е. Тендеръ.

Главные наружные размѣры по габариту.

Телѣжки и рамы тендера изготовляются, какъ у паровозовъ, изъ толстыхъ желѣзныхъ листовъ или изъ корытныхъ балокъ (какъ у вагоновъ). Рама **Н. Т.** толщ. 18, между рамами 1926.

Тендера проектируются на **двухъ** или **трехъ** осяхъ или **четырехосные** на двухъ телѣжкахъ.

НТБ ДНУЖТ

При различной степени наполненія водой и углемъ нагрузка на всѣ тендерныя оси должна быть, по возможности, одинаковая.

Рессоры Н. Т. подвѣсныя: 10 листовъ, длина 950, листы 90×12,7; задняя упряжная: листовъ 12, длина 1448, листы 90×12,7, натягъ при постановкѣ 51; передняя стяжная: листовъ 13, размѣромъ 90×12,7, длина 880, натягъ при постановкѣ 32.

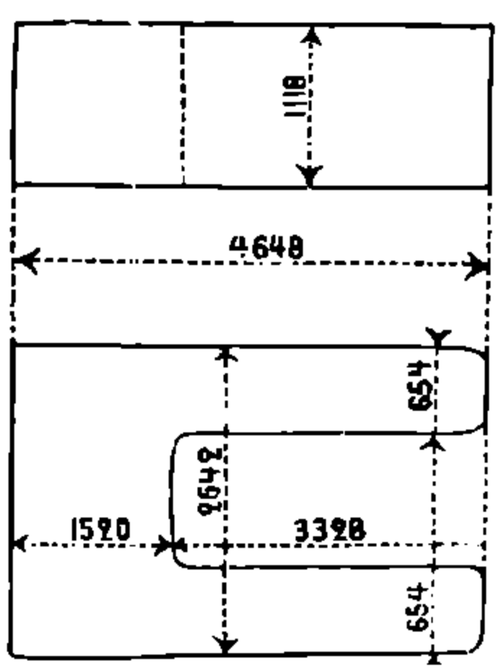
Нагрузка на оси уравнивается балансирами. Размѣры осей и базисъ, какъ у вагоновъ. Средняя ось нагружается менѣе концевыхъ. Базисъ для **Н. Т.** 3330.

Всѣ тендера должны быть снабжены **ручными тормозами**. У трехосныхъ тендеровъ тормозъ дѣйствуетъ большею частью лишь на переднюю и заднюю оси.

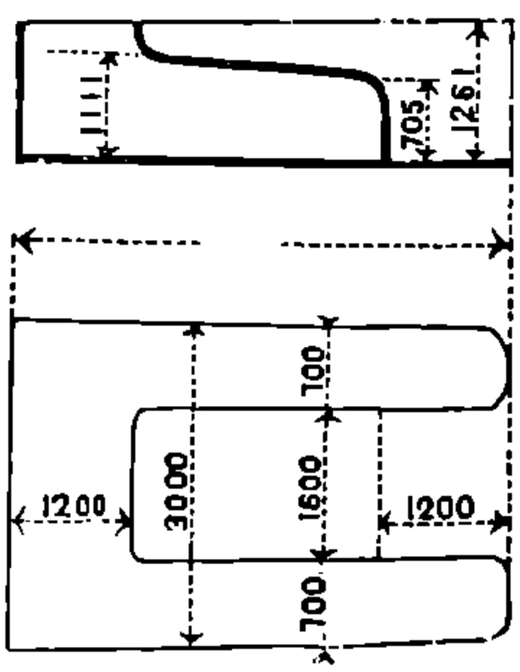
На задней стѣнкѣ тендера помѣщается **стойка для сигнальнаго фонаря.**

Водяной бакъ подковообразный (въ планѣ) или призматическій; толщина листовъ въ 5 до 8 mm; верхнее дно призматическаго бака и нижнее — подковообразнаго имѣютъ толщину 8 до 10 mm. Объемъ баковъ 8 до 22 cbm (въ Америкѣ до 32 cbm) при условіи сохраненія достаточнаго объема для помѣщенія топлива. Мѣсто для топлива разсчитывается на 3 до 6, а въ Америкѣ до 10 t каменнаго угля. На черт. 132 показанъ эскизъ тендернаго водяного бака **Н. Т.**, а на черт. 133 эскизъ бака для шестиколесныхъ паровозовъ правительственнаго типа.

Черт. 132.



Черт. 133.



Для указанія уровня воды **поплавки** или **водоуказательные краны**.

Для жидкаго топлива, нефти, всего удобнѣе подковообразные водяные баки, ибо на нихъ удобно устанавливается нефтяной бакъ (см. стр. 860).

НТБ ДНУЖТ

Главнѣйшіе размѣры тендеровъ Н. Т. и шестиколесныхъ паровозовъ Прав. типа.

	Н. Т.	Шестиколесныхъ паровозовъ
Число осей	3	3
Разстояніе между крайними осями .	3330 mm	3219 mm
Діаметръ колесъ	1010 »	1019 »
Разстояніе отъ передн. буферн. бруса до передней оси.	1430 »	1092 »
Вѣсъ въ порожнемъ состояніи .	14,18 t	11,13 t
» » рабочемъ »	33,00 »	25,72 »
Объемъ воды въ танкѣ	14 cbm	9,91 cbm
Толщина стѣнокъ потолка	5 mm	4 mm
» » боковыхъ	5 »	4 »
» » дна .	6 »	5 »

Бакъ для нефти становится на деревянные брусья, лежащіе поперекъ оси тендера на параллельныхъ сторонахъ подковообразнаго бака.

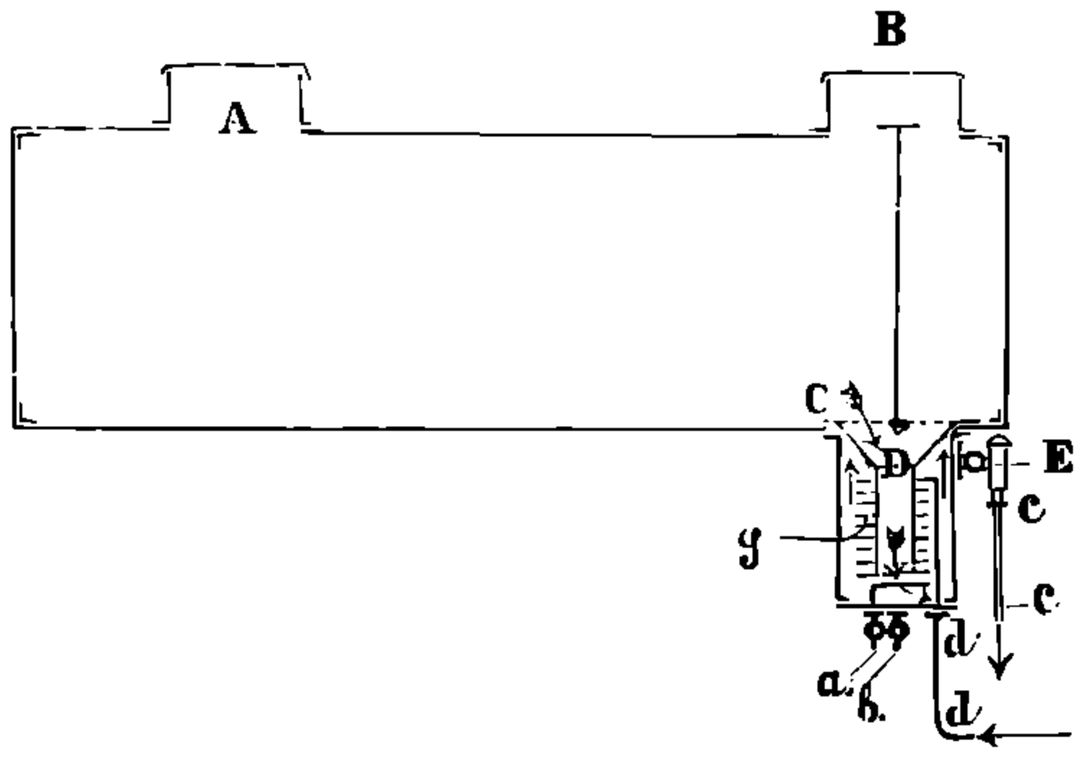
Бакъ имѣетъ емкость около 5,6 до 5,8 cbm (190 до 200 куб. фут. = около 285 пудовъ), прямоугольнаго сѣченія, съ приклепаннымъ верхнимъ днищемъ; приблизительные размѣры: длина 2,8 до 3 m, ширина 2,16 до 2,20 m, высота 0,925 m; толщина стѣнокъ 5 mm.

Для прогрѣванія нефти, передъ входомъ ея въ нефтепроводную трубку къ форсункѣ, служитъ особый небольшой цилиндрическій резервуаръ (діам. 340, высотой 520 mm), приклепанный ко дну бака и помѣщающійся въ пространствѣ между параллельными сторонами подковообразнаго водяного бака. Отверстіе въ днѣ нефтяного бака, къ которому приставленъ цилиндрическій резервуаръ (черт. 134), покрыто желѣзною сѣткой (*C*), задерживающей крупныя, плавающія въ нефтяныхъ остаткахъ, тѣла. Противъ этой сѣтки въ верхнемъ днищѣ бака имѣется люковое отверстіе (*B*), закрывающееся крышкой, черезъ которое эта плоская сѣтка можетъ быть вынимаема. Внутри цилиндрическаго резервуара помѣщается прогрѣвательный змѣевикъ изъ трубы красной мѣди (*g*) діам. 16 до 19 mm; діаметръ змѣевика снаружи 175, число оборотовъ 14. Нижній конецъ змѣеобразной трубки прикрѣпляется изнутри съ помощью фланца къ (отъемной) крышкѣ цилиндрическаго резервуара, а на другомъ концѣ оканчивается спускнымъ краномъ (*a*) для воды. Паръ для прогрѣванія нефти проходитъ по особой трубкѣ (*d*) въ той же крышкѣ цилиндрическаго резервуара, гдѣ, поднимаясь по вертикальной трубкѣ, соединяется съ верхнимъ оборотомъ змѣевика. Вовнутрь змѣевика входитъ воронка (*D*), по

НТБ ДНУЖТ

которой течетъ холодная нефть изъ бака; нефть эта, попадая въ пространство между воронкой и стѣнками цилиндрическаго резервуара, нагрѣвается оборотами змѣевика и въ верхней части резервуара выходитъ нагрѣтою черезъ особый очистительный кранъ (*E*) (съ сѣткой) въ нефтепроводную

Черт. 134.



трубу (*c*) къ форсункѣ. Второй краникъ (*b*) въ крышкѣ цилиндрическаго резервуара служитъ для спуска находящейся въ нефти воды. Нефтяной бакъ снабженъ еще наливнымъ отверстіемъ (*A*), а на стѣнкѣ, обращенной къ машинисту,—указательнымъ стекломъ со шкалой, указывающей кубическіе футы.

Тендерный нефтяной бакъ вышеуказаннаго типа для Н. Т. имѣетъ размѣры: ширина внутри 1830, длина 3200, высота 1130, толщ. стѣнокъ 4, дна 5; діам. горловины 324. Нагрѣвательный цилиндръ діам. 330, длина 540, стѣнки и дно 4. Змѣевикъ діам. 200 изъ трубъ $^3/_4''$, оборотовъ 10.

Н. Т. У. на изготовленіе и поставку паровозовъ и тендеровъ.

§ 1. **Общія условія.** Матеріалы, употребляемые на изготовленіе паровозовъ и тендеровъ, должны по качеству соотвѣтствовать назначенію частей, для которыхъ они будутъ употреблены, и не имѣть пороковъ, вліяющихъ на ихъ прочность и долговѣчность службы.

Всѣ матеріалы могутъ быть подвергнуты испытаніямъ, причемъ количество испытаній во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда оно не оговорено настоящими техническими условіями, предоставляется усмотрѣнію пріемщика, но, однакоже, оно не должно превосходить 2% отъ предъявленнаго къ пріемкѣ количества.

Примѣчаніе. Если 2% отъ количества испытуемыхъ частей составляетъ менѣе единицы, то пріемщику предоставляется испытать одну часть.

Матеріалы, идущіе на изготовленіе частей, неотвѣтственныхъ въ смыслѣ прочности, по незначительности дѣйствующихъ на нихъ силъ (какъ, напр., желѣзо для обшивки, площадокъ, тендерныхъ баковъ и т. п.), не подлежатъ испытанію на разрывъ.

Запасныя части паровозовъ и тендеровъ должны быть настолько точно исполнены, чтобы онѣ могли быть употребляемы для всѣхъ паровозовъ одной серіи безъ особой пригонки, кромѣ пришабриванія и притирки.

НТБ ДНУЖТ

Всѣ части движущаго и парораспредѣлительнаго механизмовъ, не подлежащія окраскѣ, а также всѣ рукоятки приводовъ и всѣ части арматуры, отдѣланныя на станкахъ, должны быть отшлифованы; однако, всѣ эти части могутъ ставиться и безъ дальнѣйшей отдѣлки, если онѣ чисто обработаны.

Остальныя части должны быть отдѣланы правильно и возможно чисто.

Всѣ гайки и головки болтовъ движущаго и парораспредѣлительнаго механизмовъ, цилиндровыхъ и золотниковыхъ крышекъ, а также гайки арматуры должны быть обработаны на станкахъ въ калибръ. Всѣ остальныя гайки или головки болтовъ могутъ быть оставлены и черными, если онѣ изготовлены способомъ штампованія съ точностью до 0,5 mm въ болтахъ до 1 дюйма діаметромъ и до 1 mm въ болтахъ большихъ размѣровъ, причемъ отступленія въ размѣрахъ допускаются лишь въ меньшую сторону; гайки, подлежащія частому обвинчиванію, должны быть цементованы и закалены. Гайки и болты должны быть по шкалѣ Витворта.

Размѣтка, обработка на станкахъ, точная пригонка и установка всѣхъ частей паровоза и тендера должны исполняться по шаблонамъ, калибрамъ, мѣркамъ, крючкамъ и провѣрочнымъ приборамъ.

1. *) Для частей, изготовляемыхъ прокаткою, отступленія должны находиться въ предѣлахъ, указанныхъ въ техническихъ условіяхъ на сортовое и листовое желѣзо.

2. Для частей, изготовляемыхъ откovкою и отливкою, должны:

а) въ смыслѣ уменьшенія размѣровъ не превосходить 10% площади обозначеннаго на чертежѣ поперечнаго сѣченія и

б) въ смыслѣ увеличенія размѣровъ—не затруднять постановку и сборку другихъ частей, составляющихъ принадлежность той же единицы подвижного состава, не вліять на правильность работы во время службы подвижного состава и не увеличивать проектной нагрузки на ось болѣе допускаемой нормы.

3. Размѣры частей, обработанныхъ на станкахъ и не подлежащихъ отдѣлкѣ въ калибръ, могутъ отступать отъ чертежа до 1 mm какъ въ сторону уменьшенія, такъ и въ сторону увеличенія ихъ, а размѣры частей, отдѣлываемыхъ въ калибръ, должны изготовляться точно по чертежу и принимаются по калибру.

Указанія относительно допускаемыхъ отступленій не касаются частей:

а) точность изготовленія коихъ оговорена особо въ соотвѣтствующихъ **Т. У.**;

б) кои изготовляются по шаблонамъ и калибрамъ;

в) кои входятъ въ число составныхъ частей тяговыхъ и сцѣпныхъ приборовъ.

Въ отдѣльныхъ случахъ пріемщикъ можетъ допустить отступленія отъ калибра, не вредящія правильной сборкѣ и работѣ паровоза; при этомъ, однакоже, отступленія эти не должны нарушать плотности соединенія частей, пригоняющихся шабровкой, притиркой или инымъ способомъ (напр., поверхности соприкасанія золотника и лица, поверхности въ соединеніяхъ трубъ и т. п.).

Допускаемыя выше отступленія въ размѣрахъ отдѣльныхъ частей не должны вліять на правильность работы паровоза и тендера.

На всѣхъ отъемныхъ частяхъ каждаго паровоза и тендера долженъ быть выбитъ заводскій нумеръ паровоза.

Примѣчаніе. Ежели на чертежахъ паровоза и тендера будетъ обозначена нормальная нумерація отдѣльныхъ частей ихъ, то таковая должна быть выбита на соотвѣтственныхъ частяхъ.

§ 2. **Чертежи.** Паровозы и тендеры изготовляются по выданнымъ заводу чертежамъ. Чертежи должны быть провѣрены заводомъ до приступа къ работамъ. Независимо отъ сего, въ случаѣ обнаруженія во время работъ какихъ-либо несогласованій или неясностей въ чертежахъ, таковыя должны быть устранены по взаимному соглашенію завода и лица, на то уполномоченнаго заказчикомъ; если же такового нѣтъ, то по соглашенію завода съ пріемщикомъ.

---

*) Измѣнено согл. **П. М. П. С.** 10 авг. 1902, за № 113.

НТБ ДНУЖТ

§ 3. Характеристика паровоза и тендера.

а) **Котелъ.** Внутренній наименьшій діаметръ котла. Наружный діаметръ дымогарныхъ трубокъ. Число дымогарныхъ трубокъ. Поверхн. нагрѣва (наруж.) дымог. трубокъ. Поверхн. нагрѣва (внутренняя) топки. Поверхн. нагрѣва полная. Площадь рѣшетки. Отопленіе. Давленіе пара по манометру. База паровоза. Нагрузка на ось. Число тормозныхъ осей. Процентъ торможенія.

б) **Паровая машина.** Діаметръ цилиндра высокаго давленія. Діаметръ цилиндра низкаго давленія. Ходъ поршня.

в) **Ходовая часть.** Діаметръ ведущей оси. Число спаренныхъ осей. Діаметръ бѣгунка. Число бѣгунковъ.

г) **Тендеръ.** Діаметръ колеса. Число осей. Нагрузка на ось. Объемъ водяного бака. Торможеніе: система, процентъ.

д) **Вѣсъ.** Паровоза: въ порожнемъ состояніи, въ рабочемъ состояніи. Тендера: въ порожнемъ состояніи, въ рабочемъ состояніи.

§ 4. Котелъ. Котелъ долженъ быть склепанъ изъ листовъ сварочнаго или литого желѣза. Листы по наружному виду не должны имѣть недостатковъ, вредныхъ для котла.

Въ толщинѣ листовъ допускаются отступленія: въ меньшую сторону 0.5 mm и въ большую $1^1/_2$ mm, что, однако, не должно увеличивать общаго вѣса паровоза и проектной нагрузки на ось болѣе допускаемыхъ.

Примѣчаніе 1. При заказѣ отдѣльныхъ листовъ котельнаго желѣза допуски противъ указанныхъ на чертежахъ или въ нарядѣ размѣровъ могутъ быть въ длинѣ 12 mm, а ширина 6 mm. Листы сварочнаго желѣза должны выдерживать не менѣе 34 kg/qmm вдоль и 30 kg/qmm поперекъ прокатки съ удлиненіемъ не менѣе 15% вдоль и 8% поперекъ волоконъ. Испытаніе нормальнаго образца, шириною около 30 mm и толщиною, равною толщинѣ испытуемаго листа, производится согласно установленной на сей предметъ инструкціи.

Примѣчаніе 2. Для листовъ, прокатываемыхъ въ обоихъ направленіяхъ, какъ-то: передней рѣшетки, лобового, ухватнаго и верхняго листовъ, наружной топки и днища колпака, нормы эти берутся какъ среднія изъ результатовъ двухъ испытаній, взятыхъ въ двухъ направленіяхъ, составляющихъ прямой уголъ, причемъ онѣ должны быть не ниже 32 kg/qmm и 12% удлиненія.

Испытанію подвергаются 5% листовъ по выбору пріемщика, причемъ образцы берутся изъ излишковъ длины и ширины листовъ или изъ вырѣзовъ ихъ, когда таковые полагаются на чертежахъ. При неудовлетворительныхъ результатахъ испытаній число ихъ удваивается, а ежели и въ повторенныхъ испытаніяхъ окажется хотя бы одно, по результатамъ, неудовлетворительное, то испытанію подвергается каждый листъ отдѣльно. Листы, давшіе неудовлетворительное переиспытаніе, бракуются.

Листы литого желѣза. Химическій анализъ на фосфоръ, сѣру и углеродъ дѣлается при одинаковыхъ чугунахъ отъ каждой десятой плавки, а при разныхъ чугунахъ—отъ каждой пятой плавки. Содержаніе фосфора не должно быть болѣе 0,05%. Химическій анализъ имѣетъ только факультативное значеніе, не долженъ вписываться въ акты и не можетъ служить причиной браковки листовъ и задержкой въ пріемкѣ ихъ.

Результаты произведенныхъ заводомъ химическихъ анализовъ представляются пріемщикомъ въ Главную Заводскую Инспекцію.

Всѣ листы литого желѣза испытываются на изгибъ въ холодномъ и горячемъ состояніи и разрывъ, причемъ пробные бруски берутся изъ оставленныхъ при нихъ припусковъ или вырѣзовъ, если таковые полагаются по чертежамъ.

Примѣчаніе. Нѣсколько листовъ, вырѣзанныхъ изъ одного прокатаннаго листа, при испытаніи принимаются за одинъ.

Проба на изгибъ Кромки полосъ, предназначенныхъ на изгибъ, должны быть отдѣланы на станкахъ, и ребра ихъ могутъ быть скруглены.

1. При испытаніи на изгибъ въ холодномъ состояніи пробная полоса, подвергнутая сгибанію для листовъ толщиною до 20 mm — вплотную и для болѣе толстыхъ листовъ — на 180° около стержня равной имъ толщины, не должна давать на наружной поверхности сгиба трещинъ и разрывовъ.

2. При испытаніи на изгибъ въ горячемъ состояніи пробная полоса, нагрѣтая до темно-краснаго каленія и подвергнутая сгибанію до сдваиванія, не должна давать трещинъ на наружной поверхности сгиба.

НТБ ДНУЖТ

Пробамъ на изгибъ могутъ подвергаться полосы, нагрѣтыя до темно-краснаго каленія и охлажденныя въ водѣ.

Проба на разрывъ. При испытаніи на разрывъ литое котельное желѣзо должно давать: для листовъ толщиною до 20 mm отъ 33 до 40 kg/qmm, при наименьшемъ удлиненіи 25%, а сумма цифръ сопротивленія и двойного удлиненія должна быть не менѣе 90; и для листовъ толщиною болѣе 20 mm (верхушечный, рѣшетка и крышка парового колпака) сопротивленіе должно быть отъ 30 до 40 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи 25%, причемъ сумма цифръ сопротивленія и двойного удлиненія должна быть не менѣе 90.

При сопротивленіи на разрывъ болѣе 40 kg/qmm удлиненіе должно увеличиваться не менѣе 2% на каждый kg сопротивленія сверхъ минимальныхъ 25% удлиненія.

Указанныя нормы сопротивленій и удлиненій относятся согласно инструкціи къ образцамъ нормальнаго типа, шириною около 30 mm и толщиною, равною толщинѣ испытуемаго листа. Если при испытаніи два образца дали неудовлетворительные результаты, то листъ бракуется; если же только одинъ образецъ, то листъ подвергается переиспытанію того же рода, какому первоначально онъ не удовлетворилъ. Листъ, не выдержавшій переиспытанія, бракуется.

Примѣчаніе. Вырѣзанные для испытаній кривые бруски могутъ выпрямляться подъ молотомъ при темно-красномъ нагрѣвѣ.

Желѣзо накладокъ по качеству должно быть не ниже желѣза листовъ, соединяемыхъ этими накладками. Отверстія для заклепокъ должны быть совершенно точныя, для чего передъ клепкой они должны быть пройдены развертками или же образованы сверленіемъ черезъ собранные вмѣстѣ листы; подъ головками заклепокъ должны быть образованы конусные буртики, соотвѣтственно которымъ должны быть разенкованы съ обѣихъ сторонъ заклепочныя дыры. Передъ клепкой листы должны быть пригнаны настолько тщательно, чтобы по окончаніи клепки кромки верхнихъ листовъ прилегали къ нижнимъ плотно, безъ зазоровъ. Тѣло заклепки должно вполнѣ выполнять дыру, назначенную для заклепки.

Для склепки котловъ могутъ употребляться **заклепки** изъ сварочнаго или литого желѣза. Сварочное желѣзо для заклепокъ должно имѣть сопротивленіе на разрывъ не менѣе 36 kg/qmm, при удлиненіи не менѣе 20%. Литое желѣзо должно выдерживать отъ 36 до 40 kg/qmm, при наименьшемъ удлиненіи 25%, причемъ сумма цифръ сопротивленія и двойного удлиненія должна быть не менѣе 90; при сопротивленіи на разрывъ болѣе 40 kg/qmm удлиненіе должно увеличиваться не менѣе 2½% на каждый kg сопротивленія, сверхъ минимальныхъ 25% удлиненія. Кромѣ того, стержень заклепочнаго желѣза испытывается на изгибъ въ холодномъ и горячемъ состояніи и, согнутый вплотную, не долженъ давать на наружной поверхности сгиба трещинъ. На головкахъ заклепокъ, образованныхъ въ горячемъ состояніи, трещинъ не допускается.

Кромки листовъ, для удобства чеканки, должны быть скошены и швы обчеканены внутри и снаружи.

Листы огневой коробки и матеріалъ топочныхъ связей, изготовляемыхъ изъ красной мѣди, должны удовлетворять **Н. Т. У.** стр. 827.

Связи должны быть просверлены или пробиты съ обоихъ концовъ на длину не менѣе 35 mm.

До расклепки головокъ связи должны быть туго завернуты, причемъ рѣзьба связей должна быть чистая, безъ заусеницъ, и строго соотвѣтствовать рѣзьбѣ отверстій.

Топочныя связи и анкерные болты могутъ быть желѣзные изъ сварочнаго или литого желѣза, выдерживающаго: отъ 32 до 40 kg/qmm сопротивленія, при удлиненіи не менѣе 20% для сварочнаго и 28% для литого желѣза; пробу на изгибъ вплотную и сплющиваніе на ½ первоначальнаго діаметра безъ поврежденій металла.

Кольцо топочнаго отверстія, нижняя топочная рама, крышки колпаковъ, сѣдалища люковъ, втулки поперечныхъ связей, анкерные болты, боковыя опоры топки, колосниковыя балки и т. п. части изготовляются изъ сварочнаго или литого желѣза или отливаются изъ стали; въ случаѣ изготовленія ихъ отливкой онѣ должны быть отожжены.

Заклепки для скрѣпленія рамы съ топочными листами должны быть точеныя, причемъ діаметръ ихъ въ холодномъ состояніи не долженъ отличаться отъ діаметра отверстія болѣе, чѣмъ на ½ mm.

НТБ ДНУЖТ

Паровозные котлы, предварительно расклепки концовъ вновь поставленныхъ распорныхъ болтовъ и потолочныхъ связей и до раздачи ихъ бородкомъ, подвергаются въ продолженіе не менѣе пяти минутъ гидравлическому испытанію холодной водой при манометрическомъ давленіи въ двѣ атмосферы; связи и распорные болты, проявившіе при семъ испытаніи течь въ видѣ капель, исправляются раздачей бородкомъ, связи же и распорные болты, проявившіе болѣе сильную течь, замѣняются новыми, и испытаніе повторяется.

Паровозные котлы, съ поставленною на нихъ арматурою и расклепанными головками связей и распорныхъ болтовъ, подвергаются вновь гидравлическому испытанію холодною водою при манометрическомъ давленіи, равномъ:

а) удвоенному манометрическому давленію испытуемаго котла, таковое не болѣе 5 атмосферъ, и

б) манометрическому давленію испытуемаго котла, увеличенному 5 атмосферъ, если таковое болѣе 5 атмосферъ.

Указанное пробное давленіе, поддерживаемое отъ 5 до 10 минутъ, котелъ долженъ выдержать безъ остающихся измѣненій формы и не проявляя какихъ-либо другихъ неисправностей; появленіе мелкой пыли и слезинокъ у швовъ и заклепокъ, а также выпотинъ, не считается неисправностью.

Каждый котелъ, выдержавшій означенное испытаніе, долженъ быть заштемпелеванъ на видномъ мѣстѣ съ показаніемъ предѣльнаго манометрическаго давленія пара въ атмосферахъ, года, мѣсяца и дня испытанія, и имѣть надлежащее свидѣтельство испытанія котла пріемщикомъ.

§ 5. **Дымогарныя трубы.** Дымогарныя трубы должны удовлетворять установленнымъ на сей предметъ **Н. Т. У.**, стр. 835.

Укрѣпленіе трубъ въ обѣихъ рѣшеткахъ производится обжатіемъ вальцевымъ приборомъ.

§ 6. **Принадлежности котла и арматура.** Типъ дымовой трубы долженъ быть указанъ при выдачѣ заказа; заводу же предоставляется для пробныхъ поѣздокъ изготовить одну трубу по своему усмотрѣнію.

Одновременно съ выборомъ дымовой трубы должно быть указано, нужно ли изготовленіе искроудержательныхъ сѣтокъ въ поддувалѣ и дымовой коробкѣ.

Зольникъ, клапаны его, дверца дымовой коробки и топочная дверца должны быть возможно плотно пригнаны.

Всѣ фланцевыя соединенія, какъ-то: фланцы парового колпака, предохранительныхъ клапановъ, круглыхъ люковъ котла, соединенія паровыхъ трубъ, патрубковъ, инжекторовъ и т. п., должны быть сдѣланы на притиркѣ безъ всякихъ мягкихъ прокладокъ.

Паровыя трубы, послѣ напайки фланцевыхъ колецъ, должны подвергаться гидравлическому давленію: паропроводная на 20 at, ресиверная на 12 и паровыпускная на 8 at.

Предохранительные клапаны должны вывѣряться съ точностью до 5 (пяти) фунтовъ на манометрическое давленіе, равное рабочему давленію пара въ котлѣ, послѣ чего должны быть поставлены контрольныя шайбы и трубки съ назначенными на нихъ *mm* длинами.

Пружинные клапаны должны быть испытаны грузами (по требованію заказчика).

Всѣ соединенія арматуры съ котлами и частей ея между собою должны быть вполнѣ герметичны противу пара давленіемъ на одну at выше рабочаго; мягкія прокладки въ соединеніяхъ, образованныхъ рѣзьбою или притирочными кольцами, не допускаются.

Всѣ клапаны и краны, регуляторные золотники и т. п. должны плотно закрываться и не пропускать пара или воды. Манипуляція ими, равно какъ всѣми другими приводами конуса, сифона, водомѣрнаго стекла и т. д., должна производиться легко, съ малыми усиліями руки.

Инжекторы должны качать чисто, безъ утери воды, всѣ клапаны ихъ должны быть тщательно притерты.

Всѣ арматурныя части въ мѣстахъ, не подлежащихъ окраскѣ, должны быть тщательно отдѣланы, грани гаекъ правильны. Всѣ отливки для арматуры должны быть вполнѣ плотны, безъ поръ и свищей.

Всѣ ребра и углы какъ арматурныхъ частей, такъ равно и частей приводовъ должны быть настолько сглажены, чтобы не производить царапинъ на рукахъ.

НТБ ДНУЖТ

Манометръ долженъ быть системы по требованію заказчика; противъ цифры рабочаго давленія пара должна быть поставлена красная черта; нуль шкалы манометра долженъ соотвѣтствовать одной абсолютной at.

Водомѣрное стекло должно быть снабжено футляромъ системы Горделичка или подобнымъ ему устройствомъ, защищающимъ паровозную прислугу отъ пораненія осколками стекла, а также приспособленіемъ для одновременнаго закрытія крановъ и водомѣрнаго стекла на разстояніи, если не примѣнена къ нимъ клапанная система.

Конусъ и сифонная трубка должны быть тщательно вывѣрены при постановкѣ.

Желѣзная обшивка котла и топки должна имѣть возможно правильную форму, а стыки ея тщательно пригнаны. Котелъ предварительно обшивается (по требованію заказчика).

Всѣ шпильки, поставленныя въ стѣнки котла или топки, должны завертываться безъ сурика или бѣлилъ, имѣть хорошую рѣзьбу и въ соединеніяхъ быть совершенно непроницаемыми для пара и воды, при наибольшихъ допущенныхъ для котла пробныхъ давленіяхъ. Чеканка около соединеній ихъ до окончательной пріемки котла воспрещается.

Бронза арматурныхъ частей, кромѣ конусныхъ пробокъ и вентильныхъ клапановъ, подлежащихъ притиркѣ, должна быть состава: мѣди 88 ч., олова 12 ч. или другого соотвѣтствующаго по качеству сплава.

Конусныя пробки и клапаны вентилей должны отливаться изъ сплава нѣсколько мягче противу означеннаго, такъ, чтобы притирка болѣе дѣйствовала на нихъ, нежели на стаканы и сѣдалища клапановъ.

§ 7. **Цилиндры и механизмъ.** Паровозные и паровые цилиндры должны быть изготовлены изъ чугуна двойной плавки, причемъ допускается прибавленіе лома. Изломъ въ отливкѣ долженъ имѣть однородное и мелкозернистое строеніе, безъ раковинъ и пузырей. Не допускаются въ отливкѣ недостатки, вліяющіе на прочность цилиндровъ и исправность службы ихъ, и только небольшія раковины могутъ быть задѣланы съ разрѣшенія пріемщика. Каждый отлитый цилиндръ долженъ имѣть особые приливы, достаточные для изготовленія четырехъ или шести пробныхъ брусковъ.

Указанные бруски подлежатъ испытанію:

а) пробою на ударъ, для чего берется одинъ брусокъ въ неотдѣланномъ видѣ, который долженъ имѣть размѣры 40 mm × 40 mm × 200 mm. Пробный брусокъ кладется на два ножа, укрѣпленные къ металлическому массиву, вѣсомъ не менѣе $^3/_4$ тонны, на разстояніи 160 mm. При этомъ испытуемый брусокъ долженъ выдержать, безъ излома, ударъ бабою вѣсомъ 12 kg, падающей съ высоты 300 mm;

б) пробою на разрывъ, для чего берется одинъ брусокъ, который долженъ быть обточенъ и имѣть 100 mm длины и 15,95 mm въ діаметрѣ (площадь 200 qmm). Разрывной грузъ, отнесенный къ начальной площади сѣченія долженъ быть не менѣе 14 kg/qmm.

Если первый пробный брусокъ не выдержитъ испытанія, то оно повторяется со вторымъ пробнымъ брускомъ. Если и второй пробный брусокъ не выдержитъ испытанія, то испытанію подвергается третій брусокъ. Если и третій брусокъ не выдержитъ испытанія, то подлежащій цилиндръ бракуется.

Всѣ готовые цилиндры, а равно доставленные съ завода вчернѣ — по окончаніи ихъ обработки въ мастерскихъ дороги, подвергаются въ собранномъ съ крышками видѣ испытанію гидравлическимъ прессомъ на давленіе пятью атмосферами выше рабочаго давленія пара въ паровозномъ котлѣ; цилиндры низкаго давленія системы «Компаундъ» или «Вульфъ» испытываются давленіемъ, равнымъ рабочему давленію пара въ котлѣ.

Всѣ части цилиндровъ должны быть отдѣланы по шаблонамъ и калибрамъ. Цилиндровыя и золотниковыя крышки должны быть притерты и поставлены безъ всякихъ прокладокъ, за исключеніемъ переднихъ золотниковыхъ крышекъ, постановка которыхъ допускается на топкихъ (около 1 mm) асбестовыхъ прокладкахъ. Золотники, изготовляемые изъ фосфористой бронзы, должны соотвѣтствовать шаблонамъ.

Поршни должны быть желѣзные штампованные или литые.

Кольца поршней должны быть изготовлены изъ мягкаго чугуна.

Поршневыя скалки должны быть кованыя изъ стали съ сопротивленіемъ не менѣе 55 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 18%.

НТБ ДНУЖТ

Параллели должны быть кованыя или литыя изъ стали съ сопротивленіемъ не менѣе 60 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 10%. На концахъ параллелей должны быть поставлены риски, соотвѣтствующія крайнимъ положеніямъ поршня.

Крейцкопфъ — желѣзный штампованный или литой стали. Вкладыши крейцкопфа изъ бронзы: 82 ч. красной мѣди, 10 ч. олова и 8 ч. цинка, или другого соотвѣтствующаго по качествамъ сплава.

Продувательные краны цилиндровъ не должны пропускать пара въ закрытомъ состояніи; приводъ ихъ долженъ дѣйствовать свободно съ малымъ усиліемъ на рукоятку.

Цилиндровыя и золотниковыя масленки должны дѣйствовать вполнѣ исправно, не пропуская пара въ соединеніяхъ и клапанахъ.

Цилиндры должны быть обложены деревомъ и обшиты желѣзомъ.

Дышла (шатуны) изготовляются изъ кованой стали, выдерживающей на разрывъ не менѣе 48 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 20%.

Подшипники дышловые дѣлаются изъ бронзы состава: 82 ч. красной мѣди, 16 ч. олова и 2 ч. цинка, или другого соотвѣтствующаго по качествамъ сплава. Дышловыя пряжки, камни крейцкопфныхъ подшипниковъ, крейцкопфные клинья, сцѣпные валки, ихъ кольца и головки нажимныхъ болтовъ должны быть цементованы и закалены.

Всѣ тяги парораспредѣленія и золотниковыя рамы съ тягами изготовляются изъ хорошаго сварочнаго желѣза или мягкой стали; кулиссы и ихъ валъ — стальные литые или кованые.

Примѣчаніе 1. При парораспредѣленіи Джоя кулиссные камни и всѣ кольца парораспредѣлительнаго механизма должны быть изъ твердой фосфористой бронзы, кромѣ колецъ золотниковыхъ тягъ, которыя дѣлаются изъ мягкой стали, цементованной и закаленной. Кулиссы, кулиссные валики и кулачки золотниковой тяги должны быть цементованы и закалены.

Примѣчаніе 2. Во всѣхъ случаяхъ, когда по настоящимъ условіямъ или по чертежамъ требуется цементація или закалка, части, подвергнутыя калкѣ, должны быть настолько тверды, чтобы шлифная пила не оставляла на нихъ царапинъ.

Всѣ части движущаго и парораспредѣлительнаго механизма должны изготовляться съ особой тщательностью по калибрамъ и шаблонамъ.

Золотники должны быть тщательно вывѣрены, послѣ чего на золотниковой тягѣ и скалкѣ должны быть поставлены провѣрочные кернера на разстояніи 300 mm одинъ отъ другого.

§ 8. **Паровозная рама.** Продольныя рамы должны быть изъ сварочнаго или литого желѣза, безъ наружныхъ пороковъ, вредящихъ ихъ прочности, причемъ допускается отступленіе противъ указанной на чертежѣ толщины ихъ до 1,5 mm въ большую и 1 mm въ меньшую сторону.

Предъявляемые къ сдачѣ листы для паровозныхъ рамъ раздѣляются на партіи по 10 штукъ въ каждой; остатокъ отъ дѣленія предъявленнаго количества листовъ на 10 составляетъ особую партію.

Изъ каждой такой партіи берется одинъ образецъ на разрывъ и отъ каждаго изъ 10-ти листовъ по одному образцу на изгибъ.

Если при испытаніи на разрывъ получится неудовлетворительный результатъ, то этотъ листъ бракуется и переиспытанію этого рода подвергаются остальные 9 листовъ данной партіи; въ случаѣ неудовлетворительнаго результата переиспытанія, листъ, не выдержавшій такового, бракуется. Если же проба на изгибъ дастъ неудовлетворительный результатъ, то данный листъ переиспытывается, для чего берется на изгибъ двѣ пробы отъ кусковъ, выдолбленныхъ при отдѣлкѣ рамъ, и если хоть одна изъ этихъ пробъ не выдержитъ испытанія, — листъ бракуется.

Пробные нормальные образцы, прямоугольные, шириною, равною толщинѣ рамы, и толщиною около 10 mm, или круглые, діаметромъ около 15 mm, должны при **испытаніи на разрывъ** давать для сварочнаго желѣза 32/kg вдоль и 30 kg/qmm поперекъ прокатки при удлиненіи не менѣе 8%; и для литого желѣза: отъ 32 до 42 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 20%; причемъ сумма цифръ сопротивленія и двойного удлиненія должна быть не менѣе 80, и, кромѣ того, пробная полоса съ отдѣланными кромками должна въ холодномъ состояніи изгибаться на 180° около стержня, діаметромъ, равнымъ ея толщинѣ, безъ трещинъ.

НТБ ДНУЖТ

Испытанію на разрывъ подвергается одна изъ 5 предъявленныхъ къ пріемкѣ рамъ; если хотя одно испытаніе даетъ неудовлетворительные результаты, то переиспытанію подвергаются всѣ предъявленныя рамы.

Испытанію на изгибъ подвергаются всѣ рамы, причемъ пробныя полосы могутъ быть взяты изъ припусковъ или кусковъ, выдолбленныхъ при отдѣлкѣ рамъ.

Поперечныя и иныя (кромѣ продольныхъ) крѣпленія рамъ изготовляются изъ литого и сварочнаго желѣза или литыя изъ стали.

Продольныя рамы должны изготовляться по шаблонамъ, причемъ верхняя кромка рамъ должна быть отдѣлана подъ линейку. Во всѣхъ поперечныхъ скрѣпленіяхъ кромки угольниковъ, прилегающія къ продольнымъ рамамъ, должны быть отдѣланы на станкахъ съ соблюденіемъ возможно точнаго разстоянія между рамами. Всѣ дыры въ соединеніяхъ, какъ для болтовъ, такъ и для заклепокъ, должны быть точны, пройденныя развертками, причемъ болты должны входить съ молотка и заклепки должны быть плотно высажены въ дырахъ.

Всѣ части **тягового прибора и запасныя цѣпи** должны быть изъ сварочнаго желѣза 1-го сорта или литого желѣза. дающаго при разрывѣ отъ 36 до 42 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи 25%, причемъ сумма цифръ сопротивленія и двойного удлиненія должна быть не менѣе 90; кромѣ того, литое желѣзо должно хорошо свариваться и не давать закалки. Собранный тяговой приборъ подвергается испытанію на растяженіе усиліемъ 12300 kg (750 пудовъ), причемъ онъ не долженъ обнаруживать остающагося измѣненія въ своихъ частяхъ.

§ 9. **Бандажи, оси, колеса и скаты** должны удовлетворять **Н. Т. У.** (стр. 780, 796, 799).

Подвѣсныя рессоры должны быть изготовлены изъ литой стали согласно съ чертежами, причемъ допускаются слѣдующія отступленія: а) въ длинѣ хорды рессоры (разстояніе между центрами ушковъ) не болѣе 0,5%, и б) въ высотѣ фабричной стрѣлы рессоры не болѣе 6 mm. Передъ сборкою вогнутыя поверхности рессоръ смазываются смѣсью сала съ масломъ и графитомъ. Всѣ рессоры подвергаются слѣдующимъ испытаніямъ на изгибъ: а) рессора съ заранѣе измѣренною стрѣлкою подвергается дѣйствію груза, вызывающаго напряженіе въ листахъ около 100 kg/qmm; измѣренный по снятіи сей нагрузки остающійся прогибъ не долженъ быть болѣе 3% отъ величины прогиба рессоры подъ пробнымъ грузомъ, и б) рессора, дважды нагруженная послѣ перваго испытанія тѣмъ же грузомъ, не должна давать остающагося прогиба болѣе $^1/_2$ mm. Рессорная сталь см. стр. 802.

Хомуты кованые желѣзные или стальные литые должны быть натянуты настолько прочно, чтобы при ударахъ молотка вѣсомъ около 4 фунтовъ не замѣчалось сдвига ихъ по листамъ. На верхнемъ листѣ рессоры должна быть выбита заводская марка.

Подвѣсные рессорные стержни изготовляются
рочнаго или литого желѣза.

Упорные рессорные стержни и скобы ихъ, изготовляемые изъ желѣза или стали, должны быть цементованы и закалены.

Буксы должны быть желѣзныя кованыя или стальныя литыя.

Буксовыя челюсти дѣлаются изъ твердой стали. Буксовые клинья, изготовляемые изъ литого желѣза или стали, должны быть цементованы и закалены.

Буксовые подшипники отливаются изъ бронзы состава: 82 ч. красной мѣди, 10 ч. олова, 8 ч. цинка. или изъ другого соотвѣтствующаго по качествамъ сплава. На внутренней поверхности подшипники имѣютъ углубленія. заливаемыя баббитомъ.

§ 10. **Будка.** Будка. изготовленная изъ листового желѣза, должна быть собрана изъ листовъ, хорошо выправленныхъ.

Площадка, изготовляемая изъ листовъ рифленаго желѣза, должна быть хорошо выправлена.

Перила должны имѣть точеныя или чисто откованныя колонки; прутья перилъ, равно какъ и штанги котла должны имѣть гладкую поверхность, хотя и могутъ ставиться безъ отдѣлки на станкахъ.

Перила и штанги котла должны быть крашеныя.

НТБ ДНУЖТ

На паровомъ колпакѣ и тендерѣ каждаго паровоза должны быть съ обѣихъ сторонъ поставлены нумерныя доски съ обозначеніемъ фирмы завода, заводскаго нумера и года постройки.

§ 11. **Тендеръ.** Тендеръ изготовляется по утвержденнымъ чертежамъ.

Качество матеріаловъ и сборка рамъ должны отвѣчать условіямъ, поставленнымъ для рамъ паровозовъ.

Колеса, оси, бандажи должны удовлетворять **Н. Т. У.**, стр. 780, 796, 799.

Рессоры должны удовлетворять тѣмъ же условіямъ, какъ и рессоры для паровозовъ (см. выше § 9 и стр. 868).

Закалка частей должна быть произведена въ тѣхъ случаяхъ, которые предусмотрѣны на утвержденныхъ чертежахъ.

Буксы и ихъ направляющія должны быть чугунныя или стальныя.

Подшипники буксовые — бронзовые состава: 82 ч. мѣди красной, 10 ч. олова и 8 ч. цинка, или другого соотвѣтствующаго по качеству сплава.

На внутренней поверхности подшипники имѣютъ углубленія, заливаемыя баббитомъ. Передъ заливкой баббита боковыя грани углубленія должны быть подчищены зубиломъ или другимъ способомъ, дабы предупредить образованіе по краямъ заливокъ прошлаковокъ.

Примѣчаніе. Замѣчанія относительно заливокъ баббита должны примѣняться и къ изготовленію подшипниковъ паровоза.

Всѣ части тормазного прибора должны быть тщательно урегулированы и настолько хорошо собраны, чтобы при оттормаживаніи всѣ колодки свободно отходили отъ колесъ.

Водяной бакъ изготовляется изъ литого или сварочнаго желѣза.

Въ мѣстахъ опоры бака на рамы должны быть проложены просмоленныя дубовыя прокладки, стыки внутренней деревянной обшивки бака проконопачены и просмолены.

§ 12. **Окраска.** Наружная и внутренняя поверхность котла, внутренняя поверхность тендернаго бака, обшивка котла должны быть покрыты сурикомъ: котелъ за три раза, тендерный бакъ и обшивка за два раза. Всѣ видныя исполированныя части паровоза и тендера, а также рамы и колеса должны быть окрашены въ указанный заблаговременно цвѣтъ. Окраска должна быть произведена на хорошей загрунтовкѣ за три раза и покрыта лакомъ за два раза.

§ 13. **Инструменты.** Заводъ обязуется поставить съ каждымъ паровозомъ надлежащіе инструменты и принадлежности согласно особой вѣдомости.

§ 14. **Матеріалы.** Пріемщикъ имѣетъ право потребовать отъ завода предъявленія документовъ пріобрѣтенія всѣхъ матеріаловъ, входящихъ въ постройку паровозовъ и тендеровъ.

§ 15. **Модели** всѣхъ чугунныхъ, бронзовыхъ и мелкихъ стальныхъ отливовъ паровозныхъ и тендерныхъ частей, за исключеніемъ патентованныхъ, а главнымъ образомъ, и чертежи всѣхъ частей должны быть доставляемы безплатно въ количествѣ комплектовъ, опредѣленномъ въ договорѣ.

§ 16. **Испытаніе паровозовъ.** Для выясненія доброкачественности сборки всѣ паровозы, до обшивки и окраски ихъ, должны быть подвергнуты провѣрочному испытанію съ очереднымъ поѣздомъ между ближайшими къ заводу станціями на пути протяженіемъ не менѣе 10 верстъ.

Кромѣ означенныхъ провѣрочныхъ испытаній, производимыхъ на путяхъ дороги, прилегающей къ заводу, каждый паровозъ подвергается окончательному испытанію, смотря по условіямъ договора, на дорогѣ, на которую паровозъ сей будетъ назначенъ, или на ближайшей къ заводу дорогѣ. Испытанія эти производятся на пути протяженіемъ не менѣе 50 верстъ въ присутствіи пріемщиковъ и уполномоченнаго завода, и о нихъ составляются надлежащіе акты.

При окончательныхъ испытаніяхъ паровозы должны удовлетворять условіямъ, соотвѣтствующимъ типу ихъ.

Пріемщику предоставляется право уменьшать составы пробныхъ поѣздовъ.

Пріемщику предоставляется право производить испытаніе доброкачественности сборки паровоза ѣздою между ближайшими къ заводу станціями,

НТБ ДНУЖТ

на разстояніи и менѣе 10 верстъ, но, однако, лишь въ томъ случаѣ, если этотъ перегонъ, по своему профилю, представляется наиболѣе труднымъ и вполнѣ достаточнымъ для обнаруженія недостатковъ въ сборкѣ паровоза.

Дополнительныя условія къ Н. Т. У. на изготовленіе и поставку паровозовъ и тендеровъ П. М. П. С. 18 сент. 1903, № 120.

§ 1. Настоящія техническія условія примѣняются при пріемкѣ листового, сортового, фасоннаго и заклепочнаго желѣза, идущаго на изготовленіе тѣхъ частей паровозовъ и тендеровъ, для коихъ качество желѣза не было обусловлено Н. Т. У. на изготовленіе и поставку паровозовъ, а равно при пріемкѣ тендерныхъ швеллеровъ и балочныхъ скрѣпленій.

§ 2. На поверхности желѣза не должно обнаруживаться разслоеній, непроварокъ, трещинъ, пленъ и вообще недостатковъ, могущихъ вредить прочности желѣза. На ребрахъ граней желѣза не должно быть рванинъ. Плены неглубокія, не выходящія изъ предѣловъ допущенныхъ напусковъ въ размѣрахъ частей, не служатъ препятствіемъ къ пріемкѣ.

§ 3. Профиль сортового и фасоннаго желѣза должна соотвѣтствовать размѣрамъ, указаннымъ на чертежахъ, причемъ допускаемыя отступленія въ размѣрахъ этого желѣза, а равно листового и заклепочнаго, могутъ колебаться въ предѣлахъ, установленныхъ въ § 1 *а* Н. Т. У. на изготовленіе и поставку паровозовъ.

§ 4. Листовое, сортовое и фасонное желѣзо испытывается сгибаніемъ полосъ въ холодномъ состояніи на оправкѣ толщиной, равной двойной толщинѣ испытываемыхъ полосъ, ударами молотка, причемъ испытываемыя полосы не должны обнаруживать трещинъ.

§ 5. Заклепочное желѣзо должно подвергаться испытанію на изгибъ, а именно: образецъ желѣза долженъ согнуться вплотную на 180° въ холодномъ и горячемъ состояніи, не обнаруживая признаковъ разрушенія.

§ 6. Испытаніе на изгибъ производится въ количествѣ 1% отъ предъявленной къ испытанію партіи желѣза и, во всякомъ случаѣ, не менѣе 1 штуки, если въ партіи будетъ менѣе 100 шт. При полученіи неудовлетворительныхъ результатовъ, не выдержавшее испытанія желѣзо подвергается переиспытанію въ двойномъ количествѣ. При повторительномъ полученіи неудовлетворительныхъ результатовъ, соотвѣтствующая партія желѣза бракуется.

§ 7. Продольные главные швеллера тендеровъ должны выдерживать на разрывъ не менѣе 32 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 20%, причемъ сумма разрушающаго усилія и двойного удлиненія должна быть не менѣе 85; кромѣ того, пробная полоса съ отдѣланными кромками должна въ холодномъ состояніи изгибаться на 180° около стержня діаметромъ, равнымъ толщинѣ, не обнаруживая трещинъ.

Испытанію на разрывъ подвергается одинъ изъ пяти предъявленныхъ къ пріемкѣ продольныхъ главныхъ швеллеровъ; если хотя одно испытаніе дастъ неудовлетворительный результатъ, то переиспытанію подвергаются всѣ предъявленные швеллера. Испытанію на изгибъ подвергаются всѣ продольные главные швеллера.

§ 8. Всѣ прочія балочныя скрѣпленія тендерной рамы подвергаются испытанію только на изгибъ на оправкѣ толщиной равной двойной толщинѣ испытываемаго образца, причемъ образецъ не долженъ обнаруживать трещинъ.

Испытаніе на изгибъ производится къ количествѣ 1% изъ предъявленныхъ къ испытанію балочныхъ скрѣпленій. При полученіи неудовлетворительныхъ результатовъ невыдержавшія испытанія балочныя скрѣпленія подвергаются переиспытанію въ двойномъ количествѣ. При повторительномъ полученіи неудовлетворительныхъ результатовъ, соотвѣтственная партія балочныхъ скрѣпленій бракуется.

НТБ ДНУЖТ

B. Вагоны.

I. Общія данныя.

Данныя **Т. У. П.** и **С.** см. 88 и 89, стр. 617 и 618, а для подъѣздныхъ путей 37, стр. 632.

a. Размѣры и тара.

1. **Размѣры.** Наружные размѣры не должны выходить изъ габарита подвижного состава, см. стр. 646 и слѣд.

Внутренніе и наружные размѣры пассажирскихъ вагоновъ въ Россіи приведены въ табл. стр. 885. Размѣры кузова **Н. В.** см. стр. 893. На стр. 891 приведены новые типы вагоновъ.

2. **Тара вагоновъ.**

a. **Собственный вѣсъ (тара) пассажирскихъ тормозныхъ вагоновъ въ Россіи.**

Четырехосныхъ на двухъ телѣжкахъ	I и II кл.	при кузовѣ внутри 2960×2745 и общей длинѣ снаружи 17,00 m—2280 пуд.*).
	III класса	при кузовѣ внутри 2950×2815 и общей длинѣ снаружи 15,16 m—1640 пуд.**).
Трехосныхъ	I и II кл.	при кузовѣ внутри 2290×2170 и общей длинѣ снаружи 10,2 m—890 пуд.
	I и II кл.	при кузовѣ внутри 3022×2742 и общей длинѣ снаружи 12,3 m—1380 пуд.
	III класса	при кузовѣ внутри 3022×2742 и общей длинѣ снаружи 10,67 m—1050 пуд.
Двухосныхъ	III класса	при кузовѣ внутри 2743×2050 и общей длинѣ снаружи 8,04 m—610 пуд.

b. Крытый товарн. вагонъ нормальнаго типа (1892), подъемною силой 750 пуд. (тотъ же типъ и для 900 пуд., см. ниже, 3), вѣситъ:

безъ тормоза .	. 420 до 425 пуд.***)
съ тормозомъ	. 483 » 485 »

c. Платформа длиною 30′ казеннаго типа, подъемною силою 800 пудовъ, вѣситъ:

безъ тормоза .	387 до 390 пуд.***)
съ тормозомъ.	. 454 » 456 »

Тару вагоновъ см. также стр. 891.

---

*) Телѣжка 335 пудовъ.
**) » 250 »
***) Съ усиленною упряжью (1905).

НТБ ДНУЖТ

3. Временныя правила, которымъ должны удовлетворять вагоны и платформы нормальнаго типа, назначенные подъ нагрузку въ 900 пудовъ. Ц. У. 14 февр. 1905, № 6794 и 11 февр. 1909, № 3173.

§ 1. Всѣ нетормозные крытые товарные вагоны нормальнаго типа, какъ равно и нетормозныя платформы длиною 28 — 30 фут. съ ходовыми частями по нормальному типу, снабженныя шпренгелями, должны быть до назначенія ихъ для подъемной силы 900 пуд. подвергнуты осмотру для приведенія въ исполненіе требованій, изложенныхъ въ нижеслѣдующихъ пунктахъ.

§ 2. Діаметръ по оси посрединѣ долженъ быть не менѣе 136 mm, а въ поступичной части — не менѣе 145 mm. Перетертыя мѣста на оси не допускаются.

Діаметръ осевой шейки долженъ быть 105 mm при длинѣ шейки въ 170 mm, съ увеличеніемъ этой нормы на 1 mm на каждые 6 mm удлиненія шейки.

§ 3. Колесныя шины должны имѣть непрерывное скрѣпленіе съ ободомъ.

§ 4. Зазоръ между верхнею частью буксы и осью долженъ быть не менѣе 10 mm.

§ 5. Рессоры должны быть 11-листовыя (см. стр. 879) съ листами, не вышедшими изъ своихъ мѣстъ.

Примѣчаніе. Рессоры съ вышедшими изъ своихъ мѣстъ листами должны быть перебраны, рессорные листы очищены отъ ржавчины и смазаны, при сборкѣ рессоры должны быть поставлены скрѣпляющія листы шпильки діаметромъ не менѣе 6 mm.

§ 6. Рессорные (валики) должны имѣть размѣры по длинѣ 133 mm, а съ головкою 143 mm, діаметръ головки 46 mm. Шайба должна быть толщиной 4 mm. Рессорные болты должны быть снабжены разведенными шплинтами, толщиной не менѣе 6 mm.

§ 7. Рессорныя серьги должны быть нормальнаго типа. Износъ дыръ въ серьгахъ не долженъ превосходить 2 mm по діаметру.

§ 8. Рессоры валика и серьги изготовляются изъ стали одинаковаго качества съ осевой.

b. Цѣны вагоновъ и скатовъ.

По Ц. У. 8 окт. 1903, № 44268, установлены на 1903—1905 г. слѣдующія цѣны за колесныя пары, нормальные крытые товарные вагоны и платформы:

крытый товарный вагонъ съ тормозомъ	1335 руб.
» » » безъ тормоза	1150 »
платформа 30′ съ тормозомъ	1311 »
» » безъ тормоза .	1126 »
стоимость двухъ колесныхъ паръ	350 »

НТБ ДНУЖТ

c. Обязательныя принадлежности вагоновъ.

1. Пассажирскіе и товарные вагоны, находящіеся въ хвостѣ поѣзда, должны имѣть **стойки** для боковыхъ сигнальныхъ **фонарей и скобы.** Высота оси кронштейна для стойки надъ головкой рельса 2786 mm. Длина стойки отъ оси прикрѣпляющихъ ее къ кузову болтовъ до стержня, на который насаживается фонарь, 175 mm. Размѣры стержня для фонаря вверху 25×29, внизу 32×36. Стойки располагаются діагонально относительно продольной оси вагона. Размѣры скобы для фонаря (въ свѣту) 53×14 mm.

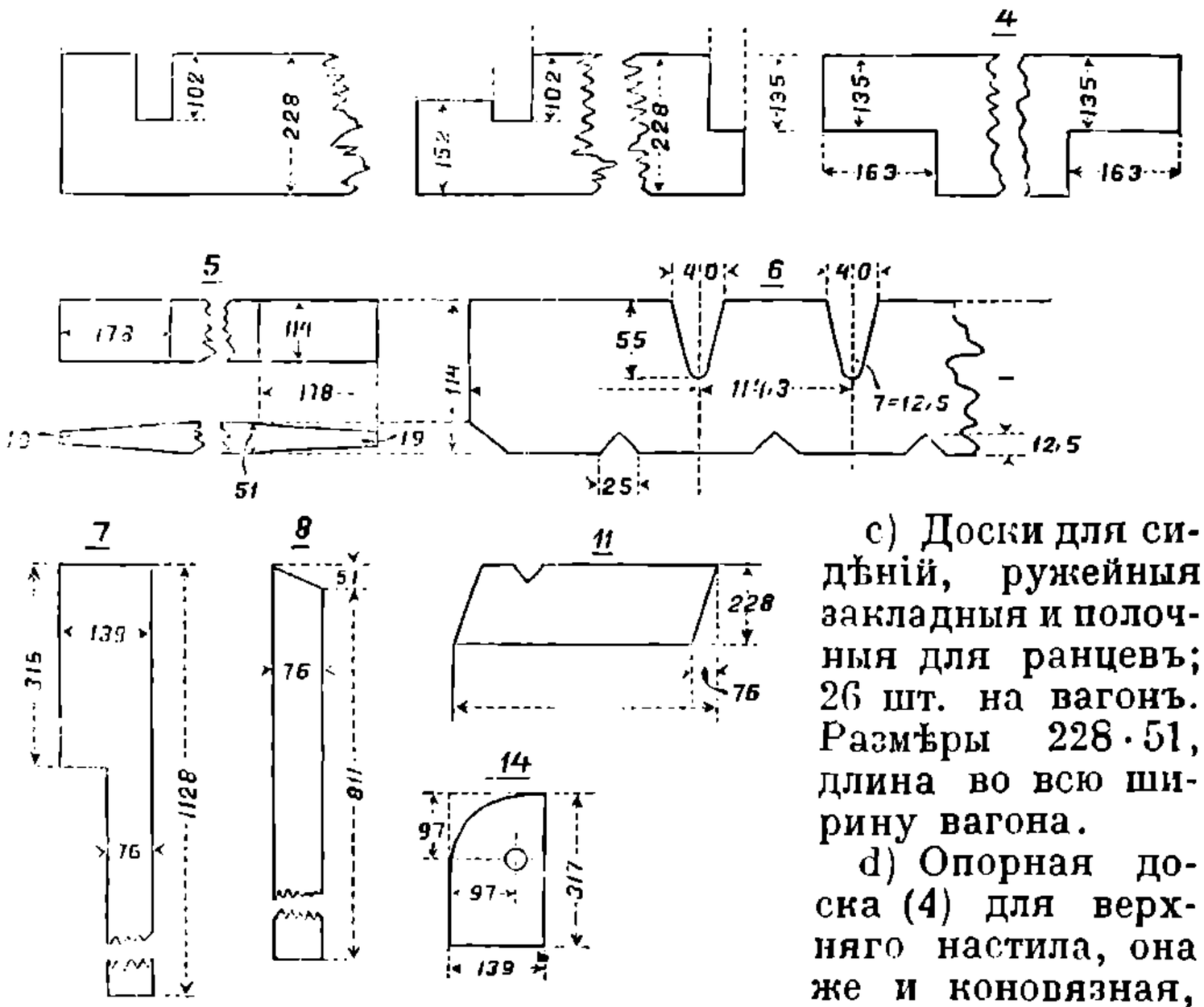
2. У всѣхъ товарныхъ вагоновъ должны быть сбоку кузова **крючки для сигнальной веревки;** высота крючка надъ уровнемъ рельсовъ 3326 mm.

3. Для оборудованія товарныхъ вагоновъ **подъ перевозку войскъ,** согласно **Ц. У.** 2 авг. 1902, № 35816, служатъ слѣдующія (черт. 135) приспособленія.

a) Настѣнныя доски (1) для нижняго настила, толщина 51 mm, длина — отъ дверного пролета до поперечной стѣнки; 4 шт. на вагонъ.

b) Настѣнныя доски (2) для верхняго настила, толщина 51 mm, длина короче фиг. 1 на ширину брусковъ 7 и 8; 4 шт. на вагонъ.

Черт. 135.



c) Доски для сидѣній, ружейныя закладныя и полочныя для ранцевъ; 26 шт. на вагонъ. Размѣры $228 \cdot 51$, длина во всю ширину вагона.

d) Опорная доска (4) для верхняго настила, она же и коновязная,

НТБ ДНУЖТ

толщ. 51, длина во всю ширину вагона; 2 шт. на вагонъ.

e) Дверная закладная доска (5) для вагоновъ, снабженныхъ дверными брусками 7 и 8, длина для **H. B.** 1906; 2 шт. на вагонъ.

f) Зубчатка (6) для ружей (22 гнѣзда) образца 1902 г. толщина 51, длина 2743; 2 шт. на вагонъ.

g) Брусокъ (7) на лѣвую дверную стойку, толщ. 51; 2 шт. на вагонъ.

h) Брусокъ (8) на правую дверную стойку, толщ. 51; 2 шт. на вагонъ.

i) Подпорка подъ нижнюю настѣнную доску 1, размѣрами 76 · 51 · 204; 8 шт. на вагонъ.

k) Подпорка подъ верхнюю настѣнную доску 2, размѣрами 76 51 · 483; 8 шт. на вагонъ.

l) Полочная калабашка (11) толщ. 51; 4 шт. на вагонъ.

m) Калабашка поворотная (14) для коновязной доски, толщ. 51; 2 шт. на вагонъ.

n) Комплектный фонарный крючокъ; 4 шт. на ваг., o) болтъ для поворотной калабашки, 2 шт. на вагонъ, p) шурупы 4″ бирмингамскій калибръ № 21: для настѣнныхъ досокъ 60 шт. на вагонъ и для потолочныхъ калабашекъ 24 шт. на вагонъ, q) гвоздей 3″ калибръ № 9, для подпорокъ, i) и k) 32 шт. на вагонъ, r) гвоздей 4″ калибръ № 8, для брусковъ 7 и 8— 14 шт. на вагонъ.

d. Ходовыя части.

1. Базисъ *).

Базисъ вагона зависитъ отъ радіуса кривыхъ.

Въ Германіи допускаются слѣдующія разстоянія между осями при различныхъ радіусахъ кривыхъ:

Радіусъ кривой въ m . . .		180	210	250	300	400	500	600
Базисъ въ m	выгодный въ смыслѣ сохраненія подвижного состава	3,9	4,3	4,6	5,1	5,9	6,6	7,2
	предѣльная величина базиса	4,5	4,9	5,4	6,0	7,2		

Средняя ось трехосныхъ вагоновъ, имѣющихъ базисъ болѣе 4 m, должна имѣть возможность перемѣщаться соотвѣтственно радіусу 180 m. Базисъ, вообще, не долженъ быть меньше 2,5 m, а у товарныхъ вагоновъ не болѣе 4,5 m. Базисъ нормальнаго крытаго вагона русскихъ жел. дор. 3810 mm.

Устройство подвижныхъ осей рекомендуется также и при незначительной величинѣ базиса, тѣмъ не менѣе даже и при подвижныхъ осяхъ въ виду безопасности движенія не

*) Разстояніе между крайними осями подвижного состава.

НТБ ДНУЖТ

слѣдуетъ допускать базисъ болѣе 9 m, для кривой 180 m и 10 m для кривой 210 m. Для болѣе длинныхъ вагоновъ рекомендуется примѣненіе поворотныхъ телѣжекъ.

Для второстепенныхъ (мѣстныхъ) дорогъ широкой колеи допускается въ Германіи:

Радіусъ кривой	25	40	50	75	100	125	150	180	210	250	300 m
Наибольшій базисъ . . .	1,4	1,8	2,0	2,5	2,9	3,3	3,6	3,9	4,3	4,6	5,1 m

2. Соотношеніе между длиной телѣжечной рамы и базисомъ.

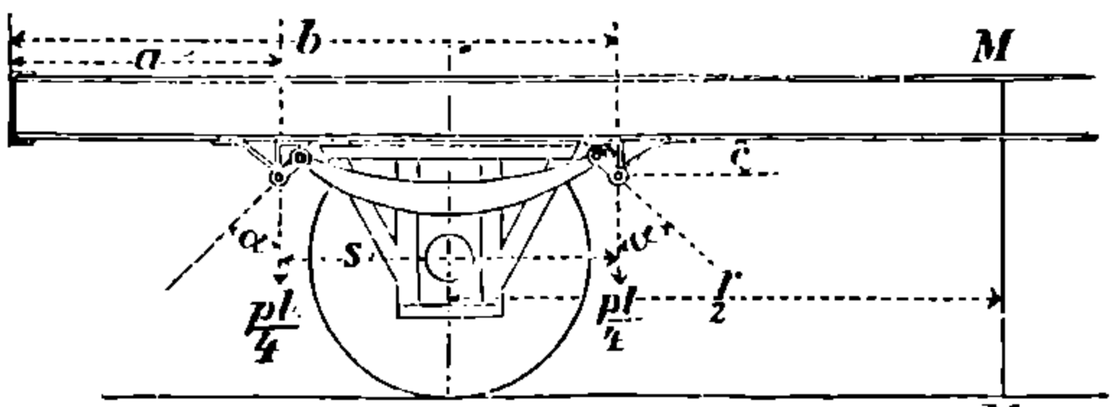
Если: l длина швеллера, q нагрузка на единицу длины швеллера (остальныя обозначенія даны на чертежѣ 136), то, принимая, что при равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ наибольшіе изгибающіе моменты между обѣими рессорными подвѣсками одной оси ($M'_{\max}$) и между внутренними рессорными подвѣсками обѣихъ осей ($M''_{\max}$), т.-е.

$$M'_{\max} = \frac{q\,a^2}{2} + \left(c + \frac{h}{2}\right)\frac{q\,l}{4}\,\mathrm{tg}\,\alpha \quad \text{и} \quad M''_{\max} = \frac{q\,l^2}{8} - \frac{q\,l}{4}\,(2a + s),$$

между собой равны, базисъ вагона r опредѣляется изъ:

$$\frac{r}{l} = 2 - \frac{s}{l} - \sqrt{2\left(1 - \frac{s}{l}\right) - \frac{c + \frac{h}{2}}{l}}\,.\,\mathrm{tg}\,\alpha\,.$$

Черт. 136.



Длина ходовой рамы l не должна превосходить двойного разстоянія между крайними осями, т.-е. $l \leqq 2r$. Для дорогъ мѣстнаго значенія при незначительной скорости движенія можно допускать $l > 2r$.

Напряженіе въ швеллерѣ опредѣляется изъ $M_{\max} = W k_b$.

У **Н. В.** величина $c = 130$ mm, а $s = 1150$.

3. Размѣры частей ходовой рамы нормальнаго товарнаго вагона (типъ 1892) и тридцатифутовой платформы типа казенныхъ дорогъ приведены въ таблицѣ стр. 876. Всѣ размѣры даны въ mm.

НТБ ДНУЖТ

Брусья рамы Н. В. и открытой платформы длиною 30′ типа казенныхъ дорогъ.

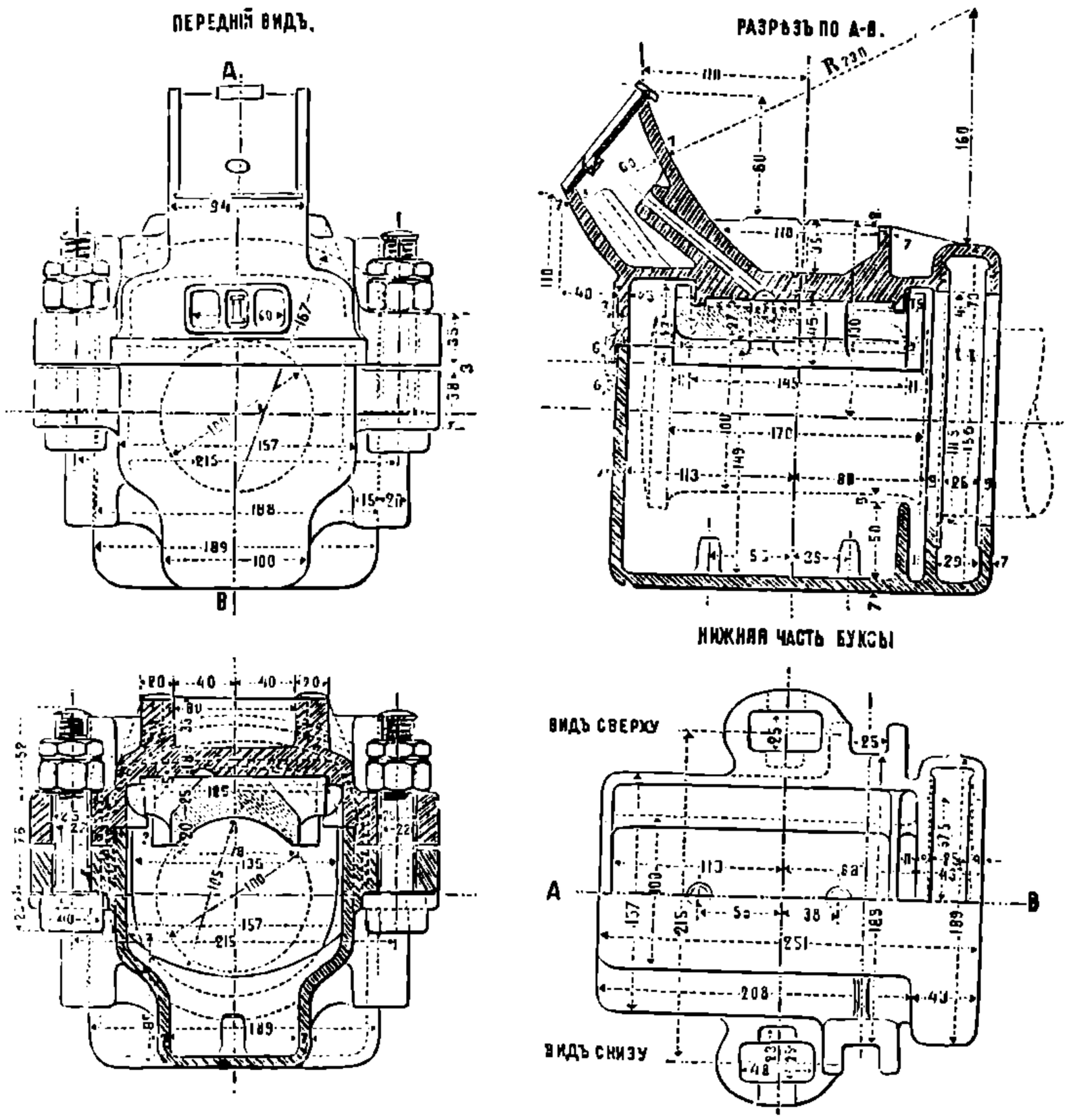
Названіе брусьевъ и ихъ расположеніе	Крытый тов. вагонъ		Платформа 30′	
	нетормозн.	тормозн.	нетормозн.	тормозн.
Между швеллерами въ свѣту. . . .	2024	2024	2038	2038
» буферными брусьями снаружи.	6444	7046	9204	9204
Длина швеллера . . .	6424	7026	8184	8184
» буфернаго бруса. .	2947	2947	2940	2940
Сѣченіе швеллер. и буферн. брусьевъ.	235 · 10 · 90 · 12		300 · 75 · 10 · 10	
Брусья аппаратные продольные (дубъ) .	80 · 235 · 940		80 · 300 · 940	
» » поперечные (») .	100 235 · 2024		100 · 300 · 2038	
» діагональные (дубъ)	80 · 90	80 · 90	80 · 123	
» поперечн. по обѣ стороны оси. †)	80 · 165 · 2024	80 · 165 2024 120 · 55 55·7	80 197 · 2038	
» предбуферные . .	—	235 · 10 · 90 · 12	—	90 197 (дер.)
Разстояніе отъ края полки буфернаго бруса изнутри до перваго поперечнаго (а въ тормозномъ вагонѣ до передбуфернаго) бруса	642		1191	406
Разстояніе между поперечными брусьями по обѣ стороны оси въ свѣту.		1155	1022	

†) У тормозн. вагона брусъ 120 · 55 55 · 7 (желѣзный) служитъ также и для прикрѣпленія тормозныхъ подвѣсокъ.

НТБ ДНУЖТ

4. Рама буксовая. Сѣченіе рамы 76 · 19, боковые отростки 63 · 19. Отъ низа рамы до низа швеллера 650. Отъ низа рамы до центра верхняго закругленія 705; радіусъ закругленія 95. Вертикальная часть боковыхъ отростковъ 152. Между срединами боковыхъ отростковъ 920. Отъ низа рамы до входящаго угла бокового отростка 260. Болты буксовыхъ рамъ 19. Угольники для жесткости 50 · 50 · 7 на четырехъ

Черт. 137.



заклепкахъ. Буксовая струнка сѣченіемъ 38 · 13. Діаметръ заклепки и болта 16, между дырами въ стрункѣ 274. Вѣсъ: полной рамы 1,95 пуд., 2-хъ жесткихъ угольниковъ 7 ф., струнки длинной между двумя буксовыми рамами длиной 3620 — 2 шт. 1,7 пуда, одной короткой 2,75 ф.

5. Буксы типа нормальнаго вагона (1892) двухболтовой системы показаны на чертежѣ 137; допускаются трехъ типовъ,

НТБ ДНУЖТ

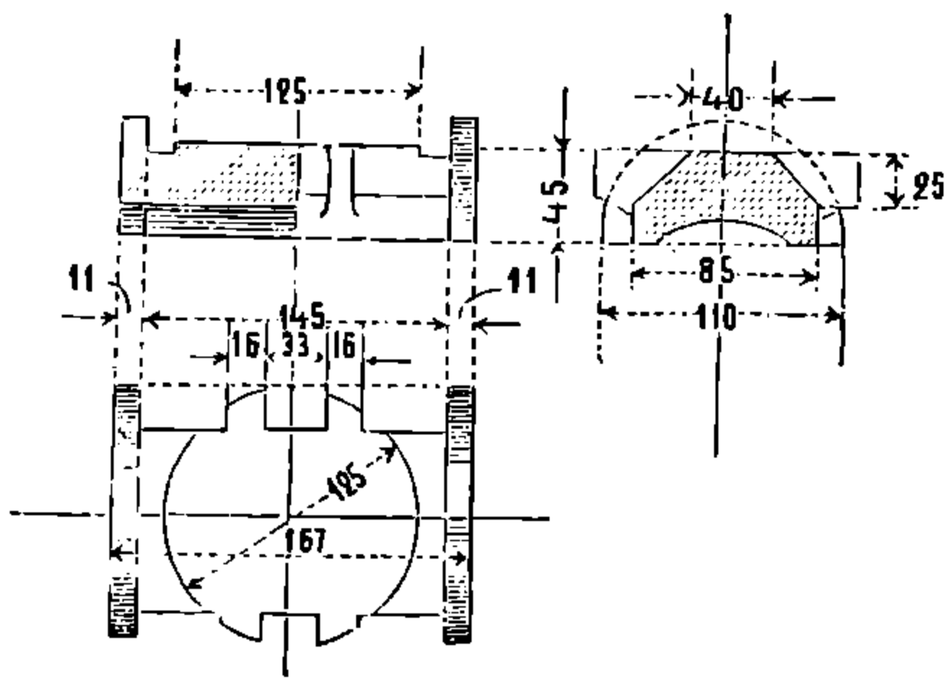
изъ которыхъ первый (№ 1) приспособленъ для подвода смазки къ шейкѣ оси, какъ сверху, такъ и снизу, а второй (№ 2) для смазки исключительно снизу. Оба типа разнятся лишь конструкціею верхнихъ частей; нижнія части буксъ обоихъ типовъ тождественны. У буксъ типа № 3, нижняя часть прижимается къ верхней не болтами, а при помощи поворотной желѣзной скобы и нажимного винта.

Вѣсъ 4-хъ полныхъ буксъ безъ болтовъ, но безъ подшипниковъ № 1—6,10 пуд. Верхняя часть 34 ф., нижняя—27 ф., крышка желѣзная (90·86)—0,22 ф.

Болтъ буксовый (вѣсъ 8 болтовъ 0,35 пуд.): діам. 22 mm ($^7/_8$″), высота головки 25, полная длина отъ головки послѣ расклепки 128, длина нарѣзанной части 55, высота расклепанной части 5. Гайка высотой 22, контръ-гайка 13. Размѣры головки въ планѣ 40·22. Между срединами буксовыхъ болтовъ 215; плоскость буксовыхъ болтовъ совпадаетъ съ срединой шейки. Отъ плоскости средины пазовъ до средины шейки 54,5. Глубина пазовъ 20, ширина 25. Паз въ верхней части буксы длиной 85, въ нижней — 105. Болты для укрѣпленія рессоръ діам. 19; разстояніе между осями болтовъ по длинѣ вагона 125, по ширинѣ вагона 95.

Матеріалъ для буксъ обыкновенно чугунъ; въ послѣднее время стали примѣнять прессованныя буксы безъ заварнаго шва.

Черт. 138.



6. Подшипникъ. Хорда дуги, по которой подшипникъ прилегаетъ къ шейкѣ, 77. Толщина подшипника вмѣстѣ съ цапфой (діам. 125 и высота 5) 27, наименьшая толщина у фланцевъ 22; толщина фланцевъ 11. Діаметръ фланцевъ (снаружи) 110. Полная длина подшипника 167, боковыя ребра по 16, между ребрами въ свѣту 33. Верхъ реберъ совпадаетъ съ верхомъ цапфы. Вѣсъ 4-хъ подшипниковъ 1,1 пуд.

Матеріалъ для подшипниковъ бронза (86% мѣди, 14% олова) или бѣлый металлъ (85% олова, 10% сурьмы, 5% мѣди или 83% олова, 11% сурьмы, 6% мѣди). Собственно поддерживающая часть поверхности подшипника составляетъ $^1/_4$ до $^1/_3$ поверхности осевой шейки. О треніи въ осяхъ желѣзнодорожныхъ вагоновъ см. ч. I, стр. 221.

НТБ ДНУЖТ

7. Рессоры. 1. Рессоры **Н. В.** 10-листовыя, желобчатой стали 76×12,7 (3″×½″).

Длина выпрямленнаго верхняго листа между центрами ушковъ — 1040.

Длина	2-го	листа	1040	mm.	Длина	7-го	листа	540	mm.
»	3-го	»	940	»	»	8-го	»	440	»
»	4 го	»	840	»	»	9-го	»	340	»
»	5-го	»	740	»	»	10-го	»	340	»
»	6-го	»	640	»					

Для вагона подъемной силы 900 пуд. рессора 11-листовая.

Длина выпрямленнаго верхняго листа между центрами ушковъ — 1040.

Длина	2-го	листа	1050	mm.	Длина	7-го	листа	600	mm.
»	3-го	»	960	»	»	8-го	»	510	»
»	4-го	»	870	»	»	9-го	»	420	»
»	5-го	»	780	»	»	10-го	»	330	»
»	6-го	»	690	»	»	11-го	»	240	»

Фабричная стрѣлка (отъ линіи центровъ ушковъ до верхняго листа) 123 mm. Листы склепываются заклепкой въ 7. Низъ рессорнаго листа возвышается надъ центромъ осевой шейки на 130. Вѣсъ 4-хъ рессоръ безъ хомутовъ 12,1 пуд., скрѣпляющая заклепка 7·135, вѣсъ 0,25 ф. Хомутъ имѣетъ толщину 15 и ширину 76; вѣсъ 4 шт. 0,90 пуд. Серьги рессорныя имѣютъ между центрами 90, толщину 19; вѣсъ 16 шт. 0,9 пуд. Валикъ рессорный діам. 25, полная длина 133, вѣсъ 16 шт. 0,725 пуд. Рессорная державка толщиною 16, высота или разстояніе отъ центра валика до швеллера 130. Между отверстіями для валиковъ въ обѣихъ державкахъ 1150. Средина вертикальнаго ребра державки проходитъ черезъ средину валика. Вѣсъ 1 шт. 14 ф. Тѣ же рессоры и для тридцатифутовой платформы казеннаго типа.

2. **Рессоры пассажирскихъ и багажныхъ вагоновъ.**

У пассажирскихъ, почтовыхъ и багажныхъ вагоновъ длина рессоръ 1,70 до 2,00 m (не менѣе 1,50 m). Прогибъ рессоръ пассажирскихъ вагоновъ 120 до 160 mm.

Рессоры нормальнаго товарнаго (и нормальнаго пассажирскаго) вагона прусск. прав. дорогъ. Длина 1100 (2000 mm). Рессорная сталь 90 · 13, листовъ 8 (9, 10 и 11 листовъ). Стрѣлка въ ненагруженномъ состояніи 130, діам. валика 30. Посрединѣ листовъ выдавливается цапфа, глубина ея сверху листа 5, высота снизу листа 4.

Матеріаломъ для рессорныхъ листовъ служитъ лучшая литая сталь сопротивленіемъ $K_z \geqq 65$ kg/qmm, при удлиненіи $\varphi \geqq 10\%$ первоначальной длины, при этомъ $K_z + 2\varphi \geqq 95$. Послѣ закалки листы, пригнанные по кругу, соединяются заклепкой діам. 7 mm, а хомутъ надѣвается въ горячемъ

НТБ ДНУЖТ

состояніи. Разсчетъ см. ч. I, отд. 4, сопротивленіе матеріаловъ. Стрѣлка рессоръ при полной спокойной нагрузкѣ ($p = 100$ до 110 mm), увеличенная на величину прогиба при этой нагрузкѣ f, даетъ фабричную стрѣлку p_0, такъ что радіусъ закругленія листа r опредѣляется по $r = l^2 : 2\,p_0$, если l полудлина рессоры.

Ходъ вагона тѣмъ спокойнѣе, чѣмъ нагрузка его больше; увеличеніе нагрузки рессоры, являющееся при качаніи послѣдней, опредѣляется трудно. Достаточно принимать пробный грузъ P' равнымъ 1,5 величинѣ спокойной нагрузки.

По техн. усл. М. П. С. на постройку телѣжекъ Пульмана 26 февр. 1909 г. (см. стр. 883) установлены слѣдующіе размѣры рессоръ:

a) **Системы Клиффа (эллиптическія).**

Длина снаружи по большой оси 900 mm (фабричная).
Высота » » малой оси 316 » (»).
» внутри » » » подъ вагономъ 200 mm.

Гибкость рессоры 7,8 mm. Рессорная сталь 76×8, листовъ 4. Рессора пятирядная, между срединами листовъ (рядовъ) 96, между рядами рессоръ въ свѣту 20 mm.

b) **Спиральныя четырехрядныя** (гибкость 9 mm).

Ряды рессоры	Наруж. діам. mm	Размѣры рессорной стали mm	Высота рессоръ mm	Число витковъ (шаговъ винта) дѣйствительное	Пробная нагрузка каждаго ряда t
1-й наружный . . .	202	18.40	230	3.79	2.07
2-й »	164	16.36	230	4.04	2.29
3-й » . . .	130	15.28	230	5.41	1.94
4-й внутренній . . .	98	14.20	230	7.58	1.56
На всѣ 4 ряда . .	—	—	—	—	7.86

3. Н. Т. У. для поставки рессорной стали.

Рессорная сталь, предъявленная къ пріемкѣ въ видѣ отдѣльныхъ полосъ, должна удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

а) снаружи не имѣть раковинъ, пленъ, трещинъ и другихъ недостатковъ;

б) въ изломѣ имѣть мелкозернистое, однородное сложеніе;

в) нормальный незакаленный образецъ, шириною около 30 mm, долженъ давать при разрывѣ не менѣе 70 kg/qmm сопротивленія при наименьшемъ удлиненіи 8%, причемъ сумма цифръ сопротивленія и удвоеннаго удлиненія должна быть не менѣе 90;

г) полоса рессорной стали, закаленная и отпущенная при условіяхъ изготовленія рессоръ, помѣщается на опоры съ разстояніемъ въ 600 mm и подвергается дѣйствію груза, приложеннаго посрединѣ и опредѣленнаго по формулѣ:

$$P = \frac{19}{180}\, a\, b^2,$$

гдѣ P обозначаетъ грузъ въ kg, a ширина рессорной стали въ mm, b щина рессорной стали въ mm.

НТБ ДНУЖТ

Нагрузка эта соотвѣтствуетъ напряженію въ 95 kg/qmm; по снятіи груза полоса не должна давать остающагося прогиба.

Вышеозначеннымъ механическимъ испытаніямъ подвергаются на разрывъ 2% и на изгибъ 1% отъ предъявленнаго къ пріему количества рессорной стали.

Въ случаѣ полученія неудовлетворительнаго результата испытаній переиспытывается двойное количество образцовъ; партія, давшая неудовлетворительное переиспытаніе, бракуется.

4. Н. Т. У. для поставки рессоръ.

§ 1. **Рессоры** должны быть изготовлены изъ литой стали согласно съ чертежами, строго наблюдая, чтобы концы листовъ прилегали къ сосѣднимъ листамъ какъ при свободномъ, такъ и при нагруженномъ состояніи рессоры; отступленія же допускаются слѣдующія:

а) въ длинѣ хорды рессоры (разстояніе между центрами ушковъ) не болѣе 0,5% и

б) въ высотѣ фабричной стрѣлы рессоры не болѣе 6 mm.

§ 2. Передъ сборкою вогнутыя поверхности рессоры смазываются смѣсью сала съ масломъ и графитомъ.

§ 3. Рессоры подвергаются слѣдующимъ испытаніямъ **на изгибъ**:

а) рессора съ заранѣе измѣренною стрѣлкою подвергается дѣйствію груза, вызывающаго напряженіе въ листахъ ея около 100 kg/qmm; измѣренный по снятіи сей нагрузки остающійся прогибъ не долженъ быть болѣе 3% отъ величины прогиба рессоры подъ вышеозначеннымъ пробнымъ грузомъ;

б) рессора, дважды нагруженная, послѣ перваго испытанія, тѣмъ же грузомъ, не должна давать остающагося прогиба болѣе 0,5 mm.

§ 4. Рессоры **пассажирскихъ вагоновъ**, кромѣ того, нагружаются $^2/_5$ вышеозначеннаго груза и затѣмъ подвергаются не менѣе 25 колебаніямъ дѣйствіемъ добавочной силы, равной половинѣ этой послѣдней нагрузки, т.-е. $^1/_5$ пробнаго груза; при этомъ онѣ не должны давать остающагося прогиба.

§ 5. Двумъ первымъ испытаніямъ подвергаются всѣ рессоры, третьему же испытанію — 5% отъ предъявленнаго къ пріему количества.

§ 6. **Цилиндрическія спиральныя рессоры** изъ стали круглаго и прямоугольнаго сѣченія испытываются такъ же, какъ и подвѣсныя листовыя рессоры.

§ 7. **Коническія спиральныя рессоры** прямоугольнаго сѣченія для нормальныхъ товарныхъ вагоновъ испытываются на сжатіе прессомъ до полной осадки ихъ, причемъ рессора при третьемъ сжатіи должна возвращаться къ той же высотѣ, которую имѣла послѣ второго сжатія.

§ 8. Для спиральныхъ рессоръ, не подходящихъ къ означеннымъ типамъ, заказчикъ заранѣе указываетъ требуемыя имъ техническія условія поставки ихъ.

8. Поворотныя телѣжки и подвижныя оси для большого базиса.

Телѣжки имѣютъ 2 или 3 оси въ особой рамѣ, вращающейся около оси, укрѣпленной въ главной рамѣ. Базисъ телѣжки больше ширины колеи. При уравновѣшенныхъ телѣжкахъ (подвижныхъ осяхъ) грузъ вагона передается не на телѣжки, а непосредственно черезъ подвѣсныя рессоры на осевыя буксы.

Подвижными осями *) (согласно постановленія союза управленій герм. жел. дор.) наз. такія вагонныя оси, которыя (при установленной конструкціи) въ соединеніи съ вагонною рамой имѣютъ возможность во всѣхъ встрѣчающихся кривыхъ устанавливаться по направленію къ центру кривой. Отсюда исключаются:

1) Поворотныя телѣжки, имѣющія болѣе одной оси.

2) Отдѣльныя оси, для которыхъ наибольшее возможное отклоне- $<\pm 5$ mm.

---

*) Подробнѣе см. Frank, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, стр. 685.

НТБ ДНУЖТ

a) По роду установки осей различаютъ:

1. **Свободныя** подвижныя оси, при которыхъ каждая отдѣльная ось вагона можетъ устанавливаться **радіально** независимо отъ сосѣднихъ.

2. **Связанныя** подвижныя оси, которыя соединены между собою системой рычаговъ и шарнировъ такимъ образомъ, что каждая ось можетъ устанавливаться лишь совмѣстно съ другими одновременно и симметрично относительно средины базиса.

b) По скорости движенія:

Группа *A*, примѣняется для всѣхъ скоростей безъ ограниченія.

Группа *B*, примѣняется лишь для скоростей не свыше 50 km въ

Условія, которымъ должны удовлетворять подвижныя оси.

1. **Устанавливаемость подвижныхъ осей въ кривыхъ.** Концевыя оси должны имѣть возможность перемѣщаться въ плоскости буксовыхъ рамъ изъ средняго положенія, перпендикулярнаго къ прямому пути, въ обѣ стороны по крайней мѣрѣ на 2,5 *r* въ mm, если *r* базисъ въ m. Наибольшее перемѣщеніе концевыхъ осей (свободныхъ) изъ средняго положенія должно быть ограничено и составлять не болѣе 35 mm. Возвращеніе перемѣстившихся концевыхъ осей въ ихъ среднее положеніе должно совершаться подъ дѣйствіемъ качающихся рессорныхъ подвѣсокъ, если установка концевыхъ осей (въ вагонахъ съ болѣе, чѣмъ 2-мя осями) не производится механизмомъ, дѣйствующимъ отъ средней оси.

2. **Буксы для подвижныхъ осей.** Буксы для концевыхъ подвижныхъ осей должны имѣть глубокіе пазы, если перемѣщеніе осей происходитъ въ буксовой рамѣ, а не одновременно съ этой рамой. Глубина пазовъ должна быть по направленію длины вагона по меньшей мѣрѣ на 5 mm больше общаго зазора между буксой и буксовой рамой. Кромѣ того, направляющая буксы должна при среднемъ положеніи оси, на прямомъ пути, быть удалена отъ буксовой рамы по меньшей мѣрѣ на 5 mm по направленію перпендикулярному къ плоскости буксовой рамы. Буксы должны быть неизмѣнно связаны съ рессорами такимъ образомъ, чтобы онѣ не имѣли никакого относительнаго перемѣщенія. Соединеніе это должно быть или жесткимъ или допускать вращеніе относительно вертикальной линіи, проходящей черезъ середину длины осевой шейки.

3. **Рессоры и подвѣски для подвижныхъ осей.** Отдѣльные рессорные листы для концевыхъ осей должны быть предохранены отъ долевого перемѣщенія другъ относительно друга и относительно буксы. Рессорныя подвѣски должны допускать боковое перемѣщеніе концовъ рессоры, если вращеніе рессоры въ горизонтальной плоскости относительно осевой шейки невозможно. Рессорныя подвѣски для свободныхъ подвижныхъ осей при среднемъ положеніи осей и порожнихъ вагонахъ должны составлять съ горизонталью уголъ не меньше 30°. Длина подвѣсокъ должна допускать наибольшее перемѣщеніе осей, и подвѣски при этомъ не должны слишкомъ приближаться къ горизонтальному положенію.

4. **Тормоза для подвижныхъ осей.** Тормозящее усиліе на оба колеса одной оси должно быть одинаковое, и при осяхъ, перемѣщающихся параллельно, должно передаваться на ось при помощи 4 колодокъ. Отношеніе давленій двухъ колодокъ одного и того же колеса не должно превышать 3 2. Тормозъ долженъ быть такъ конструированъ, чтобы установка осей могла происходить свободно также и при нажатыхъ колодкахъ.

9. Перемѣщеніе среднихъ осей. У вагоновъ, имѣющихъ подъ одною рамою болѣе двухъ осей, средняя ось должна имѣть долевое перемѣщеніе, соотвѣтствующее радіусу $R = 180$ m, если бандажи этой оси снабжены гребнями и разстояніе между осями больше 4 m. У **трехосныхъ** вагоновъ перемѣщеніе *a* средней оси въ зависимости отъ базиса *r* должно составлять по крайней мѣрѣ:

r въ m	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
a въ mm . . .	5	9	13	17	21	26	32	37	42	48

НТБ ДНУЖТ

Если концевыя оси имѣютъ поперечное перемѣщеніе, то допускается приведенныя величины a уменьшать на величину, соотвѣтствующую поперечному перемѣщенію одной концевой оси изъ ея средняго положенія.

Среднія оси, бандажи которыхъ не имѣютъ гребней, могутъ и не имѣть поперечнаго перемѣщенія.

Техническія условія на поставку телѣжекъ системы Пульмана.

(Утв. 26 февр. 1909 г.)

1. Дерево. Деревянныя части телѣженъ изготовляются изъ дуба; дубъ долженъ быть сухой и здоровый, безъ гнили и червоточинъ.

2. Желѣзо, идущее на изготовленіе поковокъ, можетъ быть или литое хорошо сваривающееся и непринимающее закалки, или сварочное соотвѣтственнаго сорта.

3. Литое желѣзо, идущее на изготовленіе:

1) желѣзныхъ частей буксовыхъ лапъ,
2) болтовъ,
3) связей,
4) тормозныхъ тягъ со стяжными гайками,
5) тормозныхъ рычаговъ,
6) шарнирныхъ болтовъ или валиковъ,
7) подвѣсокъ для подрессорной балки (люльки),
8) ножей,
9) подвѣсокъ для тормозныхъ колодокъ,
10) фасонныхъ угольниковъ (гуськовъ), скрѣпляющихъ поперечныя балки съ рамою телѣжки,

должно выдерживать на разрывъ отъ 32 до 45 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 20%, причемъ сумма разрывающаго груза и двойного удлиненія должна быть не менѣе 85.

4. Сварочное желѣзо, употребляемое на изготовленіе частей, перечисленныхъ въ п. 3, должно быть перваго сорта, удовлетворяющее нормальнымъ техническимъ условіямъ на поставку сварочнаго желѣза (Постановленіе г. Министра Путей Сообщенія отъ 5 іюля 1897 года, за № 113).

5. Литое желѣзо, идущее на изготовленіе:

1) полосъ для армировки продольныхъ брусьевъ рамы,
2) прокладочныхъ листовъ для рессорныхъ балокъ,
3) скрѣпляющихъ угольниковъ,
4) поперечныхъ балокъ и раскосовъ,

а также на отковку частей, не перечисленныхъ въ пп. 3 и 5, должно удовлетворять нормальнымъ техническимъ условіямъ на поставку сортового литого желѣза (Постановленіе г. Министра Путей Сообщенія отъ 5 іюля 1897 года, за № 113).

6. Сварочное желѣзо, идущее на поковки и части, указанныя въ п. 5, можетъ быть второго сорта и должно удовлетворять нормальнымъ условіямъ на поставку сортового сварочнаго желѣза (Постановленіе г. Министра Путей Сообщенія отъ 5 іюля 1897 г., за № 113).

7. Испытаніе частей, перечисленныхъ въ п. 3, при отсутствіи установленныхъ данныхъ испытанія матеріала, употребляемаго на изготовленіе ихъ, а также въ случаѣ сомнѣнія въ ихъ прочности производится по условіямъ для матеріала, изъ котораго таковыя должны быть изготовлены, въ количествѣ 1% отъ предъявленныхъ частей; при неудовлетворительныхъ результатахъ части, не выдержавшія испытанія, подвергаются переиспытанію въ двойномъ количествѣ и въ случаѣ вторично неудовлетворительныхъ результатовъ — бракуются.

8. При предъявленіи къ пріемкѣ, вмѣсто матеріала, готовыхъ поковокъ, за исключеніемъ перечисленныхъ въ п. 3, таковыя принимаются по наружному осмотру; въ случаѣ сомнѣнія въ качествѣ ихъ матеріала подвергаются въ количествѣ 1/5 %, но не менѣе 2-хъ штукъ испытанію на сгибъ, установленному для сортового сварочнаго желѣза второго сорта (Постановленіе г. Министра Путей Сообщенія отъ 5 іюля 1897 года, за № 113).

НТБ ДНУЖТ

9. Заклепочное желѣзо можетъ быть или сварочное, или литое. Сварочное желѣзо для заклепокъ должно имѣть сопротивленіе на разрывъ не менѣе 36 kg/qmm, при удлиненіи не менѣе 20%. Литое — должно выдерживать отъ 36 до 40 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи 25%, причемъ сумма цифръ сопротивленія и двойного удлиненія должна быть не менѣе 90.

Кромѣ испытаній на разрывъ, стержень заклепочнаго желѣза испытывается сгибомъ въ холодномъ и горячемъ состояніяхъ и, согнутый вплотную, не долженъ давать на наружной поверхности сгиба трещинъ.

На головкахъ заклепокъ, образованныхъ въ горячемъ состояніи, трещинъ не допускается.

Заклепки подвергаются испытанію въ количествѣ 1% отъ предъявленныхъ къ пріемкѣ; при неудовлетворительныхъ результатахъ заклепки, не выдержавшія испытанія, подвергаются переиспытанію въ двойномъ количествѣ и въ случаѣ вторично неудовлетворительныхъ результатовъ — бракуются.

10. Сталь, употребляемая на изготовленіе балансировъ, — литая, лучшаго сорта, обжатая въ вальцахъ, вполнѣ однородная, въ изломѣ мелкозернистая и должна выдерживать на разрывъ не менѣе 55 kg/qmm, при удлиненіи не менѣе 18%. При испытаніи кузнечною пробою, какъ въ холодномъ состояніи, такъ и въ нагрѣтомъ состояніи, брусокъ толщиною въ 25 mm и шириною въ 50 mm, при загибаніи на 180° съ зазоромъ между внутренними поверхностями, равнымъ толщинѣ прута, не долженъ давать слѣдовъ надлома, разрыва или трещинъ.

11. Сталь, идущая на изготовленіе балансирныхъ вкладышей и призмъ, должна имѣть сопротивленіе не менѣе 55 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 15%.

12. Рессорная сталь должна удовлетворять нормальнымъ техническимъ условіямъ на поставку рессорной стали (Постановленіе г. Министра Путей Сообщенія отъ 5 Іюля 1897 года, за № 113, стр. 880), но рессора Клиффа должна подвергаться дѣйствію груза, вызывающаго напряженіе въ листахъ около 110 kg/qmm.

А) Рессоры Клиффа пятирядныя, должны быть изготовлены изъ литой плоской стали.

Въ размѣрахъ длины и высоты рессоры, до и послѣ испытанія ея, допускаются отклоненія — 4 mm отъ назначенныхъ въ чертежѣ. Каждая отдѣльная рессора (рядъ), взятая изъ комплекта послѣ наружнаго ея осмотра и повѣрки размѣровъ, испытывается на прессѣ послѣдовательною нагрузкою, начиная съ 1160 kg чрезъ каждые 200 kg до полной нагрузки, приходящейся на нее, въ 2360 kg. Ежели сила пресса допускаетъ произвести одновременно испытаніе одного полнаго комплекта въ 5 рядовъ, то наибольшая нагрузка для комплекта должна составлять сумму нагрузокъ одиночныхъ рессоръ. Послѣ перваго испытанія рессоры предѣльною нагрузкою, въ рессорѣ допускается остающаяся осадка до 3 mm, послѣ вторичнаго же испытанія тѣмъ же грузомъ — остающейся осадки въ рессорѣ совсѣмъ быть не должно.

Гибкость рессоры (прогибъ одной рессоры комплекта отъ тонны груза) должна заключаться въ предѣлахъ между 35 и 40 mm. Неудовлетворяющія этимъ условіямъ рессоры бракуются.

Б) Рессоры спиральныя, четырехкратныя должны быть изготовлены изъ стали овальнаго сѣченія.

Размѣры діаметровъ витковъ должны согласоваться съ показанными на чертежѣ; въ размѣрѣ же высоты витковъ одной и той же рессоры, какъ до испытанія, такъ и послѣ такового, допускается отклоненіе въ обѣ стороны, которое не должно превышать 3 mm. Общая высота рессоры можетъ отклоняться отъ назначенной по чертежу не болѣе какъ на 6 mm. Точное соблюденіе размѣра высоты сѣченія стали, образующей каждый витокъ, равно какъ числа оборотовъ для каждаго витка, показанныхъ на чертежѣ, — необязательно; то и другое должно быть подобрано такимъ образомъ, чтобы удовлетворялись слѣдующія условія:

1) послѣ первой нагрузки рессоры до полнаго ея сжатія, въ какомъ положеніи она должна оставаться въ теченіе 5 минутъ и по снятіи груза, въ рессорѣ допускается остающаяся осадка, но при этомъ высота каждаго витка рессоры не должна быть менѣе означенной на чертежѣ;

2) вторичною нагрузкою до полнаго сжатія опредѣляется прогибъ рессоры, который не долженъ быть менѣе 79 mm, причемъ при снятіи груза

НТБ ДНУЖТ

рессора должна возвратиться къ той высотѣ, которую она имѣла передъ вторичной нагрузкой, съ допускомъ разницы до 1 mm;

3) при нагрузкѣ рессоры грузомъ, указаннымъ на чертежѣ, прогибъ ея не долженъ превосходить 0,9 величины прогиба при полномъ сжатіи. Неудовлетворяющія этимъ условіямъ рессоры бракуются.

13. Колесныя пары должны удовлетворять нормальнымъ техническимъ условіямъ на изготовленіе и поставку осей, колесъ, шинъ и скатовъ (Постановленіе г. Министра Путей Сообщенія отъ 5 іюля 1897 г., за № 113. (См. стр. 780 и слѣд.)

Непрерывное скрѣпленіе шины съ ободомъ колеса должно быть исполнено по способу, указанному на чертежѣ.

II. Кузовъ и внутреннее устройство.

a. Пассажирскіе вагоны.

1. Главные размѣры пассаж. вагоновъ для казенныхъ дорогъ въ Россіи (1901 г.).

	Вагонъ I класса спальный	Вагонъ II класса спальный	Вагонъ II класса несп.*)	Вагонъ III класса, три общихъ отдѣленія
Число мѣстъ		24	38	54
Длина снаружи (безъ тамбуровъ)	16220	16220	16220	16220
Ширина снаружи	3140	3140	3140	3140
Высота »	3250	3250	3250	3250
Длина внутри (безъ тамбуровъ)	16060	16060	16060	16060
Ширина внутри.	2980	2980	2980	2980
Высота »	2800	2800	2800	2887
Толщина наружныхъ стѣнокъ	80	80	80	80
Ширина коридора или прохода	800	800	640	600
Перегородки поперечныя: число	8	8	10	6
Перегородки поперечныя: толщина	40	40	40 **)	40
Размѣръ отдѣленія большого (по ширинѣ вагона въ свѣту)	2140	2140	1720	2980
Толщ. продольн. перегор.	40	40	40	—
Конц. тамб., разм. внутри	2390 · 830	2390 · 830	2390 · 830	2390 · 830
Толщ. нар. стѣн. тамбур.	60	60	60	60
Число отдѣленій: больш.	5	6	2	1
Число отдѣленій: малыхъ	—	—	4	2
Длина отдѣленія больш. (между перегор. въ свѣту)	2290	2140	3700	5340
Длина отдѣленія малаго.	—	—	1365	3520
Ниша на концевой стѣнкѣ: ширина × глубина	920 · 300	920 · 300	920 · 300	920 · 300
Шир. сидѣнья (отъ перег.).	750	750	620	580
Между тычками сидѣній	790	640	610 ***)	620 въ бол. отд. / 600 въ мал. отд.
Уборная: число	2	2	2	2
Уборная: размѣры	1970 · 1000	1970 · 1000	1720 · 1000	1970 · 880
Помѣщеніе для проводника (или служебное)	2140 · 1390	нѣтъ	нѣтъ	1760 · 800
Котельная	1970 · 900	1970 · 900	1720 · 900	1970 · 880
Между шкворн. телѣжекъ.	12500	12500	12500	12500
Базисъ телѣжки	2030	2030	2030	2030

*) Два общихъ отдѣленія на 12 мѣстъ — четыре малыя отдѣленія по 2 мѣста и 6 короткихъ сидѣній.

**) Двѣ перегородки между малыми отдѣленіями по 30.

***) Въ маломъ отдѣленіи отъ сидѣнья до перегородки 745.

НТБ ДНУЖТ

2. **Кузовъ** большею частью деревянный. Нижній обвязочный брусъ шириною 60 до 180 mm, высотой до 100 mm. Верхній обвязочный брусъ шириною 60 до 80 mm и высотою 130 до 160 mm. Угловыя стойки размѣромъ 90·100 mm, дверныя стойки 90·90 mm; промежуточныя стойки 75·90 mm. Разстояніе между стойками на концевыхъ стѣнкахъ такое же, какъ и на продольныхъ. Стойки связываются поперечными брусками, которые также служатъ для прикрѣпленія обшивки. Соединеніе отдѣльныхъ брусьевъ между собой на шипахъ и желѣзныхъ угольникахъ.

У вагоновъ телѣжечныхъ продольныя стѣнки проектируются фермами, для чего примѣняютъ либо проходящій на всей длинѣ стѣнки подъ окнами желѣзный листъ толщ. 3 mm или, лучше, наклонныя связи полосового желѣза.

Продольныя и концевыя стѣнки обшиваются изнутри досками въ 17—20 mm толщины, а снаружи обшиваются желѣзомъ толщиною 2 mm. Полъ вагона изъ двойного ряда досокъ, толщиною 20—25 mm. Обшивка потолка наружная толщ. 25 mm, а внутренняя около 10 mm.

3. **Двери** въ свѣту 0,6 до 0,7 m (обыкновенно 0,610) шириною и высотою 1,7 до 2 m. Двери въ продольныхъ стѣнкахъ кузова въ каждомъ положеніи не должны выходить изъ габарита. Эти двери снабжаются двойнымъ запоромъ, который можно запирать только снаружи, а отпирать изнутри изъ окна. Необходимы при этомъ приспособленія, которыя устраняли бы возможность зажиманія пальцевъ между дверью и рамой. Устройство дверей и концевыхъ стѣнокъ пассажирскихъ вагоновъ должно быть такое, чтобы оно допускало на случай войны возможность прохода носилокъ съ ранеными; внутреннія двери устраиваются на этотъ же случай такимъ образомъ, чтобы нормальная ихъ ширина, въ случаѣ надобности, могла быть увеличена до размѣра, необходимаго для прохода носилокъ. Ступеньки на высотѣ 575 mm отъ уровня рельсовъ, шириною 300 mm и толщиною 50 mm.

Вагоны должны быть хорошо **вентилируемы.** При длинныхъ поѣздахъ необходимо въ часъ по 30 cbm свѣжаго воздуха на пассажира.

4. **Освѣщеніе** вагоновъ потолочными лампами. Большею частью масляный или нефтяной газъ (система Пинча) или смѣшанный (масляный съ ацетиленомъ) газъ, рѣже электричество, масло или керосинъ (Америка). При газовомъ освѣщеніи, по системѣ Пинча, каждый вагонъ снабжается однимъ или двумя желѣзными резервуарами, діам. 0,4 до 0,5 m и длиной 1,5 до 3,3 m, вмѣщаетъ 1600 литр. и разсчитанъ на 16 до 32 часовъ освѣщенія. Давленіе газа въ резервуарахъ 6 at, а у горѣлокъ 50 mm водянаго столба. Газъ проводится къ лампамъ черезъ регуляторы давленія по трубкамъ діаметромъ 10 mm.

НТБ ДНУЖТ

Кромѣ главнаго запорнаго крана, имѣется еще убавительный кранъ для уменьшенія пламени одновременно во всѣхъ горѣлкахъ.

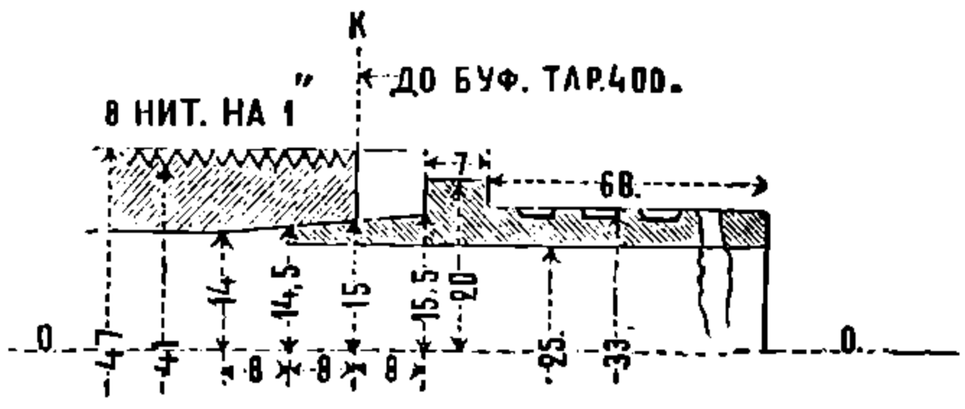
Горѣлки изготовляются изъ стеатита и для часового расхода въ 25 литр. для III кл., 27,5 литр. для II и 30 литр. для I кл.; также примѣняются трехрожковыя лампы съ расходомъ газа 55 литровъ.

5. **Отопленіе** вагоновъ производится грѣлками (Италія, Франція), печами, воздухомъ, газомъ (бельг. прав. дор., баварскіе пивные вагоны) горячею водою (спальные вагоны) и главнымъ образомъ паромъ изъ паровоза, причемъ при длинныхъ поѣздахъ отопленіе паровое (Россія) производится изъ спеціальнаго котла, устанавливаемаго въ вагонѣ парового отопленія; поверхность нагрѣва котла при центральномъ паровомъ отопленіи 18 до 20 qm (для Россіи).

Давленіе пара 3 до 5 at. Трубамъ паропроводнымъ придается уклонъ въ 1 : 100.

Для соединенія магистральныхъ трубъ между вагонами XV съѣздомъ инженеровъ подвижного состава (1892) принятъ для парового отопленія вагоновъ типъ соединительной муфты, показанный на черт. 139. Діам. конуса $^{29}/_{31}$, длина 16; заплечикъ діам. 40, длина 7; цилиндрическая часть для рукава: наибольшій діаметръ 36, длина 68; нарѣзка гайки діам. $^{47}/_{41}$, число нарѣзокъ на дюймѣ 8. Ось соединительной гайки расположена по оси вагона на высотѣ 3415 надъ головкой рельса; а обрѣзъ гайки, находящійся на магистральной трубѣ вагона, удаленъ отъ обрѣза буферовъ на 400 mm.

Черт. 139.



Техническое описаніе шестиколесныхъ пассажирскихъ вагоновъ I, II и III классовъ и смѣшанныхъ тѣхъ же классовъ. Ц. У. 11 авг. 1908, № 19751.

(Извлеченіе.)

§ 1. **Система вагоновъ.** Вагоны должны быть со свободно-устанавливающимися осями и двойными подвѣсными рессорами.

Примѣчаніе. Въ случаѣ требованія заказчика, рессорныя державки могутъ быть устроены по системѣ Ферро.

Основные размѣры:

Длина рамы между наружными гранями буферныхъ брусьевъ	12650	mm,
Длина кузова	12660	»
Наружная ширина кузова безъ выступающихъ частей	3200	»
Наружная высота кузова (посрединѣ)	3100	»
Толщина стѣнъ	80	»
База вагона	8500	
Длина свѣшивающихся частей вагона	2075	

НТБ ДНУЖТ

§ 2. **Ходовыя части.** Колесныя пары усиленнаго типа могутъ имѣть: колеса съ центрами спицевыми или дисковыми.

Спицевые центры могутъ быть желѣзные кованые или стальные.

Дисковые центры должны быть вальцованные.

Крѣпленіе бандажей можетъ быть по способу Манзеля или русско-германскому.

Буксы могутъ быть чугунныя или стальныя.

Рессорныя накладки, служащія для крѣпленія рессоръ къ буксамъ, могутъ быть замѣнены скобами, горизонтальная часть которыхъ нажимаетъ на верхнюю рессору, а вертикальныя части имѣютъ отогнутыя полки, сквозь которыя проходятъ буксовые болты.

§ 3. **Упряжной приборъ.** Стяжныя скобы съ ушками, стяжной винтъ, гайки стяжного винта съ ихъ цапфами и упряжной крюкъ съ придаточною частью (длиною около 300 mm) должны быть сдѣланы изъ цѣльныхъ несваренныхъ кусковъ. При постановкѣ упряжи подъ вагонъ должны быть приняты мѣры для уничтоженія шума и скрипа отъ тягъ упряжи во время движенія вагона.

§ 4. **Буферные приборы.** Буферныя тарелки со стержнями должны быть цѣльно откованы.

Буферные стаканы могутъ быть желѣзные кованые или штампованные, либо литые стальные по типу таковыхъ нормальнаго товарнаго вагона, или же другихъ разрѣшенныхъ системъ.

Высота центра буферовъ и упряжи отъ головки рельса должна быть 1060 mm, отклоненіе въ ту или другую сторону допускается не болѣе 25 mm.

§ 5. **Тормозъ.** Вагоны должны быть снабжены автоматическими непрерывнаго дѣйствія тормозами съ ускорителемъ системы Вестингауза или Нью-Іоркъ, по указанію заказчика.

Тормозной цилиндръ однопоршневой съ внутреннимъ діаметромъ въ 8″, воздушный резервуаръ составляетъ либо продолженіе цилиндра, либо помѣщается отдѣльно отъ него. Главная воздухопроводная труба должна имѣть внутренній діаметръ въ 1″ и быть снабжена по концамъ между вагонами соединительными рукавами съ глушилками къ нимъ и разобщительными кранами на самой трубѣ подъ буферными брусьями. Внутри и на обѣихъ площадкахъ вагона ставится по одному предохранительному тормозному крану (стопъ-кранъ); близъ внутренняго стопъ-крана ставится поводокъ для оттормаживанія. Трубы съ кранами на площадкахъ тамбуровъ прикрѣпляются къ стѣнѣ сквозными болтиками со скрытыми гайками.

Кромѣ автоматическаго торможенія, каждый вагонъ долженъ быть снабженъ приводомъ для ручного торможенія.

Тормозной винтъ долженъ быть изготовленъ изъ цѣльнаго несвареннаго куска желѣза

Всѣ трущіяся поверхности и сочлененія тормоза должны быть чисто опилены, дыры чисто разсверлены, а желѣзные и стальные болты или валики, около коихъ производится вращеніе, должны быть чисто обточены.

При установкѣ тормозныхъ частей на вагонѣ должны быть приняты всѣ мѣры для уменьшенія тренія частей и для уничтоженія шума и скрипа отъ тягъ, рычаговъ, а также для облегченія оттормаживанія.

Коническія колеса и винтъ ручного тормоза прикрываются кожухами.

Процентъ торможенія, нажатіе колодокъ на бандажъ должно составлять 80% отъ давленія, передаваемаго на рельсъ тормозною осью порожняго, находящагося въ покоѣ вагона, при 4,3 атм. въ тормозномъ цилиндрѣ (соотвѣтственно нормальному ходу поршня = 6″ и моментальному торможенію) и не принимая въ разсчетъ потери полезнаго давленія въ рычажной передачѣ.

§ 6. **Остовъ вагона.** Верхніе и нижніе обвязочные брусья могутъ быть изъ цѣльнаго дерева или составлены изъ 2-хъ частей.

Раскосы обрѣшетки должны быть цѣльными; врѣзка въ нихъ добавочныхъ стоекъ не допускается, концы раскосовъ обрѣзаются подъ прямымъ угломъ и упираются въ колобашки, помѣщенныя въ нижнемъ и верхнемъ углахъ обрѣшетки, при чемъ волокна колобашекъ должны итти по направленію раскосовъ.

Потолочныя дуги могутъ быть деревянныя или желѣзныя, часть деревянныхъ дугъ армируется полосовымъ желѣзомъ, выгнутымъ на ребро и привинчиваемымъ шурупами.

НТБ ДНУЖТ

Деревянныя дуги должны быть гнутыя, а не выпильныя.

Поверхности, которыми соприкасаются въ обрѣшеткѣ дерево съ деревомъ или дерево съ металлическими частями, окрашиваются густой масляной краской.

Болты, проходящіе сквозь дерево, послѣ окраски сурикомъ, должны ставиться на мѣсто въ сухомъ видѣ.

Прочія металлическія части ставятся крашенными.

Планки для укрѣпленія сростовъ обвязочныхъ брусьевъ грунтуются ставятся на мѣсто на проолифленной серпянкѣ.

Изъ сосны или лиственницы изготовляются: верхніе обвязочные брусья, раскосы, добавочныя стойки въ обрѣшеткѣ и перегородкахъ и промежуточныя перегородочныя фрамуги.

Изъ дуба — нижніе обвязочные брусья, оконныя угловыя и дверныя стойки, концевыя фрамуги, а также тѣ перегородочныя стойки, къ которымъ прикрѣпляютея лапы подъемныхъ спинокъ диванов и подраскосныхъ колобашекъ. Дверныя стойки у внутреннихъ задвижныхъ дверей могутъ изготовляться изъ рудовой сосны, лиственницы или ясеня; потолочныя дуги могутъ быть изъ ясеня, дуба или бука.

§ 7. **Обшивка остова.** Остовъ вагона обшивается изнутри и снаружи сосновыми досками въ шпунтъ; шпунты и гребни досокъ наружной обшивки до сборки грунтуются масляной краской.

Между обшивками стѣнъ, потолка и пола прокладывается прессованная въ листахъ пробочная масса толщиною не менѣе 13 mm.

Для укрѣпленія внутри вагона на стѣнахъ кронштейновъ багажныхъ стѣнокъ, вѣшалокъ, пепельницъ, диванныхъ пальцевъ, откидныхъ скамеекъ и т. д. между обшивками въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ ставятся дубовыя или сосновыя колобашки-прокладки.

Наружная обшивка стѣнъ грунтуется и покрывается филеночнымъ желѣзомъ толщиною 1,6 mm ($^1/_{16}''$); желѣзо предварительно олифится съ обѣихъ сторонъ и съ внутренней стороны, обращенной къ обшивкѣ, покрывается слоемъ суриковой краски.

Подъ филеночнымъ желѣзомъ, въ мѣстахъ стыковъ, прокладывается проолифленная серпянка полосами шириною въ 4″; стыки закрываются желѣзными штабнками сѣченія 31,8 × 6,4 mm ($1^1/_4 \times {}^1/_4''$), укрѣпленными шурунами съ полукруглыми головками.

Внутреннія стѣны и потолки тамбуровъ обшиваются листовымъ желѣзомъ толщиною 1 mm, которое, также, какъ и филеночное, до постановки на мѣсто олифится съ обѣихъ сторонъ и съ внутренней стороны, обращенной къ дереву, прокрашивается масляной суриковой краской.

Наружная обшивка крыши окрашивается съ верхней стороны суриковой краской, а потолочная грунтуется съ нижней стороны. Кровельное желѣзо, ранѣе поступленія въ дѣло, олифится съ обѣихъ сторонъ. Швы кровли дѣлаются въ замокъ, при чемъ продольные — плоскимъ ординарнымъ замкомъ съ загибомъ по скату крыши, а поперечные — двойнымъ замкомъ со стоячимъ гребнемъ; до укладки желѣзные листы со стороны, обращенной къ дереву, покрываются суриковой краской.

Крыша снабжается по концамъ своимъ водосточными желобами длиною около 2 метровъ.

Наружные деревянные карнизы продольныхъ стѣнъ обшиваются кровельнымъ желѣзомъ, концевые же карнизы должны быть изъ углового желѣза.

Половыя доски должны быть хорошо принасованы и сжаты или сколочены такъ, чтобы попаданіе воды между настилами не могло бы имѣть мѣста.

Между кузовомъ и рамою, въ мѣстахъ соприкосновенія послѣдней, ставится листовая пробка, обернутая въ проолифленную парусину.

Техническія условія на матеріалы и издѣлія, идущіе на постройку пассажирскихъ вагоновъ.

Ц. У. 11 авг. 1908 г., № 19751.

§ 1. **Дерево.** Дерево, употребляемое на постройку вагоновъ, должно быть сухое и здоровое.

НТБ ДНУЖТ

§ 2 **Желѣзо.** Желѣзо, употребляемое для постройки вагоновъ, можетъ быть литое, хорошо сваривающееся и не принимающее закалки или сварочное соотвѣтственнаго сорта, причемъ:

А. Литое желѣзо:

а) идущее на изготовленіе частей упряжного прибора, должно имѣть временное сопротивленіе разрыву не менѣе 36 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи въ 25%, однако сумма чиселъ разрывного груза и двойного удлиненія должна быть не менѣе 92;

б) идущее на изготовленіе: тормозныхъ винтовъ съ гайками, тормозныхъ тягъ, колѣнчатыхъ и другихъ рычаговъ въ системѣ тормоза, шарнирныхъ болтовъ и стяжныхъ болтовъ, должно имѣть временное сопротивленіе не менѣе 33 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи въ 20%; однако, сумма чиселъ разрывного груза и двойного удлиненія должна быть не менѣе 85;

в) идущее на изготовленіе частей, не указанныхъ выше, а также на швеллера, добавочныя балки, колесныя спицы и ступицы, должно удовлетворять нормальнымъ условіямъ на поставку сортового литого желѣза и должно имѣть при толщинѣ отъ 4 до 20 mm временное сопротивленіе не менѣе 33 kg/qmm, при наименьшемъ удлиненіи въ 20%, а сумма чиселъ разрывного груза и двойного удлиненія должна быть не менѣе 76, при толщинѣ же отъ 20 до 100 mm должно имѣть временное сопротивленіе не менѣе 31 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи въ 20%, а сумма чиселъ разрывного груза и двойного удлиненія не должна быть менѣе 66 *).

Б. Сварочное желѣзо:

а) идущее на изготовленіе частей, указанныхъ въ § 2 ст. А пп. а и б, а также колесныхъ спицъ и ступицъ, должно быть перваго сорта и удовлетворять нормальнымъ условіямъ на поставку сварочнаго желѣза и должно имѣть временное сопротивленіе разрыву не менѣе 31 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи въ 14%*);

б) идущее на изготовленіе частей, указанныхъ въ § 2 ст. А п. п, можетъ быть второго сорта и должно удовлетворять нормальнымъ условіямъ на поставку сварочнаго желѣза и должно имѣть временное сопротивленіе разрыву не менѣе 32 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи въ 10% *).

В. Листовое желѣзо:

а) кровельное въ прямоугольныхъ листахъ, вѣсомъ въ 1 кв. аршинѣ не менѣе 6 фунтовъ, должно быть мягкое, неупругое, прокатанное чисто, безъ пленъ, углы его должны легко поддаваться сгибанію и разгибанію отъ руки.

Желѣзо это должно выдерживать еще слѣдующую пробу: вырѣзанные изъ листа два пробные листка соединяютъ между собою двойнымъ замкомъ вплотную, послѣ чего сгибаютъ перпендикулярно къ линіи замка подъ внутреннимъ угломъ въ 45°; полученный такимъ образомъ гребень разгибается въ плоскость и снова загибается подъ тѣмъ же угломъ.

Сгибаніе и разгибаніе производится деревяннымъ молоткомъ (кіянкой); при испытаніяхъ въ желѣзѣ не должно обнаруживаться признаковъ разрыва.

Испытанію подвергается ½% отъ предъявленныхъ листовъ, но не менѣе 2-хъ листовъ изъ данной партіи. Если проба даетъ неудовлетворительный результатъ, то производится переиспытаніе на двойномъ количествѣ листовъ; если и при этомъ получится неудовлетворительный результатъ, то вся партія бракуется.

б) Обшивочное желѣзо, идущее на изготовленіе филенокъ для наружныхъ стѣнъ вагона и внутреннихъ тамбуровъ, должно быть безъ пленокъ.

§ 3. **Сталь.** а) Сталь для чекъ и валиковъ должна имѣть временное сопротивленіе не менѣе 55 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 15%.

б) Сталь, идущая на изготовленіе упряжныхъ, буферныхъ и подвѣсныхъ рессоръ, должна удовлетворять нормальнымъ техническимъ условіямъ на поставку рессорной стали.

в) Сталь, идущая на изготовленіе осей, литыхъ колесныхъ центровъ и бандажей, должна удовлетворять нормальнымъ техническимъ условіямъ на изготовленіе осей, шинъ и литыхъ колесъ.

*) Постановленіе Министра Путей Сообщенія отъ 5 іюля 1897 г., за № 113.

НТБ ДНУЖТ

Главные размѣры вагоновъ пассажирскихъ, багажныхъ и товарныхъ.

Типъ вагона.	Съ торм. или безъ тормоза	Число осей	Число мѣстъ или нагрузка	Длина кузова въ свѣту m	Ширина кузова въ свѣту. m	Высота кузова посрединѣ m	Площадь пола qm	Высота пола надъ гол. рельса m	Длина рамы m	Собственный вѣсъ t	Базисъ m
1. Пассажирскіе вагоны.											
Вагоны съ отдѣл. I/II прус. прав. дор. .	съ	3	12+22	11,96	2,47	2,1 до 2,2 m		1,287	12,5	20,4	8,0
» » II/III » » » .	»	3	12+36	10,36	»			»	10,9	16,6	7,5
» » III » » » .	»	3	52	9,46	»			1,267	10,0	16,7	7
Вагоны IV » » » .	»	2	60	7,86	2,97				9,6	12,5	6,5
» IV » » » .	»	3	60	10,36	2,47			»	10,9	16,4	7,5
Вагоны съ отдѣл. I/II » » » .	»	4	10+31	16,32	2,42			1,277	16,85	29,9	14,5
» » » III » » » .	»	4	80	16,04	»			1,275	16,58	28,9	14,33
Вагоны D I/II » » » .	»	4	8+29	16,86	2,864			1,260	16,99	30,9	14,5
» » III » » »	»	4	64	16,87	2,850			»	»	29,6	14,5
Вагонъ съ отдѣл. III.		2	56	11,16	2,47				11,63	16,9	8,4
Вагонъ D Орлеанск. дор. I кл. .		2	21	11,94	2,978				12,07	14,0	7,0
2. Багажные вагоны.											
Багаж. вагонъ товарн. поѣзд. прус. прав. дор. .	съ	2	4 t	6,395	2,55			1,222	7,2	10,8	4,7
» » пассаж. » » » » . .	»	3	6 t	9,13	2,47			1,267	10,0	13,8	7,0
» » товарн. » жел. д. Вабашъ .	»	4	20 t	5,657	2,55	2,267	13,68			16,0	7,01
» » пассаж. » Балтим. Огайо . .	»	6	13,6	15,855	2,724	2,880	43,19	1,295	17,78	30,6	12,903
3. Товарные вагоны.											
Крытый товарн. вагонъ прус. прав. дор. .	съ	2	15 t	7,92	2,75	2,2	21,8	1,212	8,3	10,35	4,5
Открыт. » » » » » .	безъ	2	15 t	6,72	2,834	1,1	19,0	1,222	6,8	7,3	4,0
» » » » » » .	съ	2	15 t	»	»	»	»	»	7,5	8,3	4,0
Желѣзн. угольн. вагонъ прус. прав. дор. .	»	2	15 t	5,3	2,89	1,45	15,3	1,228	6,0	8,0	3,3
» » » » » » .	»	2	20 t	6,0	2,85	1,5	17,1	1,222	6,7	8,4	4,0
Вагонъ для перевоз. кокса прус. прав. дор. .	»	2	15 t	7,72	2,834	1,6	21,9	1,212	8,5	8,8	4,5
Крыт. ваг. для пер. извести прус. прав. дор. .	»	2	15 t	5,29	2,89	1,78	15,3	»	6,0	8,85	3,3
Платформа » » » .	»	2	15 t	10,12	2,67	0,4	27,0	1,279	10,9	9,25	6,5
» » » » .	»	4	30 t	12,0	2,9	—	34,8	1,325	12,0	16,7	9,8
» для длин. лѣса » » » .	безъ	2	10 t	4,38	2,48	—	10,9	1,248	4,4	5,6	2,5
Крыт. тов. вагонъ Чикаго-Бурлингтонъ .	съ	4	27 t	10,16	2,48		10,37		10,37		8,84
Угольный вагонъ Канада-Пацификъ	»	4	36 t	10,97	2,59	1,537	28,3	1,295	11,10	16,8	9,505
Ваг. для пер. руды франц. южной ж. д. .	»	4	50 t	10,6	2,63	1,0	27,9	1,270	10,68	15,4	8,85

НТБ ДНУЖТ

§ 4. **Чугунъ.** Чугунъ, идущій на изготовленіе отливокъ, долженъ быть мягкій, въ изломѣ мелкозернистый, сѣраго цвѣта.

§ 5. **Готовыя издѣлія.** При сдачѣ готовыхъ издѣлій, перечисленныхъ въ § 2 ст. A пп. *a* и *б*, матеріалъ коихъ или сами издѣлія не были предварительно испытаны, таковыя подвергаются наружному осмотру и испытанію по условіямъ, предъявляемымъ къ матеріалу, изъ котораго они должны быть изготовлены. Для такого испытанія берется 1% отъ всей партіи, предъявленной къ сдачѣ. Издѣлія, не выдержавшія испытанія, подвергаются переиспытанію въ двойномъ количествѣ и при неудовлетворительномъ результатѣ бракуются.

§ 6. При предъявленіи готовыхъ издѣлій, перечисленныхъ въ § 2 ст. A п. в, таковыя подвергаются только наружному осмотру и лишь въ случаѣ сомнѣнія въ качествѣ ихъ матеріала подвергаются испытанію на изгибъ, установленный для желѣза второго сорта. Для такого испытанія берется $^1/_5$%, но не менѣе 2 штукъ отъ всей партіи, предъявленной къ сдачѣ.

Примѣчаніе. Исключеніе составляетъ желѣзо для рамъ, которое въ случаѣ сомнѣнія, подвергается испытаніямъ, указаннымъ въ п. в. ст. A § 2.

§ 7. **Обойный матеріалъ.** Матеріалы, употребляемые для отдѣлки вагоновъ внутри, какъ-то: трипъ, сукно, войлокъ, ковры, линолеумъ, клеенка, матеріалъ для оконныхъ занавѣсей, должны согласоваться съ образцами, утвержденными Управленіемъ желѣзныхъ дорогъ.

§ 8. Матеріалы, не поименованные въ предыдущемъ параграфѣ, какъ-то: пробка, волосъ, оконный подъемный ремень, басонч., мебельныя пружины, трипъ и т. д., употребляются въ дѣло послѣ одобренія ихъ мѣстнымъ инженеромъ отдѣла по испытанію и освидѣтельствованію заказовъ или лицомъ, уполномоченнымъ на то Управленіемъ желѣзныхъ дорогъ.

b. Почтовые и багажные вагоны.

1. **Почтовые вагоны.** Устройство кузова—какъ у пассажирскихъ вагоновъ. У почтовыхъ вагоновъ необходимо устраивать независимыя помѣщенія для писемъ и посылокъ. Для лучшаго освѣщенія вагона днемъ на крышѣ помѣщается надстройка изъ стекольныхъ рамъ (фонарь), которая служитъ одновременно и для вентиляціи вагона. Перегородка, отдѣляющая канцелярію отъ кладовой, обшивается желѣзомъ въ 1 mm. Освѣщеніе газомъ или свѣчами. Обыкновенныя печи отапливаются коксомъ.

2. **Багажный вагонъ,** кромѣ помѣщенія для багажа, имѣетъ еще отдѣльное купэ для багажнаго кондуктора. Часто это купэ дѣлается съ повышеніемъ, дающимъ кондуктору возможность видѣть весь поѣздъ во время его движенія. Мѣсто подъ купэ утилизируется для помѣщенія разныхъ инструментовъ или служитъ для помѣщенія собакъ. Входъ въ купэ кондуктора устраивается въ концевой стѣнкѣ вагона; на этомъ же концѣ устраивается тогда и площадка; концевыя стѣнки часто обшиваются листовымъ желѣзомъ въ 1 mm. Багажный вагонъ — тормозной. Двери у багажнаго вагона раздвижныя и обѣ въ правую сторону. Освѣщеніе и отопленіе—какъ у пассажирскихъ вагоновъ.

НТБ ДНУЖТ

c. Вагоны IV класса.

Техническое описаніе вагона IV класса населенностью 40 человѣкъ.

(Извлеченіе.)

§ 1. **Общія указанія.** Вагонъ состоитъ изъ деревяннаго кузова, покоящагося на желѣзной рамѣ, которая въ свою очередь помѣщается на двухъ колесныхъ парахъ со свободно-устанавливающимися осями.

§ 2. **Главнѣйшіе размѣры.** Длина кузова 12030, ширина 3200; длина рамы 12000, база 7120; полная длина вагона съ несжатыми буферами 13190.

§ 3. **Ходовыя части.** А. Колесныя пары на осяхъ усиленнаго пассажирскаго типа, согласно чертежа, приложеннаго къ приказу Министра Путей Сообщенія отъ 4 іюня 1900 г., за № 85.

Б. Буксы съ подшипниками типа трехосныхъ пассажирскихъ вагоновъ, но подъ двухрядную рессору.

В. Подвѣсныя рессоры, двухрядныя, по 8-ми листовъ каждая, сѣченія 76 × 12,7.

Г. Лапы буксовыя, приспособленныя свободноустанавливающимся осямъ.

§ 4. **Рама.** Рама желѣзная состоитъ изъ швеллеровъ и буферныхъ балокъ, поперечныхъ балокъ и поверхъ нихъ долевыхъ балокъ съ діагоналями, склепанныхъ между собою помощью угольниковъ и косынокъ; всѣ эти балки корытообразнаго сѣченія, размѣрами: швеллера и буферныя балки 260 × 90 × 10 × 15) (№ 26 нормальнаго сортамента). Поперечныя балки 160 × 65 × 7.5 × 10,6) (№ 16 нормальнаго сортамента), долевыя и діагональныя — (80 × 45 × 6 × 9) — (№ 8 нормальнаго сортамента). Къ вертикальной полкѣ швеллеровъ приклепаны снаружи кронштейны для укрѣпленія нижней обвязки кузова, а къ нижней полкѣ съ нижней ея стороны приклепаны державки для подвѣски буксовыхъ рессоръ.

§ 5. **Буферные стаканы.** Буферные стаканы, стержни съ тарелками, безъ заплечиковъ и пружины по альбому товарнаго вагона системы Фоксъ-Арбеля.

§ 6. **Упряжной приборъ.** Упряжной приборъ по альбому пассажирскихъ вагоновъ и со стяжкой Улленгута.

§ 7. **Тормозъ.** Торможеніе двухстороннее по альбому 3-осныхъ пассажирскихъ вагоновъ съ измѣненіями, утвержденными начальникомъ Управленія желѣзныхъ дорогъ по журналу Техническаго Совѣщанія отъ 3 марта 1908, за № 37. Тормозной цилиндръ 8″, а воздушный резервуаръ составляетъ его продолженіе. Тормозной кранъ, находящійся внутри вагона, ставится на простѣнокъ ближайшій къ впускной вентиляціи.

§ 8. **Кузовъ.** А. Остовъ кузова состоитъ изъ деревянныхъ дубовыхъ стоекъ, нижнихъ обвязочныхъ и половыхъ брусьевъ, наружныхъ фрамугъ и потолочныхъ дугъ (послѣднія могутъ быть и изъ ясеня), сосновыхъ верхнихъ обвязочныхъ брусьевъ и раскосовъ: остовъ обшивается изнутри и снаружи сосновыми досками, соединенными въ шпунтъ, причемъ наружная обшивка стѣнъ и пола съ внутренней стороны и внутренняя потолочная съ наружной стороны покрывается тонкимъ шведскимъ картономъ, толщиною въ 2 mm, и по нему листовой прессованной пробкой въ 20 mm (вмѣсто пробки можетъ быть примѣнена сибирская кошма соотвѣтствующей толщины). Верхніе и нижніе обвязочные брусья должны быть связаны болтами у стоекъ діаметромъ 19 mm; эти брусья могутъ быть составлены изъ двухъ частей, и въ этомъ случаѣ сростъ этихъ частей долженъ помѣщаться между стойками внѣ вырѣза горизонтальнаго шипа и скрѣплены желѣзными планками (по альбому 8-колесныхъ пассажирскихъ вагоновъ). Въ долевыхъ стѣнахъ надъ осью (по діагонали вагона) имѣются дверныя мѣста съ устроенными дверными коробками съ просвѣтомъ въ 1 метръ для устройства двухстворчатыхъ санитарныхъ дверей. Дверныя мѣста должны быть задѣланы такъ же, какъ стѣнки вагона, съ устройствомъ окна.

НТБ ДНУЖТ

По концамъ кузова имѣются смежные крытые тамбуры съ боковыми створчатыми и концевою задвижною дверями. Подъ входными боковыми дверями имѣются по три ступеньки съ поручнями, а у концевыхъ дверей откидныя площадки съ рѣшетчатымъ огражденіемъ по бокамъ; изъ нихъ правая на шарнирѣ и закрѣпляется въ своемъ положеніи привѣшаннымъ къ нему крюкомъ, и будучи въ концѣ поѣзда, служитъ полнымъ прегражденіемъ выхода изъ задней задвижной двери.

Толщина стѣнъ, какъ у пассажирскихъ вагоновъ: долевыхъ — 80, концевыхъ — 65, тамбурныхъ — 60; пола — 100 и крышъ 98. Концевыя стѣны и тамбуры снаружи покрываются сверхъ обшивки филеночнымъ желѣзомъ 1.6 mm, изнутри же тамбуръ обшивается листовымъ желѣзомъ въ 1 mm. Долевыя стѣны кузова остаются покрытыми только деревянной обшивкой, которая спускается ниже обвязочнаго бруса на 25 mm съ фаской къ внутренней сторонѣ вагона; вверху у крыши ставятся карнизы — у долевыхъ стѣнъ — деревянные, а у концевыхъ — желѣзные.

Кровля — желѣзная (6 фунтовъ въ кв. аршинѣ).

Подъ долевыми карнизами ставятся лотки для сигнальной веревки по 4 съ каждой стороны.

У тормозныхъ вагоновъ ставятся, кромѣ этого, на углахъ у концевыхъ стѣнъ крюки для сигнальныхъ фонарей, а на тамбурныхъ стѣнкахъ надъ буферами по скобѣ для буфернаго фонаря.

Б. Внутреннее расположеніе. — Рядомъ съ тамбурами имѣется по открытому помѣщенію, гдѣ поставлена печь-плита, а рядомъ съ нимъ у одного тамбура устроено отхожее мѣсто, а у другого умывальное помѣщеніе; остальное внутреннее помѣщеніе представляетъ собою одно общее помѣщеніе съ боковымъ проходомъ и пятью открытыми отдѣленіями.

В. Внутреннее устройство. — Каждое открытое отдѣленіе состоитъ изъ двухъ сидѣній, каждое глубиною 532 и длиною 2,110. Сидѣнья состоятъ изъ досчатыхъ щитовъ, толщиною 29 mm, снабженныхъ вдоль и по торцу угловымъ желѣзомъ (сидѣнья помѣщаются на ножкахъ изъ П-образнаго сѣченія *). Къ одному изъ сидѣній на двухъ центровыхъ петляхъ навѣшаны два откидныхъ щита, толщиною 29 mm, служащихъ для образованія сплошныхъ наръ, на которыхъ помѣщаются по три человѣка въ рядъ. Съ обоихъ продольныхъ концовъ откидного щита устроены фаски, коимъ щитъ опирается на противоположное сидѣнье. Въ щитахъ должны быть сдѣланы вырѣзы для руки, для облегченія ихъ откидыванія. Спинки дѣлаются подъемными на кронштейнахъ: будучи поднятыми, спинки образуютъ пары второго яруса, также на три человѣка рядомъ. Подъ сидѣньями устраиваются кресты, согласно чертежа.

Бруски обвязочной рамы подъемныхъ спинокъ должны быть дубовые, толщиною 37 mm. Поперекъ рамы должны быть вставлены два связныхъ бруска и обшивочныя доски, соединенныя съ рамой въ шпунтъ.

Будучи подняты, спинки опираются на стороны стѣнки на пальцѣ, открывающемся въ горизонтальной плоскости и укрѣпленномъ 6 шурупами. (Пальцы должны быть сдѣланы по чертежу пальцевъ, припятому для вагоновъ IV класса по альбому 1902 г., изданія Управленія желѣзныхъ дорогъ.)

Со стороны прохода спинки опираются на кронштейны прямоугольнаго сѣченія 9×19 mm. Къ кронштейнамъ должны быть приклепаны планки для возможности становиться на ней при влѣзаніи на верхнія нары. Для направленія движенія кронштейна, поддерживающаго подъемную спинку, на внутренней сторонѣ подъемныхъ спинокъ устроить дугу изъ полосового желѣза, оканчивающуюся остановомъ. Петли подъемныхъ спинокъ дѣлать въ видѣ скобъ (полухомутовъ), петли концевыхъ сидѣній дѣлать съ загибомъ. Штыри шарнировъ ставить діаметромъ 9 mm.

Верхніе откидные щиты багажныхъ полокъ должны быть сдѣланы изъ шпунтовыхъ досокъ толщиною въ 25 mm, съ обвязкою по концамъ, и имѣть фаски и снабжены 3-мя желѣзными планками въ $75 \times 37 \times 2$ mm, которыми они должны опираться на противоположныя багажныя полки.

Надъ долевымъ боковымъ проходомъ имѣется выше оконъ сплошная несъемная багажная полка во всю длину внутренняго помѣщенія вагона съ

---

*) Изъ коихъ средняя вдоль прохода — деревянная.

НТБ ДНУЖТ

уклономъ къ стѣнкѣ въ два дюйма, оградивъ ее со стороны прохода въ предѣлахъ печного отдѣленія рѣшеткой отъ полки до потолка.

Кромѣ того подъ этой полкой устроены между 3-мя средними окнами короткія подъемныя полки съ буртиками. На полу подъ этими полками на время перевозки воинскихъ чиновъ ставятся зубчатки для постановки ружей, а на стѣнѣ грядки. (Зубчатки и грядки каждая на 10 ружей не закрѣпляются на своихъ мѣстахъ, а сдаются, какъ съемная принадлежность вагона).

Въ потолкѣ каждаго отдѣленія ввинчено по крюку для подвѣшиванія дѣтскихъ люлекъ. Къ низу поперечныхъ багажныхъ полокъ укрѣплены крюки для навѣшиванія вещей.

Все внутреннее устройство дѣлается разборнымъ, подобно тому, какъ это имѣетъ мѣсто въ вагонахъ 3-го класса со створными углами, что необходимо на случай обращенія вагона въ санитарный и пользованія спеціальными боковыми кузовными дверями, которыя въ таковомъ случаѣ изготовляются и ставятся на мѣсто средствами дорогъ. Въ каждомъ тамбурѣ имѣется по одной скамейкѣ.

Г. Двери. Боковыя одностворчатыя тамбурныя двери съ просвѣтомъ при открытыхъ дверяхъ въ 800 mm и концевыя задвижныя въ верхней своей части имѣютъ глухія одинарныя рамы.

Двери для входа въ помѣщеніе отхожаго мѣста и въ умывальное отдѣленіе дѣлаются одностворчатыя, безъ оконъ. Для полученія возможно свободнаго прохода изъ тамбура внутрь вагона — устраиваются двухстворчатыя двери по чертежу таковыхъ же дверей въ вагонахъ III-го класса со створными углами.

Д. Окна. Окна состоятъ изъ двухъ дубовыхъ рамъ, каждая высотою въ половину всего просвѣта. Такая рама въ свою очередь раздѣлена еще стоячимъ брускомъ на двѣ половины. Въ цѣляхъ уменьшенія теплопроводности и въ виду невозможности дѣлать двойныя рамы, — примѣненъ способъ финляндскихъ вагонныхъ оконъ, т.-е. къ рамѣ толщиною въ 36 mm вставлено по стеклу съ каждой стороны, причемъ наружное ставится на предварительной жидкой замазкѣ, внутреннее на листовой резиновой прокладкѣ со штабиками. Края верхней рамы обиты сукномъ въ три ряда. Наличники оконъ должны быть толщиною въ 19 mm и сдѣланы изъ сосны. Нижняя рама укрѣплена наглухо, верхняя часть рамы дѣлается спускною. Для защиты верхней части оконъ установить складные щиты по альбому вагоновъ IV класса, изданія 1902 г.

§ 9. **Отопленіе.** Вагонъ отапливается двумя чугунными ребристыми печами, размѣщенными въ обоихъ концахъ вагона.

§ 10. **Вентиляція.** Вытяжка воздуха изъ вагона производится помощью потолочныхъ вентиляторовъ и надкрышныхъ вытяжныхъ кожуховъ, расположенныхъ надъ долевымъ проходомъ, на разстояніи одного метра отъ долевой стѣнки, посрединѣ каждаго отдѣленія. Кромѣ того, въ боковой стѣнкѣ вагона, гдѣ долевой проходъ, устроены въ двухъ междуоконныхъ стѣнкахъ приспособленія для впуска свѣжаго воздуха по типу, примѣненному въ вагонѣ IV класса системы инженера Рыковскова — черезъ слой асбестовой ваты во всю толщину стѣнки; впускъ воздуха регулируется помощью задвижки.

§ 11. **Умывальное отдѣленіе.** Въ умывальномъ отдѣленіи длиною 1150 mm и шириною 900 mm имѣется цинковый сосудъ для воды, емкостью до 2 ведеръ, прикрѣпленный къ стѣнкѣ и снабженный въ днѣ двумя втулками со стержневыми клапанами.

§ 12. **Отхожее мѣсто.** Въ отхожемъ мѣстѣ, имѣющемъ въ длину 1150 mm и ширину 900 mm, въ полу, который ниже общаго пола на 25 mm, имѣется дыра лйцеобразнаго вида, отъ которой сдѣланъ плавный переходъ вверхъ къ углу стѣнки, такъ чтобы фекаліи не задерживались, а попадали внизъ.

§ 13. **Освѣщеніе.** Вагонъ освѣщается пятью обыкновенными свѣчными фонарями съ вытяжкой (3 односторонникъ и 2 двухсторонникъ). Раздѣлка у вытяжной трубы фонаря должна быть сдѣлана изъ двухъ листовъ 8 фунтоваго листового желѣза съ прокладкою асбеста.

§ 14. **Окраска.** Вагонъ внутри и снаружи окрашивается въ сѣрый цвѣтъ. Полы покрываются олифою, шпаклюются и затѣмъ еще два раза покрываются горячею олифою.

Желѣзныя части красятся черною краскою.

НТБ ДНУЖТ

Техническія условія на матеріалы, идущіе на постройку вагоновъ IV класса для перевозки переселенцевъ.

§ 1. **Дерево.** Дерево, употребляемое для постройки вагоновъ, должно быть сухое и здоровое.

§ 2. **Желѣзо.** Желѣзо, употребляемое для постройки вагоновъ, можетъ быть литое, хорошо сваривающееся и не принимающее закалки или сварочное соотвѣтственнаго сорта, причемъ:

А. Литое желѣзо: а) идущее на изготовленіе частей упряжного прибора — должно имѣть временное сопротивленіе разрыву не менѣе 36 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи въ 25%; однако сумма чиселъ разрывного груза и двойного удлиненія должна быть не менѣе 92;

б) идущее на изготовленіе: тормозныхъ винтовъ съ гайками, тормозныхъ тягъ, колѣнчатыхъ и другихъ рычаговъ въ системѣ тормоза, шарнирныхъ болтовъ и стяжныхъ болтовъ, должно имѣть временное сопротивленіе не менѣе 33 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи въ 20%; однако сумма чиселъ разрывного груза и двойного удлиненія должна быть не менѣе 85;

в) идущее на изготовленіе частей, не указанныхъ выше, а также на швеллера, добавочныя балки, колесныя спицы и ступицы, должно удовлетворять нормальнымъ условіямъ на поставку сортового литого желѣза и должно имѣть, при толщинѣ отъ 4 до 20 mm временное сопротивленіе не менѣе 33 kg/qmm, при наименьшемъ удлиненіи въ 20%, а сумма чиселъ разрывного груза и двойного удлиненія должна быть не менѣе 76; при толщинѣ же отъ 20 до 100 mm должно имѣть временное сопротивленіе не менѣе 31 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи въ 20%, а сумма чиселъ разрывного груза и двойного удлиненія не должна быть менѣе 66.

Б. Сварочное желѣзо: а) идущее на изготовленіе частей, указанныхъ въ § 2 ст. А, пп. а и б, а также колесныхъ спицъ и ступицъ — должно быть перваго сорта и удовлетворять нормальнымъ условіямъ на поставку сварочнаго желѣза и должно имѣть временное сопротивленіе разрыву не менѣе 34 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи 14% *);

б) идущее на изготовленіе частей, указанныхъ въ § 2 ст. А, п. в, можетъ быть 2-го сорта и должно удовлетворять нормальнымъ условіямъ на поставку сварочнаго желѣза и должно имѣть временное сопротивленіе разрыву не менѣе 32 kg/qmm при наименьшемъ удлиненіи въ 10%.

В. Листовое желѣзо: кровельное въ прямоугольныхъ листахъ вѣсомъ въ одномъ кв. арш. не менѣе 6 фунтовъ, должно быть мягкое, неупругое, прокатанное чисто, безъ пленъ; углы его должны легко поддаваться сгибанію и разгибанію отъ руки.

Желѣзо это должно выдерживать еще слѣдующую пробу: вырѣзанные изъ листа два пробные листка соединяются между собою двойнымъ замкомъ вплотную, послѣ чего сгибаются перпендикулярно къ линіи замка подъ внутреннимъ угломъ въ 45°; полученный такимъ образомъ гребень разгибается въ плоскость и снова загибается подъ тѣмъ же угломъ.

Сгибаніе и разгибаніе производится деревяннымъ молоткомъ (кіянкой); при испытаніи въ желѣзѣ не должно обнаруживаться признаковъ разрыва. Испытанію должно подвергаться ½% отъ предъявленныхъ листовъ, но не менѣе 2-хъ листовъ изъ данной партіи. Если проба дастъ неудовлетворительный результатъ, то производится переиспытаніе на двойномъ количествѣ листовъ; если и при этомъ получится неудовлетворительный результатъ, то вся партія бракуется.

§ 3. **Сталь.** а) Сталь для чекъ и валиковъ должна имѣть временное сопротивленіе не менѣе 55 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 15% *).

б) Сталь, идущая на изготовленіе упряжныхъ, буферныхъ и подвѣсныхъ рессоръ, должна удовлетворять нормальнымъ техническимъ условіямъ на поставку рессорной стали.

в) Сталь, идущая на изготовленіе осей, литыхъ колесныхъ центровъ и бандажей, должна удовлетворять нормальнымъ техническимъ условіямъ на изготовленіе осей, шинъ и литыхъ колесъ.

---

*) Нормальныя техническія условія, предложенныя къ руководству приказомъ Министра Путей Сообщенія отъ 5 іюля 1897 года, за № 113.

НТБ ДНУЖТ

§ 4. **Чугунъ.** Чугунъ, идущій на изготовленіе отливокъ, долженъ быть мягкій, въ изломѣ мелкозернистый, сѣраго цвѣта.

§ 5. **Готовыя издѣлія.** При сдачѣ готовыхъ издѣлій, перечисленныхъ въ § 2 ст. А, пп. а и б, матеріалъ коихъ или сами издѣлія не были предварительно испытаны, таковыя подвергаются наружному осмотру и испытанію по условіямъ, предъявляемымъ къ матеріалу, изъ котораго они должны быть изготовлены. Для такого испытанія берется 1% отъ всей партіи, предъявленной къ сдачѣ. Издѣлія, не выдержавшія испытанія, подвергаются переиспытанію въ двойномъ количествѣ и при неудовлетворительномъ результатѣ — бракуются.

§ 6. При предъявленіи готовыхъ издѣлій, перечисленныхъ въ § 2, ст. А, п. в, таковыя подвергаются только наружному осмотру и лишь въ случаѣ сомнѣнія въ качествѣ ихъ матеріала подвергаются испытанію на изгибъ, установленный для желѣза 2-го сорта. Для такого испытанія берется $^1/_5$%, но не менѣе 2-хъ штукъ отъ всей партіи, предъявленной къ сдачѣ.

Примѣчаніе. Исключеніе составляетъ желѣзо для рамъ, которое, въ случаѣ сомнѣнія, подвергается испытаніямъ, указаннымъ въ п. в ст. А, § 2.

d. Крытые товарные вагоны.

1. **Крытый товарный вагонъ нормальнаго типа 1892 г.** Тара см. стр. 871. Для сохраненія за тормознымъ вагономъ одинаковой съ нетормознымъ вмѣстимости и подъемной силы оба вагона имѣютъ тождественные кузова, а кондукторская площадка тормознаго вагона пристроена снаружи кузова.

2. **Кузовъ нетормознаго вагона.** Внутренніе размѣры: длина 6400, ширина 2743, высота въ срединѣ 2337, высота у долевой стѣнки 2222, ширина между наружными краями стоекъ на долевыхъ стѣнкахъ 2917; то же разстояніе между наружными краями дверныхъ стоекъ 2943; длина между наружными краями стоекъ на концевыхъ стѣнкахъ 6644. Тормозная площадка. Ширина въ свѣту 580. Отъ верха бруса, къ которому прикрѣпляется тормозной винтъ, до пола 940.

Между наружными гранями угловыхъ стоекъ: вдоль вагона 6590, поперекъ вагона 2947.

Отъ буфернаго бруса (снаружи) до оси 1-й стойки 692, отъ оси 1-й до оси 2-й стойки 820; между осями дверныхъ стоекъ 1955; отъ буфернаго бруса со стороны тормозной площадки до оси 1-й стойки (у начала тормозной площадки) 586. Размѣры этой стойки 115 · 115. Угловыя стойки торм. площадки 120 80, концевыя стойки тормозной площадки 120 · 80.

Стойки угловыя *): 115 · 115, концевыя 100 · 80; стойки на долевыхъ стѣнкахъ 80 · 65, стойки дверныя 125 · 100. Стойки дубовыя.

Угловыя стойки нарубаются на буферный брусъ на 42, а стойки концевыхъ стѣнокъ на 22.

Дуги промежуточныя, потолочныя: желѣзныя тавровыя 70 35 6 или деревянныя 51 51. Въ послѣднемъ случаѣ дуги противъ дверныхъ стоекъ должны имѣть 64 · 102.

Дуги концевыя (арки) 63 · 235. Число потолочныхъ дугъ 7: одна посрединѣ дверного пролета; разстояніе отъ средней дуги до ближайшихъ съ каждой стороны равно 790, 790 + 790, 790 + 790 + 964.

---

*) Первая цифра относится до размѣра стойки по длинѣ вагона.

НТБ ДНУЖТ

Обшивка кузова: видимая ширина $3^1/_2''$ (89), толщина 22, высота шпунта не менѣе 13 ($^1/_2''$); обшивка крыши $3^1/_2'' \cdot 22$; половыя доски 2″, настилъ поперечный, длина доски 2743, ширина доски 250. Высота пола надъ головкой рельса 1227.

Кронштейны, къ которымъ прикрѣпляются стойки, изъ плоскаго желѣза $50 \cdot 13$. Длина кронштейна противъ средины дверей 365,5; вѣсъ 12 ф. Длина остальныхъ кронштейновъ 371,5; вѣсъ 12 фунт.

Остовъ кузова составляется изъ ряда дубовыхъ стоекъ (см. выше), укрѣпленныхъ снизу (на болтахъ), частью къ желѣзнымъ кронштейнамъ (см. выше), приклепаннымъ къ ходовой рамѣ вагона, частью же къ желѣзнымъ буфернымъ брусьямъ (см. стр. 876). Верхними концами своими стойки эти врѣзаны въ продольные обвязочные брусья и концевыя дуги, которыя вмѣстѣ съ продольными обвязочными брусьями образуютъ раму крыши. Къ верхнему обвязочному брусу укрѣпленъ карнизный брусокъ $100 \cdot 77$.

Подкарнизный (наддверный) брусокъ $40 \cdot 65$.

Верхній обвязочный брусокъ (сверху скошенъ) деревянный: 78 ($110 \cdot 120$).

Нижній обвязочный угольникъ, соединяющій кронштейны, сѣченіемъ $63 \cdot 63 \cdot 6$; длиной для нетормозного вагона 6424, для тормозного вагона 7026, вѣсъ 103 ф.

Разстояніе между верхними обвязочными брусьями въ свѣту = разстоянію между наружными гранями обвязочныхъ угольниковъ, соединяющихъ кронштейны, и = 2787.

Угольникъ прикрѣпляется къ кронштейнамъ заклепками и ставится такъ, что верхняя поверхность его горизонтальной полки находится на одномъ уровнѣ съ горизонтальными плоскостями верхнихъ полокъ швеллеровъ.

Отъ наивысшей точки (вверху скошеннаго) верхняго обвязочнаго бруса до пола вагона 2222.

3. Двери съ приборомъ.

Дверной просвѣтъ: ширина 1830, высота 2102.

Двери обшиваются такъ же, какъ и кузовъ, досками въ перекрышку или соединенными въ шпунтъ.

Ширина дверного полотнища 2014, высота 2176, толщина внизу 67.

Дверная обвязка: нижняя и боковая 100 60, верхняя $120 \cdot 60$.

Зазоръ между дверью и боковыми кузовными стойками 5.

Дверная полоса верхняя (замѣняетъ одновременно зонтъ) $80 \cdot 7$ 4030, укрѣпляется четырьмя расклепанными болтами діам. 13, вѣсъ 1,1 пуд. Конецъ полосы загнутъ и служитъ остановомъ для дверей, загибъ 72, длина 65.

Нижній край полосы отстоитъ отъ низа карнизнаго бруска на 80, а отъ низа подкарнизнаго бруска на 40. Съ цѣлью предупрежденія выпаденія двери при износѣ роликовъ, два верхнихъ угольника дверной поковки снабжены дополни-

НТБ ДНУЖТ

тельными горизонтальными полками, шириною 13. Зазоръ между верхнею плоскостью горизонтальной полки угольника и низомъ дверной полосы долженъ быть на $^1/_4''$ (6 mm) менѣе высоты реборды дверныхъ роликовъ.

Притворный дверной угольникъ 63 · 63 · 6 · 2420, на 7 болтахъ и (внизу) на двухъ заклепкахъ, вѣсъ 37 ф. Отъ плоскости притворнаго угольника до (внутренняго) края дверной стойки 62.

Поручень дверной (онъ же и для тормозной площадки). Между болтами 420, отъ оси поручня до края двери 32, діаметръ стержня 16, вѣсъ 2,25 ф. Отъ нижняго болта до линіи центра дверного ролика 152.

Рельсъ дверной. Сѣченіе спеціально-тавровое. Полная высота 51, толщина внизу 13; верхняя полка 21 10. Длина рельса между центрами роликовъ въ крайнихъ ихъ положеніяхъ 4138; внутренній радіусъ закругленій 46, вѣсъ 1,6 пуд. Рельсъ приклепывается къ каждому кронштейну. Отъ оси (сѣченія) рельса до наружнаго края дверной стойки 38,5.

Роликъ дверной чугунный: діаметръ 90, діаметръ съ ребордами 110, дыра для болта 19, болтъ 16, вѣсъ 3 ф. Отъ центра ролика до низа дверей 35. Между центрами роликовъ 2134.

4. **Скоба для буфернаго фонаря** чугунная. Отверстія гнѣзда 14 53, длина гнѣзда 80, вѣсъ 7,25 ф.; отъ средины отверстія до плоскости, которою скоба прилегаетъ къ стойкѣ, 66. Толщина фланца 16, ширина 55, между болтами 120. Болты 19. Отъ средины между болтами до низа буфернаго бруса 615.

5. **Стойка сигнальнаго фонаря** желѣзная. Вертикальный штырь: вверху 29 · 25 (25 вдоль вагона), внизу 36 · 32; высота до низа бокового отростка 100. Отростокъ въ круглой части 17. Отъ оси штыря до средней вертикальной прямой болтовъ, укрѣпляющихъ стойку, 175. Фланцъ для прикрѣпленія 42 · 10, высота 134, между болтами 92; болты симметричны относительно оси отростка, діаметръ 13, вѣсъ всей стойки 4 ф. Отъ оси штыря до стойки 154. Высота оси отростка надъ поломъ 1735.

6. **Крюкъ сигнальной веревки.** Отъ заплечика до вертикальной прямой, идущей черезъ центръ закругленія крюка, 125; длина круглаго конца съ гайкой 98, діаметръ крюка и конца 13, вѣсъ 1,03 ф. Отъ наиболѣе пониженной точки крюка снаружи до оси 49. Отъ оси крюка до наивысшей точки (конца) 55. Центръ закругленія ниже оси крюка на 16. Внутренній радіусъ крюка 20.

7. **Люкъ.** Размѣръ нижняго бруска 100 60, брусокъ укрѣпляется къ двумъ стойкамъ изнутри вагона на 4-хъ шурупахъ. Высота люкового отверстія въ свѣту 390, ширина 690. Между полотнищемъ люка и деревянной рамкой зазоръ 5; перекрышка полотнища 20. Размѣръ полотнища 730 · 430, толщина 2, вѣсъ 10,5 ф. Полоса съ цапфами для вращенія люка (сѣченіе полосы 32 · 12) длиною отъ края до края

НТБ ДНУЖТ

цапфъ 604, цапфы діаметр. 16, длиною 34; полоса прикрѣпляется къ нижнему брусу на трехъ заклепкахъ, вѣсъ полосы 4,75 ф. Шарнирныя планки сѣченіемъ 32 · 9, длиною отъ центра ушка 382, къ полотнищу прикрѣпляются на 4-хъ заклепкахъ, вѣсъ 2 ф.

8. Н. Т. У. для поставки крытыхъ товарныхъ вагоновъ нормальнаго типа.

§ 1. **Общія указанія.** Крытые товарные вагоны должны быть построены вполнѣ согласно съ чертежами альбома и описаніемъ (пояснительною запискою) нормальнаго крытаго товарнаго вагона русскихъ желѣзныхъ дорогъ, утвержденными Министерствомъ Путей Сообщенія.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда на чертежахъ указаны нѣсколько варіантовъ, выборъ варіанта предоставляется заказчику, и онъ устанавливается при заказѣ. Неотъемлемыя воинскія приспособленія должны быть устроены согласно чертежамъ М. П. С.

Примѣчаніе. Относительно допускаемыхъ отступленій въ размѣрахъ и точности изготовленія частей настоящій пунктъ дополняется по **Н. Т У.** для паровозовъ § 1 (стр. 861).

§ 2. **Колеса** должны быть изъ сварочнаго или литого желѣза, или стальныя литыя, по указанію заказчика, и скаты должны быть исполнены согласно утвержденнаго чертежа и техническихъ условій, установленныхъ на сей предметъ.

§ 3. **Осевыя буксы.** Чугунъ для буксъ долженъ быть мягкій, въ изломѣ мелкозернистый и сѣраго цвѣта. Въ буксахъ, въ нижнихъ частяхъ, долженъ быть помѣщенъ упругій аппаратъ для смазыванія шейки оси снизу. Игра буксъ въ осевыхъ лапахъ должна быть согласована съ чертежомъ.

§ 4. **Подшипники.** Подшипники должны быть сдѣланы изъ фосфористой бронзы и залиты композиціей: изъ 3 частей красной мѣди, 7 частей антимонія и 90 ч. олова или какого-нибудь другого сплава соотвѣтственнаго качества, по указанію заказчика; они должны быть плотно пригнаны въ крышку смазочной коробки и притомъ такъ, чтобы подшипникъ, вынутый изъ одной коробки, плотно приходился во всякую другую коробку.

§ 5. **Подвѣсныя рессоры** должны быть изготовлены изъ литой стали, согласно съ чертежами, причемъ допускаются слѣдующія отступленія: а) въ длинѣ хорды рессоры (разстояніе между центрами ушковъ) не болѣе 0,5% и б) въ высотѣ фабричной стрѣлы рессоры не болѣе 6 mm. Передъ сборкою выгнутыя поверхности рессоры смазываются смѣсью сала съ масломъ и графитомъ. Всѣ рессоры подвергаются слѣдующимъ испытаніямъ на изгибъ: а) рессора съ заранѣе измѣренною стрѣлкою подвергается дѣйствію груза, вызывающаго напряженіе въ листахъ около 100 kg/qmm; измѣренный по снятіи сей нагрузки остающійся прогибъ не долженъ быть болѣе 3% отъ величины прогиба рессоры подъ пробнымъ грузомъ; б) рессора, дважды нагруженная, послѣ перваго испытанія, тѣмъ же грузомъ, не должна давать остающагося прогиба болѣе 0,5 mm.

§ 6. **Буксовыя рамы.** Буксовыя рамы должны быть изъ сварочнаго или изъ хорошо сваривающагося литого желѣза; онѣ подвергаются пробѣ на изгибъ на наковальнѣ ударами ручного молотка какъ въ холодномъ, такъ и въ нагрѣтомъ состояніи: въ первомъ случаѣ желѣзо должно изгибаться на 90°, во второмъ на 180° безъ обнаруженія трещинъ и излома.

§ 7. **Приборы тяговые и упряжные.** Всѣ части тяговаго прибора и запасныя цѣпи должны быть изъ сварочнаго или литого желѣза. Клинья и чеки изъ стали. Стяжныя скобки съ ушками, гайки стяжного винта съ ихъ цапфами и тяговый крюкъ съ придаточной частью, длиною около 300 mm, должны изготовляться изъ цѣльныхъ кусковъ.

Сварочное желѣзо должно дать при разрывѣ отъ 36 до 42 kg/qmm сопротивленія, при наименьшемъ удлиненіи въ 25%, причемъ сумма цифръ сопротивленія и двойного удлиненія должна быть не менѣе 92. Литое желѣзо должно хорошо свариваться и не давать закалки.

НТБ ДНУЖТ

Сталь должна имѣть временное сопротивленіе не менѣе 55 kg/qmm, при удлиненіи не менѣе 15%.

Собранный тяговый приборъ подвергается испытанію на растяженіе усиліемъ 12300 kg (750 пуд.), причемъ не долженъ обнаруживать остающихся измѣненій въ своихъ частяхъ.

Каждая запасная вагонная цѣпь должна испытываться на заводѣ растягивающимъ усиліемъ въ 6,5 t, при каковомъ усиліи не должно обнаруживаться остающихся измѣненій.

Упомянутое испытаніе должно быть засвидѣтельствовано надлежащими актами.

При пріемкѣ запасныхъ вагонныхъ цѣпей заводскому инспектору предоставляется, изъ партіи въ 100 штукъ и менѣе, испытывать по одной цѣпи на растяженіе грузомъ въ 10 t, причемъ цѣпи не должны оказывать признаковъ поврежденія.

Въ случаѣ, если какая-либо партія дастъ неудовлетворительные результаты, отъ той же партіи подвергается упомянутому испытанію по двѣ цѣпи, причемъ если хотя одна цѣпь не выдержитъ сего испытанія, вся партія бракуется *).

§ 8. **Буфера.** Буферныя тарелки могутъ быть откованы изъ сварочнаго или литого желѣза. Буферные стаканы могутъ быть желѣзные кованые или литые изъ стали. Прокладка между буфернымъ брусомъ и лапами буфернаго стакана должна быть чугунная или штампованная желѣзная, снабженная надлежащими выступами для удержанія на мѣстѣ спиральной пружины.

§ 9. **Буферныя и тяговыя рессоры.** Спиральныя, буферныя и тяговыя рессоры должны быть изготовлены изъ литой стали и удовлетворять слѣдующему испытанію: рессора, сжатая прессомъ два раза до полнаго сжатія, при слѣдующихъ сжатіяхъ тѣмъ же грузомъ должна возвращаться къ той же высотѣ, которую имѣла послѣ второго сжатія.

§ 10. **Всѣ поковки** могутъ изготовляться изъ сварочнаго или литого желѣза. Все сварочное желѣзо, идущее на отковку вагонныхъ частей, испытывается согласно техническимъ условіямъ на сортовое желѣзо 1-го или 2-го сорта (ч. I, стр. 553), а именно: перваго сорта — для болтовъ, тормозныхъ валовъ и тягъ, второго сорта — для всѣхъ прочихъ поковокъ, кромѣ имѣющихъ спеціальныя техническія условія; если же поковки готовятся изъ литого желѣза, то оно должно удовлетворять условіямъ на поставку сортового литого желѣза. При предъявленіи къ пріемкѣ вмѣсто матеріала готовыхъ поковокъ, болты и тормозные валы и тяги испытываются по условіямъ для матеріала перваго сорта, остальныя же поковки принимаются по наружному осмотру; въ случаѣ же сомнѣнія онѣ подвергаются испытанію на изгибъ, установленному для желѣза второго сорта, причемъ болты, тормозные валы и тяги испытываются въ количествѣ $^1/_5$% всѣхъ частей по выбору пріемщика и, во всякомъ случаѣ, не менѣе двухъ штукъ. При полученіи неудовлетворительныхъ результатовъ переиспытанію подвергается двойное количество образцовъ или штукъ. Партія, давшая неудовлетворительное переиспытаніе, бракуется.

§ 11. **Рамы.** Металлическія продольныя балки и поперечныя связи вагоновъ должны быть изъ сварочнаго или литого желѣза, причемъ литое желѣзо должно выдерживать на разрывъ не менѣе 32 и не болѣе 45 kg/qmm при удлиненіи не менѣе 20%, причемъ сумма разрывающаго груза и двойного удлиненія должна быть не менѣе 85. Сварочное желѣзо должно отвѣчать 2-му сорту. Испытаніе разныхъ частей производится въ количествѣ 1% изъ предъявленныхъ къ испытанію частей. При полученіи неудовлетворительныхъ результатовъ не выдержавшія испытанія части подвергаются переиспытанію въ двойномъ количествѣ. При повторительномъ полученіи неудовлетворительныхъ результатовъ соотвѣтственныя части бракуются.

Примѣчаніе. Желѣзо для рамъ на изгибъ не испытывается.

§ 12. **Деревянныя части.** Дерево, употребляемое для постройки вагоновъ, должно быть сухое, лучшаго качества, безъ гнили, червоточинъ и

---

*) Указанія сего параграфа должны быть примѣнены также къ запаснымъ цѣпямъ, устанавливаемымъ на пассажирскихъ вагонахъ, открытыхъ платформахъ и вагонахъ-цистернахъ, равно на тендерахъ и паровозахъ для скрѣпленія ихъ съ вагонами.

НТБ ДНУЖТ

табачныхъ сучьевъ, прямое, плотное; всѣ стойки и рамные брусья должны быть дубовые или другой указанной въ заказѣ породы дерева, имѣющей прочность, соотвѣтственную прочности дуба. Верхніе обвязочные брусья, концевыя кружала и потолочныя дуги могутъ быть сосновые. Отдѣлка деревянныхъ частей должна быть самая тщательная, ребра должны быть острыя и безъ жуковинъ. Поверхъ потолочныхъ дугъ долженъ быть уложенъ настилъ изъ шалевокъ, образующій крышу, которая затѣмъ обшивается желѣзомъ, вѣсомъ не менѣе 5 фунтовъ въ квадратномъ аршинѣ. Половой настилъ и обшивка должны быть сдѣланы изъ сосны или другого дерева, по соглашенію заказчика съ заводомъ.

Доски, примѣняемыя для обшивки, полового и потолочнаго настила, а также и для изготовленія другихъ частей вагона, могутъ имѣть сквозные и несквозные сучья, если сучья здоровые, не смоляные, безъ трещинъ, совершенно плотно срослись съ древесиной и имѣютъ діаметръ, по наименьшей оси эллипса, не болѣе $1^1/_4$″. Въ противномъ случаѣ, на мѣсто сучьевъ должны быть тщательно вставлены, на клею, задѣлки изъ сухого дерева, имѣющія волокна по тому же направленію, какъ и волокна доски.

Количество задѣлываемыхъ сучьевъ не должно превосходить семи штукъ, при длинѣ доски въ 9 фут.; при болѣе короткой доскѣ количество задѣлываемыхъ сучьевъ не должно превосходить одного сучка на одинъ футъ длины доски.

Кромѣ того, сучья не должны быть расположены гнѣздами по два и болѣе сучьевъ рядомъ.

§ 13. **Сборка.** Всѣ винты и гайки должны имѣть нарѣзку по системѣ Витворта. При сборкѣ вагоновъ должно быть обращено вниманіе на правильное помѣщеніе осевыхъ лапъ и подвѣсныхъ рессоръ.

§ 14. **Окраска.** По ошпаклевкѣ и загрунтовкѣ вагоны красятся внутри дважды масляною краскою стальнаго цвѣта, а снаружи три раза краснымъ цвѣтомъ. Всѣ желѣзныя и чугунныя части, а равно рамы и ходъ должны быть окрашены въ черный цвѣтъ.

§ 15. **Надписи.** На продольныхъ швеллерахъ вагоновъ должны быть сдѣланы надписи вѣса нагрузки вагона и тары въ пудахъ и обозначено названіе завода и время постройки; на вагонахъ должны быть обозначены начальныя буквы названія дороги, № вагона и другія затребованныя заказчикомъ надписи. Угловыя стойки должны быть окрашены въ бѣлый цвѣтъ.

c. Открытые товарные вагоны, полувагоны.

Кузовъ изъ дерева или желѣза. При желѣзномъ остовѣ боковыя стѣнки и полъ дѣлаются изъ дерева. Вагоны для угля, кокса и т. п. имѣютъ высоту стѣнокъ 0,8 до 1,5 m. Въ боковыхъ стѣнкахъ кузова имѣются створчатыя двери, отверстіемъ въ свѣту около 1,5 m и устраиваются либо съемными либо поворотными, на шарнирахъ. Полъ 50 до 60 mm толщиною, а боковыя стѣнки 30 до 50 mm. Желѣзныя боковыя стѣнки толщиною 5 до 6 mm. Для перевозки длинныхъ предметовъ на платформахъ имѣются приспособленія для установки поддержекъ, вращающихся около вертикальной оси. Двѣ такихъ платформы соединяются жесткой тягой.

f. Платформы.

1. **Платформы** съ откидными бортами **длиною 21′** (6400 mm), ширина 2743, высота бортовъ 280, базисъ 3200.

2. Платформы **типа казенныхъ дорогъ** двухосныя, длиною 30 фут., подъемною силою 800 пуд., тара см. стр. 871. Длина снаружи (тормозной и нетормозной) при поднятыхъ бортахъ

НТБ ДНУЖТ

9204, ширина 2840; швеллера и буфера 300, борты 229 · 50, между осями 5500. Размѣры и расположеніе брусьевъ рамы см. табл. на стр. 876, отъ верха пола до головки рельса 1292,5.

Обвязочный угольникъ 90 · 90 · 10; угольникъ для удержанія половыхъ досокъ 50 · 50 · 4. Предохранительные листы для пола и бортовъ: толщ. 3 mm, загибаются корытомъ, глубиной внутри 57, ширина корыта снаружи 50.

Боковые кронштейны полосового желѣза сѣченіемъ 50 · 12, длиною 301. Желѣзныя скобы для стоекъ изъ полосового желѣза 73 12, размѣры въ свѣту 98. Планка на половыхъ доскахъ для прохода стоекъ толщиною 6,5; размѣры наружн. 178 140, внутр. 80 · 110.

Расположеніе скобъ. Отъ буфернаго бруса снаружи до средины скобы: 1-й—1084, 2-й—2615, 3-й—3860, 4-й—5344, 5-й—6589 и 6-й—8120.

Расположеніе брезентовыхъ колецъ. Отъ буфернаго бруса снаружи (неторм. колецъ) до 1-го кольца 530, между всѣми кольцами 1163,5. Размѣры брезентнаго кольца: наружный діам. 81, толщ. круглаго желѣза 12.

g. Вагонъ-цистерна, подъемною силой въ 750 пудовъ.

Между осями — 2827. Длина котла между касательными къ днищамъ 6213, высота днища полная (съ бортомъ) 190, толщина стѣнокъ 4,7 ($^5/_{32}''$), звеньевъ 5, внутренній діаметръ наименьшаго звена 1650, внутренній діаметръ наибольшаго звена — 1678,2. Выступъ днища изъ цилиндрической части котла 127, колпакъ діаметромъ 660, высотой (безъ верхняго днища) 775.

Выпускная для жидкости сливная труба, внутреннимъ діаметромъ 102, а отверстіе на концѣ трубы для выхода жидкости 63 mm; закрывается крышкой на рѣзьбѣ, висящей на цѣпи. Высота центра сливной трубки надъ рельсомъ при порожней цистернѣ 820 до 840; край (обрѣзъ) выпускного отверстія выступаетъ изъ-за полки швеллера на 50 до 60 mm. У мѣста соединенія сливной трубки съ котломъ имѣется изнутри запирающійся клапанъ (на кожѣ), вертикальная ручка котораго доходитъ до колпака.

Отъ низа котла до верха швеллера 87. Продольные брусья, на которыхъ лежитъ цистерна, 140 · 180; угольники, прикленываемые къ котлу, 89 · 89 · 10; деревянныя поперечныя балки съ круговымъ посрединѣ вырѣзомъ для котла имѣютъ высоту (въ невырѣзанной части) 283 и помѣщаются надъ поперечными брусьями вагонной рамы.

h. Вагоны санитарные.

П. М. П. С. 19 ноября 1897, за № 20397. Новые четырехосные пассажирскіе вагоны III класса, предназначаемые для санитарныхъ поѣздовъ военнаго

НТБ ДНУЖТ

времени, заказываются такой длины, при которой должно быть удовлетворено требованіе военнаго вѣдомства — ставить въ каждомъ вагонѣ около его продольныхъ стѣнокъ отъ 8 до 9 лазаретныхъ станковъ системы Московско-Брестской жел. дороги (Кригера).

Длина вышеозначенныхъ станковъ, вмѣстѣ съ положенными на нихъ носилками, опредѣлена въ $8'6''$.

Принимая означенную длину станковъ съ носилками для разсчета минимальной длины помѣщенія для больныхъ, при обязательной установкѣ въ оном 8 станковъ названной системы, а также размѣры отдѣльныхъ тамбуровъ по линіи вагона, необходимо имѣть въ виду слѣдующія условія.

1) Для допуска рабочихъ при укладкѣ носилокъ, съ лежащими на нихъ больными, на станки, послѣдніе слѣдуетъ устанавливать такъ, чтобы между концами ручекъ носилокъ, помѣщенныхъ на двухъ смежныхъ станкахъ, оставались промежутки не менѣе 6 дюймовъ, а между концами ручекъ носилокъ крайнихъ станковъ и поперечными стѣнками вагона оставалось бы разстояніе не менѣе 12 дюймовъ.

2) Для предоставленія свободнаго прохода съ носилками во время нагрузки или выгрузки раненыхъ черезъ двери, расположенныя другъ противъ друга, съ обоихъ концовъ вагона, на поперечныхъ перегородкахъ, обязательно оставлять съ каждой стороны противъ этихъ выходовъ свободныя мѣста, равныя по размѣрамъ означеннымъ носилкамъ.

3) Въ зависимости отъ условія, изложеннаго въ предыдущемъ пунктѣ, количество станковъ, устанавливаемыхъ по продольнымъ стѣнкамъ, не можетъ быть одинаково съ обѣихъ сторонъ, а именно вдоль стѣнки вагона, на концахъ которой находятся створные углы, надлежитъ ставить по 3 станка, а вдоль противоположной стѣнки – 5 станковъ, съ соблюденіемъ промежутковъ, указанныхъ въ п. 1. Слѣдовательно, длина помѣщенія для больныхъ выразится суммою слѣдующихъ размѣровъ:

$$(8'6'' \times 5 + 6'' \times 4 + 1' \times 2) = 46'6'' \text{ около } 14131 \text{ mm.}$$

4) Для устройства уборной съ клозетомъ на одномъ концѣ вагона и помѣщенія нагрѣвателя на другомъ концѣ вагона слѣдуетъ назначить по линіи длины вагона не менѣе 1700 mm, включая размѣры толщины перегородокъ, отдѣляющихъ каждое изъ двухъ послѣднихъ помѣщеній отъ перваго, внутренняго, предназначеннаго для больныхъ.

5) На устройство двухъ концевыхъ площадокъ съ тамбурами надлежитъ положить по линіи длины кузова вагона не менѣе 1940 mm, считая въ томъ числѣ размѣры толщины лобовыхъ и тамбурныхъ стѣнокъ.

Такая ширина площадокъ обусловливается необходимостью устройства въ продольной стѣнкѣ, не имѣющей створныхъ угловъ, дверей, шириною не менѣе 750 mm въ свѣту, съ цѣлью возможности выгрузки раненыхъ во время пути со стороны вагона, на которой створныхъ угловъ не имѣется.

Такимъ образомъ, минимальная длина кузововъ вагоновъ, предназначаемыхъ въ военное время для санитарной службы, можетъ опредѣлиться на основаніи приведенныхъ данныхъ суммою слѣдующихъ размѣровъ:

$$14181 + 1700 + 1940 = 17821 \text{ mm.}$$

Въ вагонахъ съ открытыми концевыми площадками общая длина кузова можетъ быть уменьшена за счетъ ширины означенныхъ площадокъ.

i. Вагоны для спеціальныхъ назначеній.

1. Вагоны для перевозки **мяса, пива, масла** снабжаются нѣсколькими деревянными обшивками, промежутки между которыми заполняются изоляціонною массой (кокосовое волокно, пробка). Двери поворотныя на шарнирахъ (запираютъ плотнѣе). Резервуары для льда, а иногда и печи.

2. **Вагонетки для дорожныхъ мастеровъ** дѣлаются въ видѣ платформъ, по возможности легкой конструкціи, чтобы можно было скоро убирать вагонетку съ пути. Длина и ширина платформы 2 m, толщина 40 до 50 mm.

НТБ ДНУЖТ

3. **Балластные вагоны** имѣютъ боковыя стѣнки откидныя, высотою 0,4 m.

4. Вагоны **для перевозки длиннаго лѣса** составлены **изъ** двухъ поворотныхъ телѣжекъ, соединенныхъ между собою жесткою тягою (въ 4 или 2 m, смотря по длинѣ перевозимаго лѣса).

5. Для **перевозки извести** вагоны по типу угольныхъ, но съ герметическими крышками (6 крышекъ, толщ. 2 mm, сводчатые листы).

6. **Вспомогательные вагоны** съ разными инструментами служатъ для подачи помощи при сходахъ съ рельсовъ, столкновеніяхъ и другихъ несчастіяхъ. Они представляютъ крытые товарные вагоны, снабженные домкратами (въ достаточномъ количествѣ), ломами, тисками, переноснымъ горномъ и т. п.

III. ДВИЖЕНІЕ.

a. Сигналы.

Установленные для жел. дор. дорогъ въ Россіи, указаны въ точности **въ положеніи о сигналахъ.**

Для установки сигнальныхъ фонарей на подвижномъ составѣ устанавливаются стойки и скобы; размѣры и расположеніе ихъ приведены на стр. 873.

b. Станціонная и поѣздная служба.

1. Годовой пробѣгъ вагоновъ. Пассажирскій вагонъ дѣлаетъ въ Германіи средній годовой пробѣгъ **въ** 47 000 km, багажный — 50 000 km, товарный — 16 000 km.

Прусскія казенныя жел. дороги: производительность **пассажирскаго** вагона принимается = 3 000 000 осе-километровъ, продолжительность службы въ среднемъ 30 лѣтъ, въ теченіе этого времени приходится смѣнить $3^1/_2$ комплекта бандажей. Производительность **багажнаго** вагона = около 3 700 000 осе-километровъ, продолжительность службы около 36 лѣтъ, въ теченіе этого времени приходится смѣнить 4 комплекта бандажей. Производительность **товарнаго** вагона = около 1 200 000 осе-километровъ. Продолжительность службы = 37 лѣтъ; въ теченіе этого времени приходится смѣнить $2^1/_2$ комплекта бандажей.

2. По **П. Т. Э. § 81, наибольшій составъ поѣздовъ** пассажирскихъ и товаро-пассажирскихъ не долженъ превосходить 100 осей, воинскихъ и смѣшанныхъ 120 осей и товарныхъ 150 осей, не включая въ означенныя числа осей ведущихъ паровозовъ и ихъ тендеровъ.

3. Скорость поѣздовъ. При опредѣленіи времени, необходимаго для прохожденія извѣстнаго перегона между двумя станціями, слѣдуетъ принимать въ разсчетъ потерю времени на прохожденіе поѣзда съ уменьшенною скоростью: по мостамъ, стрѣлкамъ, при входѣ и выходѣ со станціи, на подъмахъ, крутыхъ кривыхъ, глубокихъ выемкахъ и т. д. (см. стр. 907).

НТБ ДНУЖТ

1. **Наибольшія скорости** движенія по **П. Т. Э.** § 88.

При установленіи наибольшихъ скоростей необходимо соблюдать слѣдующія правила.

а) Означенныя **скорости,** какъ для поѣздовъ, ведомыхъ паровозомъ, такъ и для одиночныхъ паровозовъ, не должны превосходить наибольшей допускаемой скорости, соотвѣтствующей конструкціи поѣзднаго паровоза и обозначенной на паровозѣ (§ 65).

Примѣчаніе. Если поѣздъ ведутъ нѣсколько паровозовъ, то скорость разсчитывается по паровозу того типа, которому присвоенъ меньшій предѣлъ скорости.

б) Скорости эти должны соотвѣтствовать **тормозной силѣ** поѣзда (§ 87), причемъ для поѣздовъ, не снабженныхъ непрерывными тормозами, онѣ не должны превосходить 55 верстъ въ часъ.

Для балластныхъ и иныхъ поѣздовъ, въ составъ коихъ входятъ вагоны съ неупругими буферами, скорости не должны превышать 30-ти верстъ въ часъ.

в) Для всякаго рода поѣздовъ, когда паровозъ, находясь во главѣ поѣзда, ведетъ оный **заднимъ ходомъ,** т.-е. имѣя тендеръ впереди по направленію движенія, а равно для одиночныхъ паровозовъ, идущихъ заднимъ ходомъ, наибольшая скорость допускается не свыше 40 верстъ въ часъ.

г) Для всякаго рода поѣздовъ, **подталкиваемыхъ паровозомъ** сзади и не имѣющихъ во главѣ поѣзда другого дѣйствующаго паровоза (т.-е. находящагося подъ парами),—25 верстъ въ часъ.

д) Для поѣздовъ съ **двойною тягою,** если одинъ изъ паровозовъ помѣщенъ въ хвостѣ поѣзда, наибольшая скорость допускается не свыше 30 верстъ въ часъ.

2. **Таблица для разсчета скоростей.**

Скорость въ верс./чс.	На проходъ одной вер. требуется		Скорость въ верс./чс.	На проходъ одной вер. требуется		Скорость въ верс./чс.	На проходъ одной вер. требуется		Скорость въ верс./чс.	На проходъ одной вер. требуется	
	мин.	сек.		мин.	сек.		мин.	сек.		мин.	сек.
8	7	30	24	2	30	40		30	56	1	4
9	6	40	25	2	24	41		28	57	1	3
10	6	—	26	2	18	42		26	58	1	2
11	5	27	27	2	13	43		24	59	1	1
12	5	—	28	2	8	44		22	60	1	—
13	4	37	29	2	4	45		20	61	—	59
14	4	17	30	2	—	46		18	62	—	58
15	4	—	31	1	56	47		17	63	—	57
16	3	45	32	1	52	48		15	64	—	56
17	3	32	33	1	49	49		13	65	—	55,5
18	3	20	34	1	46	50		12	66	—	55
19	3	10	35	1	43	51		11	67	—	54
20	3	—	36	1	40	52		9	68		53
21	2	51	37	1	37	53		8	69	—	52
22	2	43	38	1	35	54		6,5	70	—	51
23	2	36	39	1	32	55		5			

НТБ ДНУЖТ

3. Допускаемыя скорости движенія поѣздовъ въ Германіи.

V max km/час.	Приукленахъ ‰	1 : n	Въ кривыхъ радіуса R въ m	V max km/час.	Приуклонахъ ‰	1 : n	Въ кривыхъ радіусахъ R въ m
90	5,0	1 : 200	900	65	17,5	57	400
85	7,5	1 : 113	800	60	20,0	50	300
80	10,0	1 : 100	700	55	22,5	44	250
75	12,5	1 : 80	600	50	25,0	40	200
70	15,0	1 : 66	500	45			180

Для входа на станцію и выхода требуется: для пассажирскихъ и скорыхъ поѣздовъ 2 до 3 мин., для смѣшанныхъ 3 до 4 мин., для товарныхъ 3 до 5 мин.; для прохожденія станцій $^1/_2$ до 2 мин. въ зависимости отъ длины станціи.

c. Служба паровозовъ.

1. Средній **пробѣгъ машиниста** въ день можно принимать въ среднемъ: въ товарныхъ поѣздахъ 90 до 140 km, въ пассажирскихъ поѣздахъ 140 до 250 km, на маневрахъ 12 часовъ.

Наибольшій пробѣгъ машиниста въ день составляетъ: въ скорыхъ поѣздахъ 500 km, въ пассажирскихъ поѣздахъ 400 km, въ товарныхъ поѣздахъ 200 km.

2. **Опредѣленіе скорости паровоза** лицомъ, находящимся на паровозѣ. Если D діаметръ круга катанія ведущихъ колесъ въ дециметрахъ (1 деціm. = 10 cm), то число оборотовъ, наблюдаемое въ теченіе $t = 1^1/_8\ D$ секундъ (точно $t = 1{,}131\ D$ сек.), даетъ число километровъ въ часъ (ошибка составляетъ для $t = 1^1/_8\ D$ только 0,5%).

3. **Расходъ угля.** На обыкновенныхъ желѣзныхъ дорогахъ (не горныхъ) составляетъ для пассажирскихъ поѣздовъ 10 kg/km, для товарныхъ поѣздовъ 16 kg/km; при этомъ одинъ килограммъ угля испаряетъ 5 до 7 kg воды, и количество увлекаемой паромъ воды изъ котла равно въ среднемъ 10%. **Расходъ воды** 0,06 до 0,2 cbm/km. **Расходъ смазки** 14 до 25 kg/1000 km.

4. **Для растопки паровоза** необходимо отъ 2-хъ до 4-хъ часовъ; послѣднее число часовъ необходимо при растопкѣ послѣ промывки котла.

5. **Промывка котла** (цѣлесообразно горячею водой) требуетъ, по крайней мѣрѣ, 13 часовъ, изъ которыхъ 8 часовъ требуется для охлажденія котла, 3 — для промывки и 2 часа для новой растопки. Смотря по качеству воды, промывка производится въ промежуткахъ отъ 1 до 3 недѣль. Для каждой промывки требуется отъ 8 до 15 cbm воды.

НТБ ДНУЖТ

Паровозъ дѣлаетъ въ годъ **пробѣгъ** 25 000 до 50 000 km. Общій пробѣгъ 600 000 до 900 000 km. Въ Америкѣ въ скорыхъ поѣздахъ, при обслуживаніи паровоза четырьмя бригадами (смѣнная бригада), паровозъ дѣлаетъ въ мѣсяцъ до 24 000, а въ годъ 180 000 km.

Машинистъ и помощникъ несутъ при этомъ только поѣздную службу. Служба со смѣнными паровозными бригадами болѣе экономична, чѣмъ служба съ обыкновенными бригадами, болѣе быстрая утилизація паровозовъ и менѣе продолжительный срокъ ихъ общей службы даетъ возможность легче вводить усовершенствованія въ конструкцію паровозовъ. Въ послѣднее время на многихъ германскихъ дорогахъ вводится служба со смѣнными бригадами (особенно на маневрахъ).

По **Ц. Д.** 4/11 марта 1896, № 4367. Для **предупрежденія случаевъ взрыва** паровозныхъ котловъ, находящихся на службѣ:

а) **паровозные котлы**, прослужившіе 20 и болѣе лѣтъ, при поступленіи для внутренняго освидѣтельствованія, подлежатъ особому обслѣдованію съ цѣлью опредѣленія пригодности ихъ къ дальнѣйшей службѣ. Котлы же, явно сомнительные, подвергаются этому обслѣдованію при первой возможности и ранѣе наступленія срока внутренняго освидѣтельствованія;

б) означенное особое обслѣдованіе (упомянутое выше въ а) должно производиться комиссіей свѣдущихъ лицъ, въ составѣ не менѣе 3 человѣкъ;

в) **желѣзо паровозныхъ котловъ**, поставленныхъ въ 1875 г. и ранѣе, считается негоднымъ къ службѣ, если:

1) разрывное усиліе составляетъ: для образцовъ, вырѣзанныхъ вдоль прокатки, — 24 kg/qmm или менѣе и для вырѣзанныхъ поперекъ прокатки — 22 kg/qmm или менѣе;

2) удлиненіе при разрывѣ составляетъ вдоль и поперекъ прокатки 3% или менѣе;

г) упомянутымъ въ в) изслѣдованіямъ механическихъ свойствъ подвергаются желѣзные листы, подлежащіе, по наружному ихъ виду, замѣнѣ;

д) результаты испытанія (указанные выше въ в) листовъ характеризуютъ качество всѣхъ листовъ-сверстниковъ испытаннаго листа; если же данныхъ о времени постановки листовъ не имѣется, то, для заключенія о благонадежности котла, дѣлать испытаніе второго листа свидѣтельствуемаго котла по выбору комиссіи.

d. Служба мастерскихъ *).

1. Продолжительность службы паровоза 18 до 25 лѣтъ, въ зависимости отъ степени использованія паровоза и доброкачественности пути. Въ теченіе этого времени подлежатъ возобновленію: одна огневая коробка, одинъ комплектъ дымогарныхъ трубъ и три комплекта колесныхъ шинъ.

2. Среднее число мастеровыхъ въ мастерскихъ.

	Для подвижн. состава, приписаннаго къ депо или мастерскимъ.	Для подвижн. состава, ремонтирующагося въ мастерскихъ
На 1 паровозъ . . .	1,3 до 1,8	7 до 13
» 1 почтовый или пассаж. вагонъ . . .	0,2 » 0,4	» 4
1 багажный или товарный вагонъ .	0,03 0,06	0,7 »

*) См. Troske, E. T. d. G., отдѣлъ: Werkstätten, стр. 757; а также Oppermann, Glas. Ann. 1889 и 1890.

НТБ ДНУЖТ

Опредѣленное по вышеуказаннымъ нормамъ количество мастеровыхъ распредѣляется, въ среднемъ, по отдѣльнымъ мастерскимъ въ нижеслѣдующихъ процентныхъ отношеніяхъ:

Ремесс	Въ паровозныхъ мастерскихъ	Въ вагонныхъ мастерскихъ	Въ мастерск. для верхн. строенія, пути и т. п.
Слесарей. . . .	46	30	50
Кузнецовъ, котельщиковъ	17	9	14
Токарей, строгальщиковъ и сверлильщиковъ	16	8	18
Мѣдниковъ, мѣднолитейщиковъ, жестянщиковъ. . .	3	3,5	
Маляровъ и лакировщиковъ .	1,5	11	
Столяровъ и плотниковъ	до 1	20	
Обойщиковъ .		6	.
Подручныхъ	15,5	12,5	16

3. Мастерскія (см. также **Т. У. П. и С.** 72, стр. 613, и V, стр. 624) могутъ быть подраздѣлены на:

a) главныя или центральныя (для всякаго рода ремонта),

b) мастерскія средней величины (для средняго ремонта),

c) малыя мастерскія, или мѣстныя мастерскія для производства малаго скораго ремонта.

Расположеніе **главныхъ мастерскихъ,** по возможности, на срединѣ длины жел. дороги, или въ главныхъ узловыхъ точкахъ сѣти, для того чтобы, по возможности, сократить пробѣгъ подвижного состава къ мастерскимъ и обратно, а равно и для бо́льшаго удобства имѣть рабочихъ. Устройству однѣхъ главныхъ мастерскихъ отдается предпочтеніе передъ нѣсколькими малыми мастерскими.

Въ **главныхъ мастерскихъ** помѣщенія для отдѣльныхъ цеховъ должны быть расположены такъ, чтобы приготовляемые предметы приходилось перемѣщать изъ одного цеха въ другой на возможно малое разстояніе. Необходимо имѣть въ виду возможность удобнаго расширенія каждаго отдѣльнаго помѣщенія, въ случаѣ надобности.

Главныя мастерскія. По даннымъ германскихъ инженеровъ, необходимо имѣть **крытыя помѣщенія** для 25% паровозовъ, 10% пассажирскихъ вагоновъ и 3% товарныхъ вагоновъ. Кромѣ того, 5% всѣхъ товарныхъ вагоновъ должны умѣщаться **на путяхъ внѣ зданій, но внутри ограды** мастерскихъ. Цифры эти для обыкновенныхъ условій слѣдуетъ признать наибольшими. Дѣйствительное количество находящагося въ ремонтѣ подвижного состава въ Германіи составляетъ 16 до 18% паровозовъ, 8 до 10% тендеровъ, 10% пассажирскихъ вагоновъ и 4% товарныхъ вагоновъ. Большія мастерскія помѣщаются либо на срединѣ дороги, либо въ мѣстѣ наиболѣе интенсивнаго движенія, съ тѣмъ, чтобы

НТБ ДНУЖТ

избѣжать излишняго пробѣга подвижного состава. Для дорогъ съ среднимъ движеніемъ принимаютъ 30 до 45 qm крытыхъ помѣщеній мастерскихъ на 1 km длины пути.

Для большихъ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ требуются слѣдующія **помѣщенія.**

Паровозо-сборная, токарная, колесная, кузница, мастерская для ремонта дымогарныхъ трубъ, мѣдницкая, мѣдно-литейная, чугунно-литейная, мастерская для жестянщиковъ, стекольная, вагонная сборная, деревообдѣлочная и столярная, мастерская для осмотра вагоновъ, инструментальная, мастерская для изготовленія стрѣлокъ и крестовинъ, главный магазинъ, лѣсной складъ, помѣщеніе для котловъ и машинъ, малярная, обойная, помѣщеніе для вываривания буксъ и т. п., для приготовленія красокъ и лаковъ, контрольная будка, столовая, отхожія мѣста, бани, контора и помѣщеніе для пожарныхъ насосовъ.

При большемъ числѣ единицъ подвижного состава цѣлесообразно отдѣлять паровозныя мастерскія отъ вагонныхъ.

Главные типы расположенія мастерскихъ.

1. Отдѣльныя зданія для каждой мастерской.

Два большихъ прямоугольныхъ зданія для ремонта паровозовъ и вагоновъ; кузница и котельная, токарная, деревообдѣлочная и т. д. въ особыхъ отдѣльныхъ зданіяхъ. Преимущества: очень удобное расширеніе мастерскихъ; наибольшая безопасность отъ пожара. Неудобства: дорого стоящее перемѣщеніе предметовъ изъ зданія въ зданіе; затруднительный надзоръ; требуется нѣсколько двигателей. (Примѣры: Лейнгаузенъ, Темпельгофъ, Берлинъ [Силезская дорога], Дортмундъ.)

2. Расположеніе въ видѣ буквы П (покоемъ): два симметричныхъ крыла зданія для ремонта паровозовъ и вагоновъ соединяются токарной и т. д. Преимущества: оба главныя отдѣленія цѣлесообразно раздѣлены; помѣщеніе можно съ удобствомъ расширять. Недостатки: большая стоимость постройки; вслѣдствіе большого числа наружныхъ стѣнъ отопленіе затруднительно. (Примѣры: Виттенъ, Берлинъ [Восточная дор.], Груневальдъ, Франкфуртъ-на-Одерѣ.)

3. Рядомъ расположенные параллельно-продолговатые корпуса съ нѣсколькими внутренними дворами, служащими, напр., для колесныхъ парковъ. Преимущества: удобное сообщеніе между мастерскими, короткій путь для перемѣщенія матеріаловъ; удобный надзоръ. Недостатки: возможность расширенія мастерскихъ ограничена; внутренніе дворы недоступны въ случаѣ пожара. (Примѣръ: Марбургъ.)

4. Общій корпусъ. Единственное прямоугольное помѣщеніе служитъ для всѣхъ мастерскихъ; въ немъ кузница,

НТБ ДНУЖТ

деревообдѣлочная, обойная, лакировочная, чертежная, контора и т. д. отдѣлены особыми промежуточными стѣнами. Преимущества: ограниченное число дверей и воротъ, вслѣдствіе чего удобное отопленіе; наименьшая затрата на зданія; очень удобный надзоръ, а также удобное расширеніе мастерскихъ. Недостатки: опасность въ пожарномъ отношеніи для всего устройства, поэтому для большихъ мастерскихъ этотъ способъ не рекомендуется. (Примѣры: Бреславль [Верхнесилезская дор.], Позенъ, Глазго.)

Для удобства надзора отдѣльныя зданія — одноэтажныя съ верхнимъ свѣтомъ. Если зданія двухъэтажныя, то верхній этажъ служитъ для работъ, не требующихъ тяжелыхъ станковъ. Во всѣхъ случаяхъ слѣдуетъ заботиться о достаточномъ дневномъ освѣщеніи.

Отопленіе мастерскихъ большею частью паровое, рѣдко калориферами (горячій воздухъ) или печами. Преимущества парового отопленія: быстрое нагрѣваніе, безопасность отъ пожара, нѣтъ пыли, дешевая эксплоатація, простой уходъ. Въ Америкѣ часто горячій воздухъ (Стуртевантъ). Мятымъ паромъ пользуются для отопленія лишь при малыхъ устройствахъ; въ большихъ мастерскихъ рекомендуется отопленіе свѣжимъ паромъ. Кузница не отапливается вовсе, литейная и мѣдно-котельная требуютъ лишь незначительнаго отопленія.

Освѣщеніе газомъ, гдѣ таковой имѣется, причемъ употребляются для переносныхъ лампъ резиновыя трубки (если нѣтъ сотрясеній — газокалильныя горѣлки); лучше электрическое освѣщеніе.

Водопроводъ. Укладываются внѣ зданія на разстояніи 25 m отъ стѣнъ, а внутри зданія у стѣнъ или подъ стойлами поперекъ. Близъ наружныхъ стѣнъ зданія укладывается на глубинѣ 1.3 до 2,0 m отъ уровня рельсовъ. Для каждыхъ двухъ стойлъ долженъ быть гидрантъ. — **Отведеніе воды** при помощи особаго подземнаго водосточнаго канала (0,6 · 1,4 m), въ который входятъ стоки кочегарныхъ ямъ (съ надлежащими уклонами), гидрантовъ, водосточныхъ трубъ, умывальниковъ и т. п. **Противопожарныхъ** приспособленій должно быть достаточное количество, а въ большихъ мастерскихъ — особая постоянная пожарная команда.

Полъ въ сборной, токарной и т. п. мастерскихъ рекомендуется деревянный весь, или, по крайней мѣрѣ, у верстаковъ должны быть уложены брусья или торцовая мостовая. Въ послѣднемъ случаѣ остальная площадь пола дѣлается изъ каменныхъ плитъ, асфальта, цемента или булыжной мостовой. Въ мѣстахъ, гдѣ на полъ передается значительное давленіе, должны быть брусья или торцовая мостовая. Въ мастерскихъ, гдѣ работаютъ съ огнемъ, полъ изъ булыжнаго камня. Въ мастерскихъ, гдѣ при работахъ употребляется вода (малярная), полъ изъ плитъ, кирпича или асфальта.

НТБ ДНУЖТ

Въ паровозной сборной подъ каждымъ стойломъ должна быть яма; размѣры см. стр. 771. Разстояніе стѣнки ямы отъ стѣны 4 m. Отъ средины до средины стойла 5,5, лучше 6 до 7 m.

Высота зданія надъ уровнемъ рельсовъ 6 m, а гдѣ катучіе краны — на 2 m больше. Необходимо, чтобы при смѣнѣ осей можно было поднять паровозъ вмѣстѣ съ дымовой трубой на 1,6 m. Деревянныя части стропилъ должны возвышаться въ мѣстахъ расположенія дымовыхъ трубъ на 5,8 m надъ головкой рельса.

Для паровоза требуется около **4 тисокъ**, расположенныхъ на разстояніи 2 до 2,5 m другъ отъ друга у верстаковъ, имѣющихъ ширину 0,9 m и высоту надъ поломъ 0,8 m.

Для выкатки осей изъ-подъ паровоза особые **винтовые домкраты.**

Выкатка паровозовъ съ помощью телѣжки.

Для смѣны осей безъ подъемки паровозовъ весьма цѣлесообразно устраивать поперекъ стойлъ каналы, шириною около 2,3 m и глубиной 2,7 m; по этому каналу на рельсахъ перемѣщается особый домкратъ для осей.

Стойла для тендеровъ такія же, какъ и для паровозовъ.

Вагонная мастерская часто служитъ одновременно и для осмотра вагоновъ. Прямоугольная площадь раздѣляется пополамъ телѣжкой (шириною около 8 до 9 m), съ каждой стороны которой расположены стойла на 1 до 3 вагоновъ каждое. У одной половины стойлъ устраиваются рабочія ямы, стр. 771. Разстояніе между осями стойлъ 5,3 до 5,5 m. Высота до опоры стропилъ 5,6 m.

Токарная устраивается обыкновенно такъ, что посрединѣ укладывается путь для перемѣщенія осей, а по обѣ стороны пути — станки. При расположеніи станковъ необходимо руководствоваться тѣмъ, чтобы большіе станки были расположены ближе къ паровой машинѣ, и чтобы изготовляемые предметы не приходилось перемѣщать на большое разстояніе между отдѣльными станками, равно чтобы передаточные валы и ремни не мѣшали проходу между станками съ тяжелыми предметами. Необходимая площадь токарной F равна $1^1/_4$ разъ взятой площади кузницы;

$$\text{или } F = 3{,}6\,L + 2{,}0\,W \text{ (по Опперману),}$$
$$\text{» } F = 2{,}9\,L + 2{,}2\,W \text{ (по Троске),}$$

гдѣ L число рабочихъ паровозной мастерской, W точке число для вагонной мастерской *).

Въ новѣйшее время часто пользуются электрическою передачею силы.

---

*) Болѣе подробно о величинѣ различныхъ помѣщеній для мастерскихъ Опперманъ, Glas. Annalen 1890.

См. также G. Meyer, G. d. E. M., томъ III, стр. 262 и 294, и O. f. F. 1885, стр. 273.

НТБ ДНУЖТ

Колесная, въ виду шума, располагается въ отдѣльномъ корпусѣ, но вблизи токарной.

Въ кузницѣ на каждый одиночный горнъ требуется со включеніемъ помѣщенія для паровыхъ молотовъ, рессорной печи и т. д. 40 до 60 qm. Зданіе кузницы должно быть высокое, высота боковыхъ стѣнъ до опоръ стропильныхъ фермъ около 5 до 7,5 m.

Мѣдницкая и мѣдно-литейная обыкновенно въ одномъ помѣщеніи. Необходимая площадь для одной тигельной печи 60 до 75 qm.

Чугунно-литейная. Для дневной производительности 5000 kg литья и 20 формовщиковъ достаточна площадь въ 400 qm.

Въ столярной помѣщаются и **станки для обдѣлки дерева;** на каждаго столяра или плотника одинъ верстакъ (2,5×1,1 m). Передача подземная, механическое удаленіе стружки (эксгаусторами) и электрическое освѣщеніе рекомендуются.

Помѣщеніе для обойщиковъ, при двухъ этажныхъ зданіяхъ, въ верхнихъ этажахъ.

Помѣщеніе малярной должно быть отдѣльное, предохранено отъ пыли и копоти и имѣть равномѣрную температуру (паровое отопленіе). Малярная должна вмѣщать 1 : 40 пассажирскихъ вагоновъ, 1 : 300 товарныхъ вагоновъ и 1 : 70 паровозовъ, причисленныхъ къ мастерскимъ.

Если имѣется отдѣльная **мастерская для стрѣлокъ**, то послѣдняя устраивается близъ кузницы *).

Главный магазинъ, по возможности, близко отъ мастерскихъ. На каждаго мастерового 1 до 1,5 qm крытаго помѣщенія магазина и 3 до 6 qm площади двора. Подвальное помѣщеніе для масла, сала, лаковъ и т. п.; первый этажъ для металловъ; верхній этажъ для красокъ и легкихъ матеріаловъ. Керосинъ въ особомъ помѣщеніи.

Лѣсной складъ — близъ деревообдѣлочной въ видѣ прямоугольника, большая сторона котораго перпендикулярна къ направленію господствующихъ вѣтровъ (въ видахъ большей безопасности въ пожарномъ отношеніи).

Особое помѣщеніе **для машины и котла** дѣлается рѣдко; обыкновенно машина располагается въ токарной, а котелъ — въ особомъ помѣщеніи. Расходъ силы на каждый станокъ 0,8 до 1,0 ЛС.

Умывальники, станки для платья должны быть въ каждомъ отдѣленіи мастерскихъ. Столовая — внѣ мастерской. Бани. Отхожія мѣста: для 25 мастеровыхъ 1 стульчакъ. Помѣщенія для рабочихъ близъ мастерскихъ въ деревнѣ.

Контора, по возможности, близко отъ входа въ мастерскія.

Приспособленія для тушенія пожаровъ должны быть въ достаточномъ количествѣ.

---

*) Примѣръ см. E. T. d. G., отдѣлъ: Werkstätten, стр. 840.

НТБ ДНУЖТ

IV. Канатно-проволочныя дороги.

(По даннымъ перваго русскаго завода проволочно-канатныхъ дорогъ Блейхертъ и Эйхнеръ, въ Харьковѣ.)

A. Канаты.

Для движущихся **тяговыхъ канатовъ** всегда примѣняются 6-стренговые канаты изъ проволоки литой стали съ пеньковой сердцевиной. Сопротивленіе проволоки разрыву $K_z = 12000$, 15000 и 18000 kg/qcm. Степень надежности въ прямыхъ частяхъ $\mathfrak{S}$ между 8 и 12, большею частью $\mathfrak{S} = 10$. Въ послѣднемъ случаѣ имѣемъ т.-наз. постоянную каната*) $C = 1250$, 1560 и, соотвѣтственно, 1780 m для вышеприведенныхъ трехъ значеній величины K_z.

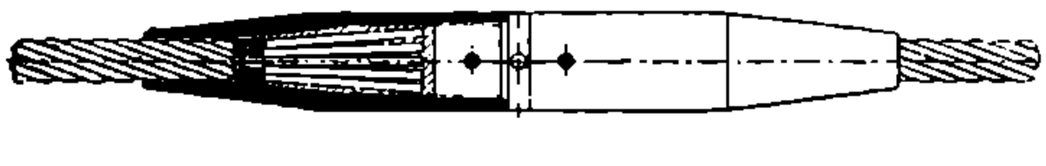
Для неподвижныхъ **несущихъ канатовъ** примѣняются:

спиральные канаты съ $K_z = (6000$ рѣдко) 12000 и 14500 kg/qcm
$C = (1190)$, 2390 и 2880 m,
сомкнутые канаты съ $K_z = (6000)$, 9500 и 12000 kg/qcm
$C = (1150)$, 1820 и 2300 m,
канаты Симплексъ $K_z = 6000$ и 9500 kg/qcm
$C = 1200$ и 1900 m.

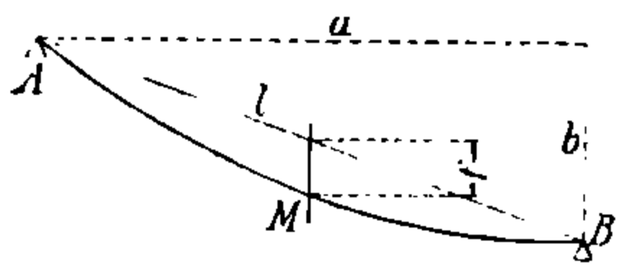
Степень надежности находится въ предѣлахъ 4,5 и 8, большею частью $\mathfrak{S} = 6$, для какового значенія и приведены данныя для постоянной каната C.

Для другой степени надежности $\mathfrak{S}'$ будемъ имѣть постоянную каната $C' = C \frac{\mathfrak{S}}{\mathfrak{S}'}$.

Черт. 140.



Черт. 141.



Отдѣльные отрѣзки каната соединяются между собою винтовыми муфтами. Наиболѣе распространенная конструкція муфтъ показана на черт. 140**). Отогнутые концы канатн. стренгъ заливаются бѣлымъ металломъ.

Прогибъ канатовъ. Канатъ, подвѣшенный, какъ показано на чертежѣ 141 и подверженный нагрузкѣ только отъ собственнаго вѣса, прогибается посрединѣ на

$$f_1 = \frac{1}{8} \frac{1}{C - b} \frac{l}{a} a^2 \qquad 1).$$

---

*) Опредѣленіе этой величины Dinglers polyt. Journ. 1904, стр. 420 и слѣд.

**) Исполненіе для канатовъ Симплексъ см. Z. d. V. d. I. 1902, стр. 15; конструкцію Блейхерта съ кольцевыми клиньями см. Z. d. V. d. I. 1902, стр. 1771.

НТБ ДНУЖТ

Таблица для стренговыхъ канатовъ

завода Фельтенъ, Гильомъ въ Мюльгеймѣ на Рейнѣ, Вѣнѣ и Будапештѣ.

Діаметръ каната d mm	Стренги о 42 проволокахъ каждая.			Стренги о 72 проволокахъ каждая.		
	δ mm	F qcm	q kg/m	δ mm	F qcm	q kg/m
12	1,3	0,56	0,54	—	—	—
13	1,4	0,65	0,62	—	—	—
14	1,5	0,74	0,72	—	—	—
15	1,6	0,84	0,81	—	—	—
16	1,8	1,07	1,03	—	—	—
17	1,9	1,19	1,15	—	—	—
18	2,0	1,32	1,27	1,5	1,27	1,22
19	2,1	1,45	1,40	1,6	1,45	1,38
20	2,2	1,60	1,54	1,65	1,54	1,50
21	2,3	1,74	1,67	1,75	1,73	1,62
22	2,4	1,90	1,83	1,8	1,83	1,75
23	2,5	2,06	1,98	1,9	2,04	1,95
24	2,6	2,23	2,15	2,0	2,26	2,15
25	2,7	2,58	2,48	2,1	2,48	2,40
26	2,9	2,77	2,67	2,2	2,74	2,64

Канаты діаметромъ меньше 12 mm не примѣняются. Отрѣзки канатовъ сращиваются между собой, причемъ на каждое соединеніе приходится длина 2,5 m.

Таблица спиральныхъ канатовъ

завода Фельтенъ, Гильомъ въ Мюльгеймѣ на Рейнѣ, Вѣнѣ и Будапештѣ.

Діам. каната d mm	Спиральные канаты о 19 проволокахъ				Діам. каната d mm	Спиральные канаты о 37 проволокахъ			
	Толщ. проволокъ δ mm	Сѣченіе F qcm	Вѣсъ q kg/m	Наибольш. длина безъ мѣста сростки m		Толщ. проволокъ mm	Сѣченіе F qcm	Вѣсъ q kg/m	Наибольш. длина безъ мѣста сростки m
22	4,4	2,89	2,42	390	27	3,85	4,31	3,65	490
23	4,6	3,16	2,65	350	28	4,00	4,65	3,9	450
24	4,8	3,44	2,90	320	29	4,14	4,98	4,2	420
25	5,0	3,73	3,13	300	30	4,28	5,32	4,5	390
26	5,2	4,04	3,40	280	31	4,42	5,68	4,8	370
27	5,4	4,35	3,65	260	32	4,57	6,07	5,2	340
28	5,6	4,68	4,00	235	33	4,72	6,45	5,45	320
29	5,8	5,02	4,25	220	34	4,85	6,84	5,75	310
30	6,0	5,37	4,55	205	35	5,00	7,26	6,1	290
					36	5,14	7,38	6,45	270
					37	5,28	8,10	6,85	260
					38	5,42	8,56	7,2	250
					39	5,57	9,02	7,6	230
					40	5,71	6,47	8,0	220
					41	5,85	9,94	8,4	210
					42	6,00	10,46	8,8	200

НТБ ДНУЖТ

Проволока изъ весьма твердой стали $K_z = 14500$ kg/qcm діаметромъ больше 5,2 mm не изготовляется. Наибольшая длина соотвѣтствуетъ вѣсу отдѣльной проволоки въ 47 до 50 kg.

Таблицу сомкнутыхъ канатовъ

см. часть I, стр. 751.

Таблица полыхъ канатовъ—Симплексъ (сѣченіе кольцевое)

завода Фельтенъ, Гильомъ въ Мюльгеймѣ на Рейнѣ, въ Вѣнѣ и Будапештѣ.

Діам. каната d mm	Діам. полой части d' mm	Число проволокъ z	Сѣченіе F qcm	Вѣсъ q kg/m	Діам. каната d mm	Діам. полой части d' mm	Число проволокъ z	Сѣченіе F qcm	Вѣсъ q kg/m
22	9		2,82	2,40	31	10	12	6,36	5,21
23	10		3,02	2,50	32	10	12	6,60	5,45
24	10		3,54	2,87	33	10	12	6,96	5,77
25	10		3,90	3,10	34	12	14	7,25	6,06
26	10		4,08	3,43	35	12	14	7,52	6,21
27	10		4,44	3,74	36	12	15	8,12	6,77
28	10		4,88	4,05	37	19	18	7,28	6,15
29	10		5,28	4,46	38	18	20	8,09	6,80
30	10		5,94	4,87	39	19	20	8,38	7,10
					40	20	20	8,65	7,30

Наибольшая длина канатовъ сомкнутыхъ и Симплексъ зависитъ только отъ условій перевозки.

Форма кривой провѣснаго каната—парабола. Для небольшихъ пролетовъ и уклоновъ $\frac{b}{a} < \frac{1}{5}$ можно пользоваться приближенною формулою:

$$f_1' = \frac{1}{8}\,\frac{1}{C}\,a^2 \qquad 2).$$

Для уклоновъ $\frac{b}{a} > \frac{2}{3}$ необходимо величины, вычисленныя по 1), увеличивать на 5%.

Если по канату, вѣсъ котораго представимъ себѣ $= 0$, перемѣщается отдѣльный сосредоточенный грузъ P, то путь этого груза парабола, провѣсъ которой посединѣ равенъ

$$f_2 = \frac{1}{4}\,\frac{P}{q}\,\frac{a}{C-b}. \qquad 3).$$

При нѣсколькихъ сосредоточенныхъ грузахъ прогибъ посединѣ M вычисляется по 3), если вообразить себѣ, что средина M нагружена опорными давленіями обѣихъ жесткихъ балокъ AM и BM.

НТБ ДНУЖТ

Если начальная точка отрѣзка каната находится на h m ниже наивысшей точки пути, то въ вышеприведенныхъ уравненіяхъ необходимо изъ C вычитать еще длину h.

Наибольшій общій прогибъ $f_{max} = f_1 + f_2$. Длина дуги параболы

$$L_1 = l + \frac{8}{3}\frac{f^2}{l} \quad \left(\frac{a}{l}\right)^2 \qquad 4).$$

Если требуется, чтобы профиль линіи канатно-проволочной дороги, проходящей въ долинѣ, соотвѣтствовала по возможности профили мѣстности, то опорныя точки располагаются на параболѣ, наибольшій прогибъ которой на практикѣ выбирается:

для стренговыхъ канатовъ не болѣе $\frac{1}{2} f_1$

спиральныхъ канатовъ и Симплексъ не болѣе $\frac{2}{3} f_1$

» сомкнутыхъ » не болѣе $\frac{3}{4} f_1$

для того, чтобы ненагруженная сторона не поднималась, если на другой половинѣ стоятъ вагоны.

Разстояніе между опорами выбирается на болѣе крутой вѣтви нѣсколько больше нормальнаго. Нормальное разстояніе выгодно принимать равнымъ 0,7 до 0,9 разстоянія между вагонами.

Передача движенія тянущимъ канатамъ производится канатными шкивами, снабженными кожаными прокладками въ желобахъ, діам. 1,5 до 3 m въ зависимости отъ разстоянія между канатами въ пути.

Производительность, передаваемая канатомъ діам. d cm, работающимъ со скоростью v m/sk (при коэф. тренія между канатомъ и шкивомъ $\mu = 0{,}17$) и обхватѣ полуокружности шкива

$$N \backsim \frac{2{,}2\,C}{1000}\, d^2 v \text{ ЛС}. \qquad 6).$$

Если имѣется еще шкивъ, увеличивающій дугу обхвата ведущаго шкива, то

$$N \backsim \frac{4\,C}{1000}\, d^2 v \text{ ЛС}. \qquad 7).$$

Приведенныя въ 6) и 7) величины имѣютъ мѣсто въ томъ случаѣ, когда напряженіе части каната, набѣгающей на движущій шкивъ, имѣетъ наибольшую возможную величину (напр. передача движенія вверху и движеніе происходитъ вверхъ). Если напряженіе набѣгающаго на движущій шкивъ каната S kg, то соотвѣтственныя уравненія принимаютъ видъ

НТБ ДНУЖТ

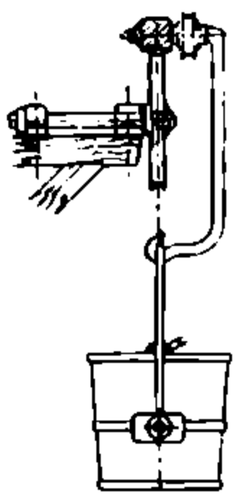
$$N' \backsim \frac{5{,}5}{1000} Sv \text{ ЛС} \qquad 6a)$$

$$\text{и } N' \backsim \frac{10{,}25}{1000} Sv \text{ ЛС}. \qquad 7a)$$

B. Англійская система канатно-проволочныхъ дорогъ.

Сомкнутый стренговый канатъ постоянно перемѣщается по шкивамъ, установленнымъ на опорахъ. Къ канату прикрѣпляются подвѣсныя вагонетки. Способъ прикрѣпленія: при помощи особыхъ свободно сидящихъ башмаковъ, выложенныхъ деревомъ или каучукомъ (система Годгсона) или при помощи двухъ подвижныхъ стальныхъ захватовъ, перемѣщающихся въ чугунной скобѣ и захватывающихъ стренги каната (система Роэ). Разстояніе между канатами на пути 1,75 до 2,25 m, обыкновенно 2 m. Устройство передачи и натяжного прибора такъ же, какъ и для дорогъ германскаго типа.

Черт. 142.



1. Типъ Годгсона (черт. 142) работаетъ надежно только при уклонахъ пути $< 1:7$, требуетъ разстоянія между опорами < 60 m и только въ исключительныхъ случаяхъ это разстояніе допускается въ 100 до 150 m. При вѣсѣ вагончика около 50 kg полезная нагрузка составляетъ въ среднемъ 100 до 120 и не болѣе 150 kg. Скорость передвиженія 4 m/sk. Этотъ типъ рѣдко примѣняется для производительности большей, чѣмъ 15 t/чс.

Если
L длина пути въ m,
n число вагончиковъ на каждой части (верхней и нижней) каната,
p собственный вѣсъ одного вагончика въ kg,
P полезный грузъ » » » »,
q собственный вѣсъ каната въ kg/m,
v скорость каната въ m/sk,
h разность высотъ начальной и конечной точки пути въ m,
Q общее количество перемѣщаемаго груза въ t/чс (8 до 12 t/чс),
N необходимая производительность въ ЛС, то имѣемъ:

$$N \backsim \frac{6v}{10000}\left[qL + n\left(p + \frac{P}{2}\right)\right] \pm \frac{Qh}{270} + 0{,}5 \text{ до } 1{,}5 \text{ ЛС} \qquad 8)$$

$$n = \frac{QL}{3{,}6Pv} \qquad 9),$$

гдѣ знакъ — относится до перемѣщенія внизъ. Если N отри-

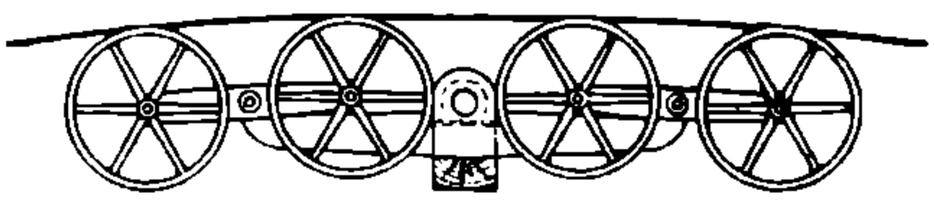
НТБ ДНУЖТ

цательно, то излишняя производительность должна быть уничтожена торможеніемъ въ верхней конечной точкѣ.

Напряженія въ канатѣ опредѣляются по уравн. 11) (стр. 923), принимая $\mu = 0{,}022 - 0{,}03$ при $Q = 10$ до 20 t/чс.

2. Типъ Роэ можетъ быть примѣненъ для уклоновъ до 1 : 2,5. Устройство опоръ на качающихся шкивахъ (черт. 143), число которыхъ въ зависимости отъ разстоянія между опорами и отъ нагрузки составляетъ по 2 до 4 для нагруженной части каната и 1 до 2 для ненагруженной его части; допускаетъ большее разстояніе между опорными точками; нормально это разстояніе равно 100 m, а въ выемкахъ 200 (иногда и до 600) m. Такъ же допускается и большая нагрузка отъ вагончиковъ — до 600 kg. Скорость перемѣщенія составляетъ

Черт. 143.



для $P = 100$ до 150, 200, 350, 500 kg,
около $v =$ 4 3 1,5 1 m/sk,

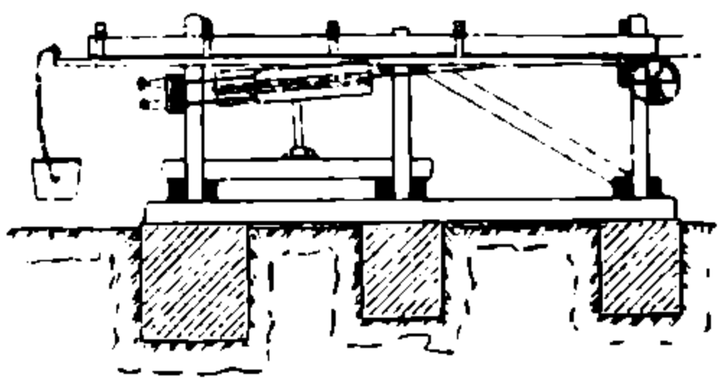
общее количество перемѣщаемаго груза увеличивается до 50 t/чс.

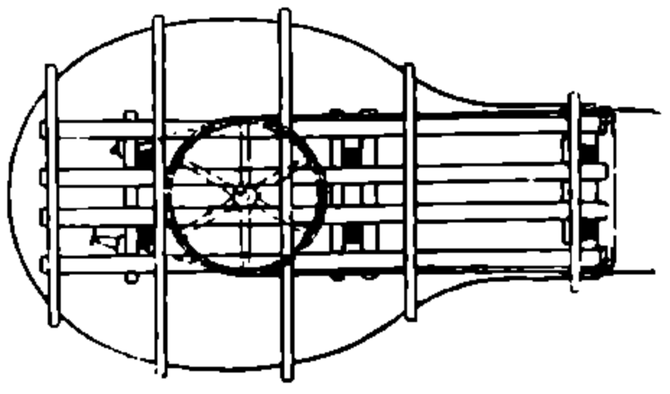
Принимая вышеприведенныя обозначенія и въ виду того, что $h : L = \operatorname{tg}\varphi$, имѣемъ

$$N \backsim \frac{QL}{270}\left[0{,}12\,\frac{qv}{Q}\cos\varphi + \frac{1}{30}\left(\frac{1}{2} + \frac{p}{P}\right)\cos\varphi \pm \sin\varphi\right] + 1 \text{ до } 3 \text{ ЛС}(10),$$

гдѣ знакъ — относится до движенія внизъ. Если N отрицательно, то излишняя производительность должна быть уничтожена торможеніемъ въ верхней конечной точкѣ. Если на пути имѣются отдѣльные участки со значительно разнящимися другъ отъ друга уклонами, то члены, содержащіе $\sin\varphi$ и $\cos\varphi$, должны быть вычислены для каждаго отдѣльнаго участка. Опоры, установленныя въ мѣстахъ перелома пути, сильно нагружаются отъ вліянія напряженій въ канатѣ; въ этомъ случаѣ необходимо принимать высшую прибавку по форм. (10). (При небольшихъ уклонахъ можно принимать $\cos\varphi = 1$ и $\sin\varphi = h : L$.)

Черт. 144.





Напряженія въ канатахъ опредѣляются по форм. 11) (стр. 923), если принять $\mu \backsim 0{,}017$.

На конечныхъ пунктахъ вагончики при помощи особыхъ роликовъ (черт. 142 и 144) перемѣщаются отъ руки по под

НТБ ДНУЖТ

вѣснымъ рельсамъ (черт. 144). Устройство нагрузочной станціи съ тормозомъ для подвѣсныхъ дорогъ типа Роэ показано на черт. 144.

3. **Типъ Гуржона.** При небольшомъ количествѣ перемѣщающагося груза—до 6 t/чс и чрезвычайно холмистой мѣстности, перемѣщающіеся вагончики имѣютъ неразрывное соединеніе съ канатомъ. Нагрузка и выгрузка должны производиться на ходу вагончика, почему скорость движенія составляетъ только 0,8 m и не болѣе 1,1 m/sk и полезный грузъ (обыкновенно въ мѣшкахъ или кипахъ) не превосходитъ 50 kg. Профиль дороги можетъ быть вполнѣ аналогична съ профилью мѣстности, ибо приподыманіе каната можетъ быть устранено при помощи нажимныхъ роликовъ. Опоры, имѣющія по одному лишь канатному шкиву, располагаются на взаимныхъ разстояніяхъ, какъ указано во 2. Движущій или тормозящій шкивъ находится въ верхней станціи, а натяжной шкивъ—на нижней. Опредѣленіе величины движущей силы и напряженія въ канатѣ производится какъ для дорогъ типа Роэ.

С. Германская система канатно-проволочныхъ дорогъ.

1. Двуколейныя дороги непрерывнаго дѣйствія. По несущимъ канатамъ, укладываемымъ на разстояніи другъ отъ друга 2 до 2,5 m (въ зависимости величины вагончиковъ), перекатываются вагончики при помощи особаго сомкнутаго тянущаго каната, для чего каждый вагончикъ соединяется съ этимъ канатомъ особою сцѣпною муфтою. Употребительныя въ настоящее время сцѣпныя муфты допускаютъ произвольный наклонъ линіи. Перемѣщаемый грузъ до 200 t/чс.

Канаты. Для грузовъ легкихъ (порожніе вагоны) употребляютъ въ ровной мѣстности спиральные канаты; при рѣзкихъ переходахъ въ гористой мѣстности, а также для грузовъ тяжелыхъ или слѣдующихъ черезъ короткіе промежутки примѣняются канаты сомкнутые съ гладкою поверхностью или канаты Симплексъ кольцевого сѣченія. Въ послѣднихъ наблюдается болѣе равномѣрное напряженіе отдѣльныхъ проволокъ и легко обнаруживается случайно разорвавшаяся проволока. Діаметръ канатовъ зависитъ отъ допускаемаго износа; выбираютъ діаметръ спиральнаго каната, несущаго порожніе вагоны:

при $p \backsim$	150	200 до 250	$>$ 250	kg,
$d =$	22 до 23	24 до 25	28	mm;

а діаметръ нагруженнаго каната:

при $P \backsim$	200	250 до 350	350 до 450	500 до 600	kg,
$d =$	30	33	35	38	mm.

Для канатовъ сомкнутыхъ и Симплексъ (съ полою сердцевиною) при умѣренномъ напряженіи матеріала каната діаметръ

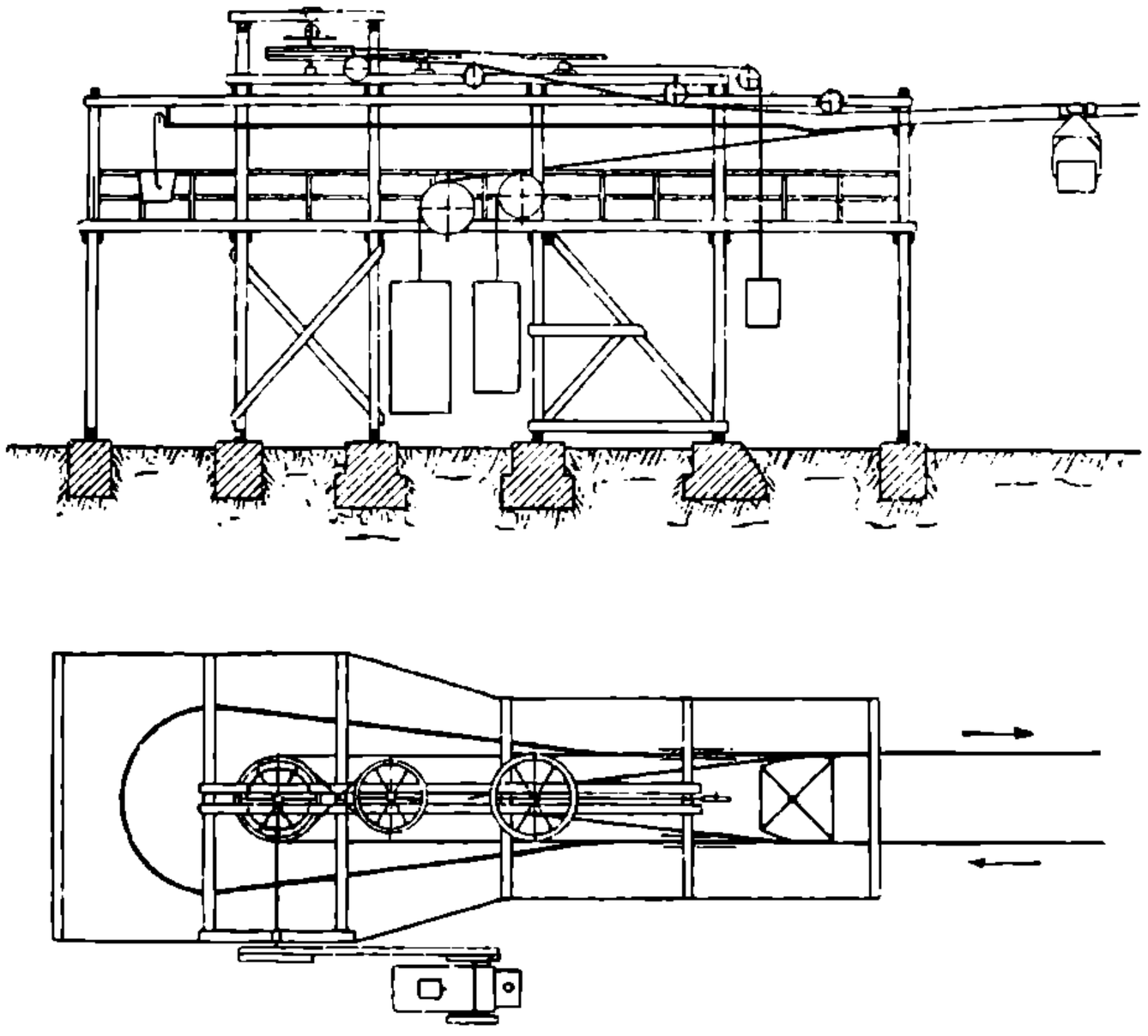
НТБ ДНУЖТ

для среднихъ условій движенія можетъ быть на 2 mm менѣе.

Величину полезнаго груза P не слѣдуетъ брать болѣе 750 kg для избѣжанія значительнаго износа каната; при грузахъ менѣе 300 kg движущая сила на станціи не утилизируется въ достаточной степени.

Канаты укладываются на опоры при помощи чугунныхъ опорныхъ башмаковъ длиною 0,6 до 0,9 m. Въ равнинной мѣстности разстояніе между опорами равно въ среднемъ 60 m, при переходѣ черезъ овраги встрѣчаются пролеты до 1000 m. Измѣненіе уклона непосредственно у опоры при среднихъ пролетахъ $< 1:5$ (почему при рѣзкихъ переходахъ разстояніе между опорами уменьшается до 15 m) при большихъ пролетахъ 1 : 10 (выгодны маятниковые башмаки Отто). Высота опоръ составляетъ 7 до 8 m. Вѣсъ желѣзныхъ опоръ 160 до 170 kg/m высоты.

Черт. 145.



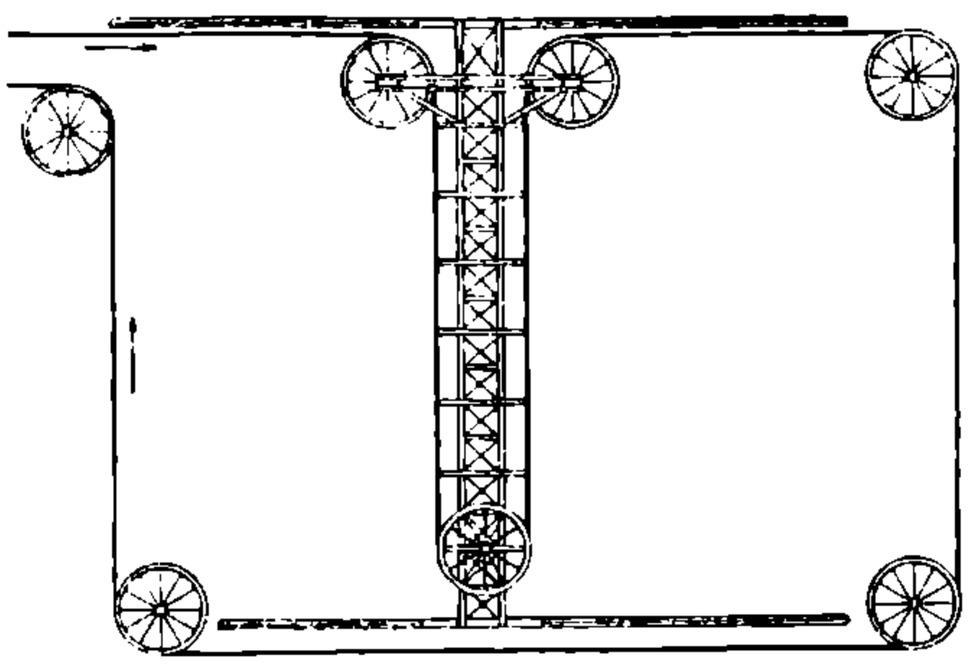
Канаты на одномъ концѣ неизмѣнно укрѣпляются анкерами а на другомъ концѣ равномѣрно натягиваются особыми натяжными грузами. Если длина пути больше 2,5 km, то натяжныя приспособленія устраиваются также и въ пути (на разстояніи 2 km). Натяжной грузъ подвѣшивается къ цѣпямъ или плоскимъ канатамъ, перекинутымъ черезъ шкивъ.

НТБ ДНУЖТ

Скорость тянущаго каната въ зависимости перемѣщаемаго количества груза и конструкціи вагонной сцѣпной муфты 1,5 до 2,5 m/sk. На высотѣ около 2 m ниже канатныхъ опорныхъ башмаковъ устанавливаются поддерживающіе ролики тянущаго каната. Передача движенія производится большею частью коническими колесами и имѣетъ мѣсто на разгрузочной станціи. Натяжное приспособленіе состоитъ изъ перемѣщаемаго на натяжныхъ салазкахъ канатнаго шкива натягиваемаго особымъ грузомъ; оно помѣщается на нижней станціи. Длина натяжныхъ салазокъ для пути длиною въ 1 km составляетъ 3 m; на каждый лишній km пути длина салазокъ увеличивается на 1 m. Для дорогъ длиною 7 до 8 km посрединѣ устраивается промежуточная станція.

У вагоновъ старыхъ типовъ тянущій канатъ прикрѣпляется къ вагонной подвѣскѣ; у новыхъ типовъ тянущій канатъ прикрѣпляется къ вагонной телѣжкѣ и притомъ надъ несущими канатами (за исключеніемъ весьма сильныхъ подъемовъ). Это устройство допускаетъ вертикальное расположеніе вагончиковъ, а сама станція, у которой передача движенія находится вверху, допускаетъ лучшій надзоръ и отдѣльныя части ея менѣе подвержены случайнымъ поломкамъ. На черт. 145 показана расположенная внизу разгрузная станція съ двигателемъ. Кромѣ того при расположеніи сцѣпныхъ приборовъ вверху, вагоны безпрепятственно могутъ проходить безъ отцѣпки ихъ отъ тянущаго каната по кривымъ, радіусъ которыхъ при скорости $v = 1{,}5$ до 3 m/sk равенъ 25 до 40 m, при этомъ тянущій канатъ проходитъ рядъ (5 до 9 штукъ) направляющихъ шкивовъ діам. 1,5 до 2 m.

Черт. 146.



Черт. 147.

Направленіе каната черезъ одинъ только канатный шкивъ діам. 4 m при $v \backsim 0{,}8$ m/sk допускаетъ примѣненіе канатно-проволочныхъ дорогъ для большихъ складовъ угля и руды; это достигается при помощи перекатывающагося по рельсамъ мостового крана. Несущимъ канатомъ служитъ особый (жесткій) рельсъ подвѣсной дороги (черт. 146).

Рельсъ подвѣсной дороги обыкновенно имѣетъ профиль по черт. 147 и при помощи особыхъ стрѣ-

НТБ ДНУЖТ

лочныхъ перьевъ длиною въ 1 m прилегаетъ къ несущему канату. Эти рельсы поддерживаются чугунными башмаками длиною 0,3 до 0,35 m; послѣдніе прикрѣпляются къ конструкціи верхнихъ балокъ станціи. Свободный пролетъ рельсовъ равенъ:

для легкой профили ($h \backsim 12$ cm, $W \backsim 45$ cm^3, $G \backsim 13$ kg/m)		для тяжелой профили ($h \backsim 15$ до 16 cm, $W \backsim 100$ cm^3, $G \backsim 23$ kg/m)	
для $P+p=$ 550 kg	2,5 m	для $P+p=$ 800 kg	3,5 m
» » = 700 »	2,25 »	» » = 950 »	3,0 »
» » =1100 »	2,0 »	» » =1100 »	2,8 »

Если требуются большіе пролеты, то рельсы должны быть соотвѣтственно укрѣплены. Соединеніе путей подвѣсной дороги между собой производится посредствомъ стрѣлокъ. У начала станціи рельсамъ придается уклонъ въ 1 : 100 до 1 : 75 по направленію къ канатно-проволочному пути.

Если, кромѣ данныхъ стр. 918, обозначимъ черезъ G тотъ натяжной грузъ въ kg, который долженъ еще натягивать канатъ въ наименѣе напряженномъ его мѣстѣ усиліемъ въ 300 до 500 kg въ зависимости отъ діам. каната, и если принять

$$q\,L+n\,(p+P)=Q\,L\left[\frac{q}{Q}+\frac{0{,}28}{v}\left(1+\frac{p}{P}\right)\right]=A$$

и, соотв., $$q\,L+n\,p=Q\,L\left(\frac{q}{Q}+\frac{0{,}28}{v}\,\frac{p}{P}\right)=B,$$

то наибольшія напряженія въ канатахъ опредѣляются слѣдующимъ образомъ:

Направленіе движенія груза	кверху	книзу	кверху	книзу 11)
Расположеніе двигателя	вверху	вверху (торможеніе)	внизу	внизу
Напряженіе S_1 въ нагруженномъ канатѣ	$A\,(\sin\varphi+\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$	$A\,(\sin\varphi-\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$	$A\,(\sin\varphi+\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$	$A\,(\sin\varphi-\mu\cos\varphi)+S_2$
Напряженіе S_2 въ порожнемъ канатѣ	$B\,(\sin\varphi-\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$	$B\,(\sin\varphi+\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$	$B\,(\sin\varphi-\mu\cos\varphi)+S_1$	$B\,(\sin\varphi+\mu\cos\varphi)+\frac{G}{2}$

Здѣсь величина μ для приработавшихся вагоновъ 0,01, для новыхъ до 0,015, а уголъ φ опредѣляется по $\operatorname{tg}\varphi=h:L$.

Далѣе имѣемъ (см. стр. 684) при условіяхъ, изложенныхъ въ уравн. 10) (см. стр. 918)

$$N\backsim\frac{Q\,L}{2700}\left[\frac{q}{Q}\,r\cos\varphi+\frac{1}{7}\left(1+2\,\frac{p}{P}\right)\cos\varphi\pm 10\sin\varphi\right]+0{,}5\text{ до }5\text{ ЛС.} \qquad 12)$$

НТБ ДНУЖТ

2. Однопутныя линіи примѣняются для сравнительно коротких**ъ участковъ, на которыхъ перемѣщается малое количество грузовъ, причемъ величина каждаго отдѣльно перемѣщаемаго груза велика. Перемѣщеніе кверху производится со скоростью** $v_1 \backsim 1{,}5$ m/sk при помощи двигателя. Движеніе внизъ большею частью отъ дѣйствія собственнаго вѣса со скоростью $v_2 = 4$ до 6 m/sk. Верхній шкивъ сомкнутаго тянущаго каната снабжается двигателемъ и тормозомъ; нижній шкивъ имѣетъ натяжное приспособленіе.

Величина

$$Q \backsim (0{,}7 \text{ bis } 0{,}8)\ \frac{3{,}6\,P}{L\left(\frac{1}{v_1}+\frac{1}{v_2}\right)}\ \text{t/чс} \qquad 13),$$

причемъ принято въ разсчетъ время, необходимое для нагрузки и выгрузки.

Для увеличенія общей производительности пускаютъ нѣсколько вагоновъ черезъ короткіе промежутки. Если имѣется только одинъ вагонъ, то онъ неразрывно соединяется съ канатомъ.

Разсчетъ такой же, какъ и въ 3.

3. Двухпутныя линіи. Движеніе вагоновъ внизъ производится отъ дѣйствія собственнаго вѣса. Необходимый общій наклонъ составляетъ въ среднемъ 1 : 20. Два вагончика соединены неизмѣнно съ безконечнымъ тянущимъ канатомъ; одинъ изъ вагоновъ находится на нагрузочной, а другой — на разгрузочной станціи. Разгрузка автоматическая при помощи выключающаго рычага. Оба несущіе каната выбираются одинаковаго діаметра; при $P \backsim 500$ kg, $d \backsim 25$ mm; при $P \backsim 750$ kg $d \backsim 30$ mm. Размѣры тянущаго каната и производительность вычисляется по 11) и 12). Степень надежности опредѣляется въ зависимости отъ дополнительныхъ напряженій при внезапномъ торможеніи и принимается равной $\mathfrak{S} = 12$. Средняя скорость передвиженія составляетъ $v = 4$ до 6 m/sk и только въ исключительныхъ случаяхъ больше. Общее количество перемѣщаемаго груза

$$Q \backsim 0{,}9\,\frac{3{,}6\,Pv}{L}\ \text{t/чс}\ . \qquad 14)$$

Для увеличенія производительности устраивается промежуточная станція, если это допускаетъ профиль грунта, въ противномъ случаѣ пускаютъ два рядомъ расположенныхъ вагончика, соединенныхъ между собою сцѣпною тягою.

При пересѣченіи съ большими проѣзжими дорогами устраиваются **предохранительные мосты** или **предохранительныя сѣтки.**

НТБ ДНУЖТ

V. ГОРОДСКІЯ ЖЕЛѢЗНЫЯ ДОРОГИ*).

a. Путь.

Колея соотвѣтствуетъ нормальной и узкой колеѣ обыкновенныхъ желѣзныхъ дорогъ: 1,524, 1,435, 1,067, 1,00, 0,75 и 0,60 m; встрѣчаются и отступленія, напр., 1,10 m. Выгода узкой колеи: возможность допускать кривыя малаго радіуса, слѣд. примѣнима для узкихъ и кривыхъ улицъ; обыкновенныя телѣги не могутъ пользоваться существующими рельсами, отчего послѣдніе служатъ болѣе продолжительное время, равно и лучше сохраняется прилегающая къ рельсамъ мостовая; верхнее строеніе легче и дешевле, чѣмъ при широкой колеѣ. Въ большинствѣ случаевъ наиболѣе цѣлесообразна колея въ 1,00 m.

Расположеніе пути на поверхности улицы зависитъ отъ наибольшей **ширины вагона** (послѣдняя при **конной тягѣ** равна 2,0 m), равно и отъ наибольшей ширины нагруженной телѣги (около 3 m). Для однопутной дороги нормальной колеи, ширины уличнаго проѣзда $B = 5{,}25$ до 8,0 m, при ширинѣ вагона 2,0 m, ось пути располагается съ одной стороны улицы на разстояніи не менѣе 1,25 m отъ грани тротуара. При ширинѣ проѣзда отъ $B = 8{,}0$ m и болѣе ось пути можетъ совпадать съ срединою улицы. Для двухъ рельсовыхъ путей нормальной колеи и $B = 8{,}0$ до 10,5 m также требуется расположеніе пути сбоку уличнаго проѣзда съ такимъ разсчетомъ, чтобы ось одного изъ путей отстояла отъ края тротуара на 1,25 m; начиная отъ $B = 10{,}5$ и болѣе, ось междопутья можетъ совпадать со срединою улицы. Наименьшая ширина проѣзда для однопутныхъ линій $B_{\min} = 5{,}10$ m, а для двухъ паръ рельсовъ $B_{\min} = 7{,}75$ m; при этомъ необходимо, чтобы по обѣимъ сторонамъ проѣзда находились тротуары шириною не менѣе 0,75 m (съ поперечнымъ уклономъ не болѣе 4%). Разстояніе между осями двухъ смежныхъ путей на линіи и разъѣздахъ для нормальной колеи $a = 2{,}3$ до 2,8 m, въ кривыхъ a соотвѣтственно увеличивается.

---

*) См. W. Hostmann, Bau und Betrieb der Schmalspurbahnen; Wiesbaden.— E. Dietrich, Oberbau- und Betriebsmittel der Schmalspurbahnen, 1889. — V. D. E. V. Strassen und Zahnradbahnen, 1882.—Mitteilungen d. Vereins f. d. Förderung d. Lok.- u. Strassenbahnwesens (Wien). — Die Strassenbahn, Org. f. d. Strassen- u. Kleinbahnwesen (Berlin). — Zeitschr. f. Transportwesen u. Strassenbau. — Zeitschr. f. d. gesamte Lokal- u. Strassenbahnwesen. — Zeitschr. f. Kleinbahnen, herausgeg. im preuss. Minist. d. öffentl. Arbeiten. — Fr. Müller, Grundzüge des Kleinbahnwesens, Berlin 1895. Brückmann, Neuere Strassenbahnen, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1895, стр. 1317, 1277 и 1453. — A. Haarmann, Die Kleinbahnen, Berlin 1896.

НТБ ДНУЖТ

Для **однопутныхъ паровыхъ линій,** расположенныхъ сбоку уличнаго проѣзда, достаточна ширина проѣзда $B = b + 4{,}5$ m, для двупутныхъ линій $B = 2b + 5{,}0$ m, гдѣ b наибольшее разстояніе между выступающими частями паровозовъ или вагоновъ (напр. для колеи 1524 mm: $b = 3{,}15$ m). Промежутокъ между рельсами и сбоку рельсовъ долженъ быть предоставленъ для пользованія уличнымъ экипажамъ.

Въ случаѣ, если послѣднее обстоятельство не должно имѣть мѣста, то разстояніе отъ предѣльной точки приближенія экипажнаго колеса къ рельсу до границы для проѣзда съ другой стороны желѣзнодорожнаго пути должно быть не менѣе 6 m, для наибольшей колеи экипажа 1,78 m. Разстояніе c отъ оси пути до границы для проѣзда экипажей (или до ряда деревьевъ, посаженныхъ сбоку пути) зависитъ не только отъ ширины рельсовой колеи, но и отъ ширины той полосы, которая оставляется свободной отъ проѣзда для экипажей у самаго рельса. Напр., для нормальной колеи на поперечинахъ и продольныхъ лежняхъ $c \geqq 7{,}5$ m и, соотв., $c \geqq 7{,}0$ m.

Для склада матеріаловъ, необходимыхъ для сооруженія и ремонта дороги, въ отдѣльныхъ мѣстахъ ея должны быть сдѣланы соотвѣтствующія уширенія.

Въ случаѣ широкихъ улицъ ось пути должна совпадать со срединою улицы, причемъ для одного пути $B_{min} = b + 8{,}0$ m, а для двухъ путей $B_{min} = 2b + 8{,}5$ m. Въ исключительныхъ случаяхъ для короткихъ однопутныхъ участковъ, расположенныхъ съ одной стороны улицы, можно допускать $B_{min} = b + 4{,}5$ m.

Наибольшіе допускаемые подъемы зависятъ отъ ихъ длины и при конной тягѣ равны 1 : 25 до 1 : 40, а съ припряжкой спереди 1 : 15 до 1 : 25; для паровой тяги 1 : 12,5 до 1 : 20, и для электрической тяги 1 : 12 до 1 : 9. Тяга канатами допускаетъ подъемъ до 1 : 5. Въ мѣстностяхъ горныхъ передача усилія производится при помощи зубчатой полосы (подъемъ до 1 : 4).

Закругленія. Наименьшій допускаемый радіусъ R закругленія зависитъ отъ базиса подвижного состава, ширины колеи и отъ скорости движенія. При базисѣ 1,8 m и нормальной колеѣ принимаютъ $R = 15$ до 25 m, при базисѣ 1,25 m — $R = 12$ до 15 m. Возвышеніе наружнаго рельса h и уширеніе пути въ кривыхъ e см. стр. 686 и слѣд. Для желѣзноконныхъ дорогъ h и e большею частью не дѣлаютъ; взамѣнъ этого гребень наружнаго колеса катится по плоскому наружному рельсу, или оставляютъ желобчатый рельсъ изнутри и снаружи, и направленіе вагона у наружнаго рельса достигается соотвѣтственнымъ уменьшеніемъ ширины колеи. Смазываніе кривыхъ водой рекомендуется.

Разъѣзды. На однопутныхъ линіяхъ при движеніи въ обѣ стороны требуются разъѣзды, длина которыхъ равна 40 до

НТБ ДНУЖТ

100 m. Если V скорость движенія въ km/чс и если вагоны слѣдуютъ другъ за другомъ черезъ промежутки въ m минутъ, то разстояніе между срединами разъѣздовъ равно

$$l = \frac{m}{2}\frac{V}{60} \text{ km}.$$

Верхнее строеніе. Предполагаются колеса съ однимъ гребнемъ. На проѣзжихъ дорогахъ укладываютъ рельсъ Виньоля (профиль высотою 75 до 85 mm, вѣсъ 9,5 до 12 kg/m) на деревянныхъ или желѣзныхъ поперечинахъ или лежняхъ, если ширина проѣзжей дороги достаточна и экипажи не пользуются для проѣзда по колеѣ. Въ виду гніенія дерева у полотна уличныхъ дорогъ въ послѣднее время отдаютъ предпочтеніе желѣзному верхнему строенію для этихъ дорогъ.

Желобъ въ рельсѣ долженъ имѣть такіе размѣры, чтобы подковы лошадей и колеса экипажей не могли туда попадать. Ширина желоба 26 до 33 mm, глубина 24 до 32 mm. Колея измѣряется между наружными краями желобовъ. Плоскость катанія рельса должна быть горизонтальна; износъ составляетъ, напр., въ Берлинѣ при значительномъ движеніи 0,5 mm въ теченіе года. Балластъ изъ крупнаго гравія или (для асфальтовыхъ улицъ) бетонное основаніе. При прокладкѣ пути по шоссированнымъ улицамъ устраиваютъ каменную (булыжную) мостовую въ промежуткѣ между рельсами и на ширинѣ 30 до 60 cm внѣ рельсовой колеи.

Нижеслѣдующіе способы устройства верхняго строенія, при которомъ особыхъ поперечинъ не требуется, оказались на дѣлѣ весьма цѣлесообразными:

1. **Двойной рельсы Гаармана** *), два Виньолевскихъ рельса свинчиваются на чугунныхъ прокладкахъ (на разстояніяхъ 0,7 m). Примѣрная высота рельса 155 mm, шейка 5,5, mm, головка 45 mm, общій вѣсъ пути 78,5 kg/m. Стыковая накладка какъ у обыкновенныхъ желѣзн. дорогъ. Поперечныя скрѣпленія рельсовъ при помощи плоскаго желѣза, поставленнаго на ребро, отогнутые концы плоскаго желѣза привинчены къ шейкѣ. Съ наружной стороны въ боковыя поверхности рельсовъ закладывается соотвѣтственно профилированный клинкеръ, а объемъ между рельсами пути (внутри) заполняется цементнымъ растворомъ.

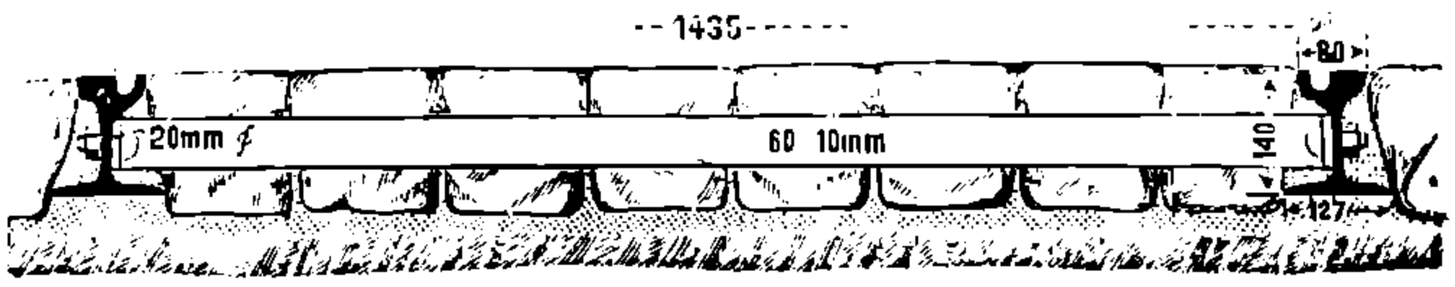
2. **Рельсъ Гаармана съ продольнымъ лежнемъ,** обыкновенно укладывается еще легкая предохранительная полоса для образованія желоба. Рельсъ имѣетъ головку 45, высоту 155, подошву 120, шейку 6 mm. Общій вѣсъ погон. метра пути, со включеніемъ поперечныхъ скрѣпленій, 98,7 kg. Стыки обѣихъ половинокъ рельса располагаются въ перемежку на 0,5 m. Промежутокъ между рельсомъ и предохранительной полосой заполняется гравіемъ и цементомъ.

*) Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein въ Оснабрюкѣ.

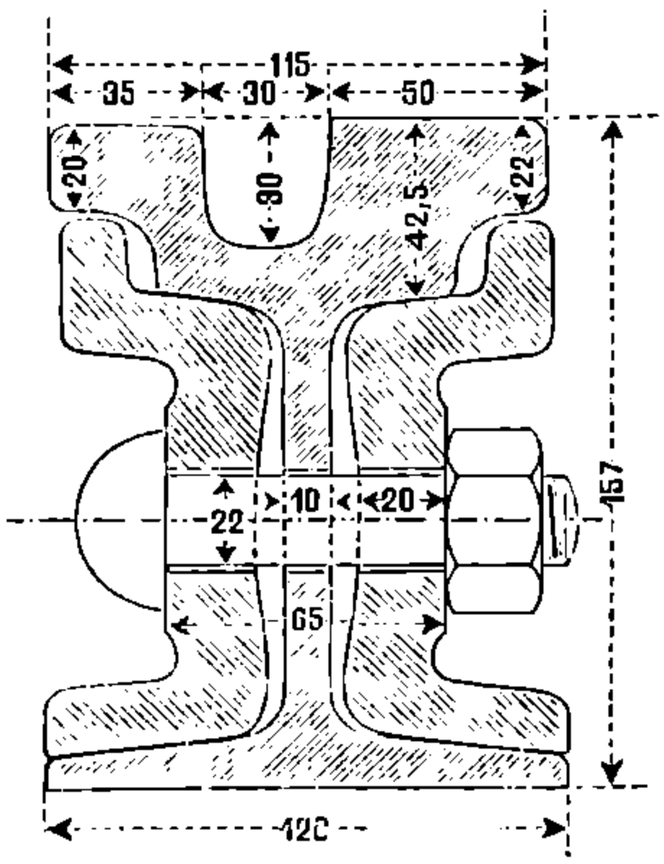
НТБ ДНУЖТ

3. **Рельсъ Фениксъ** *). Виньолевскій рельсъ, головка котораго снабжена желобомъ для помѣщенія гребня (черт. 148 и 149). Изготовляются по 75 различнымъ профилямъ, въ зависимости отъ рода интенсивности движенія. Длина рельсовъ 9 или 10 m, высота 88 до 210 mm, ширина головки 68 до 118 mm, подошва 76 до 180 mm, шейка 6,5 до 16 mm. Концы рельсовъ обрѣзаются нормально къ длинѣ (зазоръ 4 mm) или скашиваются подъ угломъ 45°. Длина накладки 500 mm. Новѣйшій стыкъ въ перекрышку на 254 mm, при длинѣ накладки 850 mm. Въ накладкахъ 4 болта діаметромъ 16 до 23 mm.

Черт. 118.



Черт. 149.



Поперечныя связи изъ полосового желѣза 60 · 10 mm черезъ каждые 2,25 до 2,5 m; на одно рельсовое звено въ пути идетъ: 2 рельса, 4 накладки, 8 болтовъ, 4 поперечныя тяги, 8 болтовъ къ этимъ тягамъ. Общій вѣсъ верхняго строенія, при колеѣ въ 1435 mm, составляетъ 40 до 112 kg/m. Матеріалъ рельсовъ $K_z = 6000$ до 7000 kg/qcm. Рельсы Фениксъ представляютъ наилучшій типъ верхняго строенія для городскихъ дорогъ и, при соотвѣтственно выбранной профили, могутъ быть примѣнены во всѣхъ случаяхъ. При этомъ строеніи достигается вполнѣ вертикальная передача давленія отъ колеса на балластъ, и удары на стыкахъ почти устраняются.

Черт. 148 представляетъ рельсъ Фениксъ, профиль № 7a, примѣненный въ Гамбургѣ, Аахенѣ, Магдебургѣ и многихъ другихъ германскихъ городахъ: толщина шейки 10 mm, желобъ шириною 30 mm и глубиною 24 mm; общій вѣсъ пути при длинѣ рельсовъ въ 10 m и нормальной колеѣ 73,6 kg/пог. m.

Черт. 149 представляетъ рельсъ Фениксъ, профиль № 14a, примѣненный въ Берлинѣ, Кельнѣ, Бреславлѣ, Данцигѣ, Дрезденѣ, Бременѣ и т. д.; общій вѣсъ пути при рельсахъ длиною 10 m и нормальной колеѣ 93,6 kg/пог. m.

---

*) Akt.-Gesellschaft f. Bergbau und Hüttenbetrieb „Phönix“ Лаарѣ (около Рурорта).

НТБ ДНУЖТ

Способъ Фалька. Стыкающіеся концы рельсовъ соединяются между собою посредствомъ заливки чугуномъ, такъ что получается непрерывный рельсъ безъ зазоровъ, причемъ нѣтъ ни накладокъ, ни болтовъ. Приспособленія: передвижная вагранка, паровая турбина Лаваля съ котломъ для приведенія въ дѣйствіе вентилятора; при каждой засыпкѣ можно расплавить до 7 тоннъ чугуна; это количество достаточно для 100 до 120 соединеній. По ранѣе практиковавшемуся способу въ имѣющійся зазоръ между рельсами передъ заливкой закладывалась соотвѣтствующая желѣзная прокладка, въ новыхъ же соединеніяхъ рельсы плотно стыкаются между собой. Преимущества: отсутствіе ударовъ и шума во время ѣзды, большая продолжительность службы, меньшіе эксплоатаціонные расходы.

Стрѣлки. Части стрѣлокъ и крестовинъ составляются изъ твердыхъ чугунныхъ отливокъ или стали и проектируются составными изъ двухъ частей—верхней и нижней, для удобства болѣе скорой замѣны частей при износѣ ихъ. Стрѣлки 1 : 3 до 1 : 6 съ $R = 20$ до 50 m; остряки длиною 2 до 3 m. Общій коэффиціентъ тренія для городскихъ дорогъ равенъ, въ среднемъ, 0,006 до 0,008 на прямомъ горизонтальномъ пути.

b. Движеніе.

1. Конно-желѣзныя дороги. Неудобства: сила тяги не можетъ быть расходуема въ зависимости отъ сопротивленій пути. Число лошадей, которое должно быть налицо по разсчету на наибольшее движеніе, вызываетъ при слабомъ движеніи почти такіе же расходы по ихъ содержанію, какъ и тогда, когда лошадьми этими пользуются для движенія. Вслѣдствіе частаго трогания съ мѣста лошади переутомляются, скоро портятся и подлежатъ замѣнѣ черезъ 4 до 6 лѣтъ. Большіе расходы по содержанію мостовой, загрязненіе мостовой. Въ снѣжную погоду движеніе затрудняется въ значительной мѣрѣ и по временамъ дѣлается невозможнымъ. Расходы по эксплоатаціи значительно выше, чѣмъ при всѣхъ другихъ

Вагоны конно-желѣзныхъ дорогъ.

Родъ вагона	Одноконные					Двуконные		Двуконные закрытые, съ имперіаломъ наверху
	Закрытые				Открыт.	Закрыт.	Открыт.	
Рамъ изъ .	дерева		желѣза			дер.	жел.	дерева
Число мѣстъ сидѣть.	12	14	12	14	20 *)	20	28 *)	20 внизу, 24 вверху
» стоять. .	12	12	12	12	8	14	8	12
Длина кузова . въ m	3,0	3,5	3,0	3,5	—	4,9	—	4,9
Наибольш ширина въ m	2,0	2,0	2,0	2,0	2,2	2,0	2.2	2.0
Наибольш. высота надъ головкой рельса въ m	2,8	2,8	2,8	2,8		2,8	2,5	3,25
Длина наружныхъ перроновъ . въ m	1,05	1,05	1,05	1,05	—	1,2	—	1,45
Общая длина . въ m	5,1	5,6	5,1	5,6	5,4	7,3	6,3	7,8
Базисъ . . . . въ m	1,4	1,5	1,4	1,5	1,54	1,83	1,54	1,83
Общій собств. вѣсъ въ kg	1550	1600	1850	1900	1650	2400	1800	2800

*) 5 и, соотв., 7 скамеекъ имѣютъ поворотныя перекидныя спинки.

НТБ ДНУЖТ

системахъ. Выгода: незначительныя первоначальныя затраты на устройство.

Скорость движенія $V = 8$ до 11 km/чс, на подъемахъ въ 1 : 20 до 1 : 40 скорость уменьшается до $V = 2$ до 4 km/чс.

Число лошадей. Дневная производительность одной лошади 25 до 27 km при 3 до 3,5 рабочихъ часахъ. Легкимъ одноконнымъ вагонамъ, отправляемымъ черезъ короткіе промежутки времени, слѣдуетъ отдавать предпочтеніе передъ тяжелыми двуконными вагонами. Въ Берлинѣ принимаютъ на 1 пароконный вагонъ 8 лошадей, а для одноконнаго — 4 до 5 лошадей. Сюда прибавляется еще 10 до 15% на запасъ и заболѣваніе. Для одноконныхъ вагоновъ при разсчетѣ на 5 лошадей послѣдняя прибавка не дѣлается.

2. Паровыя желѣзныя дороги. Выгода примѣненія паровой тяги для загородныхъ линій, по сравненію съ конною, увеличивается съ увеличеніемъ длины линіи, размѣровъ движенія и величины подъемовъ. Въ большинствѣ случаевъ примѣняются двухосные (при легкомъ верхнемъ строеніи также трехосные) танкъ-паровозы со сцѣпленными осями. Отъ паровозовъ требуется: простота конструкціи, удобный ходъ, легкая подвижность въ кривыхъ, легкая доступность движущаго механизма, который долженъ быть хорошо защищенъ отъ пыли, сильные тормоза, удобство надзора за путемъ при переднемъ и заднемъ ходѣ, бездымное горѣніе (коксъ и антрацитъ) и конденсація исходящаго пара по крайней мѣрѣ въ чертѣ города. Для безшумнаго выхода пара послѣдній направляется въ особый бакъ, откуда выходитъ въ трубу безъ ударовъ, или паръ превращается въ воду при помощи конденсатора, находящагося на крышѣ паровоза. Приспособленія для бездымнаго горѣнія и для охлажденія пара достигаютъ своей цѣли только отчасти, но въ значительной мѣрѣ удорожаютъ постройку паровозовъ и эксплоатацію, ибо теряется выгодное вліяніе отъ усиленной тяги мятаго пара въ дымовую трубу.

Если, кромѣ обозначеній, приведенныхъ на стр. 823, величина D — количество пара, даваемое котломъ въ часъ, въ kg, то для среднихъ условій, при колеѣ въ 1,435 m:

$$B : R = 420;\quad B : H = 7;\quad B : N = 2{,}33;\quad N : H = 3;\quad N : R = 180;$$
$$H : R = 60;\quad D : B = 6;\quad D : H = 42;\quad D : N = 14.$$

Для паровозовъ, построенныхъ у Краусъ и К° (Мюнхенъ) для городскихъ дорогъ, средняя скорость движенія $V = 10$ до 12 km/чс, діам. колесъ 63, 75 и 80 cm; базисъ = 1,50, 1,60 и 1,80 m; діам. поршня $d = 14$ до 32 cm, ходъ $s = 30$ до 40 cm и вѣсъ въ рабочемъ состояніи (колея 1435 m) $L = 8$ до 22 t; вѣсъ въ порожнемъ состояніи около $^3/_4$ L. Запасъ воды = 0,8 до 2,8 cbm и топлива 0,2 до 0,8 cbm, общая поверхность нагрѣва $H = 8{,}87$ до 50,7 qm, поверхность колосн. рѣшетки $R = 0{,}21$ до 0,85 qm, наибольшая высота $h = 3{,}2$ до

НТБ ДНУЖТ

3,6 m, наибольшая длина съ буферами $l = 3{,}0$ до 6,0 m, наибольшая ширина $b = 2{,}2$ до 2,55 m.

Наибольшее давленіе пара въ котлѣ $p_0 = 15$ kg/qcm. Среднее усиліе тяги Z въ kg получается, если въ формулу 2) стр. 844 подставить $\eta\, p_l = 0{,}5\; p = 7{,}5$; Z колеблется между 700 и 3840 kg. Производительность (см. стр. 844) $N = Z\, v : 75$ составляетъ 20 до 150 ЛС.

Если Z дано въ kg и L въ t, то на подъемѣ s $^0/_{00}$, находящемся въ кривой радіуса R въ m, возможный вѣсъ поѣзда (за исключеніемъ паровоза) въ тоннахъ:

$$Q = \frac{Z}{8 \pm s + [300 : (R - 10)]}\, L.$$

3. Электрическія дороги см. отд. 20, электротехника.

4. Дороги съ газовыми двигателями. Вагоны съ газомоторами (системы Lührig'a) примѣняются въ Дрезденѣ и Дессау съ 1893, 1894 г. для городскихъ желѣзныхъ дорогъ *). Расходъ свѣтильнаго газа 0,4 до 0,5 cbm на вагоно-километръ. Вагонъ имѣетъ газомоторъ въ 7 до 10 ЛС и 3 резервуара для газа, объемъ которыхъ (въ суммѣ 0,8 cbm) достаточенъ, при давленіи въ 8 at, для проѣзда въ часъ 10 до 12 kg. Вспышка газа при помощи электричества, отработавшіе газы выходятъ невидимыми (кверху) и безъ шума. Вѣсъ порожняго вагона (на 26 пассажировъ) съ моторомъ около 6000 kg. Требуется сооруженіе особыхъ компрессорныхъ станцій.

5. Дороги съ канатной тягой въ Сѣв. Америкѣ и Англіи **). Безконечный стальной канатъ (кабель), діам. 32 до 36 mm, составляется изъ 120 до 144 проволокъ діам. 1,6 mm, вѣсомъ 2,5 до 3,4 kg въ пог. метрѣ, и укладывается въ бетонномъ каналѣ (діам. 70 cm) на роликахъ (діам. 40 cm), удаленныхъ на 9 до 10 m. Канатъ приводится въ движеніе постоянною паровою машиною со скоростью $V = 10$ до 16 km/чс. Въ кривыхъ разстояніе между роликами уменьшается и, кромѣ того, необходимы еще боковые направляющіе ролики. Черезъ каждые 90 до 100 m устраиваются сборные колодцы для воды (дождевой). Каналъ для каната имѣетъ въ наивысшей своей точкѣ прорѣзъ шириною 16 и не болѣе 19 mm.

Поѣзда состоятъ изъ одного вагона (для 16 до 20 пассажировъ) съ ухватомъ, при помощи котораго вагонъ захватываетъ тянущій канатъ; къ такому вагону обыкновенно прицѣпляютъ 1 или 2 вагона. Ухватъ долженъ хорошо дѣйствовать и на подъемахъ въ 1 5, легко размыкаться на случай необходимой остановки вагона и допускать скольженіе по канату на случай торможенія.

По системѣ Миллера — двухканатной (въ Нью-Іоркѣ), два рядомъ расположенныхъ безконечныхъ каната приводятся въ движеніе двумя машинами. Постоянно находится въ дѣйствіи одинъ канатъ; второй осматривается и ремонтируется; канатами пользуются черезъ промежутки въ 24 часа. У вагоновъ имѣются ухваты для каждаго каната.

---

*) См. R. Schöttler, Die Dessauer Gasbahn, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1895 стр. 1009.

**) См. E. Reichel. Amerikanische Seilstrassenbahnen, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1893, стр. 676 и слѣд.

НТБ ДНУЖТ

Вслѣдствіе происходящихъ при движеніи ударовъ канаты постепенно удлиняются, примѣрно, на 1% ихъ первоначальной длины; канаты эти поэтому отъ времени до времени необходимо укорачивать выемкой отрѣзковъ каната соотвѣтствующей длины. Продолжительность службы каната 9 до 12 мѣсяцевъ. Длина канатовъ до 10 km. Расходы эксплоатаціи на 20 до 30% менѣе расходовъ конной тяги. Неизбѣжное загрязненіе кабельнаго канала сметаемою съ улицъ грязью представляетъ весьма серьезное неудобство этой системы.

НТБ ДНУЖТ

ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

МЕТАЛЛУРГІЯ ЖЕЛѢЗА.

I. ЖЕЛѢЗНЫЯ РУДЫ.

Магнитная руда: закись-окись желѣза (Fe_3O_4). Содержаніе желѣза въ среднемъ 50 до 60 вѣсов. проц., въ чистомъ видѣ до 72,4 вѣсов. проц. Черта черная. (Швеція, Уралъ, Нью-Джерсей.)

Красный желѣзнякъ, желѣзный блескъ, гематитъ, обыкновенная красная желѣзная руда: окись желѣза (Fe_2O_3). Содержаніе желѣза въ среднемъ 30 до 40 вѣсов. проц., въ чистомъ видѣ руда содержитъ 70 вѣсов. проц. Черта красная. (Ланъ, Кумберлендъ, Верхнее озеро.)

Бурый желѣзнякъ, обыкновенная рыхлая бурая желѣзная руда въ видѣ черепка, круглыхъ кусковъ, болотная и озерная руда. Составъ: гидратъ окиси желѣза ($H_6Fe_4O_9$). Содержаніе желѣза 20 до 40 вѣсов. проц., въ чистомъ видѣ до 60 вѣсов. проц. Черта желтовато-бурая до бурой. (Верхняя Силезія, Ильзеде, Люксембургъ-Лотарингія, Вискайя.)

Желѣзный шпатъ: углекислое желѣзо ($FeCO_3$) съ содержаніемъ закиси марганца до 11 вѣсов. проц. Содержаніе желѣза 30 до 42 вѣсов. проц., въ чистомъ видѣ до 48,3 вѣсов. проц. (Зигерландъ, Штайермаркъ.)

Глинистый желѣзнякъ, сферосидеритъ; углекислое желѣзо въ смѣси съ безводной и водной окисью желѣза, глиной, мергелемъ, известью, съ примѣсью сѣрно- и фосфорнокислыхъ солей. Содержаніе желѣза 28 до 35 вѣсов. проц. (Каменноугольная формація въ Англіи, Кливелендъ.)

Встрѣчающійся въ каменноугольныхъ формаціяхъ блекбандъ представляетъ окрашенный углемъ глинистый желѣзнякъ (угольной формаціи), съ содержаніемъ 24 до 30 вѣсов. проц. желѣза. (Шотландія.)

Шлаки пудлинговыхъ и сварочныхъ печей представляютъ силикаты закиси желѣза, содержащіе куски Fe_3O_4, часто содержатъ фосфоръ и даютъ бѣлое, плохое (твердое) желѣзо.

НТБ ДНУЖТ

Горныя породы (пустыя), сопровождающія желѣзныя руды: кварцъ, известковый шпатъ, глина, доломитъ, мергель, часто сопровождаются марганцовыми рудами (очень полезны). Вредныя примѣси: сѣрнистые металлы, тяжелый шпатъ, гипсъ, апатитъ.

Руды подраздѣляются **по горнымъ породамъ,** ихъ сопровождающимъ, на кислыя и основныя, кромѣ того на бѣдныя содержаніемъ фосфора и богатыя содержаніемъ фосфора.

Наименьшее количество желѣза, при которомъ эксплоатація рудъ **еще выгодна,** составляетъ 20 вѣсов. проц. Руды съ меньшимъ содержаніемъ желѣза идутъ лишь какъ примѣси, если сопровождающая ихъ порода — известковый шпатъ.

II. ПРОИЗВОДСТВО ДОМЕННАГО ЧУГУНА.

A. Обработка рудъ.

1. Обжиганіе рудъ.

Цѣль обжига: удаленіе углекислоты или сѣры; разрыхленіе.

1. **Въ кучахъ** рѣдко, въ настоящее время встрѣчается только при обжиганіи блекбанда.

2. **Въ стойлахъ** теперь почти не встрѣчается.

3. **Въ шахтныхъ печахъ.** Высота 2 до 15 m, большею частью 3 до 6 m; отверстіе у колошника 2 до 5 m. На каждые 20 до 30 kg руды идетъ 1 kg древеснаго угля или кокса, 1 kg мелкаго каменнаго угля на 5 до 10 kg руды. Обожженная руда впитываетъ въ себя изъ воздуха 2 до 6 вѣсов. проц. влаги.

Зигерлендская воронкообразная обжигательная печь. Діам. вверху около 3,2 m, внизу 1,5 m. Высота воронки 3,2 m; общая высота печи 4 m, емкость 17 cbm; 1 печь обжигаетъ 50 t сферосидерита въ день. Топливо — каменный уголь.

Клевелендская обжигательная печь для глинистыхъ сферосидеритовъ. Діаметръ 7 m, высота 9 до 15 m, емкость 450 cbm. Печь въ верхней части цилиндрическая, книзу суживается. Топливо — каменный уголь.

Вестманская обжигательная печь съ дутьемъ. Высота 6,6 m, діаметръ вверху 1,8 m, діаметръ подъ соплами 2,82 m. Давленіе воздуха 6,5 mm до 9 mm водяного столба. Въ 24 часа въ печи обжигается 45 до 60 t. Топливо — доменные газы.

2. Измельченіе рудъ и известняка.

Сопротивленіе раздавливанію принимаютъ: для желѣзнаго шпата $K = 70$, а для магнитнаго и краснаго желѣзняка $K = 200$ до 300 kg/qcm.

НТБ ДНУЖТ

1. **Ручною толчеею.** Рабочій измельчаетъ въ величину орѣха въ 12 рабочихъ часовъ, въ зависимости отъ твердости руды, 2 до 5 t.

2. **Механическою толчеей.** Вѣсъ песта 125 kg, 70 ударовъ въ минуту; необходимо 2 до 5 ЛС.

3. **Дробильными вальцами.** Діаметръ вальцовъ 260 до 950 mm, длина до 300 mm. Оборотовъ въ мин. 45 до 100. Производительность 1 до 8 t въ часъ при 1 до 12 ЛС.

4. **Дробильными машинами** (механическими клещами). Раздробляющія щеки изъ твердаго чугуна, поверхность неровная или покрыта зубцами.

Таблица размѣровъ разныхъ дробильныхъ машинъ.

Обозначенія	Ременная передача			Паровая сила	
Ширина раздробляющихъ клещей въ mm	200	400	650	400	650
Отверстіе въ . . . . . »	120	250	400	250	400
Число оборотовъ въ минуту . . .	250	250	250	250	250
Діаметръ шкива въ . . . . mm	400	630	840		.
Ширина шкива въ . »	90	150	200	.	
Необходимая работа . . . . . ЛС.	1	6	12	6	12
При щели въ 50 mm машина даетъ въ 1 часъ измельченнаго матеріала kg	0,6	5 до 6	10 до 12,5	5 до 6	10 до 12,5
Примѣрный вѣсъ полной машины »	1150	4650	11300	4950	12100

B. Доменныя печи.

a. Засыпка.

Проценты указаны вѣсовые.

1. Руды. Содержаніе желѣза въ шахтѣ (смѣси руды съ флюсами) при различныхъ рудахъ — между 25 и 60 вѣсов. процентами.

2. Плавни (флюсы), прибавляемые къ рудамъ. Недостающее обыкновенно количество извести или, рѣже, недостающее количество глинозема или кремневой кислоты пополняется въ коксовыхъ домнахъ до простого силиката, а въ древесноугольныхъ домнахъ — до двойного силиката извести $CaO : Al_2O_3 : SiO_2 = 30 : 14 : 56$, или, соотв., $47 : 15 : 38$*).

1. Известнякъ, углекислая известь съ 56% извести, уд. вѣсъ 2,6 до 2,7; доломитъ, углекислая известь съ магнезіей (45,8%) для глинистыхъ рудъ, уд. вѣсъ 2,8 до 2,9.

2. Баукситъ (35 до 70% глинозема) для кремнекислыхъ и известковыхъ рудъ.

3. Аспидная глина (10 до 20% глинозема и 40 до 70% кремнекислоты) для известковыхъ рудъ.

*) См. Wedding, Handbuch der Eisenhüttenkunde, его же Grundriss der Eisenhüttenkunde.

НТБ ДНУЖТ

4. Шлаки содержатъ отъ 8 до 36% кремнекислоты и 50 до 60% закиси желѣза.

Отношеніе количества получаемыхъ шлаковъ къ количеству чугуна равно 0,7 до 2,1 1 (въ крайнемъ случаѣ 5 : 1). Удѣльный вѣсъ шлаковъ 2,5 до 3. При правильномъ ходѣ печи въ шлакахъ не содержится желѣза.

3. Топливо. На 100 kg бѣлаго чугуна расходуется, въ зависимости отъ возстановляемости рудъ, 90 до 150 kg кокса, при особенно благопріятныхъ условіяхъ до 75 kg. На 100 kg сѣраго чугуна, изъ легко возстановляемыхъ рудъ при очень горячемъ дутьѣ, 100 до 120 kg кокса, при болѣе бѣдныхъ и менѣе легко возстановляемыхъ рудахъ 140 до 180 kg. Въ среднемъ принимаютъ 95 kg углерода на 100 kg доменнаго чугуна.

Каменнаго угля и антрацита расходуется въ $1^1/_2$ раза болѣе.

При увеличеніи температуры дутья расходъ топлива уменьшается.

b. Устройство доменныхъ печей.

Грузъ доменной печи вмѣстѣ съ ея содержимымъ принимаютъ на 1 qm площади печи и на 1 пог. m ея высоты, для старыхъ и новыхъ конструкцій на колоннахъ, 1600 до 1800 kg; для новыхъ печей, гдѣ кирпичная кладка шахты выводится отдѣльно (свободностоящая шахта), — 1200 до 1600 kg/qm. Нижняя часть фундамента представляетъ слой бетона, толщиною въ 1 m. Вся высота фундамента, при рыхломъ грунтѣ, не менѣе 1,5 для печей на каменныхъ устояхъ и 1,5 до 2,5 m для печей на металлическихъ колоннахъ. У печей на устояхъ фундаментъ выходитъ за основаніе печи на 0,2 до 0,3 m, а у печей на колоннахъ фундаментъ выступаетъ за наружныя грани фундаментной доски (на которой стоятъ колонны) на 1 до 1,5 m. При ненадежномъ грунтѣ основаніе на сваяхъ и лежняхъ.

Чугунное или желѣзное (сварочнаго или литого желѣза) поддерживающее кольцо лежитъ на колоннахъ, высотою 3 до 4 m, діаметромъ 350 до 450 mm и толщиною стѣнокъ 25 mm, или на двутавровыхъ балкахъ. Фундаментныя плиты для балокъ или столбовъ имѣютъ толщину въ 80 mm и 1 до 1,2 m въ квадратѣ.

Толщина отдѣльныхъ частей, составляющихъ кольцо желѣзнаго кожуха (окруженныхъ рамками углового желѣза 70 · 70 · 9 mm) 6 mm. Если кожухъ состоитъ изъ цѣльныхъ колецъ, склепанныхъ съ отдѣльными отрѣзками кольца непосредственно, то толщина желѣза принимается внизу 10 до 12 mm, а вверху 8 до 9 mm, причемъ вертикальные швы — двойные, горизонтальные (круглые) швы — одиночные. Между кожухомъ и шахтой оставляется зазоръ въ 10 до 20 cm. Свободностоящія шахты (сист. Бютгенбахъ) скрѣпляются

НТБ ДНУЖТ

горизонтальными кольцами (у шахты 100 · 20 mm, у заплечика 130 20 mm), соединенными между собою вертикальными полосами (80 20), въ разстояніи 750 mm. Каждое кольцо охватываетъ два ряда камней. Предохранительный кожухъ у колошника имѣетъ высоту 2 m, толщину 5 mm. Консоли для платформы колошника высотою 2,2 mm, толщина стѣнокъ 5 до 6 mm. Горнъ и заплечикъ охлаждаются. Расходъ воды около 0,1 cbm. для одного ящика въ часъ.

Большіе шахтные камни вверху имѣютъ длину, равную толщинѣ стѣнокъ печи. Свободностоящія шахты имѣютъ толщину стѣнокъ вверху 66 cm, у распара 75 cm, при толщинѣ отдѣльныхъ камней 15 до 20 cm. Въ печахъ, сложенныхъ изъ небольшихъ камней, горнъ дѣлается въ $3^1/_2$ до 4 камней, заплечикъ въ $2^1/_2$ до 3 и шахта въ 2 камня, при средней ширинѣ камня въ 12 cm. Обыкновенно подовые камни (лещадь) имѣютъ высоту 0,8 до 0,9 m и находятся на высотѣ 5 m надъ уровнемъ земли.

Фурмы для дутья изъ бронзы или красной мѣди. Въ небольшихъ печахъ укрѣпляются непосредственно въ стѣнкѣ печи, а въ большихъ печахъ находятся въ холодильныхъ чугунныхъ водяныхъ ящикахъ съ залитыми въ нихъ желѣзными (сварочнаго желѣза) трубами. Расходъ воды на 1 фурму въ минуту 60 до 75 литровъ; для водяныхъ ящиковъ, въ которыхъ находятся фурмы, кромѣ того, еще 75 до 100 литровъ. Водяной ящикъ кончается у стѣнки горна, а фурма входитъ въ горнъ 20 до 40 cm. Число фурмъ для печей на коксѣ 4 до 9. Обыкновенно принимаютъ при діаметрѣ горна 1,3 m — 3 фурмы, при 1,3 до 2 m діам. — 4 и не болѣе 5 фурмъ, при діам. 2 m — 6 или 7 и не болѣе 9 фурмъ. Высота фурмъ надъ подовымъ камнемъ для домнъ на коксѣ 1 до 1,10 m, для древесно-угольныхъ домнъ — 0,7 до 0,8 m. Фурмы совпадаютъ съ нижнею гранью заплечика.

Фурма Люрманна для шлаковъ также изъ бронзы или красной мѣди. Расходъ воды 60 литровъ въ минуту; длина фурмы 15 cm, входитъ въ печь около 8 cm. Для весьма легкоплавкихъ шлаковъ достаточно имѣть фурму съ цилиндрическимъ отверстіемъ діам. около 25 mm, а для тугоплавкихъ — коническія фурмы, уширяющіяся внаружу, наименьшій діаметръ которыхъ 40 до 52 mm. Высота надъ лещадью опредѣляется въ зависимости отъ объема находящагося въ домнѣ желѣза + 0,25 до 0,33 cbm шлаковъ. Разность высотъ между центрами фурмъ для дутья и фурмъ для шлаковъ должна быть не менѣе 26 cm.

Абсолютные размѣры доменныхъ печей. Высота древесноугольныхъ домнъ 8 до 10 m, коксовыхъ домнъ — 18 до 32 m, въ среднемъ 22 до 25 m. Распаръ (Kohlensack) дѣлается большею частью въ $^1/_3$ до $^1/_2$ высоты домны надъ фурмами. Діаметры домны передъ фурмами, у распара и у колошника относятся между собою, въ среднемъ, при домнахъ на дре-

НТБ ДНУЖТ

весномъ углѣ какъ 1 : 3 : 1,5, на коксѣ какъ 1 : 2,9 : 1,5 или какъ 1 1,6 : 1,14 до 1 : 2 1,43 и 1 : 2,9 : 2. Діаметръ въ плоскости фурмъ для древесноугольныхъ домнъ = 1 до 1,9 m; для коксовыхъ = 1,2 до 3, обыкновенно 2 m и не болѣе 3,5 m; при антрацитѣ 3 до 3,3 m. Высота горна составляетъ $^1/_6$ до $^1/_7$ всей высоты домны. Плоскость фурмъ находится на границѣ заплечика и горна. Уголъ производящихъ конуса у заплечика (Rastwinkel) 70 до 75°, при трудно возстановляющихся рудахъ 68°. Высота распара надъ лещадью 6 до 7 m. Діаметръ распара $D = 5$ до 6,5 m, не болѣе 9,5 m. Наилучшее отношеніе высоты H всей печи къ D составляетъ 4 до 4,25. Емкость древесноугольныхъ домнъ 30 до 70 cbm, а коксовыхъ 250 до 550, рѣдко 700, а иногда и 1165 cbm. Объемъ домны цѣлесообразно дѣлать въ 180 до 400 cbm, при высотѣ ея въ 20 m.

Производительность доменныхъ печей. Можно принимать, что на каждую 1 t суточной производительности чугуна необходимъ объемъ печи:

3 cbm при производствѣ обыкновеннаго бѣлаго чугуна изъ легко возстановляемыхъ рудъ,

4 cbm для менѣе легко возстановляемыхъ рудъ,

5 cbm при производствѣ зеркальнаго чугуна,

7,5 cbm при производствѣ сѣраго чугуна.

Наиболѣе цѣлесообразный объемъ печи 400 cbm. Засыпка проходитъ въ часъ путь въ 0,6 до 0,8 m.

c. Регуляторы давленія воздуха.

Когда воздухъ для дутья получается изъ одного только цилиндра воздуходувной машины, то регуляторъ долженъ имѣть по меньшей мѣрѣ объемъ = 20 объемамъ воздуходувнаго цилиндра. При двухъ воздуходувныхъ цилиндрахъ, съ кривошипами подъ угломъ 90°, достаточенъ объемъ = 10 объемамъ одного цилиндра, а при трехъ цилиндрахъ, съ кривошипами подъ угломъ 120°, можно обойтись безъ регулятора.

Равнымъ образомъ, длинныя трубы большого діаметра (около 2 m) также могутъ замѣнять регуляторъ.

Обыкновенно одинъ регуляторъ служитъ для 3 до 4 домнъ. Отношеніе наибольшаго измѣненія давленія воздуха къ среднему давленію по манометру (степень регулированія) колеблется между 0,04 до 0,06. Діаметръ цилиндрическихъ регуляторовъ 0,8 до 2,5 m, толщина стѣнокъ 5 до 10 mm.

d. Приборы для нагрѣванія воздуха.

Цѣлесообразно нагрѣвать воздухъ до слѣдующей температуры:

НТБ ДНУЖТ

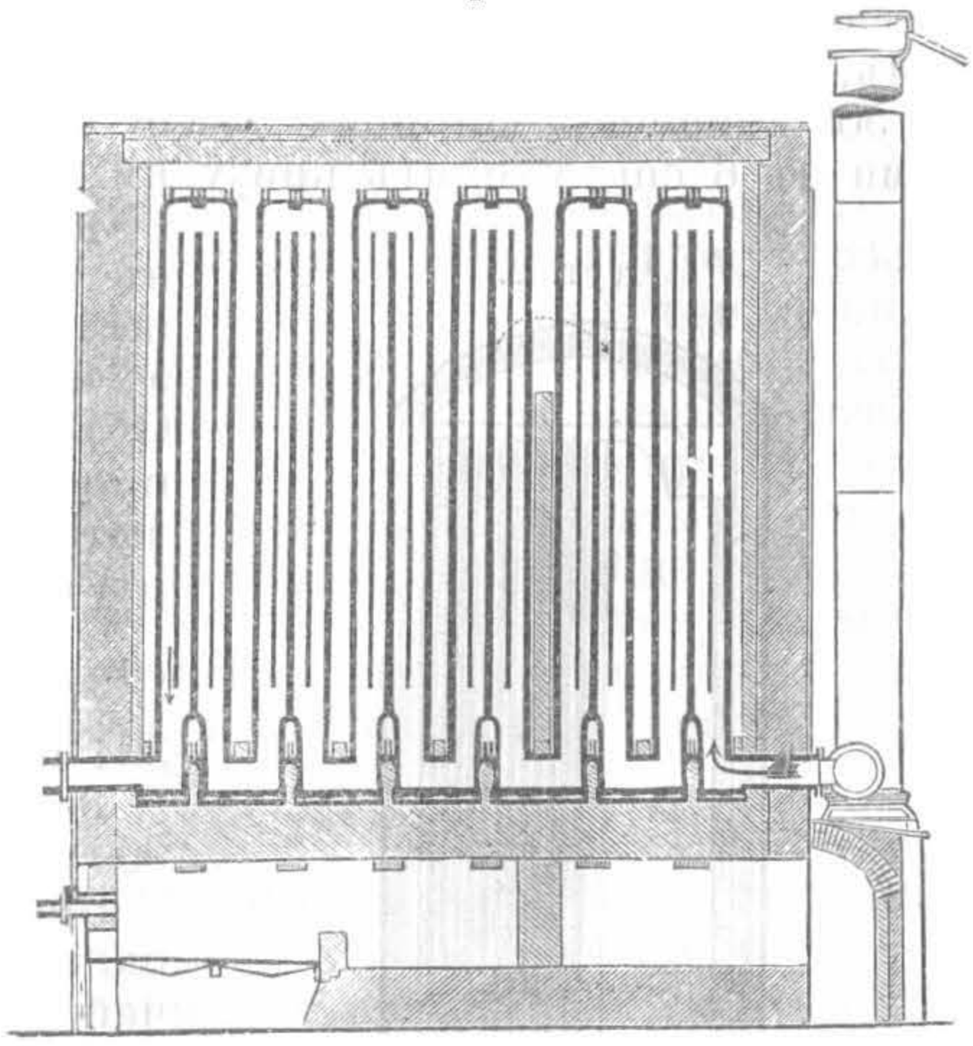
а) для чугуна сѣраго и богатаго содержаніемъ кремнія и марганца: въ большихъ печахъ до 900°, въ малыхъ печахъ до 700°;

б) для чугуна бѣднаго содержаніемъ кремнія и марганца нагрѣваютъ воздухъ до 300° или примѣняютъ холодное дутье.

1. Желѣзные нагрѣвательные приборы.

Примѣняются до 500°. Аппараты съ горизонтальными трубами больше не строятся. Всего лучше оправдывается устройство, показанное на черт. 1 (Гирса), и **нагрѣватель съ подвѣсными трубами** (Веддинга). Трубы на черт. 1 раздѣлены среднею стѣнкой на двѣ части: въ одной части воздухъ поднимается, а въ другой — опускается.

Черт. 1.



Толщина стѣнокъ трубъ 20 до 30 mm.

Нагрѣватель съ подвѣсными трубами имѣетъ два ряда трубъ по 16 до 20 трубъ въ каждомъ ряду. Соединенія расположены надъ аппаратомъ, внѣ пламени. Топливо: доменные газы.

На каждой cbm протекающаго въ минуту воздуха принимаютъ около 1,5 до 3 qm поверхности нагрѣва, въ зависимости отъ требуемой температуры. Скорость воздуха при средней температурѣ

$$t_m = {}^1/_2\,(t_1 + t_2)$$

должна быть $v \leqq 15$ m/sk.

2. Каменные нагрѣвательные приборы.

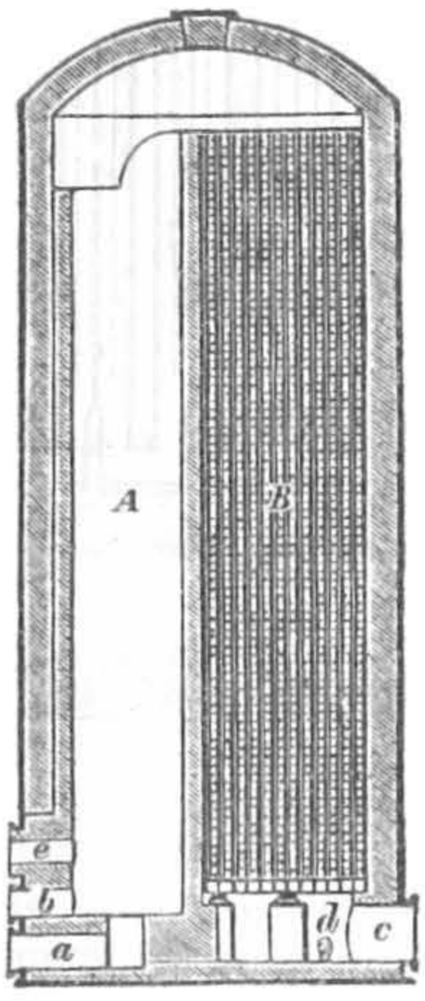
Для одной домны необходимо не менѣе трехъ аппаратовъ, обыкновенно 4, а для двухъ — не менѣе 5 аппаратовъ. Примѣняются для температуры свыше 500°. При этихъ аппаратахъ требуется хорошая очистка горючаго газа (доменные газы).

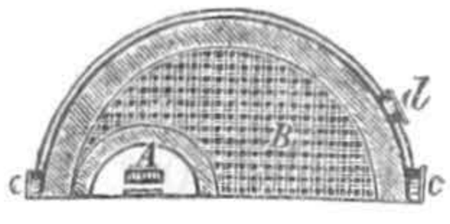
НТБ ДНУЖТ

Аппаратъ Whitwell'a обыкновенно діаметромъ 6 до 7 m, при высотѣ 18 m, поверхность нагрѣва 2000 до 3000 qm. Внутреннее помѣщеніе раздѣлено посредствомъ вертикальныхъ, между собой параллельныхъ, стѣнокъ на бо́льшія и меньшія отдѣленія. Обыкновенно горячіе газы проходятъ черезъ первое отдѣленіе кверху, затѣмъ въ пять отдѣленій книзу, затѣмъ въ слѣдующемъ большомъ отдѣленіи кверху и, наконецъ, въ пять до семи отдѣленій книзу и — въ дымовую трубу. При перемѣнѣ положенія входного клапана холодный воздухъ движется въ обратномъ направленіи; для 1 cbm воздуха въ минуту требуется 7 до 25 qm поверхности нагрѣва (по нравиламъ 20 qm).

Аппараты Cowper'a черт. 2 имѣютъ діаметръ 5 до 7 m и высоту 18 до 22 m и болѣе и поверхность нагрѣва 4000 до 6000 qm. Горячіе газы подымаются кверху по цилиндрической шахтѣ, діаметромъ 1 до 1,5 m, расположенной эксцентрично относительно сѣченія аппарата; вверху, подъ купольнымъ сводомъ, надъ шахтой газы заворачиваютъ книзу и черезъ 300 до 500 каналовъ, шириною 15 cm и толщиной стѣнокъ между ними въ 6 cm, уходятъ книзу въ дымовую трубу.

Черт. 2.





Скорость холоднаго воздуха въ каменныхъ нагрѣвательныхъ приборахъ = 1,5 до 2, а нагрѣтаго — 5 до 8 m/sk. Объемъ 1 kg сухого воздуха при температурѣ t^0 и абсолютномъ давленіи въ p' mm ртутнаго столба:

$$v = \frac{273 + t}{0{,}4645\, p'}$$ cbm (см. ч. I, стр. 304 и слѣд.).

Температура дутья 700 до 900°.

Время, необходимое для охлажденія прибора на случай его чистки, — 4 до 6 дней при каменномъ нижнемъ строеніи и 2 дня — при желѣзномъ; на очистку требуется два дня, а на растопку 20 часовъ.

e. Газособиратели.

Рабочее давленіе газовъ у колошника составляетъ 11 до 17 mm водяного столба.

Газопріемникъ ниже засыпки (колошника). Размѣры желѣзнаго цилиндра, подвѣшеннаго въ колошникѣ и совершенно

плотно прилегающаго къ краямъ колошниковаго отверстія: длина 1,6 до 2,2 m, толщина стѣнокъ 6 до 9 mm. Разстояніе его отъ шахты 210 до 260 mm. Общая площадь каналовъ, отводящихъ газы, по Трурану, $^1/_6$ (а при діаметрѣ колошника 3 до 4 m — $^1/_7$ до $^1/_8$) отъ сѣченія колошника. Посредствомъ особаго желѣзнаго канала газы домны проводятся къ желѣзному же газопроводу, діаметромъ 0,5 до 0,9 m, снабженному предохранительными клапанами. Скорость газовъ въ отводныхъ трубахъ 6 до 8 m/sk.

Газопріемникъ выше засыпки. Въ **воронкѣ Парри** діаметръ (основанія) внутренняго конуса составляетъ около $^2/_3$ діаметра колошника и $^4/_3$ меньшаго отверстія усѣченнаго конуса. Уголъ наклона производящей конуса 35° до 37°. — **Газопріемникъ Гоффа.** Средняя труба діаметромъ 0,28 *w*, нижняя воронка этой трубы вверху 28 *w*, внизу 0,7 *w*, при высотѣ трубы 0,25 до 0,27 *w*, гдѣ *w* отверстіе колошника. Толщина желѣза 13 до 15 mm. Воронки изъ желѣза или чугуна; желѣзныя укрѣпляются у запора чугунными кольцами.

Очистка доменныхъ газовъ. Газы отъ доменной печи направляются по вертикальному восходящему каналу, отчего увлеченная пыль большею частью направляется обратно въ доменную печь; затѣмъ газы проходятъ по желѣзному (рѣдко чугунному) газопроводу, вертикальныя части котораго внизу имѣютъ форму мѣшковъ (запирающихся клапанами), собирающихъ пыль; или же струя газа проходитъ черезъ особые, отчасти наполненные водой, аппараты, отдѣленные отъ атмосфернаго воздуха, т. наз. лотарингскіе аппараты S: высота 1,2 m до 1,7 m, діаметръ 1 до 1,5 m, длина 8 до 10 m. При помощи этихъ приспособленій газы отдѣляются отъ пыли, дегтя и водяныхъ паровъ. Болѣе совершенная очистка требуется при утилизаціи доменныхъ газовъ для двигателей.

f. Воздуходувки.

1. **Количество воздуха.** Составъ атмосфернаго воздуха см. ч. I, стр. 359 и слѣд.

1 EB кислорода содержится въ 4,24 EB воздуха,
1 EO » » » 4,69 EO »

Необходимое количество воздуха получается въ зависимости отъ количества топлива, требуемаго для дневной производительности чугуна (см. стр. 936).

Количество воздуха, принимаемое при **разсчетѣ воздуходувокъ** (ч. I, стр. 1420, воздуходувки и компрессоры), должно быть увеличено соотвѣтственно потерямъ въ воздухопроводахъ и нагрѣвательныхъ приборахъ. При среднемъ состояніи этихъ приборовъ всѣ потери принимаются 1,25 требуемаго количества воздуха.

2. **Давленіе воздуха.** Давленіе воздуха у домны колеблется между 0,1 и 1 kg/qcm и, въ среднемъ, равно 0,5 до 0,6 kg/qcm.

НТБ ДНУЖТ

Давленіе воздуха, которое должно быть достигнуто въ воздуходувкѣ, обусловливается скоростью воздуха, принимаемою въ соплахъ (разсчетъ давленія, необходимаго для достиженія извѣстной скорости, см. ч. I, стр. 343); кромѣ того, оно зависитъ отъ сопротивленія газовъ движенію сквозь матеріалъ, находящійся въ домнѣ, и, наконецъ, сопротивленій въ нагрѣвательныхъ приборахъ и въ воздухопроводѣ. Чѣмъ больше діаметръ печи въ плоскости сопелъ, тѣмъ больше должна быть скорость воздуха, для того чтобы струя вдуваемаго воздуха проходила достаточно глубоко внутрь печи.

Скорость вытеканія воздуха изъ сопелъ въ древесноугольныхъ домнахъ 80 до 200 m/sk, для коксовыхъ при горячемъ дутьѣ 150 до 300 m/sk, а при антрацитовыхъ до 400 m/sk.

Количество воздуха, вытекающаго изъ сопелъ, можетъ быть опредѣлено при помощи форм. ч. I, стр. 347 и 348. Для даннаго случая находимъ вѣсъ воздуха G, проходящаго черезъ сопла, въ kg/мин. при средней влажности, приблизительно:

$$G = \frac{13{,}596 \cdot 60}{10\,000}\sqrt{\frac{2g}{R}}\,\mu F\sqrt{\frac{(b+h_2)(h_1-h_2)}{273+t}}$$

$$= 0{,}06664\,\mu F\sqrt{\frac{(b+h_2)(h_1-h_2)}{273+t}},$$

гдѣ:

b стояніе барометра въ mm ртутнаго столба,
h_1 давленіе по манометру въ mm ртутнаго столба въ воздухопроводѣ близъ сопелъ,
h_2 рабочее давленіе воздуха въ печи въ mm ртутнаго столба,
t температура вдуваемаго воздуха въ градусахъ,
F сѣченіе всѣхъ сопелъ въ qcm,
μ коэффиціентъ истеченія воздуха (ч. I, стр. 348), по Шмидту принимаютъ $\mu = 0{,}86$,
g ускореніе отъ силы тяжести $= 9{,}81$ m/sk.
Постоянная $R = 29{,}4$ mkg/kg, см. часть I, стр. 305.

При значительной разности давленій $(h_1 - h_2)$ слѣдуетъ на правой сторонѣ вышеприведеннаго уравненія прибавлять еще множитель λ, величина котораго принимается изъ слѣдующей таблицы.

Таблица значеній множителя λ.

$b + h_2$ въ mm ртутнаго столба	$h_1 - h_2$ въ mm ртутнаго столба				
	100	500	1000	1500	2000
600	0,99	0,99	0,95	0,92	0,90
800	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92
1000	1,00	0,98	0,97	0,95	0,94
1300	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
1600	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96

НТБ ДНУЖТ

Количество воздуха V въ cbm/мн. отнесенное къ 0° и 760 mm ртутн. столба, получается изъ $V = 0{,}777\,G$ (см. ч. I, стр. 1433, табл. II).

Противодавленіе h_2 въ печи составляетъ въ домнахъ на коксѣ обыкновенно 30 до 70 mm рт. ст. или 0,2 до 0,4 отъ давленія въ соплахъ.

Если для данной домны, извѣстной производительности и съ соплами опредѣленныхъ размѣровъ, требуется опредѣлить необходимое давленіе воздуха h_1, то опредѣляемъ необходимый вѣсъ воздуха G (въ kg/мин.) по расходу топлива въ минуту (см. стр. 936); задаемся, согласно вышеприведенныхъ данныхъ, величиною h_2 и находимъ:

$$h_1 = h_2 + \frac{225{,}2\,(273+t)}{b+h_2}\left(\frac{G}{\lambda\,\mu\,F}\right)^2$$

Давленіе h_0 въ воздуходувкѣ должно быть больше на величину сопротивленія въ воздухопроводѣ и нагрѣвательныхъ приборахъ; по Шмидту, принимаютъ: $h_0 = 1{,}25\,h_1 + 20$ mm ртутнаго столба (см. потерю давленія въ трубопроводахъ ч. I, стр. 351 и слѣд.).

Абсолютное давленіе p въ kg/qcm, которое должно быть принято въ формулѣ для опредѣленія работы воздуходувки,

$$N_l = \varepsilon\,\alpha\,\frac{V}{\beta}\,\frac{10\,000\,(p-1)}{75}$$

составляетъ такимъ образомъ:

$$p = 1 + \frac{h_0}{735{,}5}.$$

Для древесноугольныхъ домнъ $p-1 = 0{,}07$ до 0,2 kg/qcm,
» коксовыхъ домнъ $p-1 = 0{,}2$ до 0,5, обыкн. 0,3 kg/qcm,
» антрацитовыхъ домнъ $p-1 = 0{,}4$ до 1,5 kg/qcm.

Въ послѣднемъ случаѣ для большихъ печей воздуходувка и котлы проектируются такихъ размѣровъ, чтобы можно было временно достичь рабочаго давленія въ 1,5 kg/qcm.

Для разсчета діаметра сопелъ, при заданномъ давленіи имѣемъ:

$$\frac{\pi}{4}\,d^2 = \frac{F}{n} = \frac{G}{0{,}06664\,\lambda\,n\,\mu}\sqrt{\frac{273+t}{(b+h_2)\,(h_1-h_2)}},$$

гдѣ d діаметръ сопла въ свѣту въ cm, n число сопелъ, которое, въ зависимости отъ величины печи, равно 3 до 8.

Сопламъ дается наклонъ производящихъ большею частью въ 6°.

3. **Охлажденіе воздуха.** Воздухъ охлаждается при помощи холодильныхъ машинъ для удаленія содержащейся въ немъ воды. Это имѣетъ мѣсто до нагрѣванія воздуха. Содержаніе воды въ воздухѣ при +30° составляетъ 30 g въ cbm, при— 6°—3 g. Выгода заключается въ болѣе равномѣрномъ дѣйствіи доменной печи.

НТБ ДНУЖТ

4. **Воздухопроводъ.** Скорость воздуха при холодномъ дутьѣ принимаютъ около 10 m/sk.

Діаметръ въ свѣту сопелъ изъ бронзы или красной мѣди, постоянно охлаждаемыхъ 7,5 до 21 cm, обыкновенно 9 до 12 cm, число сопелъ 3 до 11, обыкновенно 6 до 7.

Сопла лежатъ въ одной горизонтальной плоскости, и ось ихъ направлена къ вертикальной оси домны. Сопла проникаютъ внутрь домны на 5 до 10 cm.

Высота сопелъ надъ лещадью 0,5 до 1,5, обыкновенно 1,0 m.

C. Составъ чугуна *).

№	Составъ чугуна.	Кремній	Фосфоръ	Сѣра	Марганецъ	Мѣдь	Графитъ	Углерода въ суммѣ
	Древесноугольный чугунъ:	Содержаніе въ вѣсов. процент.						
1	Сѣрый древесноугольный чугунъ Ilsenburg	2,20	0,51	0,07	0,41	0,05	2,97	3,50
2	Половинчатый шведскій (Finspong)	0.63	слѣды	0,15	0,32	слѣды	2,26	2,70
	Чугунъ, выплавляемый на коксѣ, сѣрый:							
3	Кремнистый чугунъ (Hörde)	16,31	0,18	—	1,22	—	0,80	0,80
4	„ „ (Königshütte) .	11,29	0,08	0,02	2,08	—	1,59	1,59
5	Чугунъ для бессемерованія Georgs-Marienhütte № I (темно-сѣр.)	3,31	0,07	0,05	3,41	—	4,00	4,76
6	№ II (сѣрый)	2,52	0,07	0,03	3,90	—	3,10	3,76
7	№ III (свѣт.-сѣр.)	1,73	0,08	0,04	3,78	—	2,97	3,14
8	Friedrich-Wilhelms-Hütte № I . .	2,81	0,68	0,02	1,05	0,02	3,50	3,86
9	„ „ № III	2,37	0,77	0,02	0,82	—	3,37	3,87
10	То же гематитъ „ № I	2,99	0,07	0,02	1,18	0,02	3,29	3,80
11	Шотландскій чугунъ Coltness № I (темно-сѣр.).	2,77	0,80	0,02	1,31	0,09	3,33	3,78
12	Coltness № III (сѣрый)	2,16	0,51	—	0,67	0,08	2,54	2,82
13	Langloan	2,93	0,75	0,04	1,62	0,07	3,40	3,86
14	Англійскій чугунъ Clarence № III .	2,52	1,49	0,06	0,68	0,04	3,39	3,52
15	Люксембурго-лотарингскій чугунъ.	1,87	1,85	—	—	—	3,10	3,76
	Чугунъ, выплавляемый на коксѣ, бѣлый:							
16	Зеркальный чугунъ Круппа	0,30	0,16	0,01	11,3	—	—	5,30
17	Бѣлый зеркальный чугунъ Пльзеде .	0,11	3,20	0,04	3,84	—		2,68
18	Марганцовый чугунъ Hörde	2,52	0,38	слѣды	55,1	0,17	—	5,31
19	Зеркальн. чугунъ Georgs-Marien-Hütte	0,37	0,08	слѣды	4,28	—	—	3,83
20	То же	1,03	0,09	0,05	2,74	—	2,46	3,67
21	Обыкновен. бѣлый чугунъ Gleiwitz	0,53	0,96	0,07	0,78	—	—	3,18

D. Шлаки доменныхъ печей.

Стекловиднаго или каменистаго сложенія стекаютъ въ вагонетки или превращаются въ зернистое состояніе при помощи воды.

Примѣняются для насыпей (въ твердомъ или жидкомъ видѣ) или для изготовленія желѣзопортландцемента, если прибавить известь и обжечь до спеканія въ формѣ кирпичей.

*) См. A. Ledebur, Handbuch der Eisenhüttenkunde, ч. II, 2 изданіе, 1893 г.

НТБ ДНУЖТ

Составныя части.

№	Происхожденіе шлаковъ.	Кремнекислота	Глиноземъ	Известь	Магнезія	Закись Mn	Закись Fe
	Древесноугольный чугунъ.			В Ч въ %			
	Средній составъ . .	47,0	7,0	46,0		.	.
	Сѣрый чугунъ (Зигенъ) . .	49,6	9,0		15,0	25,8	0,04
3	Зеркальный чугунъ (Зигенъ)	48,4	6,7	.	10,2	34,0	0,06
	Коксовый чугунъ.						
4	Средній составъ .	35,0	7,0	58,0			
	Сѣрый:						
5	Сѣрый дом. чугунъ (Мюльгеймъ)	31,7	13,1	46,5	2,0		1,1
6	Тоже Георгъ Маріенгютте .	29,0	7,0	39,4	18,3		1,6
7	Гематитовый чугунъ	31,7	13,0	51,2	2,1		1,0
	Бѣлый:						
8	Ферромарганецъ (Зигенъ) . . .	25,0	12,0	42,0	6,5	14,5	.
9	Зерк. чугунъ (10 до 12% Mn) . .	29,0	8,5	39,0	3,0	15,0	0,5
10	Томасовскій чугунъ (Лотарингія)	31,5	18,5	43,0	2,0	1,9	
11	Тоже Ильзеде .	30,0	11,0	37,0	4,0	14,0	

Е. Чугуно-литейное производство *).

а. Переплавка доменнаго чугуна.

1. Огнеупорные глиняные или графитовые тигли въ тигельной печи.

Закладка въ печь не болѣе 1000 kg. На 100 kg чугуна требуется, въ среднемъ, 140 kg кокса; угаръ 20 до 25%. Высота печи 60 до 75 cm и діаметръ печи 35 cm.

2. Вагранки.

Высота шахты для кокса не менѣе 2 m, обыкновенно 3,5 до 4 m; для древеснаго угля лучше 6,5 m (наивыгоднѣйшій размѣръ). **Діаметръ** въ свѣту на высотѣ фурмъ при малыхъ печахъ $\geqq$ 0,5 m. На каждый kg переплавляемаго въ часъ чугуна необходимо сѣченіе шахты въ самомъ узкомъ мѣстѣ 0,8 до 1,25 qcm. Для пористаго кокса сѣченіе шахты должно быть больше, чѣмъ для кокса плотнаго. Выходное отверстіе для чугуна 0,5 до 0,9 m надъ уровнемъ земли; кожухъ изъ желѣзныхъ листовъ, толщиною 10 mm. Футеровка (выкладка шахты внутри) не менѣе 0,15 m для чугуно-литейныхъ (обыкновенно 0,2 до 0,25 m), а для бессемеровыхъ печей до 0,4 m толщиною. Подъ тщательно трамбуется на высотѣ 0,15 до 0,20 m смѣсью изъ огнеупорной глины и кварцеваго песка.

Высота фурмъ надъ лещадью: при сильномъ дутьѣ и плотномъ коксѣ 0,5 до 0,75 m, при слабомъ дутьѣ и легкомъ древесномъ углѣ 0,35 m надъ подомъ. Число фурмъ увеличивается съ діаметромъ шахты отъ 6 до 8; часто ставятъ два

*) См. E. F. Dürre, Handbuch des Eisengiesserelbetriebes, 3 изд. Leipzig, 1890/96.

НТБ ДНУЖТ

ряда фурмъ одинъ надъ другимъ. Общая площадь всѣхъ сопелъ составляетъ обыкновенно $^1/_8$ до $^1/_2$ наименьшей площади сѣченія шахты.

Расходъ горючаго на 100 kg доменнаго чугуна составляетъ 7 до 10 kg кокса (безъ растопки).

Для того, чтобы задуть вагранку, требуется, въ среднемъ, 30 kg кокса или такое же количество древеснаго угля.

Дутье. На 100 kg переплавляемаго чугуна требуется, въ среднемъ, 60 до 70 cbm воздуха, давленіемъ 200 до 400 mm водяного столба, рѣдко до 1500 mm. Горячее дутье для вагранокъ выгодъ не представляетъ.

Величина колошъ. На 1 qm площади отверстія колошника требуется 80 kg кокса на колошу.

Засыпь известковаго плавня на одну засыпку (колошу), примѣрно, 15 до 20% вѣса кокса.

Угаръ 3 до 10%, обыкновенно 5 до 7%.

Вагранка Айрелендъ (Ireland). Внизу 3 до 4, вверху 6 до 8 фурмъ; сѣченіе всѣхъ фурмъ $^1/_4$ до $^1/_2$ наименьшаго сѣченія шахты, причемъ нижнія сопла имѣютъ въ два раза большую площадь, чѣмъ верхнія. Вертикальное разстояніе между обоими рядами фурмъ 0,45 до 0,75 m.

Вагранка Кригара. Воздухъ выходитъ изъ канала, идущаго (кольцомъ) кругомъ шахты, въ два, расположенные одинъ противъ другого, вертикально спускающіеся канала, общая площадь сѣченія которыхъ составляетъ $^1/_5$ до $^1/_8$ горизонтальнаго сѣченія шахты. Изъ вертикальныхъ каналовъ воздухъ входитъ черезъ два перекрытыхъ сводами отверстія непосредственно въ вагранку. Каждое изъ этихъ отверстій имѣетъ ширину, равную $^1/_5$ до $^1/_6$ полнаго діаметра шахты въ свѣту; высота отверстій 400 до 700 mm. Печь Кригара, дающая 3000 до 4000 kg чугуна въ 1 часъ, имѣетъ слѣдующіе размѣры. Отъ уровня земли до верхней грани шахты 4,4 m, до верхней грани выпускной камеры 2,0 m, выпускная камера круглая, діаметромъ 1,25 m, въ свѣту 0,8 m. Діаметръ шахты въ свѣту вверху 0,85 m, внизу 0,6 m.

3. Переплавка въ отражательныхъ печахъ.

Только въ тѣхъ случаяхъ, когда топливо очень дешево или когда требуется переплавлять куски большихъ размѣровъ, трудно измельчаемые, или когда химическій составъ переплавляемаго чугуна долженъ быть измѣненъ (напр. твердый закаленный чугунъ).

На каждую плавку въ 1000 kg принимаютъ, по А. Ледебуру, 0,5 до 1 qm площади пода (для малыхъ печей больше, а для большихъ — меньше). Общая площадь рѣшетки $R = ^1/_3$ площади пода, пламенный пролетъ $= ^1/_2$ до $^2/_3$ R, сѣченіе борова $= ^1/_9$ до $^1/_{10}$ R, сѣченіе дымовой трубы $= ^1/_5$ R, высота трубы около 25 m: Продолжительность плавки вмѣстѣ съ растопкой 6 до 7 часовъ, безъ растопки — 4 до 5 часовъ.

НТБ ДНУЖТ

Расходъ горючаго на 100 kg доменнаго чугуна зависитъ отъ содержанія золы въ топливѣ и отъ степени тугоплавкости чугуна и составляетъ 50 до 80 kg каменнаго угля или 100 до 130 kg дровъ.

Угаръ 6 до 9%, зависитъ отъ количества окисленнаго марганца и кремнія. **Посадка въ печь** 3 до 15 t, обыкновенно 5 до 10 t.

b. Опредѣленіе вѣса отливаемыхъ предметовъ.

Значенія линейной усадки различныхъ металловъ см. ч. I, стр. 285, усадка по площади равна двойной, а объемная — тройной величинѣ линейной усадки.

Вѣсъ отлитыхъ предметовъ опредѣляется изъ

$$G = \left(\frac{a-1}{a}\,\frac{\sigma_g}{\sigma_m}\right) M = x\,M,$$

гдѣ:

σ_m удѣльный вѣсъ модели,
σ_g удѣльный вѣсъ отлитаго предмета,
M абсолютный вѣсъ модели въ kg,
a обратная величина кубической (объемной) усадки. Послѣдняя составляетъ для чугуна около 3 $^1/_{96} = ^1/_{32}$ и, слѣд., $a = 32$.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ значенія величины x приведены по K. Кармаршу.

Таблицы значеній величины x.

Матеріалъ **модели**	Матеріалъ **отливки**						
	чугунъ		желтая мѣдь	латунь	бронза	цинкъ	пушечный или колокольный металлъ
	въ среднемъ	до					
Сосновое дерево. .	14,0	17,5	15,8	16,7	16,3	13,5	17,1
Еловое » .	14,0	17,5	15,8	16,7	16,3	13,5	17,1
Дубовое »	9,0	10,9	10,1	10,4	10,3	8,6	10,9
Буковое » .	9,7	11,1	10,9	11,4	11,3	9,4	11,9
Липовое » .	13,4		15,1	15,7	15,5	12,9	16,3
Грушевое » .	10,2	13,0	11,5	11,9	11,8	9,8	12,4
Березовое »	10,6	13,5	11,9	12,3	12,2	10,2	12,9
Ольховое » .	12,8	13,5	14,3	14,9	14,7	12,2	15,5
Красное »	11,7	·	13,2	13,7	13,5	11,2	14,2
Желтая мѣдь . .	0,84	0,95	0,95	0,99	0,98	0,81	1,00
Цинкъ . .	1,00		1,13	1,17	1,16	0,96	1,22
Олово (съ $^1/_3$ до $^1/_4$ свинца) . .	0,89	1,11	1,00	1,03	1,03	0,85	1,12
Свинецъ. .	0,64	0,79	0,72	0,74	0,74	0,61	0,78
Чугунъ	0,97	·	1,09	1,13	1,12	0,93	1,18

НТБ ДНУЖТ

III. ПРОИЗВОДСТВО СВАРОЧНАГО и ЛИТОГО ЖЕЛѢЗА.

A. Пудлингованіе.

Обыкновенные размѣры пудлинговыхъ печей. Кожухъ изъ чугунныхъ плитъ, длиною 3,8 до 4 m, шириною 1,75 до 2 m (наружная длина и ширина печи) и высотою 1,88 m. Разстояніе между лицевыми сторонами двухъ печей должно быть не менѣе 3,75 m; лучше 5 до 6 m. Разстояніе отъ дверецъ пудлинговой печи до парового молота или до прокатнаго стана должно быть, по возможности, мало. Чугунная плита пода толщиною 50 до 80 mm. Длина пода 1,2 до 2,0 m, высота (камеры), въ среднемъ, 0,15 до 0,25 m. ширина при одиночной печи равна 0,8 длины, для двойныхъ печей 1,5 до 2,0 m. Уровень пода на 0,20 до 0,26 m ниже рабочей доски.

Рабочая дверь площадью 0,14 до 0,21 qm. Толщина свода 16 до 21 cm, средина свода возвышается надъ подомъ на 0,6 до 0,7 m. Площадь колосниковой рѣшетки на каждые 100 kg закладываемаго желѣза = 0,3 qm. Величина пламеннаго пролета = 0,5 площади колосниковой рѣшетки; площадь борова въ дымовую трубу = 0,1 до 0,2 площади рѣшетки. Сѣченіе дымовой трубы = 0,25 площади рѣшетки. Высота трубы 12 до 18 m. Дымовая труба общая для нѣсколькихъ пудлинговыхъ печей высотою 40 m и болѣе.

Посадка въ печь 200 до 300 kg, при двойныхъ печахъ 400 до 600 kg, число нагрѣвовъ для мягкаго желѣза въ 12 часовъ при посадкѣ въ 300 kg желѣза — 10, для мелкозернистаго желѣза — 6 до 7, для стали 5 до 6. Для пудлингованія на мелкое зерно и сталь посадка меньше, напр. 225 kg.

Угаръ. При мягкомъ желѣзѣ 6 до 7%, для мелкозернистаго желѣза и стали 9 до 14%.

Расходъ топлива. На каждые 100 kg крицъ считаютъ 80 до 100 kg каменнаго угля (или 120 до 150 kg бураго угля). Для полученія пудлинговой стали требуется 150 kg угля на 100 kg крицъ.

При помощи подогрѣвательныхъ печей достигается экономія въ топливѣ 15%. Топками Бишеру (Bicheroux) достигается экономія въ топливѣ около 25%.

Котлы. Для утилизаціи отработавшихъ газовъ пудлинговыхъ печей, въ случаѣ если есть достаточно мѣста, примѣняются горизонтальные цилиндрическіе котлы. Вертикальныхъ котловъ слѣдуетъ избѣгать.

Поверхность нагрѣва = 22 раза взятой площади колосниковой рѣшетки пудлинговой печи, причемъ можно принимать производительность этихъ котловъ = 15 kg пара въ часъ на 1 qm поверхности нагрѣва. 1 kg угля даетъ при этомъ еще 1,5

НТБ ДНУЖТ

до 2 kg пара. Соотвѣтственно этому, поверхность нагрѣва котла для пудлинговой печи обыкновенныхъ размѣровъ = = около 20 qm. Рабочее давленіе обыкновенно 5 at.

Расходъ воды. По Феланду, расходъ воды въ часъ для обыкновенной пудлинговой печи (чистка мастерскихъ отдѣльно):

съ открытымъ каналомъ	0,50 до 0.65 cbm,
съ закрытымъ каналомъ .	0,8 » 1,0 »
охлажденіе приборовъ для прокатки .	0,10 »
вода для питья на 100 рабочихъ .	0,33 »
котелъ	0,375 до 0,500 »

Чистка завода особо.

Кричные молоты (см. ч. I, 8 отдѣлъ). Принимаютъ на семь до восьми пудлинговыхъ печей одинъ молотъ. Паропредѣленіе (отъ руки) клапанное или съ уравновѣшенными золотниками. Съ бо́льшимъ успѣхомъ примѣняются гидравлическіе прессы.

B. Производство по Бессемеру и Томасу (ретортное литое желѣзо).

1. Плавильныя печи, ковши и мѣшалки.

Переплавка происходитъ въ вагранкахъ системы Айрелендъ или Кригара (см. стр. 946 и слѣд.), діаметромъ 1,5 до 2 m и вмѣстимостью 5 до 12 t.

Ковши, на колесахъ, для перемѣщенія чугуна прямо изъ доменной печи емкостью 10 до 20 t. Мѣшалки на 80 до 300 t чугуна для уравненія различныхъ сортовъ доменнаго чугуна и для выдѣленія сѣры (Mn S).

2. Реторты (груши).

(Размѣры въ m.)

Размѣры (въ m)	Кислый процессъ		Основной процессъ
	Посадка 5 до 6 t	Посадка 8 до 10 t	Посадка 8 до 10 t
Общая высота	3,5 до 3,8	4,0 до 4,8	4,0 до 4,8
Діаметръ въ свѣту наиболѣе широкой части .	1,6 » 1,8	1,8 » 2,0	2,0 » 2,5
Діаметръ въ свѣту у дна.	1,0	1,0 » 1,3	1,2 » 1,5
Діаметръ горловины въ свѣту. . . .	0,5 до 0,6	0,6 » 0,7	0,6 » 0,8
Толщина обмазки (футеровки) въ наиболѣе широкой части.	0,2 » 0,3	0,3 » 0,4	0,35 » 0,45
Толщина дна.	0,4 » 0,5	0,4 » 0,5	0,55 » 0,65

НТБ ДНУЖТ

Діаметръ отверстій для прохода воздуха 1 до 2 cm. Сѣченіе сопелъ на 1 t закладываемаго металла 15 до 20 qcm, а при переработкѣ сортовъ чугуна, бѣдныхъ содержаніемъ кремнія, въ основной ретортѣ до 25 qcm.

Высота слоя расплавленнаго металла 0,4 до 0,65 m.

Обмазка (футеровка). Обмазка для кислаго процесса состоитъ изъ кварца съ небольшою примѣсью глины — трамбуется или выкладывается изъ камней. Одна обмазка выдерживаетъ безъ большого ремонта 80 до 100 плавокъ, а послѣ 200 до 400 плавокъ обыкновенно требуетъ полной замѣны.

Основная обмазка (обожженный известнякъ, съ большимъ содержаніемъ магнезіи [доломитъ], смѣшанный съ 8 до 10% сгущенной газовой смолы) трамбуется или выкладывается изъ обожженныхъ камней. Продолжительность службы, какъ выше.

Для приготовленія основной обмазки требуется особая печь (въ родѣ вагранки), съ основною обмазкой для обжига доломита, мельница для измельченія, машина для перемѣшиванія и прессъ на случай, если камни должны быть прессованы.

Дно большею частью трамбуется машинами (выдерживаетъ только 12 до 20 нагрѣвовъ безъ ремонта), возможность легкой замѣны дна обязательна (гидравлическое подъемное приспособленіе для перемѣны дна). Дно, выложенное изъ кирпичей, требуетъ для полной просушки 12 до 15 час., а трамбованное изъ одного куска или литое дно — 96 до 120 часовъ.

3. Вспомогательныя машины.

Воздуходувки. Разсчетъ см. ч. I, отдѣлъ 8. Принимаютъ на 1 t закладываемаго матеріала 33 cbm (=42,7 kg) воздуха. Необходимое давленіе воздуха, равно какъ количество воздуха, проходящее въ единицу времени черезъ сопла, находится по формуламъ стр. 942 и слѣд.; для h_2 необходимо принимать противодавленіе у выходного отверстія сопла (=высотѣ слоя жидкаго металла въ mm, умноженной на отношеніе удѣльнаго вѣса расплавленнаго металла къ удѣльному вѣсу ртути (=0,54); а принимая въ разсчетъ давленіе газовъ у горловины реторты, необходимо еще нѣкоторое увеличеніе). Для μ принимаютъ здѣсь только 0,76. Температура воздуха можетъ быть принята 100°. Данныя о размѣрахъ сопелъ см. стр. 944.

Обыкновенно воздуходувки строятся для рабочаго давленія 1,5 до 2 at, въ послѣднее время до 4 at. Рабочее давленіе для основного процесса, въ общемъ, выбирается больше, чѣмъ для кислаго. Воздуходувкѣ и котлу должны быть приданы такіе размѣры, чтобы ими можно было достигнуть бо́льшаго давленія воздуха, нежели требуется по разсчету.

НТБ ДНУЖТ

Рекомендуются котлы съ большимъ водянымъ пространствомъ.

Воздуходувки должны подавать воздухъ равномѣрно; обыкновенно два цилиндра съ кривошипами подъ угломъ 90°, этимъ сберегается устройство регулятора давленія, или машины компаундъ.

Подъемные краны. Центральный литейный кранъ (см. ч. I, отдѣлъ 8), съ вылетомъ 3 до 7 m и подъемомъ 1,5 до 3 m, или литейные катучіе краны.

Подъемная сила крановъ, въ зависимости отъ вѣса болванокъ и формъ, принимается 1 до 6 t, при подъемѣ 1,5 до 2,5 m. Передача къ подъемнымъ механизмамъ гидравлическая. Болѣе подробно объ аккумуляторахъ см. ч. I, отдѣлъ 8. Для бессемерованій давленіе въ аккумуляторахъ доводятъ до 20 — 30 at и полезный объемъ 0,4 до 0,5 cbm.

Машины для поворачиванія реторты приводятся въ дѣйствіе давленіемъ воды. Работа приспособленій для поворачиванія = 20 до 80 метро-тоннъ. Уголъ поворота 270°. Діаметръ начальной окружности 0,8 до 1,2 m. Центръ тяжести въ любомъ положеніи наполненной или частью опорожненной реторты долженъ находиться подъ осью вращенія.

4. Расположеніе.

Платформа для подачи матеріала къ вагранкѣ 10 до 12 m надъ поломъ зданія.

Выпускъ матеріала изъ вагранки	6 до 8 m	надъ поломъ зданія.
Высота осей вращенія. .	3 » 5 m	» » »
Канава для формъ и т. д. . .	1,2 m подъ	» »

Реторты для кислаго процесса располагаются попарно, а для основного по три. Оси ретортъ на одной прямой; разстояніе между срединами 6,5 m, діаметръ литейной ямы около 15 m; лучше придавать ямѣ форму канала, расположеннаго въ особомъ зданіи.

5. Ходъ процесса и производительность.

Расходъ топлива въ вагранкахъ больше, чѣмъ въ чугунолитейномъ производствѣ (см. стр. 946); на 1 t готоваго желѣза принимаютъ 150 до 170 kg кокса. Паровые котлы расходуютъ на каждую 1 t готоваго матеріала около 200 до 400 kg каменнаго угля. Угаръ при кисломъ процессѣ около 12%, а при основномъ — вслѣдствіе послѣдующаго дутья — большею частью 15%.

Производительность всего устройства, при достаточномъ количествѣ жидкаго доменнаго чугуна, зависитъ отъ той скорости, съ которою производится исправленіе испортившейся обмазки реторты и смѣна всего дна.

НТБ ДНУЖТ

Двумя кислыми или тремя основными ретортами можно достигнуть производительности до 50 плавокъ изъ одной реторты въ 24 часа.

Продолжительность дутья 10 до 25 минутъ.

Доменный чугунъ для кислаго процесса долженъ содержать обыкновенно 4% углерода, 2 до 3% Si, 3 до 4% Mn и не долженъ содержать въ себѣ болѣе 0,1% P и болѣе 0,05% S.

Для основного процесса хорошъ доменный чугунъ съ содержаніемъ фосфора 1,5 до 3% (лучше 2,5 до 3%), Si не болѣе 0,5%, S не болѣе 0,1% и Mn 1,0 до 2,5% (лучше 2% Mn).

Прибавка извести въ основномъ процессѣ 15 до 17%.

Обыкновенно работаютъ на обезуглероживаніе, для чего прибавляютъ зеркальнаго чугуна съ содержаніемъ 10 до 20% Mn, а для очень мягкихъ продуктовъ — ферромарганецъ съ содержаніемъ 25 до 80% Mn.

Зеркальный чугунъ прибавляется въ реторту въ расплавленномъ видѣ, а ферромарганецъ — холоднымъ или нагрѣтымъ. При основномъ процессѣ передъ обезуглероживаніемъ шлаки выпускаются въ приготовленную шлаковую телѣжку емкостью 1 до 2 cbm.

Томасовые шлаки съ 15 до 23% фосфорной кислоты (P_2O_5) примѣняются мелко измолотыми, какъ средство для удобренія.

C. Литое желѣзо изъ пламенныхъ печей (Мартена).

Печи отапливаются генераторными газами и снабжаются 4 генераторами, располагаемыми впереди печи, подъ нею или сбоку. Посадка 10 до 200 t, обыкновенно 30 до 75 t. Способъ состоитъ въ примѣненіи доменнаго чугуна и руды (способа Сименса) или доменнаго чугуна и желѣзнаго лома (способъ Мартена); въ основной печи прибавляется известь (сырая или обожженная).

Высота слоя металла въ печи 0,2 до 0,4 m, отсюда получается величина пода. Отношеніе длины къ ширинѣ 3 : 2. Большая толщина слоя металла имѣетъ мѣсто при неизбѣжномъ бо́льшемъ расходѣ топлива, когда желѣзо не должно быть подвержено дѣйствію кислорода. Генераторнымъ камерамъ придается высота въ свѣту 3 до 5 m.

Футеровка кислая (при содержаніи въ доменномъ чугунѣ фосфора $< 0{,}1\%$ и сѣры $< 0{,}1\%$), или основная (допускается содержаніе фосфора до какихъ угодно предѣловъ). При основномъ процессѣ толщина футеровки въ наиболѣе тонкомъ мѣстѣ не должна быть менѣе 0,5 m. Къ расплавленному чугуну прибавляется либо старый желѣзный ломъ (сварочнаго желѣза), количество котораго часто въ нѣсколько

НТБ ДНУЖТ

разъ превышаетъ количество посадки чугуна (процессъ **Мартена**), или прибавляются лишь желѣзныя руды (процессъ **Сименса**) или вмѣстѣ съ желѣзнымъ ломомъ прибавляются (чистыя) желѣзныя руды (процессъ **Сименса - Мартена**). Когда обезуглероживаніе произошло въ достаточной мѣрѣ, то къ металлу для удаленія кислорода прибавляютъ 0,5 до 3% ферромарганца или ферросилиція.

Расходъ топлива на 1 t готоваго мартеновскаго желѣза составляетъ 500 до 700 kg каменнаго угля; при благопріятныхъ условіяхъ 400 kg. Мартеновскія печи на нефти расходуютъ 20% нефти въ форсункахъ мартеновской печи.

Угаръ 5 до 8%, въ зависимости отъ продолжительности процесса. Если въ плавкѣ преобладаетъ сварочное желѣзо, то въ теченіе 24 час. можно произвести четыре плавки. Чѣмъ больше процессъ приближается къ рудному процессу Сименса, тѣмъ больше продолжительность плавки (двѣ до трехъ плавокъ въ 24 часа).

Способы. По способу Сименса берутъ только доменный чугунъ и для окисленія руду, а по способу Мартена чугунъ и ломъ желѣза. Часто соединяютъ оба способа вмѣстѣ.

D. Тигельная сталь.

Тигли изъ глины: 88% сырой глины, 8% шамотта, 4% кокса. Графитные тигли: 44% графита, 44% шамотта, 12% глины, или 80% глины, 16% стараго тигельнаго лома и 4% кокса. Емкость тиглей 15 до 30 kg (стали) и для 30 kg имѣютъ наибольшій наружный діаметръ 27 cm, высоту 48 cm, толщину стѣнокъ 2,0 до 2,6 cm, толщину дна 2,6 до 3,3 cm. Для просушки тиглей требуется 3 мѣсяца. Тигель выдерживаетъ отъ одной до трехъ плавокъ.

Шахтныя печи для тиглей имѣютъ высоту отъ колосниковъ до верху 1 m, до борова 0,8 m. Длина и ширина печи для одного тигля 40 · 40 cm, для двухъ тиглей 42 · 55 cm, для четырехъ тиглей 55 · 60 cm. Плавка продолжается отъ 3 до 4 часовъ, въ большихъ печахъ съ 8 до 12 тиглями — 6 часовъ. На 100 kg стали расходуется 400 kg кокса; угаръ 3 до 5%.

Регенераторныя печи состоятъ изъ трехъ раздѣленныхъ камеръ, каждая на шесть тиглей, которые ставятся въ два ряда. Перемѣна направленія пламени производится каждый часъ; на каждую тонну угля, въ 24 часа превращающагося въ газъ, требуется около 2,5 cbm объема рѣшетки въ регенераторѣ. Для ухода за печами и регенераторами необходимо на каждую посадку и печь шесть человѣкъ. Угаръ 1 до 3%. Расходъ угля 100 до 150 kg для 100 kg стали.

Плавильныя печи для тиглей, съ площадью пода 2,5 · 2,6 m и топкой Бишеру, вмѣщаютъ 40 до 55 тиглей, емкостью каждый 30 до 35 kg. Въ 24 часа производится 2½

НТБ ДНУЖТ

до 4 плавокъ, и продолжительность каждой плавки 7 до 5 часовъ. На исправленіе печи и постановку тиглей требуется 1 часъ.

Сырье для производства тигельной стали: для лучшей инструментальной стали — цементная сталь, въ иныхъ случаяхъ пудлинговая или изъ пламенныхъ печей, къ которой, въ случаѣ необходимости, въ зависимости отъ содержанія въ ней углерода и требуемаго для изготовляемой стали количества углерода, прибавляется сварочное желѣзо или ферромарганецъ.

Составъ тигельной стали *).

Сортъ стали	Углеродъ	Кремній	Марган.	Сѣра	Фосфоръ
	въ вѣсовыхъ процентахъ				
Нѣмецкая тигельная сталь, для рѣзцовъ.	1,24	не опред.	0,15	0,016	0,016
Штирійская инструментальная сталь	1,12	»	0,23	0,024	0,023
Шеффильдская сталь .	0,75	»	0,23	0,022	0,04
Инструментальная сталь С.-Этьеннъ.	1,00	0,06	0,08	0,015	0,02
Пушечная сталь Круппа. .	0,50	0,11	0,16	0,03	0,04**)
Стальное литье (Бохумъ) для крестовинъ . . .	1,31		0,98		0,13

E. Цементированное желѣзо (сталь).

Цементирная печь вмѣщаетъ въ себѣ два глиняныхъ ящика, которые имѣютъ, въ среднемъ, 2,8 до 3,4 m длины, 0,7 до 0,9 m ширины, 0,7 до 1,1 m высоты, емкость 7,5 до 10 t желѣза и изготовляется изъ огнеупорной глины, огнеупорныхъ кирпичей, а иногда изъ огнеупорныхъ плитъ песчаника. Толщина стѣнокъ ящика 120 до 150 mm, разстояніе между двумя ящиками 0,12 до 0,13 m, а отъ боковыхъ стѣнокъ печи 0,13 до 0,21 m. Желѣзныя (сварочнаго желѣза) полосы, подлежащія цементировкѣ, сѣченіемъ 8 130 до 20·60 mm, имѣютъ длину на 50 mm короче ящика.

Объемъ желѣза, загружаемаго въ ящикъ, можетъ составлять до 36% всего объема ящика. Цементирующимъ порошкомъ служитъ древесный уголь, всего лучше изъ твердыхъ породъ дерева (букъ, береза или дубъ). Уголь употребляется въ видѣ зеренъ діаметромъ 5 до 15 mm. На каждую цементацію берутъ $^1/_2$ до $^3/_4$ свѣжаго древеснаго угля; на 100 kg желѣза идетъ 25 до 30 kg древеснаго угля.

Расходъ топлива по вѣсу: англійскаго и южно-русскаго угля 75%, вестфальскаго 80% отъ вѣса цементируемаго желѣза. Растопка продолжается 24 часа. Обуглероживаніе вмѣстѣ съ растопкой продолжается 9 до 10 дней, остываніе

*) См. Ледебуръ, Handbuch der Eisenhüttenkunde, III часть, 2 изд., 1894.
**) Мѣдь (цинкъ, кобальтъ) 0,26% по вѣсу.

НТБ ДНУЖТ

до 6 дней. Увеличеніе вѣса готоваго продукта составляетъ отъ 0,5 до 0,75%.

E. Ковкій чугунъ.

Матеріалъ: бѣлый чугунъ безъ содержанія графита, съ содержаніемъ углерода 3 до $3^1/_2$%. Кремній и марганецъ замедляютъ обезуглероживаніе или устраняютъ вполнѣ, смотря по ихъ количеству. Для полученія плотныхъ отливокъ и для большей легкоплавкости необходимо небольшое содержаніе кремнія или марганца. Лучшій матеріалъ для этой цѣли бѣлый чугунъ изъ рудъ краснаго желѣза (Кумберленда), съ содержаніемъ марганца 0,1%, къ которому могутъ быть примѣшаны, смотря по необходимости, и другіе сорта чугуна, съ цѣлью достиженія требуемаго содержанія ($\leqq$ 0,6%) кремнія; для обезуглероживанія употребляется сферосидеритъ.

Вмѣстимость цилиндрическихъ или призматическихъ тиглей составляетъ 20 до 30 kg и, соотв., 100 до 120 kg готоваго литья. Тигли изъ чугуна, по возможности богатаго содержаніемъ графита, выдерживаютъ 15 до 20 плавокъ (желѣзные выдерживаютъ только 3). Цилиндрическіе тигли имѣютъ обыкновенно діам. 300 mm, высоту 400 mm, толщину стѣнокъ 10 до 15 mm и толщину дна 20 mm. Тигли снабжаются ножками для того, чтобы газы могли касаться тигля снизу. Призматическіе ящики имѣютъ стѣнки толщиною 26 mm.

Въ одной печи помѣщается обыкновенно 12 до 18 тиглей, которые, будучи загружены тонкими предметами (до 25 mm толщиною), находятся въ печи 18 до 24 часовъ, гдѣ нагрѣваются до вишнево-краснаго каленія, оставляются въ печи при этой температурѣ 60 до 80 часовъ и, наконецъ, охлаждаются въ теченіе 24 до 36 часовъ.

IV. ПРОКАТНЫЯ МАСТЕРСКІЯ *).

A. Сварочныя печи.

Сварочныя печи представляютъ пламенныя печи, отапливаемыя каменнымъ углемъ или газомъ (регенеративныя). Подъ плоскій и имѣетъ уклонъ къ задней стѣнкѣ и къ борову въ $^1/_8$ до $^1/_{10}$ длины.

Размѣры исполненныхъ сварочныхъ печей.

Примѣненіе печи	Длина пода m	Ширина пода m	Площадь колосн. рѣшетки qm	Посадка t
Для небольш. пакет.	2,2 до 2,5	1,5 до 1,55	0,95 до 1,0	0,6 до 0,85
Для среднихъ »	2,5 » 2,8	1,5 » 1,6	1,0 » 1,1	0,6 » 1,25
Для больш. »	3,2 » 3,5	1,95 » 2,0	1,3 » 1,75	1,4 » 2,5

*) См. H. Wedding, Grundr d. Eisenhüttenkunde, 4 изд., Berlin.

НТБ ДНУЖТ

Высота порога надъ подомъ . . 0,1 до 0,4 m,
» » » колосн. рѣшеткой 0,35 » 0,7 m.

Позади сварочныхъ печей устанавливаются паровые котлы (въ печахъ Сименса невозможно).

Расходъ угля на 1 t сварочнаго желѣза: при каменноугольной топкѣ 500 до 700 kg, при регенеративно-газовой топкѣ (Бишеру, Люрмана, Сименса) 200 до 350 kg.

На одну сварочную печь требуется 1,5 до 4 пудлинговыхъ печей, смотря по изготовляемымъ сортамъ желѣза; въ среднемъ — 2.

B. Нагрѣвательныя печи для литого желѣза.

Пламенныя нагрѣвательныя печи съ перекаткой болванокъ. Длина пода около 8 m, съ подъемомъ къ борову $^1/_9$. Ширина пода 1,6 до 2,3 m. Рабочее отверстіе для вкладыванія болванокъ у борова, а другое — для вынимания болванокъ — у порога. Кромѣ того, съ каждой стороны 8 до 12 дверей. Площадь колосниковъ 2 до 4 qm. При достаточной длинѣ печи теплота утилизируется хорошо. Топить котелъ отработавшими газами едва ли представляется выгоднымъ. На 100 kg холодныхъ болванокъ принимаютъ 19 kg каменнаго угля, а при закладкѣ горячихъ болванокъ — 10 kg. Регенераторныя печи особыхъ выгодъ не представляютъ.

C. Прокатные станы.

Вальцы для полосового желѣза имѣютъ канавки (ручьи) и не перемѣщаются по высотѣ; каждая послѣдующая канавка имѣетъ меньшую высоту и большую ширину, чѣмъ предыдущая. Вальцы для листовъ гладки и перемѣщаются послѣ каждаго пропуска листа.

Прокатка проволоки (для желѣза, толщ. 3,5 до 12 mm) производится въ болваночныхъ и отдѣлочныхъ станахъ. Болваночные валки имѣютъ діаметръ 30 до 32 cm и дѣлаютъ 200 до 300 обор./мин. Отдѣлочные валки имѣютъ діаметръ 25 до 30 cm и дѣлаютъ 500 обор./мин. Разстояніе между станами 8 до 10 m. Болваночные валы приводятся въ движеніе непосредственно отъ паровой машины или отъ электродвигателя.

Машина для прокатнаго стана 400 до 500 ЛС. Для стали машина сильнѣе въ 1,3 раза.

Прокатка желѣза мелкосортнаго (круглаго и квадратнаго 12 до 50 mm, углового длиною полокъ до 65 mm, мелкихъ шахтныхъ рельсовъ) производится также въ отдѣльныхъ болваночныхъ валкахъ діам. 40 cm, приводимыхъ во вращеніе непосредственно отъ машины; число оборотовъ валковъ 120 въ мин. Отдѣлочные валки діам. 30 cm, дѣлаютъ 260 обор./мин. Разстояніе отъ главнаго прокатнаго стана 7,5 m. Сила машины 300 до 400 ЛС.

НТБ ДНУЖТ

Станы для среднесортнаго желѣза (круглое и квадратное до 75 mm, плоское шириной до 135 mm, угловое длиною полокъ до 75 mm) дѣлаютъ 100 до 120 обор./мин. Діаметръ валковъ 40 cm.

Машина въ 300 до 400 ЛС.

Станъ для сортового желѣза (круглое и квадратное до 150 mm, плоское шириною до 180 mm, угловое длиною полокъ до 125 mm), число оборотовъ 70 до 80 въ минуту. Діаметръ валковъ 50 до 55 cm. Сила машины 350 до 400 ЛС.

Станы для пронатки рельсовъ. Валы дѣлаютъ 100 до 120 оборотовъ въ минуту; валки діаметромъ 65 до 75 cm. Рельсопрокатная съ бессемерованіемъ (тріо-валки) въ Вестфаліи даетъ въ 24 часа около 1000 до 1100 рельсовъ, вѣсомъ по 300 kg, т.-е. 300 до 330 t; въ исключительныхъ случаяхъ 1200 рельсовъ, вѣсомъ 360 t. Сила машины 600 до 800 ЛС.

Листопрокатные станы для тонкихъ листовъ (для листовъ, толщиною отъ 0,1 до 5 mm, шириною 1 m и длиною 2 m). Діаметръ валковъ 55 до 60 cm, при 40 обор./мин. Работа 30 до 40 ЛС. Угаръ и обрѣзки 20 до 25%.

Листопрокатный заводъ съ болваночнымъ и отдѣлочнымъ валами, печью для нагрѣва плитъ, одною отжигательною и двумя нагрѣвательными печами, даетъ въ 12 часовъ готовыхъ желѣзныхъ листовъ (см. ч. I, отдѣлъ 5, строительные матеріалы, II):

№ 11—12	13—16	17—20	21	22	23	24	25
до 4500	3500	2500	1800	1600	1400	1150	700kg.

Листопрокатные станы для котельныхъ листовъ. Діаметръ валковъ 60 до 90 cm. Длина валковъ 2,2 до 3,5 m; необходимо приспособленіе для подъема листовъ или для перемѣны направленія вращенія валковъ.

Машины съ маховиками 80 до 100 ЛС для листовъ сварочнаго желѣза и 100 до 150 ЛС для литого желѣза. Машины съ переднимъ и заднимъ ходомъ должны быть значительно сильнѣе; для наиболѣе тяжелыхъ листовъ — машины въ 600 до 800 ЛС.

Листопрокатный станъ для котельныхъ листовъ даетъ въ одной печи въ 12 часовъ 2,25 до 3 t котельныхъ листовъ. На 1 t котельныхъ листовъ для проварки требуется 1700 до 1800 kg угля. Потери 4 до 6%. Угаръ при первомъ нагрѣвѣ 12 до 14%, при второмъ 9 до 11%, при третьемъ 6 до 9%, при четвертомъ 4 до 6%. Обрѣзки 18 до 25%.

Универсальный прокатный станъ для полосового желѣза, шириною 40 до 50 cm; горизонтальные (главные) валы имѣютъ діам. 50 до 60 cm, вертикальные — около $^2/_3$ діаметра горизонтальныхъ. Если вертикальные валы находятся позади главныхъ валовъ, то первымъ придается скорость въ 1,5 раза

НТБ ДНУЖТ

бо́льшая, чѣмъ главнымъ валамъ; если валы эти расположены впереди главныхъ, то они имѣютъ скорость 0,75 послѣднихъ.

Трубы изготовляются заварными и незаварными, прокатываются или тянутся. Заварка въ притыкъ или въ закрой (нахлестку); послѣдній способъ заварки для трубъ, прокатываемыхъ на оправкѣ. Выдавливаніе изъ болванки наперстка и затѣмъ волоченіе примѣняются для тонкостѣнныхъ трубъ. Раздача болванки квадратнаго сѣченія при помощи бородка крестообразнаго сѣченія (способъ Эргардта).

НТБ
ДНУЖТ

ДВАДЦАТЫЙ ОТДѢЛЪ.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА.

I. ОБЩІЯ ДАННЫЯ *).

a. Электрическія единицы мѣръ.

В е	Названіе единицы	Знакъ	Отношеніе къ абсолютной единицѣ	Размѣрность абсолютной единицы
Электродвижущая сила [или напряж. тока] (E) . . .	Вольтъ	V	10^8	$c^{3/2} g^{1/2} s^{-2}$
Сила тока (J) . . .	Амперъ	A	10^{-1}	$c^{1/2} g^{1/2} s^{-2}$
Сопротивленіе (R) .	Омъ	Ω	10^9	$c s^{-1}$
Количество электрич.	Кулонъ	Cb	10^{-1}	$c^{1/2} g^{1/2}$
Электроемкость . . .	Фарадъ	Φ	10^{-9}	$c^{-1} s^2$
Электрич. работа (A).	Джауль	J	10^7	$c^2 g s^{-2}$
Электрич. производительность, эффектъ ($\mathfrak{E}$) .	Вольтампер. или Уаттъ	VA		$c^2 g s^{-3}$

Въ основу электрической системы мѣръ положена **абсолютная система мѣръ,** отнесенная къ единицѣ длины — сантиметру (c), массы — грамму (g) и времени — секундѣ (s) (Система C. G. S. = сантиметръ-граммъ-секунда). См. также ч. I, стр. 155 и 181.

1 mkg въ сек. = 9,81 уаттъ (ускореніе отъ силы тяжести $g = 9{,}81$ m/sk^{-2}); 1 ЛС = 75 mkg въ секунду = 736 уаттъ. 1 кулонъ = 1 амперосекундѣ; 1 фарадъ = 1 кулону / вольтъ. 1 джауль = 1 уатсекундѣ = 0,102 mkg (см. выноску стр. 965). 1 уаттъ = 1 вольтамперу = 1 джауль/sk = $^1/_{736}$ЛС. = 0,102 mkg/sk. 1 уаттчасъ = 3600 джауль = 3600 : 9,81 mkg = 367 mkg.

Названіе милліона или милліонной доли вышеупомянутыхъ единицъ получается прибавленіемъ словъ «Mega» (мега) и, соотв., «Mikro» (микро), названіе тысячи или тысячной доли вышеприведенныхъ единицъ обозначается прибавленіемъ словъ «Kilo» (кило) и, соотв., «Milli» (милли); напр., 1 микровольтъ = 10^{-6} вольтъ. 1 **килоуаттъ** = 1000 уаттъ = 1,36 ЛС.

*) См. C. Grawinkel und K. Strecker, Hülfsbuch für die Elektrotechnik, 6 изд., Берлинъ, 1900.

НТБ ДНУЖТ

Германскій законъ относительно электрическихъ единицъ мѣръ

(отъ 1 іюня 1898 г.).

(Извлеченіе.)

§ 1. Законныя единицы электрическихъ измѣреній
омъ, амперъ и вольтъ.

§ 2. **Омъ** — единица электрическаго сопротивленія — представляетъ сопротивленіе ртутнаго столба (при температурѣ таянія льда), длина котораго, при постоянномъ сѣченіи въ 1 qmm, равна 106,3 cm и масса котораго составляетъ 14,4521 g *).

§ 3. **Амперъ** — единица силы электрическаго тока. Неизмѣняющійся токъ, который при проходѣ черезъ водный растворъ азотнокислаго серебра выдѣляетъ 0,001 118 g серебра въ секунду.

§ 4. **Вольтъ** — единица электродвижущей силы — представляетъ электродвижущую силу, дающую электрическій токъ силою въ 1 амперъ въ проводникѣ, сопротивленіе котораго равно 1 ому.

b. Магнетизмъ.

1. Магнитный полюсъ, сила полюса. Воображаемый изолированный (въ видѣ точки) полюсъ m_1 вызываетъ въ полюсѣ m_2, находящемся отъ перваго въ разстояніи l, силу f, которая, по закону Кулона, равна

$$f = \frac{m_1 m_2}{l^2}.$$

Одноименные полюсы отталкиваются, разноименные — притягиваются. Размѣрность для силы полюса: $c^{3/2} g^{1/2} s^{-1}$.

2. Магнитное поле, силовыя линіи. Всякая точка въ пространствѣ, въ которой на магнитный полюсъ (m) производится дѣйствіе силою (f), принадлежитъ къ магнитному полю, сила котораго $\mathfrak{H}$ **(сила магнитнаго поля)** опредѣляется отношеніемъ

$$\mathfrak{H} = f : m.$$

Размѣрность для силы магнитнаго поля: $c^{-1/2} g^{1/2} s^{-1}$. Мѣрой для силы поля служитъ понятіе **о числѣ силовыхъ линій,** а именно сила поля равна числу силовыхъ линій, приходящихся на единицу поверхности (qcm), нормальной къ направленію силовыхъ линій. Сомкнутою **силовою линіею** называется тотъ путь, по которому перемѣщался бы въ магнитномъ полѣ свободно движущійся, положительный магнитный полюсъ; слѣд., направленіе силовыхъ линій совпадаетъ съ направленіемъ дѣйствія силы. Въ равномѣрномъ (однородномъ) полѣ силовыя линіи параллельны между собой и распредѣлены съ одинаковою плотностью. Черезъ площадь q магнитнаго поля силою $\mathfrak{H}$ ($\mathfrak{B}$ для желѣза см. ниже **3.**) проходитъ

$$\mathfrak{S} = q\,\mathfrak{H} \text{ (соотв. } \mathfrak{S} = q\,\mathfrak{B}\text{)}$$ силовыхъ линій.

---

*) Сименсовская единица (S E) = сопротивленію ртутнаго столбика въ 1 m длины и 1 qmm сѣченія при температурѣ $0^0 = 0{,}9407$ ома; соотвѣтственно, 1 омъ = 1,063 S E.

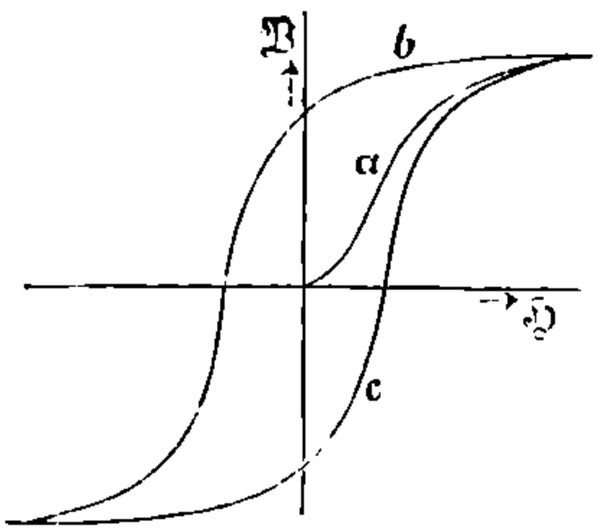
НТБ ДНУЖТ

Размѣрность для числа силовыхъ линій (= размѣрности для силы полюса) $= c^{3/2} g^{1/2} s^{-1}$.

3. Магнитная индукція, кривая намагничиванія. Если въ произвольное магнитное поле силой $\mathfrak{H}$ (полученное, напр., при помощи соленоида, см. стр. 968), ввести желѣзное тѣло, то сила магнитнаго поля внутри желѣза, или его **насыщеніе**

$$\mathfrak{B} = \mu \mathfrak{H}.$$

Черт. 1.



μ называется коэффиціентомъ проницаемости, для воздуха $\mu = 1$. Для желѣза μ не постоянно, а измѣняется въ зависимости отъ насыщенія $\mathfrak{B}$; кривая $\mathfrak{B} = f(\mathfrak{H})$ называется кривой намагничиванія (черт. 1). Мягкое желѣзо болѣе проницаемо, нежели твердое. Среднія величины для различныхъ сортовъ желѣза см. стр. 988.

4. Гистерезисомъ или задерживающей силой называютъ свойство магнитныхъ тѣлъ отставать силой магнетизма отъ намагничивающей силы. Если немагнитное желѣзо намагничивать постепенно возрастающею магнитною силой, то получаемъ кривую *a* (см. черт. 1); если затѣмъ уменьшать до нуля и снова увеличивать намагничивающую силу, то получимъ кривыя *b* и *c*. Площадь между кривыми *b* и *c* даетъ мѣру работы гистерезиса, затраченной на перемагничиваніе; работа эта тѣмъ меньше, чѣмъ мягче желѣзо. По опытамъ Штейнметца, имѣемъ эмпирически:

$$\mathfrak{E}_h = \eta \, \mathfrak{B}^{1,6} \, K p \cdot 10^{-7},$$

$\mathfrak{B}$	Значенія $\eta \mathfrak{B}^{1,6}$ для			$\mathfrak{B}$	Значенія $\eta \mathfrak{B}^{1,6}$ для		
	$\eta = 0{,}002$	$\eta = 0{,}003$	$\eta = 0{,}004$		$\eta = 0{,}002$	$\eta = 0{,}003$	$\eta = 0{,}004$
1000	126,2	189,3	252,4	10000	5024	7536	10048
2000	382,5	573,8	765,1	11000	5850	8775	11700
3000	731,8	1097,8	1463,7	12000	6725	10088	13451
4000	1160	1740	2320	13000	7644	11467	15289
5000	1657	2486	3314	14000	8607	12910	17213
6000	2219	3328	4437	15000	9611	14417	19222
7000	2839	4259	5678	16000	10657	15985	21314
8000	3515	5273	7031	17000	11742	17613	23484
9000	4244	6367	8489	18000	12867	19300	25733

гдѣ $\mathfrak{E}_h$ означаетъ затраченную работу въ уаттахъ, K объемъ желѣза въ ccm, p число полныхъ періодовъ (или полныхъ

НТБ ДНУЖТ

перемагничиваній) въ секунду; постоянный коэффиціентъ η равенъ для:

мягкаго сварочнаго желѣза	$\eta = 0{,}0015$ до $0{,}0045$
отожженной стали	$\eta = 0{,}004$ » $0{,}012$
закаленной стали	$\eta = 0{,}010$ » $0{,}025$
чугуна	$\eta = 0{,}012$ » $0{,}016$
никеля . .	$\eta = 0{,}013$ » $0{,}039$

5. Магнитный кругъ. Совокупность числа силовыхъ линій $\mathfrak{S}$, находящихся въ замкнутомъ магнитномъ кругѣ (магнитное теченіе или магнитный тонъ), зависитъ не только отъ вызывающей магнетизмъ силы $\mathfrak{F}$, но и отъ формы и свойствъ тѣхъ тѣлъ, которын пересѣкаются силовыми линіями на проходимомъ ими пути (см. **3.**). Вообще имѣемъ:

$$\mathfrak{S} = \mathfrak{F} : \mathfrak{R} . \qquad .1.$$

$\mathfrak{F}$ называется магнитовозбудительной (или магнитодвижущею) силою и $\mathfrak{R}$ — магнитнымъ сопротивленіемъ; послѣднее равно

$$\mathfrak{R} = \Sigma \frac{1}{\mu} \frac{l}{q}, \qquad 2.$$

гдѣ μ означаетъ проницаемость, l длину и q поперечное сѣченіе отдѣльныхъ тѣлъ, по которымъ проходитъ токъ силовыхъ линій магнитнаго круга. Для желѣза $\mathfrak{B} = \mu \mathfrak{H}$ и $\mathfrak{S} = q \mathfrak{B}$, а для воздуха $\mu = 1$ (слѣд. $\mathfrak{B} = \mathfrak{H}$) и $\mathfrak{S} : q = \mathfrak{H}$, поэтому

$$\mathfrak{F} = \Sigma \mathfrak{H} l \qquad .3.$$

6. Притягательная сила P магнита равна

$$P = \frac{\mathfrak{B}^2 q}{8\pi} \text{ динъ} = 0{,}0010194 \frac{\mathfrak{B}^2 q}{8\pi} = \frac{\mathfrak{B}^2 q}{24643} \text{ g} \backsim \left(\frac{B}{5000}\right)^2 q \text{ kg},$$

гдѣ q сѣченіе въ qcm, принимаемое въ разсчетъ для прохожденія силовыхъ линій въ притягиваемую массу желѣза, и $\mathfrak{B}$ насыщеніе въ этой массѣ желѣза.

c. Основные законы электричества.

1. Законы токовъ и ихъ развѣтвленій.

1. **Законъ Ома.** Если:

E разность потенціаловъ между двумя любыми точками простого проводника, по которому проходитъ постоянный токъ, въ V,

J сила тока внутри проводника въ A,

R сопротивленіе цѣпи въ Ω,

то: $$E = J R \text{ или также } J = E : R.$$

2. **Первый законъ Кирхгофа.** При развѣтвляющихся проводникахъ, въ которыхъ дѣйствуетъ нѣсколько электродвижущихъ силъ, имѣемъ для каждой отдѣльной сомкнутой цѣпи:

$$\Sigma E = \Sigma (J R).$$

НТБ ДНУЖТ

Силы токовъ и электродвижущія силы берутся со знаками, соотвѣтствующими ихъ направленіямъ.

3. Для каждой узловой точки имѣемъ **второй законъ Кирхгофа:**

$$\Sigma J = 0,$$

т.-е. въ каждой узловой точкѣ сумма токовъ притекающихъ равна суммѣ токовъ, вытекающихъ изъ этой точки.

4. **Развѣтвленіе тока.** При развѣтвленіи проводника силы токовъ, распредѣленныхъ по отдѣльнымъ параллельно соединеннымъ вѣтвямъ, обратно пропорціональны сопротивленіямъ этихъ вѣтвей. Сумма силъ частичныхъ токовъ = силѣ неразвѣленнаго тока.

Поэтому имѣемъ

$$i_1 : i_2 : i_3 \cdots = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2} : \frac{1}{r_3} \cdots \quad \text{и} \quad i_1 + i_2 + i_3 \cdots = J.$$

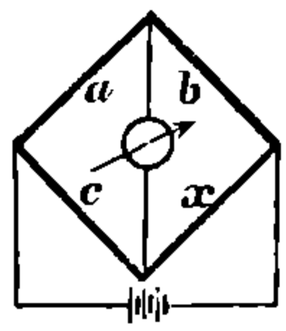
Полное сопротивленіе. R получается въ зависимости отъ частичныхъ сопротивленій r_1, r_2 а именно:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \cdots$$

напр., для двухъ параллельно соединенныхъ проводниковъ будемъ имѣть:

$$R = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$$

Черт. 2.



При **Уитстоновомъ мостикѣ** (черт. 2), если стрѣлка гальванометра не даетъ больше отклоненія (или если при примѣненіи перемѣнныхъ токовъ пропадаетъ звукъ въ телефонѣ), имѣемъ неизвѣстное сопротивленіе

$$x = b\,c : a.$$

2. Сопротивленіе проводниковъ.

1. Величина сопротивленія R (въ Ω) проводника длиною l (въ m) и поперечнаго сѣченія q (въ qmm) равна:

$$R = c\,\frac{l}{q},$$

гдѣ c удѣльное сопротивленіе, зависящее отъ матеріала и температуры проводника.

НТБ ДНУЖТ

Таблица удѣльныхъ сопротивленій *c* твердыхъ тѣлъ (при температурѣ 20°).

Названіе тѣла		*Δc*	Названіе тѣла		*Δc*
Алюминій..	0,03 — 0,05	+ 0,0039	Платина.	0,12 — 0,16	+ 0,0024
Алюм. бронза	0,12	+ 0,001			до + 0,0035
Висмутъ.	1,2	+ 0,0037	Ртуть	0,95	+ 0,00091
Желѣзо.....	0,10 — 0,12	+ 0,0045	Свинецъ.	0,22	+ 0,0041
Мѣдь красная.....	0,017 — 0,018	+ 0,0037	Серебро	0,016 — 0,018	+ 0,0034 до + 0,0040
Латунь.....	0,07 — 0,08	+ 0,0015	Сталь....	0,10 — 0,25	+ 0,0052
Нейзильберъ	0,15 — 0,51	+ 0,0002 до + 0,0007	Сурьма.	0,5	+ 0,0041
			Цинкъ..	0,06	+ 0,0042
Никель.....	0,15	+ 0,0037	Уголь	100 — 1000	+ 0,0003
Никелинъ	0,40 — 0,44	+ 0,00022			до — 0,008
Олово	0,10	+ 0,0042			

Δc = измѣненію *c* при повышеніи температуры на 1° (между 0° и + 30°). Для приблизительныхъ разсчетовъ можно принимать для мѣди съ разсчетомъ на нагрѣваніе $c = 1 : 57$; въ динамомашинахъ же, вслѣдствіе болѣе сильнаго нагрѣванія (до 60°), слѣдуетъ принимать $c = 1 : 50$ до $1 : 55$.

Германское управленіе почтъ и телеграфовъ требуетъ наименьшую электропроводность оцинкованной желѣзной проволоки 13% и для бронзовой проволоки 94% (для бронзовой проволоки толщиною 1,5 mm только 70%) электропроводности чистой красной мѣди. При температурѣ въ 15° **сопротивленіе** *R* въ Ω/km длины должно быть не больше:

Для проволоки діаметромъ . . .	6	5	4,5	4	3		1,5	mm
Оцинкованной проволоки (телеграфной) . . .	4,65	6,72	8,26	10,47	18,60	—	—	Ω/km
Бронзовой проволоки (телефонной) . . .	0,67	1,02	1,19	1,51	2,67	6,02	14,43	Ω/km

Сопротивленіе для проволоки красной мѣди см. ниже, въ VII, Провода.

Удѣльное сопротивленіе *c* разбавленной сѣрной кислоты.

l въ cm, *q* въ qcm. При 1° повышенія температуры сопротивленіе увеличивается на 1,2 до 3,5%; въ кислотахъ же, употребляющихся для аккумуляторовъ, на 1,4%. Болѣе подробныя данныя приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Число вѣсовыхъ частей H_2SO_4 на 100 в. ч. раствора. .	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80
при 18° имѣемъ *c* =	4,8	2,6	1,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,5	1,9	2,7	4,7	9,9

НТБ ДНУЖТ

3. Законъ Джауля.

Если по проводнику, сопротивленіе котораго $= R$ (въ Ω) пропустить токъ силою J (въ A), то въ t секундъ разовьется количество теплоты Q:

$$Q = 0{,}239\ J^2\ R\ t \text{ въ граммо-калоріяхъ } *).$$

На законѣ Джауля основаны различные способы электрической **спайки и сварки** металловъ.

Способъ сварки **Томсона**: сильные токи небольшого напряженія; каждый изъ свариваемыхъ кусковъ соединяется съ однимъ изъ полюсовъ, сопротивленіе R незначительно, величина же J^2, напротивъ того, очень большая. Недостатокъ: большая сила тока, а потому проводка тока затруднительна. Примѣняются большею частью трансформаторы перемѣннаго тока.

Способъ **Лагранжа и Хохо**: слабые токи высокаго напряженія; положительный полюсъ—свинцовая пластинка, погруженная въ сосудъ съ проводящей жидкостью (вода и поташъ); при погруженіи въ сосудъ куска, соединеннаго съ отрицательнымъ полюсомъ, около послѣдняго образуется вслѣдствіе разложенія воды оболочка водорода, представляющая большое сопротивленіе току, а потому раскаляется ($E > 100$ V). Преимущества: небольшая сила тока, возстановляющее дѣйствіе водорода на желѣзо, а потому чистыя поверхности въ мѣстѣ сварки; удобное закаливаніе въ той же жидкости при помощи перерыва тока.

При электрической **спайкѣ** соединяютъ положительный полюсъ съ однимъ изъ спаиваемыхъ кусковъ; углемъ же, соединеннымъ съ отрицательнымъ полюсомъ, пользуются какъ паяльникомъ.

Если на концахъ проводника сопротивленіемъ R (въ Ω) имѣется разность напряженій E (въ V), то **работа** (въ уаттъ-секундахъ или джауляхъ), производимая токомъ силою J (въ A) въ t сек. въ видѣ теплоты будетъ:

$$A = E\ J\ t = J^2\ R\ t.$$

Поэтому имѣемъ также:

$$A = 0{,}239\ E\ J\ t = 0{,}239\ J^2\ R\ t \text{ въ g·ET.}$$

Электрическій **эффектъ (производительность)** представляетъ работу, производимую въ 1 сек. (въ уаттахъ):

$$\mathfrak{E} = E\ J = J^2\ R.$$

4. Электролитическій законъ Фарадея.

Токъ силою J (въ A) отдѣляетъ въ электролитической ваннѣ въ t единицъ времени количество G (въ g), опредѣляемое по формулѣ:

$$G = k\ a\ J\ t,$$

---

*) 1 граммо-калорія (или 1 g ET) представляетъ количество теплоты, необходимое для того, чтобы нагрѣть 1 граммъ воды отъ температуры 0 до 1^0; слѣд., 1 граммо-калорія $= 0{,}001$ ET (см. ч. I, стр. 286 и 300). 1 джауль (J) $=$ 1 вольтамперъ секунду $=$ 1 вольтъ-кулонъ (VCb) $= \frac{1}{9{,}81}$ mkg $=$ $0{,}102$ mkg $= \frac{1000}{9{,}81 \quad 127}$ g ET $= 0{,}240$ g · ET.

НТБ ДНУЖТ

гдѣ a химическій эквивалентъ, опредѣляемый по атомному вѣсу и эквивалентности (водородъ = 1); если t выражено:

въ секундахъ,	въ минутахъ,	въ часахъ,
то $k = 0{,}000\,010\,386$	$= 0{,}000\,623\,2$	$= 0{,}037\,39$.

Для разсчета электрохимическихъ производствъ необходимо принимать во вниманіе сопротивленіе электрической ванны и поляризацію E (силу, обратную электродвигательной) того соединенія, которое должно быть разложено. Для величины E имѣемъ соотношеніе (въ V):

$$E = 0{,}000\,043\ W = \frac{W}{23\,300},$$

гдѣ W назыв. **тепловымъ оттѣнкомъ** и представляетъ количество теплоты, необходимое для разложенія одного эквивалентнаго вѣса металла, въ граммо-калоріяхъ.

Вообще, тепловымъ оттѣнкомъ называется то количество тепла въ граммо-калоріяхъ, которое развивается (или поглощается) при химическомъ процессѣ, если количества тѣлъ (въ g), участвующихъ въ означенномъ процессѣ, равны ихъ атомнымъ вѣсамъ. Напр., полное сгораніе C въ CO_2 (т.-е. 12 g C вмѣстѣ съ 32 g O) даетъ тепловой оттѣнокъ 96 960 гр.-калорій.

Элементы	a	1 кулонъ выдѣляетъ mg	1 амперъ выдѣляетъ въ часъ g	Элементы	a	1 кулонъ выдѣляетъ mg	1 амперъ выдѣляетъ въ часъ g
Алюминій..	9,0	0,09347	0,3365	Платина ..	97,2	1,00952	3,6343
Свинецъ...	103,2	1,07184	3,8585	Ртуть.....	99,9	1,03756	3,7352
Золото.....	65,4	0,67924	2,4453	Кислородъ	8,0	0,08309	0,2991
Калій	39,0	0,40505	1,4582	Серебро...	107,7	1,11857	4,0269
Мѣдь... ..	31,6	0,32820	1,1815	Водородъ .	1	0,01039	0,0374
Магній.	12,0	0,12463	0,4487	Цинкъ	32,4	0,33651	1,2114
Никель....	29,3	0,30431	1,0955	Олово. .	58,7	0,60966	2,1948

5. Электроемкость (конденсаторъ).

1. Электроемкость C тѣла есть то количество электричества, которое на немъ находится (зарядъ Q) при электродвижущей силѣ (заряжающая ЭДС) = 1, т.-е. $C = Q : E$.

Единица электроемкости см. стр. 959.

2. Если данное тѣло (конденсаторъ) ввести въ диэлектрическую среду (смола, стекло, масла, резина), то его степень заряжаемости увеличивается противъ степени заряжаемости въ воздухѣ на $Q_1 = kQ$, гдѣ k диэлектрическое число. (Воздухъ и газы $k \backsim 1$; стекло = 6,6 до 9,9; каучукъ 2,1 до 2,7 [вулканизированный]; слюда = 5.)

НТБ ДНУЖТ

3. Электроемкость конденсаторовъ:

соединенныхъ параллельно: $C = C_1 + C_2 +$

» послѣдовательно: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots$

Шара $C = kr$ (r радіусъ);

Цилиндра $C = kl : 2 \ln \frac{l}{r}$ (l длина, r радіусъ);

два параллельныхъ цилиндра (проводники)

$$C = kl : 2 \ln \frac{d}{r}$$ (d разстояніе);

Полый и сплошной цилиндръ на общей оси

$$C = kl : 2 \ln \frac{r_1}{r}$$ (r радіусъ сплошного, r_1 внутренній радіусъ полаго цилиндра);

Двѣ параллельныя плоскости

$$C = k\,O : 4\,\pi\,d$$ (O площадь, d разстояніе);

Приблизительно имѣемъ:

$$C = \frac{k \times \text{поверхность}}{4\,\pi \times \text{разстояніе между проводниками}}.$$

C въ микрофарадахъ, если размѣры въ cm и результатъ раздѣленъ на 900 000.

4. Дѣйствіе конденсаторовъ въ цѣпяхъ перемѣннаго тока см. стр. 999.

d. Электромагнитныя взаимодѣйствія.

1. Магнитное поле тока.

Всякій проводникъ l, по которому проходитъ токъ J, возбуждаетъ вокругъ себя магнитное поле. Направленіе и дѣйствіе силъ этого поля опредѣляются по правилу Ампера (см. стр. 969).

Въ нѣкоторой точкѣ на разстояніи r отъ элемента проводника dl сила этого магнитнаго поля (число силовыхъ линій).

$$\mathfrak{H} = \int \frac{J \sin \psi\, dl}{r^2},$$

гдѣ ψ уголъ между прямой, соединяющей данную точку и элементъ проводника съ направленіемъ этого элемента. Значеніе интеграла зависитъ отъ формы проводника.

а) Сила поля въ центрѣ кругового проводника радіуса r:

$$\mathfrak{H} = \frac{2\,\pi\,J}{r}$$

НТБ ДНУЖТ

b) Сила поля внутри **соленеида** (проволочной спирали, гальвано-метрической обмотки, электромагнитной обмотки динамомашины), на длинѣ котораго l приходится z оборотовъ проволоки:

$$\mathfrak{H} = \frac{4\pi z J}{l}.$$

Въ связи съ ур. 3. стр. 962 получаемъ для магнитовозбудительной силы соленоида (J въ единицахъ C. G. S. = 10 A):

$$\mathfrak{F} = 4\pi z J.$$

2. Индукція.

1. Если двигать элементъ проводника длиною dl со скоростью v въ магнитномъ полѣ силою $\mathfrak{H}$, и если α уголъ между элементомъ проводника и силовыми линіями, ψ уголъ между направленіемъ движенія и плоскостью, проходящей черезъ направленіе силовыхъ линій и элементъ проводника, то величина индуктированной электродвижущей силы dE:

$$dE = \mathfrak{H} v \sin\alpha \sin\psi \, dl.$$

Полная электродвижущая сила E будетъ:

$$E = \int \mathfrak{H} v \sin\alpha \sin\psi \, dl.$$

Наибольшая величина E для $\alpha = 90^0$ и $\psi = 90^0$. Если, напр., соотвѣтственно выбранному углу ψ движется прямолинейный проводникъ, то имѣемъ E въ V ($= 10^8 \, c^{3/2} \, g^{1/2} \, s^{-2}$), если l въ cm, v въ cm/sk:

$$E = \mathfrak{H} v l \quad 10^{-8}.$$

2. **Индукція въ динамомашинахъ.** Если:

$\mathfrak{S}_a$ число силовыхъ линій, протекающихъ по якорю между двумя полюсами,
z_a число дѣйствующихъ проволокъ на якорѣ,
n число оборотовъ въ минуту,

то имѣемъ **среднюю электродвижущую силу** въ V ($= 10^8 \, c^{3/2} \, g^{1/2} \, s^{-2}$):

$$E = 10^{-8} \mathfrak{S}_a z_a \frac{n}{60}.$$

Это уравненіе относится къ электродвижущей силѣ, получаемой между каждыми двумя полюсами. При многополюсныхъ машинахъ можно достичь большей электродвижущей силы, если включать отдѣльные, лежащіе между двумя парами полюсовъ, сегменты якорей послѣдовательно.

НТБ ДНУЖТ

3. Самоиндукція.

1. Такимъ же образомъ, какъ при движеніи проводника въ опредѣленномъ магнитномъ полѣ (см. 2), можетъ быть получена ЭДС, можно при измѣненіи числа силовыхъ линій даннаго поля также получить ЭДС въ неподвижномъ проводникѣ. Кромѣ того каждый проводникъ, по которому проходитъ токъ, даетъ поле, почему при измѣненіи тока J получится ЭДС, или такъ называемая ЭДС самоиндукціи.

Эта сила $E = L \frac{dJ}{dt}$, гдѣ L самоиндукціонный факторъ; послѣдній зависитъ только отъ формы проводника, см. 3.

За единицу L въ системѣ CGS принимаютъ 1 cm; практическая единица — 1 Henry $= 10^{-9}$.

2. При увеличивающейся силѣ тока ЭДС самоиндукціи имѣетъ направленіе обратное направленію тока, т.-е. дѣйствуетъ ослабляющимъ образомъ на ЭДС тока; при уменьшающейся силѣ тока она дѣйствуетъ какъ усиливающая ЭДС.

Дѣйствіе самоиндукціи въ цѣпи перемѣннаго тока см. стр. 996.

3. Значенія величины L:

Соленоидъ длиною l cm, внутренній объемъ котораго имѣетъ сѣченіе q qcm при z виткахъ даетъ поле съ $N_i = \frac{4\pi z q}{l} J$ силовыми линіями. Такимъ образомъ ЭДС самоиндукціи

$$E = z \frac{dN_i}{dt} = \frac{4\pi z^2 q}{l} \frac{dJ}{dt}$$

$$L = [4\pi z^2 q : l] \ (10^{-9} \text{ Henry}).$$

Два параллельныхъ проводника (цѣпь составленная изъ прямого и обратнаго проводника), имѣющіе форму круга радіусомъ r въ cm, общая длина проводниковъ l cm, взаимное разстояніе между проводниками d cm:

$$L = l\,[0{,}5 + 2 \ln (d : r)] \ (10^{-9} \text{ Henry}).$$

4. Двѣ параллельно соединенныя цѣпи, имѣющія омовое сопротивленіе r_1 и r_2 и самоиндукціонные факторы L_1 и L_2, даютъ средній самоиндукціонный факторъ

$$L = \frac{r_2^2 L_1 + r_1^2 L_2}{(r_1 + r_2)^2}.$$

е. Правила для опредѣленія направленія тока.

1. У магнитовъ то направленіе силовыхъ линій называютъ положительнымъ, которое внѣ магнита направляется отъ сѣвернаго его полюса къ южному.

Положительное направленіе силовыхъ линій даннаго магнитнаго поля находится при помощи магнитной стрѣлки, помѣщаемой въ полѣ: сѣверный полюсъ этой стрѣлки указываетъ положительное направленіе силовыхъ линій.

НТБ ДНУЖТ

2. Въ **электрическихъ токахъ** называютъ положительнымъ то направленіе, при которомъ токъ, протекающій по направленію часовой стрѣлки вокругъ желѣзнаго стержня, даетъ южный полюсъ на концѣ стержня, обращенномъ къ наблюдателю.

Электрическій полюсъ источника тока называютъ положительнымъ, если отъ него внѣ источника исходитъ положительный токъ.

Въ первичныхъ элементахъ положительный токъ идетъ внѣ волосъ элемента отъ мѣди или угля къ цинку.

3. Для дѣйствующей **электрической установки** полюсы опредѣляются при помощи спеціально для этой цѣли химически приготовленной (полюсно-реагентной) бумаги, которую въ смоченномъ состояніи прижимаютъ къ полюсамъ. Употребительные сорта бумаги окрашиваются у отрицательнаго полюса. Обыкновенная лакмусовая бумага окрашивается у отрицательнаго полюса въ синій, а у положительнаго — въ красный цвѣтъ:

Или: въ стаканъ съ подкисленной (если нужно) водой погружаютъ концы (полюсы) подлежащихъ испытанію мѣдныхъ проволокъ, только на отрицательномъ полюсѣ наступаетъ замѣтное выдѣленіе газовъ (водорода); кислородъ же на положительномъ полюсѣ химически соединяется съ мѣдью.

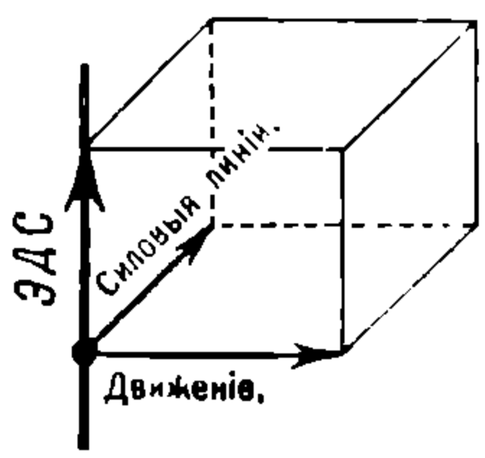
Если въ качествѣ электродовъ брать свинцовые листы въ слабомъ растворѣ сѣрной кислоты, то спустя короткое время положительный листъ принимаетъ ясную коричневую окраску.

При опредѣленіи направленія тока при помощи магнитной стрѣлки необходимо при высокомъ вольтажѣ включать сопротивленіе (напр. лампу накаливанія) для избѣжанія короткаго замыканія.

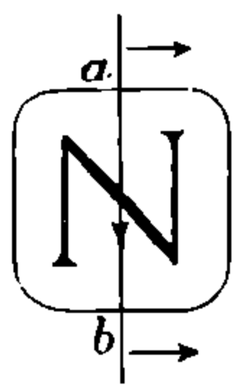
4. Правило Ампера. Если вообразить наблюдателя, плавающимъ въ проводникѣ по направленію тока и смотрящимъ на магнитную стрѣлку, то сѣверный полюсъ стрѣлки отъ дѣйствія тока отклоняется влѣво.

5. Направленіе индуктивныхъ токовъ. 1. На черт. 3 показано соотношеніе между направленіями: индуцированной электродвижущей силы (ЭДС), силовыхъ линій и движенія. 2. Пусть N плоскость сѣвернаго полюса магнита, лежащаго сзади плоскости бумаги (черт. 4), и *a b* проводникъ, движущійся перпендикулярно къ самому себѣ надъ полюсомъ; индуктивный электрическій токъ протекаетъ въ томъ направленіи проводника, въ какомъ перемѣщается точка пересѣченія его съ наклон-

Черт. 3



Черт. 4.



НТБ ДНУЖТ

ной линіей буквы N; напр., въ случаѣ, указанномъ на чертежѣ, при движеніи проводника слѣва направо токъ протекаетъ сверху внизъ.

6. Направленіе силъ. Токи одного направленія притягиваются, токи противоположныхъ направленій отталкиваются. Поле, образуемое замкнутымъ проводникомъ въ присутствіи другого поля, имѣетъ стремленіе повернуться и перемѣститься въ такое положеніе, чтобы прійти въ совпаденіе со вторымъ полемъ по направленію и положенію **(законъ Ампера).**

Если отъ движенія проводника въ магнитномъ полѣ въ первомъ возбуждается токъ, то поле вызываетъ въ проводникѣ усиліе, направленіе котораго противоположно направленію движенія проводника. Если другія электродвижущія силы имѣютъ перевѣсъ надъ силою индукціи, то направленіе усилія становится противоположнымъ; направленіе движенія остается тѣмъ же, если направленіе поля остается неизмѣннымъ.

Если послѣдовательная динамомашина дѣйствуетъ какъ моторъ, то направленіе ея вращенія мѣняется; у шунтовой динамомашины, дѣйствующей какъ моторъ, направленіе вращенія не мѣняется.—Для измѣненія направленія вращенія мотора постояннаго тока мѣняютъ направленіе тока либо въ якорѣ, либо въ электромагнитахъ.

Шунтовая динамомашина, заряжающая батарею, сохраняетъ направленіе вращенія, если, вслѣдствіе недостаточности возбужденія на нее дѣйствуетъ обратный токъ изъ той же батареи; она продолжаетъ тогда свое движеніе какъ моторъ.

II. ГАЛЬВАНИЧЕСКІЕ ЭЛЕМЕНТЫ.

a. Первичные элементы.

1. Нормальные элементы.

Л. Кларка. Чистый амальгамированный цинкъ (провареннный въ сѣрнокислой закиси ртути) погруженъ въ насыщенный растворъ сѣрнокислаго цинка; ртуть съ погруженною въ нее платиновой проволокою. Электродвижущая сила E уменьшается съ увеличеніемъ температуры t.

$$E = 1{,}434 - 0{,}001\ (t - 15)\ \text{V}.$$

Е. Китлера. Амальгамированный чистый цинкъ въ сѣрной кислотѣ, уд. вѣса 1,075 при температурѣ 18°; чистая мѣдь въ растворѣ мѣднаго купороса уд. вѣса 1,2. Электродвижущая сила = 1,182 V, при 15,5°; при увеличеніи температуры на 1° значеніе E увеличивается на 0,02%.

2. Составъ и электродвижущую силу различныхъ гальваническихъ элементовъ см. табл. стр. 972.

НТБ ДНУЖТ

Составъ и электродвижущая сила различныхъ первичныхъ элементовъ.

Элементы	Растворяющійся электродъ	Растворяющая жидкость	Отводящій электродъ	Деполяризующія тѣла	Электродвижущая сила въ вольтахъ
Даніеля **)	амальг.цинк.*)	Сѣрная кислота 1 : 12	Красн. мѣдь	Насыщ. раств. мѣдн. куп.	0,95 до 1,05
Даніеля **)	амальг. цинкъ	Сѣрная кислота 1 : 4	Красн. мѣдь	Насыщ. раств. мѣдн. куп.	
Даніеля **)	амальг. цинкъ	Цинковый купоросъ	Красн. мѣдь	Мѣдный купоросъ	
Сименса	амальг. цинкъ	Бумажная масса, пропитанная сѣрной кислотой	Красн. мѣдь	Мѣдный купоросъ	0,9—1,1
Крюгера Элементъ Герм. Прав. телеграф.	Цинкъ	Растворъ цинковаго купороса	Свинц. доска, покрытая мѣдью	Мѣдный купоросъ	1,008
Мейдингера	амальг. цинкъ	Насыщ. раств. горьк. соли	Свинецъ	Насыщ. раст. мѣдн. куп.	0,95—1,35
Грове **)	амальг. цинкъ	Сѣрн. кисл. 1 : 12	Платина	Азотн. кисл. уд. в. 1,33	1,80
Бунзена **)	Цинкъ	Сѣрн. кисл. 1 : 12	Уголь	Дымящ. азотн. кислота	1,90
Бунзена	Цинкъ	Сѣрн. кисл. 1 : 15 до 20	Уголь	12 вѣс. ч. двухромокисл. кал. 25 вѣс. ч. сѣрной кислоты 100 вѣс. ч. воды	2 — 2,2
Бунзена	амальг. цинкъ	= деполяризующему тѣлу	Уголь	16 вѣс. ч. двухромокислаго калія на 37 ч. чистой сѣрной кислоты въ 100 ч. воды.	2,3
Лекланше	амальг. цинкъ	Растворъ нашатыря	Уголь съ бурымъ желѣзн.	Растворъ нашатыря	1,47
Лаланда и Шаперона	Цинкъ	Каліевая щелочь, или поташъ 30—40%	Желѣзо	—	1,0

Въ послѣднее время стали примѣнять сухіе элементы, напряженіе которыхъ равно 1,4 до 1,5 V и внутреннее сопротивленіе которыхъ, смотря по величинѣ, равно 0,1 до 0,5 Ω.

Сѣрная кислота, употребляемая въ элементахъ, не должна быть крѣпче 1 : 20.

*) Амальгамированіе лучше всего производить по способу Рейнье: къ расплавленному цинку прибавляется 4% ртути. (Осторожно!)

**) Эти элементы имѣютъ глиняный горшокъ.

НТБ ДНУЖТ

b. Вторичные элементы (аккумуляторы).

1. Дѣйствіе и изготовленіе. Дѣйствіе основано на химическомъ разложеніи свинцовыхъ соединеній (рѣдко другихъ металловъ). Изготовляются, поэтому, большею частью изъ свинцовыхъ досокъ, погружаемыхъ въ разбавленную сѣрную кислоту. По старому способу изготовленія (Планте, Тюдоръ), элементы изъ свинцовыхъ листовъ подвергаются повторной зарядкѣ и разрядкѣ (формированію). Такіе аккумуляторы тяжелы и дороги по отношенію къ ихъ производительности, но служатъ неопредѣленное время и нечувствительны къ ударамъ тока. Въ новѣйшихъ, нынѣ исключительно примѣняемыхъ аккумуляторахъ, процессъ формированія усиливается примѣненіемъ свинцовыхъ солей, которыя вдавливаются въ свинцовые листы на ихъ поверхности или въ отверстія этихъ листовъ (Форъ); также примѣняютъ рѣшетчатыя рамки изъ болѣе легкаго металла съ вдавленными въ нихъ смѣсями свинцовыхъ солей. Заполняющею массою служитъ для положительной (бурой) доски большею частью сурикъ, а для отрицательной (сѣрой) доски свинцовый глетъ и сурикъ съ примѣсями, составляющими секретъ соотвѣтствующаго завода. Зарядная способность такихъ досокъ больше, чѣмъ чистыхъ свинцовыхъ, равнымъ образомъ онѣ дешевле, но продолжительность ихъ службы меньше и чувствительность ихъ больше. Для достиженія большой емкости весьма важна большая поверхность, получаемая отъ вдавливанія мелкихъ бороздокъ на поверхности свинцовыхъ листовъ (8-кратная поверхность).

Число отрицательныхъ листовъ всегда на 1 больше числа положительныхъ.

2. Кислота должна быть вполнѣ чиста (т.-е. не содержать азотной кислоты, хлора и мышьяка); для очистки часто прибавляютъ къ ней сѣрнистый барій. Для разбавленія берутъ чистую воду, не содержащую въ себѣ извести (дождевая или дистиллированная вода). Плотность кислоты задается различными заводами различно; въ среднемъ, 1,14 въ незаряженномъ и 1,18 до 1,2 въ заряженномъ состояніи; меньшая плотность увеличиваетъ время службы досокъ. Измѣненіе удѣльнаго вѣса кислоты, послѣ разъ произведеннаго испытанія, имѣетъ существенное значеніе при опредѣленіи степени разряда батареи. Удѣльный вѣсъ мѣняется приблизительно пропорціонально количеству израсходованныхъ амперъ-часовъ. Во время работы плотность измѣняется отъ испаренія воды и разбрызгиванія при кипѣніи: отъ времени до времени необходимо поэтому добавлять воду или сѣрную кислоту, такъ чтобы доски оставались покрытыми жидкостью на 10 до 15 mm.

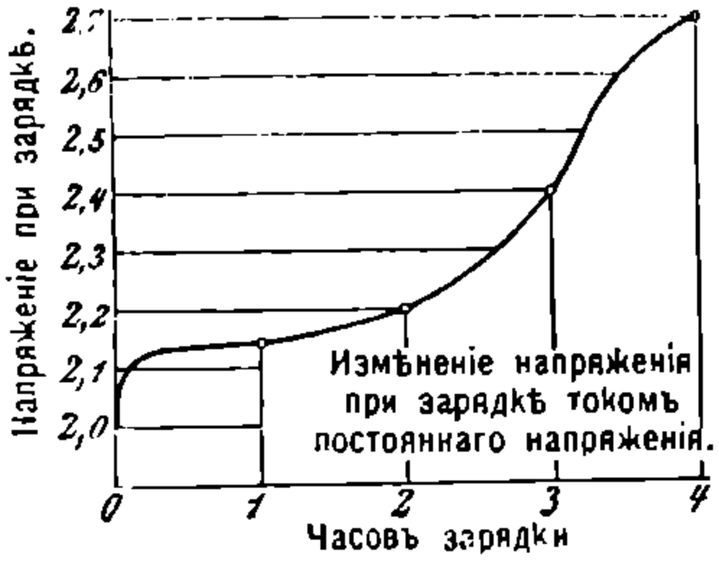
3. Напряженіе при заряженіи зависитъ отъ плотности кислоты и состоянія заряда; аккумуляторы съ кислотой большой плотности даютъ болѣе высокое среднее напряженіе; послѣд-

НТБ ДНУЖТ

нее, въ общемъ, при началѣ заряда равно 2 V, затѣмъ быстро подымается до 2,15 V, медленно до 2,4 V, потомъ снова быстро до 2,6 V; при разряженіи напряженіе, сначала равное 2 V, быстро падаетъ до 1,95 V, затѣмъ медленно до 1,9 V, потомъ довольно быстро до 1,83 V.

Если токъ не расходуется, то напряженіе не зависитъ отъ состоянія зарядки и равно около 2 V; при расходованіи тока оно зависитъ главнымъ образомъ отъ силы тока. По напряженію такимъ образомъ нельзя судить о состояніи заряда, объ этомъ судятъ по 2. Измѣненіе напряженія при зарядѣ и разрядѣ показано на черт. 5 и 6.

Черт. 5



Черт. 6.

4. Сила тока при заряженіи и разряженіи зависитъ отъ величины, конструкціи и цѣли употребленія элементовъ, приблизительно 0,6 до 0,9 A на 100 qcm поверхности пластинокъ при заряженіи и 0,9 до 1,2 A при разрядѣ, или же на 1 kg вѣса пластинокъ 2,4 до 2,9 A; для Тюдоровскихъ элементовъ лишь 0,7 A.

5. Емкость опредѣляется числомъ амперъ-часовъ, которое при разрядѣ отдаетъ элементъ до извѣстной потери напряженія (10 до 7%); послѣднее во всякомъ случаѣ не должно быть ниже 1,83 V. Число амперъ-часовъ при этомъ будетъ тѣмъ больше, чѣмъ медленнѣе происходитъ разряженіе, и колеблется на 1 kg вѣса досокъ въ предѣлахъ 4 до 8 амперъ-часовъ для быстраго разряда и 12 до 15 амперъ-часовъ для медленнаго.

6. Степень полезнаго дѣйствія. Хорошіе аккумуляторы отдаютъ ∽ 95% количества поглощеннаго электричества и ∽ 75 до 85% израсходованной работы.

7. Первое **заряженіе** аккумуляторовъ должно быть начато тотчасъ послѣ того, какъ налита сѣрная кислота, и продолжается до тѣхъ поръ, пока положительныя пластинки не примутъ темно-коричневаго цвѣта и уд. вѣсъ кислоты не увеличится съ 1,14, по крайней мѣрѣ, до 1,18 (отъ 16 до 50 часовъ). При этомъ отрицательныя пластинки свѣтло-сѣраго цвѣта. Обыкновенно заряжаютъ постояннымъ токомъ одина-

НТБ ДНУЖТ

ковой силы до напряженія 2,4 V, затѣмъ — при убывающей силѣ тока. Заряженіе прекращаютъ, когда выдѣленіе газовъ, начинающееся при 2,25 V, становится очень сильнымъ, т.-е. когда при 2,5—2,6 V элементы «закипаютъ». Сильное перезаряженіе вредно, но должно производиться по временамъ для сохраненія одинаковаго состоянія заряда во всѣхъ элементахъ; перезаряженная батарея можетъ быть снова исправлена, если заряжать ее съ короткими перерывами, и это слѣдуетъ продолжать до тѣхъ поръ, пока батарея тотчасъ по включеніи начинаетъ кипѣть.

Для зарядки берутъ шунтовую динамомашину съ особымъ регулирующимъ сопротивленіемъ для надежнаго регулированія напряженія (см. прим. стр. 971).

Разряженіе не должно итти дальше 1,83 V. Полное разряженіе весьма вредно. Аккумуляторы можно оставлять безъ употребленія только при полномъ зарядѣ, и слѣдуетъ, если это возможно, каждыя двѣ недѣли дополнять зарядъ.

8. Установка и уходъ. Устанавливать аккумуляторы слѣдуетъ въ сухомъ и прохладномъ помѣщеніи, защищенномъ отъ солнечныхъ лучей матовыми стеклами или жалузи. Слѣдуетъ старательно изолировать сосуды отъ деревянной станины, на которой они стоятъ, посредствомъ фарфоровыхъ ножекъ; деревянная станина, сильно пропитанная масломъ, должна стоять на фарфоровыхъ чашкахъ, наполненныхъ масломъ. Полъ асфальтовый или смоленаго дерева. Пластинки должны находиться на равномъ другъ отъ друга разстояніи, что достигается съ помощью стеклянныхъ трубокъ. Установка пластинокъ на днѣ ящика невыгодна, даже если для этого употребляются трехгранные стеклянные бруски, ибо вслѣдствіе паденія массы можетъ происходить короткое замыканіе; лучше всего подвѣшивать пластинки. Ящики должны быть легко доступны для пробы на короткое замыканіе (помощью вольтметра или лампочки накаливанія).

9. Примѣненіе и расположеніе аккумуляторовъ см. стр. 776 и слѣд.

III. ДИНАМОМАШИНЫ.

A. Машины постояннаго тока.

a. Общія данныя.

1. Соединеніе обмотокъ якоря и индуктора.

1. **Машина послѣдовательная** (черт. 7).

Якорь — индукторъ — внѣшняя цѣпь — якорь.

2. **Машина шунтовая** (черт. 8).

Якорь { индукторъ / внѣшняя цѣпь } Якорь.

НТБ ДНУЖТ

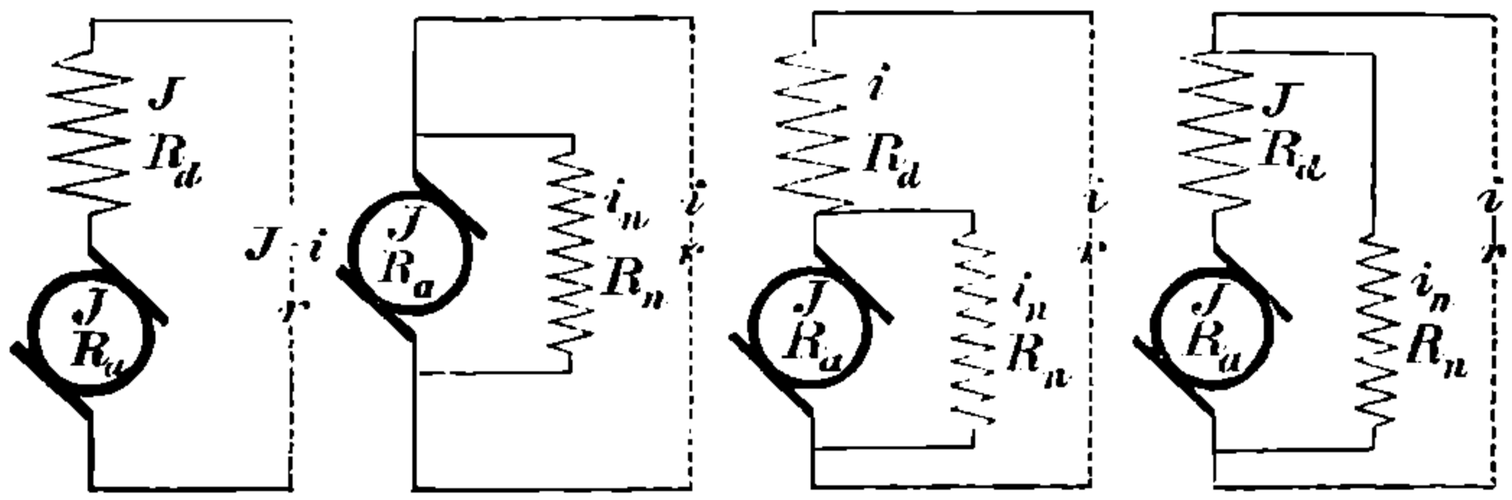
3. **Машина компаундъ** (съ двумя обмотками) (черт. 9).

Якорь { послѣд. обмотка индукт. — внѣшн. цѣпь, параллельн. (шунтовая) обмотка индуктора } Якорь.

4. **Машина компаундъ** (черт. 10).

Якорь — послѣд. обмотка индуктора { внѣшняя цѣпь, парал. обмотка индукт. } Якорь.

Черт. 7. Черт. 8. Черт. 9. Черт. 10.



2. Главныя уравненія.

Пусть:

E электродвигательная сила (ЭДС) въ V,
J сила тока въ якорѣ въ A,
e напряженіе у зажимовъ (борновъ) въ V,
i сила тока во внѣшней цѣпи въ A,
i_n » » въ параллельной обмоткѣ въ A,
EJ вся электрическая производительность въ уаттахъ,
ei полезная работа (работа во внѣшней цѣпи) въ уаттахъ,
$\eta_e = \frac{ei}{EJ}$ электрическая степень полезнаго дѣйствія,
$\eta_m = \frac{ei}{736N}$ механическая » » » *),
R_a сопротивленіе якоря въ Ω,
R_d » послѣдовательн. обмотки индуктора въ Ω,
R_n » параллельной обмотки въ Ω,
r » внѣшней цѣпи въ Ω,
n число оборотовъ въ минуту.

Между этими величинами, по закону Ома, существуютъ зависимости, указанныя въ **таблицѣ стр. 977.** Кромѣ этихъ уравненій, существуетъ (см. стр. 968) **основное уравненіе:**

$$E = \frac{1}{10^8} \mathfrak{S}_a z_a \frac{n}{60},$$

гдѣ $\mathfrak{S}_a$ общее число силовыхъ линій въ якорѣ и z_a число дѣйствующихъ проводниковъ якоря.

---

*) Здѣсь N означаетъ работу въ ЛС, передаваемую отъ механическаго двигателя динамомашинѣ; η_m меньше, чѣмъ η_e, у хорошихъ машинъ $\eta_m = 0{,}8$ до $0{,}94$, т.-е. если двигатель передаетъ динамомашинѣ 1 ЛС, то динамомашина дастъ электрическую производительность отъ 500 до 690 уаттъ.

НТБ ДНУЖТ

Законъ Ома для динамомашинъ постояннаго тока *).

Типъ машины	$J=$	i	$i_n=$	$E=$	$\eta_e=$
Магнитная машина и машина съ особымъ возбудителемъ	$\frac{E}{R_a+r}=\frac{e}{r}=i$	J		$+J\,R_a+e\left(1+\frac{R_a}{r}\right)$	$\frac{e}{E}=\frac{r}{r+R_a}$
Машина послѣдовательная	$\frac{E}{R_a+R_d+r}=\frac{e}{r}=$	J		$e+J\,(R_a+R_d)=$ $e\left(1+\frac{R_a+R_d}{r}\right)$	$\frac{e}{E}=\frac{r}{r+R_a+R_d}$
Машина шунтовая	$\frac{E}{R_a+\frac{r\,R_n}{r+R_n}}=\frac{e}{r}\left(1+\frac{r}{R_n}\right)=i+\frac{e}{R_n}$	$\frac{e}{r}$	$\frac{e}{R_n}$	$e+J\,R_a=e\left(1+\frac{R_a}{R_n}+\frac{R_a}{r}\right)$	$\frac{e\,i}{E\,J}=\frac{i^2\,r}{i^2\,r+i_n^{\,2}\,R_n+J^2\,R_a}$
Машины Компаундъ: Вторичная обмотка индуктора параллельна якорю	$\frac{E}{R_a+\frac{(r+R_d)\,R_n}{r+R_d+R_n}}=$ $\frac{e}{r}\left(1+\frac{r+R_d}{R_n}\right)=i\left(1+\frac{R_d}{R_n}\right)+\frac{e}{R_n}$	$\frac{e}{r}$	$\frac{e+i\,R_d}{R_n}$	$e+J\,R_a+i\,R_d=$ $e\left(1+\frac{R_d+R_a}{r}+\frac{R_a\,r+R_d}{r\quad R_n}\right)$	$\frac{e\,i}{E\,J}=\frac{i^2\,r}{i^2\,(r+R_d)+i_n^{\,2}\,R_n+J^2\,R_a}$
Машины Компаундъ: Вторичная обмотка индуктора параллельна внѣшней цѣпи	$\frac{E}{R_a+R_d+\frac{r\,R_n}{r+R_n}}=$ $\frac{e}{r}\left(1+\frac{r}{R_n}\right)=i+\frac{e}{R_n}$	$\frac{e}{r}$	$\frac{e}{R_n}$	$e+J\,(R_a+R_d)=$ $e\left(1+\frac{r+R_n}{r\,R_n}(R_a+R_d)\right)$	$\frac{e\,i}{E\,J}=\frac{i^2\,r}{i^2\,r+J^2\,(R_a+R_d)+i_n^{\,2}\,R_n}$

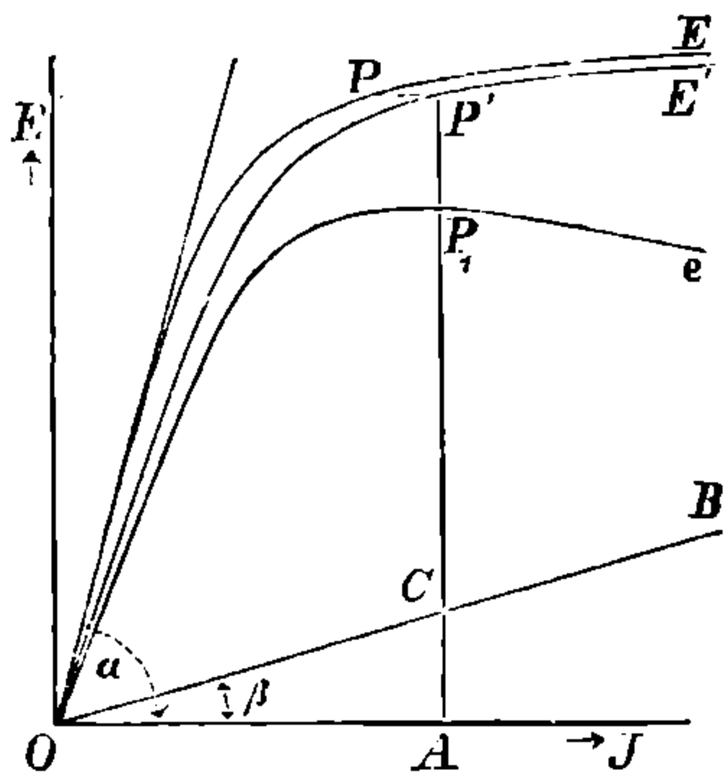
*) $\frac{R_a}{R_n}$, $\frac{R_d}{r}$, большею частью также $\frac{r}{R}$, въ сравненіи съ 1 такъ малы, что ими на практикѣ можно пренебречь.

НТБ ДНУЖТ

3. Свойства динамомашинъ постояннаго тока.

1. **Машины со стальнымм магнитами или отдѣльно возбуждаемыми электромагнитами** имѣютъ свойства обыкновенныхъ гальваническихъ элементовъ (приблизительно постоянная ЭДС пропорціональна числу оборотовъ и, соотв., возбужденію электромагнитовъ). Примѣняется рѣдко.

Черт. 11.



2. **Динамомашины послѣдовательныя или съ одной главной обмоткой** при одномъ и томъ же числѣ оборотовъ измѣняютъ свою ЭДС вмѣстѣ съ измѣненіемъ силы тока. Возбужденіе магнитнаго поля пропорціонально силѣ тока, поэтому внутренняя (статическая) **характеристика** $E = f(J)$ сходна съ кривой намагничиванія OPE (см. черт. 11). Характеристика эта можетъ быть вычислена (см. стр. 987 и слѣд.) или опредѣлена опытнымъ путемъ, если производить возбужденіе въ индукторѣ (электомагнитѣ) особымъ токомъ и измѣрять напряженіе въ разомкнутой цѣпи. При замкнутой цѣпи обратное дѣйствіе якорнаго тока производитъ ослабленіе магнитнаго поля (стр. 989), отчего требуется болѣе сильный токъ для полученія той же электродвижущей силы: $P\,P'$ параллельна оси абсциссъ. При помощи этой динамической характеристики $O\,P'\,E'$ получаемъ точку P_1 внѣшней характеристики $O\,P_1\,e$, если вычесть потерю напряженія въ якорѣ и индукторѣ; для этого проводимъ $O\,B$ подъ угломъ β, такъ чтобы $\operatorname{tg}\beta = R_a + R_d$, и откладываемъ $P'\,P_1 = A\,C$.

Послѣдовательныя динамомашины возбуждаются лишь при достиженіи опредѣленнаго (мертваго) числа оборотовъ и при этомъ послѣднемъ только тогда возбуждаются сами, когда такъ называемое «критическое сопротивленіе» цѣпи

$$R_a + R_d + r \gtrless \operatorname{tg}\alpha.$$

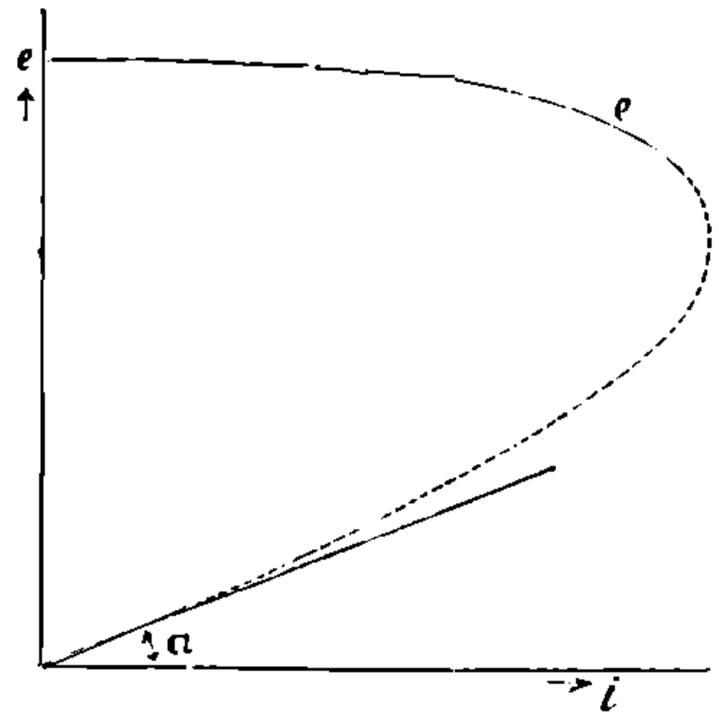
Примѣняются всего чаще для освѣщенія дуговыми фонарями и для передачи силы двумя машинами.

3. **Машины шунтовыя** даютъ, при хорошемъ исполненіи, только слабое уменьшеніе напряженія при увеличивающейся нагрузкѣ. Внутренняя характеристика $E = f(i_n)$ одинакова съ внутренней характеристикой послѣдовательной машины. Внѣшняя характеристика $e = f(i)$, показанная на черт. 12, состоитъ изъ части, составляющей уголъ α съ

НТБ ДНУЖТ

осью i; послѣдняя относится къ тому случаю, когда машину пускаютъ въ ходъ при замкнутой цѣпи. Самовозбужденіе возможно только въ томъ случаѣ, если критическое сопротивленіе $r \geqq \operatorname{tg} \alpha$.

Черт. 12.



Верхнею частью характеристики пользуются при нормальной работѣ. Для достиженія вполнѣ постояннаго напряженія у зажимовъ вставляютъ въ параллельную обмотку регулирующее сопротивленіе; послѣднее, кромѣ того, необходимо для уравненія увеличивающагося сопротивленія индуктора при усиливающемся нагрѣваніи послѣдняго (стр. 989).

Измѣненія нагрузки воспринимаются болѣе равномѣрно машинами шунтовыми, чѣмъ послѣдовательными. Примѣняются при освѣщеніи лампочками накаливанія, распредѣленіи силы (большія центральныя станціи) и электролизѣ и для заряда аккумуляторовъ (ибо поляризаціонный токъ не можетъ измѣнить магнетизма).

4. **Машины съ двумя цѣпями (компаундъ-машины)** сохраняютъ при измѣняющейся силѣ тока вполнѣ постоянное напряженіе, ибо главная обмотка компенсируетъ увеличивающееся съ увеличеніемъ силы тока обратное дѣйствіе якоря, равно и потерю напряженія въ якорѣ. Если желательно получить извѣстное напряженіе на нѣкоторомъ разстояніи отъ динамомашины, то главная обмотка можетъ быть устроена такимъ образомъ, чтобы она компенсировала и потерю напряженія въ проводникѣ до выбраннаго мѣста. При хорошей конструкціи напряженіе въ зажимахъ можно сохранять постояннымъ въ предѣлахъ 1 до $2^0/_0$.

b. Разсчетъ машинъ постояннаго тока.

1. Якорь*).

1. Якорныя обмотки.

Обозначенія см. стр. 976. Для машины проектируемой обыкновенно даются e и i; E и J опредѣляются, если задаться потерями (стр. 993). Точно такъ же числомъ оборотовъ и числомъ полюсовъ задаются, руководствуясь существующими аналогичными конструкціями и принимая въ разсчетъ соотношенія, приведенныя на стр. 982 и слѣд.

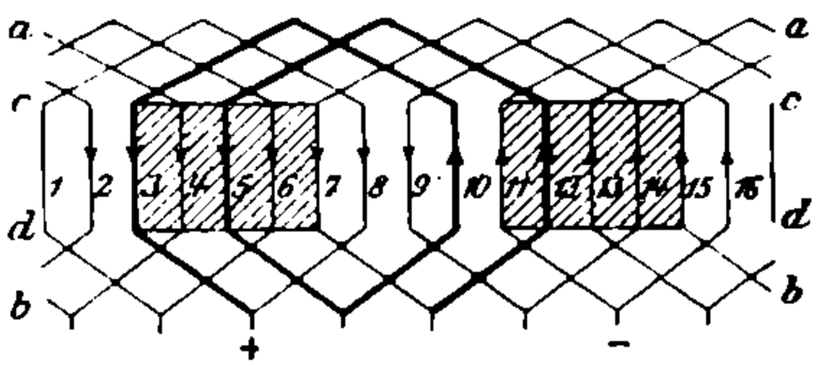
Необходимо предварительно выяснить конструкцію обмотокъ на якорѣ.

*) По E. Арнольду, Die Gleichstrommaschine.

НТБ ДНУЖТ

α) Наиболѣе простой типъ — **кольцевая обмотка.** При ней обмотка всегда продолжается непрерывно въ одномъ направленіи и число параллельныхъ якорныхъ вѣтвей цѣпи $2a$ такое же, какъ и число полюсовъ $2p$. Ходъ обмотки отъ одной катушки къ сосѣдней $y = \pm 1$, ходъ коллектора также $y_k = \pm 1$. Число катушекъ S равно числу пластинокъ (сегментовъ) коллектора K. Если на каждой катушкѣ имѣется t оборотовъ, то $z_a = t\,S$.

Черт. 13.



$z_a = 16$; $N = 16$; $2p = 2$; $K = 8$;

$y_2 = \frac{16+4}{4} = 5$; $y_k = \frac{y_1 - y_2}{2} = \pm 1$; $y_1 = 7$.

β) У **барабаннаго якоря** соотношенія болѣе сложныя, ибо всѣ катушки S могутъ быть соединяемы различными способами.

Параллельная (или узловая) обмотка характеризуется тѣмъ, что она имѣетъ направленіе взадъ и впередъ попеременно, образуя такимъ образомъ **узлы** (черт. 13); получается столько же параллельныхъ якорныхъ вѣтвей $2a$, сколько имѣется полюсовъ $2p$. Имѣемъ $a = p$; только части y_1 и y_2 одного узла (хода) имѣютъ взаимно-противоположное направленіе; число такихъ частей должно быть цѣлое и нечетное, если вся обмотка должна быть сомкнута. Такимъ образомъ $y = y_1 - y_2 = \pm 2$; $y_2 = \frac{z_a \pm b}{2p}$, гдѣ $b = 0$ или произвольное цѣлое число, абсолютная величина котораго опредѣляется условіемъ, чтобы y_2 было цѣлое и нечетное число. z_a означаетъ число индуцированныхъ проводниковъ на окружности якоря.

Примѣръ узловой обмотки барабаннаго якоря.

$y_2 = \frac{160 \pm b}{4}$; принимаемъ $b = 4$; $y_2 = 41$; $y_1 = 43$.

	Отъ пласт. коллектора	Сквозь стержень	Въ канавкѣ	Обратно сквозь стерж.	Въ канавкѣ	Въ пластинку коллектора
Примѣръ: $z_a = 160$	1	1		44	22	2
Число канав. $N = 80$	2	3		46	23	3
» полюс. $2p = 4$	3	5		48	24	4
» пластин. $K = 80$	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
$y_k = \frac{y_1 - y_2}{2} = \pm 1$.	79	157	79	40		80
	80	159	80	42		1
	1	1				

НТБ ДНУЖТ

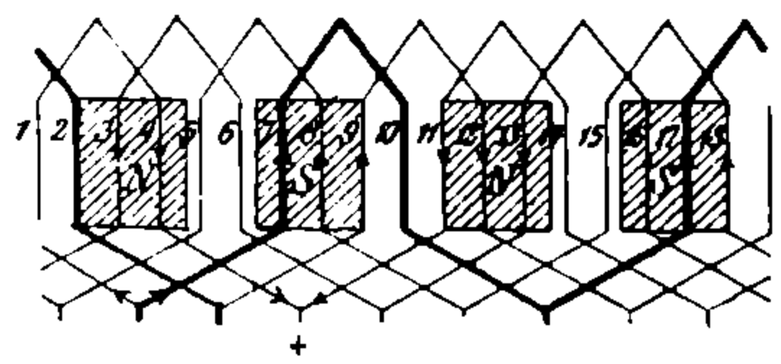
Многократная параллельная обмотка примѣняется рѣдко и только у машинъ для особенно большой силы тока. Имѣемъ $a > p$, а именно $a = mp$, гдѣ m цѣлое число > 1. Тогда имѣемъ

$$y = y_1 - y_2 = \pm 2m; \quad y_2 = \frac{z_a \pm b}{2p}$$ и ходъ коллектора

$$y_k = \frac{y_1 - y_2}{2} = \pm m.$$

У **послѣдовательной (волнообразной) обмотки** (черт. 14) число параллельныхъ якорныхъ вѣтвей всегда $2a = 2$, т.-е. $a = 1$. Ходы обмотки y_1 и y_2, идущей поступательно въ одномъ направленіи (волнообразно) получаются изъ $y = y_1 + y_2 = \frac{z_a \pm 2}{p}$ и по условію, что $y_1 \gtreqless y_2$ и что оба должны быть нечетные. $y_k = \frac{K \pm 1}{p}$.

Черт. 14.



$z_a = 18$; $N = 18$; $2p = 4$; $K = 9$;

$y = y_1 + y_2 = \frac{18 + 2}{2} = 10$; $y_1 = 3$; $y_2 = 7$;

$y_k = \frac{9 + 1}{2} = 5.$

Примѣръ для послѣдовательной обмотки.

$y_1 = y_2 = \frac{y}{2} = \frac{150 \pm 2}{2 \cdot 2} = 37$; $y_k = \frac{75 \pm 1}{2} = 37.$

	Отъ пласт. коллектора	Сквозь стержень	Въ канавкѣ	Обратно сквозь стерж.	Въ канавкѣ	Въ пластинку коллектора
Примѣръ: $z_a = 150$	1	1	1	38	19	38
Число канав. $N = 75$	38	75	38	112	56	75
» полюс. $2p = 4$	75	149	75	36	18	37
» пластин. $K = 75$	37	73	37	130	55	74
	74	147	74	34	17	36
	36					

Послѣдовательно-параллельное соединеніе **Арнольда.** Имѣемъ $a > 1$, $y = y_1 + y_2 = \frac{S \pm 2a}{p}$ и $y_k = \frac{K \pm a}{p}$, причемъ для обыкновенной сомкнутой обмотки y_k и K не должны имѣть дѣлителей, а y_1 и y_2 должны быть нечетными.

НТБ ДНУЖТ

Примѣръ. Принимая $y_1 = y_2$, будемъ имѣть для:

	Отъ пласт. коллектора	Сквозь секцію	Въ канавкѣ	Обратно сквозь секцію	Въ канавкѣ	Въ пластинку
$S = 334$	1	1	1	42	21	42
$2a = 6$	42	83	42	124	62	83
$p = 4$	83	165	83	206	103	124
$K = 167$	124	247	124	288	144	165
	165	329	165	36	18	39
$y_1 = y_2 = \frac{y}{2} =$	39	77	39	118	59	80
$\frac{334 \pm 6}{2 \cdot 4} = 41.$	80	159	80	200	100	121
	121	241	121	282	141	162
$y_k = \frac{167 \pm 3}{4} = 41.$	162	323	162	30	15	36
	36	71	36	112	56	77
	77	153	77			...и т. д.

Въ барабанныхъ обмоткахъ всегда $z_a = 2tS$ (S число катушекъ, каждая о t виткахъ). Въ виду того, что и здѣсь $S = K$, имѣемъ для барабанной обмотки $S = K = \frac{z_a}{2}$ (для $t = 1$).

Сила тока i_a въ каждой якорной проволокѣ или въ каждомъ стержнѣ равна

у узловой (параллельной) обмотки $i_a = J : 2p$,
» многократной узловой обмотки . $i_a = J : 2mp$,
» послѣдовательной обмотки . $= J : 2$,
» послѣдовательно-парал. обмотки $= J : 2a$.

2. Разсчетъ якоря *).

Способъ разсчета опредѣляется въ зависимости отъ выбора системы обмотки, принимая $i_a \leqq 150$ до 200 А. При заданномъ J и заданномъ числѣ полюсовъ $2p$ находимъ отсюда число параллельныхъ якорныхъ вѣтвей $2a$. Тогда имѣемъ ЭДС въ V:

$$E = \mathfrak{S}_a z_a \frac{n}{60} \frac{p}{a} 10^{-8}.$$

Для извѣстнаго (приблизительно) числа z_a можно вычислить такимъ образомъ общее число $\mathfrak{S}_a$ необходимыхъ въ якорѣ силовыхъ линій.

Назовемъ черезъ $\alpha = \frac{\lambda}{\tau}$ отношеніе $\frac{\text{полюсной дуги } \lambda}{\text{разст. между полюсами } \tau}$,

*) См. G. Kapp, Elektromech. Konstruktionen; 2 изд. 1902. Далѣе E. Арнольдъ, Ankerwickelungen und Ankerkonstruktionen 3 изд. 1899 г. Fischer-Hinnen, Die Wirkungsweise, Berechnung und Konstruktion elektr. Gleichstrom-Maschinen, 4 изд. 1899, Zürich.

НТБ ДНУЖТ

$\mathfrak{B}_l$ индукцію въ воздухѣ, D діаметръ и l длину якоря въ cm; тогда размѣрами машины можно задаться приблизительно, если исходить изъ того, что производительность $KW = \frac{EJ}{1000}$ въ килоуаттахъ находится изъ соотношенія

$$KW = C\left(\frac{D}{100}\right)^2 l \frac{n}{100}, \text{ гдѣ, по Арнольду, } C = \frac{\alpha \mathfrak{B}_l \cdot \overline{AS}}{6 \cdot 10^5};$$

$AS = \frac{z_a i_a}{2\pi D}$ означаетъ число амперовитковъ на 1 cm длины окружности. Раньше выбирали $\overline{AS} \leqq 200$; въ настоящее время при высокой воздушной индукціи $\mathfrak{B}_l$, сильномъ насыщеніи зубца и хорошей вентиляціи въ большихъ машинахъ принимаютъ $AS = 300$ до 350; необходимо, однако, въ этомъ случаѣ тщательно изслѣдовать условія коммутаціи. Если выбирать напр. $\alpha = 0{,}6$ до $0{,}85$; $\mathfrak{B}_l = 6000$ до 10000; $\overline{AS} = 150$ до 200, то величина G лежитъ въ предѣлахъ 1 и 3. Часто принимаютъ $l = 0{,}8$ до $1{,}2\ \lambda$.

Затѣмъ необходимо изслѣдовать, можетъ ли быть помѣщена обмотка, сколько получается канавокъ и пластинокъ, достаточно ли мало напряженіе между двумя пластинками, какъ велики: объемъ тока на одну канавку, насыщеніе зубца, насыщеніе въ сердечникѣ якоря, потеря напряженія, потеря желѣза, повышеніе температуры отъ теплоты красной мѣди и потери на гистерезисъ и вихревые токи. Можно руководствоваться слѣдующими данными.

Число **отдѣленій (секцій) якоря** или число **якорныхъ катушекъ** обусловливается: колебаніями ЭДС ($S > 30$); самоиндукціей, которая при маломъ числѣ катушекъ съ большимъ числомъ витковъ (образованіе искръ) значительна (см. также слѣдующую формулу для K); соображеніями о конструкціи коллектора и токоснимателя, который дорогъ при большомъ количествѣ узкихъ пластинокъ; наименьшею шириною пластинокъ для данной силы тока при опредѣленномъ діаметрѣ токосъемателя; разницей напряженій между двумя пластинками $e_k = \frac{p}{a} E$ (гдѣ для $p : a$ всегда подставляется ближайшее цѣлое число), которая, по Арнольду, въ виду трудной изоляціи должна быть $(45 - 0{,}2\ J)$ V для токовъ меньше 100 A и не болѣе 20 до 25 V для большей силы тока.

По нормамъ Арнольда **объемъ тока въ одной канавкѣ** $= \frac{i_a z_a}{N} < 900$; это даетъ при 4 стержняхъ на канавку $i_a \leqq 225$ A, при 6 стержняхъ на канавку $i_a \leqq 150$ A; для $i_a < 70$ A стержни получаются слишкомъ малаго діаметра и лучше отдавать предпочтеніе проволочной обмоткѣ. Для послѣдней примѣняется приблизительная эмпирическая формула

$$K \leqq (0{,}04 \text{ до } 0{,}037)\ z_a \sqrt{i_a}.$$

НТБ ДНУЖТ

Сѣченіе якорной обмотки опредѣляется по наибольшей допускаемой плотности тока (2 до 5 A/qmm), равно какъ на основаніи опредѣляемой отсюда потери напряженія (2—4%) и степени нагрѣванія. Для мѣдныхъ обмотокъ небольшого сѣченія берутъ круглую проволоку (до 4 mm); для большихъ сѣченій употребляютъ четырехгранныя полоски или же параллельно лежащія тонкія мѣдныя проволоки; при послѣднихъ избѣгаются вихревые токи, и достигается бо́льшее удобство намотки, хотя, вслѣдствіе необходимости изоляціи ихъ, онѣ занимаютъ больше мѣста.

Обмотка проволокъ двойная, а при высокомъ напряженіи тройная.

Діаметръ d (въ mm) хорошо обмотанной мѣдной проволоки діаметромъ (металла) d_k (въ mm) равенъ:

по Уппенборну $d = 0{,}43 + 1{,}07\, d_k$, по Каппу $d = 0{,}26 + 1{,}12\, d_k$.

Насыщеніе зубца принимается высокое; оно у основанія наибольшее, а у вершины наименьшее. Насыщеніе производятъ такимъ образомъ, чтобы получилось $\mathfrak{B}_z \min = 14\,000$ до $20\,000$, $\mathfrak{B}_{z\,\max} = 16$ до $23\,000$, провѣряютъ, можетъ ли помѣститься изоляція, и мѣняютъ соотношенія до тѣхъ поръ, пока полный якорь будетъ удовлетворять всѣмъ условіямъ. Послѣднее, однако, невозможно прежде, чѣмъ установлены размѣры электромагнитовъ, ибо въ нѣкоторыхъ случаяхъ можно экономить на матеріалѣ электромагнитовъ, если измѣнять нѣкоторыя соотношенія въ размѣрахъ якоря.

Насыщеніе въ сердечникѣ якоря выбирается около $\mathfrak{B}_a = 7000$ до $12\,000$, причемъ болѣе слабое насыщеніе принимается для многополюсныхъ машинъ.

Отсюда получается внутренній діаметръ d_i; у якорей съ канавками $d_a < D$ сохраняется до самаго основанія зубца и $q_a = (0{,}83 \text{ до } 0{,}9)\, l\, (d_a - d_i)$ въ qcm, причемъ $\mathfrak{B}_a = \mathfrak{S}_a : q_a$. Выборъ между 0,83 и 0,9 находится въ зависимости отъ изоляціи пластинокъ (см. ниже). Насыщеніе въ зубцахъ принимается настолько большимъ, чтобы среднее значеніе B_z было равно $15\,000$ до $20\,000$. У основанія зубца величина B_z получается больше.

Сердечникъ якоря состоитъ изъ лучшаго, мягкаго древесноугольнаго желѣза ($\eta < 0{,}002$, см. стр. 961).

Для избѣжанія вихревыхъ токовъ сердечникъ якоря раздѣляется на отдѣльныя части изоляціонными слоями (тонкая бумага, оксидировка или масляная окраска отдѣльныхъ листовъ) перпендикулярно къ направленію индуктивныхъ токовъ въ якорѣ, — слѣд. параллельно направленію вращенія и направленію силовыхъ линій. Путь силовыхъ линій при этомъ не долженъ быть нарушенъ. Цилиндрическій якорь и плоскій кольцевой, такимъ образомъ, раздѣляются на кольцевые диски перпендикулярно къ оси вращенія. Плоское кольцо якоря образуется наматываніемъ плоскаго желѣза слоями, располо-

НТБ ДНУЖТ

женными рядомъ. Проволока, вообще говоря, нераціональна. Отношеніе общей площади поперечнаго сѣченія сердечника якоря къ дѣйствующей (желѣзной) площади сѣченія равно 1,05 до 1,10 при изоляціи желѣзныхъ листовъ при помощи краски, при изоляціи желѣзныхъ листовъ бумагой 1,1 — 1,2, для сердечниковъ изъ проволоки это отношеніе = 1,3 — 1,5. Толщина листовъ берется отъ 0,5 до 1,5 mm (въ среднемъ, 0,7 mm, концевые листы отъ 2 до 6 mm); при діаметрахъ до 1,2 m изготовляются изъ одного куска. Концевые листы часто покрываются слоемъ фибры толщ. 4 до 5 mm. Болты, которыми скрѣпляются листы сердечника, должны быть хорошо изолированы.

По Каппу, для избѣжанія искръ необходимо

при кольцевыхъ якоряхъ . $\mathfrak{B}_l \geqq 2500 \frac{AW_l}{AW_l - AW_q}$,

при барабанныхъ якоряхъ $\mathfrak{B}_l \geqq 1500 \frac{AW_l}{AW_l - AW_q}$,

гдѣ $\mathfrak{B}_l$ насыщеніе въ воздушномъ пространствѣ,

$AW_q \backsim \frac{Z_a i_a \lambda}{2\pi D}$ число поперечныхъ витковъ якоря, т.-е. число якорныхъ проводниковъ, находящихся противъ одного полюса, умноженное на силу тока въ якорной обмоткѣ; значеніе AW_l см. стр. 989.

Сопротивленіе якоря опредѣляется по формулѣ

$$R_a = \frac{z_a}{(2a)^2} \frac{L_a (1 + 0{,}004\, T_a)}{57\, f_a}\ \Omega$$

и **потеря въ немъ напряженія:** $J R_a = 2a\, i_a\, R_a\, V$, гдѣ L_a полудлина одного якорнаго витка въ m, f_a сѣченіе якорныхъ витковъ въ qmm и T_a повышеніе температуры надъ нормальною (15°).

Нагрѣваніе якоря во время его работы вызывается потерею сопротивленія ($J^2 R_a$), гистерезисомъ (см. стр. 961) и вихревыми токами; послѣдняя потеря увеличивается съ увеличеніемъ толщины δ (въ mm) и при p полныхъ перемагничиваніяхъ (періодахъ) въ сек. и массѣ желѣза G (въ ccm) составляетъ

$$\sigma \left(\delta \frac{p}{100} \frac{\mathfrak{B}}{1000} \right)^2 G \text{ уаттъ.}$$

Коэффиціентъ $\sigma \backsim 15$ въ высокой степени зависитъ отъ обработки. Потеря должна быть вычислена отдѣльно для сердечника якоря и для его зубцовъ и составляетъ въ среднемъ 20 до 40% отъ потери на гистерезисъ.

Для избѣжанія вреднаго повышенія температуры необходимо заботиться о хорошей вентиляціи; послѣдняя достигается винтовымъ расположеніемъ спицъ у шкива и якоря, высверливаніемъ послѣдняго и т. п.

НТБ ДНУЖТ

Для надлежащей вентиляціи требуется, по Каппу, чтобы на каждый уаттъ, преобразованный въ теплоту, приходилось 5 до 10 qcm наружной поверхности якоря; при этомъ повышеніе температуры въ градусахъ составляетъ при общей потерѣ G (въ уаттахъ)

по Каппу $Ta = \frac{550\ ℉}{O\,(1 + 0{,}1\,v)}$, по Арнольду $Ta = \frac{(250 \text{ до } 450)\,℉}{O}$,

гдѣ O наружная поверхность якоря въ qcm и v скорость на окружности въ m/sk.

Если **число оборотовъ** не задано, то его принимаютъ согласно существующихъ динамо-машинъ (см. въ концѣ отдѣла), во всякомъ случаѣ скорость на окружности для малыхъ якорей не должна превышать 15, а для большихъ машинъ 25 m/sk; въ исключительныхъ случаяхъ (паровыя турбины) доходятъ до 30 m/sk.

Толщина обмотки по радіусу должна быть мала (по Томсону, $^1/_{10}$ діам. сердечника) для уменьшенія разстоянія между сердечникомъ якоря и полюсами; сердечникъ якоря изолируется отъ обмотки слоемъ прессованныхъ опилокъ, бумаги или сукна (толщиною 0,5 до 2 mm).

Проводникъ длиною въ l cm, по которому проходитъ токъ силою J, подвергается усилію тяги Z (въ kg):

$$Z = \frac{10^{-6}}{9{,}81}\, l\, \mathfrak{B}_l J.$$

Необходимо поэтому принимать мѣры противъ скольженія отдѣльныхъ оборотовъ обмотки. Въ малыхъ якоряхъ для этого достаточно силы тренія, увеличивающейся поперечною обвязкой обмотки; въ кольцевыхъ якоряхъ спицы воспринимаютъ это усиліе, при большихъ же барабанныхъ якоряхъ устраиваются особые захваты изъ дерева или фибры, либо мѣднымъ полосамъ придается спеціальная форма. Эти мѣры являются излишними при якоряхъ съ пазами или отверстіями, у которыхъ обмотка находится внутри желѣза; другое преимущество этихъ якорей—малый воздушный промежутокъ между сердечникомъ якоря и полюсомъ; кромѣ того, при употребленіи мѣдныхъ полосъ значительнаго сѣченія избѣгаютъ вихревыхъ токовъ въ мѣди.

Для противодѣйствія вліянію центробѣжной силы употребляютъ проволочные обручи изъ желѣзной либо латунной проволоки, между собой спаянные, изолированные отъ обмотки слоемъ слюды толщиною отъ 0,3 до 0,6 mm. Эти обручи (ленты) толщиною отъ 1 до 2 mm и шириною 15 до 20 mm. Воздушное пространство, отъ наружной поверхности обручей, отъ 2 до 5 mm.

Для избѣжанія образованія искръ очень важна равномѣрная обмотка, а для полученія правильнаго механиче-

НТБ ДНУЖТ

скаго эффекта необходима хорошая балансировка (центровка) якоря.

Сравненіе различныхъ системъ якорей.

Преимущества кольца: хорошая и легкая изоляція при высокихъ напряженіяхъ (до 2000 V), ибо разность напряженій рядомъ расположенныхъ проволокъ незначительна; легкое изготовленіе и удобство ремонта обмотки; хорошее прикрѣпленіе проволокъ къ спицамъ, чѣмъ избѣгается скольженіе (плоскіе барабаны для этой цѣли снабжаются особыми выступами) и уравновѣшивается дѣйствіе центробѣжной силы, по этой причинѣ допустима большая скорость на окружности; легкая вентиляція вслѣдствіе большой поверхности охлажденія. Число пластинокъ коллектора можетъ быть сдѣлано равнымъ числу проволокъ z_a (важно при маломъ количествѣ витковъ). **Недостатки кольца**: внутренніе витки требуютъ бо́льшаго количества проволоки; въ этихъ виткахъ при разсѣиваніи силовыхъ линій индуктируются вредные токи, а равно увеличивается обратное дѣйствіе якоря.

Преимущества барабана: лучшее распредѣленіе магнетизма, ибо токъ силовыхъ линій не претерпѣваетъ значительныхъ отклоненій (вслѣдствіе этого $\mathfrak{B}_{\prime\prime}$ больше), меньшее сопротивленіе якоря и вслѣдствіе обратнаго дѣйствія якоря болѣе выгодная утилизація проволоки (15 — 20% экономіи); простая обмотка при многополюсныхъ машинахъ съ двумя только щетками; возможность изготовленія обмотки по шаблону.

3. Обмотка магнитовъ *).

α. Разсчетъ магнитной обмотки.

Для того, чтобы заставить проходить токъ силовыхъ линій $\mathfrak{S}_a$ черезъ якорь, необходимо имѣть на возбуждающихъ индукторахъ (электромагнитахъ) опредѣленное число амперовитковъ (AW), опредѣляемое при помощи уравненій стр. 962 и 967. Для этой цѣли диномомашина разсматривается какъ замкнутый магнитный кругъ, черезъ отдѣльныя части котораго (якорь, воздушные промежутки, рама электромагнитовъ) проходитъ токъ силовыхъ линій.

Для каждой отдѣльной такой части имѣетъ мѣсто ур. 1. стр. 962.

$$\mathfrak{F} = \mathfrak{S}\mathfrak{N}.$$

На основаніи стр. 967 магнито-движущая сила $\mathfrak{F}$ равна:

$$\mathfrak{F} = 0{,}4\pi z J. = 0{,}4\pi \text{ амперовитковъ (AW)},$$

если J выражено въ A $(= 10^{-1} c^{1/2} g^{1/2} s^{-1})$;
изъ означенныхъ двухъ уравненій выводимъ:

$$\text{Амперовитокъ (AW)} = 0{,}8\ \mathfrak{S}\mathfrak{N} \text{ (ибо } 1 : 0{,}4\pi \backsim 0{,}8).$$

Пусть l средній путь, проходимый токомъ силовыхъ линій въ разсматриваемой части въ cm, q сѣченіе этой части въ qcm, тогда имѣемъ

для воздуха $AW = 0{,}8\,\mathfrak{B}\,l$, для желѣза $AW = 0{,}8\,\mathfrak{H}\,l$,
гдѣ $\mathfrak{B} = \mathfrak{S} : q$, $\mathfrak{H} = \mathfrak{B} : \mu$; для воздуха $\mu = 1$.

---

*) По G. Kapp, Dynamomaschinen, 3 изд. 1899, Berlin.

НТБ ДНУЖТ

По разсчетнымъ даннымъ для якоря и при предварительномъ проектированіи магнитной станины (см. стр. 990), опредѣляются величины $\mathfrak{S}$, $\mathfrak{B}$, q и l; $\mathfrak{H}$ получается при помощи кривой намагничиванія для соотвѣтственной величины $\mathfrak{B}$ (въ желѣзѣ) (см. стр. 960). Вмѣсто этой кривой можно пользоваться нижеслѣдующей таблицей, въ которой $\mathfrak{B}$ дана какъ функціи $\mathfrak{H}' = 0{,}8\,\mathfrak{H}$, такъ что:

$$AW = \mathfrak{H}'\, l,$$

т.-е. $\mathfrak{H}'$ есть то число амперовитковъ, которое необходимо для того, чтобы токъ силовыхъ линій $\mathfrak{B}$ заставить проходить черезъ 1 cm желѣза.

Таблица намагничиванія *).

$\mathfrak{B}$	Число амперовитковъ для 1 cm пути силовыхъ линій				$\mathfrak{B}$	Число амперовитковъ для 1 cm пути силовыхъ линій		
	Лист. желѣзо для якорей	Литое желѣзо	Сварочное желѣзо	Чугунъ		Лист. желѣзо для якорей	Литое желѣзо	Сварочное желѣзо
2000	0,36	0,46	0,55	2,00	11500	3,35	4,22	5,89
3000	0,54	0,69	0,78	3,50	12000	3,80	4,75	6,18
4000	0,72	0,91	1,07	5,45	12500	4,33	5,95	7,53
5000	0,90	1,14	1,36	8,20	13000	5,05	6,30	8,95
6000	1,10	1,37	1,64	13,65	13500	5,90	7,45	11,30
7000	1,34	1,65	1,97	26,75	14000	7,00	9,25	13,75
8000	1,62	2,00	2,42	50,25	14500	8,80	12,45	21,5
9000	2,00	2,43	2,91	81,25	15000	12,0	17,85	29,0
9500	2,17	2,70	3,26	98,75	15500	18,1	26,1	46,0
10000	2,42	3,00	3,63	118,0	16000	35,0	51,0	65,0
10500	2,68	3,35	4,13	136,5	17000	79,0	96,0	112,0
11000	3,00	3,75	4,64	160,0	18000	135,0	156,0	173,0

Пояснимъ на примѣрѣ вышеуказанный методъ разсчета.

Примѣръ. Предположимъ, что размѣры якоря разсчитаны и по нимъ составленъ предварительный проектъ магнитной станины. Для опредѣленія числа амперовитковъ (AW) на индукторахъ (стержняхъ электромагнитовъ) разсматриваемъ отдѣльно якорь, воздушные промежутки и станину. Всѣ размѣры въ **cm**.

1. **Якорь.** $\mathfrak{S}_a$, q_a, $\mathfrak{B}_a$ извѣстны, l_a измѣряемъ приблизительно на чертежѣ (черт. 15); изъ вышеприведенной таблицы беремъ значеніе $\mathfrak{H}'_a$, соотвѣтствующее данному $\mathfrak{B}_a$, и имѣетъ:

$$AW_a = \mathfrak{H}'_a\, l_a.$$

Если на якорѣ имѣются зубцы, то для нихъ производится особый разсчетъ; q_z представляетъ тогда поперечное сѣченіе всѣхъ зубцовъ, находящихся въ данный моментъ передъ

*) По Канну, Electromechanische Konstruktionen, 2 изд. 1902, Берлинъ.

НТБ ДНУЖТ

однимъ изъ полюсовъ. Выборъ $\mathfrak{B}_z$ см. стр. 984. Если l_z высота зубца, то $\overline{\mathrm{AW}_z} = 2\mathfrak{H}'_z l_z$.

2. **Воздушные промежутки.** $\mathfrak{S}_l = \mathfrak{S}_a$; $l_l = 2\delta$, если δ разстояніе между сердечникомъ якоря и поверхностью башмака; $q_l \backsim \lambda b$, если λ дуга и b ширина полюсной арматуры; $\mathfrak{B}_l = \mathfrak{S}_l : q_l$, слѣд:

$$\mathrm{AW}_l = 1{,}6\,\mathfrak{B}_l \delta.$$

3. **Станина для магнитовъ.** Извѣстная часть силовыхъ линій $\mathfrak{S}_m$, возбуждаемыхъ индукторомъ (электромагнитомъ), не проходитъ черезъ якорь, а теряется разсѣиваніемъ. Эта потеря зависитъ, въ общемъ, отъ рода динамо и силы возбужденія, она равна 10 до 30% . Если количество потерянныхъ силовыхъ линій $\mathfrak{S}_s$, то имѣемъ

$$\mathfrak{S}_m = \mathfrak{S}_a + \mathfrak{S}_s.$$

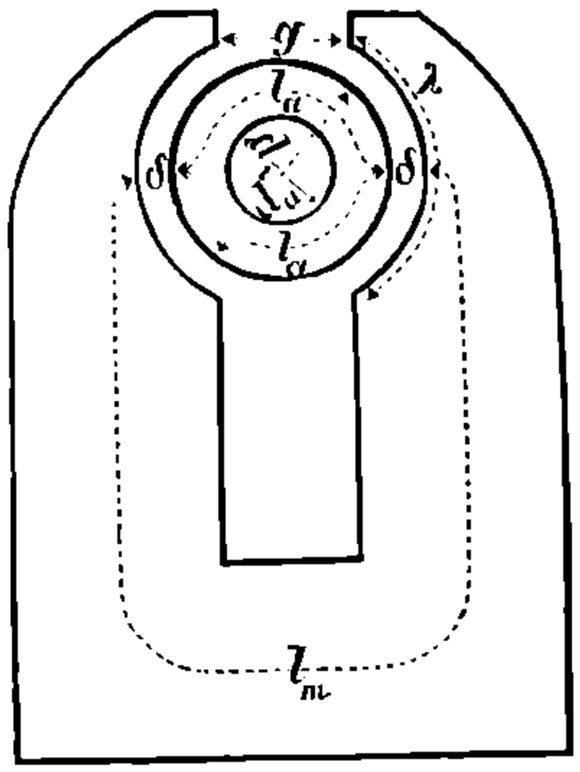
q_m опредѣляемъ въ зависимости отъ допускаемой величины $\mathfrak{B}_m$ (стр 749), l_m берется по проекту; для AW_m (соотвѣтственно AW_a на стр. 991) имѣемъ:

$$\mathrm{AW}_m = \mathfrak{H}'_m l_m.$$

Если магнитная станина состоитъ изъ нѣсколькихъ частей различнаго сѣченія или матеріала, то разсчетъ долженъ быть произведенъ для каждой части отдѣльно.

Вслѣдствіе обратнаго дѣйствія якорнаго тока на магнитное поле (сдвиженіе щетокъ) послѣднее въ динамомашинахъ ослабляется (наоборотъ, при двигателяхъ оно усиливается); поэтому для достиженія того же напряженія число амперовитковъ должно быть на 7—15% больше, чѣмъ въ случаѣ якорей безъ тока (см. стр. 982 и слѣд.). По Каппу, потерю эту (AW_g) можно приблизительно опредѣлить слѣд. образомъ. Пусть (см. черт. 15) g разстояніе между концами двухъ полюсныхъ башмаковъ, D діаметръ якоря и δ ширина воздушнаго промежутка (значеніе z_a см. стр. 982), тогда имѣемъ:

Черт. 15.



$$\mathrm{AW}_g \backsim z_a J \frac{g}{\pi\,(D + 2\,\delta)}.$$

Слѣдовательно, общее число амперовитковъ, необходимое для намагничиванія:

$$\mathrm{AW} = \mathrm{AW}_a + \mathrm{AW}_l + \mathrm{AW}_m + \mathrm{AW}_g = i_m z_m.$$

Въ послѣдовательныхъ машинахъ i_m дано (либо равно J, либо, въ случаѣ параллельнаго соединенія, равно дробной части J). Въ шунтъ-машинахъ i_m ограничивается допускаемой потерей (см. стр. 993); этимъ опредѣляется также и z_m.

НТБ ДНУЖТ

Длина средняго витка L_m (въ m) при первоначальномъ разсчетѣ задается приблизительно; сопротивленіе обмотки r_m опредѣляется по допускаемой потерѣ напряженія e_m (въ шунтовыхъ машинахъ, въ видахъ возможности ихъ регулированія, e_m принимаютъ отъ 0,6 до 0,8 e); имѣемъ:

$$r_m = e_m : i_m.$$

Отсюда имѣемъ сѣченіе q_d проволоки въ обмоткѣ индуктора (въ qmm) (плотность тока 2 a/qmm);

$$q_d = \frac{1}{55}\frac{L_m}{e_m} \text{ AW}.$$

Наконецъ, сѣченіе повѣряется еще на нагрѣваніе.

Нагрѣваніе. Въ зависимости отъ обстоятельствъ (вентиляція якоря, мѣсто установки), Каппъ считаетъ отъ 10 до 16 qcm катушечной поверхности на каждый уаттъ, потерянный въ сопротивленіи. Повышеніе температуры (допускается на 10° C больше чѣмъ у якоря, т.-е. 60 до 70° C), по Каппу, въ градусахъ равно

$$i = \frac{280\,\mathfrak{E}}{O} \text{ до } \frac{320\,\mathfrak{E}}{O},$$

гдѣ $\mathfrak{E}$ потеря въ уаттахъ, O поверхность въ qcm. Слѣдуетъ принимать въ разсчетъ, что сопротивленіе мѣдной проволоки увеличивается на 0,4% при повышеніи температуры на 1°; подробнѣе см. стр. 964 и слѣд.

β. Магниты.

Магнитная станина выбирается такъ, чтобы всѣ части ея были легко доступны, и магнитное сопротивленіе ея было возможно мало. Вслѣдствіе этого короткая компактная форма индукторовъ, большое сѣченіе ярма (соединительной части); для уменьшенія сопротивленія воздуха употребляются полюсные башмаки большой поверхности; станина должна состоять изъ возможно меньшаго количества надежно соединенныхъ между собою частей; равномѣрно искривленный путь силовыхъ линій долженъ совпадать съ направленіемъ волоконъ желѣза.

Станины малыхъ машинъ (до 15 килоуаттовъ по большей части двухполюсныя) часто отливаются изъ одного куска вмѣстѣ съ подшипниками. Въ бо́льшихъ машинахъ, при употребленіи чугуна, обладающаго большимъ магнитнымъ сопротивленіемъ при слабой степени насыщенія, получаются очень большія поперечныя сѣченія, и вѣса, такъ что для индукторовъ (электромагнитовъ) требуется много мѣдной проволоки. Поэтому въ послѣднее время индукторы стали изготовлять изъ листовъ сварочнаго желѣза или же всю станину

НТБ ДНУЖТ

изъ литой стали, литого желѣза или чугуна съ прибавкой алюминія, чѣмъ достигаютъ экономіи въ вѣсѣ и проволокѣ; послѣдняя экономія тѣмъ значительнѣе, чѣмъ меньше периметръ индуктора относительно его сѣченія (наивыгоднѣйшее— кругъ).

Для возможности легкаго регулированія и повышенія напряженія на случай заряженія аккумуляторовъ, степень насыщенія $\mathfrak{B}_m$ не слѣдуетъ брать слишкомъ высокой; для чугуна рекомендуется $\mathfrak{B}_m = 5000 - 6000$ силовыхъ линій на qcm, для литого желѣза и стали $\mathfrak{B}_m = 10000 - 12000$ линій/qcm, такъ что сѣченіе при желѣзныхъ индукторахъ составляетъ $1^1/_3$ до $1^1/_2$ раза сѣченіе якоря.

Послѣднее обстоятельство уменьшаетъ разсѣиваніе; съ этой цѣлью слѣдуетъ избѣгать также острыхъ угловъ и реберъ; машина тщательно изолируется, особенно если якорь расположенъ внизу; обмотка должна быть доведена, по возможности, ближе къ полюсамъ, и разстояніе между концами полюсныхъ башмаковъ должно быть достаточно велико, а самые полюсные башмаки должны быть изготовлены отдѣльно изъ мягкаго желѣза. Всеобщая компанія электричества, въ Берлинѣ (A. E. G.), при малыхъ машинахъ примѣняетъ сомкнутую станину, которою одновременно достигается постепенное ослабленіе магнитнаго поля, и тѣмъ избѣгается образованіе искръ. Послѣднее достигается также эксцентричною расточкою полюсныхъ башмаковъ, такъ чтобы увеличить воздушный промежутокъ δ по направленію къ концамъ.

Для уменьшенія вихревыхъ токовъ, которые особенно развиваются у концовъ полюсныхъ башмаковъ при якоряхъ съ пазами (вслѣдствіе измѣненія $\mathfrak{B}_m$ при проходѣ мимо полюсовъ зубцовъ и впадинъ), полюсные башмаки часто дѣлятъ на части пазами или же дѣлаютъ ихъ составными изъ листовъ.

Для легкости производства обмотки (на токарномъ станкѣ), равно для легкости замѣны ея при починкахъ, рекомендуется обмотку дѣлать на латунномъ или картонномъ каркасѣ, который надвигается на стержень. Толщина каркаса отъ 1,5 до 3 mm.

Вѣсъ системы магнитовъ на 1 киловаттъ производительности = 40 до 80 kg.

4. Собиратели токовъ (коллекторы) и щетки (контакты).

1. На изготовленіе коллектора должно быть обращено особенное вниманіе. Отдѣльные элементы (пластинки), толщиною 6 до 10 mm; отливается полное кольцо изъ фосфористой бронзы, которое впослѣдствіи разрѣзается на отдѣльныя

НТБ ДНУЖТ

пластинки, или пластинки тянутся изъ красной мѣди. Изоляція рядомъ расположенныхъ пластинокъ при помощи листовъ слюды (рѣже асбеста), прессованнаго картона толщиною 0,6 до 1,0 mm въ зависимости отъ разности напряженій; пластинки коллектора прочно соединяются между собою коническими винтами на одной общей втулкѣ. Коллекторъ устраивается съемнымъ. Начало и конецъ каждыхъ двухъ сосѣднихъ катушекъ соединяются въ одну общую проволоку, послѣдняя прикрѣпляется къ коллектору посредствомъ винта или припоемъ (при сильныхъ токахъ обязательно). Въ большихъ, медленно вращающихся машинахъ, съ цилиндрическимъ якоремъ и внутренними полюсами, щетки скользятъ по наружной цилиндрической поверхности якоря, служащей коллекторомъ. При мѣдныхъ щеткахъ на каждые 100 амперъ считаютъ 3 cm ширины коллектора, при угольныхъ щеткахъ въ $1^1/_2$ или 2 раза больше.

2. Металлъ для щетокъ болѣе мягкій, чѣмъ металлъ для коллектора. Щетки изъ плоскихъ планочекъ или плоскихъ пучковъ проволоки должны плотно прикасаться (и въ то же время пружинить) къ поверхности коллектора и имѣть приспособленія для точной установки и передвиженія. Каждая щетка должна состоять, по крайней мѣрѣ, изъ двухъ рядомъ расположенныхъ частей, для возможности замѣны щетокъ во время дѣйствія машины.

Угольныя щетки преимущественно при моторахъ, въ особенности въ случаѣ перемѣннаго направленія вращенія. Площадь соприкосновенія для мѣдныхъ щетокъ 3,5 до 4,5 qmm/A, при латунныхъ щеткахъ 5 до 7 qmm/A, при угольныхъ отъ 12 до 25 qmm/A. При небольшомъ напряженіи принимаютъ большія числа. Щетка должна прикрывать приблизительно полуторную толщину пластинки. Ширина щетокъ отъ 30 до 50 mm.

3. Щетки должны быть постоянно устанавливаемы такъ, чтобы **искръ было, по возможности, меньше.** Точки соприкосновенія щетокъ съ окружностью коллектора при этомъ будутъ приблизительно совпадать съ точками наибольшей разности напряженій. Въ двухполюсныхъ машинахъ точки эти находятся на концахъ діаметра, отклоненнаго отъ нейтральной оси магнитнаго поля на опредѣленный уголъ (въ генераторахъ по направленію вращенія, а въ моторахъ въ обратномъ направленіи). Этотъ уголъ увеличивается съ увеличеніемъ обратнаго дѣйствія якорнаго тока.

5. Конструкція.

1. **Оси** должны быть конструированы прочнѣе, чѣмъ въ другихъ машинахъ, съ тѣмъ, чтобы избѣжать колебаній и

НТБ ДНУЖТ

отсюда происходящаго расшатыванія якоря, образованія искръ и т. д. Въ хорошихъ конструкціяхъ, въ зависимости отъ разстоянія между подшипниками,

$$d = 16\sqrt[3]{\frac{N}{n}} \text{ до } 23\sqrt[3]{\frac{N}{n}}, \text{ гдѣ}$$

d діам. оси въ cm, n число оборотовъ въ минуту.

Въ виду большого числа оборотовъ, слѣдуетъ особенно заботиться о хорошей смазкѣ; подшипники должны быть, по возможности, длиннѣе ($l : d \backsim 2$ до 4, послѣднее число для малыхъ машинъ); цѣльныхъ втулокъ слѣдуетъ избѣгать. При кольцевой смазкѣ на каждые 350 mm длины подшипника одно металлическое кольцо. Шаровые подшипники примѣняются рѣдко. Укрѣпленіе якоря на оси должно быть, по возможности, прочнѣе; оно производится посредствомъ латунныхъ или бронзовыхъ втулокъ. Въ небольшихъ барабанныхъ якоряхъ желѣзные диски удерживаются непосредственно на валу шпонками.

2. **Ременные шкивы** должны быть, по возможности, больше и шире; ремни должны быть гладки и безъ толстыхъ швовъ (клееные). Скорость ремня въ малыхъ машинахъ 4 до 10 m/sk. а въ большихъ до 28 m/sk; дальнѣйшее см. ч. I, стр. 691 и слѣд. **Установка** производится на фундаментѣ съ полозьями; передвиженіемъ машины на полозьяхъ (при помощи винтовъ) достигается съ удобствомъ натяженіе ремня во время дѣйствія машины. Для дѣйствія динамомашины, если возможно, лучше употреблять **отдѣльный двигатель** съ возможно болѣе равномѣрнымъ ходомъ (для машинъ, питающихъ лампы накаливанія, допускается не больше 1%, а лампы съ вольтовой дугой—до 4% разницы въ числѣ оборотовъ).

Въ особенности вредитъ лампочкамъ накаливанія неравномѣрность хода кривошипнаго механизма двигателя; вслѣдствіе этого требуются большія маховыя колеса; см. ч. I, стр. 861.

Въ случаяхъ сильныхъ колебаній нагрузки парового котла и возможныхъ вслѣдствіе этого колебаній давленія въ котлѣ, для электрическаго освѣщенія можетъ потребоваться установка отдѣльнаго котла.

6. Потери въ машинахъ постояннаго тока во время работы.

1. Электрическія потери:
   a) нагрѣваніе якоря токомъ (2 до 4%);
   b) » токомъ обмотки индуктора (1,5 до 4%);
   c) гистерезисъ и вихревые токи (1 до $2{,}5\%$, см. стр. 961 и 985);

НТБ ДНУЖТ

d) самоиндукція въ катушкахъ, коротко замыкаемыхъ щетками, и обратное дѣйствіе якорнаго тока на магнитное поле; постоянная потеря при этомъ незначительна, но она тѣмъ важна, что при ней требуется большее количество (на 7 до 15%) силовыхъ линій (см. стр. 989).

2. Потери вслѣдствіе недостатковъ конструкціи и исполненія:
   e) неправильная и недостаточно прочная изоляція (машины въ этомъ случаѣ скоро приходятъ въ негодность, особенно въ сырыхъ помѣщеніяхъ);
   f) магнитное короткое замыканіе (отклоненіе силовыхъ линій близлежащимъ желѣзомъ).
3. Механическія потери:
   g) треніе въ подшипникахъ, осяхъ и щеткахъ, сопротивленіе воздуха (3 до 10%).

Сумма потерь c) и g) въ малыхъ машинахъ приблизительно равна суммѣ потерь a) и b); въ большихъ машинахъ она, напротивъ того, часто больше. **Общая потеря** въ малыхъ машинахъ постояннаго тока до 20%, въ большихъ до 10% отъ работы, передаваемой двигателемъ на динамомашину постояннаго тока.

7. Размѣры и вѣса машинъ постояннаго тока.

При одинаковомъ объемѣ обмотки электродвижущая сила мѣняется пропорціонально числу **оборотовъ якорной обмотки.** Производительность въ уаттахъ для данной величины машины постояннаго тока постоянна, т.-е. не зависитъ отъ числа оборотовъ якорной обмотки; при увеличеніи числа оборотовъ обмотки она нѣсколько уменьшается, такъ какъ необходимый для изоляціи объемъ сильнѣе увеличивается.

При измѣненіи якорной обмотки число оборотовъ и сѣченіе индукторной обмотки должно быть измѣнено въ томъ же соотношеніи.

По Каппу, если размѣры машины постояннаго тока увеличиваются въ $1 : m$ разъ, то работа, которая можетъ быть передаваема этою машиною, возрастаетъ въ $m^{2,5}$ раза **въ** предположеніи, что скорость на окружности, степень нагрѣванія и образованіе искръ остаются одинаковыми; скорость на окружности у большихъ машинъ можетъ, однако, быть увеличена, отчего получается еще бóльшая производительность. Число оборотовъ и вѣсъ многополюсныхъ машинъ (рѣдко строятся менѣе, чѣмъ на 5 килоуаттъ) меньше, чѣмъ у двухполюсныхъ машинъ того же размѣра.

По Fischer-Hinnen'у, **вѣсъ** машины постояннаго тока въ kg:

$$G = 175\ K^{2/3},$$

если K производительность машины при 1000 оборотовъ въ минуту въ килоуаттахъ (т. наз. удѣльная производительность); приблизительно $^1/_5$ вѣса G падаетъ на якорь. Для малыхъ машинъ формула даетъ отклоненія въ $\pm$ 30%.

НТБ ДНУЖТ

Таблицу исполненныхъ динамомашинъ постояннаго тока см. въ концѣ отдѣла.

d. Электромоторы постояннаго тока.

1. **Конструкція.** Электромоторы постояннаго тока конструируются такъ же, какъ и динамомашины постояннаго тока. При этомъ, однако, для малыхъ моторовъ иногда ставятся нѣсколько иныя требованія; напр., требуется компактная конструкція, малый вѣсъ, дешевизна машины и хорошая степень полезнаго дѣйствія; послѣднее особенно важно при работѣ съ перерывами (подъемники для людей). Нѣкоторыя фирмы придаютъ магнитной станинѣ форму коробки, отчасти закрывающей движущіяся части; хотя при этомъ части становятся менѣе доступными, но онѣ лучше защищены отъ поврежденій, что для моторовъ, работающихъ часто безъ надзора, представляетъ удобство.

2. **Разсчетъ.** Электродвижущая сила (см. стр. 982):

$$E = \frac{1}{10^8} \mathfrak{S}_a z_a \frac{n}{60} \text{ V}.$$

Напряженіе въ зажимахъ (см. стр. 961):

$$e = J\ (R_a + R_d) + E.$$

Для **шунтовыхъ электромоторовъ**, включенныхъ въ цѣпь постояннаго напряженія, величина $\mathfrak{S}_a$ почти постоянна (измѣненія этой величины происходятъ только вслѣдствіе измѣненія разсѣиванія и обратнаго дѣйствія якоря). Число оборотовъ въ минуту получается по:

$$n = \frac{10^8\,(e - J\,R_a)\,60}{\mathfrak{S}_a z_a}.$$

При наибольшей силѣ тока въ шунтовыхъ электромоторахъ $J\ R_a$ составляетъ только нѣсколько процентовъ отъ e, поэтому число оборотовъ подъ нагрузкой уменьшается въ сравненіи съ числомъ оборотовъ при ходѣ порожнемъ только приблизительно на $(100\ J\ R_a : e)\ \%$. Если искусственно уменьшать $\mathfrak{S}_a$ включеніемъ сопротивленія въ цѣпь возбудителя, то число оборотовъ увеличивается; если же включить сопротивленіе въ якорную цѣпь (т.-е. увеличить R_a), то число оборотовъ уменьшается. То и другое видно изъ приведенной формулы.

При **послѣдовательныхъ электромоторахъ** $\mathfrak{S}_a$ представляетъ функцію силы тока. Электродвигатель вращается тѣмъ быстрѣе, чѣмъ меньше $\mathfrak{S}_a$, т.-е. съ увеличеніемъ числа оборотовъ уменьшается $\mathfrak{S}_a$. Ненагруженные послѣдовательные моторы могутъ «понести», если они включены въ сѣть (приблизительно) постояннаго напряженія. Электромоторы эти обладаютъ большой силой при трогани съ мѣста, поэтому реко-

НТБ ДНУЖТ

мендуются для городскихъ желѣзныхъ дорогъ и подъемныхъ крановъ. Въ этомъ случаѣ, въ виду особенности нагрузки и хорошаго ухода, нѣтъ основанія опасаться, что двигатель «понесетъ».

Опредѣленіе величины электромотора см. приводимыя ниже данныя о многофазныхъ электромоторахъ.

3. Приспособленія для пуска въ ходъ. Для пуска въ ходъ шунтового электромотора слѣдуетъ сначала включить весь возбудитель, затѣмъ включаютъ якорь, къ которому предварительно присоединено добавочное сопротивленіе, и затѣмъ постепенно выключаютъ это сопротивленіе. При выключеніи электромотора сначала постепенно выключается якорь, и затѣмъ уже мало-по-малу уменьшаютъ возбужденіе тока. Слѣдуетъ комбинировать пусковые реостаты и магнитный выключатель такимъ образомъ, чтобы не могло произойти ошибки въ послѣдовательномъ порядкѣ включенія и выключенія. При большихъ шунтовыхъ двигателяхъ, которые пускаются въ ходъ подъ нагрузкой, реостаты металлическіе становятся слишкомъ громоздки, и приходится прибѣгать къ жидкимъ реостатамъ. Послѣдовательные моторы при пускѣ въ ходъ менѣе чувствительны, при этомъ вполнѣ достаточны реостаты средняго сопротивленія или особое включеніе магнитныхъ катушекъ (напр. на городскихъ желѣзныхъ дорогахъ).

Таблицу исполненныхъ электромоторовъ постояннаго тока см. въ концѣ отдѣла.

B. Одно- и многофазныя машины перемѣннаго тока.

a. Общія данныя о перемѣномъ токѣ.

Промежутокъ времени между двумя нулевыми значеніями перемѣннаго тока называется перемѣной, а двойной промежутокъ этого же времени — періодомъ. На черт. 16 вся длина представляетъ двѣ перемѣны (=одному періоду).

Число періодовъ у машинъ перемѣннаго тока для освѣщенія въ настоящее время общеупотребительно 50/sk. Исключительно для передачи силы на разстояніе принимаютъ иногда меньшее число, напр. 25 періодовъ.

Въ техникѣ перемѣннаго тока время измѣряется углами, причемъ принимаютъ время полнаго періода $=2\pi$ или $=360^{0}$.

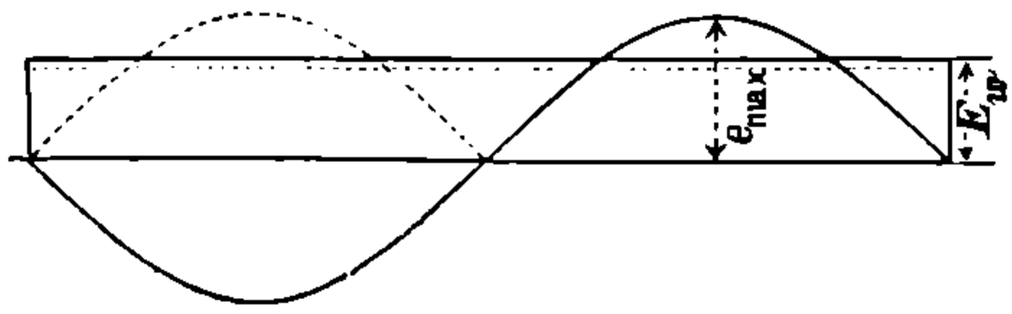
Для мгновеннаго значенія (въ каждомъ мѣстѣ волны) напряженія и силы тока сохраняются тѣ же законы, что и для постояннаго тока. Эффективное напряженіе, составляемое изъ отдѣльныхъ мгновенныхъ значеній (назыв. иногда напряженіемъ перемѣннаго тока), опредѣляется такимъ образомъ, чтобы динамическое и термическое дѣйствіе, производимое перемѣннымъ токомъ, было такое же, какъ и отъ по-

НТБ ДНУЖТ

стояннаго тока. Эффективное напряженіе поэтому не будетъ среднимъ алгебраическимъ (средне-ариеметическая) изъ мгновенныхъ значеній этого напряженія, а корень квадратный изъ средняго значенія квадратовъ (средне-квадратическая) этихъ величинъ:

$$E = \sqrt{\frac{\int e^2 . d\,t}{t}};$$

Черт. 16.



направленіе напряженій здѣсь въ разсчетъ не принимается. Если кривая напряженій представляетъ синусоиду, принимаемую обыкновенно въ основу разсчетовъ (хотя часто встрѣчаются и отступленія), то эффективное напряженіе перемѣннаго тока:

$$E_w = \frac{e_{max}}{\sqrt{2}} = 0{,}707\, e_{max},$$

гдѣ e_{max} наибольшее значеніе высоты волны, представляющей напряженіе. Подобнымъ же образомъ опредѣляется сила перемѣннаго тока:

$$J_w = \sqrt{\frac{\int i^2 . dt}{t}}.$$

На черт. 16 эффективное напряженіе перемѣннаго тока представлено въ видѣ сплошной прямой, а среднее значеніе изъ мгновенныхъ напряженій — въ видѣ пунктирной прямой. Перемѣнный токъ, напряженіе котораго мѣняется по указанной кривой, проходя черезъ лампу накаливанія, даетъ тотъ же эффектъ, какъ и токъ постоянный напряженія E_w, почему лампы накаливанія, изготовленныя для тока постояннаго, могутъ быть питаемы также и перемѣннымъ токомъ того же эффективнаго напряженія. Приборы для измѣренія напряженія перемѣннаго тока регулируются такъ же, какъ и для постояннаго тока.

Для машинъ перемѣннаго тока, работающихъ на безъиндукціонное сопротивленіе — лампы накаливанія, нагрѣвательные приборы, — имѣетъ мѣсто **законъ Ома** (стр. 962): $J = E : R$, гдѣ подъ E подразумѣваются вышеприведенныя значенія величины E_w эффективнаго напряженія, а подъ J величина J_w — силы перемѣннаго тока. При безъиндукціонномъ сопротивленіи мгновенныя значенія для силы тока пропорціональны тѣмъ же значеніямъ для напряженія тока. Сила тока достигаетъ maximum а одновременно съ maximum'омъ напряженія и одновременно съ нимъ дѣлается равнымъ нулю.

НТБ ДНУЖТ

Совершенно другія явленія имѣютъ мѣсто при индукціонной нагрузкѣ (особенно при нагрузкѣ двигателями, дуговыми лампами, трансформаторами ненагруженными); въ этомъ случаѣ сила тока относительно напряженія сдвигается въ фазѣ.

Вмѣсто закона Ома, для всей цѣпи имѣетъ мѣсто уравненіе:

$$e = L\frac{di}{dt} + iR,$$

гдѣ L коэффиціентъ самоиндукціи (стр. 969), e и i мгновенныя значенія для напряженія и силы тока.

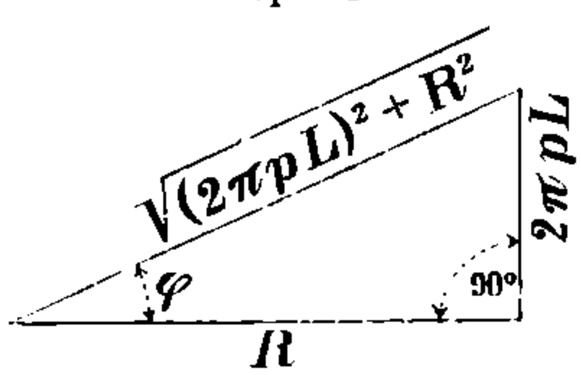
При синусоидальной формѣ кривой перемѣннаго тока имѣемъ для эффективнаго напряженія и эффективной силы тока:

$$J = \frac{E}{\sqrt{(2\pi p L)^2 + R^2}},$$

гдѣ p число періодовъ въ секунду.

Уравненіе это соотвѣтствуетъ вполнѣ закону Ома, если вмѣсто сопротивленія подставить величину $\sqrt{(2\pi p L)^2 + R^2}$. Эта величина, называемая «препятствіемъ» (Impedanz) или кажущимся сопротивленіемъ цѣпи (причемъ R омовое сопротивленіе цѣпи), опредѣляется по чертежу 17 графически. Получаемый при этомъ уголъ φ имѣетъ въ техникѣ перемѣннаго тока большое значеніе. Онъ представляетъ одновременно тотъ уголъ, на которой передвинуты другъ относительно друга кривыя напряженій и силы тока при синусоидальной формѣ этихъ кривыхъ (уголъ запаздыванія).

Черт. 17.



Если

$$e = e_{max} \sin \alpha, \quad \text{то}$$

$$c = i_{max} \sin (\alpha - \varphi).$$

Значеніе $\cos \varphi$ называютъ множителемъ производительности. Если сила тока и напряженіе сдвинуты другъ относительно друга въ фазѣ, то дѣйствительная производительность (электрическій эффектъ) тока:

$$\mathfrak{E} = E J \cos \varphi \text{ уаттъ}.$$

Эта величина непосредственно указывается электродинамометрами (уаттметрами). Если измѣряютъ въ отдѣльности напряженіе и силу тока, то произведеніе EJ даетъ кажущуюся производительность. Для выясненія дѣйствительной производительности необходимо измѣрить $\cos \varphi$. Для этой цѣли примѣняютъ фазометръ, которымъ измѣряется «безуаттная составляющая» тока $J \operatorname{tg} \varphi$. Когда измѣреніе производится при помощи приборовъ, измѣряющихъ напряженіе, силу

НТБ ДНУЖТ

тока и производительность, то множитель производительности находится по формулѣ изъ

$$\cos\varphi = \frac{\mathfrak{S}}{EJ}.$$

Для опредѣленія надлежащихъ размѣровъ механическаго двигателя, приводящаго въ движеніе машину перемѣннаго тока, необходимо знать хотя бы приблизительное значеніе $\cos\varphi$, ибо нагрѣваніе динамомашины пропорціонально не полезной, а кажущейся ея производительности. Расходъ работы для динамомашины (несмотря на то, что степень полезнаго дѣйствія η при индуктивной нагрузкѣ нѣсколько менѣе, чѣмъ при нагрузкѣ безъ индукціи), однако пропорціоналенъ дѣйствительной производительности. Расходъ работы въ ЛС:

$$N = \frac{EJ\cos\varphi}{736\,\eta}.$$

Различными фирмами обыкновенно указывается допускаемая нагрузка машинъ перемѣннаго тока и синхронныхъ моторовъ для тока безъ индукціи. При индуктивной нагрузкѣ машины-двигатели выбираются соотвѣтственно меньшими или, при данной дѣйствительной производительности, машины перемѣннаго тока выбираются соотвѣтственно бо̀льшими.

Для указанія, что данныя о производительности динамомашинъ подразумѣваются для нагрузки безъ индукціи, пользуются въ этомъ случаѣ выраженіемъ килоуаттамперъ вмѣсто килоуаттъ.

Значеніе $\cos\varphi$ зависитъ главнымъ образомъ отъ числа, величины, нагрузки и конструкціи примѣняемыхъ моторовъ. Моторы, которые, сравнительно съ своими размѣрами, слабо нагружены, значительно уменьшаютъ $\cos\varphi$. Въ городскихъ центральныхъ станціяхъ, когда процентное отношеніе моторовъ относительно освѣтительныхъ машинъ не чрезмѣрно высоко, можно принимать, въ среднемъ, для вечернихъ часовъ $\cos\varphi = 0{,}9$. Днемъ величина $\cos\varphi$ часто уменьшается до 0,7 и ниже.

Количество тепла, образующееся въ цѣпи перемѣннаго тока, не зависитъ отъ сдвига фазъ. Имѣемъ:

$$\mathfrak{S} = J^2 R,$$

гдѣ $\mathfrak{S}$ потеря въ уаттахъ, соотвѣтствующая теплотѣ, производимой въ единицу времени.

Если перемѣнный токъ работаетъ на электростатическій конденсаторъ (напр. на кабель), то зарядный токъ вызываетъ сдвигъ фазъ между силой тока и напряженіемъ, которое имѣетъ мѣсто въ направленіи, обратномъ сдвигу фазъ, происходящему отъ самоиндукціи; поэтому при одновременномъ существованіи нѣкоторой электроемкости (конденсаторъ) и самоиндукціи дѣйствіе обоихъ взаимно-уравновѣшивается. Если перемѣнный токъ работаетъ на конденсаторъ

НТБ ДНУЖТ

и въ проводникахъ нѣтъ ни самоиндукціи, ни омоваго сопротивленія, то сила тока опережаетъ напряженіе на 90°, и токъ называется «безуаттнымъ» или «холостымъ». Случай этотъ, приблизительно, имѣетъ мѣсто въ кабеляхъ, на одномъ концѣ открытыхъ. Безуаттный зарядный токъ при длинныхъ кабеляхъ и большихъ напряженіяхъ часто достигаетъ большой величины. Мгновенное значеніе силы зарядаго тока равно

$$i = C \frac{d e}{d t} 10^{-6} \text{A},$$

гдѣ C электроемкость въ микрофарадахъ.

Эффективная сила зарядаго тока равна

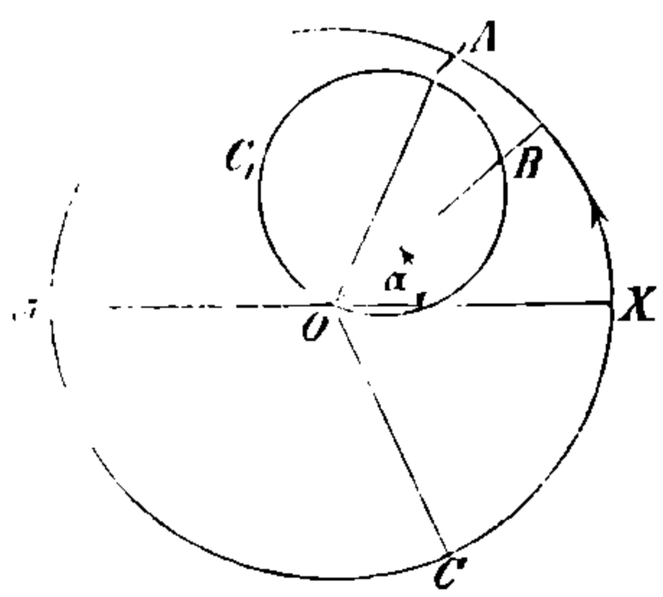
$$J = C\ 2\pi p E\ 10^{-6}\ \text{A},$$

гдѣ p число полныхъ періодовъ/sk, E эффективное напряженіе.

d. Многофазныя системы.

Графическое изображеніе. Вмѣсто изображенія синусоидальныхъ кривыхъ (черт. 16), въ техникѣ перемѣннаго тока съ удобствомъ пользуются полярными діаграммами. При измѣненіи перемѣннаго тока по синусоидѣ полярная діаграмма представляетъ окружность, проходящую черезъ начало координатъ (черт. 18). Въ теченіе одного періода радіусъ-векторъ, начиная отъ положенія $O X$, проходитъ уголъ 2π, $O A$ представляетъ наибольшее значеніе для силы тока или для напряженія. На данномъ положеніи радіуса-вектора окружность полярнаго круга отсѣкаетъ мгновенныя значенія для силы тока и напряженія; напр., отрѣзокъ $O B$ при прохожденіи угла α. Отрѣзки $O C_1$, получаемые на пересѣченіи продолженнаго направленія радіуса-вектора, считаются отрицательными.

Черт. 18.

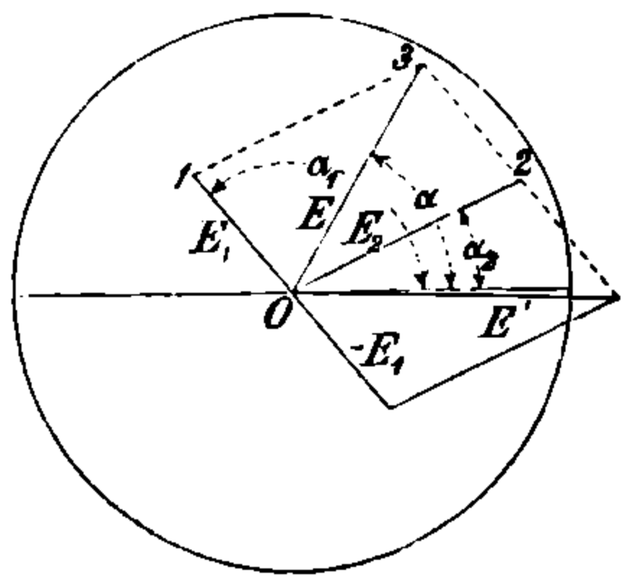


α есть уголъ (во времени), который долженъ пройти радіусъ-векторъ отъ опредѣленнаго начальнаго положенія до достиженія наивысшей точки волны. Два перемѣнныхъ тока имѣютъ «одинаковую фазу», когда они одновременно достигаютъ наибольшихъ значеній или когда для обоихъ токовъ уголъ α одинаковъ; въ противномъ случаѣ оба перемѣнныхъ тока сдвинуты въ фазѣ другъ относительно друга на уголъ $\alpha_1 - \alpha_2$ (черт. 19). Если въ простой или составной цѣпи двѣ синусоидальныя волны для силы тока или напряженія имѣютъ **одинаковое число періодовъ,** то эти волны могутъ быть слагаемы.

НТБ ДНУЖТ

Суммы или разности одновременныхъ мгновенныхъ значеній обѣихъ волнъ образуютъ новую синусоидальную волну, амплитуда и фаза которой (уголъ во времени) находятся при помощи параллелограмма такимъ же точно образомъ, какъ эксцентриситетъ и уголъ предваренія результирующаго эксцентрика у двойныхъ золотниковыхъ пароораспредѣленій (стр. 1109). Если, напр., въ простой цѣпи въ двухъ послѣдовательно соединенныхъ катушкахъ возбуждаются электродвижущія силы E_1 и E_2 съ фазами α_1 и α_2, то результирущая волна для напряженія E съ фазой α находится при помощи параллелограмма 0 1 3 2 (черт. 19). Явленіе измѣняется, если сопротивленіе, напр. лампа накаливанія, включено между двумя проводниками, имѣющими напряженія E_1, E_2 съ различными другъ отъ друга фазами. Въ то время, какъ въ первомъ случаѣ напряженія, одинаково направленныя между собой, суммируются, во второмъ случаѣ имѣетъ значеніе разность напряженій, и необходимо, слѣд., положительное значеніе E_1 одного напряженія сложить съ отрицательнымъ значеніемъ $(-E_2)$ другого, отчего получается напряженіе между проводниками E' (черт. 19).

Черт. 19.



Полярныя окружности, изображающія синусоидальныя волны, обыкновенно вовсе не чертятся; довольствуются тѣмъ, что откладываютъ діаметры подъ опредѣленными углами, выражающими взаимное расположеніе фазъ. Равнымъ образомъ не требуется построенія параллелограмма, а отрѣзки (подобно графостатическимъ построеніямъ) соединяются по правилу веревочнаго многоугольника. Большею частью въ діаграммѣ, вмѣсто наибольшихъ значеній синусоидальныхъ волнъ, откладываются средне-квадратическія значенія (эффективное напряженіе и т. п.).

Омовая потеря напряженія имѣетъ всегда общую фазу съ соотвѣтствующею силою тока и, какъ противоэлектродвижущая сила, $J\ W$ откладывается отрицательной.

Расширеніе законовъ Кирхгофа.

1. Въ сомкнутой цѣпи электродвижущія силы вмѣстѣ съ омовыми и индукціонными потерями напряженій, откладываемыми какъ противоэлектродвижущія силы, при соединеніи по полярной діаграммѣ образуютъ сомкнутый многоугольникъ.

2. Если въ одной точкѣ встрѣчаются нѣсколько перемѣнныхъ токовъ различныхъ фазъ, то токи эти, будучи соединены по полярной діаграммѣ, образуютъ сомкнутый многоугольникъ.

НТБ ДНУЖТ

Во всѣхъ случаяхъ предполагается, что соединяемые токи и напряженія имѣютъ одинаковое число періодовъ.

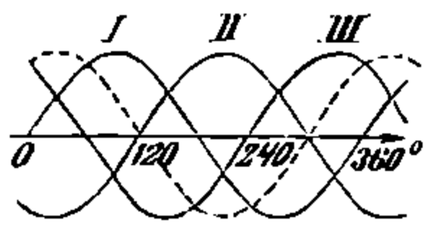
Важнѣйшія многофазныя системы.

Въ **трехфазномъ** токѣ фазы сдвинуты другъ относительно друга на 120° (черт. 20).

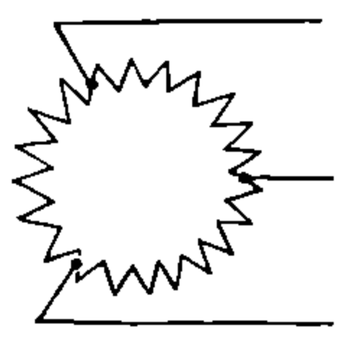
Волна II, которая относительно I отстоитъ (или запаздываетъ) на 120°, можетъ быть замѣнена противоположными значеніями волны (показана пунктиромъ), опережающей волну I на 60°. Для этого необходимо лишь обратное включеніе соотвѣтствующей катушки (черт. 19 и стр. 1011). Поэтому часто говорятъ, что фазы трехфазнаго тока сдвинуты другъ относительно друга на 60°. Фазы трехфазнаго тока всегда между собой соединяются, такъ что вмѣсто 6 проводъ требуется только 3 или 4.

Соединеніе отдѣльныхъ фазъ производится либо закрытымъ соединеніемъ или соединеніемъ треугольникомъ (черт. 21), либо открытымъ или звѣздообразнымъ соединеніемъ (черт. 22). Каждая ломаная линія означаетъ при этомъ общее число послѣдовательно соединенныхъ между собою катушекъ одинаковой фазы. Эти соединенія принято изображать схематически чертежами 23 и 24. Если E_s общее напряженіе катушекъ одной фазы, то напряженіе E_h между двумя главными проводниками

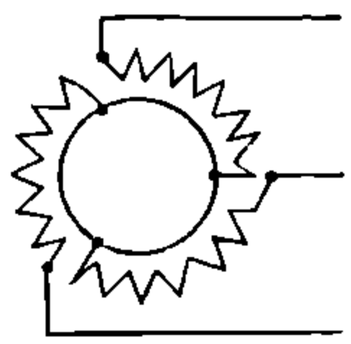
Черт. 20.



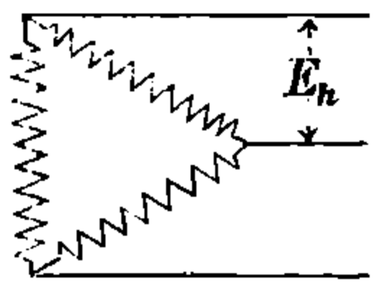
Черт. 21.



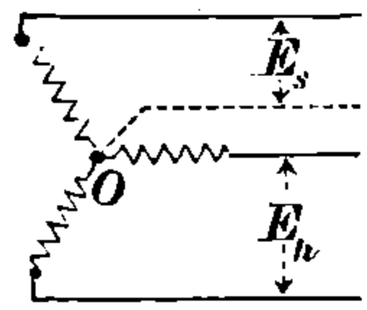
Черт. 22.



Черт. 23.



Черт. 24.



при соединеніи треугольникомъ $E_h = E_s$,

при звѣздообразномъ соединеніи $E_h = E_s \sqrt{3}$.

Напряженіе фазы E_p, т.-е. напряженіе между наружнымъ проводникомъ и воображаемымъ или существующимъ нулевымъ проводомъ, равно

при соединеніи треугольникомъ: $E_p = E_s \frac{1}{\sqrt{3}}$,

при звѣздообразномъ соединеніи $E_p = E_s$.

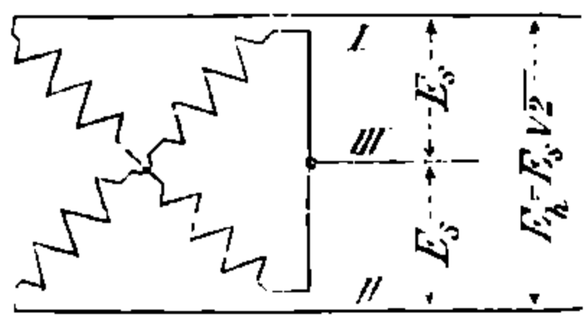
Въ обоихъ случаяхъ имѣемъ: $E_h = E_p \sqrt{3}$.

Въ **двухфазномъ** токѣ фазы сдвинуты другъ относительно друга на 90°. Оба провода каждой фазы либо ведутся независимо (4 провода), или фазы между собой соединяются (3 провода). Для двухфазнаго тока наиболѣе употребительно

НТБ ДНУЖТ

соединеніе, показанное на черт. 25. Если E_s снова напряженіе въ катушкахъ одной фазы, то напряженіе между проводами I и III, равно какъ и между III и II, каждый разъ E_s, а напряженіе между I и II равно $E_h = E_s \sqrt{2}$. Лампы обыкновенно включаются между проводами I и III, равно и между II и III. Если въ сѣть двухфазнаго тока требуется включить много двигателей, то лампы включаются только между проводами I и II также при помощи однофазныхъ трансформаторовъ перемѣннаго тока; двигатели примѣняются въ этомъ случаѣ двухфазные и въ нихъ вводятъ всѣ три провода.

Черт. 25.



На двухфазную систему съ общимъ обратнымъ проводомъ и вышеприведеннымъ включеніемъ лампъ и двигателей похожа т. наз. моноциклическая система; послѣдняя особенно часто примѣняется въ Америкѣ. Для новыхъ установокъ ею пользуются рѣдко.

c. Конструкція одно- и многофазныхъ машинъ перемѣннаго тока.

Машины низкаго напряженія строятся, какъ и машины постояннаго тока, съ неподвижными магнитами и вращающимся якоремъ; вмѣсто коллектора ставятся сборныя кольца: при однофазномъ перемѣнномъ токѣ два, а при трехфазномъ три.

Машины высокаго напряженія строятся большею частью съ неподвижнымъ якоремъ и вращающеюся магнитною системою для того, чтобы при высокомъ напряженіи избѣжать сборныхъ колецъ. Эта система примѣняется также и для машинъ низкаго напряженія. Вращающаяся и возбуждаемая постояннымъ токомъ система магнитовъ назыв. магнитнымъ колесомъ или индукторомъ. Магнитное колесо обыкновенно вращается внутри якоря (арматуры), рѣже вращающееся магнитное колесо охватываетъ неподвижную арматуру (динамомашины ніагарскаго водопада). Въ случаѣ горизонтальнаго вала послѣдняя конструкція вызываетъ затрудненія, тѣмъ не менѣе иногда имѣетъ примѣненіе, ибо допускаетъ возможность сосредоточить въ магнитномъ колесѣ большія массы (маховое колесо).

Машины съ неподвижною арматурой изготовляются: 1) съ одноименными полюсами (т. наз. индукторный типъ) и 2) съ перемѣнными полюсами.

1) У машинъ съ одноименными полюсами (черт. 26) магнитное колесо представляетъ одинъ большой магнитный

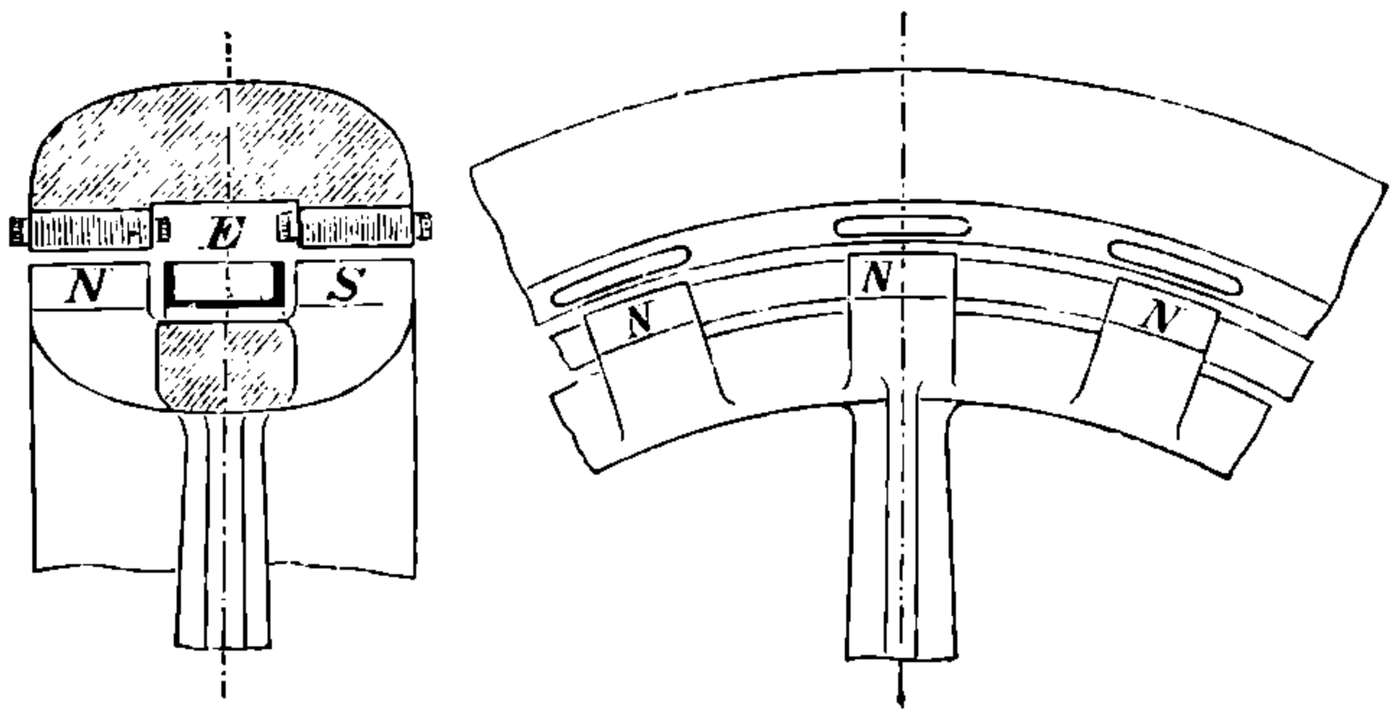
НТБ ДНУЖТ

сердечникъ и одну большую магнитную катушку, охватывающую весь ободъ колеса (сердечника). Къ магнитному колесу прилитъ съ обѣихъ сторонъ рядъ выступовъ, снабженныхъ полюсными желѣзными башмаками, въ промежуткѣ между которыми помѣщается возбудительная катушка, окружающая все колесо; такимъ образомъ на одной сторонѣ колеса образуются только сѣверные полюсы, а на другой только южные (черт. 26). Желѣзо неподвижной арматуры вслѣдствіе этого вращающимся магнитнымъ колесомъ не перемагничивается, а всегда намагничивается и размагничивается въ одномъ и томъ же направленіи въ зависимости отъ того, будетъ ли противъ желѣза арматуры находиться полюсный башмакъ (N, S) или промежутокъ между полюсными башмаками.

Индуктивная сила въ желѣзѣ неподвижной арматуры утилизируется только на половину; машины этого типа требуютъ много желѣза, выходятъ сравнительно тяжелыми и дорогими. Этотъ типъ для машинъ большой производительности примѣняется рѣдко. Малыя машины часто строятся по этому типу въ виду простоты конструкціи индуктора и незначительнаго расхода возбудительнаго тока.

Возбудительная катушка въ этомъ типѣ не насаживается неподвижно на магнитное колесо, а свободно подвѣшивается къ станинѣ; возбудительный токъ къ катушкѣ подводится тогда безъ помощи сборныхъ колецъ, ибо возбудительная катушка не вращается вмѣстѣ съ магнитнымъ колесомъ.

Черт. 26.

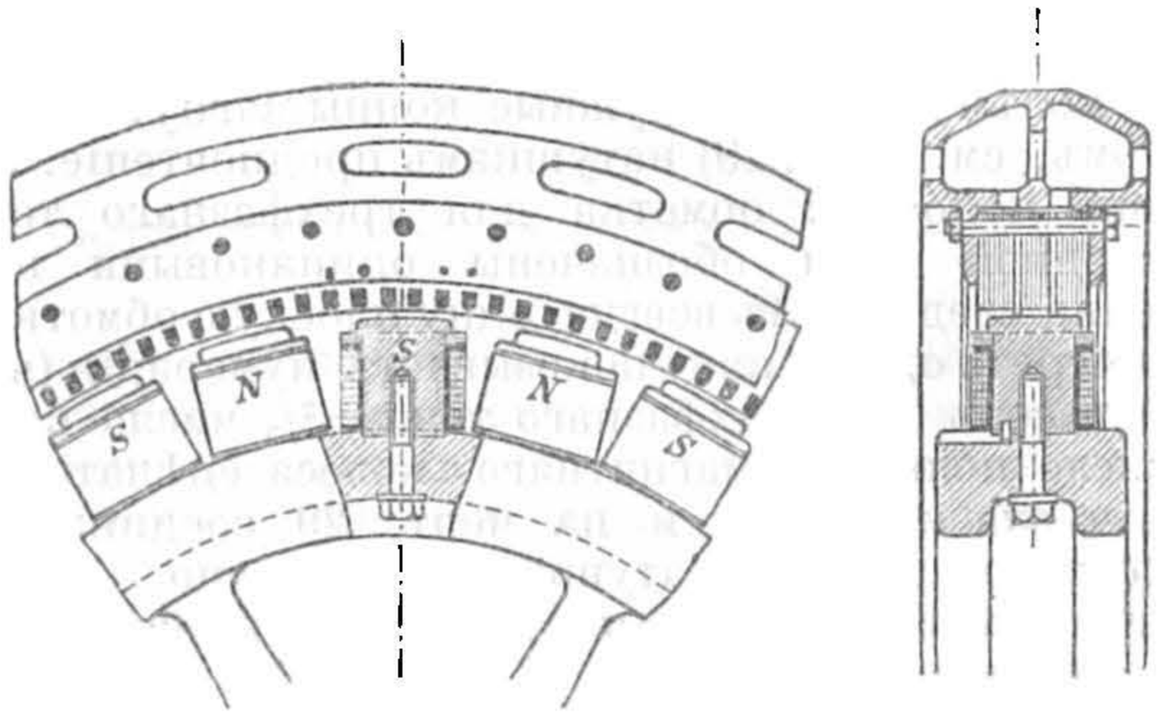


2) Машины со смѣнными полюсами и неподвижною арматурой въ настоящее время наиболѣе употребительны. Необходимость примѣненія въ этомъ случаѣ сборныхъ колецъ для возбуждающаго тока не представляетъ неудобства. На черт. 27 показана подобная машина. Для возможности производить ремонтъ отдѣльныхъ катушекъ устраиваютъ всю арматуру выдвижною въ бокъ, такъ что магнитное колесо освобождается, и катушки могутъ быть сняты по напра-

НТБ ДНУЖТ

вленію радіальному, или же полюсные сердечники прикрѣпляются къ ободу колеса такъ, чтобы ихъ можно было выдвигать въ бокъ вмѣстѣ съ катушками. Для исправленія части

Черт. 27.

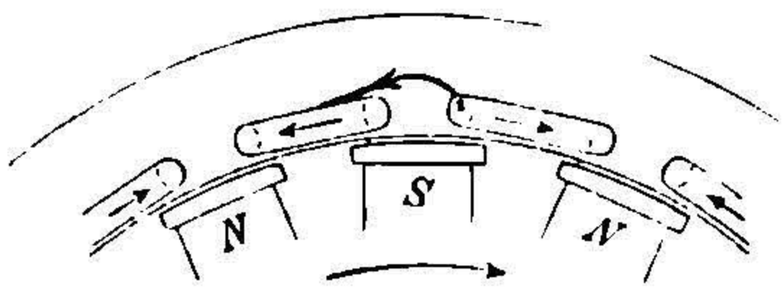


обмотки въ неподвижной арматурѣ достаточно въ этомъ случаѣ выдвинуть въ бокъ соотвѣтствующее число полюсовъ магнитнаго колеса.

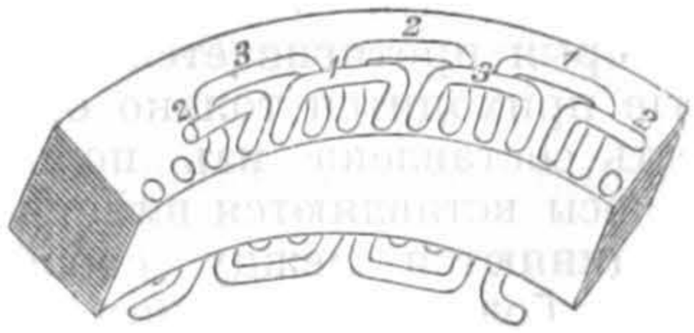
Обмотка машинъ перемѣннаго тока.

Якоря машинъ перемѣннаго тока почти всегда барабаннаго типа; въ нихъ проволока помѣщается въ сомкнутыхъ каналахъ круглаго или прямоугольнаго сѣченія или каналахъ, открытыхъ съ одной стороны. Простѣйшая форма якоря съ обмоткой въ закрытомъ каналѣ показана на черт. 28; на

Черт. 28.



Черт. 29.



каждую сторону катушки здѣсь приходится одно отверстіе. Лучше на каждый полюсъ и на каждую фазу устраивать два или три отверстія, ибо тогда самоиндукція и напряженіе отдѣльныхъ проволокъ въ отверстіи другъ относительно друга меньше и происходящій при работѣ машины шумъ значительно меньше.

На черт. 28 показана однофазная обмотка съ двумя отверстіями и такъ наз. короткими катушками. При показанномъ на чертежѣ расположеніи полюсовъ направленіе тока показано стрѣлками.

НТБ ДНУЖТ

«Соединительныя» проволоки для отдѣльныхъ катушекъ на черт. 28 и 29, какъ и на другихъ, показаны только для катушекъ, ближайшихъ къ среднему полюсу; взаимное соединеніе остальныхъ катушекъ не показано вовсе.

Короткія катушки, проволоки которыхъ не выходятъ на наружную поверхность якоря, примѣняются также и для машинъ трехфазнаго тока. По многимъ причинамъ, однако, придаютъ колѣнчатымъ (наружные концы загнуты подъ прямымъ угломъ, см. черт. 29) катушкамъ предпочтеніе. На черт. 29 показана подобная обмотка для трехфазнаго тока, гдѣ катушки одной фазы обозначены одинаковыми цифрами. Обыкновенно соединяютъ всегда одну плоскую обмотку съ колѣнчатою черезъ одну, какъ показываетъ нумерація (черт. 29). Число полюсовъ для трехфазнаго тока $= {}^2/_3$ числа катушекъ. Если число полюсовъ магнитнаго колеса сдѣлать равнымъ половинѣ числа катушекъ и на черт. 29 соединить между собой отдѣльно плоскія катушки и отдѣльно колѣнчатыя, то получимъ **машину двухфазнаго тока**, если, кромѣ того, число полюсовъ магнитнаго колеса $= {}^1/_2$ числа катушекъ.

Изготовленіе обмотки. Якоря съ отверстіями, согласно вышеизложеннаго, если на каждый полюсъ и на каждую фазу приходится нѣсколько отверстій, имѣютъ передъ другими системами то преимущество, что кривая напряженій измѣняется строго по синусоидѣ, и что машины работаютъ съ незначительнымъ шумомъ; изготовленіе самой обмотки, однако, представляетъ затрудненія, если для достиженія требуемаго напряженія приходится помѣщать въ каждомъ отверстіи больше одного оборота. Приходится тогда нѣсколько разъ протягивать проволоку черезъ отверстія. Тѣмъ не менѣе якорямъ съ отверстіями отдаютъ предпочтеніе передъ якорями съ наставными катушками. Часто отверстія оставляются открытыми съ одной стороны, отчего получается какъ бы зубчатый якорь. Въ отверстія вставляются изолированныя втулки, сквозь которыя протягивается проволока. Если на каждое отверстіе приходится только одинъ оборотъ, то обмотка можетъ быть составлена изъ полосъ (полосатая обмотка), прямыя полосы вставляются вмѣстѣ съ изоляціей въ отверстія якоря, соединяются между собой вилками и запаиваются. Для очень большихъ машинъ полосная обмотка можетъ быть примѣнена и при высокомъ напряженіи. Необходимо, по возможности, стремиться къ примѣненію полосной обмотки. Если предполагается путемъ трансформаціи повысить напряженіе тока, то выборъ первичнаго напряженія можетъ быть обусловленъ возможностью примѣненія въ генераторахъ полосной обмотки.

d. Разсчетъ машинъ перемѣннаго тока.

Число полюсовъ P одно- или многофазной машины перемѣннаго тока равно

$$P = \frac{120\ p}{n},$$

НТБ ДНУЖТ

гдѣ p число періодовъ/sk, n число оборотовъ/мин. и P число полюсовъ. Въ машинахъ индукторнаго типа полюса находятся въ двухъ плоскостяхъ, у машинъ съ перемѣнными полюсами, напротивъ того, въ одной плоскости.

Эффективная электродвижущая сила одной обмотки якоря въ V въ индукторномъ типѣ по черт. 26 равна

$$E = 10^{-8} q_a \mathfrak{B}_a p k,$$
$$= 10^{-8} \mathfrak{S}_a p k,$$

а у типа съ перемѣнными полюсами

$$E = 2 \quad 10^{-8} \mathfrak{S}_a p k,$$

гдѣ $q_a \mathfrak{B}_a = \mathfrak{S}_a$ — общее число силовыхъ линій, которое пересѣкаетъ площадь, ограниченную одною обмоткою якорной катушки при наивыгоднѣйшемъ положеніи полюса, т.-е. общее количество силовыхъ линій, исходящихъ изъ одного полюса магнитнаго колеса, при условіи, что размѣръ якорной катушки достаточенъ и что разсѣиваніе силовыхъ линій мѣста не имѣетъ, p число періодовъ/sk (нормально 50), k коэффиціентъ, колеблющійся между 1,9 и 2,8 и при синусоидальной формѣ кривой принимается равнымъ 2,2.

Если z число катушекъ въ одной фазѣ и t число оборотовъ каждой катушки, то общая электродвижущая сила машины при послѣдовательномъ соединеніи всѣхъ катушекъ будетъ:

$\Sigma E = 10^{-8} \mathfrak{S}_a p k z t$ для машинъ индукторнаго типа,

$\Sigma E = 2 \quad 10^{-8} \mathfrak{S}_a p k z t$ для машинъ съ перемѣнными полюсами.

Въ индукторномъ типѣ имѣется два ряда якорныхъ катушекъ, изъ которыхъ каждый имѣетъ $\frac{P}{2}$ катушекъ, поэтому въ этомъ случаѣ $z = 2 \frac{P}{2}$. У машинъ съ перемѣнными полюсами $z = \frac{P}{2}$. Для обоихъ типовъ машинъ имѣемъ такимъ образомъ:

$$\Sigma E = 10^{-8} P t \mathfrak{S}_a p k.$$

При кольцевой обмоткѣ число дѣйствующихъ оборотовъ обмотки уменьшается на половину; правая сторона вышеприведенныхъ уравненій должна быть въ этомъ случаѣ раздѣлена на 2.

Суммированіе электродвижущихъ силъ въ отдѣльныхъ оборотахъ одной катушки допускается только тогда, когда фаза электродвижущихъ силъ вполнѣ одна и та же. Это, однако, въ точности не имѣетъ мѣста, ибо отдѣльныя проволоки по необходимости имѣютъ различное положеніе. По этой причинѣ, при опредѣленіи величины общаго напряже-

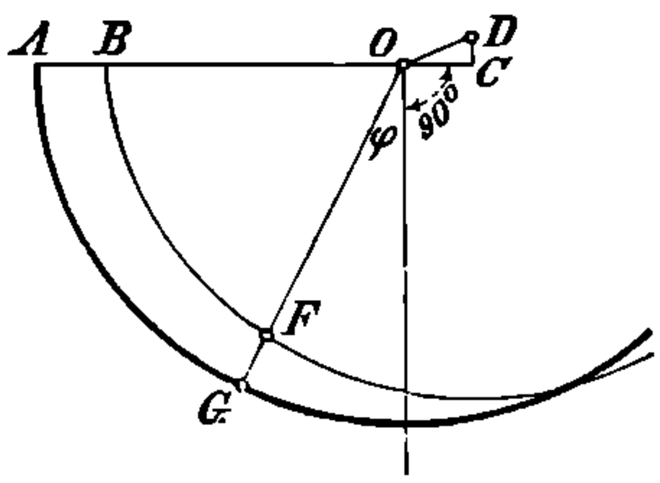
НТБ ДНУЖТ

нія, коэффиціентъ k долженъ быть принятъ нѣсколько ниже, чѣмъ для единичнаго напряженія одного оборота. По этой же причинѣ катушки должны быть узкія, такъ что при однофазныхъ машинахъ много мѣста на якорѣ остается неиспользованнымъ. У многофазныхъ машинъ свободныя мѣста якоря утилизируются для катушекъ другихъ фазъ, поэтому многофазныя машины при тѣхъ же размѣрахъ значительно болѣе производительны, чѣмъ однофазныя.

Для многофазнаго тока, отдѣльныя фазы котораго между собой не соединены, для каждой фазы примѣняются вышеприведенныя формулы.

Напряженіе у зажимовъ въ машинахъ перемѣннаго тока при данной силѣ возбуждающаго тока ослабляется отъ омоваго сопротивленія и вихревыхъ токовъ, отъ самоиндукціи якорныхъ катушекъ и отъ обратнаго дѣйствія якорнаго тока, вызывающаго ослабленіе поля особенно при индукціонной нагрузкѣ.

Черт. 30.



Вліяніе сдвиженія фазъ на напряженіе у зажимовъ весьма ясно видно на діаграммѣ Каппа (черт. 30). Діаграмма эта даетъ для опредѣленной силы тока уменьшеніе напряженія при различномъ сдвиженіи фазъ. $O\,A$ напряженіе у зажимовъ при ходѣ порожнемъ. Откладываемъ $A\,B$ = обратному дѣйствію якорнаго тока, вліяющему на ослабленіе поля, при $\varphi = 90^0$ (короткое замыканіе); откладываемъ затѣмъ $O\,C$ = самоиндукціи и $D\,C$ (перпендикулярно къ $O\,C$) равнымъ потерѣ напряженія отъ омоваго сопротивленія и вихревыхъ токовъ и изъ D радіусомъ $D\,B$ описываемъ кругъ, тогда $F\,G$ даетъ для любого угла φ потерю напряженія и $O\,F$ — напряженіе у зажимовъ при неизмѣняющемся возбуждающемъ токѣ.

При изслѣдованіи генератора перемѣннаго тока имѣютъ существенное значеніе предѣльныя нагрузки, ходъ порожнемъ и короткое замыканіе.

Характеристика при ходѣ порожнемъ получается если измѣнять силу возбуждающаго тока и откладывать силы этого тока по оси абсциссъ, а получаемыя при этомъ соотвѣтственныя напряженія перемѣннаго тока для открытой цѣпи откладывать по оси ординатъ.

Характеристика для короткаго замыканія получается, если откладывать по оси ординатъ силы перемѣннаго тока для коротко замкнутой цѣпи, а по оси абсциссъ—соотвѣтствующую перемѣнную силу возбуждающаго тока.

НТБ ДНУЖТ

Если при полномъ возбужденіи находящейся въ дѣйствіи машины перемѣннаго тока произойдетъ случайно короткое замыканіе, то сила тока (отъ самоиндукціи или обратнаго дѣйствія якоря) не возрастаетъ до значительной величины, почему короткое замыканіе въ машинахъ перемѣннаго тока для генераторовъ менѣе опасно, чѣмъ при постоянномъ токѣ. Въ случаѣ, когда слѣдуетъ опасаться частаго короткаго замыканія (печи для карбида), генераторы перемѣннаго тока умышленно строятся съ большимъ уменьшеніемъ напряженія.

е. Вращающее поле и моторы трехфазнаго тока.

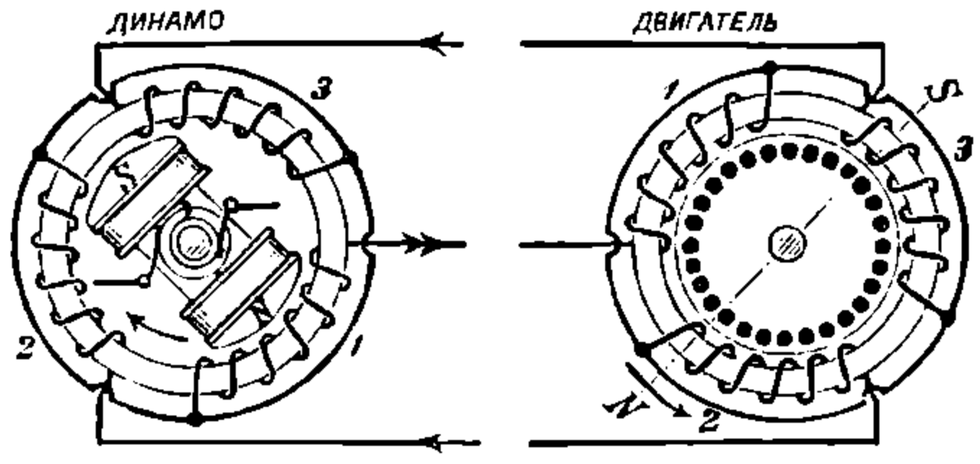
Перемѣнный токъ, проходя черезъ катушку электромагнита, даетъ перемѣнное поле. Двѣ или болѣе такихъ катушекъ, по которымъ проходятъ перемѣнные токи различныхъ фазъ, даютъ равнодѣйствующее поле. Въ виду того, что перемѣнные токи въ катушкахъ не достигаютъ одновременно своего maximum'а, а имѣется избытокъ тока то въ одной, то въ другой катушкѣ, равнодѣйствующее поле въ теченіе одного періода мѣняетъ свое направленіе и положеніе. Въ общемъ, равнодѣйствующее поле мѣняетъ не только положеніе и направленіе, но также и силу; послѣднее въ большинствѣ случаевъ не принимается во вниманіе.

Въ многофазныхъ моторахъ стремятся къ тому, чтобы, соотвѣтственнымъ устройствомъ катушекъ, получить равнодѣйствующее поле, по возможности, постоянной силы, измѣняющее свое направленіе съ постоянной угловой скоростью. Такое поле называется вращающимъ полемъ.

Вращающее поле постоянной силы и угловой скорости можетъ быть получено какъ при помощи двухфазнаго, такъ и трехфазнаго тока; выраженіе это, однако, примѣняется лишь для трехфазнаго тока.

На черт. 32 (слѣва) показанъ схематически двухполюсный генераторъ трехфазнаго тока съ неподвижною арматурою и вращающимися магнитами. Катушки имѣютъ звѣздообразное соединеніе. Для большей ясности нулевая точка катушекъ представлена въ видѣ круглаго проводника, расположеннаго снаружи; съ этимъ проводникомъ соединены отдѣльныя катушки. Перемѣнные токи, производимые динамомашиною, вызываютъ въ кольцѣ мотора (двигателя) равнодѣйствующее поле. Въ положеніи, показанномъ на чертежѣ, перемѣнный токъ достигъ въ

Черт. 32.



НТБ ДНУЖТ

катушкѣ 1 своего maximum'а; поле, возбуждаемое въ неподвижномъ кольцѣ мотора, имѣетъ поэтому въ разсматриваемый моментъ положеніе, указанное на черт. пунктиромъ *N S*. Положеніе поля измѣняется (вращается) постепенно и притомъ съ такою же скоростью, съ какою вращается якорь динамомашины. Вслѣдствіе этого магнитъ, который устроенъ въ моторѣ такимъ же образомъ, какъ въ генераторѣ (въ отличіе отъ чертежа), будучи приведенъ во вращеніе, слѣдитъ за вращеніемъ поля, т.-е. будетъ вращаться синхронически съ вращающимъ полемъ и якоремъ динамомашины (**синхронный моторъ**).

Болѣе употребительны **асинхронные моторы** (или **индукторные моторы**); они не требуютъ особаго возбужденія постояннымъ токомъ, трогаютъ съ мѣста самостоятельно и съ довольно значительной силой. Моторъ на черт. 32 (справа) представляетъ асинхронный моторъ простѣйшей конструкціи. Сплошными черными кружками показаны проволоки красной мѣди, проходящія параллельно оси сквозь шайбы листового желѣза и составляющія тѣло ротора; проволоки красной мѣди на обоихъ своихъ концахъ имѣютъ короткое замыканіе при помощи двухъ колецъ красной мѣди; вращающее поле вызываетъ въ этихъ проволокахъ весьма сильные перемѣнные токи; электродинамическое взаимодѣйствіе между первичными токами и токами, индуцируемыми въ роторѣ, вызываетъ вращеніе ротора.

Если бы скорость вращенія ротора равнялась вполнѣ скорости вращенія поля, то въ роторѣ не индуцировалось бы никакихъ токовъ. Для сохраненія токовъ въ роторѣ необходимо поэтому имѣть относительное перемѣщеніе поля относительно ротора. При незначительномъ сопротивленіи обмотки, имѣющей короткое замыканіе, уже достаточна весьма малая относительная скорость поля относительно ротора. Послѣдній имѣетъ, при полной нагрузкѣ, угловую скорость на 3 до 6% меньшую, нежели скорость поля, и эта разность скоростей наз. «**скольженіемъ**». Вращающаяся часть мотора, или роторъ, наз. часто моторнымъ якоремъ или просто якоремъ, хотя названіе это не соотвѣтствуетъ понятію «якоря» въ динамомашинахъ постояннаго тока.

Обратное дѣйствіе, вызываемое въ цѣпи машины при пусканіи въ ходъ моторовъ, имѣющихъ роторъ съ короткимъ замыканіемъ, весьма значительно, почему для большихъ моторовъ необходимы **сопротивленія для пусканія въ ходъ**, или **пусковые реостаты**. Главнѣйшія системы реостатовъ для этой цѣли слѣдующія.

1) Якорь съ коротким замыканіемъ и включеніе мотора при помощи рычажнаго включателя, находящагося въ цѣпи машины. При включеніи получается сильный ударъ тока и, вслѣдствіе этого, сильныя колебанія напряженій, движеніе мотора происходитъ ударами и скач-

НТБ ДНУЖТ

ками. Этотъ реостатъ примѣняется лишь въ малыхъ моторахъ или такихъ, которые пускаются въ ходъ холостыми (безъ нагрузки). Желательно, чтобы ударъ тока происходилъ лишь въ небольшихъ предѣлахъ (для возможности пользоваться этою простою системою); для этой цѣли моторы этой системы строятся съ сравнительно большимъ сопротивленіемъ ротора (за счетъ степени ихъ полезнаго дѣйствія).

2) Особое пусковое сопротивленіе.

α) Пусковой реостатъ включается въ цѣпь неподвижной части машины. Моторъ приводится во вращеніе токомъ уменьшеннаго напряженія и притомъ со слабымъ вращающимъ моментомъ. Дѣйствіе неудовлетворительно.

β) Пусковой реостатъ включается въ цѣпь вращающейся части машины, большой моментъ при трогани съ мѣста. Вращающій моментъ при пусканіи въ ходъ можетъ быть увеличиваемъ постепенно, такъ что постепенное пусканіе въ ходъ, даже при полной нагрузкѣ мотора, достигается съ большимъ удобствомъ при медленно возрастающей силѣ тока.

3) Вспомогательныя обмотки во вращающейся части.

α) Ступенчатый якорь. Во вращающейся части устраиваются двѣ самостоятельныя обмотки, изъ которыхъ одна, сравнительно большого сопротивленія, всегда сомкнута, а вторая, съ небольшимъ сопротивленіемъ, замыкается только тогда, когда моторъ находится въ движеніи.

β) Якорь съ противодѣйствующимъ сопротивленіемъ. Вспомогательныя обмотки вначалѣ включаются противоположно главнымъ обмоткамъ якоря, а затѣмъ, когда въ моторѣ достигнуто требуемое число оборотовъ, дѣлается переключеніе, такъ что вспомогательная обмотка включается послѣдовательно съ главною обмоткой. Моторы силою до 10 ЛС трогаютъ съ мѣста при $^3/_4$ полной нагрузки и при полной нагрузкѣ. Ударъ отъ тока и колебаніе въ напряженіи лишь незначительно отличаются отъ 2) *β*). Большіе моторы, въ виду удара отъ тока, пускаются въ ходъ при незначительной нагрузкѣ.

Асинхронные моторы всегда вызываютъ перемѣщеніе фазы. Въ особыхъ, исключительныхъ случаяхъ синхронные моторы, которые могутъ быть построены для $\cos\varphi = 1$ (см. стр. 998), являются болѣе выгодными, несмотря на ихъ недостатки (особый возбудитель постояннаго тока, сложныя приспособленія для пусканія въ ходъ, остановка при перегрузкѣ). Въ большинствѣ же случаевъ неудобства отъ перемѣщенія фазы въ асинхронныхъ моторахъ имѣютъ второстепенное значеніе.

Опредѣленіе величины мотора (также относится до постояннаго тока).

Необходимо различать моторы для работы съ перерывами и моторы для постоянной работы. Моторы, работающіе съ перерывами (напр. подъемные механизмы), мо-

НТБ ДНУЖТ

гутъ выдерживать значительную перегрузку; чрезмѣрнаго нагрѣванія опасаться нѣтъ основанія. Моторы для постоянной работы должны имѣть размѣры, соотвѣтствующіе наибольшей ихъ нагрузкѣ, причемъ продолжительная перегрузка ихъ не допускается. При помощи хорошей вентиляціи помѣщенія и самого мотора, а равно соотвѣтственной конструкціи послѣдняго, предотвращается возможность нагрѣванія. Допускаемое возвышеніе температуры около 60 градусовъ.

Таблицы исполненныхъ моторовъ трехфазнаго тока см. въ концѣ отдѣла.

IV. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ (УМФОРМЕРЫ) И ТРАНСФОРМАТОРЫ.

1. Преобразователь постояннаго тока

представляетъ обыкновенно шунтовой моторъ, приводящій въ движеніе динамомашину. Если постоянный токъ низкаго напряженія требуется преобразовать въ такой же токъ болѣе высокаго напряженія, то цѣлесообразно устанавливать дополнительную динамомашину, которая приводится въ движеніе отъ электродвигателя. Если, наоборотъ, требуется преобразовать токъ высокаго напряженія въ токъ низкаго напряженія, то вмѣсто полнаго преобразованія часто рекомендуется слѣдующая схема включенія: моторъ включается въ сѣть послѣдовательно съ цѣпью низкаго напряженія, а динамомашина, приводимая въ дѣйствіе отъ мотора, своими зажимами присоединяется къ полюсамъ сѣти низкаго напряженія.

Трансформаторы перемѣннаго тока*)

служатъ для трансформаціи перемѣнныхъ токовъ высокаго напряженія въ такіе же токи низкаго напряженія и наоборотъ. Для избѣжанія вихревыхъ токовъ желѣзо трансформатора (сердечникъ) должно быть составлено изъ тонкихъ полосъ или листовъ. Толщина листовъ 0,35 до 0,5 mm. Система магнитовъ, представляющая сомкнутый кругъ, должна имѣть по направленію силовыхъ линій возможно малое магнитное сопротивленіе. Для легкой сборки трансформатора, составленнаго изъ готовыхъ отдѣльныхъ катушекъ, стыки являются неизбѣжными. Здѣсь возможенъ стыкъ въ нахлестку (перекрышку) или въ притыкъ; послѣдній имѣетъ преимущество болѣе удобной сборки трансформатора, но даетъ болѣе значительное магнитное сопротивленіе въ стыкахъ, особенно въ

---

*) См. G. Kapp, Transformatoren für Wechselstrom und Drehstrom, 1895, Berlin.

НТБ ДНУЖТ

тѣхъ случаяхъ, когда для избѣжанія вихревыхъ токовъ прокладываются изолирующія прокладки.

Различаютъ **стержневые** или **внѣшне-катушечные и коробчатые трансформаторы** или **внутренне-катушечные.** Въ обоихъ типахъ обмотки (катушки) содержатъ внутри желѣзный стержень (сердечникъ); разница заключается лишь въ желѣзѣ, которымъ достигается магнитное замыканіе внѣ обмотки (катушки.) Въ первомъ случаѣ замыканіе достигается двумя дугами (хомутами), а во второмъ — желѣзо окружаетъ каждую катушку со всѣхъ сторонъ въ видѣ коробки. Въ коробчатыхъ трансформаторахъ катушки имѣютъ продолговатую форму въ плоскости обмотки, т.-е. незначительную длину по направленію оси трансформатора; путь силовыхъ линій въ нихъ короткій, отчего сопротивленіе въ стыкахъ будетъ имѣть сравнительно большое вліяніе; коробчатые трансформаторы по этой причинѣ рѣдко изготовляются со стыками въ притыкъ.

Преобразованіе многофазныхъ токовъ достигается, если въ отдѣльные циклы (фазы) ввести трансформаторы для однофазнаго перемѣннаго тока и затѣмъ составить цѣпь изъ вторичныхъ токовъ. Болѣе простая и болѣе дешевая конструкція трансформаторовъ для многофазныхъ токовъ получается тогда, когда сердечники вводятся въ цѣпь такимъ же образомъ, какъ самые токи.

Электродвижущая сила E трансформатора выражается при синусоидальной формѣ кривой для тока въ V:

$$E = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} \frac{1}{10^8} \mathfrak{B} q t p,$$

гдѣ t означаетъ число первичныхъ или вторичныхъ оборотовъ обмотки трансформатора, остальныя обозначенія на стр. 1006.

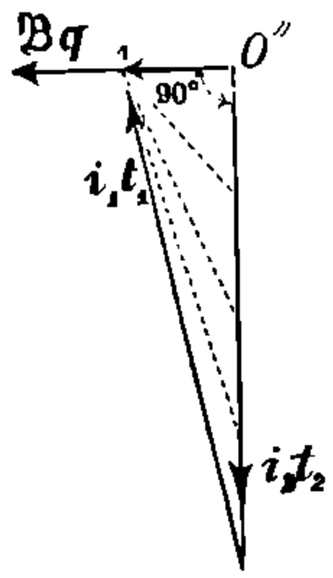
Намагничивающая сила, вызывающая токъ силовыхъ линій $\mathfrak{B} q$, зависитъ какъ отъ первичной обмотки, такъ и отъ вторичной обмотки. Токи въ обѣихъ цѣпяхъ (обмоткахъ) значительно отступаютъ другъ отъ друга въ своей фазѣ (при полной нагрузкѣ почти на 180°, при ходѣ порожнемъ болѣе, чѣмъ на 90°). Первичные и вторичные амперовитки могутъ, при синусоидальномъ очертаніи кривой силы тока, по отношенію къ ихъ намагничивающей силѣ, быть соединены по стр. 1000.

Если гистерезисомъ и разсѣиваніемъ можно пренебречь и во вторичномъ токѣ нѣтъ перемѣщенія фазы, то получаемъ простую діаграмму, показанную на черт. 33, гдѣ i_1 сила первичнаго, а i_2 — вторичнаго тока при полной нагрузкѣ; t_1 и t_2 число витковъ. Электродвижущая сила по отношенію къ полю сдвинута въ фазѣ на 90°. По предположенію между вторичнымъ токомъ и электродвижущей силой не должно быть перемѣщенія въ фазѣ, поэтому сила вторичнаго тока

НТБ ДНУЖТ

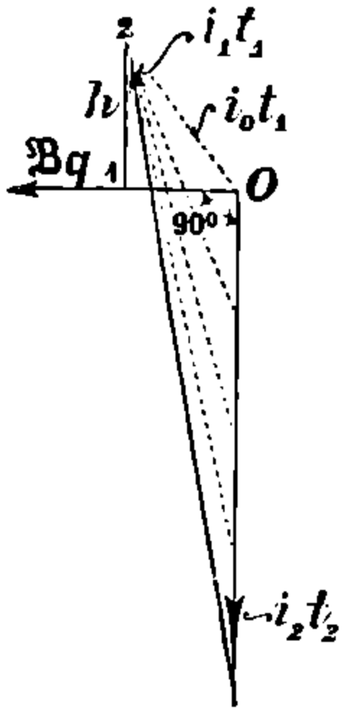
въ фазѣ перпендикулярна къ полю. Соединяемъ амперовитки въпервичной и вторичной обмоткѣ по величинѣ и направленіи получаемъ въ $O1$ равнодѣйствующую намагничивающую силу. Эта сила при постоянномъ напряженіи у зажимовъ первичнаго тока для всѣхъ нагрузокъ одинакова и даетъ поэтому поле одинаковой силы. Пунктирныя линіи даютъ направленіе фазъ и силу первичнаго тока при различныхъ нагрузкахъ. $O1$ одновременно представляетъ амперовитки тока при ходѣ порожнемъ.

Черт. 33.



Если гистерезисъ принимается въ разсчетъ, то равнодѣйствующая намагничивающая сила не совпадаетъ съ полемъ; тогда получается діаграмма, показанная на черт. 34. Равнодѣйствующая намагничивающая сила $O2$ (= числу амперовитковъ при ходѣ порожнемъ) разлагается на двѣ составляющія, изъ которыхъ одна $O1$ даетъ поле, а другая [$h = (12)$] покрываетъ потери отъ гистерезиса. Масштабъ для потерь отъ гистерезиса (h) необходимо выбирать такимъ образомъ, чтобы при полной нагрузкѣ $h : i_1\ t_2$ было равно потерѣ отъ гистерезиса въ уаттахъ: производительность трансформатора въ уаттахъ.

Черт. 34.



Если разсѣиваніе не имѣетъ мѣста, то электродвижущія силы въ первичной и вторичной обмоткѣ относятся между собой, какъ числа витковъ, и, слѣд., $E_1 : E_2 = t_1 : t_2$.

На черт. 35 обозначаютъ (въ отличіе отъ вышеприведенныхъ обозначеній, для большей простоты) E_1, E_2, e_1, e_2 и r_1, r_2 электродвижущую силу, напряженіе и сопротивленіе одного оборота обмотки въ первичной и, соотв., вторичной обмоткѣ. Въ этомъ предположеніи E_1 и E_2 между собою равны по величинѣ и одинаково направлены. Діаграмма черт. 35 получается, если сила вторичнаго тока сдвинута въ фазѣ относительно электродвижущей силы; φ_2 уголъ сдвиженія фазы вторичнаго тока.

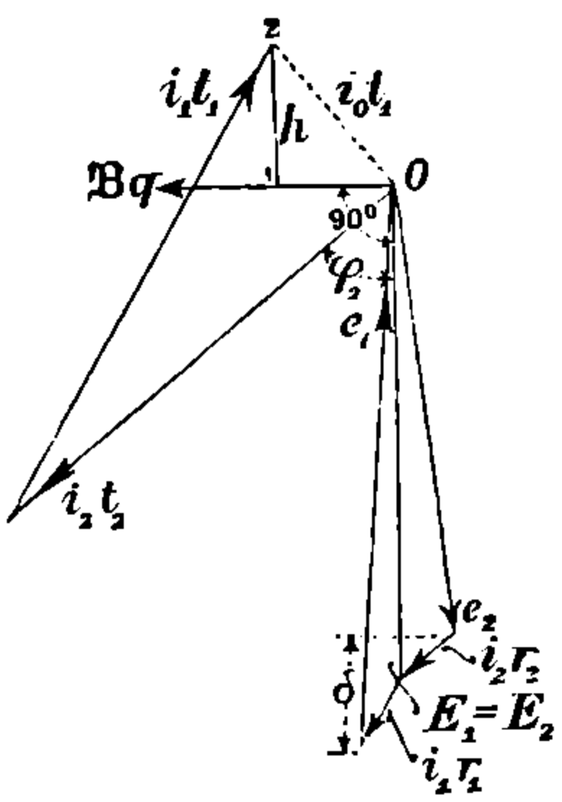
Напряженіе у зажимовъ e_1 первичнаго тока должно быть въ состояніи преодолѣвать противоэлектродвижущую силу въ первичной обмоткѣ отъ дѣйствія индукціи, а равно и омовое сопротивленіе этой обмотки. Эти оба сопротивленія не имѣютъ одной и той же фазы; $i_1 r_1$ проводится параллельно къ $i_1 t_1$ (черт. 35), e_1 даетъ тогда необходимое напряженіе первичнаго тока у зажимовъ. Подобнымъ же образомъ проводимъ $i_2 r_2$ параллельно къ $i_2 t_2$, причемъ получается напряженіе e_2 у зажимовъ вторичнаго тока.

НТБ ДНУЖТ

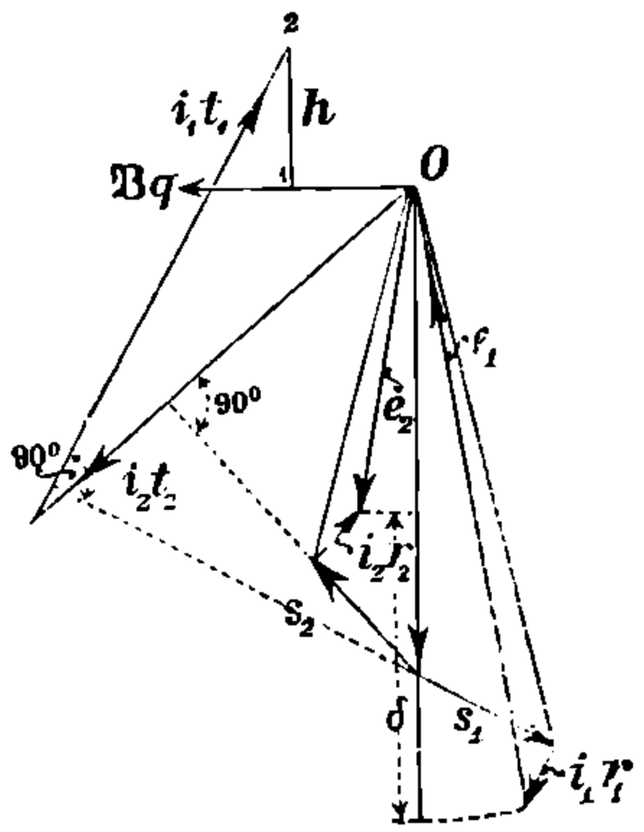
Масштабъ для амперовитковъ $i_1 t_1$, $i_2 t_2$, $i_0 t_1$, h и масштабъ для напряженій могутъ быть выбраны независимо другъ отъ друга, $i_1 r_1$ и $i_2 r_2$ откладываются въ масштабѣ напряженій. Дуга круга, описанная изъ O радіусомъ e_2, даетъ въ δ потерю напряженія въ трансформаторѣ. $i_1 r_1$ и $i_2 r_2$ составляютъ въ хорошихъ трансформаторахъ только 0,5 до 1% отъ напряженія въ первичной и, соотв., вторичной обмоткѣ.

На черт. 35 еще не принята въ разсчетъ самоиндукція отъ разсѣиванія; эта самоиндукція имѣетъ весьма вредное вліяніе на потерю напряженія, особенно при индукціонной внѣшней нагрузкѣ, но этой потери напряженія (большею частью 5 до 10%) нельзя избѣжать. Вліяніе самоиндукціи видно на черт. 36; s_1 и s_2 представляютъ самоиндукцію, ихъ векторъ перпендикуляренъ къ вектору амперовитковъ. Омовыя потери напряженія образуютъ прямые углы съ самоиндукціей. Существенное вліяніе перемѣщенія фазъ на потерю напряженія δ при сильной самоиндукціи видно изъ черт. 36.

Черт. 35.



Черт. 36.



Потери. Въ трансформаторахъ необходимо различать: потерю напряженія и потерю эффекта (производительности), которыя, будучи измѣрены въ %, часто сильно разнятся другъ отъ друга.

Потеря напряженія въ саморегулирующейся сѣти не должна превосходить 2% въ предположеніи безъиндукціонной нагрузки. При индукціонной нагрузкѣ потеря напряженія значительно больше.

У готовыхъ трансформаторовъ потеря напряженія для всѣхъ нагрузокъ и сдвиженій фазъ весьма легко опредѣляется діаграммой Каппа (черт. 30) по короткому замыканію: производятъ короткое замыканіе вторичной обмотки со включеніемъ амперометра и постепенно повышаютъ напряженіе первичнаго тока до тѣхъ поръ, пока въ коротко замкнутой вторичной обмо-

НТБ ДНУЖТ

кѣ будетъ достигнута полная сила тока. Необходимое первичное напряженіе представляетъ лишь незначительный процентъ отъ полнаго напряженія.

Прямоугольный треугольникъ ODC (черт. 30, стр. 1008) образуется изъ измѣреннаго напряженія при ходѣ порожнемъ OD, которое (при нанесеніи діаграммы) относится ко вторичному напряженію соотвѣтственно отношенію трансформаціи и омовой потери CD, опредѣляемой разсчетомъ. Радіусомъ, равнымъ нормальному вторичному напряженію, при открытомъ трансформаторѣ проводимъ окружности изъ O и D, тогда FG представляетъ потерю напряженія при сдвигѣ фазъ φ и полной силѣ тока; для промежуточныхъ значеній силы тока центры остальныхъ круговъ лежатъ на OD.

Эффективная потеря составляется изъ потери на гистерезисъ (стр. 961), потери отъ вихревыхъ токовъ (стр. 985) и потери отъ нагрѣванія обмотки токомъ.

Хорошіе трансформаторы имѣютъ при полной нагрузкѣ степень полезнаго дѣйствія 93 до 98%, смотря по ихъ величинѣ (5 до 200 килоуаттъ). На потерю отъ гистерезиса (называемую также потерей желѣза) приходится изъ этого при полной нагрузкѣ 1 до 2%. При уменьшеніи нагрузки степень полезнаго дѣйствія значительно уменьшается. **Средняя годовая производительность** трансформаторовъ для освѣщенія, работающихъ при полной нагрузкѣ лишь незначительное число часовъ въ году, а въ среднемъ нагруженныхъ слабо, выходитъ поэтому весьма малою.

При устройствѣ освѣщенія считаютъ обыкновенно (вслѣдствіе неравномѣрнаго расхода тока), что трансформаторъ средней величины можетъ отдавать въ теченіе года въ 600 разъ больше килоуаттчасовъ, чѣмъ его наибольшая производительность въ килоуаттахъ. Такъ какъ потеря желѣза (гистерезисъ) постоянна и не зависитъ отъ нагрузки, то для трансформатора съ 2% потери желѣза, работающаго $365 \cdot 24 = 8760$ часовъ въ году, средняя годовая потеря желѣза

$$\frac{2 \cdot 8760}{600} = 29{,}2\%.$$

Въ новыхъ электрическихъ центральныхъ станціяхъ, гдѣ еще нѣтъ надлежащей нагрузки, средняя годовая потеря желѣза возрастаетъ до 40% и болѣе. При разсчетѣ расхода угля на станціяхъ, работающихъ перемѣннымъ токомъ, потеря желѣза въ трансформаторахъ имѣетъ большое значеніе.

Для опредѣленія производительности машины-двигателя въ центральной станціи необходимо принимать въ разсчетъ не среднюю годовую степень полезнаго дѣйствія трансформатора, а степень полезнаго дѣйствія при полной нагрузкѣ.

Необходимо заботиться о достаточномъ **охлажденіи** трансформатора. При естественномъ отведеніи тепла окружаю-

НТБ ДНУЖТ

щимъ воздухомъ принимаютъ на каждый уаттъ, потерянный въ трансформаторѣ, при полной его нагрузкѣ 20 до 25 qcm охлаждающей поверхности. Въ большихъ трансформаторахъ трудно достичь поверхности охлажденія, достаточной при условіи естественнаго охлажденія, почему часто прибѣгаютъ къ искусственному охлажденію, а еще чаще—къ охлажденію масломъ.

3. Преобразователи трехфазнаго тока въ постоянный.

Для преобразованія трехфазнаго тока въ постоянный употребляютъ либо сцѣпленную съ моторомъ динамомашину (моторный генераторъ), либо устраиваютъ на одномъ и томъ же якорѣ обмотку для трехфазнаго и постояннаго тока или устройство якоря такое, что обмотки трехфазнаго и постояннаго тока идентичны **(одноякорный преобразователь).** Въ послѣднемъ случаѣ трехфазный токъ пропускается черезъ сборныя кольца (коллекторы) якоря синхроннаго мотора трехфазнаго тока (возбуждаемаго постояннымъ токомъ), а обмотки якоря соединяются съ коммутаторомъ (измѣняющимъ направленіе тока), съ котораго токъ берется уже какъ постоянный. Токъ при этомъ получаетъ постоянное направленіе, а волны тока отъ движенія якоря въ магнитномъ полѣ выравниваются. Подобные преобразователи могутъ быть исполнены также для преобразованія однофазнаго и двухфазнаго перемѣннаго тока въ постоянный.

Преобразователи этого рода, въ виду ихъ хорошаго полезнаго дѣйствія и незначительныхъ размѣровъ, въ послѣднее время получили большое распространеніе; тѣмъ не менѣе при высокомъ напряженіи постояннаго тока, по отношенію къ числу періодовъ, необходимо соблюдать осторожность. При большомъ числѣ періодовъ трехфазнаго тока коммутаторныя щетки противоположной полярности приходятся такъ близко другъ къ другу, что можно опасаться соединенія. При напряженіи постояннаго тока до 500 V число періодовъ должно быть выбрано немного болѣе 25 (=50 перемѣнъ). Для напряженій постояннаго тока до 250 V оказалось цѣлесообразнымъ число періодовъ 50 (=100 перемѣнъ).

Между напряженіемъ вводимаго перемѣннаго тока и требуемымъ напряженіемъ постояннаго тока должно быть нѣкоторое соотношеніе, которое, въ извѣстныхъ тѣсныхъ предѣлахъ, находится въ зависимости отъ конструкціи машины. При трансформаціи трехфазнаго тока въ постоянный напряженіе трехфазнаго тока равно 0,65 до 0,71 отъ напряженія постояннаго тока.

Возбужденіе поля должно быть регулируемо, для возможности регулировать перемѣщеніе фазъ, т.-е. для возможности установить приблизительно на $\cos \varphi = 1$.

НТБ ДНУЖТ

Для регулированія напряженія постояннаго тока въ широкихъ предѣлахъ неизбѣжна установка дополнительныхъ трансформаторовъ съ регулирующимъ приспособленіемъ или дополнительныхъ машинъ.

V. РАСПРЕДѢЛЕНІЕ И РЕГУЛИРОВАНІЕ ИСТОЧНИКОВЪ ТОКА.

a. Нормальныя схемы включенія для постояннаго тока.

Въ нижеслѣдующихъ фигурахъ 37 до 46 означаютъ:

B выключатель,
A B самодѣйствующій (автоматическій) выключатель,
Рб указатель работы,
П предохранитель,
Нп указатель напряженія тока,
Р.Нп раздѣлитель напряженія,
П В перевключатель,
С. т указатель силы тока,
×*С. т.* указатель силы тока съ двусторон. движеніемъ стрѣлки,
—. присоединеніе къ указателю напряженія,
Ж. П. р. жидкій пучковой реостатъ,
Н Т трансформаторъ (неподвижный).

1. Двухпроводныя установки.

Черт. 37. Соединеніе двухъ параллельно включенныхъ шунтовыхъ динамомашинъ съ приборомъ для измѣренія напряженій.

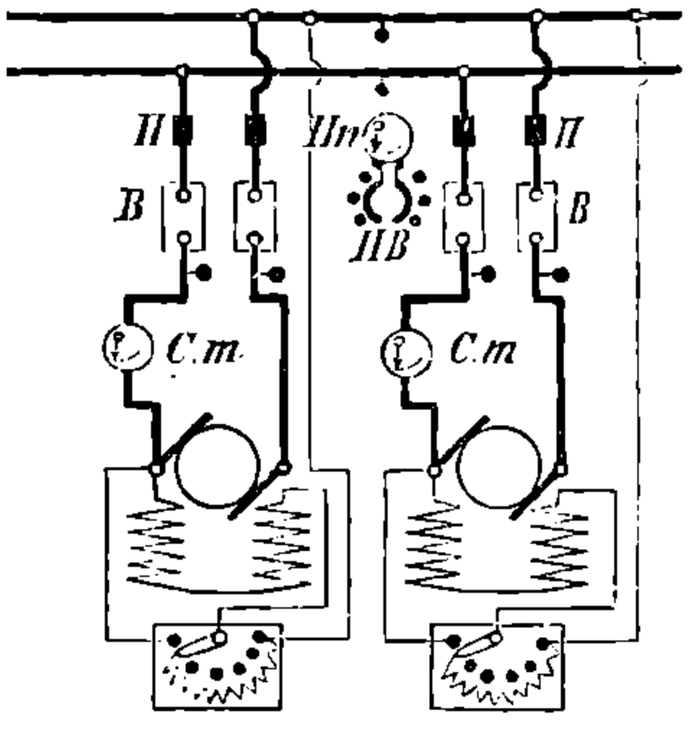
Выгодно производить присоединеніе одного изъ полюсовъ шунтовой обмотки непосредственно со сборною шиною (какъ это показано на черт. 37 и всѣхъ слѣдующихъ); этимъ достигается болѣе быстрое возбужденіе подлежащихъ включенію машинъ и исключена возможность перемѣны поляризаціи. При этомъ требуется по два однополюсныхъ выключателя взамѣнъ одного двухполюснаго.

Черт. 38. Включеніе двухъ машинъ компаундъ. Здѣсь необходимо устройство особаго уравнительнаго проводника, сопротивленіе котораго должно быть меньше сопротивленій послѣдовательно соединенныхъ обмотокъ въ обѣихъ машинахъ. Безъ этого уравнительнаго проводника возможна перемѣна поляризаціи и нѣтъ возможности правильно распредѣлить нагрузку на обѣ машины. Уравнительный проводникъ требуется также при параллельномъ соединеніи послѣдовательныхъ динамомашинъ.

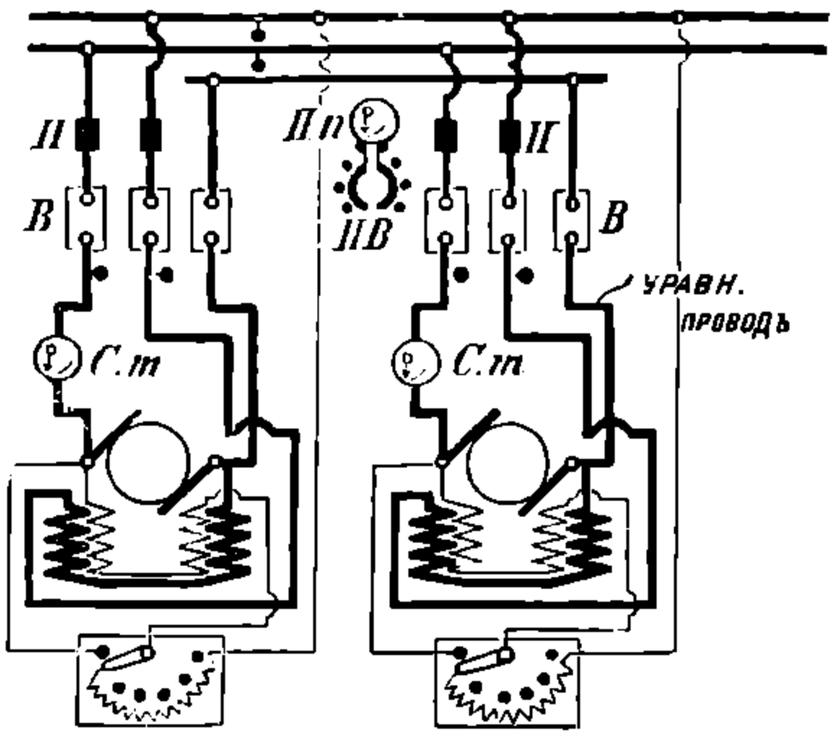
Въ случаѣ примѣненія **аккумуляторной батареи** способъ включенія зависитъ главнымъ образомъ отъ того, какъ будетъ

НТБ ДНУЖТ

Черт. 37.



Черт. 38.



производиться заряженіе батареи. Заряженіе можетъ происходить:

a) отъ увеличенія напряженія главной машины,

b) примѣненіемъ дополнительной машины при регулированіи главной машины на напряженіе въ сборной шинѣ,

c) отдѣльными группами при неизмѣняющемся напряженіи главной машины.

α. Увеличеніе напряженія въ главной машинѣ,

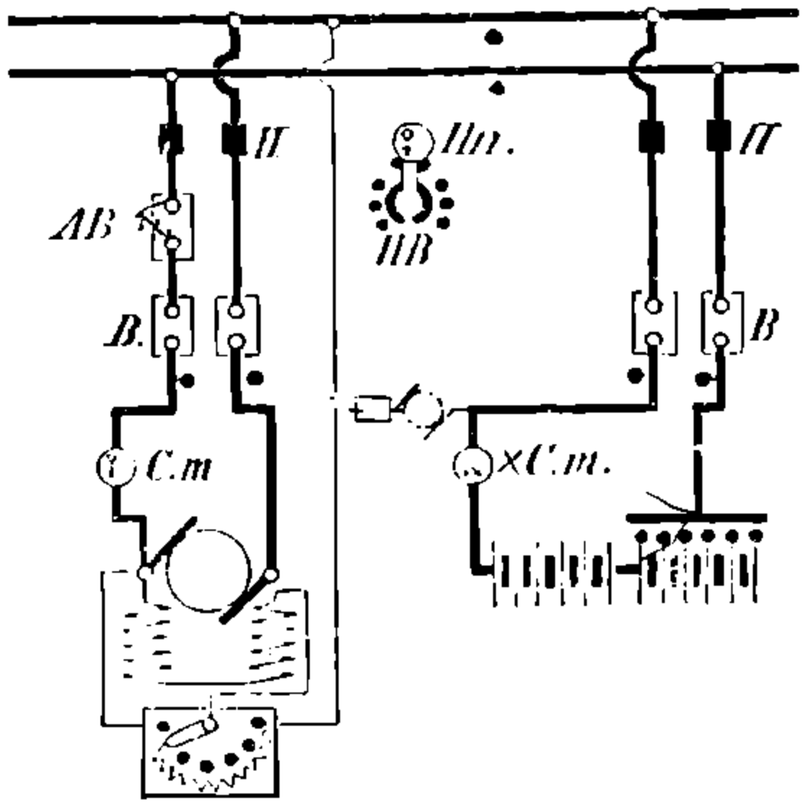
при помощи усиленія поля или увеличенія числа оборотовъ.

Примѣненіемъ простого включателя элементовъ (черт. 39) нѣтъ возможности производить питаніе лампъ во время заряженія; равнымъ образомъ нельзя пользоваться батареею во время ея заряженія, какъ временнымъ резервомъ. Тѣмъ не менѣе эта система включенія, благодаря своей простотѣ и незначительному числу включаемыхъ элементовъ простого включателя (стр. 1024), рекомендуется для небольшихъ установокъ, которыя даютъ свѣтъ лишь вечеромъ, тогда какъ днемъ производится заряженіе аккумуляторовъ. При пользованіи двойнымъ включателемъ (черт. 40) можно производить заряженіе аккумуляторовъ во время горѣнія лампъ. Если сила разряднаго тока равна силѣ тока динамомашины, то батарея образуетъ тогда полный временный резервъ для динамомашины. Если сила разряднаго тока батареи меньше, то схема включенія измѣняется такъ, что съ помощью предохранительнаго провода при порчѣ динамомашины можетъ происходить питаніе батареей лишь того количества лампъ, которое соотвѣтствуетъ допускаемой силѣ тока этой батареи.

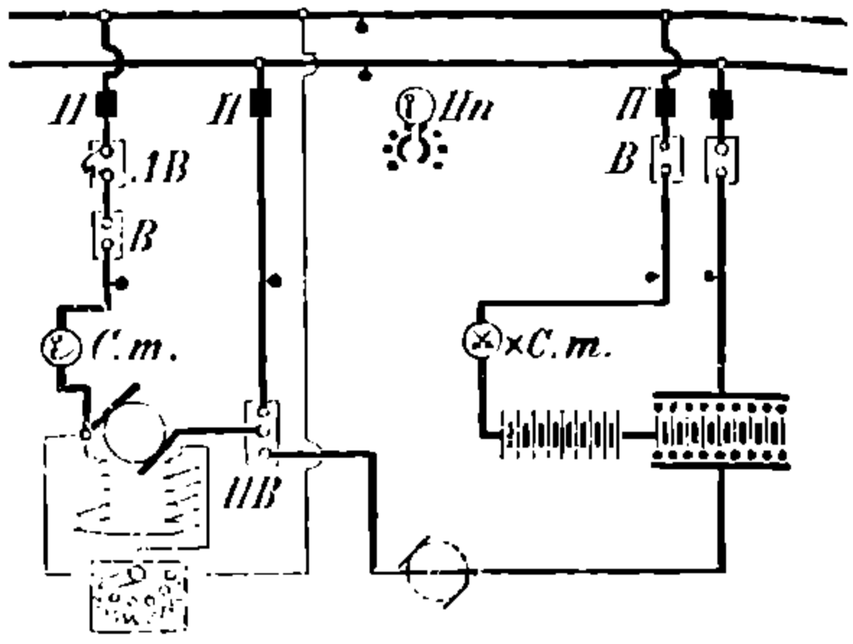
Наибольшій допускаемый зарядный токъ батареи долженъ быть незначительно меньше, чѣмъ производительность динамо.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 39.



Черт. 40.

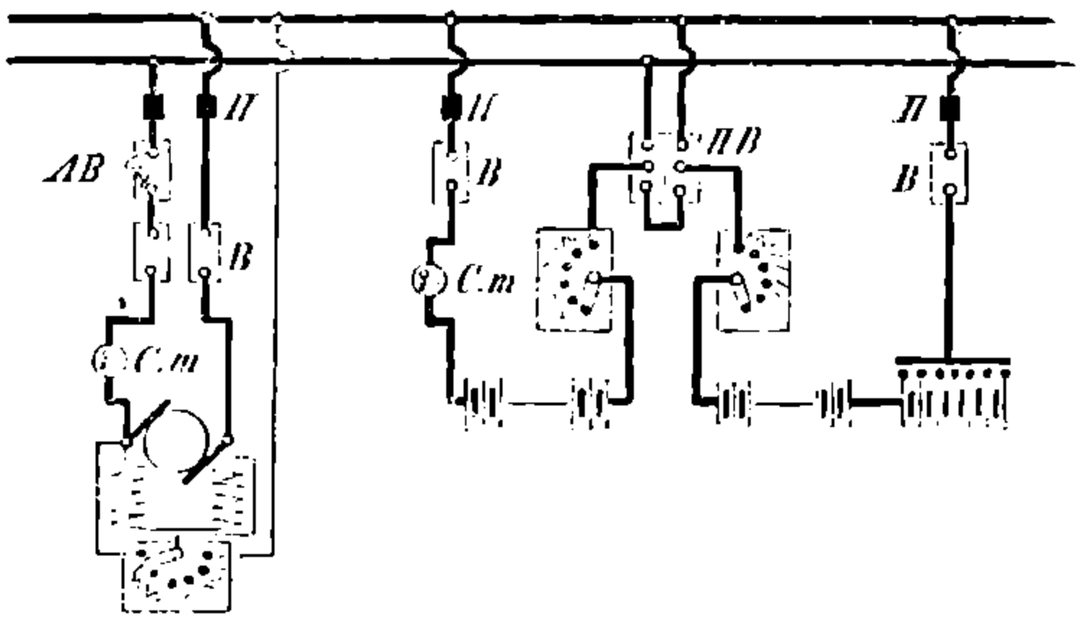


β. Заряженіе батареи дополнительною машиною.

Дополнительная машина всегда примѣняется при неизмѣняющемся напряженіи главной машины и показана на черт. 39 и 40 пунктиромъ. При простомъ включателѣ элементовъ еще возможно производить питаніе лампъ во время заряженія; но батарея представляетъ временный резервъ во время заряженія лишь при примѣненіи двойного включателя.

γ. Заряженіе батареи отдѣльными группами.

Черт. 41.



Эта схема включенія выходитъ въ конструкціи дешевле, чѣмъ дополнительная машина, но въ виду потерь энергіи въ сопротивленіяхъ во время заряженія обходится въ эксплоатаціи дороже. Схема включенія при заряженіи батареи въ двѣ группы показана на черт. 41.

Шунтовая обмотка динамомашины присоединяется къ сборной шинѣ такимъ образомъ, чтобы обмотка эта даже и при дѣйствіи соотвѣтствующаго автоматическаго выключателя оставалась въ сомкнутой цѣпи.

НТБ ДНУЖТ

2. Трехпроводная система.

При этихъ установкахъ необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы токъ въ нулевомъ проводникѣ, получающійся отъ неодинаковой нагрузки обѣихъ половинъ сѣти, могъ направляться обратно къ центральной станціи.

Если средина батареи соединяется съ нулевымъ проводникомъ, то трехпроводныя системы съ батареей могутъ въ исключительныхъ случаяхъ работать безъ особыхъ уравнительныхъ приспособленій, динамомашины при этомъ имѣютъ полное напряженіе между наружными проводами и соединяются только съ этими послѣдними.

Въ этомъ случаѣ, однако, требуется, чтобы средняя (а не въ каждый данный моментъ) нагрузка обѣихъ половинъ сѣти была одинакова, ибо нѣтъ возможности съ одной стороны дозарядить неравномѣрно разряженную батарею. По этой причинѣ необходимо достичь средней одинаковости нагрузки путемъ частаго перевключенія установокъ (со стороны плюса на сторону минуса и обратно) у отдѣльныхъ абонентовъ.

Для избѣжанія этихъ частыхъ перевключеній, въ значительной мѣрѣ затрудняющихъ эксплоатацію, въ трехпроводной системѣ съ батареей также устанавливаются **уравнительныя приспособленія**, которыя при установкахъ безъ батареи неизбѣжны, а именно:

1. Двѣ соединенныя между собой послѣдовательно динамомашины, между которыми отвѣтвляется нулевой проводъ (Гопкинсонъ). Обѣ динамомашины обыкновенно приводятся въ движеніе общимъ двигателемъ.
2. Динамомашина для напряженія наружныхъ проводовъ въ соединеніи съ уравнительною машиною (Е. Томсонъ); см. черт. 42.
3. Динамомашина для напряженія наружныхъ проводовъ съ раздѣлителемъ напряженія (Доливо-Добровольскій). Раздѣлитель напряженія состоитъ изъ дроссельной катушки, которая своими полюсами соединяется съ двумя противолежащими катушками якоря динамомашины, а срединой своей соединяется съ нулевымъ проводомъ *); см. черт. 43.

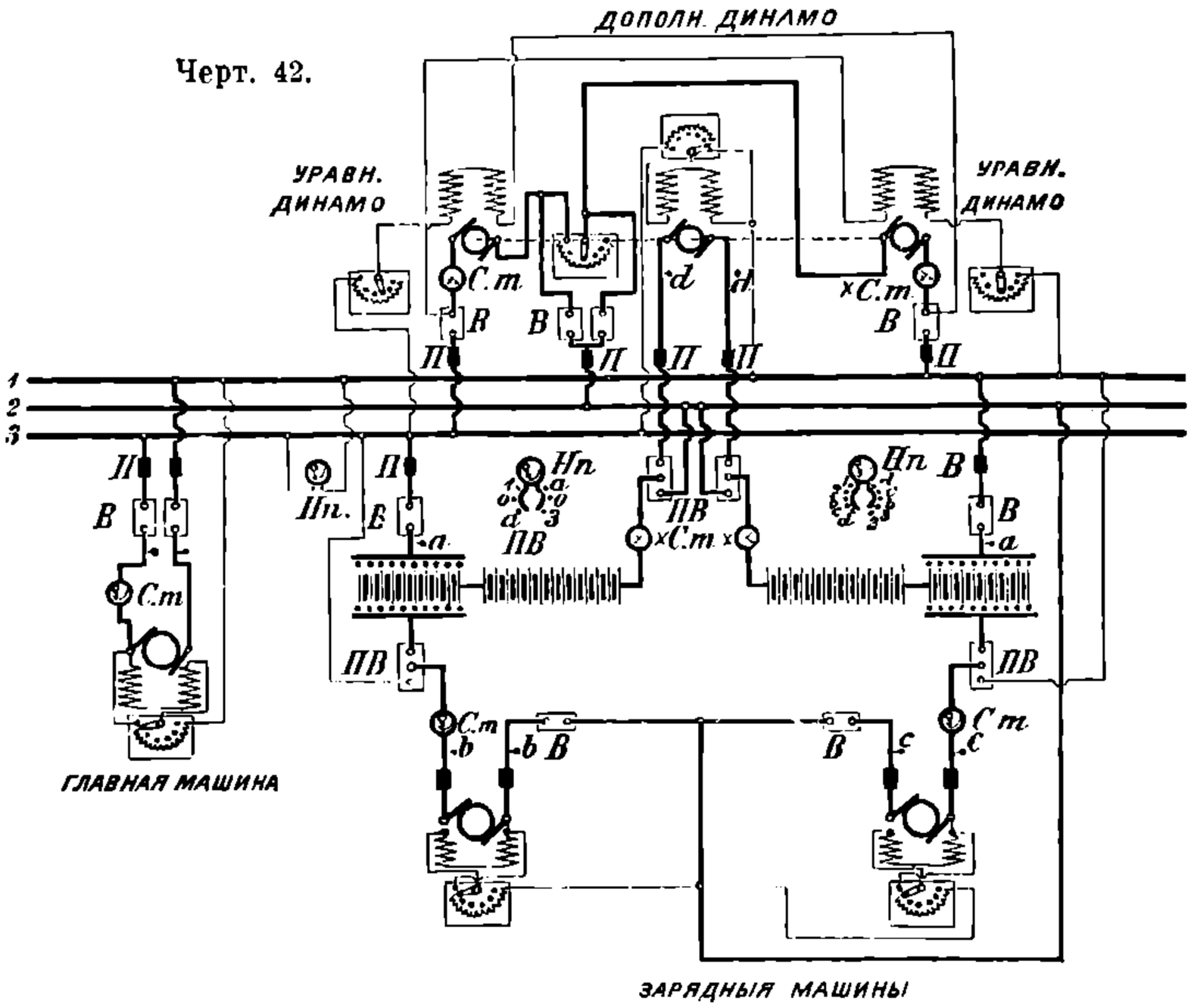
Схемы, представленныя на черт. 40 и 41, повторенныя дважды и соединенныя между собой послѣдовательно, при условіи соединенія средины батареи съ пулевымъ проводомъ, примѣняются всегда для трехпроводной системы. Достаточно, однако, установить одну пару динамомашинъ для половины напряженія наружныхъ проводовъ, а дальнѣйшія машины, которыя могутъ потребоваться, присоединять прямо съ полнымъ ихъ напряженіемъ къ наружнымъ проводамъ.

---

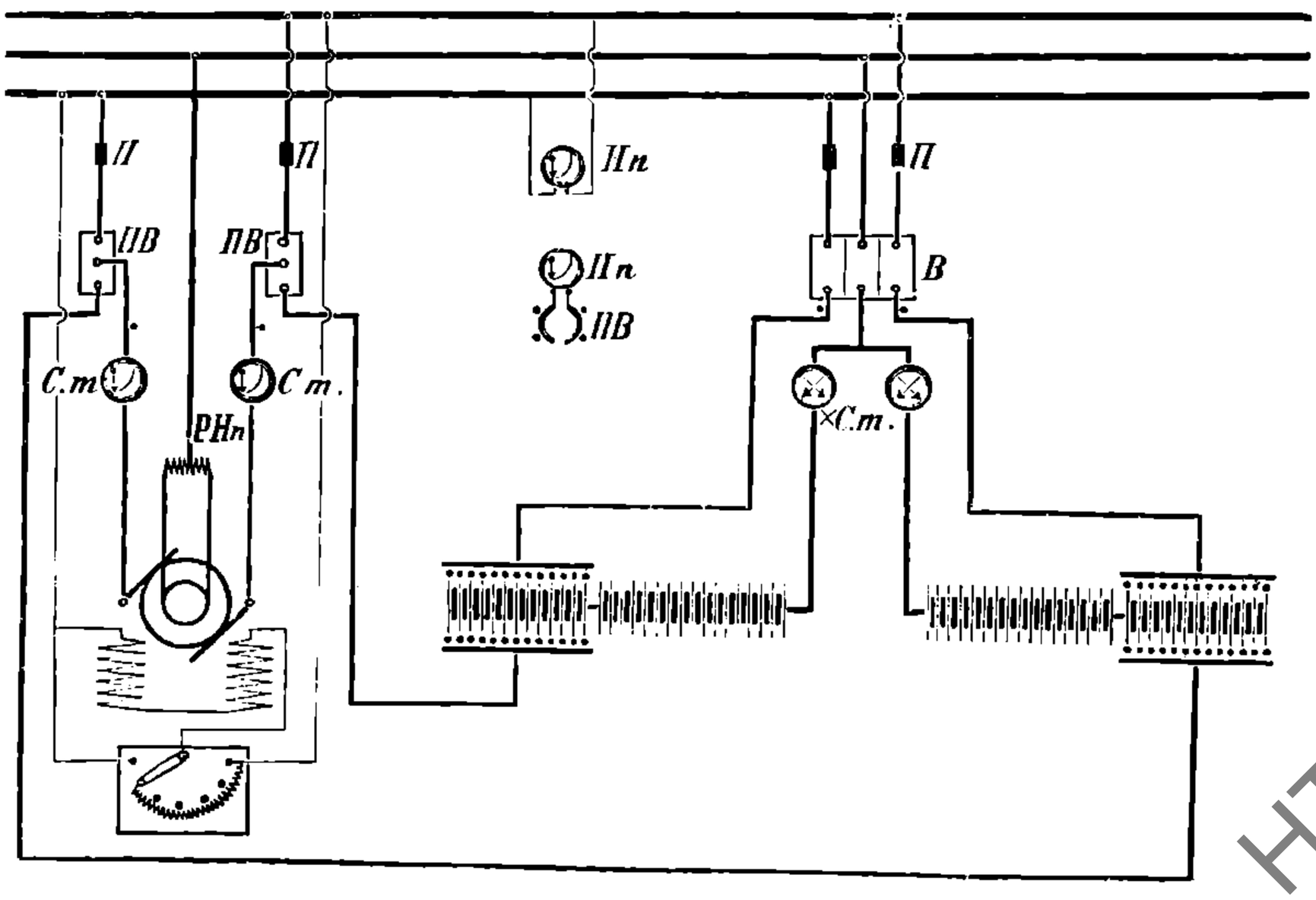
*) См. Elektrotechn. Zeitschr. 1891, стр. 323.

НТБ ДНУЖТ

Черт. 42.



Черт. 43.



НТБ ДНУЖТ

Черт. 42. Трехпроводная система съ одной главною динамомашиной для напряженія наружныхъ проводовъ, одною парою машинъ для зарядки (по одной машинѣ для половины напряженія), одною дополнительною машиною и одною уравнивающею машиною. Послѣднія соединены между собой непосредственно.

Черт. 43. Трехпроводная система съ раздѣлителемъ напряженія и двойнымъ включателемъ элементовъ. При зарядкѣ необходимо увеличивать напряженіе динамомашины. И въ этомъ случаѣ для увеличенія напряженія цѣлесообразно устанавливать добавочныя машины (лучше по одной на каждую половину сѣти) или предусмотрѣть зарядныя машины какъ на черт. 42.

Для **параллельнаго соединенія** между собой двухъ динамомашинъ постояннаго тока и одной батареи необходимо, чтобы вновь включаемый источникъ тока имѣлъ предварительно то же напряженіе, какъ и другіе источники тока, уже находящіеся въ дѣйствіи. При выключеніи динамомашины изъ сѣти необходимо предварительно убавить ея напряженіе до нуля.

b. Регулированіе машинъ постояннаго тока.

1. **Регулированіе посредствомъ перемѣны возбужденія отъ руки** при помощи перемѣннаго сопротивленія. Въ шунтовыхъ машинахъ сопротивленіе это соединяется послѣдовательно съ обмоткою электромагнитовъ. При выключеніи возбудителя внутри обмотки магнитовъ должно произойти короткое замыканіе для того, чтобы образующійся экстратокъ могъ проходить, а не пробилъ бы обмотку (черт. 37 до 43). Этотъ способъ регулированія нынѣ наиболѣе употребительный. У послѣдовательныхъ машинъ регулирующее сопротивленіе соединяется параллельно съ обмоткою магнитовъ.

2. **Саморегулированіе обмоткой** (въ машинахъ компаундъ) для освѣщенія примѣняется теперь рѣдко. Въ виду измѣненія напряженія отъ нагрѣванія динамомашины необходимо производить еще частую регулировку у регулирующаго сопротивленія параллельно соединеннаго регулятора.

При установкахъ съ сильно и быстро измѣняющейся нагрузкой (небольшіе электрическіе трамваи безъ буферной батареи) рекомендуется примѣненіе машинъ компаундъ.

3. **Автоматическое регулированіе** регулирующаго сопротивленія. Выключатель (релэ), приводимый въ дѣйствіе особою катушкой, дѣйствуетъ на моторъ такимъ образомъ, что регулирующій рычагъ сопротивленія перемѣщается по тому или другому направленію. При большихъ установкахъ примѣняется рѣдко, такъ какъ надзоръ за распредѣлительной доской во всякомъ случаѣ долженъ имѣть мѣсто.

4. **Регулированіе при помощи измѣненія числа оборотовъ** отъ руки или автоматически.

НТБ ДНУЖТ

c. Регулированіе аккумуляторовъ

(см. также стр. 973 и слѣд.).

Въ тѣхъ установкахъ, когда аккумуляторы служатъ только для уравненія напряженій и должны принимать или отдавать токъ лишь въ теченіе весьма короткаго времени и когда, слѣд., точное сохраненіе постояннаго напряженія батареи особаго значенія не имѣетъ, включеніе послѣдней въ сѣть производится параллельно съ шунтъ-машиной (см. 4., стр. 1025) центральной станціи и притомъ безъ особаго включателя элементовъ.

Для освѣтительныхъ установокъ необходимо ставить включатели элементовъ, которые часто (подобно тому какъ сопротивленіе, см. выше, 3.) устраиваются для автоматическаго дѣйствія.

1. Общее число элементовъ. Необходимое общее число z элементовъ опредѣляется, если принять наинизшее напряженіе каждаго элемента въ 1,83 V, изъ

$$z = \frac{E + e_{max}}{1{,}83},$$

гдѣ e_{max} представляетъ наибольшую потерю напряженія, которая можетъ имѣть мѣсто при разрядкѣ аккумуляторовъ.

На городскихъ центральныхъ станціяхъ съ нормальною кривою нагрузки, когда батарея соединяется въ сѣти параллельно съ динамомашинами и разряжается въ сѣть, можно принимать наименьшее напряженіе элемента въ 1,87 V, и слѣдовательно

$$z = \frac{E + e_{max}}{1{,}87}$$

такъ какъ, во всякомъ случаѣ, дѣйствіе станціи должно быть регулируемо такимъ образомъ, чтобы въ періоды наибольшаго расхода тока и наибольшей потери въ сѣти токъ батареи не вполнѣ былъ израсходованъ, а равно и потому, что, вслѣдствіе паденія кривой расхода тока, потеря въ сѣти уже уменьшилась въ то время, когда напряженіе батареи уменьшилось до 1,83 V на одинъ элементъ.

2. Число включенныхъ элементовъ опредѣляется слѣдующимъ образомъ.

1. При **одиночномъ включателѣ** (черт. 39 и 41) число подлежащихъ включенію элементовъ зависитъ только отъ наибольшаго напряженія разряднаго тока одного элемента; послѣдній токъ можетъ быть принятъ = 2,2 V. Если z общее число элементовъ, E необходимое напряженіе въ мѣстахъ расхода, e_{min} потеря въ проводѣ (въ V), при наименьшей возможной нагрузкѣ въ сѣти, то имѣемъ число элементовъ:

невыключаемыхъ:	включаемыхъ:
$z_1 = \frac{E + e_{min}}{2{,}2}$,	$z_s = z - z_1$.

НТБ ДНУЖТ

2. **При двойномъ включателѣ** (черт. 40 и 42) элементы соединены съ (расходною) сѣтью во время ихъ зарядки, поэтому при опредѣленіи числа невыключаемыхъ элементовъ необходимо принимать для зарядки одного элемента напряженіе 2,7 V и, слѣд.,

$$z_1 = \frac{E + e_{\min}}{2{,}7} \text{ и } z_s = z - z_1.$$

Число включаемыхъ элементовъ при двойномъ включателѣ, такимъ образомъ, значительно больше, чѣмъ при простомъ включателѣ.

Если для наименьшей потери въ сѣти нѣтъ болѣе подробныхъ данныхъ, то ее принимаютъ равной 0 до 1%; время, необходимое для зарядки, можетъ быть выбрано по желанію. Число проводниковъ включателя элементовъ на единицу больше числа включаемыхъ элементовъ.

Для трехпроводной установки можно пользоваться вышеприведенными данными, если напряженіе, потеря напряженія и число элементовъ z, z_1, z_s подразумѣваются для половины сѣти.

3. Напряженіе при заряженіи и дополнительное напряженіе. Наибольшее напряженіе при зарядкѣ составляетъ, какъ было указано, 2,7 V на элементъ, отсюда получается напряженіе, необходимое для зарядки батареи: $E_1 = 2{,}7\ z$ V.

Это высокое напряженіе требуется, однако, лишь при первой зарядкѣ и достигается обыкновенно либо включеніемъ въ нѣсколько рядовъ или исключительно большимъ увеличеніемъ числа оборотовъ движущей машины.

Для зарядки при нормальной работѣ такого высокаго напряженія въ динамомашинѣ не требуется, ибо во время наивысшаго напряженія зарядnаго тока крайніе элементы батареи, которые были въ меньшей степени разряжаемы, уже выключены. Для среднихъ условій работы можно принимать, что около 15% общаго числа элементовъ можетъ быть выключено, въ то время когда остальные элементы достигаютъ наибольшаго напряженія при зарядкѣ, такъ что можно принимать

$$E_l = 0{,}85.2{,}7\ z.$$

Если зарядка производится при помощи особой дополнительной машины, то дополнительное напряженіе e_z, если во время зарядки должны горѣть лампы, опредѣляется по

$$e_z = E_l - (E + e_{\min}).$$

4. Включеніе буферныхъ батарей. Эти батареи обыкновенно соединяются безъ особаго включателя элементовъ, параллельно динамомашинѣ, которая въ этомъ случаѣ должна быть шунтовою машиной. Для хорошаго дѣйствія буферной батареи должна имѣть мѣсто извѣстная потеря напряженія при нагрузкѣ динамомашины. Буферныя батареи особенно рекомен-

НТБ ДНУЖТ

дуются для небольшихъ электрическихъ дорогъ и подъемныхъ крановъ.

d. Нормальныя схемы включенія для машинъ трехфазнаго тока.

Черт. 44. Схема включенія при установкѣ одной машины трехфазнаго тока.

Черт. 45. Схема параллельнаго включенія нѣсколькихъ машинъ трехфазнаго тока.

Постоянный токъ, необходимый для возбужденія магнитовъ получается отъ особыхъ машинъ постояннаго тока, которыя либо непосредственно соединяются съ машиною трехфазнаго тока, или приводятся въ движеніе отдѣльно. Если у каждой машины трехфазнаго тока имѣется своя возбудительная машина, которая не должна отдавать токъ еще и для другихъ цѣлей, то обмотка послѣдней — послѣдовательная; отъ этого уменьшаются регулирующія сопротивленія и потери въ нихъ меньше (см. черт. 44 и 45).

На большихъ силовыхъ станціяхъ рекомендуется для общаго возбужденія всѣхъ генераторовъ устанавливать соотвѣтственное число преобразователей трехфазнаго тока въ постоянный, по одному преобразователю на каждые 2 до 3 генераторовъ; къ этимъ преобразователямъ присоединяютъ освѣщеніе станціи и сосѣднихъ строеній. Для перваго возбужденія при пускѣ въ ходъ и для новаго возбужденія послѣ остановки устанавливаютъ небольшую пародинамо или проектируютъ аккумуляторную батарею; послѣдняя для достиженія болѣе покойнаго свѣта, а также какъ запасное освѣщеніе, выгоднѣе.

Въ установкахъ высокаго напряженія цѣлесообразно производить включеніе съ такимъ разсчетомъ, чтобы у распредѣлительной доски не было высокаго напряженія; всѣ приборы для высокаго напряженія устанавливаются въ особомъ помѣщеніи или въ подвальномъ помѣщеніи подъ распредѣлительной доской.

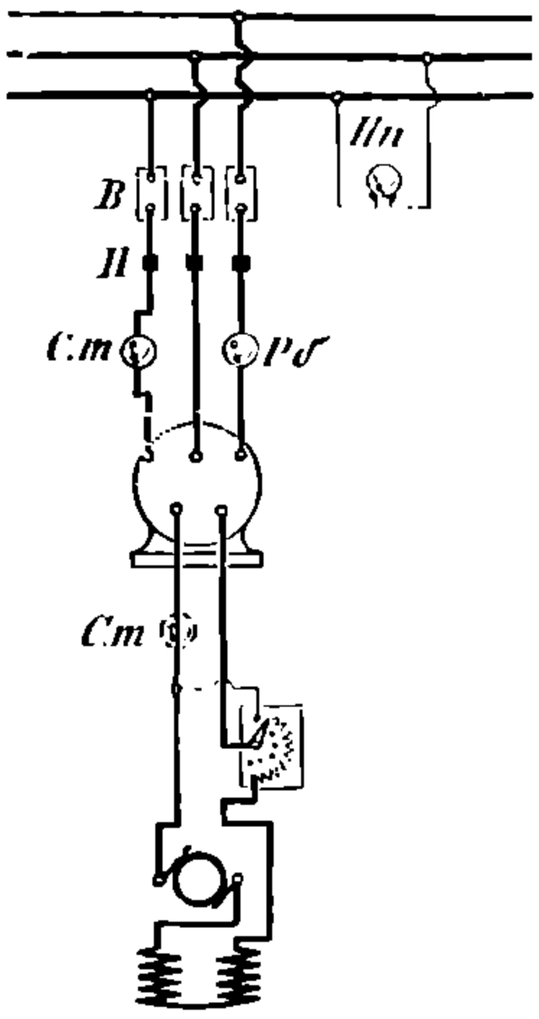
Въ этомъ случаѣ указатели напряженія, силы тока и работы присоединяются къ вторичнымъ зажимамъ особыхъ небольшихъ трансформаторовъ; выключатели соединяются съ находящимся у распредѣлительной доски маховичкомъ или рукояткой при помощи цѣпи или другого привода. Весьма цѣлесообразно сборныя шины разрѣзать такимъ образомъ, чтобы машины можно было выключать группами (черт. 46). Для возбужденія предусмотрѣны преобразователи, включенные параллельно съ батареей.

e. Параллельное соединеніе и регулировка машинъ трехфазнаго тока.

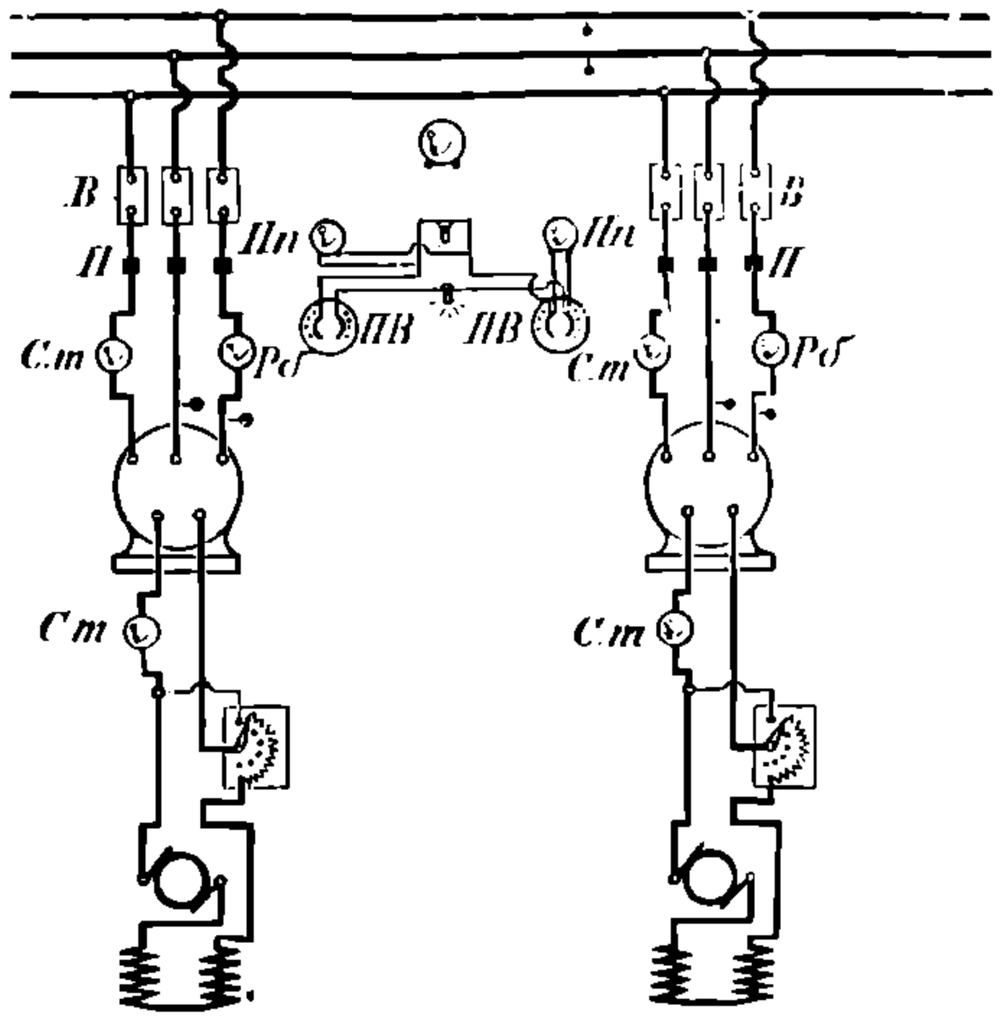
1. Для параллельнаго соединенія машинъ трехфазнаго тока требуется, чтобы соединяемыя параллельно машины имѣли

НТБ ДНУЖТ

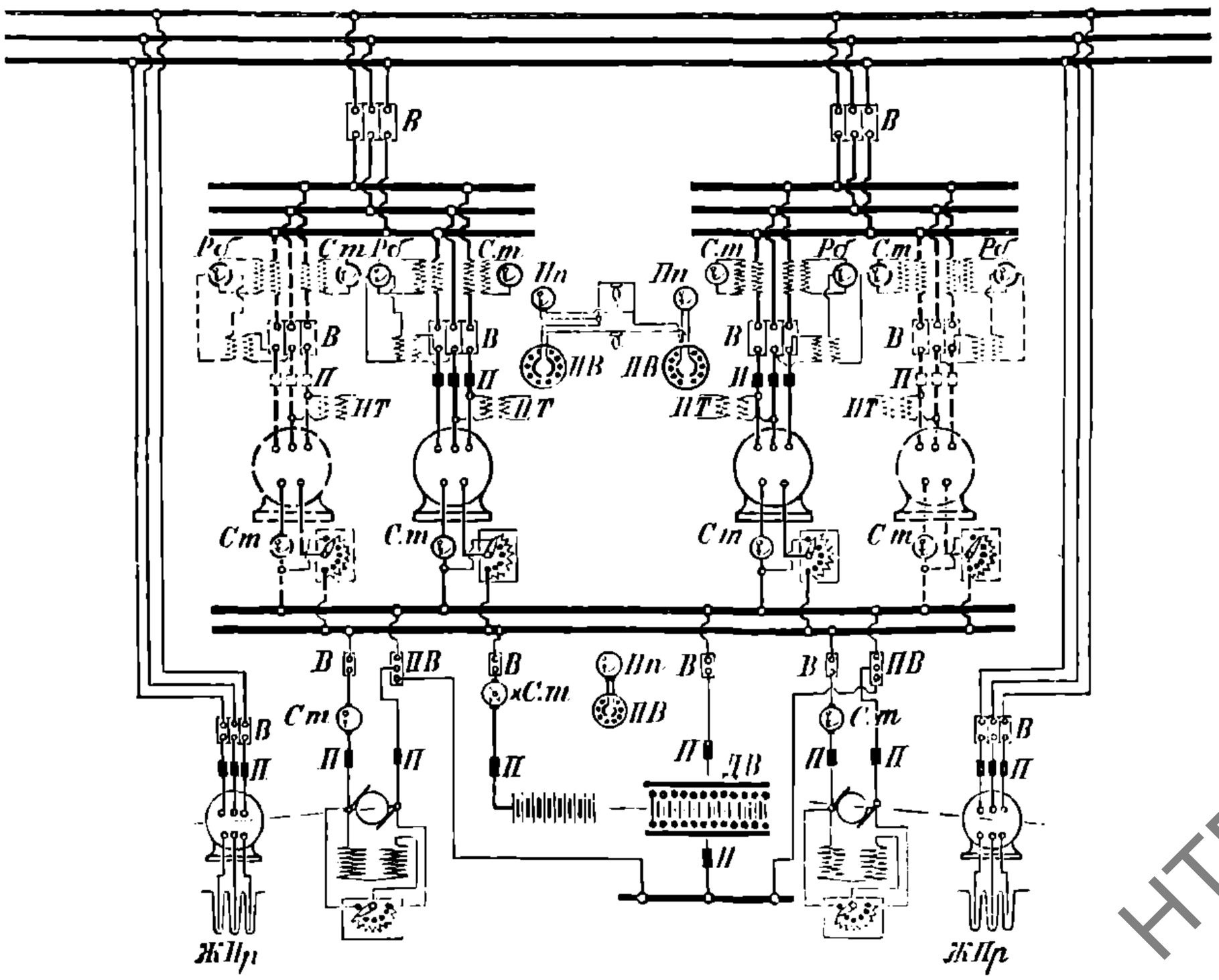
Черт. 44.



Черт. 45.



Черт. 46.



НТБ ДНУЖТ

одинаковыя кривыя напряженія и чтобы зажимы машинъ имѣли надлежащее соединеніе съ выключателями и сборными шинами, такъ чтобы напряженія совпадали во времени. Соединеніе это можетъ быть исполнено, когда напряженіе и число періодовъ у обѣихъ машинъ одинаково.

Для провѣрки правильности присоединенія машинныхъ зажимовъ слѣдуетъ раньше перваго параллельнаго соединенія машинъ включить между соотвѣтствующими другъ другу полюсами машинъ калильныя лампы въ количествѣ, соотвѣтствующемъ напряженію тока, или къ каждой изъ машинъ поперемѣнно присоединяется двигатель. Если калильныя лампы не горятъ или двигатель, присоединенный къ разнымъ машинамъ, вращается въ одномъ и томъ же направленіи, то машины включены правильно.

Приспособленіе для сравненія фазъ въ простѣйшемъ видѣ состоитъ изъ калильной лампы, параллельно которой включенъ указатель напряженія; оба прибора соединяются съ машинами такимъ образомъ, чтобы при совпаденіи фазъ токи въ лампѣ и указателѣ напряженія въ каждый моментъ между собою взаимно уравновѣшивались, отчего лампа тухнетъ, а указатель напряженія стоитъ на нулѣ.

Вмѣсто указанной простой формы, часто примѣняются уравнители фазъ, состоящіе изъ нѣкотораго количества лампъ, соотвѣтственно между собой соединенныхъ; эти приборы, кромѣ одинаковости фазъ, еще указываютъ, вращается ли включаемая машина быстрѣе или медленнѣе уже находящихся въ дѣйствіи, такъ что по указателю видно, въ какомъ смыслѣ должно быть измѣнено число оборотовъ присоединяемой машины.

2. Регулированіе напряженія производится, подобно тому какъ въ машинахъ постояннаго тока, включеніемъ сопротивленій; послѣднія при послѣдовательныхъ возбудительныхъ машинахъ (черт. 44 и 45) включаются въ возбудительную цѣпь, а у шунтовыхъ возбудительныхъ машинъ, кромѣ магнитной цѣпи послѣдней, также и въ возбудительную цѣпь. Регулированіе напряженія путемъ измѣненія числа оборотовъ невозможно въ виду измѣненія числа перемѣнъ при моторныхъ установкахъ (передача силы).

Регулированіе распредѣленія нагрузокъ параллельно включенныхъ трехфазныхъ машинъ (приводимыхъ въ дѣйствіе механическими двигателями съ регуляторомъ скорости) не можетъ, въ противоположность постоянному току, быть достигнуто измѣненіемъ возбужденія, а необходимо пользоваться регуляторомъ механическаго двигателя.

НТБ ДНУЖТ

VI. СВОЙСТВА РАЗЛИЧНЫХЪ СИСТЕМЪ, ВЫБОРЪ СИСТЕМЫ ТОКА.

1. Постоянный токъ.

Для не слишкомъ большихъ разстояній постоянный токъ примѣняется съ одинаковымъ удобствомъ для освѣщенія и передачи силы. Устройство коллектора затрудняетъ примѣненіе токовъ высокаго напряженія. Наивысшее напряженіе при большихъ установкахъ 500 V, рѣдко 1000 V, для малыхъ установокъ — соотвѣтственно менѣе. Короткое замыканіе опасно для машины постояннаго тока. Расходъ тока моторами приблизительно пропорціоналенъ нагрузкѣ; моторы пускаются въ ходъ подъ нагрузкой.

Шунтовые моторы, при помощи регулирующаго сопротивленія въ шунтовой обмоткѣ, допускаютъ, при почти постоянной степени полезнаго дѣйствія, измѣненіе числа оборотовъ приблизительно на 20%; при этомъ число оборотовъ увеличивается съ увеличеніемъ сопротивленія, такъ что при полномъ возбужденіи число оборотовъ будетъ наименьшее. При помощи регулирующаго сопротивленія въ якорной цѣпи число оборотовъ, при уменьшеніи степени полезнаго дѣйствія, можетъ быть, по желанію, уменьшено. Число оборотовъ шунтовыхъ моторовъ при перемѣнной нагрузкѣ и постоянномъ напряженіи приблизительно постоянно; число оборотовъ послѣдовательныхъ моторовъ перемѣнно.

Послѣдовательные моторы могутъ быть перегружаемы сильнѣе, чѣмъ шунтовые моторы. Въ установкахъ съ перемѣннымъ расходомъ силы уравниваніе колебаній въ напряженіяхъ достигается при помощи аккумуляторовъ. Преобразованіе напряженія производится только при помощи вращающихся преобразователей, требующихъ ухода, и степень полезнаго дѣйствія которыхъ ниже, чѣмъ трансформаторовъ съ неподвижными частями (см. ниже).

2. Трехфазный токъ.

Одинаково примѣняется какъ для освѣщенія и для передачи силы; особенно удобенъ для передачи большихъ усилій на большія разстоянія. Генераторы и моторы могутъ быть построены для высокихъ напряженій; примѣняются неподвижные трансформаторы съ высокою степенью полезнаго дѣйствія. Дуговыя лампы снабжаются рефлекторомъ надъ вольтовою дугой (стр. 1050); при помощи особыхъ небольшихъ трансформаторовъ, онѣ могутъ быть присоединены по одной къ обыкновенной цѣпи низкаго напряженія (110 до 220 V), а равно и къ цѣпи высокаго напряженія.

НТБ ДНУЖТ

Моторы (асинхронные) пускаются въ ходъ при помощи особаго пускового сопротивленія подъ полной ихъ нагрузкой, переносятъ сильную перегрузку и требуютъ незначительнаго ухода. Введеніемъ сопротивленія въ цѣпи индуцированной части можно измѣнять число оборотовъ, при уменьшеніи степени полезнаго дѣйствія.

При постоянноіі степени полезнаго дѣйствія постепенное измѣреніе числа оборотовъ возможно только при измѣненіи числа оборотовъ первичной машины (измѣненіемъ числа періодовъ), отчего всѣ включенные въ одну и ту же цѣпь моторы равномѣрно измѣняютъ число оборотовъ.

3. Однофазный перемѣнный токъ.

Съ удобствомъ примѣняется для освѣщенія. Для передачи силы менѣе удобенъ и во всякомъ случаѣ уступаетъ трехфазному току, ибо обыкновенные асинхронные моторы перемѣннаго тока пускаются въ ходъ при помощи особаго пускового приспособленія (напр. искусственно возбуждаемаго вращающагося поля, при помощи индукціонной катушки) и переносятъ лишь слабую перегрузку.

Моторы дороги и имѣютъ меньшую степень полезнаго дѣйствія, чѣмъ при постоянномъ или трехфазномъ токѣ. Генераторы и моторы выгодно примѣняются для высокаго напряженія; трансформаторы съ неподвижными частями имѣютъ хорошую степень полезнаго дѣйствія. Для дуговыхъ лампъ условія — какъ и для трехфазнаго тока.

4. Выборъ системы тока.

1. **Постоянный** токъ слѣдуетъ выбирать; исключительно для освѣщенія на не слишкомъ большія разстоянія, такъ какъ расходъ энергіи происходитъ только вечеромъ, а при помощи аккумуляторовъ достигается равномѣрная нагрузка машинъ въ теченіе всего времени работы. При малыхъ установкахъ (по освѣщенію) также и безъ аккумуляторовъ, въ видахъ дешевизны и простоты всей установки; для силовыхъ станцій на заводахъ, гдѣ различныя отдѣленія завода незначительно удалены другъ отъ друга, особенно если одновременно требуется давать свѣтъ для тѣхъ же заводскихъ помѣщеній. Для установокъ съ значительно мѣняющимся расходомъ силы (краны подъемные и т. п.), гдѣ можно примѣнять буферныя батареи для регулированія силы. Для электрическихъ дорогъ (иногда и съ буферными батареями), ибо трехфазный токъ въ этомъ случаѣ, въ виду неудобства и дороговизны проводки, невыгоденъ. Для установокъ, гдѣ требуется измѣненіе числа оборотовъ моторовъ (писчебумажныя фабрики, типографіи и т. д.). Для цѣлей химическихъ и т. д.

НТБ ДНУЖТ

Выборъ напряженія. Для освѣщенія при небольшихъ разстояніяхъ 110 вольтъ и двухпроводная система, при большихъ разстояніяхъ 2 110 = 220 вольтъ и трехпроводнал система. Съ тѣхъ поръ какъ удается изготовлять высоковольтныя калильныя лампы, горящія продолжительное время съ умѣренною потерей энергіи, часто стали примѣнять напряженіе 220 вольтъ при двухпроводной системѣ и 2 220 = 440 вольтъ при трехпроводной системѣ. Послѣдняя система значительно способствовала широкому примѣненію постояннаго тока для большихъ городскихъ центральныхъ станцій.

Для силовыхъ установокъ выбираютъ напряженіе, въ зависимости отъ разстояній, производительности моторовъ и особыхъ мѣстныхъ условій, въ 110 до 500 вольтъ, а въ исключительныхъ случаяхъ и выше.

2. **Трехфазный токъ** слѣдуетъ выбирать: для передачи большихъ силъ на весьма большія разстоянія. Для большихъ центральныхъ силовыхъ и освѣтительныхъ станцій на большомъ разстояніи, равно и для центральныхъ станцій на большоіі площади; въ послѣднемъ случаѣ и для короткихъ разстояній. Для моторныхъ установокъ въ сырыхъ помѣщеніяхъ (шахты, сахарные заводы и т. д.), въ помѣщеніяхъ съ взрывчатыми газами и воспламеняющеюся пылью (пороховые заводы), далѣе для моторныхъ установокъ, гдѣ нѣтъ надлежащаго ухода.

Выборъ напряженія.

1) Низкое напряженіе—120 до 220 вольтъ—для цѣлей преимущественно электрическаго освѣщенія и при небольшихъ разстояніяхъ.

2) Около 500 вольтъ первичное и вторичное напряженіе для сравнительно большихъ силовыхъ станцій и не слишкомъ большихъ разстояній (напр. въ горномъ дѣлѣ и т. д.).

3) Высокое напряженіе первичное для большихъ разстояній; вторичное выбирается также высокое (выполнимо только при значительныхъ моторахъ) или преобразованіе на низкое напряженіе. Въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, при двухъ независимыхъ сѣтяхъ для передачи силы и для освѣщенія, выбираютъ различное напряженіе въ сѣтяхъ низкаго напряженія (моторы—съ болѣе высокимъ, лампы—съ болѣе низкимъ напряженіемъ).

3. **Однофазный перемѣнный токъ** слѣдуетъ выбирать: при установкахъ преимущественно для освѣщенія на большія разстоянія, напр. для городскихъ центральныхъ станцій съ растянутой сѣтью. Въ большинствѣ случаевъ, однако, лучше примѣняется трехфазный и постоянный токъ.

Выборъ напряженія какъ выше, для трехфазнаго тока.

НТБ ДНУЖТ

VII. ПРОВОДА.

A. Общія данныя для опредѣленія сѣченія проводовъ.

1. При опредѣленіи поперечнаго сѣченія проводника необходимо руководствоваться каждый разъ мѣстными условіями; для этого принимаются въ разсчетъ **экономическія соображенія**, допускаемая **потеря напряженія** или **допускаемая сила тока, допускаемое нагрѣваніе** и условія предполагаемаго **расширенія сѣти.**

По разсчету на **экономичность** сѣченіе проводника опредѣляется при томъ условіи, чтобы сумма расходовъ на оплату процентовъ и погашенія стоимости сооруженія плюсъ стоимость годовой потери энергіи въ проводникѣ была, по возможности, мала **(экономическое сѣченіе).** Къ стоимости электрическаго тока слѣдуетъ относить не только расходы центральной станціи на матеріалъ, рабочую силу, погашеніе сѣти и т. п., но принимать во вниманіе и то обстоятельство, что съ увеличеніемъ потерь производительность центральной станціи должна быть больше. Для временныхъ установокъ процентъ погашенія принимается соотвѣтственно больше. Разсчетъ производится такимъ образомъ, что для различныхъ сѣченій (обыкновенно принимаютъ лишь тѣ сѣченія, которыя установлены Союзомъ Германскихъ Электротехниковъ) опредѣляются всѣ ежегодные расходы, вызываемые перемѣщеніемъ электрической энергіи и результаты составляются въ формѣ таблицы или кривой. При этомъ обыкновенно выясняется, что между отдѣльными сѣченіями разница въ расходахъ получается весьма незначительная, и что условіямъ экономичности удовлетворяютъ два или три сѣченія.

Вышеприведенный разсчетъ на экономичность имѣетъ значеніе лишь тогда, когда стоимость энергіи, средняя нагрузка проводника и ежегодный эксплоатаціонный періодъ, принимаемый для опредѣленія погашенія, болѣе или менѣе извѣстны напередъ, что въ большинствѣ случаевъ мѣста не имѣетъ. Во многихъ случаяхъ разсчетъ на экономичные размѣры не производится, ибо данныя для разсчета весьма неточны. Разсчетъ проводника производится тогда по условію, чтобы **потеря энергіи** оставалась въ тѣсныхъ предѣлахъ, причемъ необходимо принимать въ разсчетъ возможность дальнѣйшаго расширенія сѣти.

По разсчету на допускаемую **потерю напряженія** сѣченіе провода опредѣляется такимъ образомъ, чтобы даже при наибольшей ожидаемой силѣ тока, въ мѣстахъ потребленія еще имѣло мѣсто требуемое напряженіе.

Допускаемое нагрѣваніе проводника обусловливаетъ для каждаго сѣченія опредѣленную наивысшую еще допускаемую въ

НТБ ДНУЖТ

немъ силу тока; предѣлы нагрѣванія, однако, зависятъ еще отъ продолжительности нагрузки, изоляціи и способа укладки проводника. На стр. 1060 и слѣд. приведены русскія нормы для электротехническихъ установокъ; въ нихъ указана наибольшая сила тока для разныхъ сѣченій проводовъ обыкновенной изолировки при продолжительной нагрузкѣ. Для голыхъ воздушныхъ проводовъ и подземныхъ кабелей, особенно при небольшихъ сѣченіяхъ, могутъ быть допущены нѣсколько болѣе высокія нагрузки, чѣмъ для изолированныхъ проводовъ.

2. Въ зависимости отъ типа установки и конструкціи сѣти производится разсчетъ проводовъ по **тому или другому изъ вышеприведенныхъ трехъ способовъ.** При исключительно **силовыхъ установкахъ** одинаковость напряженія въ мѣстахъ потребленія тока въ разсчетъ не принимается; сѣченіе провода прежде всего опредѣляется въ зависимости отъ экономическихъ соображеній и затѣмъ провѣряется на допускаемое нагрѣваніе. При **смѣшанныхъ установкахъ** или установкахъ **исключительно освѣтительныхъ** обыкновенно дѣлается различіе между **питательными проводами** и **распредѣлительными проводами.** Первые проводятъ токъ въ отдѣльные питательные пункты сѣти, отъ которыхъ радіально расходятся распредѣлительные провода въ различныя мѣста расходованія тока; послѣдніе провода снова, по возможности, соединяются въ сомкнутыя сѣти. Необходимо соблюдать условіе, чтобы вторичное напряженіе колебалось лишь въ тѣсныхъ предѣлахъ, опредѣляемыхъ въ зависимости отъ способа включенія въ сѣть приборовъ. Распредѣлительные провода почти исключительно слѣдуетъ разсчитывать на возможно одинаковое напряженіе въ мѣстахъ расходованія тока при наивыгоднѣйшей нагрузкѣ, сѣченіе питательныхъ проводовъ всегда опредѣляется по условію одинаковаго напряженія. Въ послѣднихъ проводахъ могутъ быть допущены бо́льшія потери напряженія, ибо, соотвѣтственнымъ измѣненіемъ первичнаго напряженія, эти потери могутъ быть въ извѣстныхъ предѣлахъ уравнены.

Для питательныхъ проводовъ также имѣетъ значеніе и экономическое сѣченіе, но сѣченіе это въ питательныхъ проводахъ выходитъ по разсчету настолько малымъ, что при различномъ колебаніи нагрузокъ въ отдѣльныхъ питательныхъ пунктахъ получаются недопускаемыя разницы въ напряженіяхъ. Только въ тѣхъ случаяхъ, когда напряженіе въ отдѣльныхъ питательныхъ пунктахъ регулируется при помощи особыхъ регулирующихъ приспособленій, для питательныхъ проводовъ можно выбирать экономическое сѣченіе, провѣривъ его на допускаемое нагрѣваніе.

Сѣченія распредѣлительныхъ проводовъ для установокъ калильнаго освѣщенія опредѣляются съ такимъ разсчетомъ, чтобы разница между наибольшимъ и наименьшимъ напряже-

НТБ ДНУЖТ

ніемъ у лампъ не превосходила 1,5%; при исключительномъ освѣщеніи дуговыми лампами допускаются большія потери.

B. Опредѣленіе сѣченій проводовъ.

Сопротивленіе R и вѣсъ G провода красной мѣди, длиною 1000 m.

q qmm	R Омы	G kg	q qmm	R Омы	G kg	q qmm	R Омы	G kg
0,75	23,33	6,7	25	0,700	225	240	0,0729	2160
1,0	17,50	9,0	35	0,500	315	310	0,0565	2790
1,5	11,67	13,5	50	0,350	450	400	0,0438	3600
2,5	7,00	22,5	70	0,250	630	500	0,0350	4500
4	4,38	36	95	0,184	855	625	0,0280	5625
6	2,92	54	120	0,146	1080	800	0,0219	7200
10	1,75	90	150	0,117	1350	900	0,0194	8100
16	1,09	144	185	0,095	1665	1000	0,0175	9000

Сѣченія q (до $q = 900$ qmm) представляютъ принятыя въ Германіи нормальныя сѣченія.

При вычисленіи этой таблицы для **сопротивленія** R принято удѣльное сопротивленіе $c = 0{,}0175 = 1 : 57$ при температурѣ $+15^0$ (см. стр. 964) и для **вѣса** G удѣльный вѣсъ проволоки красной мѣди $= 9{,}0$.

Въ нижеслѣдующихъ формулахъ означаютъ:

E_1 первичное напряженіе и E_2 вторичное напряженіе въ вольтахъ, измѣренное между двумя проводами,
$\mathfrak{E}_1$ производительность (работа, производимая въ 1 сек.), измѣренная при E_1, въ уаттахъ,
$\mathfrak{E}_2$ производительность, измѣренная при E_2, въ уаттахъ,
R сопротивленіе одного провода, измѣренное на длинѣ отъ E_1 до E_2 въ омахъ,
J силу тока въ амперахъ,
q сѣченіе простого провода въ qmm,
l длину простого провода въ m,
x потерю производительности во всѣхъ проводахъ вмѣстѣ, въ процентахъ вторичной производительности,
φ_1 уголъ сдвига фазъ, измѣренный у E_1,
φ_2 » » » » » E_2.

1. Провода, у которыхъ токъ расходуется только въ конечной точкѣ.

Расходованіе тока только у конечной точки провода имѣетъ мѣсто у питательныхъ проводовъ большихъ сѣтей, а также часто въ силовыхъ установкахъ, гдѣ для каждаго мотора берется отдѣльный проводъ либо отъ первичной станціи, либо отъ распредѣлительнаго узла. Для различныхъ системъ разсчетъ производится слѣдующимъ образомъ.

НТБ ДНУЖТ

α. Постоянный токъ.

Потеря напряженія равна:

$$E_1 - E_2 = 2\,J\,R.$$

Потеря производительности равна:

$$\mathfrak{S}_1 - \mathfrak{S}_2 = 2\,J^2\,R.$$

Для **сѣченія проводника,** если исходить изъ процентной потери производительности x, найдемъ формулу

$$q = \frac{\mathfrak{S}_2\, 2\,l\, 100}{57\,x\,E_2^2} \text{ (для красной мѣди).}$$

β. Однофазный перемѣнный токъ и трехфазный токъ.

Для **однофазнаго перемѣннаго тока,** при безъиндукціонной нагрузкѣ, имѣютъ мѣсто тѣ же формулы, какъ и для постояннаго тока. Для индукціонной нагрузки **сѣченіе провода** опредѣляется какъ функція процентной потери производительности:

$$q = \frac{\mathfrak{S}_2\ \ 2\,l \cdot 100}{57\,x\,E^2{}_2 \cos^2 \varphi_2} \text{ (для красной мѣди).}$$

Для **трехфазнаго тока:**

$$q = \frac{\mathfrak{S}_2\, l\ \ 100}{57\,x\,E_2{}^2 \cos^2 \varphi_2} \text{ (для красной мѣди).}$$

Отсюда слѣдуетъ, что расходъ мѣди для трехфазнаго тока составляетъ $^3/_2\ \ ^1/_2 = {}^3/_4$ расхода мѣди для однофазнаго перемѣннаго тока.

Для производительности имѣемъ слѣдующія формулы:

для **однофазн. перемѣннаго тока:**

$$\mathfrak{S}_1 = E_1\,J\cos\varphi_1,$$
$$\mathfrak{S}_2 = E_2\,J\cos\varphi_2,$$

для **трехфазнаго тока:**

$$\mathfrak{S}_1 = E_1\,J\cos\varphi_1\sqrt{3},$$
$$\mathfrak{S}_2 = E_2\,J\cos\varphi_2\sqrt{3},$$

гдѣ J сила тока въ одномъ проводѣ. Величина $\cos\varphi_2$ зависитъ отъ назначенія тока: для вполнѣ нагруженныхъ асинхронныхъ моторовъ, въ зависимости отъ ихъ величины и конструкціи, $\cos\varphi_2 = 0{,}6$ до $0{,}9$ для слабо нагруженныхъ моторовъ $\cos\varphi_2$ меньше; для лампъ накаливанія $\cos\varphi_2 = 1$, а для дуговыхъ лампъ немного менѣе 1.

Потеря производительности $\mathfrak{S}_v$ (въ уаттахъ) во всѣхъ проводахъ, вмѣстѣ взятыхъ: для **однофазнаго перемѣннаго тока** (какъ для постояннаго тока): $\mathfrak{S}_v = 2\,J^2\,R$, для **трехфазнаго тока:** $\mathfrak{S}_v = 3\,J^2\,R$.

Потеря напряженія $E_2 - E_1$ для перемѣннаго тока разнится отъ потери производительности; она составляется для перемѣннаго и трехфазнаго тока изъ омовой потери напряженія и изъ потерь отъ самоиндукціи. (Самоиндукція уменьшаетъ только напряженіе, не оказывая вліянія на потерю производительности.)

НТБ ДНУЖТ

Омовая потеря напряженія въ проводѣ, для однофазнаго перемѣннаго тока (какъ для постояннаго тока): $\delta = 2JR$, для трехфазнаго тока: $\delta = JR\sqrt{3}$, гдѣ R обозначаетъ сопротивленіе простого провода.

Для кабелей можно, въ общемъ, пренебрегать самоиндукціей въ томъ случаѣ, если прямой и обратный проводъ и, соотв., провода трехъ фазъ соединены въ одномъ кабелѣ. Простой кабель съ желѣзной броней для перемѣннаго тока не примѣняется, вслѣдствіе значительной самоиндукціи.

Потеря отъ самоиндукціи въ проводѣ e_s сдвинута относительно силы тока J на 90 градусовъ; она вычисляется для одного проводника по формулѣ

$$e_s = k\,p\,l\,J,$$

гдѣ l длина провода въ km, p число періодовъ въ секунду для всей установки и k постоянная величина, зависящая отъ сѣченія провода. Для проводовъ красной мѣди имѣемъ слѣд. значенія:

Сѣченіе провода qmm	Постоянная k при взаимномъ разстояніи между проводниками, равномъ 50 cm	100 cm
10	0,00645	0,0073
16	0,00622	0,0071
25	0,00595	0,0068
35	0,00573	0,0066
50	0,00551	0,0064
70	0,0053	0,0062
95	0,0051	0,0061
120	0,00495	0,0059

Для однофазнаго перемѣннаго тока общая потеря напряженія отъ самоиндукціи

$$E_s = 2\,k\,p\,l\,J,$$

для трехфазнаго:

$$E_s = \sqrt{3}\,k\,p\,l\,J.$$

Вліяніемъ **емкости** проводовъ (особенно кабелей) можно пренебрегать, такъ какъ она въ большинствѣ случаевъ незначительна и можетъ вызывать лишь увеличеніе вторичнаго напряженія.

Вообще, даются $\cos\varphi_2$ и $\mathfrak{S}_2$, а слѣдуетъ выбирать величину E_1 или E_2. Для разсчета удобнѣе всего исходить изъ величины E_2, по ней опредѣлять силу тока и сѣченіе провода, а затѣмъ уже вычислять, какова должна быть величина E_1.

Общая потеря напряженія для установки съ транформаторами и особыми обратными проводами составляется изъ:

НТБ ДНУЖТ

1. Омовой потери и потери вслѣдствіе самоиндукціи въ проводѣ.

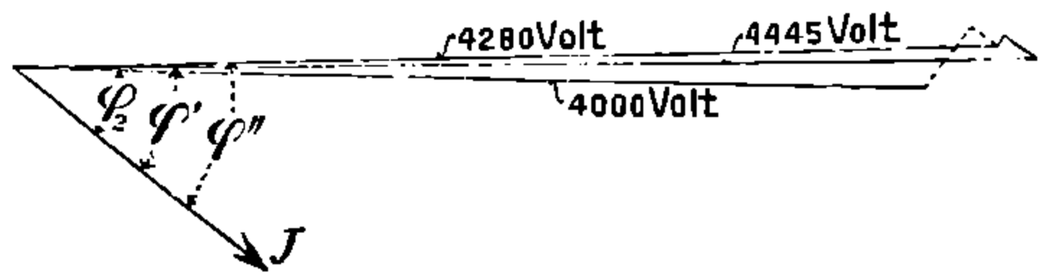
2. Омовой потери и потери вслѣдствіе самоиндукціи въ трансформаторахъ.

Опредѣленіе общей потери напряженія можно производить также графически, какъ видно изъ нижеслѣдующаго примѣра.

Примѣръ. Требуется разсчитать установку **трехфазнаго тока.** На разстояніи 10 km отъ первичной станціи требуется 50 килоуаттъ для освѣщенія ($\cos \varphi_2 = 1$) и на 3 km далѣе 300 килоуаттъ для передачи силы ($\cos \varphi_2 = 0{,}8$). Въ мѣстахъ потребленія тока устанавливаются трансформаторы. Пусть низкое напряженіе для освѣщенія 120 V, для силовой станціи 500 V, между тѣмъ какъ высокое напряженіе въ силовомъ трансформаторѣ должно быть 4000 V + потеря напряженія въ трансформаторѣ. Высокое напряженіе (первичное) должно получаться непосредственно отъ динамомашины.

По приблизительному разсчету сѣченіе проводовъ для разстоянія въ 10 km должно быть принято въ $3 \cdot 50$ qmm, а для разстоянія 3 km въ $3 \cdot 35$ qmm.

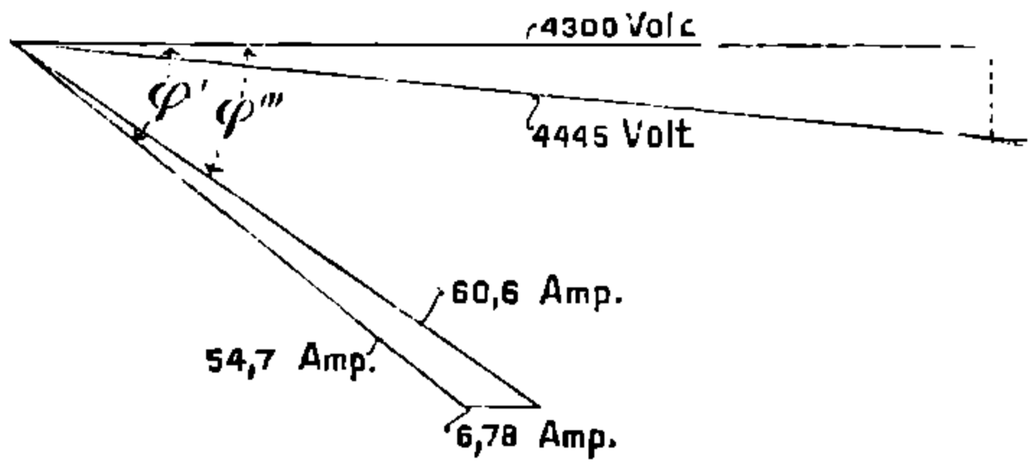
Черт. 49.



Черт. 49. Потеря напряженія въ 8% вслѣдствіе самоиндукціи въ трансформаторѣ, перпендикулярная къ силѣ тока, и омовая потеря напряженія 3% требуютъ для трансформатора напряженія 4280 V при передаточномъ числѣ трансформатора 4000 : 500 V. При коэффиціентѣ полезнаго дѣйствія трансформатора 96% и $\cos \varphi' = 0{,}77$ получаемъ $J = 54{,}7$ амперъ. При сѣченіи провода $= 3 \cdot 35$ qmm для разстоянія въ 3 km имѣемъ: $J R \sqrt{3} = 142$ V, слѣд. напряженіе въ освѣтительномъ трансформаторѣ 4445 V и уголъ сдвига фазъ $= \varphi''$. Потеря производительности $e_v = 3 J^2 R = 13\,600$ уаттъ.

Черт. 50. Потеря напряженія въ 8% вслѣдствіе самоиндукціи въ трансформаторѣ, перпендикулярная къ силѣ тока, и 3%-ная омовая потеря напряженія требуютъ, при напряженіи у зажимовъ трансформатора въ 4445 V, передаточнаго числа трансформатора 4300 : 120 V. При коэффиціентѣ полезнаго дѣйствія трансформатора 96% имѣемъ силу тока, потребляемую трансформаторомъ $= 6{,}78$ амперъ, что вмѣстѣ съ 54,7 амперъ даетъ 60,7 амперъ.

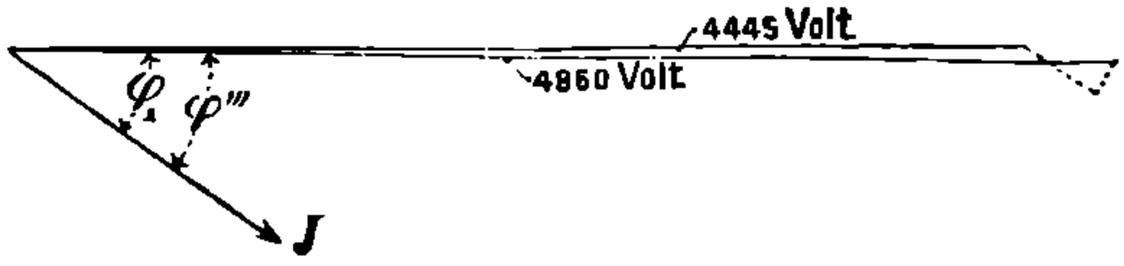
Черт. 50.



Уголъ сдвига фазъ $= \varphi'''$.

Черт. 51. При сѣченіи провода въ $3 \cdot 50$ qmm для разстоянія въ 10 km имѣемъ $J R \sqrt{3} = 366$ V, и $F_s = 191$ V, такъ что необходимое первичное напряженіе 4860 V; уголъ первичнаго сдвиженія фазъ $= \varphi_1$. Потеря производительности $e_v = 3 J^2 R = 38\,500$ уаттъ

Черт. 51.



НТБ ДНУЖТ

Примѣчаніе. Въ случаяхъ, когда дано первичное напряженіе въ проводѣ и задана потеря напряженія въ проводѣ, напр. при присоединеніи къ сѣти высокаго напряженія, слѣдуетъ сначала приблизительно задаваться вторичнымъ напряженіемъ и выбирать сѣченіе проводника, съ тѣмъ, чтобы по приблизительному разсчету получить данныя для второго, болѣе точнаго разсчета.

2. Провода, съ расходованіемъ тока во многихъ мѣстахъ по длинѣ провода.

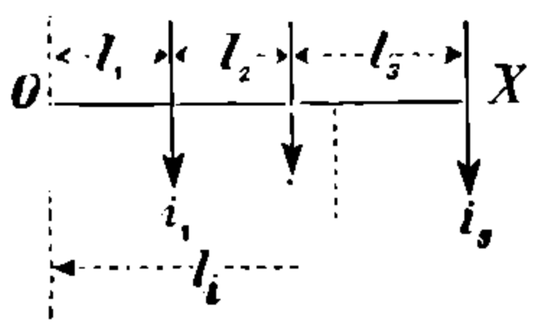
α. Постоянный токъ.

Если токъ расходуется въ различныхъ точкахъ вдоль сѣти, то наибольшая потеря напряженія, т.-е. потеря отъ точки питанія O до конечной точки X (черт. 52), будетъ:

$$E_o - E_x = 2\,[(i_1 + i_2 + i_3)\,r_1 + (i_2 + i_3)\,r_2 + i_3\,r_3]$$
$$= 2\,[i_1\,r_1 + i_2\,(r_1 + r_2) + i_3\,(r_1 + r_2 + r_3)],$$

гдѣ r_1, r_2... сопротивленія одиночныхъ отрѣзковъ проводниковъ длиною l_1, l_2...

Черт.



Формула эта имѣетъ видъ уравненія моментовъ для бруса, закрѣпленнаго въ O и нагруженнаго тремя грузами i_1, i_2, i_3 на разстояніяхъ r_1, r_2, r_3; отсюда слѣдуетъ, что потерю напряженія можно опредѣлить также при помощи веревочнаго многоугольника*).

При постоянномъ сѣченіи проводника и равныхъ разстояніяхъ между отдѣльными мѣстами расходованія тока потеря напряженія до X равна потерѣ, которая имѣла бы мѣсто до средины проводника, если бы въ этой срединѣ расходовалась сумма всѣхъ отдѣльныхъ токовъ. Этимъ свойствомъ можно пользоваться для предварительныхъ приблизительныхъ разсчетовъ.

β. Однофазный перемѣнный и трехфазный токъ.

Пользуясь данными стр. 1035 и слѣд. для перемѣннаго тока однофазнаго и трехфазнаго, можно для этихъ системъ примѣнять данныя постояннаго тока. Для $\cos\varphi$ можно принимать среднее значеніе для отдѣльныхъ пунктовъ расхода тока. Въ трехфазномъ токѣ предполагается одинаковая нагрузка всѣхъ трехъ проводовъ.

3. Сомкнутыя сѣти проводовъ.

α. Постоянный токъ.

α) **Одинаковое напряженіе во всѣхъ питательныхъ пунктахъ** (правило для освѣтительныхъ сѣтей).

---

*) Выборъ масштаба см. стр. 1039, выноску.

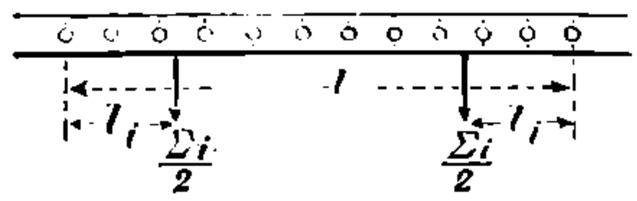
НТБ ДНУЖТ

Питательные провода разсчитываются по даннымъ въ **1.**

Распредѣлительные провода, расположенные между питательными пунктами, разсчитываются слѣдующимъ образомъ.

Если отвѣтвленія (лампы и т. п.) распредѣлены по проводнику равномѣрно, то наибольшая потеря напряженія Δe (обозн. по черт. 53) для прямого и обратнаго проводовъ:

Черт. 53.



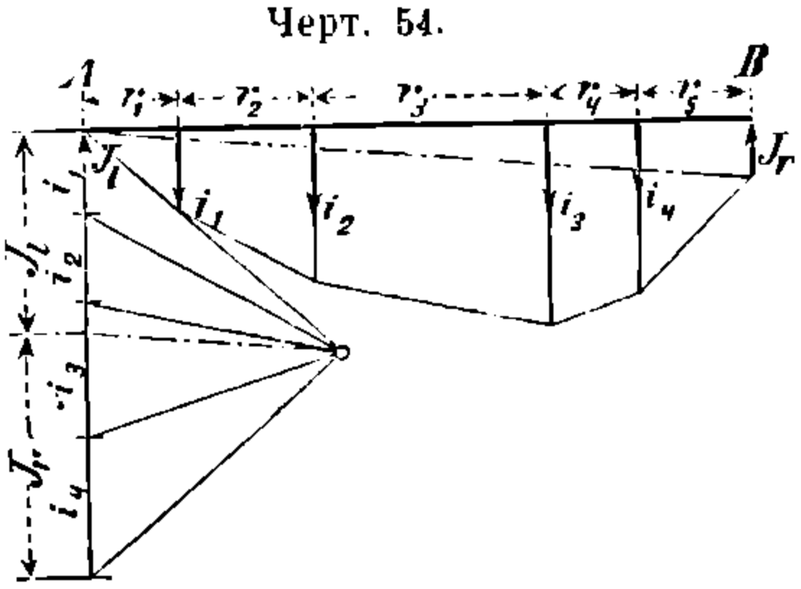
$$\Delta e = 2\,\frac{\Sigma i}{2}\,\frac{r}{4},$$

гдѣ Σi сумма силъ токовъ, отвѣтвляемыхъ на длинѣ l и r сопротивленіе провода l.

Если отдача тока распредѣляется неравномѣрно, то наибольшую потерю напряженія лучше всего опредѣлять графически (черт. 53).

Вычерчиваемъ для i_1, i_2..., какъ силъ, и для r_1, r_2 .., какъ разстояній между ними, силовой и веревочный многоугольники. Ординаты веревочнаго многоугольника представляютъ потери напряженія; ихъ слѣдуетъ мѣрить отъ замыкающей стороны многоугольника. За полюсное разстояніе принимаемъ единицу или кратное единицы. Если для r_1, r_2... приняты простыя длины, то потери для прямого и обратнаго проводовъ вмѣстѣ будутъ вдвое больше *).

Черт. 54.



Линія, параллельная замыкающей сторонѣ, дѣлитъ въ силовомъ многоугольникѣ общую силу тока на два частныхъ тока J_l и J_r, которые притекаютъ къ A и B.

При проектированіи городской распредѣлительной сѣти проводовъ слѣдуетъ принимать равномѣрную отдачу тока по всей длинѣ распредѣлительнаго провода, въ виду вѣроятныхъ послѣдующихъ отвѣтвленій, положеніе которыхъ и величина неизвѣстны; опредѣленіе потери напряженія производится такимъ образомъ помощью простого разсчета. Напротивъ того, графическій способъ рекомендуется для изслѣдованія соотношенія напряженій въ распредѣлительномъ проводѣ, отъ котораго предполагается сдѣлать впослѣдствіи одно или нѣсколько отвѣтвленій.

---

*) Если, напр., отложить: 1 A = 0,5 mm, 1 Ω = 100 mm, полюсное разстояніе = 50 mm, то ординаты веревочнаго многоугольника дадутъ для $\frac{100 \cdot 0{,}5}{50}$ = = 1 mm = 1 V; для прямого и обратнаго проводника, при постоянномъ и перемѣнномъ токѣ = 2 V, при трехфазномъ токѣ = 1,732 V.

НТБ ДНУЖТ

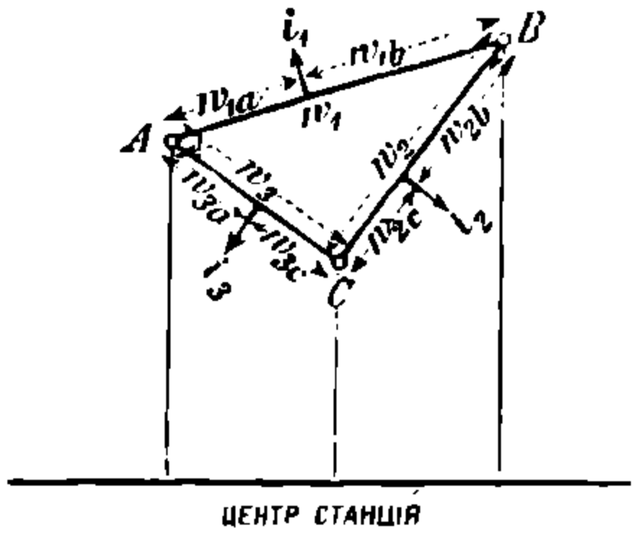
β) **Различныя напряженія въ разныхъ питательныхъ пунктахъ** (сѣти для распредѣленія силы).

Для сѣтей, которыхъ нѣтъ надобности разсчитывать на одинаковое напряженіе у питательныхъ пунктовъ при полной нагрузкѣ, поступаютъ слѣдующимъ образомъ: весь расходъ тока вдоль распредѣлительныхъ проводовъ между питательными пунктами замѣняется соотвѣтствующею нагрузкою питательныхъ пунктовъ, затѣмъ по порядку вычисляютъ столько діаграммъ, сколько имѣется питательныхъ пунктовъ и въ томъ предположеніи, что каждый разъ нагруженъ только одинъ питательный пунктъ. Удобство этого способа заключается въ томъ, что получается рядъ діаграммъ для силы тока отдѣльныхъ пунктовъ, которыя могутъ быть легко провѣрены. Накладывая полученныя діаграммы одну на другую, получимъ окончательную діаграмму для силъ тока.

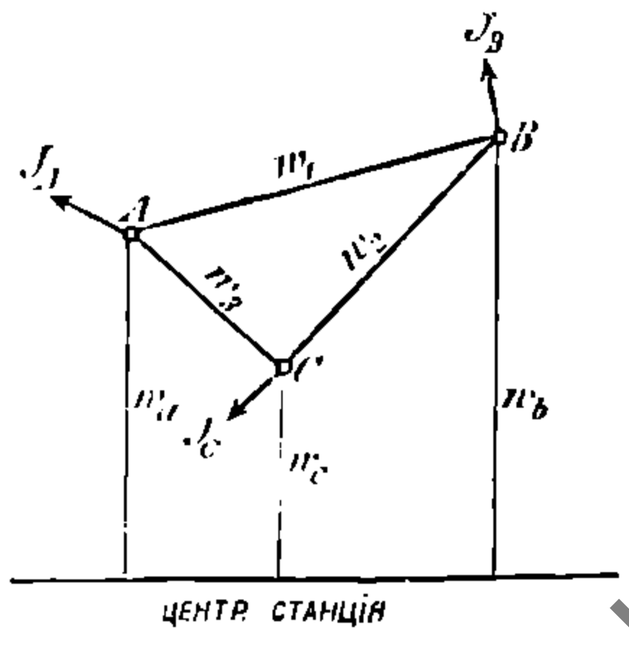
Примѣръ. Пусть на черт. 55 дана сѣть проводовъ для разсчета. Слѣдуетъ принять вмѣсто i_1 токъ $i_1 \frac{w_{1b}}{w_1}$ въ A и токъ $i_1 \frac{w_{1a}}{w_1}$ въ B; вмѣсто i_2 токъ $i_2 \frac{w_{2c}}{w_2}$ въ B и токъ $i_2 \frac{w_{2b}}{w_2}$ въ C; вмѣсто i_3 токъ $i_3 \frac{w_{3c}}{w_3}$ въ A и токъ $i_3 \frac{w_{3a}}{w_3}$ въ C, такъ что получается діаграмма черт. 56. Діаграмма первоначально разсчитывается такъ, какъ будто существуетъ только сила J_A. Величина J_A распредѣляется тогда по общей проводимости путей тока, ведущихъ отъ центральной станціи до A, т.-е. соотвѣтственно значеніямъ:

$$\frac{1}{w_a}, \quad \frac{1}{w_b + \dfrac{1}{\dfrac{1}{w_1} + \dfrac{1}{w_2 + w_2}}}, \quad \frac{1}{w_c + \dfrac{1}{\dfrac{1}{w_3} + \dfrac{1}{w_1 + w_2}}}$$

Черт. 55.



Черт. 56.



НТБ ДНУЖТ

по тремъ питательнымъ проводамъ и подобнымъ же образомъ на три распредѣлительныхъ провода.

Такимъ же образомъ производится разсчетъ діаграммъ для случаевъ, когда предполагается существующимъ только J_B и, соотв., J_C.

Главнымъ образомъ необходимо опредѣлять проводимости путей, ведущихъ отъ центральной станціи къ отдѣльнымъ питательнымъ пунктамъ. Когда эти значенія, число которыхъ при n питательныхъ пунктахъ равно n^2, опредѣлены и занесены въ таблицу, то дальнѣйшіе разсчеты производятся легко.

β. Однофазный перемѣнный и трехфазный токъ.

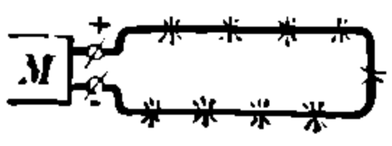
Сюда относится изложенное въ **2.**, *β*.

C. Системы распредѣленія тока.

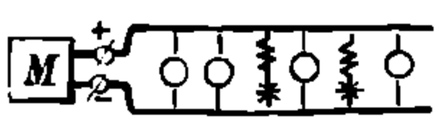
a. Непосредственное распредѣленіе.

При этомъ распредѣленіи источникъ тока и мѣсто его потребленія расположены въ одной и той же круговой цѣпи. Нижеслѣдующіе способы распредѣленія примѣняются какъ для постояннаго, такъ и для однофазнаго перемѣннаго тока; при трехфазномъ токѣ полезныя сопротивленія располагаются звѣздообразно или треугольникомъ (см. стр. 1002).

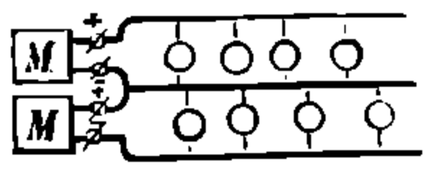
Черт. 57.



Черт. 58.



Черт. 59.



1. Послѣдовательное включеніе (черт. 57) примѣнимо, если имѣются только дуговыя лампы; всѣ мѣста потребленія включены послѣдовательно. Выгода: небольшой расходъ матеріала для проводовъ; недостатки: остановка всего устройства при порчѣ одной лампы, поэтому у каждой лампы необходимо приспособленіе для устраненія короткаго замыканія. Источникъ тока — послѣдовательныя динамомашины.

2. Параллельное включеніе (черт. 58). Два главныхъ провода тянутся вдоль всего помѣщенія и имѣютъ въ соотв. мѣстахъ отвѣтвленія. Этотъ способъ требуетъ постояннаго напряженія у зажимовъ (для крупныхъ установокъ примѣняются шунтъ-машины, регулируемыя отъ руки, для небольшихъ установокъ машины со смѣшанной обмоткой).

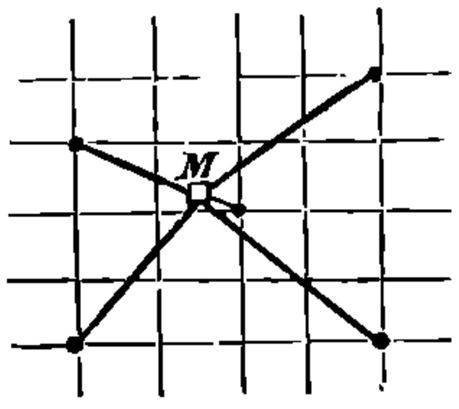
3. Смѣшанное включеніе. Послѣдовательное соединеніе группъ или параллельное включеніе рядовъ. Примѣняется вообще для дуговыхъ лампъ, расположенныхъ въ сѣти калильныхъ лампъ (при 110 вольтахъ двѣ дуговыхъ лампы послѣдовательно).

НТБ ДНУЖТ

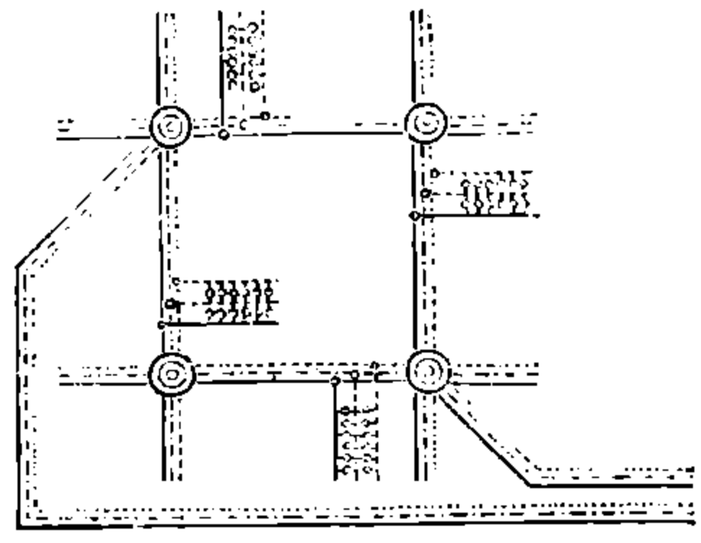
4. Трехпроводная (черт. 59) и **многопроводная система.** Соединеніе двухъ или болѣе рядомъ расположенныхъ параллельныхъ включеній; см. также стр. 1021 и слѣд. Преимущество: экономія въ матеріалѣ проводовъ сравнительно съ системой двухпроводной. Разстоянія до 1200 m при 2×110 вольтъ и до 2500 m при 2×220 вольтъ. Система въ пять проводовъ разсматривается какъ двойная система въ три провода; практическаго значенія болѣе не имѣетъ.

Для большихъ установокъ **распредѣлительная сѣть** проводовъ приноравливается, при системѣ въ два и болѣе проводовъ,

Черт. 60.



Черт. 61.



къ направленіямъ улицъ и образуетъ, такимъ образомъ, **замкнутыя кольца** (черт. 60, изъ различныхъ проводовъ двух- или многопроводной системы здѣсь показанъ только одинъ). Потери напряженія въ распредѣлительныхъ проводахъ, при освѣтительныхъ установкахъ, maximum до $1{,}5\%$. Черт. 61 представляетъ (трехпроводный) четырехугольникъ, расположенный вдоль улицъ и питаемый въ двухъ точкахъ.

b. Распредѣленіе въ отдѣленныхъ цѣпяхъ.

Въ этомъ случаѣ, источникъ тока и мѣста его потребленія расположены въ отдѣльныхъ другъ отъ друга цѣпяхъ. Важное значеніе имѣютъ слѣдующія двѣ системы.

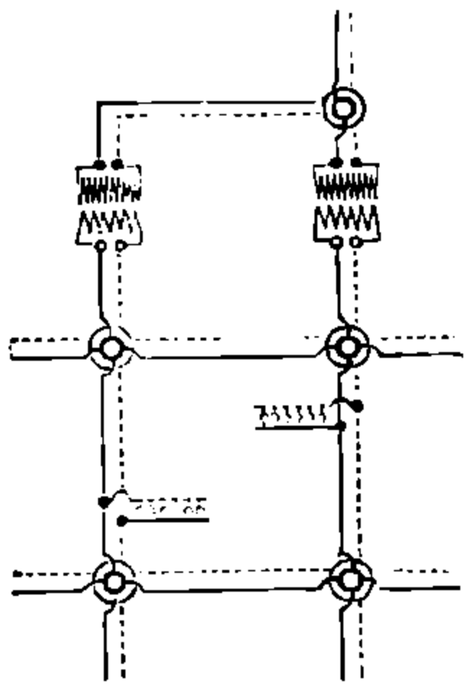
1. Полученіе трехфазнаго тока; преобразованіе трехфазнаго тока въ постоянный посредствомъ вращающихся трансформаторовъ на особыхъ подстанціяхъ. На этихъ подстанціяхъ цѣлесообразно устанавливать аккумуляторы.

2. Полученіе однофазнаго или многофазнаго перемѣннаго тока. Въ главной распредѣлительной сѣти располагаются параллельно включенные трансформаторы перемѣннаго тока; первичныя обмотки питаются токами высокаго напряженія. Отъ трансформаторовъ идутъ сѣти развѣтвленій, по кото-

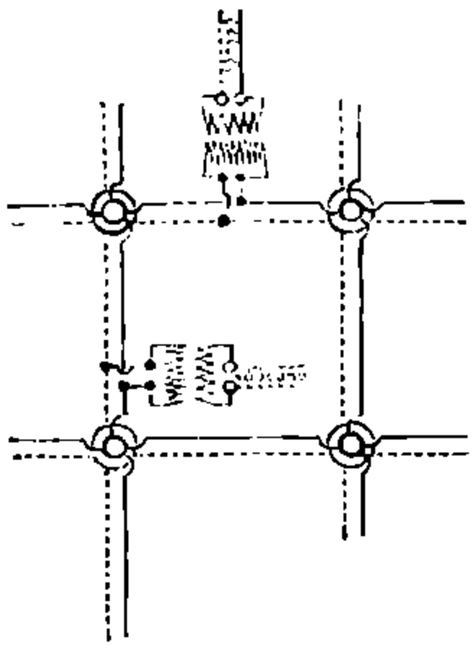
НТБ ДНУЖТ

рымъ направляется токъ низкаго напряженія (соотв. питаемымъ лампамъ). Преимущество: небольшая стоимость главнаго провода; выгодно только въ томъ случаѣ, если изъ одной центральной станціи освѣщается большое пространство (радіусомъ болѣе 1 km). Въ сѣти развѣтвленій лампы включаются параллельно (съ постояннымъ напряженіемъ). Потеря въ главныхъ проводахъ до трансформаторовъ 2 до 5%.

Черт. 62.



Черт. 63.



Черт. 62: замкнутая сѣть для низкаго напряженія; допускается только при тщательномъ уравненіи обмотокъ трансформаторовъ. Черт. 62: замкнутая сѣть для высокаго напряженія и открытая — для низкаго.

D. Устройство и регулированіе сѣти проводовъ.

a. Устройство сѣти.

1. Воздушные провода. Провода сѣченіемъ рѣдко болѣе 95 qmm, иногда 120 qmm. Деревянные столбы (мачты) слѣдуетъ пропитывать (особенно внизу); подробнѣе см. ч. I, отд. 5. Разстояніе между столбами большею частью 40 m, въ кривыхъ — меньше. Небольшой провѣсъ (вслѣдствіе лучшаго вида и для избѣжанія взаимнаго соприкосновенія проводовъ отъ вѣтра) является цѣлесообразнымъ; тѣмъ не менѣе, въ виду напряженія мачтъ (особенно въ кривыхъ), слишкомъ большое ограниченіе величины провѣса нераціонально. Если f провѣсъ проволоки въ m, g вѣсъ ея въ kg/m, l разстояніе между столбами въ m, то горизонтальная слагающая H растягивающаго усилія въ kg:

$$H = \frac{g\,l^2}{8f}.$$

При подвѣшиваніи проводовъ слѣдуетъ принимать во вниманіе температуру воздуха. Нижеслѣдующая таблица даетъ **провѣсъ** проводовъ (въ cm), который надо выбирать при различныхъ температурахъ и разстояніяхъ между столбами, если при температурѣ — 20° напряженіе мѣди не должно

НТБ ДНУЖТ

превосходить 400 kg/qcm; при этомъ не принята во вниманіе нагрузка отъ инея и снѣга.

Пролетъ l m	Температура						Пролетъ l m	Температура					
	-20^0	-10^0	0^0	$+10^0$	$+20^0$	$+30^0$		-20^0	-10^0	0^0	$+10^0$	$+20^0$	$+30^0$
20	11	15	20	23	27	32	40	44	51	58	66	72	78
30	25	30	37	43	48	53	50	68	77	84	92	98	105

Для столбовъ, находящихся въ углахъ и на кривыхъ, опредѣляютъ равнодѣйствующую растягивающихъ усилій и давленія вѣтра по провѣсу проводовъ при самой низкой температурѣ (большею частью не принимая въ разсчетъ нагрузки отъ инея и снѣга) и допускаютъ при разсчетѣ столбовъ на изгибъ напряженія 70 kg/qcm для дерева, 800 до 1000 kg/qcm для желѣза; нагрузка отъ инея и снѣга увеличиваетъ напряженіе почти до предѣла упругости. На прямой линіи столбы устанавливаютъ такъ, чтобы они обладали наибольшимъ моментомъ сопротивленія для давленія вѣтра, перпендикулярнаго къ направленію проводовъ. Давленіе вѣтра для непокрытыхъ инеемъ проводовъ слѣдуетъ принимать 125 kg/qm.

Деревянные столбы на прямой линіи должны имѣть въ вершинѣ не менѣе 12 cm. Они должны зарываться въ землю на глубину 1,5 до 2 m. Столбы на кривыхъ и въ углахъ требуютъ большею частью укрѣпленія посредствомъ тягъ, обсыпки и утрамбовки камнемъ; желѣзные столбы въ этихъ случаяхъ укрѣпляются также посредствомъ бетонировки.

2. Кабели. Свинцовый кабель бронированный закладывается обыкновенно безъ особаго предохраненія непосредственно въ землю на глубинѣ 0,7 до 1 m, въ городахъ лучше всего между бордюрнымъ камнемъ тротуара и плитами, составляющими настилъ тротуара; при глубинѣ заложенія кабеля, меньшей 0,5 m, на кабель накладываютъ также кирпичи и проч. для предохраненія отъ ударовъ лопаты и кирки. При помѣщеніи кабеля посреди мостовой, рекомендуется предохраненіе его также при большой глубинѣ заложенія; кабели должны быть защищены также въ мѣстахъ пересѣченія съ въѣздами во дворы. Въ мѣстахъ пересѣченія улицъ кабели прокладываются въ желѣзныхъ трубахъ.

b. Регулированіе сѣти проводовъ.

1. Автоматическое регулированіе. Если въ освѣтительной сѣти выбрана умѣренная потеря напряженія въ питающихъ проводахъ при полной нагрузкѣ (см. стр. 1034), то достаточно, при правильномъ устройствѣ распредѣлительныхъ проводовъ, урегулировать напряженіе въ источникѣ тока по среднему

НТБ ДНУЖТ

напряженію въ сѣти. Для этого пользуются контрольными жилами, которыя въ кабеляхъ низкаго напряженія вплетаются въ эти послѣдніе.

Въ системахъ на постоянномъ токѣ одинъ конецъ контрольныхъ жилъ присоединяется къ соотвѣтствующимъ концамъ кабелей въ точкахъ питанія, а другой конецъ (съ соотвѣтственнымъ добавочнымъ сопротивленіемъ) къ шинамъ для измѣренія напряженія центральной станціи. Вольтметръ, соединенный съ шиной, показываетъ среднее напряженіе въ точкахъ питанія; на основаніи показаній вольтметра производится непосредственное регулированіе напряженія включателей элементовъ и магнитныхъ регуляторовъ динамомашины (см. стр. 1023 и слѣд.). Напряженіе въ центральной станціи слѣдуетъ держать больше на величину средней потери напряженія въ питающихъ проводахъ.

Въ системахъ перемѣннаго и трехфазнаго тока контрольныя жилы низкаго напряженія присоединяются въ точкахъ питанія низкаго напряженія послѣ трансформаторовъ, такъ что при урегулированіи центральной станціи на опредѣленное низкое напряженіе принимается въ разсчетъ и потеря напряженія въ трансформаторахъ.

При сильно растянутыхъ сѣтяхъ высокаго напряженія контрольныя жилы низкаго напряженія вызываютъ, особенно при подземныхъ проводахъ, значительные расходы, ибо онѣ не могутъ быть вплетаемы въ кабели высокаго напряженія. Въ подобныхъ случаяхъ часто довольствуются тѣмъ, что опредѣляютъ приблизительно потерю напряженія по соотвѣтствующей силѣ тока и, соотвѣтственно этому, держатъ болѣе высокое напряженіе на центральной станціи.

2. Самостоятельное регулированіе. Общее регулированіе съ автоматическимъ уравновѣшеніемъ дѣйствуетъ въ большихъ сѣтяхъ низкаго напряженія хорошо только при одной общей сѣти распредѣлительныхъ проводовъ; но для упрощенія эксплоатаціи и устройства слѣдуетъ стремиться къ регулированію изъ центральной станціи. Въ отдѣльныхъ удаленныхъ пунктахъ питанія, которые не могутъ быть съ удобствомъ присоединяемы къ общей распредѣлительной сѣти, допускаются, для экономіи стоимости кабеля, болѣе значительныя потери напряженія.

Если, при сравнительно большомъ расходѣ тока, въ подобномъ удаленномъ пунктѣ должно быть такое же напряженіе, какъ и въ главной сѣти, то рекомендуется самостоятельное регулированіе.

Послѣднее получается помощью одной, а въ трехпроводной системѣ — помощью двухъ добавочныхъ динамомашинъ, которыя включаются въ центральной станціи передъ разсматриваемымъ проводомъ какъ добавочныя шунтъ-машины, или,

НТБ ДНУЖТ

лучше, какъ послѣдовательныя машины. Въ первомъ случаѣ требуется особое регулированіе напряженія у магнитнаго регулятора шунтъ-машины; во второмъ случаѣ — это является, при правильномъ выборѣ послѣдовательной обмотки, излишнимъ.

Добавочныя послѣдовательныя машины часто примѣняются на городскихъ электрическихъ дорогахъ для движенія по пригороднымъ линіямъ; онѣ имѣютъ въ этомъ случаѣ назначеніемъ не только покрывать бо́льшую потерю напряженія въ длинныхъ питающихъ проводахъ, а также большею частью — доставлять болѣе высокое напряженіе, необходимое для болѣе значительной скорости движенія по внѣгороднымъ участкамъ.

Если въ системѣ электрическаго освѣщенія въ какомъ-нибудь отдаленномъ пунктѣ, напряженіе котораго не можетъ быть регулируемо одновременно съ напряженіемъ въ главной сѣти, расходъ тока незначителенъ, то рекомендуется примѣнять болѣе низкое напряженіе для лампъ, соединенныхъ съ этимъ пунктомъ, съ такимъ разсчетомъ, чтобы при максимальной работѣ (при наибольшей потерѣ въ питающемъ проводѣ) въ лампахъ было надлежащее напряженіе. Для того, чтобы, при слабой нагрузкѣ, небольшое количество горящихъ въ отдаленномъ пунктѣ лампъ, при общемъ регулированіи, не получало слишкомъ высокаго напряженія, слѣдуетъ умѣрять напряженіе посредствомъ особаго регулируемаго сопротивленія, включеннаго въ проводъ.

При весьма сильно растянутой сѣти часто бываетъ невозможно соединять питательные пункты высокаго напряженія посредствомъ уравнительнаго провода. Въ подобныхъ случаяхъ можно избѣжать отдѣльнаго регулированія точекъ питанія, ибо потери напряженія въ проводахъ высокаго напряженія обыкновенно незначительны.

VIII. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВѢЩЕНІЕ*).

A. Опредѣленіе требуемой силы свѣта.

Таблицы времени горѣнія въ теченіе отдѣльныхъ мѣсяцевъ и цѣлаго года, а равно опредѣленіе нормальной (НС) и метрической свѣчи (МС) см. отд. 21, Производство свѣтильнаго газа.

Для приблизительнаго опредѣленія числа и силы свѣта калильныхъ лампъ въ заданномъ помѣщеніи можно принимать на 1 qm площади въ планѣ:

---

*) См. Herzog und Feldmann, Handbuch der elektrischen Beleuchtung; 1898, Berlin.

НТБ ДНУЖТ

Для театровъ, концертныхъ залъ и залъ торжественныхъ собраній	9 до 14 НС.
Для школьныхъ залъ и залъ для собраній	5 » 9 »
Для гостиныхъ, торговыхъ помѣщеній и магазиновъ	4 » 7 »
Для жилыхъ комнатъ и гостиницъ . . .	2 » 3,5 »
Для спаленъ, коридоровъ, лѣстницъ и складовъ	1,5 » 2,5 »
Для больничныхъ палатъ и казармъ	1 » 2 »

При освѣщеніи улицъ вообще можно замѣнять газовую горѣлку (безъ калильнаго чулка, расходъ газа 140 до 160 литровъ въ часъ) калильною лампой примѣрно въ 16 НС, а газовую горѣлку съ калильнымъ чулкомъ — калильной лампой въ 35 НС.

Дуговой лампой постояннаго тока въ 8 амперъ, силою свѣта 400 до 500 НС, подвѣшенной на высотѣ 6 до 15 m, можно освѣщать:

На заводахъ и дворахъ .	800 до 1500 qm,
На вокзалахъ	300 » 500 »
Въ литейныхъ (вообще) .	500 » 600 »
На механическихъ заводахъ	150 » 200 »
Въ прядильныхъ и ткацкихъ	200 »

Для желѣзнодорожныхъ путей принимаютъ слѣдующія данныя:

Для постояннаго тока амперъ		10	12	
» перемѣннаго тока амперъ (лампы съ рефлекторомъ)		15	20	25
Высота лампы	въ m	12	15	18
Діаметръ освѣщаемой площади .	» m	60	80	100

Кромѣ дуговыхъ лампъ для общаго освѣщенія, на фабрикахъ при каждомъ станкѣ помѣщается 1 или 2 лампы накаливанія по 16 до 25 НС въ зависимости отъ величины станка.

B. Калильныя лампы.

Расходъ энергіи обыкновенныхъ калильныхъ лампъ колеблется между 3 и 3,5 уаттъ на НС и можетъ быть уменьшенъ въ т. наз. низкоуаттныхъ лампахъ до 2 уаттъ на НС и ниже, за счетъ, однако, продолжительности горѣнія; послѣдняя составляетъ въ обыкновенныхъ лампахъ 800 до 1000 часовъ, а у низкоуаттныхъ лампъ 100 до 150 часовъ.

Калильныя лампы слѣдуетъ выбирать такъ, чтобы сумма расходовъ на токъ и замѣну лампъ была возможно меньше. Выборъ расхода энергіи въ уаттахъ на НС зависитъ поэтому отъ стоимости тока и цѣны лампъ. Результаты, достигнутые до сихъ поръ съ низкоуаттными лампами, не вполнѣ благопріятны; сила свѣта во время ихъ службы быстро уменьшается.

НТБ ДНУЖТ

Калильная лампа, изготовленная для нормальнаго расхода уаттъ и для большой продолжительности службы, примѣненіемъ болѣе высокаго напряженія обращается въ лампу съ меньшимъ расходомъ уаттъ на единицу свѣта, большею силою освѣщенія при меньшей долговѣчности службы.

Для силы свѣта λ (въ НС) калильной лампы имѣемъ слѣд. уравненія, полученныя изъ наблюденій:

$$\lambda = C_1 e^{6,8} \text{ и } \lambda = C_2 (e\,i)^3,$$

гдѣ e напряженіе въ вольтахъ и i сила тока въ амперахъ; C_1 и C_2 постоянныя величины, свойственныя опредѣленной лампѣ, но измѣняющіяся въ теченіе службы лампы.

Удѣльный расходъ энергіи въ уаттахъ на НС измѣняется по слѣд. закону:

$$\frac{e\,i}{\lambda} = \left(\frac{C_2}{C_1}\right)^{2/3} \frac{1}{e^{1,5}}.$$

Изъ уравненія $\lambda = C_1 e^{6,8}$ можно замѣтить, что при небольшихъ колебаніяхъ напряженія (которыхъ часто при работѣ нельзя избѣжать) сила свѣта λ измѣняется сравнительно сильно; это видно изъ нижеслѣдующей таблицы:

Колебанія напряж. въ %	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Колебанія силы свѣта въ %	3,5	7	10,6	14,4	18,3	22,3

Быстрыя измѣненія напряженія перемѣннаго тока при употребительномъ числѣ періодовъ 50/сек. не оказываютъ замѣтнаго вліянія на равномѣрность передачи свѣта угольной нитью, вслѣдствіе способности нити удерживать теплоту, и недостаточно быстраго воспріятія глазомъ свѣтовыхъ ощущеній. Допускаемые предѣлы числа періодовъ, при которыхъ еще не происходитъ мелькація, составляютъ: для освѣщенія конторъ 35 періодовъ, а для мастерскихъ и наружныхъ открытыхъ помѣщеній 25 до 30 періодовъ.

При изготовленіи калильныхъ лампъ, послѣднія получаются не вполнѣ равномѣрными и поэтому должны подвергаться тщательному испытанію, чтобы въ одной и той же сѣти были размѣщены возможно одинаковыя лампы. Особенное значеніе имѣетъ тщательный выборъ лампъ при послѣдовательномъ соединеніи ихъ, ибо лампы съ бо́льшимъ сопротивленіемъ получаютъ большее напряженіе и поэтому скорѣе сгораютъ. Равнымъ образомъ, для лампъ съ двумя послѣдовательно соединенными угольными нитями обѣ нити одной лампы должны обладать одинаковыми свойствами.

Сила свѣта калильныхъ лампъ, по мѣрѣ ихъ службы, уменьшается вслѣдствіе уменьшенія силы свѣта угольной нити и потемнѣнія стеклянной груши. Для 16-свѣчныхъ лампъ, при напряженіи въ 110 вольтъ, получилось слѣдующее уменьшеніе силы свѣта лампъ.

НТБ ДНУЖТ

Расходъ въ уаттахъ	2	2,5	3	3,5	4 НС
Уменьшеніе силы свѣта на 20% черезъ . .	100	150	300	450	600 час.
Уменьшеніе силы свѣта на 50% черезъ . .	170	270	675	1300	— час.
Средн. продолжительность службы	300	360	700	1370	— час.

Абсолютный расходъ тока уменьшается, удѣльный (расходъ на 1 НС) увеличивается по мѣрѣ продолжительности дѣйствія лампы. Въ общемъ, калильныя лампы выгодно смѣнять раньше, чѣмъ онѣ сгорятъ.

Испытаніе калильныхъ лампъ. Болѣе слабыя мѣста угольной нити замѣчаются при постепенномъ увеличеніи напряженія и при наблюденіи лампы въ темномъ помѣщеніи; слабыя мѣста нити раскаляются раньше. Недостаточный вакуумъ можно узнать по быстрому успокоенію качаній угольной нити, подверженной предварительному сотрясенію. Еще надежнѣе для этого спираль Румкорфа; берутъ лампу за стеклянную грушу, не трогая оправы, и однимъ изъ зажимовъ оправы прикасаются къ полюсу индуктора (длина искры 1 до 2 cm). Другой полюсъ индуктора отводятъ въ землю. При хорошемъ вакуумѣ замѣтна слабая фосфоресценція стеклянной стѣнки въ томъ мѣстѣ, гдѣ рука касается лампы; при недостаточномъ вакуумѣ замѣтно сіяніе, какъ въ Гейслеровой трубкѣ.

Лампа Нернста (открытая лампа накаливанія) свѣтитъ на открытомъ воздухѣ. Свѣтящее тѣло, состоящее изъ окисей извѣстныхъ рѣдкихъ землистыхъ металловъ (окись магнія и т. д.), получаетъ требуемую электропроводимость для прохода тока только послѣ предшествующаго нагрѣванія, поэтому лампа не зажигается сама, а требуетъ вспомогательнаго приспособленія для зажиганія. Расходъ на НС составляетъ 1,6 до 2,0 уаттъ при продолжительности горѣнія 200 до 300 часовъ. Лампы изготовляются силой свѣта въ 25, 50, 65 и 130 НС съ расходомъ 40, 80, 100, 200 уаттъ. Въ послѣднее время изготовляются со смѣнною горѣлкой.

Осміевая лампа предложенная Ауэромъ, строится какъ обыкновенная калильная лампа; калильная нить, изготовленная съ примѣненіемъ осмія, накаливается въ безвоздушномъ пространствѣ. Лампа расходуетъ около 1,5 уаттъ/НС и изготовляется для напряженій 55 до 110 вольтъ. Въ настоящемъ своемъ видѣ лампы эти весьма чувствительны по отношенію къ ударамъ и толчкамъ и могутъ только горѣть въ вертикальномъ положеніи, ибо въ наклоненномъ состояніи нить гнется и ломается.

НТБ ДНУЖТ

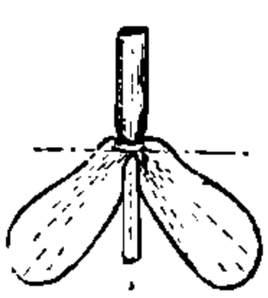
Въ **танталовой лампѣ** Сименса и Гальске угольная нить замѣнена нитью изъ танталоваго металла. Изготовляется для 25 НС и 110 V. Лампа менѣе чувствительна для колебаній въ силѣ тока, чѣмъ угольная. Расходуетъ вначалѣ 1,25 до 1,4 уаттъ/НС.

С. Дуговыя лампы.

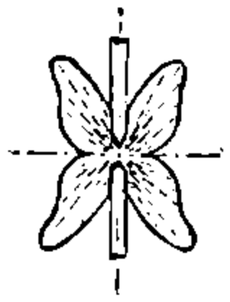
1. Общія данныя.

Форма свѣтящей дуги зависитъ отъ того, получается ли она дѣйствіемъ тока постояннаго или перемѣннаго. Черт. 57 представляетъ, при прозрачныхъ стеклянныхъ шарахъ, силу освѣщенія по различнымъ направленіямъ въ первомъ случаѣ, а черт. 58 — во второмъ. Длины лучей пропорціональны силѣ свѣта въ данномъ направленіи. Матовые стеклянные шары даютъ болѣе равномѣрный свѣтъ, но вызываютъ, въ зависимости отъ степени прозрачности шара, болѣе или менѣе значительную потерю свѣта.

Черт. 57.



Черт. 58.



Въ лампахъ для **постояннаго тока** (черт. 57) положительный уголь имѣетъ углубленіе въ формѣ кратера и даетъ почти 85% всей силы свѣта, вслѣдствіе чего онъ всегда долженъ быть (при непосредственномъ освѣщеніи) расположенъ сверху. Матеріаломъ для положительнаго угля (изнашивается скорѣе) служитъ уголь со стержнемъ (фитилемъ) изъ особой массы, находящейся внутри угля по его оси, а для отрицательнаго — уголь меньшихъ размѣровъ и равномѣрнаго сложенія.

Наибольшая сила освѣщенія — по направленіямъ, составляющимъ съ горизонталью внизъ уголъ около 40°; если эту силу освѣщенія обозначимъ черезъ L_m, а силу освѣщенія по горизонтальному направленію черезъ L, то средняя сферическая яркость лампы постояннаго тока:

$$S = \frac{1}{4} L_m + \frac{1}{2} L.$$

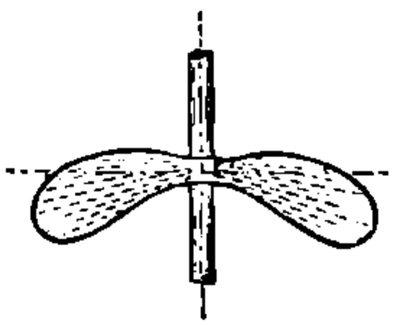
Въ лампахъ **перемѣннаго тока** (черт. 58) оба угля сгораютъ по конусу и равномѣрно. Для этихъ лампъ имѣемъ два наибольшихъ значенія силы свѣта: каждое изъ нихъ составляетъ уголъ въ 40° выше и ниже горизонтальной плоскости. Для утилизаціи идущихъ кверху свѣтовыхъ лучей надъ свѣтящеюся дугой ставится рефлекторъ.

Вслѣдствіе болѣе ограниченнаго притока воздуха отъ дѣйствія рефлектора, верхній уголь сгораетъ менѣе скоро, чѣмъ нижній, и распространеніе свѣта получается подобно черт. 57 для постояннаго тока.

НТБ ДНУЖТ

Распространеніе свѣта отличное отъ вышеприведеннаго имѣетъ мѣсто у дуговыхъ лампъ, свѣтовая дуга которыхъ горитъ въ почти герметически закрытомъ объемѣ, т. наз. лампъ продолжительнаго горѣнія; послѣднія примѣняются какъ для постояннаго тока, такъ и для перемѣннаго тока. Концы углей у этихъ лампъ плоскіе, большая часть даваемаго лампой свѣта распространяется почти горизонтально, какъ это показано на черт. 59 для лампъ постояннаго тока.

Черт. 59.



Вслѣдствіе ограниченнаго притока воздуха, въ этихъ лампахъ сгораніе углей происходитъ значительно медленнѣе, чѣмъ въ обыкновенныхъ лампахъ, а именно: положительнаго угля сгораетъ 1 до 2 mm, а отрицательнаго—0,25 до 0,5 mm въ часъ. Расходъ уаттъ, напротивъ того, при одинаковой силѣ свѣта, больше; равнымъ образомъ, свѣтящая сила скорѣе убываетъ, чѣмъ у обыкновенныхъ открытыхъ дуговыхъ лампъ оттого, что окружающій угли стеклянный шаръ постепенно покрывается мелкою сажею. Кромѣ того, свѣтящая дуга не находится въ спокойномъ состояніи, а перемѣщается по краю угля оттого, что верхній уголь не имѣетъ формы кратера; лампы часто горятъ неспокойно и потому въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется спокойный свѣтъ, непримѣнимы.

Уменьшеніе сгоранія углей, безъ неудобствъ лампъ продолжительнаго горѣнія, достигается въ обыкновенныхъ лампахъ при помощи т. наз. сберегателя, или тонкаго желѣзнаго диска, устанавливаемаго подобно рефлектору въ лампахъ перемѣннаго тока; въ данномъ случаѣ сберегателемъ достигается уменьшеніе притока свѣжаго воздуха, а слѣд. и уменьшается сгораніе углей; послѣднее уменьшается на 40% по сравненію съ лампами безъ сберегателя.

Для выбора **толщины и длины углей** служатъ слѣдующія таблицы (Бр. Сименсъ и К°, въ Шарлоттенбургѣ):

1. Для лампъ постояннаго тока.

Сила тока въ амперахъ.			4	6	8	10	12	15	20
Напряженіе въ вольтахъ у зажимовъ лампы			40	40	40	41	42	43	44
Верхній уголь, діаметръ въ mm . .			12	14	16	18	20	21	23
Нижній уголь, діаметръ въ mm . .			9	10	12	13	15	16	17
Длина угля въ mm	300	при продолж. горѣнія въ часахъ:	8,5	8,5	8,5	9	—	—	—
	400		13	13	13	13,5	14,5	13	13
	500		17	17	17	18	19,5	17	17
	650		—	22	22	23	26	23	23

НТБ ДНУЖТ

2. Для лампъ перемѣннаго тока (съ рефлекторомъ).

Сила тока въ амперахъ	4	6	8	10	12	15	20	25
Діаметръ верхняго угля для перем. тока въ mm	7	8	9	10	11	13	15	16
Діаметръ нижн. угля въ mm.	8	9	10	12	13	15	17	19
Длина угля = 400 mm: Напряж. въ V у зажима лампы	28	28	28	29	29	30	31	31
Длина угля = 400 mm: Продолж. горѣнія въ часахъ . .	8	8	8	8	8,5	8,5	8,5	8
Длина угля = 500 mm: Напряж. въ V у зажима лампы .	—	29	29	30	30	31	32	32
Длина угля = 500 mm: Продолж. горѣнія въ часахъ .	—	10,5	10,5	10,5	11	11	11	10,5
Длина угля = 650 mm: Напряж. въ V у зажима лампы .	—	—	—	31	31	32	33	33
Длина угля = 650 mm: Продолж. горѣнія въ часахъ . .	—	—	—	14,5	15	15	15	14,5

Напряженіе лампъ указано въ вышеприведенной таблицѣ.

Значительно болѣе высокое напряженіе у зажимовъ требуютъ лампы продолжительнаго горѣнія съ ограниченнымъ притокомъ воздуха; послѣднія требуютъ около 70 V при перемѣнномъ и около 80 V при постоянномъ токѣ. Эти лампы могутъ поэтому быть включаемы поодиночкѣ между проводами употребительнаго напряженія 110 V совмѣстно съ сопротивленіемъ въ 40 и, соотвѣтственно 30 V; такимъ образомъ при этой лампѣ нѣтъ необходимости въ одной цѣпи напряженіемъ въ 110 V имѣть больше одной лампы, а при напряженіи 220 V можно включать 2 лампы группами въ одной цѣпи (вмѣсто 4 или 5 обыкновенныхъ лампъ).

Расходъ энергіи.

Для лампъ постояннаго тока можно принимать, въ зависимости отъ величины лампы, на 1 HC (измѣренную въ наиболѣе освѣщенномъ поясѣ) расходъ энергіи при расходѣ въ 6 до 20 A около 0,5 уатть, а при меньшей силѣ тока почти вдвое. Потеря отъ добавочнаго сопротивленія (реостата) здѣсь въ разсчетъ не принята.

Въ лампахъ перемѣннаго тока съ рефлекторомъ расходъ въ уаттахъ на 1 HC средней полусферической силы свѣта берется по нижеслѣдующей таблицѣ:

сила тока въ амперахъ.	4	6	8	10	12	15	20	25
уаттъ на 1 HC .	1,35	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5

2. Регулированіе и включеніе дуговыхъ лампъ.

Устройство регулирующаго прибора, предназначеннаго для установки и поддержанія надлежащаго разстоянія между углями, зависитъ отъ расположенія лампъ въ цѣпи (т.-е.

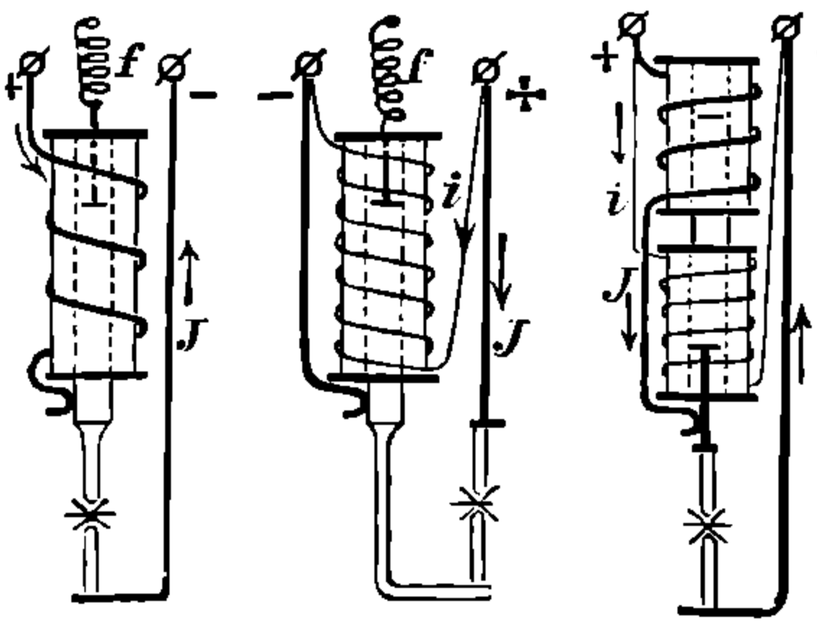
НТБ ДНУЖТ

будетъ ли соединеніе параллельное — постоянное напряженіе у зажимовъ, или послѣдовательное — постоянная сила тока). Въ зависимости отъ этого различаютъ три конструкціи.

α. **Послѣдовательная лампа** (черт. 60).

Регулирующій магнитъ находится въ главной цѣпи. Пружина уменьшаетъ вѣсъ стрежня, противодѣйствующій притяженію соленоида, до величины G. Если сила тока въ амперахъ, z число витковъ и k коэффиціентъ, то:

Черт. 60. Черт. 61. Черт. 63.



$$G = k\,z\,J \quad \text{или}$$

$$J = \frac{G}{k\,z} = \text{пост.},$$

т.-е. лампа регулируетъ на постоянство силы тока. Послѣдовательныя лампы не годятся для послѣдовательнаго включенія въ цѣпь, а примѣняются какъ одиночныя лампы, напр. для освѣщенія прожекторами.

β. **Шунтовая лампа** (черт. 61).

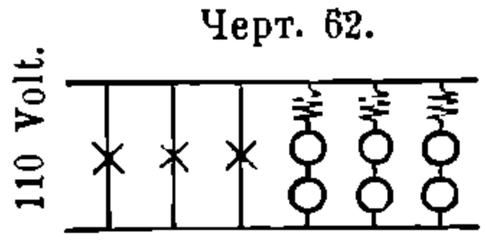
Магнитъ находится въ параллельной цѣпи. Если напряженіе у зажимовъ $= e$, сила тока въ соленоидѣ $= i$, его сопротивленіе $= r_1$, число витковъ $= z_1$ и k_1 постоянный коэффиціентъ, то

$$G = k_1\,z_1\,i = \frac{k_1\,z_1\,e}{r_1} \quad \text{или} \quad e = \frac{G\,r_1}{k_1\,z_1} = \text{пост.},$$

т.-е. лампа регулируетъ **постоянное напряженіе** у зажимовъ.

При достаточно большомъ добавочномъ сопротивленіи, онѣ могутъ быть включаемы параллельно въ провода, между которыми имѣется постоянное напряженіе, и также быть включаемы послѣдовательно въ ограниченномъ числѣ.

Черт. 62.



Если 2 шунтовыя лампы включены послѣдовательно между двумя проводами съ постояннымъ напряженіемъ у зажимовъ, то добавочное сопротивленіе должно быть разсчитано на 30% общаго напряженія послѣдовательно включенныхъ лампъ. При употребительномъ напряженіи въ 110 V могутъ быть соединяемы послѣдовательно въ рядъ не болѣе двухъ лампъ съ соотвѣтственными реостатами, какъ на черт. 62, гдѣ крестами показаны калильныя лампы, а кругами—дуговыя.

НТБ ДНУЖТ

γ. **Дифференціальная лампа** (черт. 62).

Представляетъ соединеніе обѣихъ предыдущихъ. При предыдущихъ обозначеніяхъ имѣемъ:

$$k\,z\,J = k_1\,z_1\,i = \frac{k_1\,z_1\,e}{r_1} \quad \text{или} \quad \frac{e}{J} = \frac{k\,z\,r_1}{k_1\,z_1} = \text{пост.}$$

Въ этомъ случаѣ лампа регулируетъ **постоянное кажущееся сопротивленіе.** Лампы эти съ одинаковымъ успѣхомъ употребляются для соединеній послѣдовательныхъ или параллельныхъ. Передъ шунтовой лампой имѣетъ то большое преимущество, что не требуетъ столь большихъ добавочныхъ сопротивленій при послѣдовательномъ включеніи.

Сопротивленіе это должно составлять около 25% общаго напряженія лампъ, горящихъ въ цѣпи послѣдовательно, а если лампы включены съ пусковымъ реостатомъ, то только около 15% этого напряженія. Для лампъ съ напряженіемъ у зажимовъ около 35 V можно при 110 V и пусковыхъ реостатахъ у каждой лампы включать безъ особыхъ сопротивленій даже по три лампы послѣдовательно, отчего не теряется энергія въ сопротивленіяхъ. Сила свѣта на 1 уаттъ въ каждой отдѣльной лампѣ въ этомъ случаѣ получается нѣсколько менѣе, чѣмъ у обыкновенныхъ лампъ, такъ что общее достигнутое сбереженіе въ уаттахъ на 1 единицу силы свѣта невелико. Послѣдовательное включеніе трехъ лампъ поэтому только тогда цѣлесообразно, когда требуется установка лампъ во многихъ пунктахъ (раздѣленіе свѣта).

Дифференціальныя лампы могутъ быть, кромѣ того, включаемы послѣдовательно въ любомъ количествѣ для непосреднаго примѣненія тока высокаго напряженія; при этомъ, однако, требуется, чтобы при опусканіи для замѣны углей лампа могла быть выключена изъ сѣти и одновременно соединена съ земляным проводомъ. Равнымъ образомъ при такомъ включеніи каждая лампа на случай потуханія должна быть снабжена автоматическимъ короткимъ замыкателемъ или замѣняющимъ лампу сопротивленіемъ, которое автоматически включается, когда лампа тухнетъ. Дальнѣйшее преимущество дифференціальныхъ лампъ состоитъ въ томъ, что онѣ горятъ спокойнѣе, чѣмъ послѣдовательныя или шунтовыя лампы.

Для лампъ перемѣннаго тока напряженіе въ сѣти должно быть, по крайней мѣрѣ, на 15% больше, чѣмъ общее напряженіе всѣхъ включенныхъ послѣдовательно лампъ. Вмѣсто сопротивленія можно для лампъ перемѣннаго тока пользоваться дроссельной катушкой; послѣдняя служитъ также для уменьшенія случайнаго дополнительнаго напряженія сѣти, необходимаго для достиженія спокойнаго горѣнія. Необходимо при этомъ принимать въ разсчетъ передвиженіе фазъ, вызываемое дроссельными катушками. При по-

НТБ ДНУЖТ

мощи ламповыхъ трансформаторовъ можно производить включеніе лампъ перемѣннаго тока по одной въ сѣть съ напряженіемъ 110 до 120 V или выше, при этомъ нѣтъ надобности уменьшать напряженіе въ размѣрѣ большемъ, чѣмъ требуется только для достиженія спокойнаго горѣнія.

IX. ЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ ГОРОДСКІЯ ДОРОГИ*).

A. Путь.

Подробно см. стр. 925 и слѣд. Примѣняются тяжелые желобчатые рельсы съ широкой подошвой (вѣсъ погоннаго метра 40 до 45 kg), съ прочными накладками и соединительными поперечными тягами, укладываются безъ поперечинъ на особомъ фундаментѣ. Сопротивленіе 65 до 70 kg/qcm при удлиненіи 12 до 15%. Расходы на первоначальное устройство, однако, значительны. Стрѣлки лучше всего изъ прокатныхъ рельсовъ съ двумя подвижными соединенными остріями.

Наибольшій подъемъ пути при движеніи отъ сцѣпленія колесъ съ рельсами около 1 : 12.

Пути, служащіе **обратными проводами** тока къ центральной станціи, на всѣхъ стыкахъ имѣютъ мѣдныя соединенія (скобы, railbonds) сѣченіемъ 50 до 100 qmm; площадь металлическаго соприкосновенія мѣднаго провода съ рельсомъ должна быть равна 10 до 12 сѣченіямъ соединительной скобы. Для надежности соединяютъ поперечнымъ мѣднымъ проводомъ оба рельса одного пути черезъ каждые 100 m и, при дорогѣ въ два пути, оба пути, черезъ каждые 200 m. Сварка и заливка стыковъ термитомъ примѣнялась въ видѣ опыта, но не вошла во всеобщее употребленіе.

Омовое сопротивленіе хорошо содержимаго пути составляется изъ сопротивленія рельсовъ (удѣльн. сопр. $^1/_5$ до $^1/_6$), принимая во вниманіе всю ихъ длину и сопротивленія мѣдныхъ соединеній.

Остановочные пункты большею частью передъ пересѣченіемъ улицъ и путей (а не послѣ пересѣченія).

B. Силовая станція.

Если, въ среднемъ, P сила въ kg, необходимая для движенія 1 t вѣса вагона, P' расходъ въ уаттъ-часахъ на 1 tkm, v средняя скорость движенія вагона въ km/чс, a наибольшее число движущихся одновременно вагоновъ, G средній рабочій вѣсъ вагона (вѣсъ порожняго вагона + полезная нагрузка при на-

---

*) Подробное см. Max Schlemann, Bau und Betrieb elektr. Bahnen, 2 изд., Лейпцигъ 1898 г.

НТБ ДНУЖТ

половину заполненномъ вагонѣ) въ тоннахъ, E напряженіе тока въ V, J сила тока въ A, η общая степень полезнаго дѣйствія электрической передачи силы, то работа, потребляемая динамомашинами (производительность):

$$N = \frac{P\ a\ G\ v}{75 \cdot 3{,}6\eta} = \frac{P\ a\ G\ v}{270\ \eta} \text{ въ ЛС,}$$

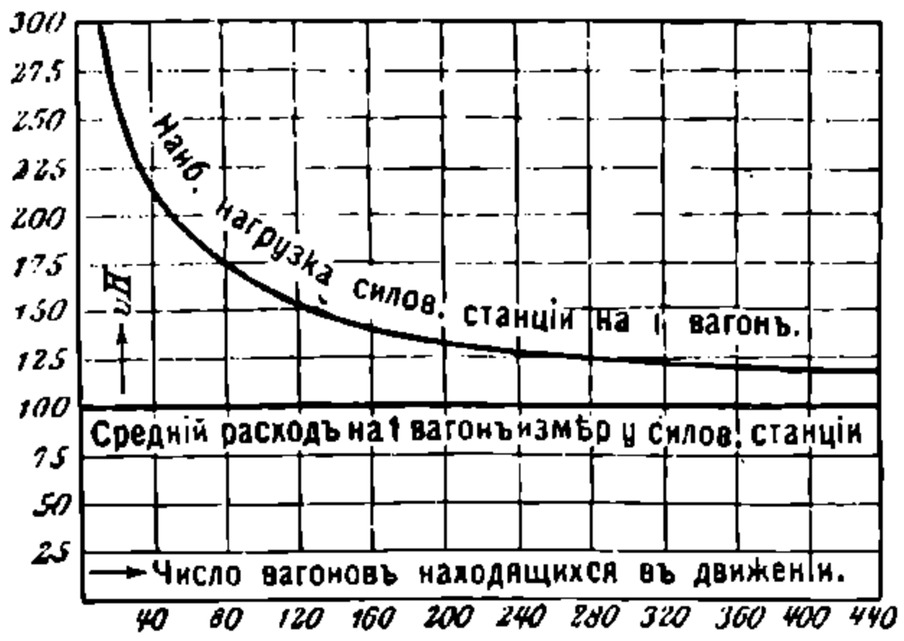
$$\text{или: } N_1 = \frac{P\ a\ G\ v}{1{,}36\ \ 260\ \eta} = \frac{P\ a\ G\ v}{367\ \eta} \text{ въ килоуаттахъ.}$$

Имѣемъ $P = 0{,}367\ \ P'$, соотв. $P' = (E\ J) : (v\ G) = 2{,}725\ \ P$. Для среднихъ соотношеній $P = 11$ до 16 kg на 1 t вѣса вагона, соотв. $P' = 30$ до 43,6 уаттъ-часовъ на 1 tkm, причемъ приняты во вниманіе сопротивленіе въ кривыхъ и, на небольшихъ подъемахъ, потери отъ измѣненія скорости и частыхъ остановокъ, а равно и сопротивленіе воздуха. Степень полезнаго дѣйствія передачи силы (электродвигателя, приспособленія для подвода тока и проводники тока до вагонной оси) слѣдуетъ принимать 60 до 65%, въ среднемъ $\eta = 0{,}625$ $(1 : \eta = 1{,}6)$, такъ что сила, необходимая въ центральной станціи, составляетъ 17,6 до 25,6 kg на 1 tkm вѣса вагона или 48 до 70 уаттъ-часовъ на 1 tkm. Слѣдуетъ принимать въ разсчетъ также расходъ тока на освѣщеніе вагоновъ и т. д.

Тара вагоновъ.

	Моторный вагонъ			Прицѣпной вагонъ
Число осей . . .	2	2	4	2
» сидѣній . . .	16	20	28	16
» мѣстъ стоять	16	14	12	14
Рабочій вѣсъ вагона t .	8,3	9	16,5	4—4,5 крытый 2,5—3 открытый

Черт. 64.



Скорость движенія въ городахъ $v = 10$ до 15 km/чс, на открытыхъ мѣстахъ до 20 km и на внѣгородскихъ дорогахъ до 30 km/чс.

Въ виду частыхъ остановокъ и необходимости сообщать вагону большое ускореніе (до 0,8 m/sk²), нагрузка силовой станціи при трога-

НТБ ДНУЖТ

нiи съ мѣста значительно превышаетъ ея среднюю нагрузку (черт. 64).

Часто эта повышенная нагрузка покрывается работой **аккумуляторной буферной** батареи, а производительность центральной станціи устанавливается лишь по средней работѣ.

Число элементовъ буферной батареи опредѣляется изъ соотношенія $E : e$, гдѣ E среднее напряженіе сборной шины, e = напряженіе одного элемента (2 до 2,1 V, въ среднемъ 2,07 V); $E = 550$ до 600 V.

Силовая станція должна быть расположена, по возможности, на срединѣ сѣти. При сѣти бо́льшаго протяженія устраиваются подстанціи (трехфазный токъ) съ аккумуляторными батареями или безъ оныхъ. Подстанціями для площадей (радіусомъ 1 до 2 km) уменьшается потеря напряженія.

C. Проводка тока.

1. **Воздушный проводъ** примѣняется въ настоящее время по преимуществу, ибо даетъ установку надежную и дешевую. Токъ подводится къ каждому отдѣльному вагону (параллельное включеніе всѣхъ вагоновъ). Питающимъ проводомъ служитъ (въ городахъ) свинцовый кабель, окруженный желѣзной лентой, который закладывается въ землю подъ уличнымъ тротуаромъ въ разстояніи, по крайней мѣрѣ, 30 cm отъ другихъ желѣзныхъ сооруженій (трубъ, кабелей и т. д.); въ мѣстахъ скрещиванія съ трубами и кабелями достаточно наименьшее разстояніе отъ нихъ въ 10 cm. Внѣ городовъ питающій проводъ укрѣпляется, какъ изолированный свободный проводникъ, на тѣхъ же столбахъ, которые служатъ для укрѣпленія рабочаго провода.

Питающій проводъ, идущій отъ положительнаго полюса динамомашины (при бугельномъ токопріемникѣ отъ отрицательнаго), соединяется въ нѣсколькихъ питательныхъ пунктахъ съ воздушнымъ (контактнымъ) рабочимъ проводомъ; для послѣдняго служитъ проволока силиціевой бронзы или твердая проволока красной мѣди діаметромъ 8 mm ($q = 50$ qmm). Эта проволока поддерживается черезъ 35 до 40 m поперечными тросами, укрѣпленными на столбахъ или стѣнныхъ розеткахъ, или мачтахъ съ консолями, на высотѣ 5 до 6 m надъ срединой пути (въ конструкціи Диккинсона съ роликомъ — сбоку пути). Провѣсъ, въ среднемъ, 0,25 m. Роликъ, или бугель (скоба), на крышѣ вагона прижимается пружинящимъ рычагомъ къ рабочему проводу и служитъ токопріемникомъ.

2. **Обратный проводъ.** Обратный токъ (изъ колесъ вагона) идетъ по рельсамъ (см. **A.**); для устраненія электролитическаго вліянія земныхъ (блуждающихъ) токовъ, обратный токъ изъ рельсовъ соединяютъ съ отрицательнымъ полюсомъ динамомашины, при этомъ слѣдуетъ избѣгать потери въ рель-

НТБ ДНУЖТ

сахъ > 5 V. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ (при разстояніяхъ больше 4 km) для обратнаго провода служатъ особые изолированные кабели, которые укладываются рядомъ съ питающимъ проводомъ и соединяются съ рельсами вблизи питательныхъ пунктовъ.

3. Подземный проводъ. Въ этомъ случаѣ также токъ подводится къ каждому отдѣльному вагону: питающій проводъ лежитъ (въ изоляторахъ) въ каналѣ посрединѣ пути или подъ однимъ изъ рельсовъ. Находящійся подъ вагономъ контактный рычагъ, проходящій черезъ прорѣзъ (шириною 25 до 30 mm) канала, соединяетъ питающій проводъ съ вагоннымъ моторомъ. Рельсы рѣдко служатъ обратнымъ проводомъ вслѣдствіе трудности изоляціи; большею частью въ каналѣ имѣется второй изолированный проводъ (а у вагона второй контактный рычагъ).

При расположеніи канала посрединѣ пути конструкція стрѣлокъ проще, и толчки вагона приносятъ меньшій вредъ.

Преимущество подземнаго провода: нѣтъ наружной сѣти проводовъ, которые вмѣстѣ съ укрѣпленіемъ и принадлежностями портятъ видъ улицъ. Недостатки: расходы на устройство подземнаго провода почти въ 2,5 раза болѣе, чѣмъ для воздушнаго; трудное и дорогое содержаніе и очистка канала отъ атмосферныхъ осадковъ и уличной грязи; часто происходящія задержки въ движеніи вслѣдствіе короткаго замыканія; контактные рычаги часто ломаются на стрѣлкахъ (вслѣдствіе невнимательности проводника); при постройкѣ— дорого стоящая и мѣшающая уличному движенію перекладка мостовой; затруднительность постройки подземнаго канала на мостахъ и улицахъ съ большимъ числомъ трубопроводовъ.

4. Тяга аккумуляторами. Благодаря полной независимости вагоновъ другъ отъ друга въ движеніи, эта система тяги наиболѣе желательна. Но большой собственный вѣсъ аккумуляторовъ (около 3,5 t), являясь мертвымъ грузомъ, требуетъ очень прочной рамы вагона и тяжелаго верхняго строенія пути; незначительная продолжительность службы батареи и сильное изнашиваніе верхняго строенія представляютъ серьезные недостатки этой системы. Въ виду затруднительности обслуживанія и соображеній экономическихъ система не получила распространенія.

5. Смѣшанная система: аккумуляторы и воздушная проводка. Воздушный проводъ только на окраинахъ. Во время прохода по окраинамъ аккумуляторы заряжаются для движенія по центральнымъ улицамъ. Недостатки тѣ же, что и при системѣ съ одними аккумуляторами. Для уменьшенія (мертваго) груза аккумуляторовъ слѣдуетъ выбирать выгодное отношеніе между длинами окраинныхъ и центральныхъ улицъ. Система примѣняется часто, но результаты эксплоатаціи въ экономическомъ отношеніи неудовлетворительны.

НТБ ДНУЖТ

6. Смѣшанная система: воздушная и подземная проводка. Примѣняется, когда требуется подземная проводка только на сравнительно короткихъ участкахъ пути; расходы по движенію при этой системѣ значительно меньше, чѣмъ при предыдущей.

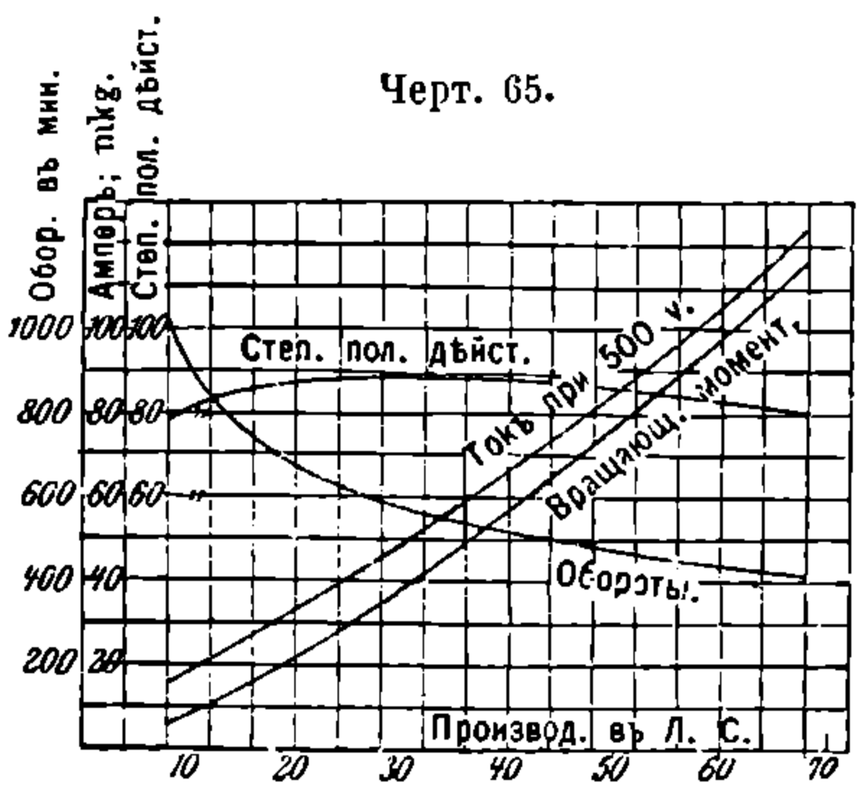
D. Вагоны и моторы.

Какъ для надежности, такъ и для полнаго использованія всего вѣса вагоновъ, послѣдніе большею частью имѣютъ **два мотора,** часовая производительность которыхъ 25 до 35 ЛС, и которые временно могутъ давать до 50 ЛС. Моторы (большею частью четырехполюсные) подвѣшиваются въ подшипникахъ на оси колесъ и на рессорахъ къ нижней рамѣ вагона, такъ что могутъ имѣть небольшое вращеніе около оси колесъ. Движеніе на колесную ось передается помощью простой зубчатой передачи (1 : 3 до 1 : 5,5); стальныя цилиндрическія колеса съ фрезованными зубьями. Слѣдуетъ заботиться о предохраненіи мотора отъ пыли, воды и т. д. Вѣсъ мотора въ 25 до 30 ЛС вмѣстѣ съ зубчатыми колесами составляетъ 0,8 до 1 t.

Полная электрическая арматура для вагона: 2 мотора, контроллеръ съ принадлежностями вѣситъ около 2400 kg.

Большею частью примѣняются послѣдовательные моторы; они развиваютъ большую производительность при троганіи съ мѣста и автоматически регулируютъ скорость въ зависимости отъ производительности (черт. 65). Шунтовые моторы только для зубчатыхъ дорогъ; они имѣютъ преимущество болѣе легкаго и простого регулированія и, вмѣсто торможенія, могутъ быть включаемы на обратную отдачу тока рабочему (контактному) проводу. Они также примѣняются часто въ виду меньшей силы тока въ контроллерѣ.

Черт. 65.



На каждой платформѣ вагона имѣется распредѣлительный аппаратъ (или **контроллеръ**) для установки мотора на 5 до 8 различныхъ скоростей. Часто для трогания съ мѣста оба мотора соединяютъ послѣдовательно, съ цѣлью экономить на сопротивленіи реостата. Моторные вагоны имѣютъ электрическое освѣщеніе при помощи двухъ цѣпей.

Для **торможенія** примѣняются: обыкновенные ручные тормоза, съ давленіемъ на колеса или на рельсы, кромѣ того

НТБ ДНУЖТ

воздушные и электромагнитные тормоза; иногда включаютъ (при длинныхъ спускахъ) моторъ на отдачу тока рабочему проводу или какому-либо сопротивленію. Несмотря на то, что въ данномъ случаѣ примѣненіе электрическихъ тормозовъ является наиболѣе естественнымъ, часто пользуются тормозами, дѣйствующими сжатымъ воздухомъ, ибо послѣдніе технически лучше разработаны. Сигнальные звонки большею частью приводятся въ дѣйствіе ногой кондуктора. Слѣдуетъ устраивать громоотводъ для вагона, а также устанавливать песочницы.

Прицѣпные вагоны (часто прежніе вагоны конно-жел. дороги) устраиваются также съ электрическимъ освѣщеніемъ (лампочки накаливанія по 16 свѣчей); имѣютъ непрерывные тормоза (приводимые въ дѣйствіе проводникомъ моторнаго вагона).

X. ПРАВИЛА ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХЪ УСТАНОВОКЪ, ДѢЙСТВУЮЩИХЪ ТОКАМИ НИЗКАГО НАПРЯЖЕНІЯ *).

(*Ц. М. В. Д. 4. іюня 1904 г., за № 925.*)

(Извлеченіе.)

§) Правила эти предназначены какъ для станцій, вырабатывающихъ и распредѣляющихъ электрическіе токи низкаго напряженія, такъ и для сѣтей проводовъ, наружныхъ и внутреннихъ, питаемыхъ токами низкаго напряженія.

Напряженіе тока признается низкимъ, если таковое между двумя любыми проводами и между любымъ проводомъ и землею не превосходитъ 250 вольтъ для постояннаго тока и 150 дѣйствующихъ вольтъ для перемѣннаго.

§ 2) При исполненіи установокъ въ городахъ и населенныхъ мѣстахъ запрещается допускать въ качествѣ обратнаго провода землю, воду. газо- и водопроводныя трубы, рельсы трамваевъ и желѣзныхъ дорогъ, броню проводовъ, металлическія части, имѣющія другое назначеніе.

§ 3а) **Внутренними проводами** называются провода, проложенные въ жилыхъ и вообще въ такихъ закрытыхъ помѣщеніяхъ, гдѣ возможно постоянное или періодическое пребываніе людей.

б) **Наружными** — всѣ остальные провода.

Наружные провода дѣлятся на воздушные, подземные и подводные.

Воздушными проводами считаются провода, идущіе на открытомъ воздухѣ и вообще непосредственно подверженные атмосфернымъ вліяніямъ.

Подземными проводами — всѣ провода, проложенные подъ землею либо непосредственно, либо въ особо устроенныхъ каналахъ, трубахъ или тому подобныхъ подземныхъ сооруженіяхъ.

Подводными проводами — всѣ провода, проложенные въ водѣ.

§ 4. Провода подраздѣляются на голые и изолированные.

а) Проводами **голыми** признаются проводники и кабели, не имѣющіе изолированной оболочки.

б) Проводами **низкой изоляціи** — имѣющіе плотно прилегающую къ металлу провода изолирующую оболочку, состоящую изъ одной или

---

*) Данныя въ скобкахъ (—) установлены IV Всерос. Электротехническимъ Съѣздомъ (изд. 1908 г.).

НТБ ДНУЖТ

нѣсколькихъ слоевъ волокнистаго нехрупкаго изолирующаго матеріала и наружной оплетки. Слои и оплетки должны быть пропитаны негигроскопическимъ нехрупкимъ изолирующимъ веществомъ.

Примѣчаніе. Провода, покрытые какой-либо слабой изолирующей оболочкой, представляющей собою худшую изолировку, чѣмъ указанная для проводовъ низкой изоляціи, должны быть разсматриваемы, какъ голые провода.

в) Проводами **средней изоляціи** признаются провода, имѣющіе кромѣ одной или нѣсколькихъ обмотокъ изъ волокнистаго нехрупкаго матеріала и оплетки, пропитанныхъ негигроскопическимъ нехрупкимъ изолирующимъ веществомъ, еще одну или нѣсколько прослоекъ изъ резины или матеріала соотвѣтствующаго ей качества.

г) Проводами **высокой изоляціи** считаются такіе, изолировка которыхъ вмѣстѣ съ ел покровами удовлетворяетъ слѣдующимъ условіямъ: при испытаніи въ водѣ токомъ, въ *теченіе* 15 минутъ, послѣ 24-часового пребыванія въ водѣ, изолировка проводовъ должна выдержать дѣйствіе тока съ напряженіемъ, превосходящимъ по крайней мѣрѣ, вдвое наибольшее рабочее дѣйствующее напряженіе, если послѣднее *не превышаетъ* 3000 вольтъ, и превосходящимъ, по *крайней мѣрѣ*, на 3000 вольтъ наибольшее рабочее дѣйствующее напряженіе, если таковое *превышаетъ* 3000 вольтъ. Напряженіе тока при испытаніяхъ должно быть во всякомъ случаѣ не менѣе 500 вольтъ.

Примѣчаніе 1. Провода высокой изоляціи, покрытые снаружи слоемъ металлическихъ проволокъ или металлическихъ лентъ, способныхъ предохранять провода отъ механическихъ поврежденій, называются **бронированными**.

Примѣчаніе 2. Въ концентрическихъ кабеляхъ, наружная жила которыхъ послѣ прокладки будетъ заземлена, толщина и свойство изолирующаго слоя между наружной жилой и внѣшней металлической оболочкой или землей могутъ быть такими, чтобы этотъ слой выдержалъ вышеуказанное испытаніе токомъ при дѣйствующемъ напряженіи въ 10 разъ меньшемъ, чѣмъ наибольшее рабочее дѣйствующее напряженіе; въ противномъ случаѣ наружная жила кабеля должна имѣть одинаковую съ внутренней изолировку, т.-е. удовлетворять пункту Г. Отд. III (стр. 1069).

Примѣчаніе 3. **Шнуры** должны имѣть среднюю или высокую изоляцію, при чемъ обмотки и оплетки шнуровъ съ средней изоляціей могутъ оставаться непропитанными.

Примѣчаніе 4. **Изолирующія оболочки** должны быть сдѣланы изъ веществъ, не размягчающихся и не разрушающихся при температурѣ меньшей 70° С.

Примѣчаніе 5. Провода со сплошной — свинцовой или другой металлической — оболочкой должны удовлетворять требованіямъ, предъявляемымъ въ пунктѣ Г. Отд. III къ проводамъ высокой изоляціи.

Примѣчаніе 6. **Мѣдные провода**, въ составъ изолировки которыхъ входитъ резина или матеріалъ, содержащій въ себѣ сѣру, должны быть вылужены.

Примѣчаніе 5. Провода, служащіе для обмотокъ динамомашинъ, электродвигателей, приборовъ для полученія магнитнаго поля, измѣрительныхъ и т. п. аппаратовъ, могутъ имѣть другой родъ изоляціи.

§ 5. **Изолирующими матеріалами** для сборки и установки приборовъ и аппаратовъ считаются такія вещества, которыя выдерживаютъ дѣйствующее рабочее напряженіе установки при 0,25 принятой для этого напряженія толщины или при данной толщинѣ выдерживаютъ напряженіе, превышающее въ 4 раза дѣйствующее рабочее напряженіе; форма подставокъ для сборки приборовъ должна быть такова, чтобы не имѣла мѣста утечка тока. Испытаніе должно производиться при температурѣ не ниже 15° С, причемъ поверхность электроводовъ для испытанія должна быть взята не менѣе 25 qcm. Испытуемое вещество должно передъ опытомъ пролежать въ водѣ не менѣе 24 часовъ, и затѣмъ поверхность его вытирается досуха.

НТБ ДНУЖТ

§ 6а). **Наибольшая допускаемая дѣйствующая сила тока** въ изолированныхъ проводахъ изъ мѣди (не проложенные подъ землей) съ удѣльнымъ сопротивленіемъ (т.-е. сопротивленіемъ 1 m проволоки, сѣченіемъ въ 1 qmm, въ 0,0175 ома или съ проводимостью въ 57 при 15° C) опредѣляется слѣдующей таблицей.

Сѣченіе въ qmm	Наибольшая рабочая сила тока въ амперахъ	Сѣченіе въ qmm	Наибольшая рабочая сила тока въ амперахъ
0,75	2 (4)	70	130
1	4 (6)	95	165
1,5	6 (10)	120	200
2,5	10 (15)	150	235
4	15 (20)	185	275
6	20 (30)	210	300
10	30 (40)	240	330
16	40 (60)	310	400
25	60 (80)	500	600
35	80 (90)	800	850
50	100 (100)	1000	1000

При сѣченіи свыше 1000 qmm плотность тока не должна быть больше 1 ампера на 1 qmm сѣченія.

(Голые мѣдные провода сѣченіемъ до 50 qmm могутъ нагружаться также не свыше данныхъ приведенной таблицы; для голыхъ мѣдныхъ проводовъ сѣченіемъ отъ 50 до 1000 qmm можетъ быть допущена илотность тока 2 амп. на 1 qmm. Къ воздушнымъ проводамъ вышеуказанныя данныя не относятся.)

(Наименьшее допускаемое поперечное сѣченіе изолированныхъ мѣдныхъ проводовъ равно 1 qmm, а голыхъ проводовъ въ зданіяхъ 4 qmm, воздушныхъ проводовъ 6 qmm).

Сѣченіе въ qmm	Наибольшая дѣйствующая рабочая сила тока въ амперахъ	Сѣченіе въ qmm	Наибольшая дѣйствующая рабочая сила тока въ амперахъ
4	10	95	150
6	15	120	170
10	25	150	190
16	35	185	215
25	55	210	225
35	70	240	240
50	90	300	280
70	120	500	400

в) Для **воздушныхъ голыхъ проводовъ**, сѣченіемъ до 50 qmm, наибольшая допускаемая сила тока опредѣляется таблицею, данною для изолированныхъ проводовъ; при сѣченіяхъ свыше 50 qmm допускается плотность тока не болѣе 2 амперъ на 1 qmm.

Примѣчаніе 1. Для проводовъ изъ металла другой проводимости наибольшая допускаемая сила тока должна быть измѣнена для тѣхъ же сѣченій пропорціонально проводимости даннаго металла.

Примѣчаніе 2. Правила предѣльной силы тока не относятся къ проводамъ, примѣнлемымъ въ обмоткахъ различныхъ машинъ и приборовъ.

I. Электромашинное помѣщеніе.

А. Общія положенія. § 7. **Электромашинное помѣщеніе** должно быть чистымъ, свѣтлымъ или хорошо освѣщеннымъ, сухимъ, хорошо вентилируемымъ и настолько просторнымъ, чтобы уходъ за механизмами

НТБ ДНУЖТ

и приборами не былъ затрудненъ. Предназначенные для прохода промежутки между отдѣльными машинами, а также между стѣною и машинами должны быть не менѣе 75 cm.

Б. Генераторы, электродвигатели и трансформаторы. § 13. **Обмотки** генераторовъ, электродвигателей и трансформаторовъ не должны нагрѣваться при максимальной нагрузкѣ выше температуры, опасной для изолирующаго слоя обмотокъ. При обыкновенныхъ условіяхъ температура обмотокъ не должна быть выше 70° C.

§ 14. **Сопротивленіе изоляціи** между всѣми, проводящими токъ частями электромеханизмовъ, вырабатывающихъ или преобразующихъ электрическую энергію, и станинами ихъ ни въ какомъ случаѣ не должно быть *менѣе 100.000 омовъ*.

§ 15. Каждый генераторъ, электродвигатель и трансформаторъ долженъ имѣть надпись съ указаніемъ нормальныхъ: силы тока, напряженія, а также числа оборотовъ, для которыхъ онъ предназначенъ.

§ 28. **Постоянные провода внутри** аккумуляторнаго помѣщенія допускаются только *неизолированные*. Они должны быть покрыты краскою или лакомъ, на который газы и пары, выдѣляющіеся изъ элементовъ, мало дѣйствуютъ, и должны прокладываться на изоляторахъ колокольнаго типа. Употребленіе кабелей не допускается.

Примѣчаніе. Исключеніе составляютъ только провода переносныхъ лампъ наналиванія, гибкіе двужильные шнуры которыхъ должны имѣть высокую изоляцію.

§ 29. При опредѣленіи **разстоянія между проводами** слѣдуетъ руководиться правилами о проводахъ голыхъ, за исключеніемъ случаевъ, когда разность потенціаловъ между двумя сосѣдними проводами *не превышаетъ* 10 вольтъ; въ этихъ случаяхъ допускаются и меньшія разстоянія.

§ 30. **Посторонніе провода**, проходящіе черезъ аккумуляторное помѣщеніе, должны быть проложены въ свинцовыхъ трубахъ или имѣть свинцовую оболочку.

§ 31. Каждый проводъ, идущій отъ аккумулятора, тотчасъ по выходѣ изъ аккумуляторнаго помѣщенія долженъ быть *снабженъ предохранителемъ*.

Г. Станціонныя распредѣлительныя устройства. § 32. На каждой электрической станціи всѣ приборы для управленія машинами и для распредѣленія электрической энергіи должны быть сгруппированы въ особыхъ устройствахъ.

§ 33. Распредѣлительная доска и другія, соотвѣтствующія той же цѣли, распредѣлительныя устройства должны быть обязательно расположены на видномъ и удобномъ для наблюденія и обслуживанія мѣстѣ.

§ 34. Всѣ приборы, соединенія и провода на распредѣлительномъ устройствѣ должны располагаться такъ, чтобы доступъ къ нимъ не былъ затрудненъ.

§ 35. Если распредѣлительныя станціонныя устройства имѣютъ форму доски или щита, то на таковыхъ всѣ приборы, провода и соединенія могутъ располагаться или только на лицевой сторонѣ, или съ обѣихъ сторонъ. Въ первомъ случаѣ такая доска или щитъ можетъ непосредственно располагаться на стѣнѣ помѣщенія, а во второмъ случаѣ такое устройство должно имѣть свободный проходъ не менѣе 70 cm со всѣхъ сторонъ.

Примѣчаніе. Исключеніе составляютъ распредѣлительныя доски шириною не болѣе 75 cm, для которыхъ проходъ необязателенъ.

§ 36. Распредѣлительное устройство должно быть сдѣлано изъ несгораемаго матеріала.

Примѣчаніе. Обрамленія, служащія для украшенія, равно какъ и мелкія части, не служащія изоляторомъ, какъ-то: втулки, подкладки и т. п., горѣніе которыхъ не можетъ нарушить цѣлости устройства, могутъ быть сдѣланы и изъ другихъ матеріаловъ.

§ 37. **Плавкіе предохранители** должны быть устроены и размѣщены такъ, чтобы расплавленный металлъ не могъ попасть на другіе приборы или на лицъ, наблюдающихъ за ними.

НТБ ДНУЖТ

§ 38. Разстояніе между открытыми, проводящими токъ частями сосѣднихъ приборовъ и проводовъ должны быть не менѣе 50 mm.

§ 39. Громоотводы не должны устанавливаться непосредственно на распредѣлительномъ устройствѣ.

§ 40. Въ общихъ распредѣлительныхъ устройствахъ для токовъ различныхъ напряженій должна быть устранена возможность перехода токовъ большаго напряженія въ приборы и провода для меньшаго напряженія.

§ 41. На **распредѣлительныхъ устройствахъ** должны быть, по крайней мѣрѣ:

1) Одинъ **вольтметръ**, а на станціяхъ, гдѣ динамомашины включаются параллельно,—*одинъ* вольтметръ между собирательными полосами и *не менѣе одного* (съ коммутаторомъ) для включенія машинъ. При трех- и болѣе проводной системѣ (но не многофазной) число вольтметровъ между собирательными полосами должно быть соотвѣтственно увеличено.

2) **Амперметръ и выключатель** въ цѣпи каждой динамомашины.

3) **Предохранители и выключатели** на всѣхъ проводахъ, отходящихъ отъ распредѣлительнаго устройства, за исключеніемъ соединеній съ динамомашинами и случаевъ, указанныхъ въ §§ 70 и 73. Если конструкція предохранителей позволяетъ пользоваться ими какъ выключателями, то послѣдніе могутъ не устанавливаться.

4) Приборы, указывающіе происшедшую неисправность въ сѣти.

II. Различныя принадлежности электрическихъ установокъ.

А. Общія положенія. § 42. **Основанія приборовъ** должны быть приготовлены изъ прочнаго, несгораемаго матеріала; всѣ проводящія токъ части приборовъ должны быть хорошо изолированы отъ основаній, если послѣднія сдѣланы изъ неизолирующаго матеріала.

Б. Выключатели. § 51. **Конструкція** выключателя должна быть такова, чтобы исключалась всякая возможность остановки выключателя въ промежуточныхъ положеніяхъ, при замыканіи и размыканіи, и образованія продолжительной вольтовой дуги, при выключеніи полнаго рабочаго тока. Поверхности контактовъ должны плотно прилегать другъ къ другу и должны удовлетворять условіямъ §§ 62 и 67.

§ 52. Сѣть каждаго отдѣльнаго потребителя должна быть снабжена выключателемъ, *на всѣхъ полюсахъ* для того, чтобы можно было во всякое время легко отдѣлять ее отъ внѣшней сѣти. Отдѣльные выключатели могутъ не устанавливаться, если имѣются предохранители, устроенные такъ, что ими можно пользоваться, какъ выключателями.

Примѣчаніе 1. Въ многопроводныхъ системахъ средній нулевой проводъ можетъ быть выключаемъ только одновременно съ внѣшними проводами или послѣ нихъ.

Примѣчаніе 2. Выключатели запрещается устанавливать на проводахъ, которые заземлены.

В. Предохранители. § 53. **Предохранители** должны быть устанавливаемы съ такимъ разсчетомъ, чтобы сила тока въ предохраняемомъ ими проводѣ не могла быть больше двойной нормальной рабочей силы тока, допускаемой въ этомъ проводѣ.

(Предохранители до 50 амп. включительно должны выдерживать въ теченіе продолжительнаго времени, не расплавляясь, силу тока въ 1,25 разъ больше нормальной; при нагрузкѣ предохранителей въ холодномъ состояніи сразу токомъ вдвое большимъ нормальнаго, они должны расплавляться въ теченіе не болѣе 2 минутъ. Каждый въ отдѣльности предохранитель долженъ надежно дѣйствовать при нормальномъ напряженіи, а предохранители до 30 амп. также и повышенномъ приблизительно на 10%.)

§ 54. Предохранители всегда должны устанавливаться на *каждомъ полюсѣ*.

§ 55. Предохранители **не ставятся**: 1) на среднемъ нулевомъ проводѣ трехпроводной или многопроводной системы и 2) на проводѣ, который заземленъ.

Примѣчаніе. Если въ трех- или многопроводной системѣ взято отвѣтвленіе не отъ всѣхъ проводовъ, то каждый изъ

НТБ ДНУЖТ

отвѣтвленныхъ проводовъ долженъ быть защищенъ предохранителемъ.

§ 56. Предохранитель ставится *во всѣхъ развѣтвленіяхъ*, гдѣ мѣняется сѣченіе проводовъ, исключая тотъ случай, когда предохранитель, поставленный на болѣе толстомъ проводѣ, достаточно охраняетъ болѣе тонкій. Предохранитель долженъ быть поставленъ *возможно ближе къ главному проводу* и во всякомъ случаѣ не далѣе 25 cm. Если на отвѣтвленіе предохранитель ставится дальше 25 cm отъ болѣе толстаго провода, то сѣченіе конца провода между толстымъ проводомъ и предохранителемъ должно быть такое же, какъ и сѣченіе этого толстаго провода. Соединеніе проводовъ съ предохранителями въ мѣстахъ отвѣтвленій должны производиться *отдѣльными проводами*; употребленіе многожильныхъ проводовъ или шнуровъ не допускается.

Примѣчаніе. Параграфъ этотъ не относится къ подземной кабельной сѣти.

§ 57. Допускается защищать *однимъ общимъ предохранителемъ* группу параллельно включенныхъ пріемниковъ электрической энергіи, потребляющихъ въ совокупности не болѣе 0,75 киловатта и во всякомъ случаѣ не болѣе 6 амперъ.

Примѣчаніе. Каждый переносный пріемникъ электрической энергіи долженъ быть обезпеченъ отдѣльнымъ предохранителемъ на неподвижной части проводовъ, хотя бы однополюсныхъ.

§ 58. Предохранители и мостики ихъ должны быть такъ устроены и установлены, чтобы легко и совершенно безопасно могли замѣняться *подъ напряженіемъ*.

§ 59. Концы легкоплавкихъ предохранительныхъ мостиковъ должны быть снабжены приспособленіями, обезпечивающими надежный контактъ и защищающими ихъ отъ раздавливанія зажимами.

§ 60. Каждый предохранитель на замѣняемой его части долженъ быть снабженъ помѣткою о наибольшемъ напряженіи и о нормальной силѣ тока, для которыхъ онъ построенъ.

§ 61. Разстояніе между проводящими токъ неподвижными частями предохранителя должно быть таково, чтобы *при двойномъ напряженіи*, для котораго данный предохранитель предназначенъ, появленіе въ предохранителѣ вольтовой дуги было самое кратковременное.

§ 62. Когда предохранитель устроенъ съ **плавящимся мостикомъ**, то мостикъ его долженъ плавиться *немедленно*, при прохожденіи по немъ тока не болѣе *двойной силы* по сравненію съ отмѣченной на немъ нормальной рабочей силы тока.

§ 63. Электромагнитный предохранитель долженъ быть снабженъ приспособленіемъ для автоматическаго разрыванія вольтовой дуги.

§ 64. Предохранители **двухполюсные** или **многополюсные**, собранные на общей подставкѣ и подъ общей покрышкой, допускаются только въ томъ случаѣ, если совершенно устранена возможность случайнаго образованія вольтовой дуги между разноименными полюсами въ самомъ приборѣ.

§ 65. Мостики должны быть такъ построены или ограждены, чтобы плавящійся металлъ ни въ какомъ случаѣ не могъ разбрасываться.

§ 66. Покрышка предохранителей должна быть сдѣлана изъ несгораемаго вещества.

Г. Громоотводы. § 67. Каждый наружный воздушный проводъ, какъ голый, такъ и изолированный, долженъ быть снабженъ громоотводомъ на электрической станціи. Исключеніе составляютъ провода, протяженіе которыхъ *не превышаетъ* 100 m; такіе провода могутъ быть и не снабжены громоотводами. На линіяхъ большого протяженія должно быть установлено по громоотводу на каждые два километра провода.

Примѣчаніе. Провода, проложенные вдоль стѣнъ, дѣйствію сего правила не подлежатъ.

§ 68. Громоотводъ по своей конструкціи долженъ *быть повторнаго дѣйствія*, т.-е. чтобы онъ могъ работать не только при первомъ разрядѣ, но и при послѣдующихъ разрядахъ атмосфернаго электричества. Кромѣ того, должна быть устранена возможность короткаго замыканія цѣпи послѣ разряда атмосфернаго электричества.

НТБ ДНУЖТ

§ 69. Громоотводы, находящіеся *внутри зданій*, должны быть установлены не ближе 70 cm отъ воспламеняющихся матеріаловъ.

§ 70. Громоотводъ долженъ быть надежно соединенъ съ металлической пластинкой, зарытой въ землю на глубинѣ грунтовыхъ водъ, причемъ соединительная проволока въ доступныхъ мѣстахъ должна быть защищена отъ случайнаго поврежденія, а сопротивленіе земляного сообщенія не должно быть болѣе 100 омовъ. Проводъ, отводящій разрядный токъ въ землю, по возможности, не долженъ имѣть искривленій.

Примѣчаніе. Дѣйствующія газопроводныя трубы не должны служить земляным соединеніемъ для громоотводовъ.

Д. Электрическія лампы и ихъ принадлежности. § 71. Электрическія лампы, помѣщающіяся вблизи легко воспламеняющихся предметовъ. какъ, напримѣръ, декорацій, портьеръ, занавѣсей и т. п., должны находиться на такомъ отъ нихъ разстояніи, чтобы была исключена возможность замѣтнаго нагрѣванія такихъ предметовъ.

§ 72. Дуговыя лампы, а также и люстры, бра и подвѣсы съ лампами накаливанія, не должны висѣть на проводахъ, доставляющихъ токъ къ лампамъ. Исключеніе допускается только для отдѣльныхъ (одиночныхъ) лампъ накаливанія, которыя могутъ висѣть на шнурахъ, если эти провода несутъ грузъ не болѣе одного килограмма, причемъ въ мѣстахъ прикрѣпленія въ патронахъ и розеткахъ концы проводовъ, подходящіе къ зажимамъ, не должны испытывать натяженія.

§ 73. Установка дуговыхъ лампъ на приборахъ для дѣйствующаго газоваго освѣщенія *не допускается*; лампы накаливанія могутъ быть устанавливаемы на люстрахъ, бра и подвѣсахъ дѣйствующаго газоваго освѣщенія только при условіи, чтобы провода ихъ имѣли высокую изоляцію и такъ были проложены, чтобы теплота газоваго пламени не могла повредить ихъ изоляціи, а патроны и арматуры лампъ были изолированы отъ остальной газовой проводки.

§ 74. При подвѣшиваніи дуговыхъ лампъ на тросахъ провода не должны подвергаться ни натяженію, ни скручиванію, а тросы должны имѣть 10-кратную прочность на разрывъ.

§ 75. Дуговыя лампы должны быть снабжены надежными приспособленіями, препятствующими выпаденію искръ и раскаленныхъ осколковъ углей; зажимы должны помѣщаться внутри корпуса лампы или должны быть прикрыты и защищены отъ случайнаго къ нимъ прикосновенія. На зажимахъ дуговыхъ лампъ постояннаго тока полюсы должны быть ясно обозначены.

§ 76. Дуговыя лампы должны быть изолированы отъ подвѣсокъ.

Е. Реостаты. § 77. Реостатъ долженъ быть собранъ на несгораемомъ и изолирующемъ матеріалѣ.

Примѣчаніе. Сосуды для жидкихъ реостатовъ могутъ быть изготовляемы изъ дерева, но во всякомъ случаѣ они должны быть установлены на несгораемомъ и изолирующемъ матеріалѣ.

§ 78. Реостатъ, находящійся въ доступномъ мѣстѣ, долженъ быть закрытъ несгораемымъ чехломъ, съ отверстіями для вентиляціи.

§ 79. Всякій реостатъ долженъ быть устроенъ и установленъ такъ, чтобы даже при накаливаніи *его докрасна* онъ не могъ причинить пожара.

Примѣчаніе. Реостаты не должны быть прикрѣпляемы непосредственно къ деревяннымъ предметамъ и стѣнамъ, а внутри помѣщеній они не могутъ быть устанавливаемы ближе 70 cm отъ деревянныхъ потолковъ, хотя бы оштукатуренныхъ.

III. Провода.

А. Общія положенія. § 80. Провода сѣченіемъ меньше одного qmm не допускаются, за исключеніемъ проводовъ, укладываемыхъ въ люстрахъ, бра и подвѣсахъ; въ этомъ случаѣ сѣченіе проводовъ не должно быть менѣе 0,75 qmm.

§ 81. *Тонкіе провода* до 4 qmm, идущіе по стѣнамъ горизонтально, должны имѣть пролеты не болѣе 1 m; провода же большаго сѣченія должны имѣть пролеты не болѣе 2,5 m.

НТБ ДНУЖТ

§ 82. Голые и изолированные провода, *перекрещивающіеся* другъ съ другомъ, а также съ телефонными или телеграфными, или же проходящіе вблизи какихъ-либо постороннихъ предметовъ, должны быть настолько удалены другъ отъ друга и отъ таковыхъ предметовъ, чтобы не могло быть соприкасанія. При полной невозможности исполнить это требованіе на провода должны быть надѣты прочныя, изолирующія трубки, хорошо закрѣпленныя на своихъ мѣстахъ.

Примѣчаніе. Разстояніе между бронированными проводами, а также и проводами въ металлической оболочкѣ можетъ быть произвольнымъ.

§ 83. Проволоки **концовъ проводовъ** входящихъ въ зажимы приборовъ, патроновъ, выключителей, предохранителей и проч., должны быть спаяны вмѣстѣ и облужены, если площадь сѣченія ихъ меньше 25 qmm: при большой цлощади сѣченія проводовъ концы ихъ должны быть снабжены облуженными кабельными наконечниками.

§ 84. **Сростки проводовъ** должны быть хорошо спаяны по всей длинѣ (за исключеніемъ алюминіевыхъ проводовъ) и имѣть изолировку не худшую, чѣмъ сращиваемые провода. Соединеніе проводовъ простымъ перевитіемъ проволокъ между собою безусловно воспрещается.

§ 85. Соединеніе двухъ и нѣсколькихъ проводовъ *зажимами* допускается только во временныхъ установкахъ и различныхъ приборахъ, а также колодцахъ, соединительныхъ ящикахъ, муфтахъ и спеціальныхъ зажимахъ, установленныхъ на изолирующемъ матеріалѣ.

§ 86. **Отвѣтвленія отъ проводовъ**, подверженныхъ провѣсу, должны браться у точекъ опоры этихъ проводовъ. Мѣста приращиванія отвѣтвленій изолированныхъ проводовъ должны быть соотвѣтственны качеству изолирующаго слоя сращиваемыхъ проводовъ; когда же проводъ и отвѣтвленіе имѣютъ высокую изоляцію, сростки должны быть изолированы такъ, чтобы изолирующій слой былъ непрерывнымъ.

§ 87. При прокладкѣ изолированныхъ проводовъ прикрѣпленіе ихъ къ изоляторамъ, роликамъ и т. п. точкамъ опоры должно быть произведено такимъ образомъ, чтобы изолирующій слой провода не подвергался порчѣ.

§ 88. Провода бронированные и съ металлической оболочкой могутъ быть прикрѣплены непосредственно къ стѣнамъ или задѣлываемы въ нихъ.

Примѣчаніе. Провода съ внѣшней свинцовой или другой металлической оболочкой не должны находиться въ непосредственномъ соприкосновеніи съ веществами, химически дѣйствующими на металлъ оболочки.

§ 89. Вездѣ, гдѣ толь коможно опасаться механическаго поврежденія проводовъ, провода должны быть вложены въ *прочныя трубы* или закрыты *прочными футлярами*. Внутреннія стѣнки трубъ должны быть настолько гладкими, чтобы при протаскиваніи проводовъ изоляція ихъ не могла быть повреждена.

Мѣста скрѣпленія должны быть прочно соединены муфтами, и діаметръ трубъ долженъ быть таковъ, чтобы провода можно было свободно вынуть и замѣнить новыми. Трубы дозволяется прокладывать подъ штукатурку въ стѣнахъ, потолкахъ и подъ полами такимъ образомъ, чтобы въ нихъ не могла скопляться влага или сырость. Примѣненіе деревянныхъ трубъ воспрещается.

Примѣчаніе 1. Въ металлическихъ трубахъ могутъ быть прокладываемы непосредственно только провода высокой изоляціи; провода же болѣе низкой изоляціи при прокладкѣ въ металлическихъ трубкахъ должны имѣть на себѣ предварительно одѣтую еще вторую трубку изъ изолирующаго матеріала.

Примѣчаніе 2. Провода, несущіе перемѣнные токи, могутъ быть прокладываемы въ металлическихъ трубахъ лишь при условіи, что металлическая оболочка не нагрѣвалась отъ дѣйствія тока *выше* 20^0 C надъ окружающей средой.

§ 90. Укладка проводовъ голыхъ, низкой и средней изоляціи, непосредственно въ деревѣ (рейкахъ) и во всякихъ неизолирующихъ матеріалахъ безусловно *воспрещается*.

НТБ ДНУЖТ

Примѣчаніе. Вообще при прокладкѣ проводовъ дерево не должно примѣняться, какъ изолирующій матеріалъ.

§ 91 а). Сопротивленіе изоляціи отдѣльнаго **подземнаго или подводнаго провода** сѣти по отношеніи къ землѣ при постоянномъ токѣ должно быть таковымъ, чтобы потеря тока не превышала 0,0001 ампера на километръ одиночнаго провода безъ отвѣтвленій, т.-е. должно быть не менѣе 10.000. E омовъ на километръ одиночнаго провода, гдѣ E — наибольшее рабочее напряженіе тока.

б) Сопротивленіе изоляціи **воздушныхъ линій** не должно быть при наиболѣе неблагопріятныхъ атмосферныхъ условіяхъ менѣе 100.000 омовъ на километръ одиночнаго провода безъ отвѣтвленій.

в) Сопротивленіе изоляціи по **отношенію къ землѣ** всей сѣти во внутреннихъ помѣщеніяхъ вмѣстѣ со всѣми включенными въ сѣть лампами и другими приборами, потребляющими электрическую энергію, не должно быть менѣе $\frac{1000000}{n}$ омовъ, гдѣ n — число лампъ накаливанія, имѣющихся въ сѣти; при этомъ каждый электродвигатель, дуговая лампа и вообще приборъ, потребляющій энергію, считается за 10 лампъ накаливанія. Для любого отвѣтвленія внутри помѣщеній сопротивленіе изоляціи не должно быть менѣе $10000 + \frac{1000000}{n}$ омовъ.

Б. Провода воздушные. § 92. Для воздушной канализаціи тока могутъ примѣняться провода **голые, низкой, средней и высокой изоляціи**; провода низкой и средней изоляціи разсматриваются въ этомъ случаѣ какъ голые.

§ 93. *Столбы* и *поддержки* (кронштейны и траверсы) воздушныхъ линій должны быть сдѣланы изъ прочнаго матеріала и надлежащимъ образомъ укрѣплены; при разсчетѣ и установкѣ ихъ надлежитъ принимать во вниманіе давленіе вѣтра и натяженія отъ неравенства длины пролетовъ или отъ измѣненія направленія линіи. При этомъ для желѣза принимается при наибольшемъ натяженіи 5-кратная, а для дерева—10-кратная прочность; максимальное давленіе вѣтра должно быть принято не менѣе 150 kg/qm.

§ 94. Воздушные провода сѣченіемъ менѣе 4 qmm и болѣе 100 qmm должны быть подвѣшиваемы на *тросахъ*, если пролеты превышаютъ 2,5 m.

§ 95. Воздушный проводъ болѣе 25 qmm сѣченія, *пересѣкающій* городскую улицу или городскую площадь, долженъ быть по всей длинѣ пролета, если таковой болѣе 25 m, поддерживаемъ прочнымъ металлическимъ тросомъ при посредствѣ вертикальныхъ проволочныхъ подвѣсокъ, снабженныхъ изоляторами, изолирующими проводъ отъ троса. Разстояніе между *подвѣсками* должно быть не болѣе 2,5 m. Если воздушный проводъ состоитъ изъ бронзовой проволоки съ сопротивленіемъ разрыву не менѣе 60 kg/qmm, то таковой можетъ быть подвѣшенъ безъ троса: при діаметрѣ до 5 mm — на пролетахъ до 100 m и при діаметрѣ до 10 mm — на пролетахъ 50 m.

§ 96. При опредѣленіи *величины пролетовъ* проводовъ и діаметра поддерживающихъ ихъ тросовъ слѣдуетъ принимать пятикратную прочность при температурѣ въ 10^0 C, а также принимать въ разсчетъ давленіе вѣтра (въ 150 kg/qm), нормальное къ направленію провода, причемъ поверхностью провода считается произведеніе изъ его діаметра на длину.

§ 97. Низшія точки воздушныхъ проводовъ, идущихъ по столбамъ вдоль улицъ и дорогъ, должны быть удалены отъ поверхности земли по крайней мѣрѣ на 5 m, а пересѣкающихъ улицы, площади и проѣзжія дороги — на 6 m.

§ 98. При *вводахъ въ зданія* провода должны пропускаться черезъ фарфоровыя воронки, направленныя отверстіемъ внизъ; далѣе они должны быть помѣщаемы внутри стѣнъ въ прочныхъ трубахъ, сдѣланныхъ изъ изолирующаго и водонепроницаемаго матеріала. Провода не должны надавливать на края воронокъ, а входить въ нихъ свободно, дѣлая изгибъ внизъ такъ, чтобы вода могла свободно стекать.

Примѣчаніе. Провода съ металлическою оболочкою и бронированные могутъ входить въ зданіе безъ примѣненія воро-

НТБ ДНУЖТ

нокъ, но они должны имѣть уклонъ изнутри зданія наружу или быть защищены отъ доступа воды.

§ 99. *Голые провода* должны быть укрѣплены лишь на изоляторахъ колокольнаго типа, поставленныхъ правильно, причемъ уголь оси изолятора съ вертикалью не долженъ превышать 45^0.

§ 100. Горизонтальное и вертикальное разстояніе *между параллельно идущими* и перекрещивающимися разноименными голыми проводами должно быть не менѣе 300 mm при пролетѣ болѣе 6 m, 200 mm при пролетѣ отъ 4 до 6 m (болѣе 6 m), при меньшихъ пролетахъ (отъ 4 до 6 m) — не менѣе 150 mm (не менѣе 100 mm при меньшихъ пролетахъ).

§ 101. Голые провода, идущіе *надъ крышами зданій*, должны быть удалены отъ нихъ и отъ выступающихъ предметовъ (трубъ, фронтоновъ и т. п.) на разстояніе 2,5 m въ вертикальномъ направленіи и 1 m въ горизонтальномъ направленіи; идущіе вдоль стѣнъ голые провода должны быть помѣщены на высотѣ не менѣе 4 m отъ поверхности земли и на разстояніи не менѣе 100 mm отъ стѣны, какъ бы тонокъ ни былъ проводъ, и во всякомъ случаѣ на такомъ разстояніи отъ оконъ и балконовъ, чтобы не могло быть прикосновенія къ нимъ.

§ 102. Провода *высокой изоляціи* могутъ быть прокладываемы снаружи зданій на фарфоровыхъ, стеклянныхъ и другого твердаго изолирующаго несгораемаго матеріала роликахъ или такихъ же зажимахъ, прочно прикрѣпленныхъ къ стѣнамъ зданія, причемъ взаимное разстояніе между такими проводами должно быть не менѣе 50 mm, а разстояніе между стѣной и проводомъ не менѣе 10 mm.

В. Провода подземные и подводные. § 103. Для прокладки въ землѣ и въ водѣ могутъ примѣняться только провода **бронированные или съ металлической оболочкой.**

§ 104. Подземные провода должны быть прокладываемы на глубинѣ не менѣе 500 mm; въ тѣхъ же случаяхъ, когда нельзя достигнуть этой глубины, разрѣшается прокладывать провода и ближе къ поверхности земли съ тѣмъ, чтобы были приняты надлежащія мѣры предосторожности противъ случайныхъ поврежденій провода.

§ 105. Сверху проложенныхъ проводовъ, а также и съ боку, со стороны уже существующаго, расположеннаго рядомъ на разстояніи не далѣе 500 mm кабеля или трубопровода должны быть устраиваемы какія-либо загражденія, предохраняющія кабель отъ механическихъ поврежденій. Такому же требованію должны удовлетворять провода, проложенные подъ воротами зданій.

Примѣчаніе. Настоящій параграфъ не относится къ бронированнымъ кабелямъ, которые могутъ быть проложены безъ заграждeній.

§ 106. Если небронированный проводъ выходитъ изъ земли и идетъ внѣ ея, то онъ долженъ быть снабженъ въ доступныхъ мѣстахъ прочной металлической защитой для предохраненія отъ механическихъ поврежденій.

§ 107. Если для прокладки проводовъ подъ землею будутъ устраиваемы особыя сооруженія или приспособленія (напр., бетонные или другіе плотно закрывающіеся каналы), предупреждающіе непосредственное соприкасаніе воды съ проводомъ, то внутри такихъ сооруженій допускается прокладывать и голые провода на изоляторахъ соотвѣтственной конструкціи.

§ 108. Сростки проводовъ и отвѣтвленій должны быть исполняемы чрезвычайно тщательно. Мѣста сростковъ, помѣщенныхъ подъ землею, должны быть заключены въ плотно надѣтыя металлическія муфты (коробки), вполнѣ залитыя негигроскопическимъ изолирующимъ составомъ.

§ 109. Контрольные и распредѣлительные колодцы и тумбы должны быть предохранены отъ проникновенія въ нихъ воды; крышка или двери должны закрѣпляться такимъ образомъ, чтобы они могли быть открываемы только служебнымъ персоналомъ.

Г. Провода внутренніе. § 110. Въ *жилыхъ помѣщеніяхъ* прокладка голыхъ проводовъ не допускается. Исключеніе составляютъ провода, входящіе въ составъ подъемныхъ машинъ и т. п. передвижныхъ электромеханизмовъ. Во внутреннихъ нежилыхъ помѣщеніяхъ, гдѣ въ

НТБ ДНУЖТ

силу особыхъ условій необходимо проложить голые провода, послѣдніе должны быть прокладываемы съ соблюденіемъ требованій, предъявляемыхъ къ воздушнымъ проводамъ, и притомъ такъ, чтобы была устранена возможность случайнаго прикосновенія къ нимъ.

§ 111. При проходѣ проводовъ *сквозь полы, потолки* и *стѣны*, они должны быть прокладываемы въ прочныхъ трубахъ, сдѣланныхъ изъ водонепроницаемаго, а при деревянныхъ стѣнахъ—несгораемаго матеріала. Если пропускаются провода низкой изоляціи, то на каждый изъ нихъ, сверхъ того, должна быть надѣта сплошная резиновая трубка, выступающая на разстояніе не менѣе 10 mm изъ каждаго конца трубы; тотъ же способъ прокладки обязателенъ и для проводовъ средней изоляціи, если они прокладываются не въ изолрованныхъ трубахъ. Трубы, въ которыхъ провода проходятъ черезъ полъ, должны выступать изъ пола не менѣе, какъ на 50 mm. Концы трубъ не должны имѣть острыхъ краевъ.

§ 112. По полу, въ полу и подъ нимъ разрѣшается прокладывать провода только высокой изоляціи, причемъ идущіе по полу должны быть защищены отъ механическихъ поврежденій, а идущіе въ полу и подъ нимъ должны быть проложены въ трубахъ или должны быть бронированными.

§ 113. **Въ сухихъ помѣщеніяхъ**: а) провода *низкой* изоляціи должны быть прокладываемы на колокольныхъ, кольцевыхъ и т. п. изоляторахъ, клицахъ и роликахъ, изготовленныхъ изъ фарфора, стекла и др. соотвѣтствующихъ по качеству матеріаловъ; б) провода *средней* изоляціи, кромѣ вышеупомянутыхъ способовъ прикрѣпленія, могутъ быть прокладываемы въ изолирующихъ трубахъ; в) провода *высокой* изоляціи могутъ быть прокладываемы рядомъ другъ съ другомъ и вплотную къ стѣнѣ, а также могутъ быть задѣлываемы въ рейки подъ штукатурку.

Разстояніе между проводами низкой изоляціи должно быть не менѣе 25 mm, разстояніе отъ стѣнъ и потолковъ до проводовъ низкой изоляціи—не менѣе 6 mm.

Гибкіе одно- и многожильные провода (шнуры) могутъ быть прокладываемы въ сухихъ помѣщеніяхъ вдоль стѣнъ на разстояніи отъ нихъ не менѣе 6 mm на ролинахъ, кольцевыхъ и другихъ изоляторахъ, если отдѣльныя жилы имѣютъ среднюю изоляцію; шнуры, имѣющіе высокую изоляцію, могутъ быть прокладываемы вплотную къ стѣнамъ.

§ 114. **Въ сырыхъ помѣщеніяхъ** провода *низкой* изоляціи должны прокладываться исключительно на изоляторахъ колокольнаго типа, провода же *средней* и *высокой* изоляціи могутъ быть прокладываемы и другихъ изоляторахъ, роликахъ и клицахъ, сдѣланныхъ изъ фарфора.

Разстояніе между проводами низкой и средней изоляціи должно быть не менѣе 25 mm, а разстояніе отъ стѣнъ и потолковъ—не менѣе 6 mm, даже и въ случаѣ проводовъ съ высокой изоляціей, если послѣдніе не бронированы или не имѣютъ металлической оболочки.

§ 115. **Въ помѣщеніяхъ очень сырыхъ**, каковы: бани, прачечныя и т. п. примѣненіе проводовъ *низкой* и *средней* изоляціи, а также *шнуровъ* воспрещается. Провода *высокой* изоляціи, если они не бронированы или не имѣютъ металлической оболочки, должны быть прокладываемы на фарфоровыхъ изоляторахъ колокольнаго типа на разстояніи не менѣе 12 mm другъ отъ друга и отъ стѣнъ и потолковъ.

XI. НОРМЫ ДЛЯ ПРОВОДОВЪ.

Установлены IV Всероссійскимъ Электротехническимъ Съѣздомъ.
Изд. 2, 1908.

a. Нормы для проводниковой мѣди.

§ 1. *Проводниковая мѣдь* при длинѣ въ 1 километръ и поперечномъ сѣченіи въ 1 qmm. при 15° С, должна обладать сопротивленіемъ не выше 17,5 омовъ. Сопротивленіе *Rt*, измѣренное при t° С., пересчитывается по формулѣ

НТБ ДНУЖТ

$$R_{15} = \frac{Rt}{l + 0{,}004\ (t-15)}.$$

§ 2. *Мѣдные провода* должны быть изготовлены изъ проводниковой мѣди. Принимается за правило опредѣлить полезное сѣченіе мѣдныхъ проводовъ измѣреніемъ сопротивленія, причемъ для 1 qmm принимается километрическое сопротивленіе въ 17,5 омовъ (см. § 1), а для многопроволочныхъ жилъ и для сложныхъ проводовъ принимается въ разсчетъ длина готоваго провода, т.-е. безъ добавленія длины, соотвѣтствующей скруткѣ.

§ 3. При изслѣдованіи, изготовленъ ли мѣдный проводъ изъ проводниковой мѣди, т.-е. удовлетворяетъ ли послѣдняя условіямъ § 1, поперечное сѣченіе опредѣляется изъ вѣса и длины куска отдѣльнаго провода, причемъ, если не производится особое опредѣленіе удѣльнаго вѣса, за таковой принимается величина 8,91.

b. Провода съ натуральной резиной.

(Предназначаются для прокладки на штукатуркѣ въ сухихъ помѣщеніяхъ при напряженіи до 125 вольтъ на изолирующихъ роликахъ при напряженіи до 250 вольтъ.)

Провода съ натуральной резиной для сѣченія отъ 1 qmm до 16 qmm могутъ быть однопроволочные; провода многопроволочные допускаются для сѣченій отъ 1 qmm до 150 qmm.

Мѣдная жила должна быть облужена горячимъ способомъ, обвита хлопчатой бумагой и поверхъ послѣдней обмотана лентой изъ натуральной, технически чистой, невулканизированной пара-резины. Перекрытіе витковъ обмотки должно быть не менѣе, чѣмъ въ 2 mm.

Вѣсъ резиновой обмотки, отнесенный къ 100 метрамъ одиночнаго провода, долженъ соотвѣтствовать нижеприводимымъ даннымъ.

Поперечное сѣченіе мѣди въ qmm. .						1.0	1.5	2.5	4.0	
Наименьшій вѣсъ резины въ грамм.						130	155	190	230	
Наименьшее число проволокъ въ многопроволочныхъ проводахъ						7	7	7	7	
Попер. сѣч. мѣди qmm.	6	10	16	25	35.	50	70	95	120	150
Наим. вѣсъ резины гр.	280	340	420	550	650	800	1000	1200	1400	1550
Наим. число проволоки	7	7	7	7	19	19	19	19	19	19

Вѣсъ устанавливается на основаніи средней величины изъ пяти взвѣшиваній кусковъ длиною въ 1 m, взятыхъ изъ различныхъ мѣстъ.

Поверхъ резиновой ленты имѣется обмотка изъ хлопчатой бумаги, а поверхъ послѣдней оплетка изъ хлопчатой бумаги, пеньки или подобнаго вещества, соотвѣтствующимъ образомъ пропитаннаго.

Провода, изготовляемые какъ выше описано, не подвергаются испытанію на пробиваніе.

Провода съ натуральной резиной не могутъ примѣняться какъ сложные провода.

c. Провода съ вулканизированной резиной.

Провода съ вулканизированной резиной сѣченіемъ отъ 1 qmm до 16 qmm могутъ быть однопроволочными; провода многопроволочные допускаются для сѣченій отъ 1 qmm до 1000 qmm.

Мѣдная жила должна быть облужена горячимъ способомъ и покрыта водонепроницаемой оболочкой изъ вулканизированной резины.

Каждый проводъ послѣ 24-часового пребыванія въ водѣ долженъ выдержать въ теченіе получаса испытаніе перемѣннымъ токомъ, высота напряженія котораго между мѣдной жилой и водой опредѣляется нижеприводимой таблицей, причемъ температура воды должна быть не выше 25° C:

НТБ ДНУЖТ

Рабоч. напр. 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 10000 12000 к.
Напряж. при
испыт. . . . 2000 4000 6000 8000 9000 10000 12000 13000 15000 18000 к.

Каждый проводъ сверхъ резиновой изоляціи долженъ быть обмотанъ прорезиненной лентой. Въ проводахъ одножильныхъ сверхъ ленты должна быть пропитанная оплетка. Въ сложныхъ проводахъ наружная оплетка можетъ быть общей.

Всѣ провода, кромѣ того, могутъ быть покрыты металлическимъ панцыремъ (въ видѣ оплетки, обмотки и т. п.).

а) Провода съ вулканизированной резиной для неподвижной прокладки при напряженіи до 1000 вольтъ и для присоединенія подвижныхъ приборовъ до 500 вольтъ (ВР). Толщина стѣнокъ резиновой оболочки опредѣляется нижеслѣдующей таблицей.

Поперечное сѣченіе мѣди	Наименьш. число проволок. въ многопроводочныхъ проводахъ	Толщ. стѣнки резинов. оболочки наименьшая	Толщ. стѣнки резинов. оболочки наибольшая	Поперечное сѣченіе мѣди	Наименьш. число проволок. въ многопроводочныхъ проводахъ	Толщ. стѣнокъ резин. оболочки наименьшая	Толщ. стѣнокъ резин. оболочки наибольшая
qmm		mm	mm	qmm		mm	mm
1,0	7	0,8	1,1	95,0	19	1,8	2,6
1,5	7	0,8	1,1	120,0	37	1,8	2,6
2,5	7	1,0	1,4	150,0	37	2,0	2,8
4,0	7	1,0	1,4	185,0	37	2,2	3,0
6,0	7	1,0	1,4	240,0	61	2,4	3,2
10,0	7	1,2	1,7	310,0	61	2,6	3,4
16,0	7	1,2	1,7	400,0	61	2,8	3,6
25,0	7	1,4	2,0	500,0	61	3,2	4,0
35,0	19	1,4	2,0	625,0	61	3,2	4,0
50,0	19	1,6	2,3	800,0	127	3,5	4,5
70,0	19	1,6	2,3	1000,0	127	3,5	4,5

б) Провода съ вулканизированной резиной для рабочихъ напряженій свыше 1000 вольтъ (ВРС). (Предназначаются для неподвижной прокладки и для присоединенія подвижныхъ приборовъ до 1500 вольтъ.)

Для проводовъ высокаго напряженія примѣняется обозначеніе ВРС, къ которому приписывается въ скобкахъ рабочее напряженіе, напр.: ВРС 10 (3000).

Резиновая оболочка этихъ проводовъ должна состоять изъ слоевъ резины различнаго цвѣта. Предписаній относительно толщины оболочекъ не существуетъ.

d. Нормы для шнуровъ съ вулканизированной резиной.

(Предназначаются для неподвижной прокладки при напряженіи до 1000 вольтъ и для присоединенія подвижныхъ приборовъ до 500 вольтъ.)

Площадь поперечнаго сѣченія мѣдной жилы въ шнурахъ съ вулканизированной резиной допускается отъ 1 qmm до 6 qmm. Мѣдная жила должна быть свита изъ отдѣльныхъ луженыхъ горячимъ способомъ мѣдныхъ проволокъ, діаметромъ не болѣе 0,3 mm. Каждая жила должна быть обвита хлопчатой бумагой, сверхъ которой имѣется сплошная водонепроницаемая оболочка изъ вулканизированной резины.

Каждый проводъ послѣ 24-часового пребыванія въ водѣ долженъ выдержать въ теченіе получаса испытаніе перемѣннымъ токомъ въ 2000 вольтъ между мѣдной жилой и водой, при температурѣ послѣдней не выше 25° С.

Толщина стѣнокъ резиновой оболочки опредѣляется нижеслѣдующей таблицей.

Поперечное сѣченіе мѣди въ qmm.	1.0	1.5	2.5	4.0	6.0
Толщ. стѣнокъ резин. оболоч. наимен. въ mm.	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0
Толщ. стѣнокъ резин. оболоч. наибол. въ mm.	1.1	1.1	1.4	1.4	1.4

Отдѣльныя жилы въ скрученныхъ шнурахъ сверхъ резиновой оболочки должны быть защищены оплеткой изъ волокнистаго вещества

НТБ ДНУЖТ

(лощенки, шелка, хлопчат. бумаги и т. п.). Въ кругахъ или овальныхъ шнурахъ защита поверхъ резиновой оболочки можетъ быть исполнена и инымъ способомъ; такіе шнуры должны быть покрыты общей оплеткой изъ соотвѣтствующаго матеріала.

Для подвижныхъ пріемниковъ тока могутъ примѣняться какъ круглые, такъ и скрученные шнуры.

e. Нормы для арматурныхъ проводовъ.

(Обозначеніе АВ.)

(Предназначаются для проводки внутри и снаружи освѣтительныхъ арматуръ.)

Арматурный проводъ состоитъ изъ однопроволочной или изъ многопроволочной мѣдной жилы поперечнаго сѣченія въ 0,75 qmm.

Мѣдная жила должна быть облужена горячимъ способомъ и изолирована сплошнымъ слоемъ вулканизированной резины толщиною въ 0,6 mm. Поверхъ резиновой оболочки должна быть оплетка изъ хлопчатой бумаги, пеньки, шелка или подобнаго матеріала, который также можетъ быть пропитанъ соотвѣтствующимъ образомъ, причемъ внѣшній діаметръ провода не долженъ превышать 2,7 mm. Арматурные провода могутъ также состоять изъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ скрученныхъ между собою проводовъ. Двужильный арматурный проводъ (обозначеніе АВ2) можетъ также состоять изъ двухъ рядомъ лежащихъ неоплетенныхъ проводовъ, покрытыхъ общей оплеткой, какъ выше описано. Наружные размѣры двужильнаго провода не должны превышать 5,4 mm.

Вышеуказанные арматурные провода должны быть подвергнуты въ сухомъ состояніи получасовому испытанію на пробиваніе напряженіемъ въ 1000 вольтъ перемѣннаго тока; при этомъ для испытанія одиночныхъ проводовъ, два куска, длиною не менѣе 5 метровъ, должны быть скручены между собою.

f. Нормы для подвѣсныхъ шнуровъ.

(Предназначаются для установки подвѣсныхъ блочныхъ лампъ.)

Подвѣсные шнуры имѣютъ сѣченіе мѣди въ 0,75 кв. mm.

Мѣдная жила состоитъ изъ луженыхъ горячимъ способомъ проволокъ діаметромъ не свыше 0,3 mm, скрученныхъ между собою. Мѣдная жила обвита хлопчатой бумагой и покрыта сплошной оболочкой изъ вулканизированной резины толщиною 0,6 mm. Двѣ изолированныя жилы должны быть скручены вмѣстѣ съ несущимъ шнуромъ или тросомъ изъ соотвѣтствующаго матеріала и покрываются общей оплеткой изъ хлопчатой бумаги, пеньки, шелка или подобнаго матеріала. Можно примѣнять также два несущихъ шнура или два троса, расположенные по обѣ стороны изолированныхъ жилъ. При примѣненіи металлическаго троса, послѣдній долженъ быть обмотанъ или покрытъ оплеткой. Общей оплетки шнура можетъ и не быть, но въ такомъ случаѣ каждая жила должна имѣть свою оплетку.

Изготовленные такимъ образомъ подвѣсные шнуры должны въ сухомъ состояніи выдерживать испытаніе на пробиваніе перемѣннымъ токомъ въ 1000 вольтъ.

Подвѣсные шнуры для подвѣсныхъ блочныхъ лампъ и т. п. должны быть настолько гибки, чтобы одиночные проводники могли безъ вреда для нихъ ходить по роликамъ діаметромъ въ 25 mm., а двужильные по роликамъ діаметромъ въ 35 mm.

Сопротивленіе изоляціи кабелей, при пріемкѣ ихъ на заводѣ, должно быть не менѣе 200 мегомъ на 1 km при температурѣ въ 15^0 С. При пріемкѣ на заводѣ измѣреніе изоляціи, по требованію пріемщика, должно производиться при напряженіи въ 700 вольтъ. По требованію поставщика поверхностные токи при этомъ должны быть отведены.

Таблица нагрузокъ для проложенныхъ въ землю одиночныхъ кабелей до 700 вольтъ, съ контрольными жилами или безъ нихъ.

НТБ ДНУЖТ

g. Нормы для одиночныхъ кабелей постояннаго тока до 700 вольтъ, съ контрольной жилой или безъ нея.

Мѣдная жила: Дѣйствующее поперечное сѣченіе мѣди, mm²	Мѣдная жила: Кабель безъ / съ контрольн. ж.: Наименьшее число провол.	Контрольная жила: Поперечное сѣченіе мѣди, mm²	Изолирующая оболочка: Конструкція	Изолирующая оболочка: Наименьшая толщина	Свинцовая оболочка: Общая толщина mm: однослойная	Свинцовая оболочка: Общая толщина mm: двуслойная	Обмотка свинцовой оболочки: Конструкція	Обмотка свинцовой оболочки: Толщина, mm	Броня: Толщина желѣзной ленты, mm	Броня: Размѣръ проволокъ брони, mm	Толщина обмотки бронированнаго кабеля, mm	Наружный діаметръ готоваго кабеля: безъ / контрольной жилой, mm	Наружный діаметръ готоваго кабеля: безъ / контрольной жилой, mm	Наибольшее напряженіе при испытаніи
1,0	1	—	Волокнистыя вещества, пропитанныя иволирующимъ составомъ.	1,75	1,2	—	Пропитанный джутъ, свободный отъ кислоты.	1,5	—	Оцинкован. желѣзная проволока дм. 1108 mm	1,5	17	—	1250 вольтъ перемѣннаго тока.
1,5	1	—		1,75	1,2	—		1,5	—		1,5	17	—	
2,5	1	—		1,75	1,2	—		1,5	—		1,5	18	—	
4,0	1	—		1,75	1,4	—		1,5	—		1,5	19	—	
6,0	1	—		1,75	1,4	—		1,5	—		1,5	19	—	
10,0	1	—		1,75	1,4	—		1,5	—		1,5	20	—	
16,0	7	1		2,0	1,5	2×0,9		2,0	2×0,5		2,0	23	24	
25	7			2,0	1,5	2×0,9		2,0	2×0,5		2,0	24	25	
35	7			2,0	1,6	2×0,9		2,0	2×0,8		2,0	25	26	
50	19			2,0	1,6	2×1,0		2,0	2×0,8		2,0	29	30	
70	19			2,0	1,7	2×1,0		2,0	2×0,8		2,0	31	32	
95	19			2,0	1,7	2×1,0		2,0	2×0,8		2,0	32	33	
120	19			2,0	1,8	2×1,1		2,0	2×1,0		2,0	35	36	
150	19			2,25	1,9	2×1,1		2,0	2×1,0		2,0	37	38	
185	37			2,25	2,0	2×1,1		2,5	2×1,0		2,0	40	41	
240	37			2,50	2,1	2×1,2		2,5	2×1,0		2,0	43	44	
310	37			2,50	2,2	2×1,2		2,5	2×1,0		2,0	46	47	
400	37			2,50	2,3	2×1,2		2,5	2×1,0		2,0	49	50	
500	37			2,75	2,4	2×1,3		3,0	2×1,0		2,0	54	55	
625	37			2,75	2,6	2×1,3		3,0	2×1,0		2,0	58	59	
800	37			3,0	2,8	2×1,4		3,0	2×1,0		2,0	63	64	
1000	37			3,0	3,0	2×1,5		3,0	2×1,0		2,0	67	68	

НТБ ДНУЖТ

Поперечное сѣченіе мѣди въ одиночн. проводахъ qmm	Наименьшее число проволокъ: во внутренней жилѣ концентрическихъ кабелей	Кабель: безъ контрольной жилы	Кабель: съ контрольной жилой	въ каждомъ отдѣльномъ проводѣ круглаго сѣченія въ скручен. кабелѣ	Контрольныя жилы. Поперечное сѣченіе мѣди въ qmm	Изолирующ. оболочка кабелей до 700 вольтъ: Конструкція	Наименьшая толщина изоляціи между отдѣльными проводами и между проводами и свинцовой оболочкой mm
1	—	—	1	1	Волокнистыя вещества, пропитанныя изолирующимъ составомъ.		2,3
1,5	—	—	1	1			2,3
2,5	—	—	1	1			2,3
4	—	—	1	1			2,3
6	—	—	1	1			2,3
10	1	—	1	1			2,3
16	1	—	7	1			2,3
25	7	6	7	1			2,3
35	7	6	7	1			2,3
50	19	6	19	1			2,3
70	19	13	19	1			2,3
95	19	13	19	1			2,3
120	19	13	19	1			2,3
150	19	18	37	1			2,3
185	37	26	37	1			2,5
240	37	29	37	1			2,5
310	37	36	61	1			2,8
400	37	36	—	1			2,8

Діаметръ кабеля подъ свинцовой оболочкой mm	Свинцовая оболочка: одиночная mm	Свинцовая оболочка: двойная mm	Обмотка поверхъ свинцовой оболочки mm	Желѣзная ленточная (броня) mm
10	1,5	2×0,9	2	2×0,8
12	1,6	2×1,0	2	2×0,8
14	1,7	2×1,0	2	2×0,8
16	1,7	2×1,1	2	2×0,8
18	1,8	2×1,1	2	2×0,8
20	1,9	2×1,1	2,5	2×1,0
23	2,0	2×1,2	2,5	2×1,0
26	2,1	2×1,2	2,5	2×1,0
29	2,2	2×1,2	2,5	2×1,0
32	2,3	2×1,3	2,5	2×1,0
35	2,4	2×1,3	2,5	2×1,0
38	2,6	2×1,3	3	2×1,0
41	2,7	2×1,4	3	2×1,0
44	2,8	2×1,4	3	2×1,0
47	3,0	2×1,5	3	2×1,0
50	3,2	2×1,6	3	2×1,0
54	3,2	2×1,6	3	2×1,0
58	3,4	2×1,7	3	2×1,0
62	3,4	2×1,7	3	2×1,0
66	3,6	2×1,8	3	2×1,0
70	3,6	2×1,8	3	2×1,0

НТБ ДНУЖТ

Поперечное сѣченіе въ qmm:
16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 310, 400, 500, 625, 800, 1000

Сила тока въ амперахъ:
140, 175, 215, 260, 315, 370, 420, 475, 530, 615, 705, 810, 920, 1040, 1190, 1350

Показанная въ таблицѣ сила тока ни въ коемъ случаѣ не должна быть превышена и считается дѣйствительной для случаевъ, когда въ одной и той же траншеѣ на обычной глубинѣ проложено рядомъ не болѣе двухъ кабелей. Средніе нулевые провода кабелями не считаются.

Въ основаніе разсчета таблицы принято повышеніе температуры не болѣе, чѣмъ на 25° C и глубина прокладки въ 70 сант. При неблагопріятныхъ условіяхъ охлажденія, какъ напр. при укладкѣ кабелей въ каналахъ или подобнымъ способомъ, или при скопленіи въ землѣ большого числа кабелей, рекомендуется понизить допустимую нагрузку до $^3/_4$ величинъ нагрузокъ, указанныхъ въ таблицѣ.

h. Нормы для концентрическихъ и скрученныхъ сложныхъ кабелей съ контрольной жилой и безъ нея.

Проволоки внѣшнихъ проводовъ концентрическихъ кабелей должны быть такъ разсчитаны и распредѣлены по окружности, чтобы онѣ образовали въ сѣченіи по возможности замкнутый кругъ. Проволоки тоньше 0.8 mm діаметромъ, однако, не допускаются.

Концентрическіе кабели допускаются только для напряженій до 3000 вольтъ.

Величина напряженія при испытаніи устанавливается слѣдующимъ образомъ: напряженіе при испытаніи на заводѣ должно быть вдвое больше рабочаго напряженія; напряженіе при испытаніи послѣ прокладки должно превышать рабочее напряженіе на 25%.

Условія считаются выполненными, если кабели, послѣ получасового испытанія ихъ на заводѣ и послѣ испытанія въ теченіе часа всей сѣти проложенныхъ кабелей, не пробиваются установленными напряженіями перемѣннаго тока или тока трехфазнаго, въ случаѣ испытанія трехжильныхъ кабелей. Сопротивленіе изоляціи должно мѣняться послѣ испытанія на пробиваніе не больше, чѣмъ это могло бы быть обусловлено нагрѣваніемъ кабелей.

Относительно *сопротивленія мѣди* см. Нормы для проводниковой мѣди.

Сопротивленіе изоляціи должно быть не ниже 200 мегомъ при 15° C на длину въ 1 километръ и опредѣляется измѣреніемъ одного провода по отношенію къ остальнымъ и къ свинцовой оболочкѣ или землѣ. Измѣренія при иныхъ температурахъ чѣмъ 15° C и пересчетъ на температуру 15° C допустимы, пока подлежащія пересчету величины не меньше половины нормальныхъ величинъ или превышаютъ ихъ не болѣе чѣмъ вдвое.

Измѣреніе изоляціи при пріемкѣ на заводѣ, по требованію пріемщика, должно производиться при напряженіи въ 700 вольтъ. По желанію поставщика, при измѣреніи сопротивленія изоляціи, должны быть отведены поверхностные токи.

Установленіе толщины изолирующихъ слоевъ между проводами и между каждымъ проводомъ и свинцовой оболочкой въ капляхъ для напряженія выше 700 вольтъ предоставляется усмотрѣнію заводовъ. Толщина изоляціи ни въ коемъ случаѣ не должна быть меньше, чѣмъ установлено для кабелей съ напряженіемъ до 700 вольтъ.

Толщина свинцовой оболочки и желѣзной ленточной брони опредѣляются таблицей на стр. 1075.

Обмотка поверхъ брони должна быть исполнена такимъ образомъ, чтобы было обезпечено хорошее покрытіе кабеля.

НТБ ДНУЖТ

XII. ТАБЛИЦЫ.

Въ таблицахъ обозначаютъ:

Kw	производительность машины какъ динамо въ Kw и, соотв., KVA,	*H*	высота въ mm,
N	производительность машины какъ мотора въ ЛС,	*h*	высота оси въ mm,
L	длина машины со включеніемъ шкива по направленію оси въ mm,	*d*	діаметръ шкива въ mm,
B	ширина машины по направленію перпендикулярному къ *L* въ mm	*b*	ширина шкива въ mm,
		G	вѣсъ машины со шкивомъ въ kg,
		n	число оборотовъ въ минуту,
		η	степень полезнаго дѣйствія при полной нагрузкѣ.

I. Моторы трехфазнаго тока.

(5 до 100 ЛС*е* завода A. E. G. въ Берлинѣ.)

Наибольшее напряженіе 1000 2000 3000 V, начиная съ 15 30 50 ЛС.

$n \gtrless 750 : 1000$ V, начиная отъ 10 ЛС.

$n \lessgtr 500 : 5000$ V при 100 ЛС.

Далѣе, при уменьшеніи производительности, допускается:

1000 V: 5 вмѣсто 7,5 ЛС.
7,5 » 10 »
2000 V: 15 » 20 »

3000 V: 20 вмѣсто 30 ЛС
30 » 40 »

5000 V: 50 вмѣсто 75 ЛС, $n_0 = 750$
60 » 75 » $n_0 = 600$ и 500
75 » 100 » $n_0 = 750$ и 600

L для якорей съ коптактными кольцами имѣетъ соотвѣтственную *H*, см. табл. ниже, для якорей короткаго замыканія величина *L* на 100 до 125 mm меньше.

При $H =$	430	530	590	680	745	800	900	1000	1180
имѣемъ $B =$	430	525	600	675	735	795	920	1010	1160
и $h =$	215	270	295	340	370	400	450	500	600

Для $n_0 = 1500$ до 1500 величины cos φ и η находятся въ нижеслѣдующихъ предѣлахъ:

N =	5	7,5	10	15	20
cos φ =	0,84 — 0,78	0,87 — 0,85	0,87 — 0,78	0,88 — 0,79	0,89 — 0,81
η въ % =	82	87 — 84	87 — 84	88 — 85	89 — 86

30	40	50	60	75	100
0,89 — 0,84	0,9 — 0,84	0,9 — 0,85	0,9 — 0,87	0,91 — 0,87	0,91 — 0,88
90 — 87	91 — 88	91 — 89	92 — 89	92 — 90	92 — 91

Вѣса моторовъ въ діагольномъ ряду приблизительно равны значеніямъ *G*, приведеннымъ возлѣ или надъ соотвѣтственнымъ діагональнымъ рядомъ.

НТБ ДНУЖТ

	Таблица для L и G							Таблица для b и наименьшаго допускаемаго d.									
N	n = 1450 — 70	965 — 975	710 — 730	570 — 585	475 — 485			1450 — 70		965 — 975		710 — 730		570 — 585		475 — 485	
	G =	230	280	335	410	G		d	b	d	b	d	b	d	b	d	b
5	430	—	—	870	820*)	—	410	—	—	—	—	260	100	170	220	—	—
7,5		835	880	905	—	—	505	140	140	170	190	305	120	—	—	—	—
10		915	920	920	895*)	985	605	170	170	185	200	200	250	245	220	400	150
15	530	945	1020	945	985*)	1030	720	175	200	215	210	230	270	290	250	440	160
20		1045	995	1065	1040	1110	835	200	200	245	220	275	260	335	260	365	280
30	680	1060	1095	1105	1170	1320	975	245	230	290	260	335	290	400	270	500	240
40		1140	1115	1165	1330	1410	1150	275	240	320	290	380	310	500	260	460	360
50	745	1120	1175	1315	1410	1515	1350	275	290	400	250	420	310	540	280	540	36
60		1175	1300	1405	1445	1515	1550	290	300	500	200	500	270	480	400	600	360
75	800	1340	1370	1435	1575	1615	1830	305	350	560	200	500	340	540	420	640	390
100	=	1370	1415	1510	1645	1365	2160	—	—	460	350	600	340	640	420	760	390
	H = 800	900		1000	1180												

2. Машины постояннаго тока заводовъ Сименсъ-Шуккертъ. Берлинъ.

Таблицу см. стр. 1079.

До типа GM 332: напряженіе 110, 220, 440, 500 V; при 110/150 и 220/330 V (машины для зарядки батарей) наименьшая производительность $\sim$ 20%. Типъ 42 до 122 четырехполюсный съ подшипниками въ скобѣ, 201 до 241 съ двумя отдѣльными подшипниками, 261 до 281 шестиполюсные съ двумя подшипниками, 312 до 332 шестиполюсные съ 3 подшипниками.

Начиная отъ типа GM 400 n, величина Kw производительность, n наибольшее допускаемое число оборотовъ; η степень полезнаго дѣйствія, безъ тренія въ подшипникахъ, η уменьшается при маломъ n. Нормальное напряженіе до 800 V. Изготовляются съ фланцевымъ валомъ, 1 наружнымъ подшипникомъ и фундаментными плитами G_1 вѣсъ станины, G_2 вѣсъ фундам. плиты, вала и подшипниковъ, G_3 вѣсъ якоря, D діам. станины. L_1 размѣръ станины по направленію оси безъ подшипниковъ и безъ вала. GD^2 качающій моментъ въ tm^2. h = 700 до 900 mm до GM 600 n, начиная съ этого размѣра = 800 до 1050 mm.

Данныя относятся для силы тока, указанной въ гр. A. При значительныхъ отклоненіяхъ силы тока отъ A величины G_3, B, L_1 и GD^2 соотвѣтственно измѣняются.

---

*) H = 590.

НТБ ДНУЖТ

Типъ GM	Kw	n	N	n	G	L	B	H	h	d	b	η
42	2	2250	2,5	1900	75	460	320	400	170	110	80	80
82	4	1950	5	1700	130	565	405	480	215	130	90	82
122	8	1750	10	1500	250	720	480	575	255	175	110	84
201	14	1460	17,5	1340	450	1075	570	715	355	230	140	86
221	23	1280	29	1190	800	1270	680	850	420	305	200	88
241	35	1040	45	970	1300	1455	830	1020	500	400	260	89
261	56	915	72	860	2100	1700	1095	1220	600	520	300	90,5
271	77	850	100	800	2800	1830	1160	1320	650	560	350	91
281	100	790	130	740	3700	2025	1250	1455	710	620	400	91
312	145	660	185	620	5100	2250	1310	1545	760	770	540	91,5
322	180	600	230	560	6600	2800	1470	1740	875	860	460	92
332	220	540	280	510	8000	2800	1610	1810	875	960	540	92
			A	G_1	G_2	G_3	L	B	D	L_1	$G D^2$	
400 n	1,47	340	1000	8700	1600	2700	1875	2800	2050	1200	1,35	94
480 n	2,5	270	1250	12800	2300	3900	1900	3100	2350	1225	3,3	94
520 n	3,5	230	1250	15000	2600	5100	1950	3500	2750	1275	6,8	94
560 n	4,6	200	1500	15000	2700	5500	2025	3700	2800	1275	8,7	94
600 n	5,8	175	1500	17800	3000	6700	2050	4150	3175	1300	14,5	94,5
680 n	9,5	135	2000	20500	4400	9300	2100	4700	3700	1325	30,5	94,5
760 n	15	105	2250	27000	5500	13100	2200	5450	4350	1360	70,3	94,5
840 n	22,8	85	3000	31000	6300	17300	2150	6200	5000	1330	133	94,5

3. Моторы трехфазнаго тока заводовъ Сименса-Шукерта въ Берлинѣ.

Типъ MD, напряженіе 500 V, начиная отъ 50 ЛС$_e$ до 1000 V; отъ 25 ЛС$_e$ до 2000 V (причемъ производительность уменьшается на 15 до 10%); начиная отъ 60 ЛС$_e$ до 3000 V при уменьшеніи производительности на 10%; *L* для якорей съ контактными кольцами; для якорей съ короткимъ замыканіемъ *L* короче на 150 mm для типа 81 до 150; ∽ 200 mm для типовъ 170 до 300/30.

Типъ	Производительность N при обор./мин. 1430 до 1440	930 до 975	710 до 730	570 до 585	470 до 485	365	G	L	B	H	h	d	b	η	cos φ
81	3,5						82	475	345	415	200	150	70	81,5	0,83
111	5	2,5					115	530	380	450	220	165	90	83 — 78	0,85—0,78
131	7	4					160	615	420	505	240	200	100	84 — 79	0,86—0,79
150	10	6					250	820	475	540	240	165	130	85 — 81	0,87—0,81
170	15	10					290	945	560	650	285	215	160	87 — 85	0,88—0,84
180	20	15	10				370	1000	595	685	300	215	180	88 — 86	0,89—0,83
200		25	15	10	7,5		460	1030	595	675	300	320	220	89 — 84	0,87—0,73
220		35	25	20	12,5		600	1105	675	740	335	400	260	90 — 86	0,88—0,76
230		50	35	30	20		800	1220	695	810	360	400	300	90 — 87	0,89—0,79
240/25		75	60	50	35		1100	1340	740	875	390	450	350	91 — 88	0,90—0,82
260/30			90	75	55		1400	1410	905	1020	470	600	330	92 — 91	0,83—0,89
280/25			125	100	80	50	1770	1500	1040	1150	550	700	350	92 — 88	0,89—0,78
300/20			150*)	120	100	75	2600	1650	1150	1275	600	900	440	92,5—90	0,89—0,04
300/30			220	180	150	110	3200	1750	1150	1275	600	—	—	92,5—91	0,90—8,64

НТБ ДНУЖТ

ДВАДЦАТЬ ПЕРВЫЙ ОТДѢЛЪ.

ПРОИЗВОДСТВО СВѢТИЛЬНАГО ГАЗА.

Примѣчаніе. Несмотря на всѣ попытки, имѣвшія цѣлью вытѣснить старый способъ производства газа (помощью сухой перегонки каменнаго угля), послѣдній имѣетъ нынѣ всеобщее примѣненіе и продолжаетъ развиваться. Благодаря изобрѣтенію Ауеровской газокалильной горѣлки, положеніе свѣтильнаго газа среди другихъ способовъ освѣщенія значительно упрочилось. **Водяной газъ** примѣняется пока только въ ограниченныхъ размѣрахъ, **Ацетиленъ,** который хотя и вызвалъ много изобрѣтеній и патентовъ, едва ли получитъ примѣненіе для большихъ центральныхъ освѣтительныхъ станцій.

А. Матеріалъ и продукты.

1. Количество газа, добываемое изъ даннаго сорта угля, зависитъ, вообще, отъ избытка количества водорода, содержащагося въ углѣ, надъ тѣмъ, которое необходимо для образованія воды.

2. Выходъ газовыхъ и коксовыхъ продуктовъ*).

Наименованіе сортовъ угля	Вѣсъ 1 hl угля въ kg	Количество газа, образующагося изъ 100 kg угля, въ cbm	Выходъ кокса по объему %	Выходъ кокса по вѣсу %	Вѣсъ 1 hl кокса въ kg	Качество кокса.
Вестфальскій . .	80—86	27,0—30,4	130—140	60—69	39—42	плотный, въ бол. кускахъ.
Саарбрюкскій . .	72—80	26,5—29,1	120—130	57—65	36—40	плот., въ куск. сред. вел.
Нижнесилезскій.	82—87	25,0—27,3	125—135	65—72	41—47	пористый, въ больш. куск.
Верхнесилезскій.	76—80	27,4—28,4	118—122	62—70	41—45	плотный, въ неболш. куск.
Цвиккау	77—80	24,9—26,6	105—115	50—60	38—42	пористый, » »
Нильзенскій черный	73—80	24—27	120—130	50—60	33—37	
Уголь въ плитахъ (нильзен.). .	65—70	31—34	95—100	51	33—37	сланцевый, мелкій.
Бурый уголь. . .	62—67	31—33,4	50—55	33	40—45	» очень мелкій.

3. Выходъ дегтя.

Въ англійскомъ и вестфальскомъ углѣ 4,25% по вѣсу,
» силезскомъ и саксонскомъ » 4,75% » » .

4. Амміачной воды получается около 10% по вѣсу въ 2,5°; при силезскомъ углѣ только 8% по вѣсу крѣпостью 1,5 до 2° по Боме.

*) По H. Schilling y. Handb. für Steinkohlengas-Beleuchtung, 3 изд., стр. 81.

НТБ ДНУЖТ

5. Составныя части газа.

1. Придающія пламени газа яркость: бензолъ C_6H_6, нафталинъ $C_{10}H_8$, этиленъ C_2H_4, бутеленъ C_4H_8, ацетиленъ C_2H_2, пропиленъ C_3H_6 и др.

2. Разбавляющія газъ: болотный газъ CH_4, водородъ H, окись углерода CO.

3. Загрязняющія газъ: углекислота CO_2, амміакъ NH_3, сѣроводородъ H_2S, сѣрнистые углеводоводороды, сѣроуглеродъ CS_2, ціанъ CN, сѣрнистый ціанъ CNS, азотъ N.

Гейдельбергскій свѣтильный газъ по анализу, произведенному Бунзеномъ, содержитъ на 100 EO:

Этилена .	2,55 EO,	Окиси углерода	8,88 EO,
Пропилена	1,21 »	Углекислоты	. 3,01 »
Паровъ бензола	1,33 »	Азота . .	. 2,15 »
Водорода .	46,20 »	Кислорода	. . . 0,65 »
Болотнаго газа	. 34,02 »	Всего	. 100,00 EO.

6. Качество и составъ газа въ различные періоды его производства.

Изслѣдованія, произведенныя Германскимъ Континентальнымъ Обществомъ газоваго освѣщенія (изъ 100 kg вестфальскаго угля получается 27 cbm газа).

Въ 100 EO, газа содержится	1 часъ	2 часъ	3 часъ	4 часъ
Углекислоты	0,50	0,50	0,50	0,00
Тяжелыхъ углеводородовъ .	8,65	4,46	1,51	1,11
Окиси углерода	3,37	4,27	2,46	1,69
Болотнаго газа	73,92	51,17	43,94	34,13
Водорода	13,56	39,60	51,59	63,07
Удѣльный вѣсъ газа	0,540	0,400	0,320	0,260

Продолжительность перегонки отъ 4 до 6 часовъ, реторта нагружается 75 до 200 kg угля.

7. Удѣльный вѣсъ обыкновеннаго свѣтильнаго газа (относительно воздуха, принятаго за единицу) = 0,34 до 0,45; въ среднемъ = 0,40.

8. Способность взрыванія (или **способность сгоранія**) смѣси изъ обыкновеннаго свѣтильнаго газа и воздуха находится въ предѣлахъ 1 EO газа: 4 EO воздуха и 1 : 14.

По наблюденіямъ Д. Клерка *), произведеннымъ въ замкнутомъ чугунномъ сосудѣ объемомъ 5,19 литра, при горѣніи

*) См. The Gas-Engine by Dugald Clerk, London 1886.

НТБ ДНУЖТ

газа получены были слѣдующія наибольшія давленія при сгораніи смѣси (въ ЕО):

1 (газъ) : 14 (возд.)	1 : 13	1 : 12	1 : 11	1 : 9	1 : 7	1 : 6	1 : 5	1 : 4
2,72	3,50	4,08	4,15	5,31	5,92	6,12	6,19	5,44 kg/qcm.

9. Теплотворная способность 1 cbm = 4500 до 7000 ET.

10. Сила свѣта измѣряется сравненіемъ газоваго пламени, горящаго при вполнѣ установленныхъ условіяхъ, съ единицей силы свѣта. Въ основу этого измѣренія положенъ законъ: «при одинаковой силѣ освѣщенія данной поверхности, силы свѣта источниковъ относятся между собою, какъ квадраты разстояній этихъ источниковъ свѣта отъ освѣщенной поверхности».

1. Метрическая свѣча (МС) представляетъ освѣщеніе бѣлой поверхности, отъ 1 свѣчи (силой свѣта = 1, см. ниже), находящейся на разстояніи = 1 m, если свѣтовые лучи падаютъ нормально на эту поверхность.

По Кону (Бреслау), можно при освѣщеніи отъ 50 МС читать такъ же легко, какъ при дневномъ свѣтѣ; для работы глазами требуется не менѣе 10 МС, для уличнаго освѣщенія 0,1, а для главныхъ улицъ не менѣе 1 МС.

Нормальная газовая горѣлка представляетъ обыкновенную разрѣзную или двухдырную горѣлку, расходующую 142 литра газа (5 англ. куб. ф.) въ часъ. Въ Берлинѣ горѣлки аргантовы, расходуютъ въ часъ 150 литровъ газа; въ Лондонѣ же нормальныя горѣлки расходуютъ 142 литра въ часъ. Обыкновенно сила свѣта 15 до 16 нормальныхъ свѣчей, измѣренныхъ въ берлинскихъ аргантовыхъ горѣлкахъ.

За единицу силы свѣта въ Германіи принимаются:

1. Старая единица силы свѣта: восковая свѣча (6 шт. вѣсятъ 0,5 kg) высотою пламени 42 mm (эта единица — старинная, сохранилась во многихъ договорахъ).

2. Единица силы свѣта, принятая обществомъ германскихъ спеціалистовъ газо- и водопроводнаго дѣла: свѣтъ парафиновой свѣчи діаметровъ 20 mm (вѣсъ 6 штукъ = 0,5 kg); высота пламени 50 mm.

3. Берлинская единица силы свѣта: свѣтъ англійской спермацетовой (нормальной НС) свѣчи, высота пламени которой 44,5 mm; расходъ 7,77 граммовъ въ часъ.

4. Свѣтъ, издаваемый амилъ-ацетатовой лампой фонъ-Гефнеръ-Альтенекъ. Въ послѣднее время эта единица силы свѣта стала самой употребительной (высота пламени 40 mm, діаметръ фитиля 8 mm); извѣстна подъ названіемъ «Гефнеровской» свѣчи *).

*) См. Schillings Journ. f. Gasbel. und Wasservers. 1884, стр. 74; 1897, стр. 549.

НТБ ДНУЖТ

Сравненіе нормальной единицы свѣта различныхъ странъ.

Парижская лампа (карсельская)	Англійская спермацетовая свѣча; высота пламени 44,5 mm	Германская парафиновая свѣча	«Гефнеровская» свѣча
1,000	8,578	8,767	10,525
0,117	1,000	1,023	1,228
0,114	0,977	1,000	1,200
0,095	0,815	0,833	1,000

Фотометръ. До настоящаго времени всего чаще примѣняется фотометръ Бунзена; послѣдній постепенно вытѣсняется, однако, новымъ фотометромъ О. Луммера и Е. Бродаунъ*), который принятъ также для научныхъ изслѣдованій.

B. Добываніе газа.

a. Печи и реторты **).

1. Печи съ обыкновенной колосниковой рѣшеткой, т.-е. печи, въ которыхъ слой горящаго угля не высокъ, а именно 0,23 до 0,30 m. Поверхность рѣшетки, у которой площадь просвѣтовъ, въ среднемъ, равна 0,5 общей площади всей рѣшетки, при отопленіи коксомъ, въ среднемъ, составляетъ для печи:

съ 1-ою ретортой	0,12 до 0,14 qm,	съ 5-ю реторт.	0,19 до 0,21 qm,
» 2-мя реторт. .	0,14 » 0,16 »	» 6-ю »	0,21 » 0,23 »
» 3-мя »	0,16 » 0,19 »	» 7-ю »	0,23 » 0,27 »

Въ старинныхъ 6-ретортныхъ печахъ германскаго газоваго общества поверхность рѣшетки = 0,15 qm; въ 3-ретортныхъ печахъ 0,12 qm. Колосники большею частью изъ квадратнаго желѣза 40 до 50 mm въ сторонѣ.

2. Печи съ колосниками и непрерывною топкою (насыпное топливо) для 2 до 7 ретортъ, со слоемъ угля около 1 m толщины, образованіемъ окиси углерода и горѣніемъ посредствомъ подогрѣтаго воздуха.

3. Печи генераторныя (число ретортъ отъ 7 до 11). Генераторъ въ общихъ частяхъ конструированъ по типу печей съ насыпнымъ топливомъ и располагается внизу, спереди или сзади печи, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій или выбранной системы печи. Генераторы снабжаютъ одну или каждую пару ретортныхъ печей горючимъ газомъ. Употребительныя системы: Лигель, Ехельгаузеръ, Гольдбекъ и др. Высота слоя горючаго кокса отъ верхней грани входного для воздуха отверстія до нижней грани отводнаго канала для генераторныхъ газовъ 0,75 до 1,0 m. Подъ генератора расположенъ на 1,4 до 2,8 m ниже пола помѣщенія для ретортъ.

---

*) См. Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1892, стр. 41.

**) Типичныя формы ретортныхъ печей для добыванія свѣтильнаго газа см. Hüttenzeichnungen, 1891/92, листы 18 и 19.

НТБ ДНУЖТ

Теоретически чистый, получаемый съ помощью сухого воздуха, генераторный газъ содержитъ 34,71% окиси углерода и 65,29% азота. Въ дѣйствительности, газъ этотъ всегда содержитъ и углекислоту, содержаніе которой допускается до 3%; содержаніе углекислоты 5% до 6% невыгодно.

Притекающій къ генератору воздухъ (т. н. «первый» воздухъ) подогрѣвается только въ нѣкоторыхъ системахъ, а т. н. «второй» воздухъ, служащій для горѣнія въ печи, подогрѣвается всегда до 200 — 500°, въ зависимости отъ конструкціи подогрѣвателя, составляющаго существенную часть всякой системы печей.

На заводахъ небольшихъ и среднихъ размѣровъ въ послѣднее время употребляются печи съ насыпнымъ топливомъ; на большихъ же заводахъ — преимущественно печи съ генераторами.

Первыя дешевле, и хотя образованіе окиси углерода несовершенное, но онѣ передаютъ непосредственно ретортамъ лучистую теплоту раскаленнаго горючаго матеріала.

Печи съ генераторами даютъ вполнѣ совершенное образованіе окиси углерода, равномѣрную температуру печи, бо́льшій срокъ службы ретортъ, экономію въ стоимости рабочей силы и возможность дѣйствія бо́льшаго числа ретортъ подъ однимъ сводомъ.

Расходъ кокса составляетъ:

для старыхъ печей съ колосниками	22 до 40 kg	на каждые 100 kg угля, превращаемаго въ газъ.
» насыпныхъ топокъ . .	15 » 22 »	
» генераторн. печей	12 » 18 »	

При раціональномъ устройствѣ отопленія дегтемъ 50 kg дегтя замѣняютъ 2,2 гектолитра кокса.

4. Сводъ, изъ клинообразнаго огнеупорнаго (шамоттнаго) кирпича, окружаетъ реторты въ разстояніи 75 до 100 mm отъ послѣднихъ. Сводъ скрѣпляется прочными анкерами, лучше всего желѣзными. Промежутокъ между ретортами 80 до 160 mm. Толщина огнеупорнаго свода = 22 до 25 cm. Надъ сводомъ разгрузная арка изъ обыкновеннаго кирпича.

Толщина промежуточныхъ опоръ = 51 до 64 cm,
» концевыхъ опоръ = 77 до 129 cm,
» задней стѣнки печи = 0,64 до 1,29 m.

5. Реторты. Обществомъ германскихъ спеціалистовъ по газовому производству установлены слѣдующіе нормальные типы ретортъ овальнаго и полуэллиптическаго (по большой оси) поперечнаго сѣченія.

Въ Германіи самая употребительная форма сѣченія овальная. Длина 2,45 до 2,75 m и не болѣе 3,1 m. Толщина стѣнки 60 до 65 mm.

Матеріалъ для ретортъ, главнымъ образомъ, составляется изъ смѣси 1 ЕО глины и ½ до 2-хъ ЕО шамотта. Толщина стѣнъ реторты отъ 50 до 80 mm; въ передней части толщина стѣнъ увеличивается до 105 mm для подкрѣпленія болтовъ

НТБ ДНУЖТ

чугунной дверки. Продолжительность службы реторть зависитъ отъ доброкачественности матеріала, конструкціи печи и хода производства; обыкновенно реторты служатъ отъ 400 до 1200 рабочихъ дней.

Овальное поперечное сѣченіе				Полуэллиптическое сѣченіе			
№	Ширина въ mm	Высота въ mm	Вѣсъ въ kg	№	Ширина въ mm	Высота въ mm	Вѣсъ въ kg
I	525	380	560—620	V	525	365	510—565
II	525	315	525—580	VI	525	315	490—540
III	470	380	550—600	VII	470	350	490—540
IV	430	350	490—540	VIII	470	315	475—540

Рамка у отверстія для закладки чугунная, толщиною 20 до 26 mm. Крышка съ обточенной ребордой внутри (сист. Мортона). Трубы діаметромъ въ свѣту 105 до 200 mm.

Производительность газа для одной реторты въ день 150 до 300 cbm газа, въ зависимости отъ величины реторты, степени ея нагрѣванія и свойствъ угля.

6 Зданіе для реторть. Крыша снабжается вытяжнымъ фонаремъ. Отъ стѣнъ зданія до передней части печей 5 до 8 m; разстояніе между заднею стѣнкою печи и стѣной зданія равно 1,2 до 2,4 m; высота фасада зданія 5,5 до 10 m. Полъ изъ твердыхъ лещадныхъ камней, а на 2 m передъ самыми ретортами выкладывается чугунными рифлеными плитами.

7. Дымовыя трубы 20 до 40 m вышиною съ огнеупорною выкладкою до половины высоты; площадь поперечнаго сѣченія трубы $= {}^1/_3$ до ${}^1/_2$ площади колосниковъ или 0,1 qm для каждыхъ 6 реторть. Размѣры и статическій разсчетъ см. ч. I, стр. 949 и слѣд.

8. Число реторть берется съ нѣкоторымъ запасомъ противъ требуемаго въ день наибольшаго расхода газа, а именно: на малыхъ заводахъ отъ 20 до 50%, а на большихъ 10 до 30%.

b. Газопріемникъ.

Наиболѣе цѣлесообразное поперечное сѣченіе — корытообразное, шириною 0,45 до 0,70 m и высотою 0,5 до 0,65 m. Толщина стѣнокъ желѣзнаго газопріемника 7 до 10 mm, а чугуннаго 13 до 20 mm. Газопріемникъ общій для 2 и не болѣе, чѣмъ для 6 печей. Глубина погруженія отъ 26 до 40 mm.

c. Конденсаторы.

Охлажденіе воздухомъ, или же соединенное охлажденіе воздухомъ и водой. При охлажденіи воздухомъ, безъ воды, необходимо 16 до 20 qm охлаждающей поверхности на ка-

НТБ ДНУЖТ

ждые 1000 cbm дневной наибольшей производительности газа. При охлажденіи же воздухомъ по наружной поверхности и водой, циркулирующей по внутреннимъ трубамъ, достаточно принимать половину вышеприведенной охлаждающей поверхности. Расходъ воды = 1,5 до 3,0 cbm на 1000 cbm газа.

Конденсаторы дѣлятся на 3 главныхъ типа:

1. Конденсаторы съ чугунными трубами, діаметромъ отъ 100 до 450 mm, для охлажденія воздухомъ.

2. Желѣзные кольцеобразные конденсаторы, наружнымъ діаметромъ 800 до 1200 mm, внутреннимъ 600 до 1000 mm и высотою 6 до 12 m, для охлажденія воздухомъ или воздухомъ и водой.

3. Конденсаторы изъ чугунныхъ или желѣзныхъ цилиндровъ, діаметромъ 0,9 до 1,3 m, высотою 5 до 10 m, съ внутренними, охлаждающими (водой) трубами діаметромъ 80 до 150 mm.

Для удаленія послѣднихъ слѣдовъ дегтя весьма часто примѣняется ударный конденсаторъ Пелузъ и Одуинъ или дегтеотдѣлитель Дрори, потеря напора въ которомъ 50 до 80 mm водяного столба

d. Очистители газа (скрубберы).

Въ скрубберахъ происходитъ удаленіе амміака изъ свѣтильнаго газа. Объемъ очистителя = 2,5 до 5 cbm на 1000 cbm наибольшей дневной производительности. Діаметръ очистителя 1 до 3 m (иногда прямоугольные и многоугольные), а высота отъ 3 до 20 m. Для наполненія служатъ продыравленныя желѣзныя или деревянныя перегородки, располагаемыя на разстояніи 150 до 200 mm, куски дерева, гравій, коксъ и ломъ жести. Поливка амміачной или чистой водой, часто пользуются приспособленіями, дѣйствующими съ перерывами.

Вмѣстѣ съ различными системами очистителей во многихъ мѣстахъ употребляются также особые промыватели. Весьма распространенъ промыватель-очиститель Киркгама, въ которомъ поверхность значительной величины приводится въ соприкосновеніе попеременно съ газомъ и водой посредствомъ вращенія. Въ новѣйшее время примѣняются промыватели также для полученія ціанистыхъ солей.

e. Эксгаусторы.

Эксгаусторы могутъ быть располагаемы какъ спереди, такъ и сзади очистителей. Кромѣ эксгаусторовъ Беля, весьма употребительны также и поршневые или пароструйные эксгаусторы Кертинга.

Эксгаусторъ снабжается запаснымъ круговымъ каналомъ, который въ случаѣ слишкомъ быстраго вращенія кры-

НТБ ДНУЖТ

льевъ, даетъ возможность газу проходить обратно; если же эксгаусторъ находится въ покоѣ, то газъ проходитъ черезъ каналъ свободно. Дессаускій регуляторъ движенія газа (патентъ Эхельгаузера) даетъ въ то же время и лучшее уравновѣшеніе въ газопріемникѣ при 0 mm водяного столба.

f. Очистка.

Неочищенный (сырой) газъ содержитъ до 2% сѣроводорода, 4% углекислоты, 1½% углекислаго или сѣрнокислаго амміака.

1. **Сѣроводородъ** удаляется почти вездѣ посредствомъ гидрата окиси желѣза, который всего чаще берется въ видѣ болотной руды. Для возстановленія массы, бывшей въ употребленіи, послѣдняя раскладывается на воздухѣ, нѣсколько разъ перекидывается и перемѣшивается лопатами, отчего черезъ короткое время происходитъ выдѣленіе сѣры. Послѣ частаго употребленія въ дѣло масса впослѣдствіи продается для добыванія сѣры или, въ случаѣ, если ціанистыя соединенія не были предварительно удалены изъ газа, продается для полученія синей краски — прусской сини.

Очистители — чугунные, съ крышками изъ котельнаго желѣза, которыя погружаются въ водяные затворы на глубину 0,3 до 0,8 m и удерживаются на мѣстѣ (противъ давленія газа) особыми ушками и шплинтами. Обыкновенно въ одну группу соединяются 4 очистителя, рѣже 3 или 2, и при томъ такъ, чтобы каждый очиститель можно было выдѣлять по порядку.

Очистительная масса кладется въ ящики на деревянныхъ рѣшеткахъ въ 2 до 4 рядовъ; 1 cbm массы можно очистить отъ 3000 до 10 000 cbm газа. На каждые 1000 cbm наибольшей дневной производительности газа принимается не менѣе 0,7 до 1,0 qm поперечнаго сѣченія каждаго изъ четырехъ очителей.

2. Удаленіе **углекислоты** изъ сырого газа производится посредствомъ гашеной извести; въ Германіи примѣняется рѣдко.

3. **Амміакъ** удаляется изъ газа въ конденсаторахъ и скруббераxъ; добываемая такимъ образомъ амміачная вода часто перерабатывается газовыми заводами въ соли или нашатырный спиртъ.

Помѣщенія для очистителей и для регенераторовъ снабжаются вытяжными трубами и должны быть защищены отъ мороза; въ нихъ нельзя входить съ огнемъ безъ фонарей.

g. Станціонные газомѣры.

Этими приборами измѣряется количество газа, получаемаго на заводахъ. Коробка газомѣра чугунная, а барабаны бѣлой жести; обыкновенно барабанъ дѣлаетъ 100, а въ очень большихъ газомѣрахъ 80 оборотовъ въ часъ. Въ нижеслѣдующей

НТБ ДНУЖТ

таблицѣ приведены употребительные размѣры станціонныхъ газомѣровъ.

Количество газа, проходящаго въ часъ, въ cbm.	14	70	140	250	500	1700
Внутренній діам. сосуда въ mm.	810	1425	1580	1805	2435	3295
Внутренняя длина сосуда въ mm	720	980	1435	1910	2200	3455
Діам. трубы, приводящей и отводящей газъ, въ mm.	80	125	150	200	250	500

h. Газгольдеры.

Изъ выходной трубы газомѣра газъ попадаетъ въ газгольдеръ. Полезный объемъ газгольдера = 50 до 75% (въ Англіи 100%) наибольшаго суточнаго расхода газа (см. стр. 1091). Для пріемки газа въ газгольдеръ и удаленія газа въ сѣть служатъ особыя запорныя приспособленія.

1. Колоколъ плаваетъ на водѣ, наполняющей бассейнъ, и поддерживается давленіемъ газа. 1 qm желѣза цилиндрической поверхности газгольдера вѣситъ 15 до 20 kg, а днища 18 до 25 kg. (Заклепочныя соединенія см. ч. I, стр. 661). Толщина желѣза для днища = 4 до 10 mm. Желѣзная конструкція разсчитывается статически*).

Давленіе газа въ обыкновенныхъ колоколахъ = 65 до 100 mm водяного столба, въ телескопныхъ 110 до 180 mm. Между колоколомъ и бассейномъ зазоръ 250 до 600 mm.

Нижній край колокола снабжается опорнымъ кольцомъ. Если потолокъ колокола не имѣетъ скрѣпляющихъ реберъ, то въ нижнемъ положеніи колокола потолокъ его долженъ подпираться снизу особыми лѣсами (деревянными или желѣзными), установленными на днѣ бассейна.

Колокола газгольдеровъ строятся частью свободно стоящими (съ желѣзными направляющими), иногда же помѣщаются внутри зданій съ шатровыми или купольными крышами (стр. 346 и 361 и слѣд.). Зданіе предохраняетъ колоколъ отъ бокового давленія вѣтра и вѣса снѣга, а бассейны — отъ замерзанія въ нихъ воды.

Въ послѣднее время, кромѣ весьма распространенныхъ обыкновенныхъ телескопныхъ газгольдеровъ съ 1 колоколомъ и 1 кольцомъ, весьма употребительны (въ Англіи) газгольдеры съ 1 колоколомъ и двумя кольцами, а также 4 до 6 колецъ, вставленныхъ другъ въ друга; объемъ этихъ газгольдеровъ до 345 000 cbm при діаметрѣ до 91,4 m.

2. Бассейны строятся изъ водонепроницаемаго матеріала, кладка изъ трамбованнаго бетона или желѣза, смотря по стоимости того или другого и по качествамъ грунта.

---

*) См. I. W. Schwedler, Zeitschr. f. Bauwesen, 1876, стр. 179 и слѣд.

НТБ ДНУЖТ

Для опредѣленія толщины стѣнъ **каменнаго и бетоннаго бассейна** нѣтъ вполнѣ надежныхъ формулъ. Шиллингъ*) совѣтуетъ пользоваться слѣдующей формулой А. Мора для случая трапецоидальнаго сѣченія стѣнъ бассейна:

$$b = \sqrt{s^2 + \frac{a^2}{2} + \frac{h^2\,[\gamma - \gamma_e\,\mathrm{tg}^2\,(45^0 - {}^1/_2\,\varrho)]}{2\gamma_m}} - s,$$

если

$$s = \left(\frac{a}{2} + \frac{h\,k_z}{2\,d\,\gamma_m}\right);$$

гдѣ (въ m и kg):

a толщина стѣны вверху, b толщина стѣны внизу въ m,
h высота бассейна, d діаметръ бассейна въ m,
k_z допускаемое напряженіе (на растяженіе) на 1 qm кладки (около 10 000 kg/qm),
γ_m вѣсъ 1 cbm кладки,
γ вѣсъ 1 cbm воды,
γ_e вѣсъ 1 cbm грунта,
ϱ уголъ естественнаго откоса земли.

} Данныя объ этомъ см. стр. 272 и 367.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведены результаты практическихъ данныхъ (по Шиллингу), причемъ давленіе земли не принято во вниманіе.

Діаметръ m	Высота m	Толщ. стѣнъ вверху m	Толщ. стѣнъ внизу m
10	4,0—4,5	0,30—0,45	0,90—1,00
15	4,5—5,5	0,45—0,60	1,25—1,50
20	5,5—6,5	0,60—0,75	1,50—2,00
25	6,5—7,0	0,60—0,75	2,00—2,50
30	7,0—7,5	0,75—0,90	2,25—2,75
35	7,0—7,5	0,75—0,90	2,50—3,00
40	7,0—8,0	0,90—1,05	3,00—3,50
45	7,0—8,0	0,90—1,10	3,25—3,75
50	7,0—8,0	0,90—1,10	3,50—4,00

Толщина стѣнокъ **желѣзныхъ и стальныхъ бассейновъ** получается по разсчету на растяженіе при умѣренномъ напряженіи матеріала. Вертикальные заклепочные швы двойные. Нижняя кромка должна быть снабжена опорой, противодѣйствующей осадкѣ; верхняя кромка укрѣпляется кольцомъ съ устройствомъ круглой галлереи для хожденія.

---

*) См. N. H. Schilling, Handbuch der Steinkohlen-Gasbeleuchtung.
О колоколахъ газгольдеровъ и ихъ направляющихъ Z. d. V. d. I. 1893, стр. 1126, 1161, 1185 и слѣд.; 1894, стр. 190, 396, 696 и слѣд.; кромѣ того: M. Niemann, J. G. W. 1895, стр. 209 и слѣд.; F. S. Cripps, The Guide Framing of Gasholders, London 1889.

НТБ ДНУЖТ

1. Станціонные регуляторы давленія.

Приборы эти даютъ возможность пропускать въ городскую сѣть газъ опредѣленнаго давленія отъ 20 до 100 mm водяного столба, смотря по установкѣ регуляторовъ. Установка производится непосредственною нагрузкой или давленіемъ воды.

k. Соединенія трубъ.

Трубы, составляющія часть сооруженія газоваго завода, должны быть снабжены отводами для амміачной воды и смолы въ наинизшихъ мѣстахъ, а также отверстіями для чистки. Скорость газа въ трубахъ не должна превосходить 2 до 3 m/sk.

1. Матеріалы и складочныя помѣщенія.

Для производства 1 милліона cbm газа требуется:

угля	350	вагоновъ по	10 t,
кокса	140	» »	10 t,
дегтя	17	» »	10 t,
амміачной воды	45	» »	10 t.

Запасъ угля долженъ хватать на 4 до 8 недѣль; въ теченіе такого же времени должны храниться коксъ, деготь и амміачная вода.

C. Распредѣленіе газа.

a. Расходъ газа для освѣщенія городовъ.

Наибольшій суточный расходъ газа = $^1/_{200}$ до $^1/_{150}$ годового расхода; наибольшій расходъ газа въ часъ 14 до 17% суточнаго расхода. Каждый газовый рожокъ даннаго участка газоваго освѣщенія расходуетъ, въ среднемъ, въ часъ наибольшаго расхода отъ 0,07 до 0,09 cbm газа. Средній годовой расходъ газа въ одномъ уличномъ рожкѣ составляетъ 255 cbm (меньшій предѣлъ 140, большій 420 cbm); средній годовой расходъ газоваго рожка въ частныхъ помѣщеніяхъ — 70 cbm (отъ 40 до 105 cbm).

Средній годовой расходъ газа для моторовъ, варки и отопленія составляетъ въ Германіи 5 до 20% годового расхода, а въ нѣкоторыхъ городахъ до 50%.

Утечка газа. Вся утечка газа вслѣдствіе неплотности соединеній, конденсаціи и разности температуръ = 2 до 10% всего расходуемаго въ году количества газа.

Мѣсячный расходъ газа въ % годового расхода составляетъ:

НТБ ДНУЖТ

Мѣсяцы.	Свѣтильн. газъ для освѣщенія	Для газов. двигателей, варки и отопленія	Мѣсяцы	Свѣтильн. газъ для освѣщенія	Для газов. двигателей, варки и отопленія
Январь ...	12,8%	8,2%	Іюль.....	3,7%	8,0%
Февраль...	10,1 »	7,4 »	Августъ ..	4,9 »	8,2 »
Мартъ	8,3 »	8,1 »	Сентябрь .	7,3 »	8,8 »
Апрѣль ...	6,0 »	7,0 »	Октябрь ..	10,4 »	9,3 »
Май.....	4,6 »	7,3 »	Ноябрь ...	13,5 »	10,1 »
Іюнь.....	3,8 »	7,7 »	Декабрь ..	14,6 »	9,9 »
			Сумма ..	100,0%	100,0%

Таблица времени горѣнія въ теченіе отдѣльныхъ мѣсяцевъ и цѣлаго года въ часахъ.

Время горѣнія	Апрѣль	Май	Іюнь	Іюль	Августъ	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Мартъ	Весь годъ
Отъ захода солнца до 8 час. вечера	36	6	—	—	21	54	87	117	140	125	89	67	742
9 » »	66	37	20	25	52	84	118	147	171	156	117	98	1091
10 » »	96	68	50	56	83	114	149	177	202	187	145	129	1456
11 » »	126	99	80	87	114	144	180	207	233	218	173	160	1821
12 » »	156	130	110	118	145	174	211	237	264	249	201	191	2186
2 » ночи .	216	192	170	180	207	234	273	297	326	311	257	253	2916
4 » »	276	254	230	242	269	294	335	357	388	373	313	315	3646
До восхода солн. отъ 4 час. утра	32	3	—	—	24	51	75	103	154	125	92	69	728
» 5 » »	2	—	—	—	—	21	44	73	123	94	64	38	459
» 6 » »	—	—	—	—	—	—	13	43	92	63	36	7	254

b. Трубопроводы.

1. Уличные трубопроводы.

Трубы, въ землѣ, преимущественно чугунныя съ раструбными соединеніями при помощи смоленой пеньки, замазки и свинца. Наклонъ трубъ не меньше 25 mm на каждые 10 m; глубина укладки подъ землей 0,9 до 1,25 m. Трубы укладываются на растительной землѣ, причемъ достаточно при укладкѣ производить подбивку трубъ по всей длинѣ. При укладкѣ въ насыпномъ грунтѣ необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы отъ движенія грунта не происходило разстройство соединеній и изломовъ трубы. Особенно важно слѣдить за

НТБ ДНУЖТ

переходами изъ растительнаго грунта въ насыпной, а равно изъ каменной кладки въ грунтъ.

Въ наинизшихъ точкахъ трубъ (не ниже, впрочемъ, 2 m подъ уровнемъ почвы) устанавливаются **водяные горшки** (сифоны) діаметромъ отъ 2 до 3d и высотою 0,30 до 0,65 m. Отъ дна горшка до поверхности земли идетъ желѣзная труба діаметромъ 20 до 25 mm, служащая для опорожненія горшка выкачиваніемъ изъ него жидкости.

Нормальную таблицу чугунныхъ раструбныхъ и фланцевыхъ трубъ, а также и таблицу нормальныхъ фасонныхъ частей см. ч. I, стр. 810 и слѣд. Для отвѣтвленія отъ главныхъ

II. Разсчетъ размѣровъ трубъ для домовыхъ желѣзныхъ газопроводовъ.

(Примѣчаніе къ таблицѣ см. стр. 1093.)

Длина трубопроводовъ m	Внутренній **діаметръ** трубопроводовъ въ mm							
	9,5	13	16	19	25,5	32	38	51
	Число горѣлокъ при потерѣ давленія въ 5 mm водяного столба и расходѣ газа въ 160 литр. въ часъ на горѣлку.							
2,5	8	17	30	46	96	170	261	546
5	5	12	21	32	68	120	185	386
10	4	8	15	23	48	85	130	273
15	3	7	12	18	39	69	106	223
20	2	6	10	16	34	60	92	193
25	2	5	9	14	30	53	82	172
30	2	5	8	13	27	49	75	157
35	2	4	8	12	25	45	70	146
40	2	4	7	11	24	42	65	136
45	1	4	7	10	22	40	61	128
50	1	4	6	10	21	38	58	122
60	1	3	6	9	19	34	53	111
70	1	3	5	8	18	32	49	103
80	1	3	5	8	17	30	46	96
90	1	3	5	7	16	28	43	91
100	1	2	4	7	15	26	41	86
110	1	2	4	7	14	25	39	82
120	1	2	4	6	13	24	37	78
130	1	2	4	6	13	23	36	75
140	1	2	4	6	12	22	35	73
150	1	2	3	6	12	22	33	70
160	—	2	3	5	12	21	32	68
170	—	2	3	5	11	20	31	66
180	—	2	3	5	11	20	30	64
190	—	2	3	5	11	19	30	62
200	—	2	3	5	10	19	29	61

НТБ ДНУЖТ

трубъ употребляются также, большею частью, чугунныя трубы; кромѣ того, можнс здѣсь примѣнять асфальтированныя желѣзныя трубы и стальныя Манесмана.

2. Домовые трубопроводы.

Трубы, внутри домовъ, діаметровъ до 50 mm, желѣзныя; трубы соединяются между собой T или + образными фасонными частями, угольниками или отводами въ 90° и 45°, ниппелями, переходными муфтами, контргайками (для плотности), фланцами и т. д. Такъ называемая **газовая рѣзьба**, употребляемая при этихъ соединеніяхъ, приведена въ ч. I, стр. 650.

Таблица желѣзныхъ трубъ приведена въ ч. I, стр. 826. Оловянныя и свинцовыя трубы (см. ч. I, стр. 842 и слѣд.) употребляются только въ безопасныхъ отъ пожара мѣстахъ и при малыхъ діаметрахъ. Мѣдныя трубы совсѣмъ не употребляются.

Слѣдуетъ принимать во вниманіе возможность замерзанія домовыхъ трубопроводовъ (въ лѣстничныхъ клѣткахъ и т. д.).

3. Опредѣленіе діаметровъ трубъ и т. д.

Обозначимъ черезъ:
Q количество газа въ cbm, протекающаго въ часъ черезъ трубу (1 рожокъ требуетъ $Q = 0{,}14$ до $0{,}16$ cbm/чс),
d внутренній діаметръ трубы въ mm,
h потерю напора въ mm вод. ст.,
s удѣльный вѣсъ свѣтильнаго газа ($= 0{,}4$, см. стр. 1081) и
l длину трубопровода въ m; тогда имѣемъ, по Поле:

$$Q = 0{,}002\,106\, d^2 \sqrt{\frac{h\,d}{s\,l}} \quad \text{и} \quad d = 11{,}766 \sqrt[5]{\frac{Q^2 s\,l}{h}}.$$

Для данныхъ, приведенныхъ въ ч. I, стр. 351, въ **D. a.**, вышеприведенная формула соотвѣтствуетъ указанной тамъ поправкѣ давленія z для воздуха; однако, съ коэффиціентомъ 2255 вмѣсто 864.

Примѣчанія къ таблицамъ стр. 1092, 1094 и 1095.

Число рожковъ въ таблицахъ опредѣлено на основаніи вышеприведенныхъ формулъ.

Въ таблицѣ I, стр. 1094 и 1095, расходъ на 1 рожокъ въ часъ принятъ = 140 литровъ (4,94 куб. ф.), такъ какъ **на улицахъ** рожки, питаемые однимъ трубопроводомъ, никогда не горятъ одновременно полнымъ пламенемъ.

Въ таблицѣ стр. 1092 принятъ расходъ 160 литровъ (= 5,65 англ. куб. ф.) въ часъ на газовый рожокъ, такъ какъ **въ частныхъ помѣщеніяхъ** случается, что по временамъ всѣ рожки горятъ полнымъ пламенемъ.

Продолженіе см. стр 1096.

НТБ ДНУЖТ

I. Разсчетъ размѣровъ трубъ для уличныхъ газопроводовъ.

(Примѣчанія къ таблицѣ см. стр. 1093.)

Длина трубопровода m	Внутренній діаметръ трубопровода въ mm.																		
	40	50	60	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
	Число горѣлокъ при потерѣ давленія въ 5 mm вод. столба и расходѣ 140 литровъ въ 1 часъ на горѣлку																		
10	170	297	469	962	1681	2937	4633	9511	16615	26210	38533	53804	72226	93991	119280	148265	181111	217975	259009
20	120	210	332	681	1189	2076	3276	6725	11749	18533	27247	38045	51071	66462	84344	104839	128065	154131	183147
30	98	170	271	556	971	1696	2675	5491	9593	15132	22247	31064	41700	54266	68866	85601	104564	125848	149539
40	85	148	234	481	841	1469	2317	4756	8308	13105	19266	26902	36113	46995	59640	74132	90555	108987	129504
50	76	132	210	430	752	1314	2072	4254	7431	11721	17232	24062	32300	42034	53344	66306	80995	97481	115832
60	69	121	191	393	686	1199	1892	3883	6783	10700	15731	21965	29486	38372	48696	60529	73937	88988	105740
70	64	112	177	364	635	1110	1751	3595	6280	9906	14564	20336	27299	35525	45083	56039	68454	82387	97896
80	60	105	166	340	594	1038	1638	3363	5874	9267	13623	19023	25536	33231	42172	52420	64032	77066	91573
90	57	99	156	321	560	979	1544	3170	5538	8737	12844	17935	24075	31330	39760	49422	60370	72658	86336
100	54	94	148	304	532	929	1465	3008	5254	8288	12185	17014	22840	29723	37720	46885	57272	68930	81906
120	49	85	135	278	485	848	1338	2746	4796	7566	11123	15532	20850	27133	34433	42800	52282	62924	74769
140	46	79	125	257	449	785	1238	2542	4441	7005	10298	14380	19303	25120	31879	39626	48404	58256	69223
160	43	74	117	241	420	734	1158	2378	4154	6552	9633	13451	18056	23498	29820	37066	45278	54494	64752
180	40	70	111	227	396	692	1092	2242	3916	6178	9082	12682	17024	22154	28115	34946	42688	51377	61049
200	38	66	105	215	376	657	1036	2127	3715	5861	8616	12031	16150	21017	26672	33153	40498	48741	57916
220	36	63	100	205	358	626	988	2028	3542	5588	8215	11471	15399	20039	25431	31610	38613	46472	55221
240	35	61	96	196	343	600	946	1941	3392	5350	7865	10983	14743	19186	24348	30265	36969	44494	52870
260	33	58	92	189	330	576	909	1865	3259	5140	7557	10552	14165	18433	23393	29077	35519	42748	50796
280	32	56	89	182	318	555	876	1797	3140	4953	7282	10168	13649	17763	22542	28020	34227	41193	48948

НТБ ДНУЖТ

300	31	54	86	176	307	536	846	1737	3034	4785	7035	9823	13187	17160	21777	27069	33066	39797	47288
350	29	50	79	163	284	496	783	1608	2809	4430	6513	9094	12208	15887	20162	25061	30613	36844	43780
400	27	47	74	152	266	464	733	1504	2627	4144	6093	8507	11420	14861	18860	23443	28636	34465	40953
450	25	44	70	143	251	438	691	1418	2447	3907	5744	8021	10767	14011	17781	22102	26998	32494	38611
500	24	42	66	136	238	415	655	1345	2350	3707	5449	7609	10214	13292	16869	20968	25613	30826	36629
550	23	40	63	130	227	396	625	1282	2240	3534	5196	7255	9739	12674	16084	19992	24421	29392	34925
600	22	38	61	124	217	378	598	1228	2145	3384	4976	6946	9324	12134	15399	19141	23381	28140	33438
700	20	35	56	115	201	351	554	1137	1986	3133	4606	6431	8633	11234	14257	17721	21647	26053	30958
800	19	33	52	108	188	328	518	1063	1858	2930	4308	6015	8075	10509	13336	16577	20249	24370	28958
900	18	31	49	101	177	310	488	1002	1751	2763	4062	5671	7613	9908	12573	15629	19091	22977	27302
1000	17	29	47	96	168	294	463	951	1662	2621	3853	5380	7223	9399	11928	14827	18111	21797	25901
1100	16	28	45	92	160	280	442	907	1584	2499	3674	5130	6886	8962	11373	14137	17268	20783	24696
1200	16	27	43	88	153	268	423	868	1517	2393	3518	4912	6593	8580	10889	13535	16533	19898	23644
1300	15	26	41	84	147	258	406	834	1457	2299	3380	4719	6335	8244	10462	13004	15884	19118	22717
1400	14	25	40	81	142	248	392	804	1404	2215	3257	4547	6104	7944	10081	12531	15307	18422	21890
1500	14	24	38	79	137	240	378	777	1357	2140	3146	4393	5897	7674	9739	12106	14788	17798	21148
2000	12	21	33	68	119	208	328	673	1175	1853	2725	3804	5107	6646	8434	10484	12806	15413	18315
2500	11	19	30	61	106	186	293	602	1051	1658	2437	3403	4568	5945	7544	9377	11465	13786	16381
3000	10	17	27	56	97	170	268	549	959	1513	2225	3106	4170	5427	6887	8560	10456	12585	14954
3500	9	16	25	51	90	157	248	508	888	1401	2060	2876	3861	5024	6376	7925	9681	11651	13845
4000	9	15	23	48	84	147	232	476	831	1310	1927	2690	3611	4699	5964	7413	9055	10899	12950
5000	8	14	21	43	75	131	207	425	743	1172	1723	2406	3230	4203	5334	6631	8100	9748	11583
6000	7	12	19	39	69	120	189	388	678	1070	1573	2197	2949	3837	4870	6053	7394	8899	10574
7000	6	11	18	36	64	111	175	359	628	991	1456	2034	2730	3553	4508	5604	6845	8239	9790
8000	6	10	17	34	59	104	164	336	587	927	1362	1902	2554	3323	4217	5242	6403	7707	9157
$d =$	40	50	60	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750

НТБ ДНУЖТ

Примѣчаніе. Въ послѣднее время большею частью примѣняются газокалильныя **горѣлки Ауера,** расходующія 100 литровъ газа въ часъ; одновременно работаютъ газомоторы и расходуется газъ для варки и отопленія; тѣмъ не менѣе таблицы разсчитаны по рожкамъ въ 140 литр./чс. и, соотв., 160 литр., такъ какъ этотъ способъ учета установленъ предпочтительно передъ расходомъ въ cbm; кромѣ того, данныя для расхода газа должны быть приведены къ одной единицѣ.

При одинаковыхъ значеніяхъ $h : l$ и d значеніе для Q остается безъ измѣненія, т.-е. даннымъ трубопроводомъ можно питать то же число горѣлокъ въ томъ случаѣ, если потеря напора и длина трубопровода увеличиваются или уменьшаются въ одинаковомъ отношеніи.

Для опредѣленія **потери напора** въ газопроводѣ, опредѣленнаго діаметра и длины, одинъ конецъ котораго долженъ питать опредѣленное количество рожковъ, надо для заданнаго діаметра подыскать длину, соотвѣтствующую числу рожковъ, наиболѣе приближающемуся къ заданной; опредѣливъ затѣмъ отношеніе данной длины къ длинѣ, такимъ образомъ полученной, помножимъ его на потерю напора, положенную въ основу разсчета таблицы (=5 mm вод. стл.).

Для опредѣленія **діаметра** газопровода опредѣленной длины, питающаго на одномъ своемъ концѣ данное число рожковъ, при данной потерѣ напора, слѣдуетъ взять отношеніе заданной потери напора къ той, по которой разсчитана таблица (=5 mm вод. стл.), и данную длину трубопровода раздѣлить на это отношеніе; къ найденной длинѣ подыскиваемъ въ таблицѣ длину, приблизительно ей равную (въ вертикальной графѣ длинъ), а въ соотвѣтствующей строкѣ число, приблизительно равное данному числу рожковъ; верхнее число того столбца, въ которомъ это число рожковъ находится, и дастъ искомый діаметръ газопровода.

Подъемъ или уклонъ газопровода на 10 m соотвѣтствуетъ увеличенію или уменьшенію давленія на 7 mm вод. столба.

Для трубъ діаметромъ менѣе 150 mm приведенныя въ таблицѣ данныя слишкомъ велики, поэтому при точныхъ разсчетахъ уменьшаютъ число рожковъ для этихъ діаметровъ умноженіемъ на слѣдующіе коэффиціенты:

Для d =	9,5—40	50	60	70	80	90	100	125 mm
Коэффиціен.	0,75	0,80	0,85	0,87	0,90	0,93	0,95	0,97

Въ домовыхъ газопроводахъ вся потеря напора, по возможности, не должна превосходить 5 mm вод. стл.; къ этой величинѣ прибавляется еще потеря давленія въ газомѣрѣ около 5 mm вод. стл. Крутыхъ закругленій и колѣнъ слѣдуетъ, по возможности, избѣгать; тамъ же, гдѣ они неизбѣжны, размѣры трубъ должны быть нѣсколько увеличены. Трубы діаметромъ 6,5 mm должны быть употребляемы только въ короткихъ отвѣтвленіяхъ для одного рожка.

НТБ ДНУЖТ

c. Газомѣры (газометры).

Большею частью употребляются газомѣры, наполняемые водой, глицериномъ или растворомъ хлористаго магнія. Барабаны дѣлаютъ около 100 обор./чс. Коробки для газомѣровъ до 150 рожковъ желѣзныя, свыше — чугунныя. Испытаніе газомѣра обязательно.

Сухіе газомѣры примѣняются въ особыхъ случаяхъ, напр. для газоваго отопленія, въ кухняхъ и т. д.

Передъ каждымъ газомѣромъ устанавливается т. наз. главный кранъ.

d. Регуляторы и реометры.

1. Регуляторы служатъ для поддержанія въ сѣти равномѣрнаго давленія, колеблющагося въ зависимости отъ перемѣннаго расхода газа въ сѣти; они устраиваются по принципу регуляторовъ давленія Клегга, частью съ гидравлическимъ запоромъ, частью съ пружинящей пластинкой.

2. Реометры служатъ для достиженія равномѣрнаго расхода газа въ одномъ рожкѣ или цѣлой группѣ рожковъ, независимо отъ колеблющагося напора въ главномъ газопроводѣ. Весьма распространены реометры Жиру, наполненные глицериномъ, и сухіе реометры съ движущимися металлическими пластинками Флиршейма, Беля и К°, Луксъ и друг. Въ интенсивныхъ горѣлкахъ должны быть особые регуляторы.

e. Горѣлки.

Горѣлки, разрѣзная и двухдырная, даютъ, при хорошемъ исполненіи и надлежащей конструкціи, при 6,5 до 13 mm (вод. стл.) давленія газа, почти одинаковое полезное дѣйствіе. Горѣлки Арганда со стеклянными цилиндрами даютъ нѣсколько лучшую утилизацію газа. Сила свѣта этихъ горѣлокъ возрастаетъ почти прямо пропорціонально квадрату увеличеннаго расхода газа.

Сила свѣта газа значительно лучше утилизируется посредствомъ **интенсивныхъ горѣлокъ;** послѣднія, однако, вытѣсняются газокалильными лампами.

Для **газокалильной лампы***) Ауэра фонъ-Вельсбахъ, въ Вѣнѣ, примѣняется чулокъ изъ хлопчато-бумажной массы (толщина нити 0,2 mm), пропитанной растворомъ различныхъ металловъ въ азотнокислыхъ соляхъ; ткань выжимается, натягивается на деревянные, сверху скругленные цилиндры и просушивается. При обжиганіи сѣтокъ сгораютъ органическія

---

*) См. G. Hartwig. Das Gasglühlicht, 1894; см. далѣе I. G. W. 1895, стр. 295 и 310; тамъ же 1896, стр. 545 и слѣд.; тамъ же 1899, стр. 492 до 495. Также Z. d. V. d. I, 1895, стр. 927 1032, 1043.

НТБ ДНУЖТ

ея части, и остаются несгораемые окислы, которые даютъ калильное тѣло (или чулокъ, вѣсъ 0,5 g), доставляющее ровный, бѣлый свѣтъ. Горѣлки питаются свѣтильнымъ газомъ и водянымъ газомъ; послѣдній сгораетъ въ несвѣтящихъ бунзеновскихъ горѣлкахъ. Также примѣняются калильные чулки для бензина, керосина и спирта. Незначительный расходъ газа при маломъ выдѣленіи тепла и углекислоты, ничтожное количество окиси углерода и другихъ продуктовъ несовершеннаго горѣнія представляетъ преимущества газокалильныхъ горѣлокъ.

Сѣтка служитъ до 1000 часовъ.

Таблица расхода газа и силы свѣта въ различныхъ горѣлкахъ.

Система горѣлки.	Расходъ газа въ часъ въ литрахъ	Сила свѣта въ НС	Расходъ газа въ часъ на 1 НС въ литрахъ
1. Обыкновенная плоская (или съ 2 отверстіями) горѣлка	142	12 до 14	11,8 до 10,1
2. Обыкновенная горѣлка Арганда	150	15 » 18	10,0 » 8,3
3. Горѣлка Брея	200 до 500	22 до 70	9,0 до 7,1
4. Солнечная горѣлка (нѣсколько отдѣльныхъ газовыхъ рожковъ). . . .	500 » 6000	50 » 666	10,0 » 9,0
5. Горѣлка де-Кроссе № 1—5.	120 » 1300	16 » 190	7,5 » 6,8
6. Горѣлка Мушалля	110 » 180	12 » 30	9,2 » 6,0
7. Регенеративная горѣлка Сименса: № IV до 1 . .	250 » 1800	40 » 450	6,2 » 4,0
№ 0 до 000 . . .	2000 » 4000	500 » 1100	4,0 » 3,6
8. Горѣлка Венгема № 0—3 .	105 » 340	18 » 80	5,8 » 4,2
9. Вестфальская	350 » 940	85 » 260	4,1 » 3,6
10. Интенсивная регенеративная горѣлка Сименса .	320 » 1245	72 » 364	4,4 » 3,4
11. Газовая горѣлка съ накаливающимся тѣломъ — Ауера	80 » 110	60 » 110	1,3 »

f. Освѣщеніе улицъ.

Расходъ газа рѣдко опредѣляется по счетчикамъ для газа, чаще же опредѣляется по реометрамъ и регуляторамъ. Разстояніе между уличными фонарями 20 до 40 m, высота фонарей 3,0 до 3,5 m, а у интенсивныхъ горѣлокъ до 8,0 m, стѣнные кронштейны длиною 0,6 до 1,2 m. Обыкновенный расходъ на 1 горѣлку и часъ горѣнія 150 до 200 литровъ, а въ интенсивныхъ горѣлкахъ до 1600 литровъ. Подземные трубопроводы къ фонарямъ имѣютъ діаметръ 40 mm.

НТБ ДНУЖТ

g. Освѣщеніе въ домахъ.

Число обыкновенныхъ газовыхъ горѣлокъ, достаточное для освѣщенія извѣстнаго пространства, даетъ нижеслѣдующая таблица.

Площадь помѣщенія qm	Высота помѣщенія m	Число газовыхъ рожковъ	Высота горѣлокъ надъ поломъ m
22	4	2—3	2,0—2,2
32	4,5	5—6	2,2—2,5
56	5,4	9—12	2,5—2,8
100	7,0	16—20	2,8—3,4
156	9,5	25—30	3,4—4,0
246	12,5	40—45	4,0—4,6
350	14,0	60—70	4,6—5,3
480	15,5	100—120	5,3—6,0

Горѣлки распредѣляются группами по всей площади или на отдѣльныя квадратныя поля. Для равномѣрности освѣщенія, кромѣ люстръ посрединѣ, помѣщаются еще стѣнныя горѣлки на кронштейнахъ.

Примѣненіемъ газокалильныхъ горѣлокъ число рожковъ можетъ быть уменьшено такъ, чтобы на площадь въ 12 qm при средней высотѣ помѣщенія въ 4 m приходилась одна горѣлка. При этомъ достигается средняя яркость въ 8 до 10 метрическихъ свѣчей*).

Для парадныхъ залъ вышеприведенныя цифры должны быть удвоены.

Въ помѣщеніяхъ, высотою больше 10 m, располагаютъ нижній конецъ люстры на $^1/_3$ высоты (снизу).

h. Варка и отопленіе посредствомъ газа.

Съ увеличеніемъ силы свѣта увеличивается также и **нагрѣвательная сила** каменноугольнаго газа. Соотвѣтственно этому 1 cbm газа развиваетъ при горѣніи отъ 4500 до 7000 ET (водяной газъ только 3500 ET); въ среднемъ — 5500 ET. Для полнаго горѣнія на 1 cbm газа требуется отъ 5 до 6 cbm воздуха (см. ч. 1, стр. 363); дальнѣйшая примѣсь воздуха (до 10%) не оказываетъ замѣтнаго вліянія на теплоспособность газа.

Для варки употребляется исключительно газъ, не имѣющій свѣтовой способности, т.-е. такой, который до выхода изъ горѣлки смѣшивается съ 0,5 — 1,5 EO воздуха (горѣлки

*) См. Journal f. Gasbeleuchtung 1897, стр. 613.

НТБ ДНУЖТ

Бунзена). Такое пламя можетъ давать весьма высокую температуру горѣнія.

Расходуя отъ 30 до 35 литровъ газа на 1 литръ воды, можно въ обыкновенныхъ горшкахъ нагрѣть газовыми кипятильниками (расходующими 150 до 700 литровъ въ 1 часъ) воду температурой 0^0 до температуры кипѣнія. Для поддержанія температуры кипѣнія требуется около $^1/_4$ вышеупомянутаго количества газа.

Для газоваго отопленія въ послѣднее время опять стали примѣнять газъ, обладающій свѣтовой способностью, лучистая теплота котораго утилизируется съ помощью рефлекторовъ. Для отопленія 100 cbm помѣщенія требуется 0,3 cbm газа въ часъ, если продукты горѣнія не отводятся; въ противномъ случаѣ 0,4 до 0,5 cbm. Въ случаѣ значительныхъ холодовъ, газа расходуется соотвѣтственно больше.

D. Свѣтильный газъ изъ маселъ.

Для полученія свѣтильнаго газа изъ маселъ наиболѣе употребительны: парафинное масло, нефть, нефтяные остатки, олеонафтъ и друг.

Газъ изъ маселъ (нефти) по I. Пинчу. Печи съ обыкновенными топками о 2 или 4 ретортахъ (стр. 1083).

Реторты имѣютъ полуэллиптическое сѣченіе (разрѣзъ эллипса по большой оси); въ одной печи помѣщаются одна надъ другой двѣ реторты одинаковыхъ размѣровъ; въ такой печи получается въ теченіе 10 рабочихъ часовъ 100 до 120 cbm газа. Необходимо имѣть не менѣе одной запасной печи съ двумя ретортами.

Нефть (или масло) изъ расположеннаго на нѣкоторой высотѣ резервуара притекаетъ къ верхней ретортѣ черезъ трубку небольшого діаметра, причемъ притокъ точно регулируется находящимся въ этой трубкѣ краномъ, и падаетъ на желѣзное корыто внутри реторты. Корыто служитъ для распредѣленія и испаренія нефти, сохраненія реторты и для удаленія коксообразныхъ остатковъ; во второй нижележащей ретортѣ происходитъ полное превращеніе паровъ нефти (или масла) въ газъ. Послѣ этого газъ проходитъ (въ общій для всѣхъ печей) пріемникъ для смолы, отсюда черезъ клапанъ въ оба конденсатора, затѣмъ въ промыватель и въ оба очистителя, представляющіе смѣсь изъ 1 EO опилокъ съ 2 EO сухой гашеной извести, лежащую на рѣшеткѣ слоемъ въ 15 cm высотою. Въ этой смѣси удаляются послѣдніе остатки паровъ дегтя и углекислоты. Очищенный газъ отсюда течетъ черезъ газомѣръ въ особыя газохранилища.

Изъ газохранилища газъ присасывается компрессоромъ; послѣдній, кромѣ парового цилиндра, имѣетъ два насосныхъ

НТБ ДНУЖТ

цилиндра, въ которыхъ газъ въ два пріема можетъ быть сжатъ до 10 kg/qcm (для желѣзнодорожныхъ установокъ). Газъ проводится затѣмъ черезъ регулирующій аппаратъ въ особые реципіенты, представляющіе два желѣзныхъ цилиндра, каждый емкостью въ 6,5 cbm при діаметрѣ въ 1,3 m, расположенные въ крытомъ сараѣ. Регулирующимъ приборомъ производится регулированіе притока газа къ вышеуказаннымъ реципіентамъ, равно какъ и выходъ газа изъ этихъ реципіентовъ по направленію къ находящимся на станціи стоякамъ, изъ которыхъ уже производится наполненіе вагонныхъ реципіентовъ при помощи рукава.

Пять манометровъ, установленныхъ на доскѣ въ очистномъ отдѣленіи, указываютъ давленіе въ ретортахъ, промывателѣ, очистителяхъ, газомѣрѣ и компрессорѣ; такимъ путемъ легко открыть засореніе трубопровода.

Площадь, необходимая для двухъ четырехретортныхъ печей и для вертикальнаго котла, равна 8,0 · 6,5 m, а для остальныхъ прилегающихъ къ нимъ помѣщеній вмѣстѣ требуется такая же площадь. Сарай для реципіентовъ (располагается у узкой стороны зданія) имѣетъ площадь 4,25 · 6,65 m и бассейнъ для газгольдера діам. около 5 m. Смола собирается въ особомъ каналѣ, покрытомъ сводами между желѣзными балками.

100 kg парафиноваго масла даютъ 40 до 58 cbm маслянаго газа, свѣтящая сила котораго въ 3 до 4 разъ больше свѣтящей силы каменноугольнаго газа; на 7 НС (пламя вагонной горѣлки) расходуется 22 литра/чс.

Газъ этотъ горитъ бѣлымъ пламенемъ и, при надлежащей очисткѣ, безъ запаха. Пламя газа, изъ маслъ, сдувается токомъ воздуха, поэтому горѣніе должно происходить на открытыхъ мѣстахъ въ фонаряхъ. Копоть при горѣніи газа происходитъ отъ недостаточнаго нагрѣванія ретортъ; послѣднія должны быть накаливаемы до вишнево-краснаго каленія. Газъ съ удобствомъ можетъ быть также примѣняемъ для отопленія и для газовыхъ двигателей, причемъ для полученія того же количества теплоты и той же работы, при двойномъ объемѣ воздуха, расходъ маслянаго газа въ 2 раза меньше, чѣмъ газа каменноугольнаго. Въ часъ на 1 ЛС двигатели Отто расходуютъ 0,5 cbm маслянаго газа.

Смѣшанный газъ изъ 3 ЕО маслянаго газа и 1 ЕО ацетиленоваго *) газа примѣняется въ послѣднее время для освѣщенія желѣзнодорожныхъ вагоновъ; при расходѣ 27 литр./чс. получается пламя въ 16 НС **).

---

*) **Ацетиленъ** ($C_2 H_2$) представляетъ тяжелый углеводородъ, уд. вѣсъ 0,91 (относительно воздуха), получается отъ дѣйствія воды на кальцій-карбидъ (см. ч. I, стр. 488). Карбидъ получается въ электрической печи:

$$Ca O + 3 C = Ca C_2 + C O,$$

представляетъ сѣрое кристаллическое тѣло, жадно впитывающее воду и въ соединеніи съ нею разлагающееся на гашеную известь и ацетиленъ:

$$Ca C_2 + 2 H_2 O = Ca (O H)_2 + C_2 H_2.$$

1 kg кальція-карбида даетъ около 0,3 cbm ацетилена. Сила свѣта ацетиленоваго газа: 45 НС, при расходѣ газа около 35 литр./чс. **).

**) См. Z. d. V. d. I. 1898, стр. 82 и 538; Z. d. B. 1897, стр. 553.

НТБ ДНУЖТ

ПРИЛОЖЕНІЕ.

А. Таблица монетъ.

ЗВ = золотая валюта; СВ = серебряная валюта; ДВ = двойная валюта;
1 граммъ золота = 129,18 коп.

Названіе странъ	М	Русскіе золотомъ 1 руб. зол. = 1 : 15 імперіала 1 імперіалъ содержитъ 11,612 gr. з. Руб.	Коп.
Австро-Венгрія (ЗВ)	1 Крона = 100 геллеровъ (Heller) = 50 крейцеровъ = 1,05 фр.	—	39,37
	1 20-кронная монета содержитъ 6,09756 gr. золота.	7	87,50
	1 Гульденъ (флоринъ) австр. = 100 крейцеровъ (серебро и кред. билеты)	—	76,50
	8-гульден. золот. монета = 20 фр. = 5,806 gr. зол.	7	50,00
Аргентина (ЗВ)	1 Пезо фуертъ (золот.) по 100 сентавосъ . . .	1	79,50
	1 Пезо національ	1	87,50
Бельгія (ДВ)	какъ во Франціи.		
Болгарія и Вост. Румелія (СВ)	1 Левъ (франкъ) по 100 стотинки . . . . . Золотыхъ монетъ нѣтъ, а лишь серебряныя и кредитные билеты, размѣниваемые на золото.	—	37,50
Бразилія (ЗВ)	1 Мильрейсъ = 1000 рейсъ (Reis) номинально 97,23 коп., дѣйствительная валюта	—	46,30
	1 20-мильрейсовая монета съ 16,432 gr. золота.	21	22,85
	1 Конто-ди-рейсъ = 1000 мильрейсовъ	1061	54,32
Великобританія (ЗВ)	1 Фунтъ стерлинговъ или соверенъ (L) съ содержаніемъ золота 7,3224 gr. = 20 шиллинговъ (s) .	9	45,89
	1 Гинея = 21 (s)	9	93,14
	1 Шиллингъ = 12 пенсовъ (deniers, d) = 4 фардзинга	—	47,22
	1 Тройфунтъ золота (монетнаго) содержитъ 11 унцъ чистаго золота = 46 L и 14,5 s, и, слѣд., 1 тройфунтъ (12 унцъ) чистаго золота = 50 L и 19,5 s.		
Германія (ЗВ)	1 Марка = 100 пфениговъ	—	46,30
	1 Крона содержитъ 3,584 gr. золота	4	63,00
	2511 марокъ золотомъ (при содержаніи чистаго золота $^{9}/_{10}$) вѣсятъ 1 kg; также 180 марокъ серебромъ вѣсятъ 1 kg.		
	Золотая монета въ 20 и 10 мар. (вѣсомъ 8 и 4 gr.)		
	Серебряная „ 5, 2, 1 и $^{1}/_{2}$ марки		
	Никелевая „ 20, 10 и 5 пфениговъ.		
	Бронзовая „ 2 и 1 пфенигъ.		
	1 kg чистаго золота = 2790 марокъ.		
	1 kg чистаго серебра = 180 марокъ.		
	1 kg золота = 15,5 kg серебра.		
Грецiя (ДВ)	1 Стар. драхма = 100 лепта	—	33,57
	1 Нов. драхма = 100 лепта	—	37,50
	1 20-драхмовая монета съ 5,806 gr. золота . .	7	50,00
Данія (ЗВ)	1 крона серебр. = 100 оръ	—	52,08
	1 „ „ = 100 „ (размѣн. монета) . .	—	50,00
	1 20-кронная монета съ содерж. 8,0645 gr. зол.	10	41,75
Египетъ (ЗВ)	1 Піастръ = 10 Oschr-ol-Gerschr по 10 пара (Медини).	—	9,61
	1 Курантъ-Піастръ	—	6,94
	1 Sequin (египетскій фунтъ) съ 7,437 gr. золота.	9	60,73
	1 Кошель по 5 фунтовъ по 100 піастровъ . . .	48	03,73
Испанія (ДВ)	1 Пезета = 100 центесимосъ (какъ во Франціи) .	—	37,50

НТБ ДНУЖТ

Названіе странъ	М	Русскіе Руб. золотомъ 1 руб. зол.=1 : 15 имперіала 1 имперіалъ содержитъ 11,622 gr. з.	Коп.
Италія (ДВ)	1 Лира (=1 фр.)=100 центесими	—	37,50
	1 Скудо = 5 лиръ; 1 зол. монета въ 20 лиръ содержитъ 5,806 gr. золота	7	50,00
Китай (СВ)	1 Таель серебряный	2	96,78
	Расплата произв. серебр. (и зол.)по вѣсу (таель).		
Мексика (СВ)	1 Пезо (долларъ, піастръ) дуро (съ сод. 24,429 gr. серебра)=8 реаловъ или=100 цевтавосъ (номинально 2 р. 03 коп.).	—	92,60
	1 Гидальго (золот.)=10 золотыхъ пезо	19	12,56
Нидерланд. (ЗВ)	1 Гульденъ=100 центовъ	—	78,11
	1 Монета въ 10 гульденовъ содерж. 6,048 gr. зол.	7	81,08
Остъ-Индія (СВ)	1 Золот. Могуръ (Mohur) съ сод. золота 10,692 gr. = 15 рупій	13	81,12
	1 Сер. рупій по 16 Annas по 12 пій, узак. 1 s 4 d.	—	62,97
Португалія (ЗВ)	1 Зол. крона (corôa) съ содерж. золота 16,257 gr по 10 мильрейсовъ = 10 000 рейсовъ		—
	1 Тестао (серебромъ)=100 рейсовъ. 1 крузадо = обыкнов. 480 рейсовъ. 1 конто = 1000 мильрейс.		
Россія (ЗВ)	1 Рубль сер. (съ содерж. чист. серебра 17,994 Z. (4 золотн. и 21 доля)=100 коп.		
	1 Зол. имперіалъ=15 руб., сод. 11,612 gr. золота.		
	1 Зол. полуимперіалъ=7,5 рублямъ.		
Финляндія (ЗВ)	1 марка=100 пенни	—	37,50
Румынія (ЗВ)	1 Леи (піастръ) по 10 бани (пара)	—	37,50
	1 Карольдоръ съ сод. золота 5,806 gr.=20 леи .	7	50,00
Сербія (ДВ)	1 Динаръ по 100 пара	—	37,50
	1 Зол. монета въ 20 динаръ = 5,806 gr. золота .	7	50,00
Сѣв.-Амер. Соед. Штат. (ДВ)	1 Долларъ ($) съ содерж. серебра 24,057 gr. по 100 центовъ (c)	1	94,37
	1 Эйгль (съ сод. золота 15,046 gr.) по 10 доллар.	19	43,67
Турція (ЗВ)	1 Піастръ (Gersch) по 40 пара по 3 асперъ . . .	—	8,55
	1 Меджидіе золот. (съ сод. золота 6,615 gr.)=100 піастровъ	8	54,70
	1 Меджидіе серебр. по 19 зол. піастровъ . . .	1	57,42
	1 Кошель=5 зол. меджидіе=500 піастровъ .	42	73,49
Уругвай (ЗВ)	1 Золот. пезо=100 центимосъ	2	1,30
Франція *) (ДВ)	1 Франкъ=20 су=100 сантимовъ	—	37,50
	1 20-франков. монета содержитъ 5,806 gr. золота (чистаго золота $^9/_{10}$)	7	50,00
	1 kg чистаго золота=3444,44 франковъ.		
	1 kg „ серебра=222,22 „		
	3100 фр. золот. или 40 серебр. 5-франковыхъ монетъ вѣсятъ 1 kg.		
Южная Америка (СВ)**)	1 Пезо (corriente) или долларъ=100 центавосъ (центсъ) въ дѣйствител. 83,34 коп. номинально.	1	87,52
Швеція и Норвег. (ЗВ)	1 20-кронная монета съ 8,0645 gr. золота . .	10	41,75
	1 Крона=100 оеръ	—	52,08
Швейцарія (ДВ)	1 Франкъ=100 раппъ (сантимовъ)	—	37,50
	1 20-франковая монета=5,806 gr. золота	7	50,00
Японія (ЗВ)	1 10-долларов. зол. монета (съ сод. зол. 7,497 gr.).	9	67,67
	1 Серебр. іенъ (Pio)=100 сенъ по 10 ринъ (въ дѣйствител. 92,6 коп.)	2	2,3

*) Къ латинскому монетному союзу принадлежатъ: Франція, Италія, Бельгія, Греція и Швейцарія.

**) Данныя относятся до: Боливіи (СВ), Чили (ДВ), Колумбіи (СВ), Коста-рики (СВ), Доминиканской республики (СВ), Эквадора (СВ), Гватемала (СВ), Гаити (ДВ), Гондурасъ (СВ), Никарагуа (СВ), Парагвай (кред. билеты), Перу (СВ), С. Сальвадоръ (СВ) и Венецуэла (ДВ).

НТБ ДНУЖТ

Таблица перевода русскихъ монетъ въ иностранныя (см. стр. 1102).

Рубли русскіе	Англійскіе: Фунты стерл.	Шиллинги	Пенсы	Шиллинги	Франки, сантимы	Марки, пфен. германскіе	Кроны, гел. австрійскіе	Доллары, центы сѣв.-американскіе	Рубли русскіе	Англійскіе: Фунты стерл.	Шиллинги	Пенсы	Шиллинги	Франки, сантимы	Марки, пфен. германскіе	Кроны, гел. австрійскіе	Доллары, центы сѣв.-американскіе
1	—	2	1	2,118	2,66	2,16	2,54	0,514	51	5	8	1	108,018	135,66	110,16	129,54	26,214
2	—	4	3	4,236	5,32	4,32	5,08	1,028	52	5	10	2	110,136	138,32	112,32	132,08	26,728
3	—	6	4	6,354	7,98	6,48	7,62	1,542	53	5	12	2	112,254	140,98	114,48	134,62	27,242
4	—	8	6	8,472	10,64	8,64	10,16	2,056	54	5	14	5	114,372	143,64	116,64	137,16	27,756
5	—	10	7	10,590	13,30	10,80	12,70	2,570	55	5	16	7	116,490	146,30	118,80	139,70	28,270
6	—	12	9	12,708	15,96	12,96	15,24	3,084	56	5	18	8	118,609	148,96	120,96	142,24	28,784
7	—	14	10	14,826	18,62	15,12	17,78	3,598	57	6	—	10	120,726	151,62	123,12	144,78	29,298
8	—	16	11	16,944	21,28	17,28	20,32	4,112	58	6	2	11	122,844	154,28	125,28	147,32	29,812
9	—	19	1	19,062	23,94	19,44	22,86	4,626	59	6	5	1	124,962	156,94	127,44	149,86	30,326
10	1	1	2	21,180	26,60	21,60	25,40	5,140	60	6	7	2	127,080	159,60	129,60	152,40	30,840
11	1	3	4	23,298	29,26	23,76	27,94	5,654	61	6	9	3	129,198	162,26	131,76	154,94	31,354
12	1	5	5	25,416	31,92	25,92	30,48	6,168	62	6	11	5	131,316	164,92	133,92	157,48	31,868
13	1	7	7	27,534	34,58	28,08	33,02	6,682	63	6	13	6	133,434	167,58	136,08	160,02	32,382
14	1	9	8	29,652	37,24	30,24	35,56	7,196	64	6	15	8	135,552	170,24	138,24	162,56	32,896
15	1	11	9	31,770	39,90	32,40	38,10	7,710	65	6	17	9	137,670	172,90	140,40	165,10	33,410
16	1	13	11	33,888	42,56	34,56	40,64	8,224	66	6	19	10	139,788	175,56	142,56	167,64	33,924
17	1	16	—	36,006	45,22	36,72	43,18	8,738	67	7	1	12	141,906	178,22	144,72	170,18	34,438
18	1	18	1	38,124	47,88	38,88	45,72	9,252	68	7	4	1	144,024	180,88	146,88	172,72	34,952
19	2	—	3	40,242	50,54	41,04	48,26	9,766	69	7	6	2	146,142	183,54	149,04	175,26	35,466
20	2	2	4	42,360	53,20	43,20	50,80	10,280	70	7	8	4	148,260	186,20	151,20	177,80	35,980
21	2	4	6	44,478	55,86	45,36	53,34	10,794	71	7	10	5	150,378	188,86	153,36	180,34	36,494
22	2	6	7	46,596	58,52	47,52	55,88	11,308	72	7	12	7	152,496	191,52	155,52	182,88	37,008
23	2	8	8	48,714	61,18	49,68	58,42	11,822	73	7	14	8	154,614	194,18	157,68	185,42	37,522
24	2	10	9	50,832	63,84	51,84	60,96	12,336	74	7	16	10	156,732	196,84	159,84	187,96	38,036
25	2	12	11	52,950	66,50	54,00	63,50	12,850	75	7	18	11	158,850	199,50	162,00	190,50	38,550
26	2	15	1	55,068	69,16	56,16	66,04	13,364	76	8	1	—	160,968	202,16	164,16	193,04	39,064
27	2	17	2	57,186	71,82	58,32	68,58	13,878	77	8	3	2	163,086	204,82	166,32	195,58	39,578
28	2	19	4	59,304	74,48	60,48	71,12	14,392	78	8	5	3	165,204	207,48	168,48	198,12	40,092
29	3	1	5	61,422	77,14	62,64	73,66	14,906	79	8	7	5	167,322	210,14	170,64	200,66	40,606
30	3	3	7	63,540	79,80	64,80	76,20	15,420	80	8	9	6	169,440	212,80	172,80	203,20	41,120
31	3	5	8	65,658	82,46	66,96	78,74	15,934	81	8	11	8	171,558	215,46	174,96	205,74	41,634
32	3	7	9	67,776	85,12	69,12	81,28	16,448	82	8	13	9	173,676	218,12	177,12	208,28	42,148
33	3	9	10	69,894	87,78	71,28	83,82	16,962	83	8	15	11	175,794	220,78	179,28	210,82	42,662
34	3	11	11	72,012	90,44	73,44	86,36	17,476	84	8	18	—	177,912	223,44	181,44	213,36	43,176
35	3	14	1	74,130	93,10	75,60	88,90	17,990	85	9	—	2	180,030	226,10	183,60	215,90	43,090
36	3	16	2	76,248	95,76	77,76	91,44	18,504	86	9	2	3	182,148	228,76	185,76	218,44	44,204
37	3	18	3	78,366	98,42	79,92	93,98	19,018	87	9	4	5	184,266	231,42	187,92	220,98	44,718
38	4	—	5	80,484	101,08	82,08	96,52	19,532	88	9	6	6	186,384	234,08	190,08	223,52	45,232
39	4	2	6	82,602	103,74	84,24	99,06	20,046	89	9	8	7	188,502	236,74	192,24	220,06	45,746
40	4	4	9	84,720	106,40	86,40	101,60	20,560	90	9	10	9	190,620	239,40	194,40	228,60	46,260
41	4	6	10	86,838	109,06	88,56	104,14	21,074	91	9	12	10	192,283	242,06	196,56	231,14	46,774
42	4	9	—	88,956	111,72	90,72	106,68	21,588	92	9	14	11	194,856	244,72	198,72	233,68	47,288
43	4	11	1	91,074	114,38	92,88	109,22	22,102	93	9	17	1	196,974	247,38	200,88	236,22	47,802
44	4	13	3	93,192	117,04	95,04	111,76	22,616	94	9	19	2	199,092	250,04	203,04	238,76	48,316
45	4	15	4	95,310	119,70	97,20	114,30	23,130	95	10	1	4	201,210	252,70	205,20	241,30	48,830
46	4	17	6	97,428	122,36	99,36	116,84	23,644	96	10	3	4	203,328	255,36	207,36	243,84	49,344
47	4	19	7	99,546	125,05	101,52	119,38	24,158	97	10	5	6	205,446	258,02	209,52	246,38	49,858
48	5	1	9	101,664	127,68	103,68	121,92	24,672	98	10	7	7	207,564	260,68	211,68	248,92	50,372
49	5	3	10	103,782	130,34	105,84	124,46	25,186	99	10	9	9	209,682	263,34	213,84	251,46	50,886
50	5	5	11	105,900	133,00	108,00	127,00	25,700	100	10	11	10	211,800	266,00	216,00	254,00	51,400

НТБ ДНУЖТ

Таблица перевода иностранныхъ монетъ въ русскіе рубли (см. стр. 1102).

Англ. шиллинги, франки, марки, австр. кроны, сѣв.-америк. доллары	Въ рубляхъ: Англ. шиллинги	Франки	Марки	Кроны австр.	Доллары амер.	Англ. шиллинги, франки, марки, австр. кроны, сѣв.-америк. доллары	Въ рубляхъ: Англ. шиллинги	Франки	Марки	Кроны австр.	Доллары амер.
1	0,472	0,375	0,463	0,394	1,94	51	24,082	19,125	23,613	20,094	98,94
2	0,944	0,750	0,926	0,788	3,88	52	24,555	19,500	24,076	20,488	100,88
3	1,417	1,125	1,389	1,182	5,82	53	25,027	19,875	24,539	20,882	102,82
4	1,889	1,500	1,852	1,576	7,76	54	25,499	20,250	25,002	21,276	104,76
5	2,361	1,875	2,315	1,970	9,70	55	26,971	20,625	25,465	21,670	106,70
6	2,833	2,250	2,778	2,364	11,64	56	26,443	21,000	25,928	22,064	108,64
7	3,305	2,625	3,241	2,758	13,58	57	26,915	21,375	26,391	22,458	110,58
8	3,777	3,000	3,704	3,152	15,52	58	27,387	21,750	26,854	22,852	112,52
9	4,249	3,375	4,167	3,546	17,46	59	27,859	22,125	27,317	23,246	114,46
10	4,722	3,750	4,630	3,940	19,40	60	28,332	22,500	27,780	23,640	116,40
11	5,194	4,125	5,093	4,334	21,34	61	28,804	22,875	28,243	24,034	118,34
12	5,666	4,500	5,556	4,728	23,28	62	29,276	23,250	28,706	24,428	120,28
13	6,138	4,875	6,019	5,122	25,22	63	29,748	23,625	29,169	24,822	122,22
14	6,611	5,250	6,482	5,516	27,16	64	30,221	24,000	29,632	25,216	124,16
15	7,083	5,625	6,945	5,910	29,10	65	30,693	24,375	30,095	25,610	126,10
16	7,555	6,000	7,408	6,304	31,04	66	31,165	24,750	30,558	26,004	128,04
17	8,027	6,375	7,871	6,698	32,98	67	31,637	25,125	31,021	26,398	129,98
18	8,499	6,750	8,334	7,092	34,92	68	32,109	25,500	31,484	26,792	131,92
19	8,972	7,125	8,797	7,486	36,86	69	32,582	25,875	31,947	27,186	133,86
20	9,444	7,500	9,260	7,880	38,80	70	33,054	26,250	32,410	27,580	135,80
21	9,916	7,875	9,723	8,274	40,74	71	33,526	26,625	32,873	27,974	137,74
22	10,388	8,250	10,186	8,668	42,68	72	33,998	27,000	33,336	28,368	139,68
23	10,861	8,625	10,649	9,062	44,62	73	34,471	27,375	33,799	28,762	141,62
24	11,333	9,000	11,112	9,456	46,56	74	34,943	27,750	34,262	29,156	143,56
25	11,805	9,375	11,575	9,850	48,50	75	35,415	28,125	34,725	29,550	145,50
26	12,277	9,750	12,038	10,244	50,44	76	35,887	28,500	35,188	29,944	147,44
27	12,749	10,125	12,501	10,638	52,38	77	36,359	28,875	35,651	30,338	149,38
28	13,222	10,500	12,964	11,032	54,32	78	36,832	29,250	36,114	30,732	151,32
29	13,694	10,875	13,427	11,426	56,26	79	37,304	29,625	36,577	31,126	153,26
30	14,166	11,250	13,890	11,820	58,20	80	37,776	30,000	37,040	31,520	155,20
31	14,638	11,625	14,353	12,214	60,14	81	38,248	30,375	37,503	31,914	157,14
32	15,111	12,000	14,816	12,608	62,08	82	38,721	30,750	37,966	32,308	159,08
33	15,583	12,375	15,279	13,002	64,02	83	39,193	31,125	38,429	32,702	161,02
34	16,055	12,750	15,742	13,396	65,96	84	39,665	31,500	38,892	33,096	162,96
35	16,527	13,125	16,205	13,790	67,90	85	40,137	31,875	39,355	33,490	164,90
36	16,999	13,500	16,668	14,184	69,84	86	40,609	32,250	39,818	33,884	166,84
37	17,472	13,875	17,131	14,578	71,78	87	41,082	32,625	40,281	34,278	168,78
38	17,944	14,250	17,594	14,972	73,72	88	41,554	33,000	40,744	34,672	170,72
39	18,416	14,625	18,057	15,366	75,66	89	42,026	33,375	41,207	35,066	172,66
40	18,888	15,000	18,520	15,760	77,60	90	42,498	33,750	41,670	35,460	174,60
41	19,361	15,375	18,983	16,154	79,54	91	42,971	34,125	42,133	35,854	176,54
42	19,833	15,750	19,446	16,548	81,48	92	43,443	34,500	42,596	36,248	178,48
43	20,305	16,125	19,909	16,942	83,42	93	43,915	34,875	43,059	36,642	180,42
44	20,777	16,500	20,372	17,336	85,36	94	44,387	35,250	43,522	37,036	182,36
45	21,249	16,875	20,835	17,730	87,30	95	44,859	35,625	43,985	37,430	184,30
46	21,722	17,250	21,298	18,124	89,24	96	45,332	36,000	44,448	37,824	186,24
47	21,194	17,625	21,761	18,518	91,18	97	45,804	36,375	44,911	38,218	188,18
48	22,666	18,000	22,224	18,912	93,12	98	46,276	36,750	45,374	38,612	190,12
49	23,138	18,375	22,687	19,306	95,06	99	46,748	37,125	45,837	39,006	192,06
50	23,610	18,750	23,150	19,700	97,00	100	47,220	37,500	46,300	39,400	194,00

НТБ ДНУЖТ

B. Мѣры и вѣса раз

Метрическая конвенція 20 мая 1875 года. Къ ней принадлежатъ Германія, Австро-Венгрія, Бельгія, Голландія, Данія, Испанія, Франція Италія, Португалія, Россія, Швеція и Норвегія, Швейцарія, Турція, Аргентинская республика, Сѣверо-Американскіе Соед. Штаты, Перу, Венецуэла, Сербія (1879), Румынія (1882), Великобританія (1884), Японія (1885), Мексика (1890).

Государство	Мѣры длины	$\frac{1}{n}$ *)	Мѣры поверхности	$\frac{1}{n}$ *)
Австро-Венгрія.	метрическія:		метрическія, раньше:	
	1 m = 0,999 997 64 Mètre des Archives = 443,294 880 8 париж. линій.		1 кв. футъ = 0,099 907 qm	10,007 9
			1 кв. клафтеръ = 3,596 652 qm	0,278 00
			1 нов. австрійск. іохъ = 0,575 4 64 2 ha	1,737 73
	1 морск. миля = 1,852 km	0,5400	1 кв. миля = 57,546 42 qkm	0,017 38
	Раньше:			
	1 вѣн. футъ = 0,316 081 m	3,1637		
	1 вѣн. локоть = 0,777 558 m	1,2867		
	1 вѣн. клафтеръ = 1,896 484 m	0,5273		
	1 почт. миля = 7,585 936 km	0,1318		
Аргентинская республика.	метрическія, раньше:		метрическія, раньше:	
	1 Braza по 2 Vara по 4 Palmas = 1,732 m	0,5774	1 Qu.-Legua = 26,998 42 qkm	0,037 04
	1 Legua по 3000 Braza = = 5,196 km	0,1925		
Бразилія.	метрическія, раньше:		метрическія, раньше старопортугальскія:	
	1 Covado по 2 Pe по 1,5 Palmos = 0,660 m	1,5152	1 Qu.-Covado = 0,4356 qm	2,295 7
	1 Braza по 2 Vara = 2,2 m	0,4545	1 Qu.-Pe = 0,1089 qm	9,182 7
	1 Legua = 6,183 km	0,1617	1 Qu.-Braza = 4,84 qm	0,206 6
	1 Pe = 0,33 m	3,0303	1 Qu.-Legua = 38,2295 qkm	0,026 16
Великобританія. (Метрическія мѣры длины и вѣса допускаются.)	1 дюймъ (Inch) = 2,539 954 cm	0,3937	1 кв. дюймъ = 6,4514 qcm	0,155 0
	1 футъ = 12 дюйм. = = 0,304 794 49 m	3,2809	1 кв. футъ = 0,092 90 qm	10,764 3
			1 кв. ярдъ = 0,836 1 qm	1,196 17
	1 ярдъ = 3 фут. = 0,914 383 5 m	1,0936	1 акръ = 160 кв. рут. = = 4840 кв. ярдъ = 40,4671 a	0,024 71
	1 Fathom по 2 ярда по 3 фута по 12 дюйм. = 1,828 767 m	0,5468	1 Yard of Land = 30 Acres	0,082 4
	1 Chain по 100 Links по 7,92 Inches = 20,12 m	0,0497	1 Hide of Land = 100 Acres = 40,467 ha	0,024 71
	1 statute mile по 8 Furlongs по 40 Ruten по 2,75 Fathoms, по 2 ярда = = 1,609 314 9 km	0,6214	1 Mile of Land = 640 Acres = 2,59 qkm	0,386 10
	(1 statute mile = 1760 ярдъ)			
	1 Nautical mile (knot-узелъ) по 6080 фут. = 1,853 15 km**)	0,5396		
	Въ торговлѣ: 12 ярдъ = 11 m.			

*) **Примѣч.** Всѣ единицы мѣръ посредствомъ числа n могутъ быть отнесены къ метрической системѣ мѣръ. Въ графѣ $1/n$ даны обратныя числа для n. Такимъ образомъ, число n означаетъ то число метрическихъ единицъ, которое содержится въ данной единицѣ мѣры; а $1/n$ число единицъ данной мѣры, соотвѣтствующее метрической единицѣ мѣры. Наприм., для Великобританіи 1 Fathom = n метрамъ = 1,828 767 m; 1 m = $1/n$ Fathom = 0,5468 Fathom и, напр., 683,5 m = 683,5 · 0,5468 = 373,7 Fathoms.

**) 6080 фут. представляетъ округленную длину средней величины изъ $^1/_{60}$ градуса, экватора и меридіана, причемъ длина меридіана = 40 000 km и длина экватора = 5400 геогр. миль. Въ Англійскомъ адмиралтействѣ принимаютъ 1 Admirality mile = 6086,5 футъ = 1,8551 km = $^1/_{60}$ градуса экватора = $^1/_4$ географической мили.

НТБ ДНУЖТ

личныхъ странъ.

Цѣль метрической конвенціи:
1. Изготовленіе образцовыхъ метра и килогр. и сравн. ихъ съ существующими мѣрами страны;
2. Выборъ и хран. мѣры, замѣняющ. собою международные Metre и Kilogramme des Archives;
3. Періодическое сравненіе мѣстныхъ и международныхъ образцовыхъ мѣръ и т. д.

Мѣры объемовъ	$\frac{1}{n}$	Мѣры вѣса	$\frac{1}{n}$	Государство
метрическія, раньше:		метрическія:		**Австро-Венгрія.**
1 куб. футъ = 0,031 578 67 cbm	31,667	1 kg = 0,999 997 8 kilogramme prototype.		
1 куб. клафтеръ = 6,820 099 2 cbm	0,1466			
1 шахтрута = 3,157 867 cbm	0,3167	Раньше:		
1 вѣн. Metzen = 0,614 868 3 hl	1,6264	1 вѣн. (и баварск.) фунтъ =		
1 ведро = 0,565 890 hl	1,7671	= 0,560 060 kg	1,785 52	
1 Mass = 1,414 724 лит.	0,7069	1 вѣн. Lot = 17,501 87 kg	0,057 14	
		1 вѣн. Ctr. = 56,0060 kg	0,017 86	
		1 ант. фунтъ = 0,420 kg	2,381	
		1 Stein = 11,212 kg	0,891 90	
метрическія, раньше:		метрическія, раньше:		**Аргентинская республика.**
1 Fanega по 4 Cuartillas по 3 Almudes = 1,372 hl	0,7289	1 Libra по 2 Marcos по 8 Onzas по 16 Adarmes по 36 Granos = 0,459 37 kg	2,176 91	
1 Barril по 4 Cannecas по 8 Frascos = 0,76 hl	1,3158	1 Quintal по 4 Arrobas по 25 Libras = 45,9367 kg	2,176 91	
1 Pipa по 4 Cargas по 16 Cortagnes = 4,56 hl	0,2193		100	
метрическія, раньше:		метрическія, раньше старопортугальскія:	1,702 05	**Бразилія.**
1 Mojo по 15 Fangas по 4 Alqueiras		1 Quintal по 4 Arrobas по 32 Arratels = 58,752 kg	100	
1 Alqueira по 4 Maquias въ Pio-де-Жанейро = 0,3628 hl	2,7563	1 Tonnelada = 13,5 Quintal =	0,126 08	
въ Bahia = 0,3114 hl	3,2113	= 793,152 kg	100	
1 Pipa = 4,097 hl	0,2496			
1 куб. дюйм. = 16,386 ccm	0,06103			**Великобританія.**
1 куб. фут. = 0,028 315 cbm	35,3166	1 фунтъ avoirdupoids (lbs) по 16 Ounces (унцъ) по 16 Drams = 0,453 592 65 kg =		(Метрическія мѣры длины и вѣса допускаются.)
1 куб. ярдъ = 0,7645 cbm	1,3080	7000 Troygrains	2,204 62	
1 Reg.-Ton = 100 куб. фут. = = 2,832 cbm	0,3532	1 Troypfund по 12 Ounces по 20 Pennyweights (dw) =		
1 Imperial Gallon въ 277,2738 англ. куб. дюймовъ (= 10 lbs воды) = 4,5435 литр. *)	0,2201	5760 Grains = 0,373 241 95 kg	2,679 23	
1 старый (Winchester) галлонъ въ 231 англ. куб. дюйм. = $^5/_6$ Imp. Gall. = = 3,785 203 литр.	0,2642	1 Ton (long ton) = 20 Hundred- (cent-) weight по 4 Quarters по 28 фунт. (= 2240 lbs) = 1016,0475 kg	0,984 206 1000	
1 Last по 10 Quarters по 8 Bushels (бушель) по 4 Peks по 2 Gallons = 29,078 924 hl	0,0344	1 судов. тонна (short ton, Канада, Соед. Шт.) = 2000 фунт. (lbs) = 907,1853 kg	1,102 31 1000	
1 Barrel по Kilderkin по 2 Firkin = 1,635 hl	0,6116			
1 Anker = 0,454 35 hl	2,2009			
1 Tun по 2 Pipes по 2 Hogsheads = 11,45 hl	0,0873			

Примѣчаніе.
1. У буквъ, означающихъ названіе метрической мѣры, съ правой стороны точка не ставится.
2. Обозначеніе мѣры ставится въ концѣ числа, а не вмѣсто запятой, т. е. пишутъ 5,37 m, а не 5 m 37 и не 5 m 37 cm.
3. Для отдѣленія десятичныхъ дробей ставится запятая, а не точка. Въ другихъ случаяхъ не слѣдуетъ употреблять запятой въ числахъ, выражающихъ мѣры, особенно избѣгать этого въ многозначныхъ числахъ. Въ послѣднемъ случаѣ отдѣленіе разрядовъ производится посредствомъ промежутковъ черезъ каждыя три цифры.

*) По даннымъ 1824 года. — Съ 1890 Imperial Gallon принимается въ 277,463 куб. дюйма = 4,546 508 718 литра. 1 литръ = 0,219 949 Imperial Gallons. Отсюда находимъ 1 hl = 2,7466 бушелей, 1 бушель = 0,3637 hl.

НТБ ДНУЖТ

Государство	Мѣры длины	$\frac{1}{n}$	Мѣры поверхности	$\frac{1}{n}$
Германія	1 метръ (m) (=1,000 003 01 Metre des Archives = =443 297 27 париж. линій) по 100 сантиметровъ (cm) по 10 миллиметровъ (mm) 1 километръ (km) = 1000 m 1 град. экват. = 111,3064 km 1 град. мерид. = 111,111 km 1 нѣм. миля = 7,5 km 1 географ. миля = = 7,420 438 54 km (15 = 1 град. экват.) 1 нѣм. (и франц.) морская миля = 1,852 km (60 = 1 град. мерид.)	 0,1333 0,1348 0,5400	1 кв. метръ (qm) по 10000 квадр. сантим. (qcm) по 100 кв. миллиметр. (qmm) 1 гектаръ (ha) по 100 аръ (a) по 100 qm 1 квадр. километръ (qkm) = 100 ha ——— 1 квадр. географ. миля = = 55,062 91 qkm	 0,01816
Грецiя.	метрическія: 1 греческ. миля = 10 km	0,1	метрическія: 1 Stremma = 10 a	0,1
Данія. Норвегія.	1 Rute по 5 Alen по 2 фут. = = 3,138 535 m 1 миля по 2000 Ruten прус. = 7,532 484 km въ Норвегіи 1 миля по 6000 Faden = 11,295 km	0,3186 0,1328 0,0885	**Въ Даніи.** 1 квадр. Rute по 100 кв. фут. = 9,85 qm 1 Tonne Land по 560 кв. Ruten = 0,551 63 ha	0,101 52 1,8128
Египетъ.	метрическія, раньше: 1 Pik Beledi = 0,5826 m 1 Pik Endaseh = 0,6384 m 1 Pik Stambuli = 677 m 1 Pik Meimari = 0,750 m 1 Pik Nili = 0,5245 m	1,7164 1,5664 1,4771 1,3333 1,9066	метрическія, раньше: 1 Feddan = 42,008 33 a	0,023 804
Парагвай.	метрическія, раньше: 1 Vara = 0,866 m 1 Legua = 4,33 km	0,1549 0,2312	метрическія, раньше: 1 кв. Legua = 7,43 qkm	0,057 37
Пруссія. (Старыя мѣры.)	1 фут. по 12 дюйм. по 12 линій = 0.313 853 5 m 1 Elle = 0,666 94 m 1 Lachter = 2,092 36 m 1 Rute по 12 фут. = = 3,766 24 m	3,1862 3,4994 0,4779 0,2655	1 кв. футъ = 0,098 50 qm 1 кв. Rute = 14,185 qm 1 Morgen по 180 кв. Ruten = 0,255 322 4 ha 1 кв. дюймъ = 6,8406 qcm	10,151 90 0,0705 3,916 69 0,146 12
Россія.	метрич. и англ. футов. 1 сажень по 7 фут. или 3 аршина по 16 вершковъ = = 2,133 57 m 1 русскій футъ = 1 англ. футу 1 верста = 1,066 781 km 1 миля по 7 верстъ = = 7,467 465 km	0,4687 0,9374 0,1339	метрич. и англ. футов. 1 десятина = 1,0925 ha 1 кв. сажень = 4,5521 qm 1 кв. верста = 1,138 02 qkm	0,9153 0,219 68 0,878 72

НТБ ДНУЖТ

Мѣры объемовъ	$\frac{1}{n}$	Мѣры вѣса	$\frac{1}{n}$	Государство
1 куб. метръ (cbm) по 1000 литровъ (l) по 1000 кубич. сантим. (ccm) по 100 куб. миллим. (cmm) 1 гектолитръ (hl) = 100 литр.		1 килограммъ (kg) (= 0,999 999 842 kilogramme prototype) по 1000 граммъ (g) по 1000 миллиграммъ (mg) 1 тонна (t) (прежде по 20 центперовъ) = 1000 kg 1 двойной центнеръ (dz) 100 kg 1 Schiffslast по 2 тонны = = 2000 kg	0,001 0,01 0,0005	**Германія.**
	0,01			
1 шеффель = 0,5 hl				
1 Oxhoft = 2,20 hl	0,4545			
1 Stuckfass = 12 hl	0,0833			
1 Tonne (корабел. мѣра) = = 2,12 cbm	0,4717			
метрическія: 1 Kilò = 1 hl	1	метрическія: 1 Stater = 56,32 kg	1,775 76 / 100	**Грецію**
1 Oxhoft по 1,5 Ohm по 2 Eimer по 2 Anker по 30 Quart по 64 куб. дюйма = = 2,061 05 hl	0,4852	**въ Даніи:** 1 Komm-Last по 52000 фунтовъ = 2600 kg	0,038 46 / 100	**Данія. Норвегія.**
1 Scheffel по 16 Metzen по 3 Quart = 0,549 61 hl	1,8195	**въ Норвегіи:** 1 центнеръ = 49,811 kg	2,007 59 / 100	
метрическія, раньше: 1 Ardeb по 6 Quebèhs по 4 Roubèhs по 11 Keles = = 1,9775 hl	0,5057	метрическія, раньше: 1 Cantar forforo по 36 Oka или по 100 Rotoli по 144 драхмы = 44,4931 kg	2,247 54 / 100	**Египетъ.**
метрическія, раньше: 1 Fanega = 2,88 hl 1 Pipa = 4,560 26 hl	0,3472 0,2195	метрическія, кромѣ того: 1 Quintal по 4 Arrobas по 25 Libra = 46,008 kg	0,021 74	**Парагвай.**
1 куб. футъ = 0,030 92 cbm 1 куб. дюймъ = 17,891 ccm 1 клафтеръ по 108 куб. фут. = 3,339 cbm 1 Schachtrute по 144 кубич. фут. = 4,452 cbm	32,342 0,0559 0,2995 0,2246	1 (Zoll-) Pfund по 30 Lot по 10 Quentchen по 100 Korn = = 0,500 kg 1 старо-прусск. фунтъ = = 0,4677 kg 1 Schiffslast по 40 центнеръ по 100 фунтовъ = 2000 kg 1 гамбургскій Komm.-Last = 600 фунтовъ	2,000 2,1381 0,02 / 100 0,033 33 / 100	**Пруссія.** (Старыя мѣры.)
метрическ. и англ. футов. 1 куб. саж. = 9,7123 cbm 1 бочка по 40 ведеръ по 100 чарокъ = 4,9195 hl 1 штофъ = 1,22989 литр. 1 четверть по 8 четвериковъ по 8 гарнцевъ = 2,099 hl 1 ведро по 10 штофовъ	0,1030 0,2033 0,8131 0,4764	1 фунтъ = 0,409 531 kg 1 пудъ по 40 фунтовъ по 32 лота = 16,380 48 kg 1 тонна по 12 берков. по 10 пуд. = 1965,66 kg 1 ластъ = 2025 4/9 kg	2,441 82 0,061 05 0,050 87 / 100 0,049 37 / 100	**Россія.**

НТБ ДНУЖКТ

Государство	Мѣры длины	$\frac{1}{n}$	Мѣры поверхности	$\frac{1}{n}$
Соединенные Штаты Сѣв. Америки. (Метрич. мѣры длины и вѣса допускаются.)	англійскія, а также: 1 миля = 1,609 33 km 1 Naut. M. = 1,854 95 km 1 Statute mile = 3 Naut. M.	 0,6214 0,5391	англійскія: 1 кв. миля (Sektion) = = 2,5899 qkm 1 Township no 36 Sektion = = 93,236 qkm	 0,3861 0,01073
Уругвай.	метрическія, раньше: 1 Vara = 0,859 m 1 Legua = 5,154 km	 1,1641 0,1940	метрическія, раньше: 1 кв. Legua = 26,6 qkm	 0,0376
Франція.	метрическія, раньше: 1 париж. футъ = 0,324 839 m (1 m = 443,295 936 пар. лин.)	 0,0784	метрическія.	
Швеція.	метрическія, раньше: 1 Famn по 3 Alen по 2 фута по 10 дюйм. = 1,7814 m 1 миля = 10,6886 km	 0,5614 0,0936	метрическія, раньше: 1 Tunnland по 2 Spanland по 16 Kappland по $3^1/_2$ Kannland = 56000 кв. фут. = 0,493 641 ha	 2,025 76
Швейцарія.	метрическія, раньше: 1 Rute по 10 фут. по 10 дюйм. = 3,000 m	 0,3333	метрическія, раньше: 1 кв. клафтеръ = 3,24 qm 1 Juchart = 0,36 ha	0,309 2,777
Южная Америка *).	метрич., старокастильскія: 1 Vara = 3 Piks = 4 Palmos = 0,8359 m 1 Legua = 5,565 km	 1,1963 0,1797	метрич., старокастильскія: **Въ Венецуэлѣ:** 1 Fanegada = 0,6987 ha	 1,4456
Китай.	1 Yin по 1 Tschi (Covid, футъ) по 10 Tsun (Pant) по 10 Fän = 3,73 m 1 Yin по договору съ Англіей = 3,581 m 1 Li (миля) по 180 саженъ по 10 землемѣрн. Covid = = 0,5755 m	 0,2681 0,2793 1,7376	1 Mau = 631 qm 1 King = 0,2453 ha Шелковая матерія по вѣсу	$\frac{1,5848}{1000}$ 4,076 6
Японія.	метрическ. и англ.: 1 Shaku Kane по 10 Sun по 10 Bu = 0,303 m 1 Ri по 36 Tschô по 60 Ken по 6 Shaku = 3,927 km	 3,3003 0,2546	метрическ. и англ.: 1 кв. Tschô = 0,991 74 ha	1,008 33

*) Данныя эти относятся къ Боливіи, Чили, Колумбіи, Костарикѣ, Гватемалѣ, Гондурасу Никарагуа, Перу, С.-Сальвадору, Венецуэлѣ.

НТБ ДНУЖТ

Мѣры объемовъ	$\frac{1}{n}$	Мѣры вѣса	$\frac{1}{n}$	Государство
староанглійск.		англійск.		**Соединенные Штаты Сѣв. Америки** (Метрич. мѣры длины и вѣса допускаются.)
1 (вин.) Gallon=3,7852 литр.	0,2642	1 Hundred-weight=45,359 kg	2,20463 / 100	
1 сух. Gallon (для сыпучихъ тѣлъ) 268,803 куб. дюйм. =4,4046 литр.	0,2270	1 Ton (short ton) по 2000 lbs =907,1853 kg	1,10231 / 1000	
(1 Rushel=8 сух. Gallon)				
1 насыпн. Gallon=1,25сух. Gall				
1 Barrel керосин. по 40 Gallon=1,514 hl	0,6605	1 long ton по 2240 lbs. = =1016,0475 kg	0,984206 / 1000	
1 Barrel пиво по 31 Gallon= =1,173 hl	0,8525			
метрическія, раньше:		метрическія, раньше:		**Уругвай.**
1 Pipa =4,554 24 hl	0,2196	1 Quintal по 4 Arrobas по 25 Libras=45,94 kg	2,17240 / 100	
1 Fanega=1,372 72 hl	0,7285	1 Tonnelada = 918,8 kg	0,108620 / 100	
1 Gallon=3,805 литр.	2,6281			
метрическія:		метрическія:		**Франція.**
1 Stère = 1000 литр.	0,001			
метрическія, раньше:		метрическія, раньше:		**Швеція.**
1 Ahm по 6 куб. фут. по 10 Kannen=1,570 313 hl	0,6368	1 Centner по 100 Skalpund по 100 Ort=42,507 58 kg	2,35237 / 100	
1 Tonne=1,6489 hl	0,6065	1 суд. фунтъ=170,028 kg	5,86138 / 100	
		1 суд. ластъ=5760 фунт. =2450 kg		
метрическія, раньше:		метрич., раньше:		**Швейцарія.**
1 Saum по 4 Eimer по 25 Mass = 1,5 hl	0,6667	1 Centner=100 фунт.=50 kg	0,02	
метрич. и старокастильск.:		метрич. и старокастильск.		**Южная Америка.**
1 Cahiz по 12 Fanegas по 12 Celemines=6,66 hl	0,1502	1 Quintal по 4 Arrobas по 25 Libras по 2 Marco по 8 Oncas=46,0093 kg	2,17347 / 100	
1 Cantara по 8 Acumbres по 4 Cuartillas=16,328 l	0,0612	1 Tonnelada=20 Quintal = 920 kg	0,108674 / 100	
1 Moyo=2,5826 hl	0,3872			
1 Pipa=4,3570 hl	0,2295			
1 Bota=4,8411 hl	0,2066			
1 Tschi по Sching=1,031 hl	0,9708	1 Piknl по 100 Kütties по 16 таелей (Liang)= 60,453 kg	1,6542 / 100	**Китай.**
1 Sai по 2 Hwo по 10 Sching=1,2243 hl (Сыпучія и жидкія тѣла больш. частью по вѣсу)	0,8168	1 таель по 10 Mâhs или Tsin по 10 Condorin или Fân по 10 Kâsch (Sabeck)= =37,793 g	2,64599 / 100	
		(для серебра=37,573 g)	2,66148 / 100	
метрическ. и англ.:		метрич. и англ.:		**Японія.**
1 Sho по 10 Go по 10 Sai по 10 Satsu=1,803 907 литр.	0,5544	1 Kin по 160 Momme по 10 Fun по 10 Rin=0,601 kg	1,664	
1 Koku по 10 To по 10 Sho=1,803 907 hl	0,5544	1 Kwan по 1000 Momme =3,7565 kg	0,26619	

НТБ ДНУЖТ

C. Таблицы перевода мѣръ.

1. Таблица для перевода англійскихъ дюймовъ въ миллиметры.

Дюймы	0	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16	Дюймы
0	0,000	1,587	3,175	4,762	6,350	7,937	9,525	11,112	12,700	14,289	15,875	17,462	19,050	20,637	22,225	23,812	0
1	25,400	26,987	28,574	30,162	31,749	33,337	34,924	36,512	38,099	39,687	41,274	42,862	44,449	46,037	47,624	49,212	1
2	50,799	52,387	53,974	55,561	57,149	58,736	60,324	61,911	63,499	65,086	66,674	68,261	69,849	71,436	73,024	74,611	2
3	76,199	77,786	79,374	80,961	82,549	84,136	85,723	87,311	88,898	90,486	92,073	93,661	95,248	96,836	98,423	100,01	3
4	101,60	103,19	104,77	106,36	107,95	109,54	111,12	112,71	114,30	115,89	117,47	119,06	120,65	122,24	123,82	125,41	4
5	127,00	128,59	130,17	131,76	133,35	134,94	136,52	138,11	139,70	141,28	142,87	144,46	146,05	147,63	149,22	150,81	5
6	152,40	153,98	155,57	157,16	158,75	160,33	161,92	163,51	165,10	166,68	168,27	169,86	171,45	173,03	174,62	176,21	6
7	177,80	179,38	180,97	182,56	184,15	185,73	187,32	188,91	190,50	192,08	193,67	195,26	196,85	198,43	200,02	201,61	7
8	203,20	204,78	206,37	207,96	209,55	211,13	212,72	214,31	215,90	217,48	219,07	220,66	222,25	223,83	225,42	227,01	8
9	228,60	230,18	231,77	233,36	234,95	236,53	238,12	239,71	241,30	242,88	244,47	246,06	247,65	249,23	250,82	252,41	9
10	254,00	255,58	257,17	258,76	260,35	261,93	263,52	265,11	266,70	268,28	269,87	271,46	273,05	274,63	276,22	227,81	10
11	279,39	280,98	282,57	284,16	285,74	287,33	288,92	290,51	292,09	293,68	295,27	296,86	298,44	300,03	301,62	303,21	11
12	304,79	306,38	307,97	309,56	311,14	312,73	314,32	315,91	317,49	319,08	320,67	322,26	323,84	325,43	327,02	328,61	12
13	330,19	331,78	333,37	334,96	336,54	338,13	339,72	341,31	342,89	344,48	346,07	347,66	349,24	350,83	352,42	354,01	13
14	355,59	357,18	358,77	360,36	361,94	363,53	365,12	366,71	368,29	369,88	371,47	373,06	374,64	376,23	377,82	379,41	14
15	380,99	382,58	384,17	385,76	387,34	388,93	390,52	392,11	393,69	395,28	396,87	398,46	400,04	401,63	403,22	404,81	15
16	406,39	407,98	409,57	411,16	412,74	414,33	415,92	417,50	419,09	420,68	422,27	423,85	425,44	427,03	428,62	430,20	16
17	431,79	433,38	434,97	436,55	438,14	439,73	441,32	442,90	444,49	446,08	447,67	449,25	450,84	452,43	454,02	455,60	17
18	457,19	458,78	460,37	461,95	463,54	465,13	466,72	438,30	469,89	471,48	473,07	474,65	476,24	477,83	479,42	481,00	18
19	482,59	484,18	485,77	487,35	488,94	490,53	492,12	493,70	492,29	496,88	498,47	500,05	501,64	503,23	504,82	506,40	19
20	507,19	509,58	511,17	512,75	514,34	515,93	517,52	519,10	520,69	522,28	523,87	525,45	527,04	528,63	530,22	531,80	20
21	533,39	534,98	536,57	538,15	539,74	541,33	542,92	544,50	546,09	547,68	549,27	550,85	552,44	554,03	555,61	557,20	21
22	558,79	560,38	561,96	563,55	565,14	566,73	568,31	569,90	571,49	573,08	574,66	576,25	577,84	579,43	581,01	582,60	22
23	584,19	585,78	587,36	588,95	590,54	592,13	593,71	595,30	596,89	598,48	600,06	601,65	603,24	604,83	606,41	608,00	23
24	609,59	611,18	612,76	614,35	615,94	617,53	619,11	620,70	622,29	623,88	625,46	627,05	628,64	630,23	631,81	633,40	24

НТБ ДНУЖТ

25	634,99	636,58	638,16	639,75	641,34	642,93	644,51	646,10	647,69	649,28	650,86	652,45	654,04	655,63	657,21	658,80	25
26	660,39	661,98	663,56	665,15	666,74	668,33	669,91	671,50	673,09	674,68	676,26	677,85	679,44	681,03	682,61	684,20	26
27	685,79	687,38	688,96	690,55	692,14	693,72	695,31	696,90	698,49	700,07	701,66	703,25	704,84	706,42	708,01	709,60	27
28	711,19	712,77	714,36	715,95	717,54	719,12	720,71	722,30	723,89	725,47	727,06	728,65	730,24	731,82	733,41	735,00	28
29	736,59	738,17	739,76	741,35	742,94	744,52	746,11	747,70	749,29	750,87	752,46	754,05	755,64	757,22	758,81	760,40	29
30	761,99	763,57	765,16	766,75	768,34	769,92	771,51	773,10	774,69	776,27	777,86	779,45	781,04	782,62	784,21	785,80	30
31	787,39	788,97	790,56	792,15	793,74	795,32	796,91	798,50	800,09	801,67	803,26	804,85	806,44	808,02	809,61	811,20	31
32	812,79	814,37	815,96	817,55	819,14	947,72	822,31	823,90	825,49	827,07	828,66	830,25	831,83	833,42	835,01	836,60	32
33	838,18	839,77	841,36	842,95	844,53	846,12	847,71	849,30	850,88	852,47	854,06	855,65	857,23	858,82	860,41	862,00	33
34	863,58	865,17	866,76	868,35	869,93	871,52	873,11	874,70	876,28	877,87	879,46	881,05	882,63	884,22	885,81	887,40	34
35	888,98	890,57	892,16	893,75	895,33	896,92	898,51	900,10	901,68	903,27	904,86	906,45	908,03	909,62	911,21	912,80	35
36	914,38	915,97	917,56	919,15	920,73	922,32	923,91	925,50	927,08	928,67	930,26	931,85	933,43	935,02	936,61	938,20	36
37	939,78	941,37	942,96	944,55	946,13	947,72	949,31	950,90	952,48	954,07	955,66	957,25	958,83	960,42	962,01	963,60	37
38	965,18	966,77	968,36	969,94	971,53	973,12	974,71	976,29	977,88	979,47	981,06	982,64	984,23	985,82	987,41	988,99	38
39	990,58	992,17	993,76	995,34	996,93	998,52	1000,1	1001,7	1003,3	1004,9	1006,5	1008,0	1009,6	1011,2	1012,8	1014,4	39
40	1016,0	1017,6	1019,2	1020,7	1022,3	1023,9	1025,5	1027,1	1028,7	1030,3	1031,9	1033,4	1035,0	1036,6	1038,2	1039,8	40
41	1041,4	1043,0	1044,6	1046,1	1047,7	1049,3	1050,9	1052,5	1054,1	1055,7	1057,3	1058,8	1060,4	1062,0	1063,6	1065,2	41
42	1066,8	1068,4	1070,0	1071,5	1073,1	1074,7	1076,3	1077,9	1079,5	1081,1	1082,7	1084,2	1085,8	1087,4	1089,0	1090,6	42
43	1092,2	1093,8	1095,4	1096,9	1098,5	1100,1	1101,7	1103,3	1104,9	1106,5	1108,1	1109,6	1111,2	1112,8	1114,4	1116,0	43
44	1117,6	1119,2	1120,8	1122,3	1123,9	1125,5	1127,1	1128,7	1130,3	1131,9	1133,5	1135,0	1136,6	1138,2	1139,8	1141,4	44
45	1143,0	1144,6	1146,2	1147,7	1149,3	1150,9	1152,5	1154,1	1155,7	1157,3	1158,9	1160,4	1162,0	1163,6	1165,2	1166,8	45
46	1168,4	1170,0	1171,6	1173,1	1174,7	1176,3	1177,9	1179,5	1181,1	1182,7	1184,3	1185,8	1187,4	1189,0	1190,6	1192,2	46
47	1193,8	1195,4	1197,0	1198,5	1200,1	1201,7	1203,3	1204,9	1206,5	1208,1	1209,7	1211,2	1212,8	1214,4	1216,0	1217,6	47
48	1219,2	1220,8	1222,4	1223,9	1225,5	1227,1	1228,7	1230,3	1231,9	1233,5	1235,1	1236,6	1238,2	1239,8	1241,4	1243,0	48
49	1244,6	1246,2	1247,8	1249,3	1250,9	1252,5	1254,1	1255,7	1257,3	1258,9	1260,5	1262,0	1263,6	1265,2	1266,8	1268,4	49
50	1270,0	1271,6	1273,2	1274,7	1276,3	1277,9	1279,5	1281,1	1282,7	1284,3	1285,9	1287,4	1289,0	1290,6	1292,2	1293,8	50
51	1295,4	1297,0	1298,6	1300,1	1301,7	1303,3	1304,9	1306,5	1308,1	1309,7	1311,3	1312,8	1314,4	1316,0	1317,6	1319,2	51
52	1320,8	1322,4	1324,0	1325,5	1327,1	1328,7	1330,3	1331,9	1333,5	1335,1	1336,7	1338,2	1339,8	1341,4	1343,0	1344,6	52
53	1346,2	1347,8	1349,4	1350,9	1352,5	1354,1	1355,7	1357,3	1358,9	1360,5	1362,1	1363,6	1365,2	1366,8	1368,4	1370,0	53
54	1371,6	1373,2	1374,8	1376,3	1377,9	1379,5	1381,1	1382,7	1384,3	1385,9	1387,4	1389,0	1390,6	1392,2	1393,8	1395,4	54
Дюймы	0	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16	Дюймы

НТБ ДНУЖТ

2. Таблица для перевода верстъ въ километры и километровъ въ версты.

Версты и килом.	Километры	Версты	Версты и килом.	Километры	Версты	Версты и килом.	Километры	Версты	Версты и килом.	Километры	Версты
1	1,067	0,9374	26	27,737	24,3722	51	54,406	47,8069	76	81,076	71,2419
2	2,134	1,8748	27	28,803	25,3096	52	55,473	48,7453	77	82,143	72,1791
3	3,200	2,8122	28	29,870	29,2469	53	56,540	49,6817	78	83,210	73,1165
4	4,267	3,7496	29	30,937	27,1843	54	57,607	50,6191	79	84,276	74,0539
5	5,334	4,6869	30	32,004	28,1217	55	58,673	51,5565	80	85,343	74,9913
6	6,401	5,6243	31	33,070	29,0591	56	59,740	52,4939	81	86,410	75,9287
7	7,468	6,5617	32	34,137	29,9965	57	60,807	53,4313	82	87,477	76,8661
8	8,534	7,4991	33	35,204	30,9339	58	61,874	54,3687	83	88,544	77,8035
9	9,601	8,4365	34	36,271	31,8713	59	62,941	55,3061	84	89,610	78,7409
10	10,668	9,3739	35	37,338	32,8087	60	64,007	56,2435	85	90,677	79,6783
11	11,735	10,3113	36	38,404	33,7461	61	65,074	57,1809	86	91,744	80,6156
12	12,801	11,2487	37	39,471	34,6835	62	66,141	58,1183	87	92,811	81,5530
13	13,868	12,1861	38	40,538	35,6209	63	67,208	59,0556	88	93,878	82,4905
14	14,935	13,1235	39	41,605	36,5583	64	68,275	59,9930	89	94,944	83,4278
15	16,002	14,0609	40	42,672	37,4956	65	69,341	60,9304	90	96,011	84,3652
16	17,069	14,9983	41	43,738	38,4332	66	70,408	61,8678	91	97,078	85,3026
17	18,135	15,9357	42	44,805	39,3704	67	71,475	62,8032	92	98,145	86,2400
18	19,202	16,8730	43	45,872	40,3078	68	72,542	63,7426	93	99,211	87,1774
19	20,269	17,8104	44	46,939	41,2452	69	73,609	64,6800	94	100,278	88,1148
20	21,336	18,7478	45	48,006	42,1826	70	74,675	65,6174	95	101,345	89,0522
21	22,403	19,6852	46	49,072	43,1200	71	75,742	66,5548	96	102,412	89,9896
22	23,469	20,6226	47	50,139	44,0574	72	76,809	67,4922	97	103,479	90,9269
23	24,536	21,5600	48	51,206	44,9948	73	77,876	68,4296	98	104,545	91,8643
24	25,603	22,4974	49	52,273	45,9322	74	78,942	69,3669	99	105,612	92,8017
25	26,670	23,4348	50	53,340	46,8696	75	80,009	70,3043	100	106,679	93,7391

3. Таблица для перевода квадр. верстъ въ квадр. километры и квадратныхъ километровъ въ квадратныя версты.

Кв. вер. и кв. кил.	Кв. километры	Квадр. версты	Кв. вер. и кв. кил.	Кв. километры	Квадр. версты	Кв. вер. и кв. кил.	Кв. километры	Квадр. версты	Кв. вер и кв. кил.	Кв. километры	Квадр. версты.
1	1,1	0,8787	26	29,6	22,8463	51	58,0	44,8138	76	86,5	66,7814
2	2,3	1,7574	27	30,7	23,7250	52	59,2	45,6925	77	87,6	67,6601
3	3,4	2,6361	28	31,9	24,6037	53	60,3	46,5712	78	88,8	68,5388
4	4,6	3,5148	29	33,0	25,4824	54	61,5	47,4499	79	89,9	69,4175
5	5,7	4,3935	30	34,1	26,3611	55	62,6	48,3286	80	91,0	70,2962
6	6,8	5,2722	31	35,3	27,2398	56	63,7	49,2073	81	92,2	71,1749
7	8,0	6,1509	32	36,4	28,1185	57	64,9	50,0860	82	93,3	72,0536
8	9,1	7,0296	33	37,6	28,9972	58	66,0	50,9647	83	94,5	72,9323
9	10,2	7,9083	34	38,7	29,8759	59	67,1	51,8434	84	95,6	73,8110
10	11,4	8,7870	35	39,8	30,7546	60	68,3	52,7221	85	96,7	74,6897
11	12,5	9,6657	36	41,0	31,6333	61	69,4	53,6008	86	97,9	75,5684
12	13,9	10,5444	37	42,1	32,5120	62	70,6	54,4795	87	99,0	76,4471
13	14,8	11,4231	38	43,2	33,3907	63	71,7	55,3582	88	100,1	77,3258
14	15,9	12,3018	39	44,4	34,2694	64	72,8	56,2369	89	101,3	78,2045
15	17,1	13,1805	40	45,5	35,1481	65	74,0	57,1157	90	102,4	79,0832
16	18,2	14,0592	41	46,7	36,0268	66	75,1	57,9944	91	103,6	79,9619
17	19,3	14,9379	42	47,8	36,9055	67	76,2	58,8731	92	104,7	80,8406
18	20,5	15,8166	43	48,9	37,7842	68	77,4	59,7518	93	105,8	81,7193
19	21,6	16,6953	44	50,1	38,6629	69	78,5	60,6305	94	107,0	82,5980
20	22,8	17,5740	45	51,2	39,5416	70	79,7	61,5092	95	108,1	83,4767
21	23,9	18,4527	46	52,3	40,4203	71	80,8	62,3879	96	109,2	84,3554
22	25,0	19,3315	47	53,5	41,2990	72	81,9	63,2666	97	110,4	85,2341
23	26,2	20,2102	48	54,6	42,1777	73	83,1	64,1453	98	111,5	86,1128
24	27,3	21,0889	49	55,8	43,0564	74	84,2	65,0240	99	112,7	86,9915
25	28,5	21,9676	50	56,9	43,9351	75	85,4	65,9027	100	113,8	87,8702

НТБ ДНУЖТ

Таблица для перевода квадратныхъ саженъ въ квадр. метры и квадр. метровъ въ квадр. сажени

Квадр. метры и сажени	Квадр. метры	Квадр. сажени	Квадр. метры и сажени	Квадр. метры	Квадр. сажени	Квадр. метры и сажени	Квадр. метры	Квадр. сажени	Квадр. метры и сажени	Квадр. метры	Квадр. сажени
1	4,5522	0,2197	26	118,3563	5,7116	51	232,1605	11,2035	76	345,9647	16,6953
2	9,1043	0,4394	27	122,9085	5,9312	52	236,7127	11,4231	77	350,5169	16,9150
3	13,6565	0,6590	28	127,4607	6,1509	53	241,2649	11,6428	78	355,0690	17,1347
4	18,2087	0,8787	29	132,0128	6,3706	54	245,8170	11,8625	79	359,6212	17,3544
5	22,7608	1,0984	30	136,5650	6,5903	55	250,3692	12,0822	80	364,1734	17,5740
6	27,3130	1,3181	31	141,1172	6,8099	56	254,9214	12,3018	81	368,7255	17,7937
7	31,8652	1,5377	32	145,6694	7,0296	57	259,4735	12,5215	82	373,2777	18,0134
8	36,4173	1,7574	33	150,2215	7,2493	58	264,0257	12,7412	83	377,8299	18,2331
9	40,9695	1,9771	34	154,7737	7,4690	59	268,5779	12,9609	84	382,3820	18,4527
10	45,5217	2,1968	35	159,3259	7,6886	60	273,1300	13,1805	85	386,9342	18,6724
11	50,0738	2,4164	36	163,8780	7,9083	61	277,6822	13,4002	86	391,4864	18,8921
12	54,6260	2,6361	37	168,4302	8,1280	62	282,2344	13,6199	87	396,0385	19,1118
13	59,1782	2,8558	38	172,9824	8,3477	63	286,7865	13,8396	88	400,5907	19,3315
14	63,7303	3,0755	39	177,5345	8,5673	64	291,3387	14,0592	89	405,1429	19,5511
15	68,2825	3,2951	40	182,0867	8,7870	65	295,8909	14,2789	90	409,6951	19,7708
16	72,8347	3,5148	41	186,6389	9,0067	66	300,4430	14,4986	91	414,2472	19,9905
17	77,3868	3,7345	42	191,1910	9,2264	67	304,9952	14,7183	92	418,7994	20,2102
18	81,9390	3,9542	43	195,7432	9,4460	68	309,5474	14,9379	93	423,3516	20,4298
19	86,4912	4,1738	44	200,2954	9,6657	69	314,0995	15,1576	94	427,9037	20,6495
20	91,0433	4,3935	45	204,8475	9,8854	70	318,6517	15,3773	95	432,4559	20,8695
21	95,5955	4,6132	46	209,3997	10,1051	71	323,2039	15,5970	96	437,0081	21,0889
22	100,1477	4,8329	47	213,9519	10,3248	72	327,7560	15,8166	97	441,5602	21,3085
23	104,6998	5,0525	48	218,5040	10,5444	73	332,3082	16,0363	98	446,1124	21,5282
24	109,2520	5,2722	49	223,0562	10,7641	74	336,8604	16,2560	99	450,6646	21,7479
25	113,8042	5,4919	50	227,6084	10,9838	75	341,4125	16,4757	100	455,2167	21,9676

5. Таблица для перевода квадр. футовъ въ квадр. метры и квадр. метровъ въ квадр. футы.

Квадр. метры и футы	Квадр. метры	Квадр. футы	Квадр. метры и футы.	Квадр. метры	Квадр. футы	Квадр. метры и футы.	Квадр. метры	Квадр. футы	Квадр. метры и футы.	Квадр. метры	Квадр. футы
1	0,0929	10,7641	26	2,4154	279,8667	51	4,7380	548,9693	76	7,0605	818,0719
2	0,1858	21,5282	27	2,5083	290,6308	52	4,8309	559,7334	77	7,1534	818,8360
3	0,2787	32,2923	28	2,6012	301,3949	53	4,9238	570,4975	78	7,2463	839,6001
4	0,3716	43,0564	29	2,6941	312,1590	54	5,0167	581,2616	79	7,3392	850,3642
5	0,4645	53,8205	30	2,7870	322,9231	55	5,1096	592,0257	80	7,4321	861,1283
6	0,5574	64,5846	31	2,8799	333,6872	56	5,2025	602,7898	81	7,5250	871,8924
7	0,6503	75,3487	32	2,9728	344,4513	57	5,2954	613,5539	82	7,6179	882,6565
8	0,7432	86,1128	33	3,0657	355,2154	58	5,3883	624,3180	83	7,7108	893,4206
9	0,8361	96,8769	34	3,1586	365,9795	59	5,4812	635,0821	84	7,8037	904,1847
10	0,9290	107,6410	35	3,2515	376,7436	60	5,5741	645,8462	85	7,8966	914,9488
11	1,0219	118,4051	36	3,3444	387,5077	61	5,6670	656,6103	86	7,9895	925,7129
12	1,1148	129,1692	37	3,4374	398,2718	62	5,7599	667,3744	87	8,0824	936,4770
13	1,2077	139,9333	38	3,5203	409,0359	63	5,8528	678,1385	88	8,1753	947,2411
14	1,3006	150,6975	39	3,6132	419,8000	64	5,9457	688,9026	89	8,2682	958,0052
15	1,3935	161,4616	40	3,7161	430,5641	65	6,0386	699,6667	90	8,3611	968,7693
16	1,4864	172,2257	41	3,8090	441,3282	66	6,1315	710,4308	91	8,4540	979,5334
17	1,5793	182,9898	42	3,9019	452,0924	67	6,2244	721,1949	92	8,5469	990,2975
18	1,6722	193,7539	43	3,9948	462,8565	68	6,3173	731,9590	93	8,6398	1001,0616
19	1,7651	204,5180	44	4,0877	473,6206	69	6,4102	742,7231	94	8,7327	1011,8257
20	1,8580	215,2821	45	4,1806	484,3847	70	6,5031	753,4873	95	8,8256	1022,5898
21	1,9509	226,0462	46	4,2735	495,1488	71	6,5960	764,2514	96	8,9185	1033,3539
22	2,0438	236,8103	47	4,3664	505,9129	72	6,6889	775,0155	97	9,0114	1044,1180
23	2,1367	247,5744	48	4,4593	516,6770	73	6,7818	785,7796	98	9,1043	1054,8822

НТБ ДНУЖТ

6. Таблица для перевода квадратныхъ сантиметровъ въ квадратные дюймы и квадратныхъ дюймовъ въ квадратные миллиметры.

Кв. сант. и дюймы	Квадрат. миллим.	Квадрат. дюймы	Кв. сант. и дюймы	Квадрат. миллим.	Квадрат. дюймы.	Кв. сант. и дюймы	Квадрат. миллим.	Квадрат. дюймы	Кв. сант. и дюймы	Квадрат. миллим.	Квадрат. дюймы
1	1645,15	0,1550	26	16773,86	4,0301	51	32902,57	7,9052	76	49031,28	11,7802
2	1290,30	0,3100	27	17419,01	4,1851	52	33547,72	8,0602	77	49676,43	11,9352
3	1935,45	0,4650	28	18064,16	4,3401	53	34192,87	8,2152	78	50321,58	12,0902
4	2580,59	0,6200	29	18709,30	4,4951	54	34838,01	8,3702	79	50966,73	12,2452
5	3225,74	0,7750	30	19354,45	4,6501	55	35483,16	8,5252	80	51611,87	12,4002
6	3870,89	0,9300	31	19999,60	4,8051	56	36128,31	8,6802	81	52257,02	12,5553
7	4516,04	1,0850	32	20644,75	4,9601	57	36773,46	8,8352	82	52902,17	12,7103
8	5161,19	1,2400	33	21289,90	5,1151	58	37418,61	8,9902	83	53547,32	12,8653
9	5806,34	1,3950	34	21935,05	5,2701	59	38063,76	9,1452	84	54192,47	13,0203
10	6451,48	1,5500	35	22580,19	5,4251	60	38708,91	9,3002	85	54837,62	13,1753
11	7096,63	1,7050	36	23225,34	5,5801	61	39354,05	9,4552	86	55482,76	13,3303
12	7741,78	1,8600	37	23870,49	5,7351	62	39999,20	9,6102	87	56127,91	13,4853
13	8386,93	2,0150	38	24515,64	5,8901	63	40644,35	9,7652	88	56773,06	13,6403
14	9032,08	2,1700	39	25160,79	6,0451	64	41289,50	9,9202	89	57418,21	13,7953
15	9677,23	2,3250	40	25805,94	6,2001	65	41934,65	10,0752	90	58063,36	13,9503
16	10322,37	2,4800	41	26451,09	6,3551	66	42579,80	10,2302	91	58708,51	14,1053
17	10967,52	2,6351	42	27096,23	6,5101	67	43224,94	10,3852	92	59353,65	14,2603
18	11612,67	2,7901	43	27741,38	6,6651	68	43870,09	10,5402	93	59998,80	14,4153
19	12257,82	2,9451	44	28386,53	6,8201	69	44515,24	10,6952	94	60643,95	14,5703
20	12902,97	3,1001	45	29031,68	6,9751	70	45160,39	10,8502	95	61289,10	14,7253
21	13548,12	3,2551	46	29676,83	7,1301	71	45805,54	11,0052	96	61934,25	14,8803
22	14193,27	3,4101	47	30321,98	7,2851	72	46450,69	11,1602	97	62579,40	15,0353
23	14838,41	3,5651	48	30967,12	7,4401	73	47095,83	11,3152	98	63224,54	15,1903
24	15483,56	3,7201	49	31612,27	7,5952	74	47740,98	11,4702	99	63869,69	15,3453
25	16128,71	3,8751	50	32257,42	7,7502	75	48386,13	11,6252	100	64514,84	15,5003

7. Таблица для перевода кубическихъ футовъ въ кубическіе метры и кубическихъ метровъ въ кубическіе футы.

Куб. мет. и фут.	Кубич. метры	Кубич. футы	Куб. мет. и футы	Кубич. метры	Кубич. футы	Куб. мет. и футы	Кубич. метры	Кубич. футы	Куб. мет. и фут.	Кубич. метры	Кубич. футы
1	0,028	35,3156	26	0,736	918,2061	51	1,444	1801,0965	76	2,152	2683,9869
2	0,057	70,6312	27	0,765	953,5217	52	1,472	1836,4121	77	2,180	2719,3025
3	0,085	105,9469	28	0,793	988,8373	53	1,501	1871,7277	78	2,209	2754,6182
4	0,113	141,2625	29	0,821	1024,1529	54	1,529	1907,0433	79	2,237	2789,9338
5	0,142	176,5781	30	0,849	1059,4685	55	1,557	1942,3590	80	2,265	2825,2494
6	0,170	211,8937	31	0,878	1094,7841	56	1,586	1977,6746	81	2,294	2860,5650
7	0,198	247,2093	32	0,906	1130,0998	57	1,614	2012,9902	82	2,322	2895,8806
8	0,227	282,5249	33	0,934	1165,4154	58	1,642	2048,3058	83	2,350	2931,1962
9	0,255	317,8406	34	0,963	1200,7310	59	1,671	2083,6214	84	2,379	2966,5119
10	0,283	353,1562	35	0,991	1236,0466	60	1,699	2118,9370	85	2,407	3001,8275
11	0,311	388,4718	36	1,019	1271,3622	61	1,727	2154,2527	86	2,435	3037,1431
12	0,340	423,7874	37	1,048	1306,6778	62	1,756	2189,5683	87	2,463	3072,4587
13	0,368	459,1030	38	1,076	1341,9935	63	1,784	2224,8839	88	2,492	3107,7743
14	0,396	494,4186	39	1,104	1377,3091	64	1,812	2260,1995	89	2,520	3143,0899
15	0,425	529,7343	40	1,133	1412,6247	65	1,841	2295,5151	90	2,548	3178,4056
16	0,453	565,0499	41	1,161	1447,9403	66	1,869	2330,8307	91	2,577	3213,7212
17	0,481	600,3655	42	1,189	1483,2559	67	1,897	2366,1464	92	2,605	3249,0368
18	0,510	635,6811	43	1,218	1518,5715	68	1,925	2401,4620	93	2,633	3284,3524
19	0,538	670,9967	44	1,246	1553,8872	69	1,954	2436,7776	94	2,662	3319,6680
20	0,566	706,3123	45	1,274	1589,2028	70	1,982	2472,0932	95	2,690	3354,9836
21	0,595	741,6280	46	1,303	1624,5184	71	2,010	2507,4088	96	2,718	3390,2993
22	0,623	776,9436	47	1,331	1659,8340	72	2,039	2542,7244	97	2,747	3425,6149
23	0,651	812,2592	48	1,359	1695,1496	73	2,067	2578,0401	98	2,775	3460,9305
24	0,680	847,5748	49	1,387	1730,4652	74	2,095	2613,3557	99	2,803	3496,2461
25	0,708	882,8904	50	1,416	1765,7809	75	2,124	2648,6713	100	2,832	3531,5617

НТБ ДНУЖТ

8. Таблица для перевода кубич. сажен. въ кубич. метры и кубич. метровъ въ кубич. сажени.

Кубич. саж. и метры	Кубич. сажени	Кубич. метры	Кубич. саж. и метры	Кубич. сажени	Кубич. метры	Кубич. саж. и метры	Кубич. сажени	Кубич. метры	Кубич. саж. и метры	Кубич. сажени	Кубич. метры
1	0,1030	9,712	26	2,6770	252,523	51	5,2510	495,333	76	7,8250	738,144
2	0,2059	19,425	27	2,2780	262,235	52	5,3540	505,046	77	7,9280	747,856
3	0,3089	29,137	28	2,8829	271,948	53	5,4569	514,758	78	8,0310	757,569
4	0,4118	38,850	29	2,9859	281,660	54	5,5599	524,471	79	8,1339	767,281
5	0,5148	48,562	30	3,0888	291,373	55	5,6629	534,183	80	8,2369	776,993
6	0,6178	58,275	31	3,1918	301,085	56	5,7658	543,895	81	8,3398	786,706
7	0,7207	67,987	32	3,2948	310,797	57	5,8688	553,608	82	8,4428	796,418
8	0,8237	77,699	33	3,3977	320,510	58	5,9717	563,320	83	8,5458	806,131
9	0,9266	87,412	34	3,5007	330,222	59	6,0747	573,033	84	8,6487	815,843
10	1,0296	97,124	35	3,6036	339,935	60	6,1777	582,745	85	8,7517	825,555
11	1,1326	106,837	36	3,7066	349,647	61	6,2806	592,457	86	8,8546	835,268
12	1,2355	116,549	37	3,8096	359,359	62	6,3836	602,170	87	8,9576	844,980
13	1,3385	126,261	38	3,9125	369,072	63	6,4865	611,882	88	9,0606	854,693
14	1,4415	135,974	39	4,0155	378,784	64	6,5895	621,595	89	9,1635	864,405
15	1,5444	145,686	40	4,1184	388,497	65	6,6925	631,307	90	9,2665	874,118
16	1,6474	155,399	41	4,2214	398,209	66	6,7954	641,020	91	9,3694	883,830
17	1,7503	165,111	42	4,3244	407,922	67	6,8984	650,732	92	9,4724	893,542
18	1,8533	174,824	43	4,4273	417,634	68	7,0013	660,444	93	9,5754	903,255
19	1,9563	184,536	44	4,5303	427,346	69	7,1043	670,157	94	9,6783	912,967
20	2,0592	194,248	45	4,6332	437,059	70	7,2073	679,869	95	9,7813	922,680
21	2,1622	203,961	46	4,7362	446,771	71	7,3102	689,582	96	9,8843	932,392
22	2,2651	213,673	47	4,8392	456,484	72	7,4132	699,294	97	9,9872	942,104
23	2,3681	223,386	48	4,9421	466,196	73	7,5162	709,006	98	10,0902	951,817
24	2,4711	233,098	49	5,0451	475,908	74	7,6191	718,719	99	10,1931	961,529
25	2,5740	242,810	50	5,1480	485,621	75	7,7221	728,431	100	10,2961	971,242

9. Таблица для перевода ведеръ въ литры и литровъ въ ведра.

Ведра и литры	Литры	Ведра	Ведра и литры	Литры	Ведра	Ведра и литры	Литры	Ведра	Ведра и литры	Литры	Ведра
1	12,299	0,081	26	319,781	2,114	51	627,263	4,147	76	934,745	6,179
2	24,599	0,163	27	332,080	2,195	52	639,562	4,228	77	947,044	6,261
3	36,898	0,244	28	344,380	2,277	53	651,861	4,309	78	959,343	6,342
4	49,197	0,325	29	356,679	2,358	54	664,161	4,391	79	971,643	6,423
5	61,496	0,407	30	368,978	2,439	55	676,460	4,472	80	983,942	6,504
6	73,796	0,488	31	381,277	2,520	56	688,759	4,553	81	996,241	6,586
7	86,095	0,569	32	393,577	2,602	57	701,059	4,634	82	1008,540	6,667
8	98,394	0,650	33	405,876	2,683	58	713,358	4,716	83	1020,840	6,748
9	110,693	0,732	34	418,175	2,764	59	725,657	4,797	84	1033,139	6,830
10	122,993	0,813	35	430,475	2,846	60	737,956	4,878	85	1045,438	6,911
11	135,292	0,894	36	442,774	2,927	61	750,256	4,960	86	1057,737	6,992
12	147,591	0,976	37	455,073	3,008	62	762,555	5,041	87	1070,037	7,074
13	159,891	1,057	38	467,372	3,090	63	774,854	5,122	88	1082,336	7,155
14	172,190	1,138	39	479,672	3,171	64	787,153	5,204	89	1094,635	7,236
15	184,489	1,220	40	491,971	3,252	65	799,453	5,285	90	1106,935	7,318
16	196,788	1,301	41	504,270	3,334	66	811,752	5,366	91	1119,234	7,399
17	209,088	1,382	42	516,569	3,415	67	824,051	5,447	92	1131,533	7,480
18	221,387	1,464	43	528,869	3,496	68	836,351	5,529	93	1143,832	7,561
19	233,686	1,545	44	541,168	3,577	69	848,650	5,610	94	1156,132	7,643
20	245,985	1,626	45	553,467	3,659	70	860,949	5,691	95	1168,431	7,724
21	258,285	1,707	46	565,767	3,740	71	873,248	5,773	96	1180,730	7,805
22	270,584	1,789	47	578,066	3,821	72	885,548	5,854	97	1193,029	7,887
23	282,883	1,870	48	590,365	3,903	73	897,847	5,935	98	1205,329	7,968
24	295,183	1,951	49	602,664	3,984	74	910,146	6,017	99	1217,628	8,049
25	307,482	2,033	50	614,964	4,065	75	922,445	6,098	100	1229,927	8,131

НТБ ДНУЖТ

10. Таблица для перевода пудовъ въ килограммы и килограммовъ въ пуды.

Пуды и килогр.	Килограммы	Пуды	Пуды и килогр.	Килограммы	Пуды	Пуды и килогр.	Килограммы	Пуды	Пуды и килогр.	Килограммы	Пуды
1	10,381	0,061	26	425,909	1,587	51	835,437	3,114	76	1244,965	4,640
2	32,762	0,122	27	442,290	1,648	52	851,818	3,175	77	1261,346	4,701
3	49,143	0,183	28	458,671	1,700	53	868,200	3,236	78	1277,728	4,762
4	65,524	0,244	29	475,053	1,770	54	884,581	3,297	79	1294,109	4,823
5	81,906	0,305	30	491,434	1,832	55	900,962	3,358	80	1310,490	4,884
6	98,287	0,366	31	507,815	1,893	56	917,343	3,419	81	1326,871	4,945
7	114,668	0,427	32	524,196	1,954	57	933,724	3,480	82	1343,252	5,006
8	131,049	0,489	33	540,577	2,015	58	950,105	3,541	83	1359,633	5,067
9	147,430	0,550	34	556,958	2,076	59	966,486	3,602	84	1376,014	5,128
10	163,811	0,611	35	573,339	2,137	60	982,867	3,663	85	1392,395	5,189
11	180,192	0,672	36	589,720	2,198	61	999,248	3,724	86	1408,777	5,250
12	196,573	0,733	37	606,102	2,259	62	1015,630	3,785	87	1425,158	5,311
13	212,955	0,794	38	622,483	2,320	63	1032,011	3,846	88	1441,539	5,372
14	229,336	0,855	39	638,864	2,381	64	1048,392	3,907	89	1457,920	5,435
15	245,717	0,916	40	655,245	2,442	65	1064,773	3,968	90	1474,301	5,494
16	262,098	0,977	41	671,626	2,503	66	1081,154	4,029	91	1490,682	5,555
17	278,479	1,038	42	688,007	2,564	67	1097,535	4,090	92	1507,063	5,616
18	294,860	1,099	43	704,388	2,623	68	1113,916	4,151	93	1523,444	5,678
19	311,241	1,160	44	720,769	2,686	69	1130,297	4,213	94	1539,826	5,739
20	327,622	1,221	45	737,151	2,747	70	1146,679	4,274	95	1556,207	5,799
21	344,004	1,282	46	753,532	2,808	71	1163,060	4,335	96	1572,588	5,860
22	360,385	1,343	47	769,913	2,869	72	1179,441	4,396	97	1588,969	5,921
23	376,766	1,404	48	786,294	2,931	73	1195,822	4,457	98	1605,350	5,982
24	393,147	1,465	49	802,675	2,992	74	1212,203	4,518	99	1621,731	6,044
25	409,528	1,526	50	819,056	3,053	75	1228,584	4,579	100	1638,112	6,105

Этой же таблицей можно пользоваться для **перевода тоннъ** (по 1000 kg) **въ пуды и обратно.**

11. Таблица для перевода фунт. въ килограммы и килограммовъ въ фунт.

Фунты и килограммы	Килограммы	Фунты	Фунты и килограммы	Килограммы	Фунты
1	0,410	2,44	21	8,600	—
2	0,819	4,88	22	9,009	—
3	1,229	7,33	23	9,419	—
4	1,638	9,77	24	9,828	—
5	2,048	12,21	25	10,238	—
6	2,457	14,65	26	10,647	—
7	2,867	17,09	27	10,057	—
8	3,276	19,54	28	11,466	—
9	3,686	21,98	29	11,876	—
10	4,095	24,42	30	12,285	—
11	4,505	26,86	31	12,695	—
12	4,914	29,30	32	13,104	—
13	5,324	31,75	33	13,514	—
14	5,733	34,19	34	13,923	—
15	6,143	36,63	35	14,333	—
16	6,552	39,07	36	14,742	—
17	6,962	—	37	15,152	—
18	7,371	—	38	15,561	—
19	7,781	—	39	15,971	—
20	8,190	—	40	16,380	—

НТБ ДНУЖТ

12. Таблица для перевода килограммовъ на квадратный сантиметръ въ пуды на квадратный дюймъ и обратно.

Килогр. на кв. сант. и пуд. на кв. д.	Килограммы на кв. сант.	Пуды на кв. дюймъ	Килогр. на кв. сант. и пуд. на кв. д.	Килограммы на кв. сант.	Пуды на кв. дюймъ	Килогр. на кв. сант. и пуд. на кв. д.	Килограммы на кв. сант.	Пуды на кв. дюймъ	Килогр. на кв. сант. и пуд. на кв. д.	Килограммы на кв. сант.	Пуды на кв. дюймъ
1	2,539	0,394	26	66,017	10,240	51	129,495	20,080	76	192,973	29,932
2	5,078	0,788	27	68,556	10,634	52	132,034	20,479	77	195,513	30,325
3	7,617	1,182	28	71,095	11,027	53	134,574	20,873	78	198,052	30,719
4	10,156	1,575	29	73,635	11,421	54	137,113	21,267	79	200,591	31,113
5	12,696	1,969	30	76,174	11,815	55	139,652	21,661	80	203,130	31,507
6	15,235	2,363	31	78,713	12,209	56	142,191	22,055	81	205,669	31,901
7	17,774	2,757	32	81,252	12,603	57	144,730	22,449	82	208,208	32,295
8	20,313	3,151	33	83,791	12,997	58	147,269	22,843	83	210,747	32,688
9	22,852	3,545	34	86,330	13,390	59	149,808	23,236	84	213,286	33,082
10	25,391	3,938	35	88,869	13,784	60	152,347	23,630	85	215,826	33,476
11	27,930	4,332	36	91,408	14,178	61	154,887	24,024	86	218,365	33,870
12	30,469	4,726	37	93,948	14,572	62	157,426	24,418	87	220,904	34,264
13	33,009	5,120	38	96,487	14,966	63	159,965	24,812	88	223,443	34,658
14	35,548	5,514	39	99,026	15,360	64	162,504	25,206	89	225,982	35,051
15	38,087	5908	40	101,565	15,753	65	165,043	25,599	90	228,521	35,445
16	40,626	6,301	41	104,104	16,147	66	167,582	25,993	91	231,060	35,839
17	43,165	6,695	42	106,643	16,541	67	170,121	26,387	92	233,599	36,233
18	45,704	7,089	43	109,182	16,935	68	172,660	26,781	93	236,139	36,627
19	48,243	7,483	44	111,721	17,329	69	178,200	27,175	94	238,678	37,021
20	50,782	7,877	45	114,261	17,723	70	177,739	27,569	95	241,217	37,414
21	53,322	8,271	46	116,800	18,116	71	180,278	27,962	96	243,756	37,808
22	55,861	8,664	47	119,339	18,510	72	182,817	28,356	97	246,295	38,202
23	58,400	9,058	48	121,878	18,904	73	185,356	28,750	98	248,834	38,596
24	60,939	9,452	49	124,417	19,298	74	187,895	29,144	99	251,373	38,900
25	63,478	9,846	50	126,956	19,692	75	190,434	29,538	100	253,912	39,384

13. Таблица для перевода килограммометровъ въ пудофуты и обратно.

Килограммометры и пдфты	Пудофуты	Килограммометры	Килограммометры и пдфты	Пудофуты	Килограммометры	Килограммометры и пдфты	Пудофуты	Килограммометры	Килограммометры и пдфты	Пудофуты	Килограммометры
1	0,200	4,993	26	5,207	129,816	51	10,214	254,639	76	15,222	379,462
2	0,401	9,986	27	5,408	134,809	52	10,415	259,632	77	15,422	384,455
3	0,601	14,979	28	5,608	139,802	53	10,615	264,625	78	15,622	389,448
4	0,801	19,972	29	5,808	144,795	54	10,815	269,618	79	15,822	394,441
5	1,001	24,965	30	6,009	149,788	55	11,016	274,611	80	16,023	399,434
6	1,202	29,958	31	6,209	154,781	56	11,216	279,604	81	16 223	404,427
7	1,402	34,950	32	6,409	159,773	57	11,416	284,597	82	16'423	409,420
8	1,602	39,943	33	6,609	164,766	58	11,616	289,589	83	16,624	414,413
9	1,803	44,936	34	6,810	169,759	59	11,817	294,582	84	16,824	419,406
10	2,003	49,929	35	7,010	174,752	60	12,017	299,575	85	17,024	424,399
11	2,203	54,922	36	7,210	179,745	61	12,217	304,568	86	17,224	429,391
12	2,403	59,915	37	7,410	184,738	62	12,418	309,561	87	17,425	434,384
13	2,604	64,908	38	7,611	189,731	63	12,618	314,554	88	17,625	439,377
14	2,804	69,901	39	7,811	294,724	64	12,818	319,547	89	17,825	444,370
15	3,004	74,894	40	8,011	299,717	65	13,018	324,540	90	18,026	449,363
16	3,205	79,887	41	8,212	204,710	66	13,219	329,533	91	18,226	454,356
17	3,405	84,880	42	8,412	209,703	67	13,419	334,526	92	18,426	459,349
18	3,605	89,873	43	8,612	214,696	68	13,619	339,519	93	18,626	464,342
19	3,805	94,866	44	8,812	219,689	69	13,820	344,512	91	18,827	469,335
20	4,006	99,858	45	9,013	224,681	70	14,020	349,505	95	19,027	474,328
21	4,206	104,851	46	9,213	229,674	71	14,220	354,498	96	19,227	479,321
22	4,406	109,844	47	9,413	234,667	72	14,420	359,490	97	19,428	484,314
23	4,607	114,837	48	9,614	239,660	73	14,621	364,483	98	19,628	489,307
24	4,807	119,830	49	9,814	244,653	74	14,821	369,476	99	29,828	494,302
25	5,007	124,823	50	10,014	249,646	75	15,021	374,469	100	20,028	499,292

НТБ ДНУЖТ

14. Таблица для перевода килогр. на кв. сант. въ тонны на кв. дюймъ.

kg на qcm	Тонны на квадр. дюймъ	kg на qcm	Тонны на квадр. дюймъ	kg на qcm	Тонны на квадр. дюймъ	kg на qcm	Тонны на квадр. дюймъ	kg на qcm	Тонны на квадр. дюймъ	kg на qcm
100	0,635	2300	14,6	4600	29,2	1	157,5	26	4095	
200	1,27	2400	15,2	4700	29,8	2	315,0	27	4252	
300	1,90	2500	15,9	4800	30,5	3	472,5	28	4410	
400	2,54	2600	16,5	4900	31,1	4	630,5	29	4567	
500	3,175	2700	17,1	5000	31,75	5	787,5	30	4725	
600	3,81	2800	17,8	5100	32,4	6	945,0	31	4882	
700	4,44	2900	18,4	5200	33,0	7	1102,5	32	5040	
750	4,76	3000	19,0	5300	33,7	8	1260,0	33	5197	
800	5,08	3100	19,7	5400	34,3	9	1417,5	34	5355	
900	5,71	3200	20,3	5500	34,9	10	1574,9	35	5512	
1000	6,35	3300	21,0	5600	35,6	11	1732	36	5670	
1100	6,98	3400	21,6	5700	36,2	12	1890	37	5827	
1200	7,62	3500	22,2	5800	36,8	13	2047	38	5985	
1300	8,25	3600	22,9	5900	37,5	14	2205	39	6142	
1400	8,86	3700	23,5	6000	38,1	15	2362	40	6300	
1500	9,52	3800	24,1	6500	41,3	16	2520	41	6457	
1600	10,16	3900	24,8	7000	44,4	17	2677	42	6615	
1700	10,79	4000	25,4	7500	47,6	18	2835	43	6772	
1800	11,4	4100	26,0	8000	50,8	19	2992	44	6930	
1900	12,1	4200	26,7	8500	54,0	20	3150	45	7087	
2000	12,7	4300	27,3	9000	57,1	21	3307	46	7245	
2100	13,3	4400	27,9	9500	60,3	22	3465	47	7402	
2200	14,0	4500	28,6	10000	63,5	23	3622	48	7560	
						24	3780	49	7717	
						25	3937	50	7875	

15. Таблица для перевода kg на пог. m въ русскіе фунты на погонный футъ и обратно.

kg/m и русскіе фунты/пог. фут. .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kg/m .	0,7747	1,549	2,324	3,099	3,874	4,648	5,423	6,198	6,972	7,747
Русск. фунты/пог. футъ .	1,344	2,687	4,031	5,374	6,718	8,061	9,405	10,748	12,092	13,436

16. Таблица для перевода kg въ кубич. метрѣ на фунты въ кубич. футѣ и обратно.

kg/cbm и русскіе фунты въ кубич. футѣ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kg/cbm .	14,462	28,923	43,385	57,847	72,308	86,770	101,232	115,694	130,155	144,617
Русскіе фунты въ кубич. футѣ.	0,0691	0,1383	0,2075	0,2766	0,3458	0,4149	0,4841	0,5532	0,6234	0,6915

НТБ ДНУЖТ

Сравнительная таблица объемныхъ мѣръ, употребляемыхъ въ Россіи.

Составлена кн. А. Г. Гагаринымъ.

Куб. саженъ	Куб. метровъ	Бочекъ	Четвертей	Куб. футовъ	Четверико-въ	Ведеръ	Гарицевъ	Штофовъ	Куб. дюймовъ
1 =	9,7121446=	19,741=	46,27=	343=	370,159=	789,67=	2961,272=	6317,36=	592704
0,10296387070 3=	1 =	2,032697 0=	4,764133 6=	35,31660765 1129=	38,113069=	81,307881=	304,994552=	650,463048=	61027,09802115
0,05065330 8=	0,491957=	1 =	2,34375=	17,374256=	18,75=	40=	150=	320=	30022,716
0,02161228 8=	0,209301753=	0,4266666=	1 =	7,4130162=	8=	17,06666=	64=	136,5333=	12809,69216
0,00291545=	0,018315290=	0,05755=	0,1349 0=	1 =	1,07918=	2,30224=	8,6334=	18,418=	1728
0,00270153 6=	0,026237719=	0,053333=	0,125=	0,92662703=	1 =	2,13333=	8=	17,0666=	1601,21152
0,00126634 52=	0,012298930 8=	0,025=	0,05859375=	0,43435642=	0,46875=	1 =	3,75=	8=	750,5679
0,00035019 2=	0,003279714875=	0,00666=	0,015625=	0,11582837=	0,125=	0,26666=	1 =	2,113=	200,15144
0,00015829315=	0,001537366 3=	0,003125=	0,007324218 75=	0,05429455 2=	0,05859375=	0,125=	0,46875=	1 =	93,8209875
0,00000168181=	0,000016386=	0,00003330 813=	0,00007806584=	0,00057870 37=	0,00062452 77=	0,00133272=	0,0049962=	0,01065 8594=	1

При составленіи этой таблицы кн. А. Г. Гагаринъ пользовался основаніями, принятыми О. О. Петрушевскимъ и Н. С. Еремѣевымъ при составленіи ими «Сравнительныхъ таблицъ десятичныхъ и русскихъ мѣръ» (1868) и состоящими въ томъ, что 1 фунтъ равенъ вѣсу 25,01893 кубическихъ дюймовъ воды при $13^1/_3{}^0$ Реомюра, и что при этой температурѣ 1 метръ равняется 39,3708 дюймамъ, 1 ведро вмѣщаетъ въ себѣ 30 фунтовъ воды, а четверикъ — 64 фунта воды.

НТБ ДНУЖТ

D. Таблицы взаимнаго

1. Сажени въ дюймахъ,

Сажени	Футы	Дюймы	Аршины	Вершки	Миллиметры	Сажени	Футы	Дюймы
0,001	—	0,840	—	0,048	2,1	**1,5**	10	6
0,002	—	0,168	—	0,096	4,3	**2,0**	14	—
0,003	—	0.252	—	0,144	6.4	**2,5**	17	6
0,004	—	0,336	—	0.192	8,5	**3,0**	21	—
0.005	—	0.420	—	0.240	10.7	**3,5**	24	6
0,006	—	0,504	—	0,288	12,8	**4,0**	28	—
0.007	—	0.588	—	0,336	14.9	**4,5**	31	6
0.008	—	0,672	—	0,384	17.1	**5,0**	35	—
0,009	—	0.756	—	0,432	19,2	**5,5**	38	6
0,010	—	0,840	—	0,480	21.3	**6,0**	42	—
0,02	—	1.68	—	0.96	42.7	**6,5**	45	6
0,03	—	2,52	—	1,44	64,0	**7,0**	49	—
0.04	—	3,36	—	1,92	85,3	**7,5**	52	6
0,05	—	4,20	—	2,40	106,7	**8,0**	56	—
0,06	—	5,04	—	2,88	128,0	**8,5**	59	6
0.07	—	5,88	—	3,36	149.3	**9,0**	63	—
0,08	—	6,72	—	3,84	170,7	**9,5**	66	6
0,09	—	7.56	—	4.32	192,0	**10,0**	70	—
0,10	—	8,40	—	4,80	213,4	**10,5**	73	6
0,2	1	4,8	—	9,6	426.7	**11,0**	77	—
0,3	2	1,2	—	14.4	640,1	**11,5**	80	6
0,4	2	9,6	1	3,2	853,4	**12,0**	84	—
0,5	3	6,0	1	8,0	1066,8	**12,5**	87	6
0,6	4	2,4	1	12,8	1280,1	**13,0**	91	—
0,7	4	10,8	2	1,6	1493,5	**13,5**	94	6
0.8	5	7,2	2	6,4	1706,8	**14,0**	98	—
0,9	6	3,6	2	11,2	1920,2	**14,5**	101	6
1,0	7	—	3	—	2133,6	**15,0**	105	—

НТБ ДНУЖТ

перевода русскихъ мѣръ.

вершахъ и миллиметрахъ.

Аршины	Вершки	Миллиметры	Сажени	Футы	Дюймы	Аршины	Вершки	Миллиметры
4	8	3200,3	**15,5**	108	6	46	8	33070
6	—	4267,1	**16,0**	122	—	48	—	34137
7	8	5333,9	**16,5**	115	6	49	8	35204
9	—	6400,7	**17,0**	119	—	51	—	36271
10	8	7467,5	**17,5**	122	6	52	8	37337
12	—	8534,2	**18,0**	126	—	54	—	38404
13	8	9601	**18,5**	129	6	55	8	39471
15	—	10668	**19,0**	133	—	57	—	40538
16	8	11734	**19,5**	136	6	58	8	41605
18	—	12801	**20,0**	140	—	60	—	42672
19	8	13868	**20,5**	143	6	61	8	43738
21	—	14935	**21,0**	147	—	63	—	44805
22	8	16002	**21,5**	150	6	64	8	45872
24	—	17069	**22,0**	154	—	66		46939
25	8	18135	**22,5**	157	6	67	8	48005
27	—	19202	**23,0**	161	—	69	—	49072
28	8	20269	**23,5**	164	6	70	8	50139
30	—	21336	**24,0**	168	—	72	—	51206
31	8	22402	**24,5**	171	6	73	8	52273
33	—	23469	**25,0**	175	—	75	—	53340
34	8	24536	**25,5**	178	6	76	8	54406
36	—	25603	**26,0**	182	—	78	—	55473
37	8	26670	**26,5**	185	6	79	8	56540
39	—	27737	**27,0**	189	—	81	—	57607
40	8	28803	**27,5**	192	6	82	8	58673
42	—	29870	**28,0**	196	—	84	—	59740
43	8	30937	**28,5**	199	6	85	8	60807
45	—	32004	**29,0**	203	—	87	—	61874
			29,5	206	6	88	8	62940
			30,0	210	—	90	—	64007

НТБ ДНУЖТ

2. Вершки и аршины въ дюймахъ,

Вершки	Футы	Дюймы	Сажени	Миллиметры	Аршины	Футы	Дюймы	Сажени	Миллиметры
1/16	—	7/64	0,0013	2,78	**1**	2	4	0,333	711,2
1/8	—	7/32	0,0026	5,55	**2**	4	8	0,666	1422,4
3/16	—	21/64	0,0039	8,33	**3**	7	—	1,000	2133,6
1/4	—	7/16	0,0052	11,11	**4**	9	4	1,333	2844,8
5/16	—	35/64	0,0065	13,88	**5**	11	8	1,666	3556,0
3/8	—	21/32	0,0078	16,65	**6**	14	—	2,000	4267,2
7/16	—	49/64	0,0091	19,42	**7**	16	4	2,333	4978,4
1/2	—	7/8	0,0104	22,22	**8**	18	8	2,666	5689,6
9/16	—	63/64	0,0117	24,97	**9**	21	—	3,000	6400,8
5/8	—	1 3/32	0,0130	27,75	**10**	23	4	3,333	7112,0
11/16	—	1 13/64	0,0143	30,52	**11**	25	8	3,666	7823,2
3/4	—	1 5/16	0,0156	33,33	**12**	28	—	4,000	8534,4
13/16	—	1 27/64	0,0169	36,07	**13**	30	4	4,333	9245,6
7/8	—	1 17/32	0,0182	38,83	**14**	32	8	4,666	9956,8
15/16	—	1 41/64	0,0195	41,62	**15**	35	—	5,000	10668,0
1	—	1 3/4	0,0208	44,45	**16**	37	4	5,333	11379,2
2	—	3 1/2	0,042	88,90	**17**	39	8	5,666	12090,4
3	—	5 1/4	0,062	133,35	**18**	42	—	6,000	12801,6
4	—	7	0,083	177,80	**19**	44	4	6,333	13512,8
					20	46	8	6,666	14224
5	—	8 3/4	0,104	222,25					
6	—	10 1/2	0,125	266,70	**21**	49	—	7,000	14935
7	1	1/4	0,146	311,15	**22**	51	4	7,333	15646
8	1	2	0,166	355,60	**23**	53	8	7,666	16357
					24	56	—	8,000	17069
9		3 3/4	0,187	400,05	**25**	58	4	8,333	17780
10		5 1/2	0,208	444,50					
11		7 1/4	0,229	488,95	**26**	60	8	8,666	18491
12		9	0,250	533,40	**27**	63	—	9,000	19202
					28	65	4	9,333	19913
13		10 3/4	0,271	577,85	**29**	67	8	9,666	20625
14		1/2	0,292	622,30	**30**	70	—	10,000	21336
15		2 1/4	0,312	666,75					
16		4	0,333	711,20					

НТБ ДНУЖТ

саженяхъ и миллиметрахъ.

Аршины	Футы	Дюймы	Сажени	Миллиметры	Аршины	Футы	Дюймы	Сажени	Миллиметры
31	72	4	10,333	22047	**61**	142	4	20,333	43383
32	74	8	10,666	22758	**62**	144	8	20,666	44094
33	77	—	11,000	23469	**63**	147	—	21,000	44805
34	79	4	11,333	24181	**64**	149	4	21,333	45516
35	81	8	11,666	24892	**65**	151	8	21,666	46228
36	84	—	12,000	25603	**66**	154	—	22,000	46939
37	86	4	12,333	26314	**67**	156	4	22,333	47650
38	88	8	12,666	27025	**68**	158	8	22,666	48361
39	91	—	13,000	27737	**69**	161	—	23,000	49072
40	93	4	13·333	28448	**70**	163	4	23,333	49784
41	95	8	13,666	29159	**71**	165	8	23,666	50495
42	98	—	14,000	29870	**72**	168	—	24,000	51206
43	100	4	14,333	30581	**73**	170	4	24,333	51917
44	102	8	14,666	31293	**74**	172	8	24,666	52628
45	105	—	15,000	32004	**75**	175	—	25,000	53340
46	107	4	15,333	32715	**76**	177	4	25,333	54051
47	109	8	15,666	33426	**77**	179	8	25,666	54762
48	112	—	16,000	34137	**78**	182	—	26,000	55473
49	114	4	16,333	34848	**79**	184	4	26,333	56184
50	116	8	16,666	35560	**80**	186	8	26,666	56895
51	119	—	17,000	36271	**81**	189	—	27,000	57607
52	121	4	17·333	36982	**82**	191	4	27,333	58318
53	123	8	17,666	37693	**83**	193	8	27,666	59029
54	126	—	18,000	38404	**84**	196	—	28,000	59740
55	128	4	18,333	39116	**85**	198	4	28,333	60451
56	130	8	18,666	39827	**86**	200	8	28,666	61163
57	133	—	19,000	40538	**87**	203	—	29,000	61874
58	135	4	19,333	41249	**88**	205	4	29,333	62585
59	137	8	19,666	41960	**89**	207	8	29,666	63296
60	140	—	20,000	42672	**90**	210	—	30,000	64008

НТБ ДНУЖТ

3. Дюймы и футы въ вершкахъ,

Дюймы	Вершки	Сажени	Милли-метры	Футы	Аршины	Вершки	Сажени	Милли-метры
1/32	0,018	0,0004	0,79	1	—	6.86	0,143	304.8
1/16	0,036	0,0007	1,59	2	—	13.71	0,286	609.6
1/8	0,071	0,0015	3,17	3	1	4.56	0,429	914.4
3/16	0,107	0,0022	4,76	4	1	11.43	0.571	1219.2
1/4	0,143	0,0030	6,35	5	2	2,28	0,714	1524,0
5/16	0,179	0,0037	7,94	6	2	9,14	0,857	1828,8
3/8	0,214	0,0045	9.52	7	3	—	1,000	2133.6
7/16	0,250	0,0052	11,11	8	3	6,86	1,143	2438.4
1/2	0,286	0,0059	12,70	9	3	13.71	1,286	2743,2
9/16	0,321	0,0067	14,29	10	4	4.56	1.429	3048.0
5/8	0.357	0,0074	15,87	11	4	11,43	1,571	3352.8
11/16	0,393	0,0082	17,46	12	5	2,28	1,714	3657,6
3/4	0,429	0,0089	19,05	13	5	9,14	1,857	3962,4
13/16	0,464	0,0096	20,64	14	6	—	2,000	4267,2
7/8	0,500	0,0104	22,22	15	6	6,86	2,143	4572,0
15/16	0,536	0,0111	23,81					
				16	6	13,71	2,286	4876,8
1	0,571	0,012	25,40	17	7	4,56	2,429	5181,6
2	1,143	0,024	50,80	18	7	11,43	2,571	5486,4
3	1,714	0,036	76,20	19	8	2,28	2,714	5791,1
4	2,286	0,048	101,60	20	8	9,14	2,857	6095,9
5	2,857	0,059	127,00	21	9	—	3,000	6400,7
6	3,429	0,071	152,40	22	9	6.86	3,143	6705,5
7	4,000	0,083	177,80	23	9	13,71	3,286	7010,3
8	4,571	0,095	203,20	24	10	4,56	3,429	7315,1
				25	10	11,43	3,571	7619,9
9	5,143	0,107	228,60					
	5,714	0,119	253,99	26	11	2,28	3,714	7924,7
	6,286	0,131	279,39	27	11	9,14	3,857	8229,5
	6,857	0,143	304,80	28	12	—	4,000	8534,3
				29	12	6,86	4,143	8839,1
				30	12	13,71	4,286	9143,9

НТБ ДНУЖТ

саженяхъ и миллиметрахъ.

Футы	Аршины	Вершки	Сажени	Милли-метры	Футы	Аршины	Вершки	Сажени	Милли-метры
31	13	4,56	4.429	9448,7	**61**	26	2,28	8,714	18593
32	13	11,43	4,571	9753,5	**62**	26	9,14	8,857	18897
33	14	2,28	4,714	10058	**63**	27	—	9,000	19202
34	14	9,14	4,857	10363	**64**	27	6,86	9,143	19507
35	15	—	5,000	10668	**65**	27	13,71	9,286	19812
36	15	6,86	5,143	10973	**66**	28	4,56	9,429	20117
37	15	13,71	5,286	11278	**67**	28	11,43	9,571	20421
38	16	4,56	5,429	11582	**68**	29	2,28	9,714	20726
39	16	11,43	5,571	11887	**69**	29	9,14	9,857	21031
40	17	2,28	5,514	12192	**70**	30	—	10,000	21336
41	17	9,14	5,857	12497	**71**	30	6,86	10,143	21644
42	18	—	6,000	12802	**72**	30	13,71	10,286	21949
43	18	6,86	6,143	13106	**73**	31	4,56	10,429	22250
44	18	13,71	6,286	13411	**74**	31	11,43	10,571	22555
45	19	4,56	6,429	13716	**75**	32	2,28	10,714	22860
46	19	11,43	6,571	14021	**76**	32	9,14	10,857	23165
47	20	2,28	6,714	14326	**77**	33	—	11,000	23469
48	20	9,14	6,857	14630	**78**	33	6,86	11,143	23774
49	21	—	7,000	14935	**79**	33	13,71	11,286	24079
50	21	6,86	7,143	15240	**80**	34	4,56	11,429	24384
51	21	13,71	7,286	15545	**81**	34	11,43	11,571	24689
52	22	4,56	7,429	15850	**82**	35	2,28	11,714	24993
53	22	11,43	7,571	16154	**83**	35	9,14	11,857	25298
54	23	2,28	7,714	16459	**84**	36	—	12,000	25603
55	23	9,14	7,857	16764	**85**	36	6,86	12,143	25908
56	24	—	8,000	17069	**86**	36	13,71	12,286	26213
57	24	6,86	8,143	17373	**87**	37	4,56	12,429	26517
58	24	13,71	8,286	17678	**88**	37	11,43	12,571	26822
59	25	4,56	8,429	17983	**89**	38	2,28	12,714	27127
60	25	11,43	8,571	18288	**90**	38	9,14	12,857	27432

НТБ ДНУЖТ

4. Миллиметры и дециметры въ дюй

Миллиметры	Дюймы	Вершки	Сажени	Дециметры	Футы	дюймы	Аршины	вершки	Сажени
1	0,0394	0,0224	0,0005	1,1	—	4,33	—	2,47	0,0516
2	0,0787	0,0449	0,0009	1,2	—	4,72	—	2,69	0,0563
3	0,1181	0,0673	0,0014	1,3	—	5,12	—	2,92	0,0610
4	0,1575	0,0897	0,0019	1,4	—	5,51	—	3,14	0,0657
5	0,1969	0,1121	0,0023	1,5	—	5,91	—	3,37	0,0703
6	0,2362	0,1346	0,0028	1,6	—	6,30	—	3,59	0,0750
7	0,2756	0,1571	0,0033	1,7	—	6,69	—	3,82	0,0797
8	0,3150	0,1796	0,0038	1,8	—	7,09	—	4,04	0,0844
9	0,3543	0,2021	0,0042	1,9	—	7,48	—	4,26	0,0891
10	0,3937	0,2245	0,0047	2	—	7,87	—	4,49	0,094
15	0,5906	0,3368	0,0070	3	—	11,81	—	6,74	0,140
20	0,7874	0,449	0,0094	4	1	3,75	—	8,98	0,188
25	0,9843	0,561	0,0118	5	1	7,69	—	11,23	0,235
30	1,1811	0,673	0,0141	6	1	11,62	—	13,47	0,281
35	1,3780	0,785	0,0164	7	2	3,56	—	15,72	0,328
40	1,5748	1,898	0,0188	8	2	7,50	1	1,96	0,375
45	1,7717	1,010	0,0213	9	2	11,43	1	4,20	0,422
50	1,9685	1,123	0,023	**10**	3	3,37	1	6,45	0,469
55	2,1654	1,235	0,025	**15**	4	11,10	2	1,75	0,703
60	2,3622	1,346	0,028	**20**	6	6,7	2	12,99	0,937
65	2,5591	1,459	0,030	**25**	8	2,4	3	8,24	1,172
70	2,7559	1,571	0,033	**30**	9	10,1	4	3,49	1,406
75	2,9528	1,684	0,035	**35**	11	5,8	4	14,74	1,640
80	3,1496	1,796	0,038	**40**	13	1,5	5	9,99	1,875
85	3,3465	1,908	0,040	**45**	14	9,2	6	5,24	2,109
90	3,5433	2,020	0,042	**50**	16	4,9	7	0,49	2,343
95	3,7402	2,132	0,044	**55**	18	0,6	7	11,74	2,578
100	3,9370	2,240	0,047	**60**	19	8,2	8	6,98	2,812

НТБ ДНУЖТ

махъ, вершкахъ и саженяхъ.

Дециметры	Футы	дюймы	Аршины	вершки	Сажени	Дециметры	Футы	дюймы	Аршины	вершки	Сажени
65	21	3,9	9	2,23	3,047	**205**	67	3,1	28	13,20	9,608
70	22	11,6	9	13,48	3,281	**210**	68	10,8	29	8,45	9,843
75	24	7,3	10	8,73	3,515	**215**	70	6,5	30	3,69	10,077
80	26	3,0	11	3,98	3,750	**220**	72	2,1	30	14,94	10,311
85	27	10,7	11	15,23	3,984	**225**	73	9,8	31	10,19	10,546
90	29	6,3	12	10,48	4,218	**230**	75	5,5	32	5,44	10,780
95	31	2,0	13	5,73	4,453	**235**	77	1,2	33	0,69	11,014
100	32	9,7	14	0,97	4,687	**240**	78	8,9	33	11,94	11,249
105	34	5,4	14	12,22	4,921	**245**	80	4,6	34	7,19	11,483
110	36	1,1	15	7,47	5,156	**250**	82	0,3	35	2,43	11,717
115	37	8,8	16	2,72	5,390	**255**	83	8,0	35	13,68	11,952
120	39	4,4	16	13,97	5,624	**260**	85	3,6	36	8,93	12,186
125	41	0,1	17	9,22	5,859	**265**	86	11,3	37	4,18	12,420
130	42	7,8	18	4,47	6,093	**270**	88	7,0	37	15,43	12,655
135	44	3,5	18	15,71	6,327	**275**	90	2,7	38	10,68	12,889
140	45	11,2	19	10,96	6,562	**280**	91	10,4	39	5,93	13,123
145	47	6,9	20	6,21	6,796	**285**	93	6,1	40	1,18	13,358
150	49	2,6	21	1,46	7,030	**290**	95	1,7	40	12,42	13,592
155	50	10,3	21	12,71	7,265	**295**	96	9,4	41	7,67	13,827
160	52	5,9	22	7,96	7,499	**300**	98	5,1	42	2,92	14,061
165	54	1,6	23	3,21	7,733	**305**	100	0,8	42	14,17	14,295
170	55	9,3	23	14,46	7,968	**310**	101	8,5	43	9,42	14,530
175	57	5,0	24	9,70	8,202	**315**	103	4,2	44	4,67	14,764
180	59	0,7	25	4,95	8,437	**320**	104	11,9	44	15,92	14,998
185	60	8,4	26	0,20	8,671	**325**	106	7,6	45	11,17	15,233
190	62	4,0	26	11,45	8,905	**330**	108	3,2	46	6,41	15,467
195	63	11,7	27	6,70	9,140	**335**	109	10,9	47	1,66	15,701
200	65	7,4	28	1,95	9,374	**340**	111	6,6	47	12,91	15,936

НТБ ДНУЖТ

Метрическая атмосф. и высота ртутнаго столба (рт. стл.)

(см. ч. I, стр. 299).

1 новая (метрич.) = 1 kg/qcm.

	Атмосфера (старая) принята въ		Высота ртутнаго столба въ			
	76 cm рт. стл.	28 пар. дюймовъ рт. стл.	cm	прусск. дюймахъ	англ. дюймахъ	пар. дюймахъ
	1 метрич. атм. = n стар. at		1 метрич. at = n единицъ ртут. стл.			
n =	0,96778	0,97039	73,551	28,122	28,958	27,171
	1 at = $\frac{1}{n}$ метрич. атм.		1 единица рт. стл. = $\frac{1}{n}$ метрич. at			
$\frac{1}{n}$ =	1,033296		0,013596	0,0356	0,0345	0,0368

Сравненіе единицъ работъ.

Сравненіе единицъ работы	прусск.	англ.	австр.	русск.	шведск.	
1 mkg = фунтофут. .	6,3724	7,2331	5,6489	8,0114	7,9236	= n
1 фунтофут. = $\frac{1}{n}$ mkg .	0,1569	0,1383	0,1770	0,1248	0,1262	= $\frac{1}{n}$

Сравненіе лошадиныхъ силъ. ЛС—лошадиная сила.

(см. ч. I, стр. 181).

	Англія 1 ЛС = 550 фунтофут. въ секунду	Австрія 1 ЛС = 430 фунтофут. въ секунду	Пруссія 1 ЛС = 480 фунтофут. въ секунду	Саксонія 1 ЛС = 530 фунтофут. въ секунду	Баденъ 1 ЛС = 500 фунтофут. въ секунду	Виртембергъ 1 ЛС = 525 фунтофут. въ секунду
	1 метр. ЛС = 75 mkg въ сек. = n ЛС разныхъ странъ					
n =	0,9863	0,9853	0,9957	0,9994	1,000	0,9973
	1 ЛС разныхъ странъ = $\frac{1}{n}$ метр. ЛС					
$\frac{1}{n}$ =	1,0139	1,0149	1,0043	1,0006		1,0027
	1 ЛС разныхъ странъ = $\frac{75}{n}$ mkg въ сек.					
$\frac{75}{n}$ =	76,041	76,119	75,325	75,045	75,000	75,204

НТБ ДНУЖТ

Сравнительная таблица русскихъ и метрическихъ мѣръ.

1 верста = 1,06679 километр.	1 километръ = 0,9373912 версты.
1 сажень = 2,1335808 метра.	1 метръ = 0,4686956 сажени.
1 аршинъ = 0,7111936 метра.	1 метръ = 1,40609 аршина.
1 вершокъ = 0,0444496 метра.	1 метръ = 22,4974 вершка.
1 футъ = 0,304797264 метра.	1 метръ = 3,2808693 фута.
1 дюймъ = 0,025399772 метра.	1 метръ = 39,3704320 дюйма.
1 десятина = 1,09252014 гектаровъ.	1 гектаръ = 0,91531493 десятины.
1 кв. верста = 1,13804181 кв. килом.	1 кв. килом. = 0,87870233 кв. верст.
1 кв. саж. = 4,55216723 кв. метра.	1 кв. метръ = 0,21967558 кв. саж.
1 кв. арш. = 0,50579636 кв. метра.	1 кв. метръ = 1,97708025 кв. арш.
1 кв. верш. = 19,75767 кв. сантим.	1 кв. метръ = 506,132544 кв. верш.
1 кв. футъ = 0,092901372 кв. метра.	1 кв. метръ = 10,76410358 кв. фут.
1 кв. дюймъ = 6,4514842 кв. сантим.	1 кв. сантим. = 0,15500309 кв. дюйм.
1 куб. саж. = 9,712417 куб. метра.	1 куб. метръ = 0,102960984 куб. саж.
1 куб. арш. = 0,35971914 куб. метра.	1 куб. метръ = 2,779947 куб. арш.
1 куб. футъ = 0,028316084 куб. метр.	1 куб. метръ = 35,315617344 куб. ф.
1 куб. дюйм. = 16,3866227 куб. сант.	1 куб. сант. = 0,061025387 куб. д.
1 четверикъ = 26,2384491 литра.	1 литръ = 0,03811201 четверик.
1 четверть = 209,90759 литра.	1 литръ = 0,00952800 четверти.
1 ведро = 12,299273 литра.	1 литръ = 0,08130562 ведра.
1 пудъ = 16,3811229 килограм.	1 тонна = 61,045876 пуда.
1 фунтъ = 0,409528 килограм.	1 килограм. = 2,44183504 фунта.
1 золотник. = 4,2659174 грам.	1 граммъ = 0,23441616 золотн.
1 доля = 44,436640 миллигр.	1 миллигр. = 0,02250395 доли.
1 фунтъ на 1 кв. дюйм. = 0,0634781 кил. на кв. сант.	1 кил. на 1 кв. сант. = 15,753460 фунт. на 1 кв. дюйм.
1 пуд. на 1 кв. дюйм. = 2,539125 кил. на кв. сант.	1 кил. на 1 кв. сант. = 0,3938365 пуд. на 1 кв. дюйм.
1 пудофутъ = 4,99292 килограммометр.	1 килогр.-метръ = 0,20028354 пудофутъ.

Вѣсъ и объемъ воды.

1 куб. футъ воды = 69,14323 фунт. = 1,72858 пуда = 2,302 ведра.
1 куб. саж. воды = 23716,12789 фунт. = 592,903 пуд. = 789,6 ведра.
1 ведро воды = 30,034 фунт. = 0,75086 пуда = 12,29927 килогр. = 0,43448 куб. фута.

НТБ ДНУЖТ

Е. Законы о привилегіяхъ въ Россійской Имперіи (утв. 20 мая 1896 г.).

1. Для огражденія права исключительнаго пользованія изобрѣтеніями и усовершенствованіями, сдѣланными въ области промышленности, могутъ быть испрашиваемы установленнымъ порядкомъ **привилегіи.**

2. Привилегіи на изобрѣтенія и усовершенствованія выдаются какъ русскимъ, такъ и иностраннымъ подданнымъ, и притомъ не *только самимъ изобрѣтателямъ, но и ихъ правопреемникамъ.*

3. **Привилегіи выдаются** лишь на такія изобрѣтенія или усовершенствованія, которыя представляютъ существенную новизну или во всемъ своемъ объемѣ, или въ одной или нѣсколькихъ частяхъ, или же въ своеобразномъ сочетаніи частей, хотя бы и извѣстныхъ уже въ отдѣльности. Въ составъ одной и той же привилегіи могутъ входить и *нѣсколько отдѣльныхъ изобрѣтеній* и *усовершенствованій*, если они, въ своей совокупности, представляютъ *одинъ* опредѣленный *способъ производства* и не могутъ имѣть примѣненія въ отдѣльности.

4. **Привилегіи не могутъ быть выдаваемы** на изобрѣтенія и усовершенствованія: а) представляющія научныя открытія и отвлеченныя теоріи; б) противныя общественному порядку, нравственности или благопристойности; в) *привилегированныя* уже въ Россіи или получившія примѣненія безъ привилегіи или же описанныя въ литературѣ съ достаточною для воспроизведенія ихъ подробностью до дня подачи прошенія о выдачѣ привилегіи; г) извѣстныя *за границею* и тамъ не привилегированныя или привилегированныя на другое имя и не переуступленныя въ исключительное пользованіе лицу, испрашивающему на нихъ привилегію въ Россіи, и д) не заключающія въ себѣ *существенной новизны* (ст. 3), а составляющія лишь незначительныя видоизмѣненія извѣстныхъ уже изобрѣтеній или усовершенствованій. Кромѣ того привилегіи **не выдаются** на химическія, пищевыя и вкусовыя вещества и на составныя лѣкарства, а также способы и аппараты, служащіе для изготовленій послѣднихъ.

5. **Желающій получить привилегію** на изобрѣтеніе или усовершенствованіе долженъ подать о томъ лично или чрезъ повѣреннаго *прошеніе въ Департаментъ Торговли и Мануфактуръ*, съ приложеніемъ полнаго описанія изобрѣтенія или усовершенствованія на русскомъ языкѣ и квитанціи казначейства во взносъ *тридцати рублей* на расходы по разсмотрѣнію прошенія и на публикаціи. Если проситель проживаетъ за границею, то прошеніе должно быть подано чрезъ повѣреннаго, проживающаго въ Россіи.

Примѣчаніе. Внесенная на основаніи сей статьи сумма на расходы по разсмотрѣнію прошенія и на публикаціи ни въ какомъ случаѣ не возвращается. Министру Финансовъ предоставляется освобождать просителей—русскихъ подданныхъ, въ случаѣ удостовѣренной бѣдности ихъ, отъ взноса означенной суммы.

6. Упомянутое въ предыдущей (5) статьѣ **описаніе** должно быть составлено ясно, точно и подробно и снабжено, въ случаѣ надобности, пояснительными чертежами и моделями такъ, чтобы на основаніи этихъ данныхъ *можно было свободно привести въ исполненіе* изобрѣтеніе или усовершенствованіе, не прибѣгая къ предположеніямъ и догадкамъ. Въ концѣ описанія должны быть перечислены *отличительныя особенности* заявленнаго изобрѣтенія или усовершенствованія, составляющія, по мнѣнію просителя, его новизну (ст. 3). Просителю предоставляется въ теченіе **трехъ мѣсяцевъ** со дня подачи прошенія дополнять и исправлять представленное описаніе, не измѣняя его по существу.

7. По исполненіи просителемъ требованій, указанныхъ въ ст. 5, ему выдается или высылается по почтѣ отъ Департамента Торговли и Мануфактуръ **охранительное свидѣтельство**, по установляемой Министромъ Финансовъ формѣ, и вмѣстѣ съ тѣмъ о выдачѣ сего свидѣтельства производится публикація въ «Правительственномъ Вѣстникѣ» и въ «Вѣстникѣ Финансовъ, Промышленности и Торговли».

НТБ ДНУЖТ

8. Съ полученіемъ охранительнаго свидѣтельства (ст. 7) проситель можетъ, не теряя правъ на полученіе привилегіи, дѣлать сообщенія и публикаціи объ изобрѣтеніи или усовершенствованіи, производить оному *публичныя испытанія*, приводить его въ исполненіе, а также уступать свои права на полученіе привилегіи и *предупреждать* посредствомъ частныхъ и нотаріальныхъ заявленій *лицъ, нарушающихъ его права*, о томъ, что, въ случаѣ выдачи привилегіи, они могутъ подлежать отвѣтственности по суду за нарушенія, совершенныя въ теченіе времени со дня публикаціи о выдачѣ охранительнаго свидѣтельства (ст. 7) до дня подписанія патента на привилегію (ст. 20).

9. **Дѣйствіе** охранительнаго *свидѣтельства уничтожается*, если производство дѣла о привилегіи прекращается безъ выдачи оной. Объ уничтоженіи сего свидѣтельства производится публикація въ указанныхъ въ ст. 7 вѣдомостяхъ.

10. Если до разрѣшенія выдачи привилегіи въ Департаментъ Торговли и Мануфактуръ поступитъ отъ кого-либо подкрѣпленное надлежащими данными заявленіе о томъ, что изобрѣтеніе или усовершенствованіе уже извѣстно или введено въ употребленіе, то о содержаніи такого заявленія объявляется просителю, для представленій объясненій въ трехмѣсячный срокъ со дня полученія о томъ объявленія. Если же въ такомъ заявленіи противъ просителя возбуждается обвиненіе въ присвоеніи себѣ чужого изобрѣтенія или усовершенствованія, то дѣло *о выдачѣ привилегіи* **прекращается** и сторонамъ предоставляется обратиться къ суду.

11. Дѣло о выдачѣ привилегіи, по предварительномъ разсмотрѣніи онаго однимъ изъ непремѣнныхъ членовъ или экспертовъ комитета по техническимъ дѣламъ при Департаментѣ Торговли и Мануфактуръ, поступаетъ, вмѣстѣ съ заключеніемъ упомянутаго лица, на обсужденіе подлежащаго отдѣла комитета.

12. Въ засѣданіе комитета могутъ быть приглашаемы предсѣдателемъ просители или ихъ повѣренные, а также свѣдущія лица для устныхъ объясненій. Обсужденіе дѣла и постановленіе по оному опредѣленія происходитъ въ отсутствіе сихъ лицъ.

13. На обязаниости комитета лежитъ, не входя въ обсужденіе вопросовъ о пользѣ или выгодѣ изобрѣтенія или усовершенствованія, или о принадлежности его просителю, опредѣлить, удовлетворяетъ ли прошеніе и самое изобрѣтеніе или усовершенствованіе требованіямъ, постановленнымъ въ ст. 3—6.

14. По обсужденіи дѣла отдѣлъ комитета *постановляетъ* опредѣленіе или *о выдачѣ привилегіи* просителю, согласно его ходатайству, либо съ необходимыми измѣненіями и ограниченіями, или же объ *отказѣ въ выдачѣ привилегіи*. Опредѣленіе отдѣла объявляется просителю съ изложеніемъ причинъ отказа или сдѣланныхъ измѣненій и ограниченій.

15. *Привилегіи* на изобрѣтенія и усовершенствованія выдаются *первому лицу*, заявившему о томъ ходатайство, хотя бы во время производства дѣла поступили просьбы отъ другихъ лицъ о выдачѣ привилегіи на то же изобрѣтеніе или усовершенствованіе, за исключеніемъ случая возбужденія противъ перваго просителя обвиненія въ присвоеніи себѣ чужого изобрѣтенія или усовершенствованія (ст. 10). Если въ одинъ и тотъ же день поступятъ отъ двухъ или болѣе лицъ прошенія о выдачѣ привилегій на изобрѣтенія или усовершенствованія, которыя по разсмотрѣніи окажутся новыми, но явно между собою сходственными, то просителямъ посылается объявленіе съ предложеніемъ войти въ соглашеніе о полученіи привилегіи на *общее ихъ имя*. Если такое соглашеніе не послѣдуетъ въ теченіе трехъ мѣсяцевъ со дня полученія объявленія просителями, то привилегія не выдается, за исключеніемъ случая, когда первенство на полученіе привилегіи будетъ установлено судомъ.

16. *Привилегіи* на изобрѣтенія или усовершенствованія *выдаются*, по желанію просителей, *на срокъ* **не долѣе пятнадцати лѣтъ**, *считая со дня подписанія патента* на оныя (ст. 20). Дѣйствіе привилегіи на изобрѣтеніе или усовершенствованіе, привилегированное уже за границею до дня подачи прошенія о выдачѣ привилегіи въ Россіи, не можетъ простираться долѣе срока иностранной привилегіи, а если изобрѣте-

НТБ ДНУЖТ

ніе или усовершенствованіе было привилегировано въ нѣсколькихъ иностранныхъ государствахъ, то дѣйствіе привилегіи въ Россіи прекращается съ истеченіемъ кратчайшаго срока, на который была выдана привилегія за границею.

17. Въ случаѣ **разрѣшенія выдачи привилегіи** проситель обязанъ представить въ Департаментъ Торговли и Мануфактуръ, не *позже трехъ мѣсяцевъ* со дня полученія о томъ объявленія, квитанцію казначейства *о взносѣ пошлины за первый годъ дѣйствія привилегіи*. При неисполненіи сего, производство о выдачѣ привилегіи *прекращается*, и могущее поступить впослѣдствіи заявленіе разсматривается какъ новое ходатайство.

18. **Проситель, недовольный** опредѣленіемъ отдѣла комитета, можетъ, въ *теченіе трехъ мѣсяцевъ* со дня полученія имъ объявленія о семъ опредѣленіи, подать въ Департаментъ Торговли и Мануфактуръ *жалобу* на оное, съ представленіемъ квитанціи казначейства по взносѣ *пятнадцати рублей*.

19. Означенныя **жалобы** (ст. 18), вмѣстѣ съ производствомъ по дѣлу, передаются на заключеніе экспертовъ, не принимавшихъ участія въ первоначальномъ разсмотрѣніи дѣла въ отдѣлѣ комитета, а затѣмъ разрѣшаются въ общемъ присутствіи комитета. Эксперты, принимавшіе участіе при первоначальномъ разсмотрѣніи дѣла въ отдѣлѣ комитета, участвуютъ въ засѣданіи общаго присутствія съ правомъ совѣщательнаго голоса.

20. По разрѣшеніи выдачи привилегіи и взносѣ просителемъ пошлинъ (ст. 17), Департаментъ Торговли и Мануфактуръ дѣлаетъ распоряженіе о заготовленіи, для выдачи просителю, **патента на привилегію**. Патентъ начинается словами: «По Указу *Его Императорскаго Величества*» и долженъ содержать въ себѣ: 1) означеніе имени просителя; 2) указаніе для подачи прошенія и подписанія патента; 3) полное и подробное описаніе изобрѣтенія или усовершенствованія; 4) объясненіе отличительныхъ особенностей изобрѣтенія или усовершенствованія, составляющихъ его новизну; 5) означеніе срока дѣйствія привилегіи; 6) удостовѣреніе, что на то же изобрѣтеніе или усовершенствованіе прежде того никому другому не было выдано привилегіи, и 7) предвареніе, что Правительство не ручается ни въ принадлежности изобрѣтенія или усовершенствованія просителю, ни въ пользѣ онаго, и что оно должно быть приведено въ дѣйствіе въ Россіи въ установленный срокъ (ст. 24). Если привилегія выдана на дополненіе или измѣненіе изобрѣтенія или усовершенствованія, принадлежащаго другому лицу (ст. 28), то въ патентъ включается предвареніе, что пользованіе такою привилегіею допускается только по соглашенію съ означеннымъ лицомъ. Патентъ подписывается Министромъ Финансовъ и скрѣпляется директоромъ Департамента Торговли и Мануфактуръ, съ приложеніемъ печати Департамента.

21. **О выдачѣ привилегій**, съ указаніемъ ихъ наименованія, *публикуется въ указанныхъ* въ ст. 7 вѣдомостяхъ. Кромѣ того: 1) каждая привилегія, не позже трехъ мѣсяцевъ по выдачѣ оной, *обнародывается полно* и подробно въ спеціальномъ повременномъ изданіи, по указанію Министра Финансовъ, который о распоряженіяхъ своихъ по сему предмету представляетъ Правительствующему Сенату, для распубликованія во всеобщее свѣдѣніе, и 2) Департаментъ Торговли и Мануфактуръ издаетъ ежегодно списокъ всѣхъ выданныхъ въ теченіе каждаго года привилегій, а также ведетъ *реестръ выданнымъ привилегіямъ* и собраніе ихъ описаній, открытые для обозрѣнія всѣмъ желающимъ.

22. **Получившій привилегію имѣетъ право** *исключительнаго* пользованія указаннымъ въ ней изобрѣтеніемъ или усовершенствованіемъ въ теченіе всего срока дѣйствія привилегіи и вслѣдствіе того можетъ: 1) *приводить въ исполненіе* изобрѣтеніе или усовершенствованіе, принимать мѣры къ его распространенію и дозволять другимъ пользованіе онымъ; 2) *отчуждать самую привилегію* на весь срокъ ея дѣйствія или на часть сего срока, и 3) *преслѣдовать по суду* самовольное пользованіе его правами по привилегіи и всякое иное нарушеніе сихъ правъ, со дня публикаціи о выдачѣ охранительнаго свидѣтельства (ст. 7 и 8), а также искать удовлетворенія въ понесенныхъ отъ того убыткахъ. По *смерти лица*, получившаго привилегію, или его правопреемника, право на

НТБ ДНУЖТ

привилегію *переходитъ къ наслѣдникамъ* по общимъ правиламъ о наслѣдованіи по завѣщанію или по закону.

23. Выдача привилегіи не освобождаетъ получившаго ее отъ подчиненія какъ существующимъ, такъ и могущимъ быть изданными узаконеніямъ или постановленіямъ относительно приведенія въ исполненіе привилегированнаго изобрѣтенія или усовершенствованія.

24. **Получившій привилегію обязанъ,** *не позже пяти лѣтъ* со дня подписанія патента на оную (ст. 20), *привести въ дѣйствіе въ Россіи* изобрѣтеніе или усовершенствованіе, на которое привилегія выдана, и представить о семъ, въ упомянутый срокъ, въ Департаментъ Торговли и Мануфактуръ *удостовѣреніе* подлежащаго, по указанію Министра Финансовъ, *начальства*.

25. Въ случаѣ **отчужденія привилегіи** (п. 2 ст. 22), о семъ должно *быть доведено до свѣдѣнія Департамента Торговли и Мануфактуръ* съ представленіемъ документовъ, удостовѣряющихъ совершеніе передачи. Департаментъ дѣлаетъ публикацію о переходѣ правъ на привилегію въ указанныхъ въ ст. 7 вѣдомостяхъ, за счетъ заявителя.

26. *Выдача* кому-либо *привилегіи* не лишаетъ другихъ лицъ права, въ *теченіе двухъ лѣтъ* со дня подробнаго обнародованія привилегіи (п. 1 ст. 21), **оспаривать судебнымъ порядкомъ** принадлежность привилегированнаго изобрѣтенія или усовершенствованія въ цѣломъ составѣ, или въ нѣкоторыхъ его частяхъ, а также правильность выдачи самой привилегіи. По истеченіи сего срока привилегія можетъ быть признана недѣйствительною только по приговору *уголовнаго суда* въ случаѣ возбужденія уголовнаго преслѣдованія.

27. До прекращенія дѣйствія привилигіи, получившій ее можетъ, съ соблюденіемъ требованій, изложенныхъ въ стт. 5 и 6, и съ уплатою установленной единовременной пошлины, просить о выдачѣ ему **дополнительной привилегіи** для расширенія объема выданной ранѣе привилегіи путемъ прибавленія новыхъ частей или присоединенія указаній о практическомъ примѣненіи изобрѣтенія или усовершенствованія. Срокъ дѣйствія *дополнительной привилегіи* оканчивается со срокомъ дѣйствія *первоначальной привилегіи*.

28. Привилегія на изобрѣтеніе или усовершенствованіе, дополняющее или измѣняющее выданную привилегію, можетъ быть выдана всякому постороннему лицу на общемъ основаніи, по истеченіи года со дня публикаціи о выдачѣ первой привилегіи (ст. 21). *Изобрѣтатель* или его правопреемники и лицо, получившее привилегію на дополненіе или измѣненіе его изобрѣтенія или усовершенствованія, *не могутъ пользоваться* этимъ измѣненіемъ или дополненіемъ иначе, какъ по **взаимному соглашенію.** Правило это примѣняется и въ томъ случаѣ, когда привилегія выдана на своеобразное сочетаніе частей, изъ коихъ хотя бы нѣкоторыя привилегированы въ Россіи (ст. 3).

29. **Дѣйствіе привилегіи прекращается:** 1) за истеченіемъ ихъ *срока* (ст. 16); за невнесеніемъ установленной *пошлины* впередъ за каждый годъ дѣйствія привилегіи; 3) за несоблюденіемъ требованія ст. 24 относительно *приведенія привилегій въ дѣйствіе*; 4) если *судомъ* будетъ признано, что привилегія выдана не по принадлежности или не согласно установленнымъ правиламъ (ст. 26), и 5) если будетъ доказано, что приложенное къ прошенію о выдачѣ привилегіи *описаніе* (ст. 6) *недостаточно* для приведенія изобрѣтенія или усовершенствованія въ исполненіе, *безъ помощи изобрѣтателя*. О прекращеніи дѣйствія привилегій публикуется въ указанныхъ въ ст. 7 вѣдомостяхъ.

30. Въ случаѣ **утраты охранительнаго свидѣтельства или патента** на привилегію, о семъ должно быть заявлено Департаменту Торговли и Мануфактуръ для опубликованія въ указанныхъ въ ст. 7 вѣдомостяхъ. Лицо, утратившее названные документы, можетъ, по представленіи въ Департаментъ квитанціи казначейства во взносѣ десяти рублей, получить копіи: со свидѣтельства — немедленно, а съ патента — черезъ мѣсяцъ со дня послѣдней публикаціи объ утратѣ онаго.

Въ измѣненіе и дополненіе подлежащихъ узаконеній мнѣніемъ Госуд. Совѣта, утвержд. 10 іюля 1900 г., постановлено:

При просрочкѣ взноса въ государственное казначейство пошлины, указанной въ ст. 1 и 2 отд. IV Выс. утв., 20 мая 1896 г., мн. Гос. Сов.

НТБ ДНУЖТ

(собр. узак., ст. 798), взимается пеня въ размѣрѣ *десяти* процентовъ съ причитающейся пошлины за первый, *пятнадцати* процентовъ — за второй и *двадцати пяти* процентовъ — за третій просроченный мѣсяцъ, причемъ части мѣсяца считаются за полный мѣсяцъ. Просрочка взноса пошлины долѣе трехъ мѣсяцевъ не допускается.

По уставу Промышленности (т. IX, ч.2, изд.1893 г.). Ст.176. На изобрѣтенія и усовершенствованія, *до боевыхъ потребностей* и *до средствъ обороны государства относящіяся*, каковы: артиллерійскія орудія, снаряды, ударныя трубки и другія принадлежности артиллерійскихъ орудій, броня для судовъ, подводныя мины, судовыя вращающіяся башни и т. п., пользованіе коими доступно одному только правительству, *привилегіи не выдаются*. На изобрѣтенія и усовершенствованія предметовъ, хотя и употребляемыхъ въ войскахъ, но пользованіе коими доступно также и частнымъ лицамъ, каковы: ручное огнестрѣльное оружіе, металлическіе патроны, пули и другія принадлежности такового оружія, привилегіи выдаются, съ тѣмъ, однако, условіемъ, чтобы дѣйствіе таковыхъ привилегій не распространялось на военно-сухопутное и морское вѣдомства, и чтобы сіи послѣднія не были стѣсняемы въ примѣненіи для своихъ потребностей подобныхъ изобрѣтеній и усовершенствованій и въ производствѣ надъ опыми опытовъ.

Инструкція о порядкѣ примѣненія правилъ 20 мая 1896 г. (утверждена, на основаніи ст. 7 и 31 Положенія, Министромъ Финансовъ 25 іюня 1896 г.).

О прошеніи (ст. 5 Полож.).

Прошеніе о выдачѣ привилегіи на изобрѣтеніе или усовершенствованіе пишется по общеустановленной формѣ, на листѣ писчей бумаги обыкновеннаго формата, и оплачивается двумя гербовыми марками 60-копеечнаго достоинства. Прошеніе подается въ Департаментъ Торговли и Мануфактуръ и направляется немедленно для дальнѣйшаго дѣлопроизводства въ Комитетъ по техническимъ дѣламъ; посему просителю надлежитъ обозначать въ прошеніи: «Въ Комитетъ по техническимъ дѣламъ». Прошеніе заключаетъ въ себѣ краткое изложеніе просьбы о выдачѣ привилегіи на заявляемое изобрѣтеніе или усовершенствованіе, согласно прилагаемому полному *описанію*; самое наименованіе изобрѣтенія или усовершенствованія, предлагаемое просителемъ, должно соотвѣтствовать по своему смыслу дѣйствительному значенію предмета, на который испрашивается привилегія, и не должно вводить въ заблужденіе относительно истиннаго объема и сущности предлагаемаго изобрѣтенія или усовершенствованія.

Въ прошеніи должно помѣщать *опись* приложеній къ прошенію, съ указаніемъ числа экземпляровъ отдѣльныхъ приложеній и съ перечисленіемъ числа листовъ въ каждомъ приложеніи. Главнѣйшія приложенія суть: описаніе, чертежъ, квитанція казначейства въ уплатѣ 30 руб., довѣренность.

Прошеніе должно быть подписано самимъ просителемъ или, по довѣренности, повѣреннымъ его.

Объ описаніяхъ, чертежахъ, моделяхъ и иныхъ приложеніяхъ.

Описаніе, прилагаемое къ прошенію, должно быть составлено на русскомъ языкѣ ясно, точно и подробно и снабжено, въ случаѣ надобности, пояснительными чертежами и моделями, такъ чтобы, на основаніи этихъ данныхъ, можно было свободно привести въ исполненіе изобрѣтеніе или усовершенствованіе, не прибѣгая къ предположеніямъ и догадкамъ.

Въ концѣ описанія просителемъ должны быть особо, точно и опредѣлительно означены *отличительныя особенности заявленнаго изобрѣтенія* или усовершенствованія, составляющія, по мнѣнію просителя, каждое въ отдѣльности, новизну или отличіе. Такими особенностями могутъ быть: а) самое изобрѣтеніе или усовершенствованіе во всемъ своемъ объемѣ; б) одна или нѣсколько частей предъявленнаго къ привилегированію предмета, и в) своеобразное сочетаніе частей, хотя бы самыя части въ отдѣльности были уже извѣстны.

НТБ ДНУЖТ

Описаніе пишется на писчей бумагѣ обыкновеннаго формата и прилагается къ прошенію *въ двухъ экземплярахъ*, причемъ каждый листъ *одного изъ экземпляровъ* долженъ быть оплаченъ гербовою маркою 60-копеечнаго достоинства. Описаніе подписывается просителемъ или его повѣреннымъ.

Чертежи должны быть произведены на плотной, бѣлой чертежной бумагѣ въ черныхъ линіяхъ. Форматъ каждаго отдѣльнаго чертежа устанавливается трехъ размѣровъ: 13 дюймовъ вышины на 8 дюймовъ ширины, или 13 д. на 16 д. или 13 д. на 24 д.; по краямъ чертежа должны быть оставлены небольшія поля (около 1 д.). На верхнемъ полѣ означается, къ какому именно прошенію относится чертежъ. Части, на которыя дѣлается ссылка въ описаніи, обозначаются буквами; объяснительныя надписи на самихъ чертежахъ и раскрашиваніе ихъ не допускаются. Выборъ масштаба и числа отдѣльныхъ чертежей предоставляются усмотрѣнію просителя.

Чертежи требуются *въ двухъ экземплярахъ*, причемъ дубликаты допускаются на копировальномъ коленкорѣ. Чертежи подписываются просителемъ или его повѣреннымъ.

Къ прошеніямъ, поступающимъ черезъ повѣренныхъ, должна быть приложена нотаріальная довѣренность, въ коей излагается, на какой предметъ оная выдана и на какія именно дѣйствія уполномочивается повѣренный.

Если проситель проживаетъ **за границей**, и довѣренность, имъ выданная, составлена на иностранномъ языкѣ, то, кромѣ удостовѣренія мѣстнаго консульства въ томъ, что означенная довѣренность совершена по законамъ страны, требуется приложеніе засвидѣтельствованнаго перевода оной на русскій языкъ.

Если заявляемое къ привилегированію изобрѣтеніе или усовершенствованіе *было уже привилегировано за границей до дня подачи прошенія* о выдачѣ привилегіи въ Россіи (см. ст. 16), то проситель обязанъ приложить къ своему прошенію надлежаще засвидѣтельствованную копію выданной иностранной привилегіи; а если изобрѣтеніе или усовершенствованіе было привилегировано въ нѣсколькихъ иностранныхъ государствахъ, то прилагается *копія съ той привилегіи*, срокъ дѣйствія коей истекаетъ ранѣе другихъ привилегій, выданныхъ на означенное изобрѣтеніе или усовершенствованіе.

Когда къ привилегированію заявляется изобрѣтеніе или усовершенствованіе, привилегированное за границей *на другое имя* (см. ст. 4, п. г.), лицу, испрашивающему на оныя привилегію въ Россіи, надлежитъ представить въ Департаментъ Торговли и Мануфактуръ надлежащее удостовѣреніе *о переуступкѣ* въ его исключительное пользованіе въ Россіи означеннаго изобрѣтенія или усовершенствованія.

Правила о приведеніи привилегіи въ дѣйствіе (утв. М. Ф. 22 сент. 1898 г.).

Согласно ст. 24, получившій привилегію обязанъ **не позже пяти лѣтъ** со дня подписанія патента на оную **привести въ дѣйствіе въ Россіи** изобрѣтеніе или усовершенствованіе, на которое привилегія выдана, и представить о семъ, въ упомянутый срокъ, въ Департаментъ Торговли и Мануфактуръ удостовѣреніе подлежащаго, по указанію Министра Финансовъ, начальства.

Выдача сихъ удостовѣреній предоставлена во всѣхъ случаяхъ старшимъ фабричнымъ инспекторамъ и губернскимъ (областнымъ) механикамъ, соотвѣтственно мѣсту осуществленія изобрѣтеній или усовершенствованій, по особымъ о томъ ходатайствамъ собственниковъ привилегій или ихъ довѣренныхъ,

При прошеніи о выдачѣ удостовѣренія, собственнику привилегіи или его довѣренному надлежитъ представлять *подлинную привилегію* или издаваемую Департаментомъ, по каждой привилегіи отдѣльно, печатную копію съ описанія и чертежей привилегированнаго предмета, для сличенія съ осуществленнымъ изобрѣтеніемъ или усовершенствованіемъ. Лицо, выдающее удостовѣреніе, убѣдившись изъ означеннаго сличенія, что привилегія можетъ быть признана приведенной въ дѣйствіе въ Россіи, выдаетъ засимъ самое *удостовѣреніе* безпрепятственно.

НТБ ДНУЖТ

Означенное **удостовѣреніе должно содержать**: наименованіе привилегированнаго изобрѣтенія или усовершенствованія; наименованіе лица, получившаго привилегію; годъ, мѣсяцъ, число и номеръ приведенной въ дѣйствіе привилегіи; мѣсто приведенія въ дѣйствіе и отмѣтку объ уплатѣ гербоваго сбора.

Старшимъ фабричнымъ инспекторамъ и губернскимъ (областнымъ) механикамъ предоставляется поступающія къ нимъ ходатайства о выдачѣ удостовѣреній направлять, въ соотвѣтственныхъ случаяхъ, нижепоименованнымъ учрежденіямъ и лицамъ, которыя, засимъ, въ виду послѣдовавшаго соглашенія между Министерствомъ Финансовъ и подлежащими Министерствами, выдаютъ **просителямъ** упомянутыя удостовѣренія, во всемъ согласно съ вышеизложеннымъ.

Означенныя учрежденія и лица суть:

1. Окружныя правленія шоссейныхъ и водяныхъ сообщеній.
2. Начальники и управляющіе соотвѣтствующихъ желѣзныхъ дорогъ, выдающіе удостовѣреніе за скрѣпою начальниковъ службъ.
3. Конторы портовъ: С.-Петербургскаго, Кронштадтскаго, Ревельскаго, Севастопольскаго, Николаевскаго, Бакинскаго и Владивостокскаго, выдающія удостовѣренія на основаніи заключеній старшихъ портовыхъ спеціалистовъ.
4. Строительныя отдѣленія губернскихъ правленій.

О пошлинахъ. За каждую привилегію на изобрѣтеніе или усовершенствованія взимается въ пользу государственнаго казначейства **пошлина** въ слѣдующемъ размѣрѣ: за 1-й годъ дѣйствія привилегіи 15 р., 2-й 20 р., 3-й 25 р., 4-й 30 р., 5-й 40 р., 6-й 50 р., 7-й 75 р., 8-й 100 р., 9-й 125 р., 10-й 150 р., 11-й 200 р., 12-й 250 р., 13-й 300 р., 14-й 350 р., 15-й 400.

Пошлину эту слѣдуетъ вносить въ какое-либо *губернское казначейство*, а полученную квитанцію представлять при прошеніи въ Комитетъ, причемъ и уплата пошлины и представленіе квитанціи должны состояться *до наступленія того года*, за который вносятся деньги, т.-е. за привилегію, выданную 10 января 1901 года, вторую квитанцію надо представить до 10 января 1902 года.

По новому закону (10 іюня 1900 года) допускается и просрочка съ уплатою пени въ размѣрѣ **десяти** процентовъ съ причитающейся пошлины за первый, **пятнадцати** процентовъ за второй и **двадцати пяти** процентовъ за третій просроченный мѣсяцъ, причемъ части мѣсяца считаются за полный мѣсяцъ.

Просрочка пошлины долѣе трехъ мѣсяцевъ не допускается.

НТБ ДНУЖТ

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

первой и второй части.

(Обозначенія: I—первая часть, II—вторая часть.)

А.

Абиссинскіе колодцы II, 185.
Абсолютн. сист. мѣръ II, 959.
Авгитъ I, 576.
Авогадро законъ I, 304.
Автоматич. тормоза II, 810, 821.
Адіабаты I, 311, 312, 324.
Аккумуляторы гидравл. I, 1320.
—электр. городскихъ жел. дор. II, 1058.
—электрическіе II, 973.
Аллана кулиса I, 1134.
Алгебраическія степ. I, 38.
—кіе корни I, 39.
—кія уравненія высшія I, 47.
Алидада II, 17.
Алкоголя уд. вѣсъ I, 496.
—темпер. замерзанія I, 1322.
Алюминій I, 380.
—евая бронза I, 381, 574.
— —латунь I, 574, 381.
Алфенидъ I, 574.
Амальгама зерк. I, 574.
Амбары I, 1389.
Амміака пары I, 338.
—чныя машины I, 340.
—растворимость въ водѣ I, 292.
Амперъ II, 959.
— правило II, 970.
Аналитическая геометрія I, 84, 113.
Анапогія Нелеровы I, 58.
Антифрикц. кривая I, 111.
— іонный металлъ I, 573.
Англійскія фермы II, 344.
Анкерныя скрѣпленія пар. котловъ и топокъ I, 987, 1013; II, 581.
Антрацитъ I, 631.
Аппольта печь I, 637.
Аргисъ разныхъ функцій I, 55.
Аргонъ I, 356.
Ареометры I, 496.
Ариеметика I, 38.
—ческіе ряды I, 50.
— —высшіе I, 50.
Арматура пар. котл. I, 1018, 1045.
—паровозн. котловъ II, 839.
—судовыхъ котловъ II, 585.
Арочные мосты II, 277.
— ыя фермы II, 346.
Артиллерія военныхъ судовъ II, 518.
Артезіанскіе колодцы II, 185.
Архимедова спираль I, 108.
Арш. въ дюйм., саж. и mm II, 1124.
Асимптоты I, 89, 96.
Асинхр. моторъ II, 1010.
Астатическій регулят. I, 864.
Астроида I, 106.
Асфальтъ I, 613, II, 266.
—овый войлокъ I, 613, II, 89.
—овыя кровли II, 109.
— — мостовыя II, 266.
Атмосфера старая и новая I, 299; II, 1130.
Атомный вѣсъ I, 487.
Ауэра свѣтъ II, 1097.
Афанасьева формула II, 536.
Ацетиленъ II, 1101.

Б.

Баба для свай II, 71.
Баббитъ I, 573.
Бабкокъ и Вилькоксъ котлы I, 973.
Багажные вагоны II, 892.
Базальтъ I, 576.
Базисъ паровоза II, 854.
— вагона II, 875.
Баки водяные II, 196.
—тенд. II, 859.
—нефтяные тенд. II, 660.
Балансиры мостовыхъ опоръ II, 440.
Балластъ ж. д. II, 736.
Балки прямыя, сопрот. ихъ изгибу I, 428 до 440; II, 424—426.
—подкрановыя I, 435.
—прогибъ I, 412, 440.
—примѣръ изгиба I, 442.
—неразрѣзн. I, 450; II, 313.
—деформація упругая I, 412.
—равнаго сопротивл. I, 446.
—на многихъ опорахъ I, 450.
—кривыя, сопротивл. 471.
—мостовыя II, 313, 420.
—клепаныя I, 393; II, 420.
—составныя деревян. II, 115.
—потолочныя II, 114.
—со сплошною стѣн. I, 392; II, 420, 284, 425.
—опоры II, 116, 436.
—колосниковыя I, 1019.
Бандажи I, 214; II, 779.
—Н. Т. У. II, 780.
Барабаны подъемн. машинъ I, 739.
—конич. фрикціон. I, 1264.
—цилиндр. фрикціон. I, 1265.
—грузоподъемн. маш. I, 739.
—канатные I, 739, 742.
— — круглыхъ проволочн. канатовъ I, 741, 752.
—цѣпные I, 756.
Барометры II, 48.
—металлическіе II, 49.
—а высота I, 299.
—ическое нивеллированіе II, 48, 54.
—ическая формула II, 50.
Барьеры на переѣзд. II, 681.
Башни II, 354.
Безконечный винтъ I, 235, 675, 682.
Бельвилля котлы I, 972.
Бессемерованіе II, 949.
Бетонъ I, 383, 602; II, 74.
—ныя трубы I, 604; II, 217.
—Монье I, 605; II, 117.
—ные потолки II, 118.
— — полы II, 121.
—ныя колонны I, 399.
— ное основаніе II, 65.
—трамбованный I, 605; II, 65.

НТБ ДНУЖТ

Биномъ Ньютона I, 38.
Блоки подъем. маш. I, 1256, 753.
—диффер. Вестона I. 1259.
—винтовые Беккера I, 1260.
—цѣпные I, 756—759.
—проволочныхъ и пеньковыхъ канатовъ I, 700.
Бойля законъ I, 304.
Болты вѣсъ I, 645.
—для пар. котловъ I, 986.
—анкерные I, 987, 1012.
—овыя головки вѣсъ I, 645.
—распорные I, 987, 1013; II, 830.
—рельсовые II, 717.
— — н. т. у. II, 726.
Больницы II, 123.
Бортъ надводный II, 474, 445
Вочка объемъ I, 130.
Брандмауеры II, 81.
Бревна, вѣсъ I, 620.
Бриггсовы логар. I, 1—21, 57.
— —sinh φ I, 30, 37.
— —cosh φ I, 31.
— —tgh φ I, 32.
Британскій металлъ I, 574.
Бронза I, 380, 571.
—фосфористая I, 571.
—овыя трубы I, 820.
—алюминіева I, 381.
Броня судовъ II, 516.
Броуна кулисса I, 1139.
Брусья крив., сопрот. I, 471
Букса вагонн. II, 877.
—овая рама II, 877.
Бумага I, 381.
Бофера скала для силы вѣтра II, 468.
Бурый уголь I, 631.
Буссоли II, 15.
Бутовая кладка II, 74.
Буфера II, 801, 805.
Быки мостовые II, 400.
Бѣлый металлъ I, 573.
—ая жесть I, 535.

В.

Вагоны II, 617.
—базисъ II, 874.
—тара II, 871.
—стоимость II, 872.
—пассажирскіе II, 885.
—санитарные II, 903.
—почт. и баг. II, 892.
товарные II, 897. н. т. у. II, 900.
-открытые II, 902.
-цистерны II, 903.
—спеціальн. II, 904.
—конно-желѣз. дор. II, 929.
—электрич. дороги II, 1059.
—IV класса II, 893.
—канатно-пров. дор. II, 921.
—ные сараи II, 771.
Ваграика II, 945.
Валуны I, 578.
Валы и оси I, 715, 1212.
—приводные I, 717.
—соединеніе ихъ I, 721.
—колѣнчатые I, 792; II, 560.
—цѣпные I, 758.
—ъ гребной II, 563.
Вапныя II, 122.
Варка посред. газа II, 1099.
Ватерпасъ II, 31.
Ведра въ литрахъ II, 1117
Веджвуда пирометръ I, 284.
Величины обратныя I, 1—21.
—мнимыя I, 40.
—комплексныя I, 40.
Вентиляторы I, 1421; II, 140.
—лопастные I, 1421.
—высокаго давленія I, 1428.
—шахтные I, 1429, 1430.
—винтовые I, 1431.
—цилиндрическіе I, 1443.
—пароструйные I, 1446.
—Рута I, 1444.
—ныя трубы судовъ II, 502.
Вентиляція II, 129, 134.
—искусственная II, 136, 140.
Веревочная передача I, 700, 705.
Версты въ километр. II, 1114
—кв. въ kgm II, 1114.
Вершки въ дюймахъ, саженяхъ и mm II, 1124
Вертушка Вольтмана I, 277
Вестингауза торм. II, 810.
Виборга термофонъ I, 284.
Виртуал. длина ж. д. II, 641.
Витворта нарѣзка I, 645 до 650, 987.
Винтъ I, 231, 644, 986, 540, 645.
—прямоуг. нарѣзка I, 231.
—равновѣсіе I, 231.
—а движеніе I, 231.
—треуг. нарѣзка I, 232.
—безконечный I, 235, 675, 682.
Винтъ транспортерный I, 1360.
—овыя нарѣзки
— —Витворта I, 645—650, 987.
— —Селлерса I, 651.
—разсчетъ I, 650.
—водяной I, 1394.
—гребной II, 539.
—овая свая II, 69.
—овая линія I, 118.
—овая стяжка II, 731.
Виртуальное перемѣщеніе I, 167.
Віанолло способъ I, 398.
Влажность воздуха I, 307, 310.
Вліянія поверхность и линія I, 461; II, 317.
Вмазка котловъ I, 1016.
Внѣцентрен. растяж. I, 463.
—сжатіе I, 463.
Вода движеніе по трубамъ, количество I, 252, 265.
—коэф-ты для сопротивленія движ. по трубамъ I, 258.
—ы ударъ I, 272.
—обмѣръ I, 269, 275.
—скорость, опредѣл. I, 276.
—расходъ въ рѣкахъ I, 265.
—яной дюймъ I, 279.
—полученіе изъ источн. II, 171.
—питьевая II, 167.
—ы сточныя II, 210, 226.
—оудержат. плот. II, 177, 63.
—опроводъ I, 252; II, 199.
—для промышленныхъ цѣлей II, 169, 211.
— просачиваніе черезъ грунтъ II, 269.
—очистка II, 186.
—омѣрное стекло I, 1025.
—оснабженіе II, 167, 766.
—осливы I, 249.
—яной винтъ I, 1394.
—лное отопленіе II, 152.
—осборныя сооруженія II, 174, 178, 182.
—яной газъ I, 640.
—одѣйств. колеса I, 886.
Воды жесткость, II, 167.
Водохранилища II, 191.
—опроводная сѣть II, 200.
—ы дождевыя II, 173, 210.
—оемныя зданія II, 625.
—оизмѣщеніе I, 241; II, 445.
—проводн. трубы II, 204.
—ы плотность I, 286.
—яныя турбины I, 901.
Воздухъ, вѣсъ объемъ и влажность I, 307, 1433; II, 142.
—истеченіе I, 347.
—движеніе по трубамъ I, 350.
—хопроводы I, 351.
—для горѣнія I, 357.
—уд. вѣсъ I, 490, 309, 1433.
—сопротивленіе I, 367.
—шное отопленіе II, 163.
—для вентиляціи II, 131.
—ходувныя машины I, 1432, 1420; II, 950.
Вогнутость кривой I, 90.
Водосборн. сооруж. II, 171.
Водосточныя трубы, II, 112.
Водотрубные котлы I, 972; II, 582.
—техн. условія I, 1055.
Воинскія приспособленія въ

НТБ ДНУЖТ

вагонахъ II, 873.
Волнистое желѣзо, I, 536, 530.
—ый цинкъ I, 567.
—ое жалузи I, 537.
Вольтъ II, 959.
Вольтамперъ II, 959.
Вольтмана вертушка I, 277.
Войлокъ асфальтовый I, 613; II, 89.
Вращеніе элементар. I, 144.
—около параллельныхъ осей I, 146.
— —пересѣк. осей I, 146.
—около оси I, 197.
—тѣла ок. перем. оси I, 200.
Вульфа машины I, 1087.
Выемки жел. дор. II, 669.
Выпуклость кривой I, 90
Высота барометра I, 299.
—паденія I, 183, 184.
Вѣдомость расцѣночн. для жел. дор. Россіи II, 653.
Вѣроятностей теорія I, 79.
Вѣсъ I, 153.
Вѣсъ волнистаго желѣза I, 538.
—гвоздей I, 541.
—бревенъ I, 620.
—дерев. досокъ I, 621.
—гаекъ и болтовъ I, 645.
—потолковъ и крышъ II, 273, 274.
—мостовъ II, 283.
—заклеп. головокъ I, 655; II, 509.
—гаекъ I, 645.
—матеріаловъ для окраски судовъ II, 510.
—цѣпей II, 512.
—равн. странъ II, 1000.
—зубчатыхъ колесъ I, 686.
—шкивовъ I, 698.
—канатныхъ I, 708.
—водян. колесъ I, 892, 897.
—собственный строит. матеріаловъ II, 273.
наблюденія I, 82.
—воздуха I, 308, 309.
—атома и частицы I, 487.
—удѣльный тѣла } I, 496.
— —газа }
— —земли }
— —твердыхъ тѣлъ I, 491.
— —дерева I, 491.
— —жидкостей I, 495.
— —алкоголя I, 496.
— —газовъ и паровъ I, 305, 482.
—продуктовъ горѣнія I, 497.
—сыпучихъ тѣлъ I, 497.
—проволоки I, 499.
—металлич. листовъ I, 500.
—полосового желѣза I, 506, 509.
—квадр., шестигр. и кругл желѣза I, 510.
—угл. равнобокаго желѣза I, 511, 512.
—угл. неравнобокаго желѣза I, 515, 516, 526, 527.
—двутаврового желѣза I, 517, 518, 530, 531, 532.
—корытнаго желѣза I, 519, 520, 531.
—тавроваго желѣза I, 521, 522.
—настильнаго желѣза I, 523, 533.
—зетоваго желѣза I, 523, 524.
—колоннаго желѣза I, 525.
—поручнев. желѣза I, 525.
— —бульбоваго для кораблестроенія I, 528.
—проволоки I, 409.
—кровельнаго и листового желѣза I, 534.
волнистаго желѣза I, 538.
Вѣтра давленіе I, 367; II, 276, 304.
—сила и скорость I, 367; II, 468.
—яныя мельницы I, 370.
—овыя связи II, 99, 304, 306.
—скала Бофора II, 463.
Вюрцбургскія нормы для паровыхъ котловъ I, 559.

Г.

Габаритъ для колеи 5′ II, 645.
— — —3′ 13″ II, 647.
— — —1000 и 750 mm II, 648.
Габбро I, 575.
Газгольдеры II, 327, 1088.
Газогенераторы I, 1221.
Газы I, 1179, 1180.
—огенеративн. топки I, 941.
—овая постоянная I, 304, 305, 307.
—растворимость въ водѣ I, 292.
—частичный вѣсъ I, 305.
—несовершенные I, 325.
—совершенные I, 343, 304.
—овое освѣщеніе II, 1090.
—овая горѣлка II, 1097.
—уд. вѣсъ и уд. теплота I, 305, 486.
—движеніе по трубамъ I, 42.
—ы, горѣніе ихъ I, 362.
—окалильный свѣтъ II, 1097.
—овое отопленіе II, 1099
—овроводныя трубы II, 1091.
—овамѣрители II, 1087.
—овые двигатели I, 1175.
—овыя смѣси I, 306, 363, 1180.
—овая машина I, 314.
—истеченіе I, 343.
—свѣтильный II, 1080.
—смѣшанный I, 610; II, 1101.
—силовой I, 1180.
—водяной I, 364, 1180.
—Довсона I, 364.
—ы доменные I, 369, 1189.
—уд. вѣсъ I, 496, 490.
—коксовальный I, 1180.
—овыя трубы, нарѣзка I, 650, 826.
Газохранилища II, 352.
Гайки I, 231, 645, 647—649.
Гакворта парораспредѣленіе I, 1138.
Галловейскія трубки 1010.
Гальваніч. элементъ II, 971.
Галля цѣпи I, 758, 760.
Гальки I, 578.
Гамбургскія нормы I, 984.
Гаусса формулы I, 58.
Гау дерев. мосты II, 301.
Гвозди I, 541.
Гезелера формулы I, 392.
Геліотропъ Гаусса II, 3, 7.
Генеративныя топки I, 941.
Геодезія II, 1.
—ическая линія II, 58.
Гейзингера кулисса I, 1135.
Гей-Люссака законъ I, 304.
Гербера фермы II, 321, 333.
Германскій Ллойдъ, инструкція II, 576.
Гибкія тѣла, жестк. I, 236.
— —скольженіе I, 689.
— —коэф-тъ упругости и сопротивл. I, 384, 385.
Гигрометръ I, 310.
Гидравлическій растворъ I, 587.
—подъемникъ I, 1332.
—подъемн. кранъ I, 1319.
—кузнечн. прессъ I, 1229.
—ое давленіе I, 246.
—ая известь I, 587.
—ie растворы I, 587.
Гидравлич. давл. I, 253.
Гидравл. краны путевые II, 770.
Гидродинам. давленіе I, 253.
Гидростат. давленіе I, 240, 253.
Гипербола I, 94, 96.
—оидъ однополый и двуполый I, 121.
—ическій параболоидъ I, 121.
—ическій синусъ I, 28, 37, 59.
— —косинусъ I, 29, 37, 59.
— —тангенсъ I, 32, 37, 60.
—олическ. функціи I, 60.
—ическая спираль I, 108.
Гипоциклоида I, 105,

НТБ ДНУЖТ

Гипсъ I, 577.
—овый растворъ I, 585.
—овый полъ I, 581, 586.
—статуйный I, 586.
Гистерезисъ II, 961.
Главныя оси инерціи I, 204.
—ые моменты инер. I, 204.
Глина I, 578,
—яный растворъ I, 584.
Глицеринъ, темпер. замерзанія I, 1322.
Гнейсъ I, 576.
Гончарныя трубы I, 583; II, 172.
Головки болтовъ вѣсъ I, 645.
—заклепокъ вѣсъ I, 655; II, 509.
Горѣніе I, 356, 938, 940.
—жидкихъ и газообразныхъ тѣлъ I, 359.
Градирни I, 1160.
Градусы термометровъ I, 282.
—пирометровъ I, 284.
Гранитъ I, 575.
Гриссона колеса I, 670.
Графическое опредѣленіе центра тяжести I, 172
— —мом. инерціи } I, 207.
— —статич. мом. }
Громоотводъ II, 112.
Гребенчатая пята I, 714.
Гребное колесо II, 538.
—ой винтъ II, 539.
—и колесъ ж. д. II, 779.
—ой валъ судовъ II, 564.
Грунты II, 61.
—изслѣдованіе II, 61.
—надежные, основаніе на нихъ II, 62.
—прохожденіе сквозь нихъ воды I, 269; II, 179.
Грузоподъемные барабаны I, 1264.
—я машины I, 1256.
Губера прессъ I, 1232.
Гудронъ I, 613.
Гука законъ I, 373.
Гуттаперча I, 609.
Гуча кулисса I, 1132.
Гюйгенса трактрія I, 111
—окуляръ II, 11.
Гюльдена правило I, 131 172.

Д.

Давленіе опорное I, 450
—гидростатическое I, 240. 253.
—снизу вверхъ I, 241.
—гидравлическое или гидродинамическое I, 253.
—вѣтра I, 367; II, 276, 304.
—атмосферы I, 299.
—критическое I, 318.
—земли II, 365.
Даламберта принципъ I, 192.
Дальтона законъ I, 307.
Дальномѣры II, 3, 27.
Двери II, 83, 121.
—топочныя пар. котловъ I. 1019; II, 830.
Двигатели живые I, 883; II, 233.
—внутрен. сгоранія I, 1175.
—динамоэл. постояннаго тока II, 976.
— —трехфазн. тока II, 996.
Двойная точка кривой I, 91.
Движеніе прямол. I, 135, 183.
—криволинейное I, 139.
—жесткой плоскости I, 149.
—брошеннаго тѣла I, 187. 188.
—маятника I, 191.
—по наклонной плоск. I, 192.
—системы массъ I, 192.
—центра тяжести I, 195.
—свобод. тверд. тѣла I, 196.
—воды по трубамъ I, 252.
— — —рѣкамъ и каналамъ I. 265.
—газа по труб. I, 351.
—воздуха по трубамъ I, 351.
Декарта Листъ I, 112.
Дельта металлъ I, 380, 572.
Дерево I, 620, 614, 630. 381, 389; II, 509.
—усушка его I, 617.
—предохраненіе I. 618.
—удѣльный вѣсъ I, 491.
—обдѣлочныя машины I, 1249.
—янныя ручки для инструм. I, 622.
—янные зубья I, 685.
—вѣсъ II. 509.
Дециметровъ въ дюйм., вершк. и саж. II, 1128.
Деформація балокъ I. 440.
Джауля законъ I, 304; II, 965.
Джоя кулисса I, 1138.
Дизеля двигатели I, 1176, 1193.
Динамика жидкихъ тѣлъ I, 242.
—твердыхъ тѣлъ I, 177.
Дина I, 155.
—мометръ тормозной I, 681.
—момашины пост. тока II, 975.
—перем. тока II, 996.
Дифферентъ судовъ II, 445.
Дифференц. исчислен. I, 61.
—рованія формулы I, 61.
—іальныя уравненія I, 75.
—ированіе повторенное I, 77.
—уравн. втор. порядка I, 77.
—іалъ дуги I. 88.
—іальный тормозъ I, 768.
—іальный блокъ I, 1259.
—іальный поршень I, 1329.
—іальный насосъ I, 1411.
Директрисса I, 93.
Диффузоръ I, 1421.
Діаметры сопряж. I, 95.
Діаграмма индикаторная I, 303, 857.
—тепловая I, 303.
—энтропійно-теплов. I, 303.
—объем. паров. маш. I, 1086.
—простого золотника I, 1092.
—Фалькенберга, Цейнера,
—Рело, Мюллера. I, 1095, 1094, 1096.
—двойного золотника I, 1110.
Діабазъ I, 575.
Діоритъ I, 575.
Длина дуги круга I, 34.
—стрѣлки кругов. дуги I. 34.
—хорды круговой дуги I, 34.
Днища круглыя, сопротивленіе I, 481.
—паров. котловъ I, 981, 984, 1013.
Довсона газъ I, 638.
Дожди колич. I, 277, II, 211, 212.
—евыя воды II, 173, 210.
—евые пріемники II, 225.
Доллеритъ I, 576.
Доломитъ I, 577.
Доменный чугунъ I, 502.
—ая печь II, 935.
—ый газъ I, 1180.
Домираты винтовые I, 1261.
Дороги шоссейныя II, 235, 239, 240.
—желѣзныя II, 595.
— —город. II, 925.
—канатно-провол. II, 914.
—электрическія II, 1055.
Доски сопротивленіе I, 481.
Древесный уголь, I, 636.
Дроби I, 36, 65.
—квадр. корни I, 36.
—кубич. корни I, 36.
Дрова I, 630.
Дроссельные клапаны I, 352.
Дуга круга, длина I, 34.
— —длина стрѣлки I, 34.
— — —хорды I, 34.
—и диффенціалъ I, 89.
Дукеры II, 218.
Дуговая лампа II, 1050.
Дымоходы I, 948.
Дымовыя трубы I, 949.
— —паровозовъ II, 837.
— —въ жил. строен. II, 150.
—ая коробка II, 837.
Дымосожиганіе I, 940.

НТБ ДНУЖТ

Дымогарн. трубы I. 962, 1009.
Н. Т. У. II, 835.
Дюймы въ *mm* II, 1126.
—кв. въ *qmm* II, 1116.
—ъ водяной I, 279.

Е.

Единицы основн. I, 155.
—электрическія II, 959.

Ж.

Жаровыя трубы I, 961, 989.
— — волнистыя I. 1011,991.
Жезлъ Кабво I, 276.
Желтая мѣдь I, 570.
—трубы I, 830, 832.
Желоба, истеченіе I, 250.
—водосточные II, 111.
—транспортерные I, 1368.
Желѣзо I, 502, 377. 386.
—цвѣта каленія I, 284.
—литое I, 377, 503.
—сварочное I, 502.
—ныя трубы I, 485, 562, 825; II, 156.
— —вѣсъ I, 506, 509.
—круглое, квадратн., шестигранное, вѣсъ I, 510.
—углов. равнобокое I, 511, 512.
—углов. неравнобокое I, 515, 516, 526, 527.
—двутавровое I, 517, 518, 530, 531 и 532.
—корытное I, 519, 520, 531.
—тавровое I, 521, 522.
—настильное I, 523, 533.
—зетовое I, 523, 528.
—бульбовое для кораблестроенія I, 527, 528.
—ная проволока I, 499.
—колонное, I, 525.
—поручневое I, 525.
—листов. и кров. I, 534.
—рифленое I, 536.
—волнистое I, 536, 538.
—способы испытанія I, 542.
—литое техн. усл. I, 548.
—листовое техн. усл. I, 549.
—**Н. Т. У.** литого жел. I, 551.
—сварочн. техн. усл. I, 553.
—резерв. техн. усл., I, 554.
—пар. котлы техн. усл. I, 559.
—**Н. Т. У.** свар. жел. I, 556.
—предохр. отъ ржавл. I, 563.
— ая руда II, 934.
—о заклепочное I, 562, **Н. Т. У.** II, 408.
—**Н. Т. У.** для мостовъ II, 409.
—**Н. Т. У.** для паровозныхъ котловъ II, 862.
Желѣзныя дороги II, 595.
— —инструкція для сооруженія II, 595.
Жесткость гибкихъ тѣлъ I, 236.
Жесткость воды II, 167.
Желѣзо-бетонъ I, 441; II, 390.
Жесть бѣлая I, 535.
Живые двигатели I. 883; II, 233.
—ая сила I, 179. 194, 196.
Жидкости, уд. вѣсъ I, 495.
—расшир. отъ тепл. I, 285.
Жирныя масла I, 624.
Жиры I, 624.
Жонсона металлъ I, 574.

З.

Забивка свай II, 70.
Заборы II, 124.
Задвижки I, 855.
Землечерпалки I, 1382.
Заклепки, I, 654, 562, 540.
—очныя соединенія паровыхъ котловъ I, 985. 1006—1007, 656.
—очныя соединенія для подаяныхъ и газовыхъ резервуаровъ I, 661.
— —для мостовъ II, 406, 427.
—очныя головки вѣсъ I, 655, II, 509.
—очныя соединенія для паров. котловъ по Гамбургск. кормамъ I, 985.
—очныя машины I, 1232.
Законъ Эйлера I, 239.
—площадей I, 182, 196.
—сохраненія энергіи I, 179.
—Паскаля I, 239.
—ы термодинам. I, 300, 301.
—Клаузіуса I, 301.
—Гей-Люссака I, 304.
—Бойль-Маріотта I, 304.
—Авогадро I, 304.
—Джауля I, 304; II, 965.
—Дальтона I, 307.
—центра тяжести I, 195.
—Фарадея II, 965.
—Гука I, 373.
—Ома II, 963.
—Кирхгофа II, 963.
Закругл. жел. дор. II, 598, 627.
Залы II, 122, 123.
Замазки I, 611.
Замерзанія точка, I, 289.
—глицер. и алкоголя I, 1322.
Засѣчки прямыя и обратныя II, 23, 25, 26.
Зацѣпленіе прямоб. I, 669.
—цѣвочное I, 670.
—по развертками I, 671.
—циклоидальное I, 666.
—зубч. колесъ I, 664.
—выборъ I, 673.
—Гриссона I, 671.
Заслонки пар. котл. I, 1022.
Зеркала подъ угломъ II, 8.
Зерк. амальгама I. 574.
Зегера конусы 1, 283.
Зейдель-Мемке, способъ рѣшенія ур-ій 1, 45.
Земли I, 575.
—яныя работы II, 661, 672.
—яныя плотины II, 63, 177.
—уд. вѣсъ I, 490.
—я огород. и лахотная I, 578.
Зетовое желѣзо I, 523, 528.
Золотникъ простой I, 1096.
—Трика I, 1106.
—уравновѣшенный I, 1107.
—двойные I, 1109.
—цилиндрич. I. 1007; II, 557.
—Мейера I, 1010.
—Ридера I, 1113.
—со щелью 1, 1107.
—судовыхъ машинъ II, 565.
—овыя діаграммы I, 1096.
—**Н. П.** II, 847.
Зрител. труба II, 10, 20, 27.
Зубчатыя колеса 1, 664.
— —вѣсъ I. 686.
—рейки I, 669, 673.
Зубцы чугунные I, 677.
—угловые I, 680.
—деревянные I, 685, 680.
—цилиндрич. I, 1107.
—поворотный I, 1108.
Зульцера пароразпр. I, 1126.

И.

Известняки I, 576.
—ь гидравлическая I, 587.
—ковый раств. I, 584; II, 72.
Изгибу сопротивленіе I, 401.
—продольный I, 393.
—а работа I, 413.
—ъ и сдвиженіе I, 469.
—и крученіе 1, 470.
—ательные станки I, 1233.
Измѣреніе прямыхъ II, 1, 3.
Изоляція пар. трубъ I, 353.
—онные слои въ постройкахъ II, 89.
Изоляціонный картонъ II, 90.
Изотерма I, 310, 324.
Изразцы I, 583.
Индикаторныя діаграммы I, 303, 857.
Индукція магнитная II, 968.
Инфлюэнтная кривая II, 316 317.

НТБ ДНУЖТ

Инжектора I, 1396.
Инструмент. сталь I, 539.
Интегриров. формулы I, 66.
—алы основные I, 67.
—алы опредѣленные I, 74.
Импульсъ силы I, 182.
Инце резервуаръ II, 197.
Ирраціональн. функціи, интегрированіе I, 69.
Истеченіе при незамѣняющемся напорѣ I, 244.
—у водослива I, 249.
—при измѣн. напорѣ I, 246.
—непоср.изъ сосудовъ I, 249.
—черезъ насадки I, 345.
— —желоба I, 249, 254, 344.
—и коэф-тъ I, 251.
—газовъ I, 343.
—воздуха и пара I, 347.
Источники воды II, 171.

К.

Кабео жезлъ I, 276.
Кабестаны судовъ II, 498.
Кадка или чанъ объемъ I, 130.
Калибры листовые и проволочные I, 501.
—англійскій, французскій, диллингскій I, 501.
—ованныя цѣпи I, 755—757.
Калори I, 286.
Камни
—естественные I, 575.
—пробковые I, 580.
—шлаковые I, 580.
—обожженные I, 581.
—цементные I, 580.
—шамотные I, 583.
—искусственные I, 579.
—точильные I, 1249, 1255.
—шлаковые I, 680.
—прочность камней I, 382.
Каменный уголь I, 359, 631.
Каменщикъ,работа его II, 82.
Камины II, 148.
Каналы, движеніе въ никъ воды I, 275.
—судоходные I, 275.
—для сточныхъ водъ II, 214.
Канализація II, 210.
—по Шону, Берліе и Ліермуру II, 224.
Канаты, треніе ихъ, 236.
—проволочные I, 385, 700.
—хлопчатобумажные I, 706.
—ные шкивы, вѣсъ I, 701, 708.
—пеньковые I, 385, 706, 709, 740.
—приводные I, 689.
—пеньковые приводн. I, 709.
— —хлопчатобумажные I, 705, 710.
—судовые II, 513.
—ные шкивы I, 701, 708.
—ные барабаны I, 742, 1264, 753.
—но-провол. дороги I, 1350, 1354; II, 914.
Каолинъ I, 578, 752.
Капиталъ погашеніе I, 49.
Кардана задача I, 149.
Кардіоида I, 108.
Карно процессъ I, 313.
Касательная I, 87.
Катки для шоссе II, 252, 282.
—мостовыхъ опоръ II, 440.
Каупера нагр. аппар. II, 940.
Каучукъ I, 609.
Кварцитъ I, 576.
Качаніе прамолинейн. I, 186.
Кеплера подз. труба II, 11.
Керосинъ I, 639.
Кинрегель II, 25.
Кипѣніе жидкостей I, 290.
—кіе воды I, 291.
Кирпичъ I, 582, 579, 383.
—шамотный I, 583.
—облицовочный I, 582.
—клинкеръ I, 582.
—воздушный, I, 579.
—известково-песч. I, 579.
Кивелгуръ I, 578.
Кинематич. геометр. I, 148.
Кинетич. энергія I, 179.
Килограммы.
—мы въ пудахъ II, 1118.
—мы въ фунтахъ II, 1118.
—мы/qст въ пуд./кв. д. II, 1119.
—мы въ t/кв. д. II, 1120.
Километры въ верст. II, 1114.
Кирхгофа законъ II, 963.
Кладка каменная II, 74.
—бутовая II, 75.
—тесанная II, 75.
—кирпичная II, 75.
—бетонная II, 74.
—облицовочная II, 77.
Кика законъ I, 543.
Клапейрона уравн. I, 319, 450.
Клаузіуса законъ I, 301.
Клапаны I, 847, 264, 1213, 1439.
—предохранительные I, 350, 1022, 1146.
—запорные I, 854, 1024.
—дроссельные I, 352.
—питательные I, 1024.
—створчатые I, 853.
—теплов. двигателей I, 1213.
—воздуходувокъ I, 1439.
Клинкеръ I, 582.
Клапанное пароraспредѣленіе I, 1117.
Кнехты судовые II, 498.
Ковшевая цѣпь I. 1380.
Клинъ I, 128, 177.
—а треніе I, 224.
—овой прессъ I, 223.
—ья I, 641, 643.
—овое колесо I, 686.
Клише сплавъ I, 574.
Клуга распредѣленіе I, 1137.
Коксъ I, 637.
—овальныя печи I, 637.
Колеса зубчатыя цилиндрическія I, 664, 671, 233, 1247, 1248.
— —коническія I, 235, 674, 682, 1248.
—Грессона I, 670.
—червячныя I, 675, 682.
— —эллиптическія I, 677.
— — съ угл. зубьями I, 680.
— —пѣсъ I, 686.
—фрикціонныя I, 686.
—маховыя I, 857, 860, 1217.
—водяныя I, 886.
— —верхненаливныя I, 887.
— —среднебойныя I, 893.
— —Цуппингера I, 899.
—водобойныя и водоподъемныя I, 1394.
—Пельтона I, 924.
—зубчатыя кожаныя I, 685.
—храповыя I, 765.
—о мѣрное II, 8.
—жел. дорогъ II, 785.
—ные скаты II, 800.
— — Н. Т. У. 800.
—гребныя II, 538.
—паровозныя II, 818.
—тендерныя II, 789.
—Н. Т. У. для жел. и стали II, 785.
— —для диск. кол. II, 787.
—Гриффина II, 790.
Коллимаціон. ось II, 10.
Колея жел. дор. II, 642.
—уширеніе II, 686.
—городскихъ дорогъ II, 925.
Кольцо I, 130, 175.
—евая смазка I, 732.
—евая пята I, 714.
Колодцы II, 178.
—абиссинскіе II, 185.
—артезіанскіе II, 185.
—обсадныя трубы I, 828.
—смотровые канализ. II, 219.
—опускные II, 67.
—водосборные II, 178, 182.
Колокольный металлъ, I, 571.
Колосники I, 1018—1021.
—овня балки I, 1019; II, 755.
Компаундъ паровозы II, 769.
—электр. маш. II, 975.
—маш. паровыя I, 1083, 1089.
Компрессоры воздушные I, 1432, 315, 1420
Конденсаторъ электр. II, 960
Конно-жел. дор. II, 928.
Конусъ I, 121, 126, 93.
—ическій маятникъ I, 191.
—ичес. кол. I, 235, 674, 682.
—ическіе барабаны для передачъ I, 1264.

НТБ ДНУЖТ

—ическія сѣченія I, 93, 126.
—паровозовъ II, 839.
—усы Зегера I, 283.
Конхоида I, 113.
Колодка торм. ж. д. II, 807.
Колонны чугунныя I, 396.
Колѣнчат. валъ I, 792; II, 560.
Компасъ II, 17.
Комплексныя величины I, 40.
Комплектныя колеса I, 669.
Компрессоръ воздушный I, 315, 1420, 1432.
Конюшни II, 123.
Координ. преобр. I, 85, 116.
— полярныя I, 87.
Корлиса кранъ и распредѣленіе I, 1108, 1128.
Корни квадратные I, 1, 21.
—кубичные I, 1, 21.
—ни. и куб. изъ дробей 1, 36.
алгебраическіе I, 39.
—изъ единицы 1, 41.
Копры ручные, механическіе и паровые II, 71.
Коренной подшипникъ I, 1148, II, 560.
Коромысла, I, 803.
Коробка дымовая II, 838.
—огневая II, 826.
Кортиса турбина I, 1174.
Костыли рельсовые Н. Т. У. II, 723.
Косинусы I, 24, 25.
Косоугольные тр-ки I, 58.
Котангенсы I, 26, 27.
Котлы паровые I, 934.
—ельные листы I, 980, 555, 560, 561, 984, 989.
—паровые I, 934; II, 572.
—топка ихъ I, 940.
—топка нефтью I, 941.
—дымоходы I, 948.
—дымовыя трубы I, 949.
— —цилиндрическіе I, 958.
— —съ жаровыми трубами I, 961, 989, 1011.
— —съ дымогарными трубами I, 962.
— —водотрубные I, 972, 1055.
— —Бельвиля, Шмидта I, 972.
— —Рута I, 973.
— —Бабкокъ и Вилькоксъ I, 974.
— —Штейнмюллера I, 975.
— —завода Гильомъ I, 976.
— — Макъ Николя I, 977.
— — водотрубные I, 978.
— — —В. Г. Шухова, I, 978.
— —карлики I, 979.
— — Лашамелля I, 980.
— —днища ихъ I, 981, 984, 1013.
— —заклеп. и заварныя соединенія I, 985, 1006—1007.
— —болтовыя соед. I, 986.
— —болты анкерные I, 987, 1012.
— —плоскія стѣнки I, 991.
— —лазы I, 993, 1014.
—соединеніе частей I, 995, 1008.
— —толщина стѣнокъ I, 996—1005.
— —дымогарныя трубы I, 1009.
— —укрѣпленіе стѣнокъ I, 1010, 1012.
— —опоры ихъ I, 1015.
— —вмазка I, 1016.
— —арматура I, 1018.
— —колосники I, 1018—1021.
— —изслѣдованіе ихъ I, 1037.
— —правила I, 1044, 1051.
— —Гамб. кормы I, 984.
— —Вюрцб. кормы I, 559.
— —судовъ II, 572, 578, 579, 563, 588, 589.
— — — топки II, 580.
— —предохраненіе отъ накипи I, 1031.
Коэффиціенты разные см. въ соотвѣтств. отдѣлахъ.
Краны подъемные.
— —Ферберна I, 1274.
— —съ укосинами I, 1271, 1276.
— судовые II, 499.
— —для верфей I, 1311.
— ——велосипедные I, 1278.
— —паровые I, 1282.
— ———передвижные I, 1277.
—катучіе I, 1283, 1285, 1301.
— ———передв. балами I, 1286.
— —электрич. передачей I, 1287.
— —на козлахъ I, 1302.
— —катучіе мостовые I, 1300, 1286.
— —рамные набер. I, 1303.
— —мостовые I, 1313.
— —литейные I, 1324.
— пловучіе I, 1311.
—овыя цѣпи I, 754; II, 497.
—гидравл. путевые II, 694.
Красная мѣдь I, 379, 567. Н. Т. У. II, 827.
Крейцкопфы I, 801.
Крепъ судовъ II, 458, 461.
Крестовины (крейцк.) I. 801.
Кривошипы, I, 783, 790.
—ный валъ I, 792, II, 561.
—паровоз. Н. Т. У. II, 853.
—судовые II, 561.
Кривая сложенія I, 48.
—двойной кривизны I, 117.
—жел. дор. II, 508, 649, 657, 765.
—переходныя II, 689.
Кривизны кругъ I, 89.
—радіусъ I, 89.
Кровли II, 100.
—ельное желѣзо I, 533.
—ельный толь I, 613.
—толевыя II, 109.
—деревянныя II, 101.
—черепич., аспидн. II, 101.
—аспидныя II, 102.
—стеклянныя II, 103.
—свинц. и красн. мѣди II, 103, 104.
—желѣзныя II, 104.
—цинковыя II, 107.
—дерев. картонныя II, 111.
—волнист. желѣза II, 105.
—асфальтовыя II, 109.
—обрѣшетка II, 100.
Кругъ I, 94.
—овой сегментъ I, 34.
—овой секторъ I, 175.
—овая дуга I, 34.
—а площадк и окружности I, 2.
—овой маятникъ I, 191.
—овой процессъ I, 1185.
—овое кольцо I, 130, 175,
—а окружность I, 2.
—и поворотные II, 752.
Кружала для сводовъ II, 87.
Крутящій моментъ I, 453.
Крученія уголъ I, 455.
—ніе и сдвиженіе I, 468.
Кригич. темп. и давл. I, 318.
Крыши II, 90, 362, 93, 96, 342, 364.
—давленіе вѣтра II, 276.
—деревянныя II, 91, 362.
—смѣшанныя II, 93.
—желѣзныя II, 94.
—вѣсъ ихъ II, 274.
—нагрузка II, 275, 276.
Крюки одиночные, I, 762, 1262.
—двойные I, 763.
—вагонные II, 802.
Ксилолитъ I, 580.
Кузнечный прессъ гидравл. I, 1229.
Кухни на судахъ II, 513.
Кулаки (крейцкопфы) I, 801.
Кулиссныя пароораспредѣленія I, 1130.
—Гуча I, 1132.
—Стефенсона I, 1132.
—Аллана I, 1134.
—Гейзингера I, 1135.
—Піусъ-Финъ I, 1136.
—Клуга I, 1137.
—Маршалла I, 1138.
—Джоя I, 1138.
—Броуна I, 1139.
Кулокъ II, 959.
Кульмана способъ I, 207.

НТБ ДНУЖТ

Купольные своды II, 86.
—я стропила II, 359.

Л.

Лава I, 576.
Лаваля паровая турб. I, 1165, 1167.
Лампа электр. дугов. II, 1050.
— —накаливанія II, 1047.
—Нериста II, 1049.
Ландсберга формулы I, 392.
Латунь I, 570.
—алюминіевая I, 574.
—ныя трубы I, 829. 832.
Лашанпеля котелъ I, 980.
Лебедка I, 1261; II, 499.
—электрическія I, 1267.
—паровыя I, 1269.
Лежни для основаній II, 68.
Лемниската уравн. I, 113.
Ленты транспортерн. I, 1364.
—очныя шкивы I, 1252.
— —тормоза I, 768.
—а мѣрная II, 2.
Ливни I, 278; II, 211, 212.
Линейныя диф. ур. *n*-го порядка I, 78.
Линія цѣпная. уравн. I, 110.
—упругая I, 402.
—геодезическая II, 58.
Лимбъ II, 17.
Линолеумъ II, 580.
Липовица металлъ I, 575.
Листъ Декарта, уравн. I, 112.
Листы метал. вѣсъ I, 500.
—паров. котл. I, 555, 559.
—овой калибръ I, 501,
—сводчатые I, 535.
—цинковые I, 566.
—красной мѣди I, 568; Н Т. У. II, 827.
—ты резервуарные I, 554.
—ты продырявленные I, 535.
Литейный чугунъ I, 502.
—кранъ I, 1324.
Литое желѣзо I, 377, 509.
Литры въ ведрахъ II, 1117.
Логарифмы I, 2, 41.
—Бригговы I, 1—21, 37.
—натуральные I, 23, 37.
—бригговы tgh φ I, 32, 37.
—ическая спираль, уравненіе I, 109.
Лазы котловъ I, 1014.
Ланда способъ I, 408, 457.
Ливнеспуски II, 222.
Лошад. сила I, 181, II, 1130.
Луна II, 10.
Лучеиспусканіе I, 297.
Лѣстницы I, 430; II, 113.
Люкъ котла I, 993, 1014.
Люрмана фурмы для доменныхъ печей II, 937.

М.

Магналій I, 574, 381.
Магниты II, 967.
—ный полюсъ II, 967.
—кое поле II, 967.
—ная индукція II, 967.
—динамомашинъ II, 987.
Магній I, 381.
Маклорена рядъ I, 62.
Максимумъ функцій I, 64.
Макъ-Николя котелъ I, 977.
Манесмана трубы I, 828.
Манометръ I, 1027.
Мантисса логарифмовъ I, 41.
Маріотта законъ I, 304.
Мартеновское желѣзо II, 952.
Маршалла кулисса, I, 1138.
Масса I, 154.
Масла жирныя I, 624.
—растительныя I, 624.
—минеральныя I, 626.
Масляная окраска I. 565.
Мастерскія II, 624, 908.
Математика I, 1.
Машины паровыя I, 1058.
—быстроходныя I, 859.
—переводныя судовыхъ машинъ II, 570.
—газовая I, 314.
—паровозная II, 843.
—судовая II, 537, 545, 548.
—для подъема грузовъ I, 1256.
—холодильныя I, 334.
—аналит. разсчетъ 1073, 1078.
—наполненіе I, 1064.
—наслѣдованіе I, 330, 1039.
—рамы пхъ I, 1147.
—теорія I, 327.
—Компаундъ I, 1074, 1086 1145; II, 550.
—формовочныя I, 1224.
Манжетъ, треніе I, 773.
Матеріалы строит., сопротивленіе ихъ I, 389.
Мачты судовъ II, 488.
Маховыя колеса I, 857.
— —теплов. двигат. I, 1217.
Маятникъ математ. I, 191.
—коническій I, 191.
—физическій I, 200.
Мейера парораспредѣленіе I, 1111.
Мелафиръ I, 575.
Мельницы вѣтряныя I, 370.
Мензула II. 24.
Менье теорема I, 120.
Мергель I, 577.
Метацентръ I, 241; II, 448, 452.
Металлъ Дельта I, 380, 573.
—колокольный I, 571.
—Розе I, 574.
—бѣлый I, 573.
—Липовица I, 575.
—типографскій I, 574.
—Эргардта I, 574.
—Жонсона I. 574.
—британскій I, 574.
—нейзильберъ I, 574.
—магналій I, 574.
—антифрикціонный I, 573.
Метры куб. въ куб. фут. II, 1116.
Механ. эквив. теплоты I, 300.
Механика тверд. тѣлъ I, 135.
—жидк. тѣлъ I, 239.
—ческая теорія тепла I, 300.
Мечики I, 540.
Миддендорфа форм. II, 533.
Миноръ I, 43.
Микроскопъ II, 12.
Миля морская II, 527.
Миллиметры въ дюйм., вершк. и саж. II, 1128.
Минеральныя масла I, 626
Минимумъ функцій I, 64.
Мнимыя величины I, 40.
Многоугольникъ I, 124, 125; II, 58.
—силъ I, 158.
—веревочный I, 158.
Моавра формула I, 41.
Модуль упругости I, 373.
Модуль скольженія I, 376.
Молоты мех. и пар. I, 1226.
Моментъ силы I, 161.
—пары силъ I, 160.
—силъ статическій I, 169.
—центробѣжный I, 203, 205.
—статич. граф. опр. I. 206.
—сопротивленія I, 404, 415—427.
—кручекія I, 453.
—инерціи тѣла I, 197, 200, 202.
— —балокъ со сплошн. стѣнкой II, 425.
— —плоскихъ фигуръ I, 204, 210, 415.
— —графич. опредѣл. I, 206.
— —линій I, 209.
— —произв. площ. I, 208.
— —тѣлъ I, 200, 212.
— —разныхъ сѣченій I, 415.
—устойчивости I, 242.
— —судовъ II, 458, 464.
Можю I, 1396.
Монеты разныхъ странъ II, 1102.
Монастырскіе своды II, 86.
Монье бетонъ I, 605.
Мора способъ I, 207, 413, 457, 466.
Морриссона трубы I, 1011.
Морскія волны, ударъ I, 275.
Мосты II, 277, 283, 285, 393.

НТБ ДНУЖТ

—овыя опоры II, 400, 440, 436.
—Н. Т. У. изготовленія II, 409.
—овое желѣзо, сталь и чугунъ Н. Т. У. II, 402.
—овыя фермы со сплошн. стѣнк. II, 420.
— —рѣш. п раск. II, 323.
— —арочныя II, 277.
—дерев. сист. Гау II, 301.
—желѣзн. и проѣздн. дор II, 416.
—подвиж. нагр. по норм. 1896 и 1007 гг. II, 285. 288.
допускаем. напряж. II. 296, 303, 305.
балки и фермы II. 308.
—овыя заклепки II, 406.
—проекты по норм. М. П. С. II, 307.
—цѣпные II, 336.
Мостовыя II, 119, 263, 418.
—кирпичная II, 255.
—деревянная II, 267.
—асфальтовая II, 266.
Мраморъ I, 576.
Мунпція военныхъ судовъ II, 518.
Муфты Селлерса I, 723.
—фрикціонныя I, 727, 729.
Мюллера діаграммы I, 1095. 1099.
Мѣдь красная I, 379, 567.
—желтая I, 570.
—крас. Н. Т. У. II, 827.
—ныя трубы I, 829; Н. Т. У. II, 829.
Мѣлъ I, 576.
Мѣръ единицы I, 155.
— —электрическ. II, 959.
— —технич. I, 155.
—ная цѣпь II, 1.
—ная лента II, 2.
—ная рейка II, 1.
—ное колесо II, 3.
—ы разн. странъ II, 1106.
—таблиц. перевода II, 1112.

Н.

Набивки I, 220, 781.
—металлическая I, 782.
Наблюденія ошибки при нихъ I, 80.
Навье формулы I, 398.
Нагрузка, допускаемая
— — —гражданск. сооруж. II, 273, 276.
—мостовъ II, 277.
—арочныхъ мостовъ II, 277.
—мостовъ по норм. 1896 и 1907 гг. II, 285, 288.
— —эквивалентныя II, 286, 289, 292.
Нагрѣвательные приборы II, 154.
Надводный бортъ II, 445. 474.
Нажимъ Проки I, 881.
Наименьшіе квадраты I, 82.
Накипь котельная I, 1031.
Накладки рельсовыя II, 716.
— —Н. Т. У. II, 724.
Наклонная плоскость I, 192.
Наковальня 1, 1220.
Напоръ скоростной I, 184, 185.
Нарѣзки винтовыя Витворта I, 645 до 650, 987.
—газовыхъ трубъ I, 650.
—Селлерса I, 651, 644.
Насадки, истеченіе I, 250.
Насосы I, 1395, 1319.
—цѣпные I, 1394.
—струйные I, 1396.
—центробѣжные I, 1398, 1420.
—поршневые I, 1404.
— —детали ихъ I, 1409.
—шахтные I, 1413.
—Риттингера I, 1414.
—подземные I, 1418.
—электрическіе I, 1419.
—питат. судов. котловъ II, 568, 569.
—циркуляціонные судовъ II, 569.
—возд. холодильниковъ I, 1155; II, 567.
—нагнет. I, 1321, 1415.
Насыпь подъ дорогу, объемъ I, 131.
Натур. логар. I, 23—37.
Начало возм. перем. I, 167.
Нейтральная ось I, 402.
Нейля способъ I, 206
Неперовы аналогіи I, 58.
Неопредѣленности I, 63.
Неразрѣзныя балки I, 450; II, 313.
Нефть I, 631.
—движен. по труб. I, 635.
—техн. услов. поставки I, 635.
—охранилища II, 775.
—яное отопл. пар. котловъ I, 944; II, 831.
—ныя станціи II, 774.
Нейзильберъ I, 574.
Нивеллиры II, 30, 33.
—ная рейка II, 38.
—овка геометрическая II, 30.
—овка II, 30.
—овка тригонометр. II, 415.
—овка гипсометрич. II, 55.
—овка барометрич. II, 48, 54.
—овки журналъ II, 39, 40.
Ножи вѣсовъ I, 715.
Ножн. для рѣзки мет. I, 1234.
Номіусъ II, 12.
Норіи I, 1394.
Нормы Вюрцбургскія для паровыхъ котловъ I, 559.
—гамбург. пар. котл. I, 984.
Нормаль I, 88.
—ьное ускореніе I, 139, 187.
—ьная сила I, 187.
—и для прокатн. желѣза I, 511—526.
—для водопр. трубъ I, 810—824.
—проектир. мостовъ 1896; II, 285.
— — — 1907; II, 288.
—ная свѣча II, 1082.
Нулевая линія I, 402.
Ньютона Биномъ I, 38.
— —коэф-ты I, 36, 38.
—формула I, 48.
—законъ I, 154.

О.

Обелискъ I, 128, 176.
Обжиганіе рудъ II, 934.
Облицовочный кирпичъ I, 582.
Обмѣръ воды I, 269, 275.
—судовъ II, 475.
Образцы для испытанія металловъ I, 543.
Обратныя величины I, 1—21.
Обрѣшетка кровель II, 100.
Объемы тѣлъ I, 127.
—шаровъ I, 33.
—сводовъ I, 131.
Ограды II, 678.
Окна II, 82, 121.
Окраска жел. 1, 565.
Окружность круга I, 1—21.
Окуляръ Гюйгенса, Кеплера. Рамслена II, 11.
Олово I, 381, 570.
—янныя трубы I, 845.
Омъ II, 959.
—а законъ II, 963.
Опоры котловъ I, 1015.
—мостовъ и фермъ II, 436, 440, 400.
— —качающіяся II, 440.
— —неподвижн. II, 437.
—сводовъ II, 389.
—баловъ II, 116.
Опредѣлен. инт-лы I, 7.
Опредѣлители I, 42.
Орудія судовыя II, 518.
Освѣтленіе сточныхъ водъ II, 226.
—ющіе бассейны II, 186.
Окислители сточн. водъ II, 228.
Освѣщеніе вагоновъ II, 886.
—электрическ. II, 1046.

НТБ ДНУЖТ

—въ домахъ (газъ) II, 1093.
—уличное (газъ) II, 1092.
Осадки атмосф. I, 277; II, 211, 212.
Ось нейтральная I, 402.
—инерціи главная I, 204.
—вагонныя II, 792.
—подвижныя II, 881.
— —тенд. и паровоз. Н.Т.У. II, 796.
—тендерная II, 792.
—паровозная II, 850.
Оси и валы I, 715.
Основные инт-лы I, 67.
Основаніе строеній II, 61, 64.
—на сваяхъ II, 68.
Основаніе на лежняхъ II, 68.
—на столбахъ II, 67.
—на ящик. и колод. II, 67.
Остановы I, 765.
Ось свободная I, 197.
Отведен. сточн. водъ II, 210.
Отливки стальныя I, 558; II, 947.
Отопленіе II, 143.
—печное II, 148.
—нефтью паров. котловъ I, 941; II, 831.
—центральное II, 152.
—паровое II, 161.
—водяное II, 152.
—воздушное II, 163.
—пароводяное II, 163.
—посредствомъ газа II, 1099.
—печное II, 148.
—горячей водой, Перкинса II, 158.
Очистка воды II, 185.
Очаги для варки II, 513.
Охлажденіе I, 1150, 353.
Отчужденіе подъ жел. дор. II, 600, 631.
Охладительн. смѣси I, 289.
Ошибки при наблюд. I, 81.

П.

Паденіе свободн. I, 183, 186.
Пактаузы II, 766
Паллуша правило I, 172, 131.
Пара силъ I, 160.
Парабола I, 101.
—оидъ I, 122.
—оидъ эллипт. и гиперб. I, 121.
—полукубическая I, 448.
—кубическ. I, 448.
—ическія фермы II, 339.
Параллельная перспектива I, 133.
Параллелограммъ
—силъ I, 159.
—Уатта I, 807.
—скоростей и ускор. I, 142.
—Чебышева I, 807.
Параметръ эллипса I, 95.
Паруса II, 490.
—ные своды II, 87.
Паровозы II, 822.
—служба ихъ II, 907.
—ныя зданія II, 771.
—ные котлы II, 822.
— —Н. Т. У. II, 861.
—отопленіе нефтью II, 831.
—норм. русск. 4/4 II, 822, 825.
—пароораспредѣл. II, 849.
—оси и колеса II, 850.
—рама II, 853.
—противовѣсы II, 850.
—базисъ II, 824, 854.
—ныя машины II, 843.
—съ перегрѣт. паромъ II, 856.
—Компаундъ II, 855.
Пассажирскія зданія II, 621.
Паули фермы II, 341.
Пароораспредѣлительные каналы I, 1092.
—леніе Мейера I, 1111.
—леніе Ридера I, 1113.
—леніе кулиссами I, 1130.
—леніе прост. золотн. I, 1096.
—клапанное I, 1117.
—кругл. золотн. I, 1126.
Паръ сырой I, 317, 496, 324.
— —перегрѣтый I, 325.
—ы углекислоты I, 339, 340, 326.
—ы сѣрнист. кислоты I, 338.
—ы амміака I, 338.
—ы и газы движеніе по трубамъ I, 351.
ы истеченіе I, 343.
опроводы I, 351, 834—841.
—ы, удѣльный вѣсъ I, 496.
—овыя машины I, 1058.
—судовыя II, 545.
— —паровозныя II, 843.
— —двухцилиндров. I, 1083, 1089.
— —трехцилиндров. I, 1090.
— —одноцилиндров. I, 1079.
— —многоцил. I, 1083.
— —тройн. расшир. I, 1090; II, 548.
— —изслѣдов. ихъ I, 330, 1039.
— —детали I, 1139.
— —холодильники I, 1150.
— — —возд. насосъ I, 1155.
—турбины I, 1161.
—ые молоты I, 1128.
—овой коллакъ I, 1014.
—овые магн. нас. I, 1418.
—овое отопленіе II, 161.
—овые копры II, 71.
—оперегрѣват. I, 937, 1029.
—оводяное отопленіе II, 163.
—овые катки II, 252, 282.
Паровыя лебедки I, 1269.
—цилиндры I, 1139; II, 556.
Паровые котлы I, 934.
—топка I, 940.
— — —нефтью I, 941.
— —съ жаровыми трубами I, 961, 989.
— —цилиндрическ. I, 958
— — —составные I, 959.
Паропроводъ I, 351, 1146.
Паровые котлы прог. труб. I, 962.
— —водотрубные I, 972, 1055.
— —Бельвилля, Шмидта, Рута I, 972—973.
— —Шухова I, 978.
— —Лашанпеля I, 980.
—Штейнмюллера I, 975.
— —Бабкокъ Вилькоксъ I, 974.
— Макъ Николя I, 977.
— —детали I, 980.
—днища I, 981—984, 1013.
— —толщ. листовъ I, 980, 555, 560, 561, 989, 984.
— —выкор. скрѣп. I, 987, 1012; II, 830.
— —заклепочныя соединенія I, 985, 1006—1007.
—арматура I, 1018.
— —Вюрцбургск. нормы I, 559.
— —Гамбург. нормы I, 984.
—вмазка ихъ I, 1016.
— —опоры ихъ I, 1015.
—изслѣдов. ихъ I, 1037.
—правила объ уходѣ М. Ф. I, 1044.
— — —М. П. С. I, 1051.
— —судовые II, 572—595.
— —паровозные II, 822.
Парсонса турбина I, 1168.
Паули ферма II, 341.
Паруса судовъ II, 490.
Паскаля законъ I, 239.
Пельтона колесо I, 924
Пелпа золотникъ I, 1107; II, 565.
Переборы и передачи I, 1263.
Перегрѣв. пара I, 937, 1029
Перегрѣватели I, 937, 1029.
Перегородки II, 81.
—водонепрон. суд. II, 477.
Передача ременная и веревочная I, 688.
—ременная I, 688.
—канатно-проволочн. I, 700.
—зубчатая ручная I, 1263.
Перспектива I, 133.

НТБ ДНУЖТ

Перемѣщеніе элементарн. I, 144.
—возможное I, 167.
Перкинса отопленіе II, 158.
Переѣздъ черезъ ж. д. II. 607, 678.
Песокъ I, 578.
—фильтраціонный I, 269.
Песчаникъ I, 383, 577.
Печи коксовальныя I, 637.
—доменныя II, 935.
—сварочныя II, 956.
—для отопленія II, 148.
Пилы для дерева I, 1250.
Пирометры I, 283, 284.
Питьевая вода II, 167.
Подвѣсная дорога I, 1353.
Пито-Дарси трубка I, 277.
Піусъ Финкъ кулиссы I, 1136.
Плавленіе тѣла I, 289.
Платформы пассаж. и товарныя II, 612
Плиты, сопротивленіе ихъ I. 481, 991.
Платы опорныя I, 505.
Пловучесть тѣлъ I, 241.
Плоскость наклонная I, 192.
Плотины водоуд. II, 63, 177.
Площадь
—и фигуръ I, 123,
—ей законъ I, 182, 196.
—ь произвольная I, 126.
—ь по Симпсону I, 126.
—ь по Чебышеву I, 127.
Поверхность тѣлъ I, 123.
—я уравненіе I, 119.
—и 2-го порядка I, 120.
—ь уровня I, 170.
—ь вліянія I, 448.
—нагрѣва I, 935, 938; II, 146.
Погашеніе капитала I, 50.
Погибь суд. бимсовъ II, 445, 448, 478.
Поднормаль и подкасат. I, 88.
Подпорныя стѣнки II, 365, 671, 177.
Подпятники I, 713.
—турбинъ I, 932.
Подъемники I, 1331, 1355, 1336.
—электрическіе I, 1321.
—гидравлическіе I, 1332.
—паровые I, 1337.
—шахтные I, 1337.
Подъѣздные пути II, 627.
Подогрѣв. воды I, 937, 1027.
Подопредѣлитель I, 42.
Подшипники I, 730.
—Селлерса I, 733.
—подвѣсные I, 735.
—съ кольцев. смазкой I, 732.
—на каткахъ и шар. I, 737.
—консольный I, 736.
—корен. паров. маш. I, 1148; II, 560.
—вагонный II, 878.
Подкладки рельсовыя II, 721.
— —**Н. Т. У.** II, 724.
Политропа I, 311, 1191.
Полюсъ I, 149.
Полонсо, фермы II, 93, 343.
Полосы зубчатыя (рейки) I, 669, 673.
Полотно ж. д. II, 601, 627, 668.
—шоссе II, 236.
Поля орошенія II, 229.
Полярныя координ. I, 87.
—й мом. инерціи I, 204.
Полы досчатые II, 119.
—каменные II, 120.
—каменные и бетонные II, 119—121.
—лещадные II, 120.
Поперечины деревян. II, 729.
—желѣзныя II, 733.
—распредѣленіе ихъ 733.
Поршни дисков. I, 772, 1211; II, 557
—евые стержни I, 779.
—ня скорость и ускореніе I, 785, 1063.
—ня путь I, 784.
—ни теплов. двиг. I, 1210.
—невые насосы I, 1404.
Портландскій цементъ I, 587, 601, **Т. У.** 594.
Порфиръ I, 575.
Постоянная для газовъ I, 304, 305, 307
Потенціалъ I, 179.
Потолки II, 114.
—сводчатые II, 117.
—Монье II, 117.
—Шюрмана II, 118.
—соб. вѣсъ и нагр. II, 273.
Поѣзда жел. дор. сопротивленіе II, 635.
—сост. и скор. II, 905.
Поясъ шаровой объемъ и поверхн. I, 177.
—мостов. фермъ II, 422, 435.
Правила ухода за паров. котлами I, 1044, 1051.
—объ установкѣ подъемниковъ I, 1336
—объ электрич. установкахъ II, 1060.
—о Симпсона I, 75, 126; II, 449.
—о Гюльдена—Паппуша I, 131, 172.
—Рихманна I, 288.
—освидѣт. судовъ М. П. С. II, 590.
Ампера II, 970.
Преобраз. электр. тока II, 1012.
Преобразованіе координатъ I, 86, 116.
Предохранит. клапанъ I, 350, 1022, 1146.
Предѣлъ пропорціональн. I, 375.
Процессъ Карно I, 313.
Прессъ кузнечн. гидравл. I, 1229.
—Губера I, 1232.
Принципъ Даламберта I, 192.
Привилегіи, законъ II, 1132.
Припой I, 573.
Призма I, 127.
—оидъ I, 131.
Пробковые камни I, 580.
Провода электрич. II, 1070.
Проволока I, 384, 533, 553.
—вѣсъ жел. кр. мѣди, стальной I, 499.
—чный калибръ I, 501.
—телеграфная I, 572, 553.
—чныя дороги I, 1360; II, 914.
—чный станъ II, 956.
—чные гвозди I, 541.
—чное стекло I, 607.
—чные канаты I, 385, 700, 742, 704, 702, 746, 751.
— —круглые I, 746.
— —плоскіе I, 747.
— —кабельные I, 747.
Провѣшиваніе прямыхъ II, 4.
Прогарныя трубы котловъ I, 827, 1009.
Прогибъ балокъ I, 412, 420.
Продольный изгибъ I, 393.
Продуваніе котла I, 1025.
Продукты горѣнія, вѣсъ ихъ I, 356, 940.
Производительность I, 180, 200, 882.
—амміачн. машинъ I, 340.
—машинъ для углекисл. I, 341.
—живыхъ двигателей I, 884.
Прокатка I, 224.
Прони нажимъ I, 881.
Профили поперечные II, 41.
Прохожденіе тепла I, 293.
—пара черезъ дроссельн. клапаны I, 352.
—воды сквозь грунты I, 269.
Проценты I, 49.
Проекціи: прямоуг. косая, аксонометрическая I, 133.
Пруды охлаждающіе I, 1160.
Пружина буферн. и тяговая II, 805.
Прокатные станы II, 955.
Пропитываніе дерева I, 618.
Просачиваніе воды черезъ грунты, I, 269.
Прямая въ простран. I, 84.
—ня балки сопротивленіе I, 428.
Психрометръ I, 310.

НТБ ДНУЖТ

Пудлингованіе II, 948.
Пудофуты въ kgm II, 1119.
Пуды въ kg II, 1118.
—на кв. д. въ kg/qcm II, 1119.
Пульзометры I, 1396.
Пульмана телѣжки II, 883.
Путепроводы II, 678.
Путь безрельсовый I, 1349.
Пуццоланы I, 588.
—растворъ I, 587.
Пятники и пяты, треніе I, 713, 929.
Пьезометры I, 275.

Р.

Работа I, 177, 375,
—рабочаго I, 884.
—ы эквивалентъ I, 300.
—ы единица I, 178; II, 1130.
—животнаго I, 884.
—тренія I, 222.
—полезная тепла I, 301.
—при изгибѣ I, 413.
— —деформаціи I, 414.
Равновѣсіе тѣлъ I, 192.
—силъ въ пространствѣ I, 162.
Равнодѣйствующая сила I, 156.
Равнаго сопротивленія балки, I, 446.
Радіусъ кривизны I, 89.
Разбивка линій II, 3, 5.
—кривыхъ II, 657.
—угловъ II, 7.
—стрѣлокъ II, 744.
—поворотн. круговъ II, 757.
Развертка круга I, 107.
Разложеніе дробей на частныя дроби I, 65.
Размѣщеніе I, 42.
Рамы паров. машинъ I, 1147.
— —двигателей внутр. сгоранія I, 1200.
—лѣсопильныя I, 1253.
—вагонныя II, 874.
—паровозныя II, 853.
—тендери. II, 858.
Ранкина формула II, 532.
Распорные болты II, 830.
Растворимое стекло I, 611.
Растворъ воздушный I, 583.
—газовъ въ водѣ I, 292.
—глинянный I, 584.
—известковый I, 584; II, 72.
—гипсовый I, 585.
—гидравлич. и цементн. I, 587; II, 73.
—трассовый I, 588.
—пуццоланы I, 587.
—классификація ихъ по ж. п. с. I, 587.
Растительн. масла I, 624
Растяженіе I, 390.
—коэф-ты I, 391.
—и изгибъ I, 457.
—и крученіе I, 470.
—и сдвиженіе I, 469.
—гибкихъ тѣлъ I, 384.
Расширеніе тверд. тѣлъ отъ теплоты I, 284.
—линейное I, 285.
—объемное I, 285.
—жидкихъ тѣлъ I, 285.
—газовъ I, 286.
Рато турбины I, 1172.
Раціональныя дроби, разложеніе I, 65.
—функціи I, 67.
Ребгана законъ I, 366.
Регуляторы центроб. I, 863.
—плоскій осевой I, 872.
—Тремка и Цобеля I, 876.
—Штейнгль и Гартунга I, 877.
—Прелля I, 875.
—Штейнль I. 875.
—Тояле I, 878.
—Бейера I, 879.
—турбинъ I, 933.
Резервуары для нефти II, 775.
— — воды II, 196.
— для угля I, 1392.
Релодіаграмма I, 1095, 1098.
Рейка мѣрная II, 1.
—нивеллирная II, 38.
—зубчатая I, 669, 673.
Рельсы II, 608, 629, 695.
—**Н. Т. У.** II, 700—714.
—типы II, 692, 927.
—укрѣпленіе II, 721.
—скрѣплен. II, 716.
—город. дор. II, 927.
—овыя накладки II, 716.
—овыя подкладки II, 721.
—овые болты II, 710.
—овые костыли II, 723.
—опрокатный станъ II, 957.
Ремни I, 237, 385, 692, 628.
—приводные I, 628.
—енная передача I, 688, 691.
—резиновые, хлопчатоб. и составные I, 694.
Рента I, 49.
Реньо опыты I, 304.
Реомюра термометръ I, 282.
Рессоры, сопротивл. I, 475.
—плоскія I, 475.
—ная сталь II, 880.
—листовыя составныя I, 476.
—витыя I, 478.
—коническія I, 480.
Рессоры **Н. Т. У.** II, 880.
—вагонныя II, 879.
—тендерныя II, 859.
—паровозныя II, 858.
—спиральныя буферная и тяговая II, 805.
Реторты для свѣт. газа II, 1084.
—бессемеровы II, 949.
Рейки зубчатыя I, 669, 673.
Ридера пароораспред. I, 1113.
Риллеръ-Штумфа турбины I, 1173.
Риттера способъ II, 323.
Риттигера насосъ I, 1414.
Рифленое желѣзо I, 536.
Рихмана правило I, 288.
Романъ-цем. **Н. Т. У.** I, 589.
Руды желѣзныя II, 933.
Рукоятка ручная I, 793.
—безопасная I, 769.
Руль II, 494, 511.
Рукава металлическіе I, 847.
Рута вентиляторъ I, 1444.
Ряды I, 50.
—ариѳметическіе I,
— —высшіе I, 50.
—геометрическіе I, 51.
—особенные I, 51.
—показательные и логарифмическіе I, 52.
—тригоном. функцій I, 52.
—Маклорена I, 62.
—Тайлора I, 62.
Рѣки, движ. судовъ I, 265.
—расходъ воды I, 277.
Рѣшетка колосниковая пар. котл. I, 1019.

С.

Сажень II, 1.
—и въ дюйм., верш. и mm. II, 1122.
Санитарн. вагоны II, 903.
Сант. кв. въ кв. дюйм. II, 1116.
Сараи II, 123.
—паров. и вагон. II, 623, 771.
Сальники I, 781.
Сваи II, 69.
—желѣзныя II, 69.
—бетонныя II, 69.
—забивка II, 70.
Сварка I, 985.
Сварочное желѣзо I, 502, 553.
Сверла I, 1237.
—льные станки I, 1245, 1256.
Свинецъ I, 381, 569.
—цовая проволока I, 569.
—цовые листы II, 569.
—цовыя трубы I, 642.
Своды I, 131; II, 83 — 87, 372, 375.
—чатые листы I, 535.
—разсчетъ по об. теор. II, 375.
— — —теоріи упруг. II, 380.
—опорная линія II, 375.
—опоры ихъ II, 389.

НТБ ДНУЖТ

—усадка II, 87.
Своды цилиндрическіе I, 83.
—пологіе I, 86.
—кружала I, 87.
—опоры сводовъ II, 389.
Свѣтильный газъ II, 1080.
Свѣча метрическая и нормальная II, 1082.
Сдвиженіе I, 376, 399.
—нія коэ-тъ I, 399, 376.
—нія модуль I, 376.
—и крученіе I, 468.
—и изгибъ I, 469.
Сегментъ круговой I, 34, 125, 174, 209.
Секстантъ II, 14.
Секторъ круг. I, 175.
—шаровой объемъ и поверхность I, 130.
Селлерса нарѣзка I, 651, 644.
—муфты I, 723.
—подшипники I, 733.
Серпентинъ I, 575.
Сжатію сопротивленіе I, 375, 390.
Скала шпангоутовъ II, 456.
—силы вѣтра по Бофорту II, 468.
Сименсъ-Мартина способъ II, 952.
Симпсона правило I, 75, 126; II, 449.
Синусы I, 24 и 25, 37.
—гиперболич. I, 28, 37, 60.
Система мѣръ абсол. I, 155.
— —электрическ. II, 959.
— —технич. I, 155.
—C. G. S. II, 959.
Сіекитъ I, 575.
Системы статич. опред. и неопредѣлен. I, 166.
Сила I, 153.
—сложеніе и разлож. I, 156.
—ы моментъ I, 161, 169.
—ъ пара I, 160.
—многоугольникъ I, 159.
—живая I, 177.
—ы импульсъ I, 182.
—овая функція I, 179.
—центрострем. I, 187.
—центробѣжная I, 189, 198.
—вѣтра I, 367; II, 468.
—овой газъ I, 1222.
—лошадиная I, 181; II, 1130.
Сифоны всасывающіе I, 1395.
Скала твердости I, 575.
Скаты колесные II, 800.
— —Н. Т. У. II, 800.
Скорость I, 135, 142.
—графич. построеніе I, 136.
—вертикальная I, 150.
—таблицы I, 184, 185.
Скорость угловая табл. I, 140, 141.
—плоскостная I, 183.
—воды, опредѣленіе I, 276.
—вѣтра I, 367.
—поѣздовъ ж. д. II, 905.
—судовъ II, 527.
Скручиваніе I, 453.
Сланцы I, 576.
Сложенія кривая I, 48.
—ніе скор. и ускор. I, 142.
—и разложеніе вращеній и сдвиженій I, 145.
—ніе и разложеніе силъ I, 156.
Сложное сопротивл. I, 456.
Сложные проценты I, 49.
Слои изоляціонные II, 89.
Смазка цилиндровъ I, 1146.
Смазочные матеріалы I, 622.
Смола I, 613.
Смѣсей температуры I, 288.
—си охладительныя I, 289
—си газовыя I, 306.
Соединеній теорія I, 42.
—ія химическія I, 487.
—ія валовъ I, 721.
Сопла, истеч. возд. I, 348.
Сопротивленіе опоръ I, 450, 165.
—ніе тренію I, 216.
—движ. воды по труб. I, 258.
—по трубамъ, рѣкамъ и каналамъ I, 265.
— —судовъ въ рѣкахъ I, 275.
Сопряж. діам. эллипса I, 95, 100.
— —параболы I, 101.
Собачки храп. колесъ I, 765.
—фрикціон. I, 766.
Сосуды, истеченіе I, 244.
—сопротивленіе ихъ I, 481.
Сортиров. станція II, 776.
Сочетанія I, 42.
Спекающійся уголь I, 631.
Спираль Архимеда I, 108.
—гиперболическая I, 109.
—логарифмическ. I, 109.
Спиртъ, точка замерз. I, 1322.
Сплавы I, 573—575.
—Принсепа I, 284.
Способъ наим. квадр. I, 82.
—Моръ-Ланда I, 207, 413, 457, 466
—Нейля I, 206.
—Риттера II, 323.
Сталь I, 378, 503.
—литая I, 558.
—тигельная I, 504; II, 954.
—инструментальная I, 539.
— —цвѣта отпуска I, 540.
—ныя отливки I, 558.
—цементная I, 593.
—рафинированная I, 503.
—ная бронза I, 380.
Станки для обработки металловъ I, 1224.
—сверлильные I, 1245.
—дыропробивные I, 1234.
—токарные I, 1243, 1255.
—строгальные I, 1241, 1253.
— —шепингъ I, 1243.
—болторѣзные I, 1245.
—долбежные I, 1255.
—шлифовальные I, 1248.
—для обраб. дерева I, 1249.
—фрезерные I, 1245, 1254.
—правильные I, 1233.
Статика тверд. тѣлъ I, 155.
—чески опред. и неопр. системы I, 165.
—жидк. тѣлъ I, 239.
—скій моментъ силы I, 169.
— —графич. опредѣл. I, 207.
—жій разсчетъ соор. II, 271.
Станціи жел. дор. II, 765.
—сортировочныя II, 776.
—главные типы II, 764.
Станы прокатные II, 955.
— —универсальные II, 957.
Стекло I, 381, 606.
—литое I, 607.
—проволочное I, 607.
—зеркал. и прессов. I, 608.
—янные кирпичи I, 608.
—растворимое I, 611.
—водомѣрное I, 1025.
Стоимость строеній II, 127.
Сточныя воды II, 209, 226.
Степени 2-я I, 1—21.
—3-и I, 1—21.
—алгебраическія I, 38.
—синуса и косинуса I, 55.
Стержни поршневые, I, 779.
Стропила II, 90, 243.
—обрѣшетка II, 100.
Стоимость жилыхъ строеній II, 127.
—вагона Н. Т. II, 872.
—колесной пары II, 872.
Стѣнки паровыхъ котловъ I, 991, 996—1005, 1010.
—подпорныя II, 177, 365, 671.
—шпунтовыя II, 63.
—ы деревянныя II, 88.
—ы фахверковыя II, 88.
—ы фундаментовъ II, 74, 81.
—ы кирпичныя II, 77, 76, 79, 80.
Стефенсона кулисса I, 1132.
Ступенчатые шкивы I, 639, 1239.
Столбы телегр. I, 621; II, 649.
Строевая ватеръ-линія судовъ CWL II, 444.
Стропила II, 90, 97, 341, 362.
Струя сжатіе I, 259.
—я фонтанная I, 271.
Стрѣлка круговой дуги I, 34.
Стрѣлки жел. дор. II, 737.
Стяжка винтов. вагон. II, 803.
Судостроеніе II, 445.
—а движ. ихъ I, 275; II, 531.

НТБ ДНУЖТ

—а спускъ съ эллинговъ II, 472.
—овые котлы II, 572.
—а скорость ихъ II, 527.
—а, исполненныя размѣры ихъ II, 446, 520.
—а, размѣры ихъ II, 448, 455, 520.
—а, жилыя помѣщенія II, 482, 500.
—а, объемы для провіанта II, 483.
—а, объемы для груза II, 485.
—а, вѣсъ и центръ тяжести II, 504.
—а, брона II, 516.
—овыя машины II, 537, 545, 548.
—а обмѣръ ихъ II, 475.
—а, прав. освидѣт. въ Россіи II, 590.
—сопротивленіе ихъ движенію II, 528.
—вмѣстимость II, 476, 485.
—устойчивость II, 458, 464.
—прочность II, 520.
—вооруженіе ихъ II, 486.
Сферич. тр-ки I, 58, 130.
— —прямоугольные I, 58.
—двухугольникъ I, 130.
Съемка тріангуляц. II, 57.
—многоугольниками II, 59.
—желѣзнодорожная II, 655.
—межевыхъ плановъ II, 59.
—фотографическая II, 55.
—тахеометрич. II, 42.
Сыпучія тѣла, вѣсъ I, 497.
—храненіе ихъ I, 1389.
Сѣрнистая кислота I, 338.
Сѣть трубъ водопр. II, 200.
Сѣть трубъ канализаціонныхъ II, 223.
Сѣченія коническія I, 93, 126.
Сѣченія разные мом. инер. I, 415.

Т.

Тайлора рядъ I, 62.
Такелажъ судовъ II, 486. 490, 494, 511.
Тальпотазиметры I, 283.
Танки водяные судовъ II, 486.
—угольные судовъ II, 486.
Тангенсы I, 26—27, 37.
—гиперболич. I, 32, 37, 60.
Тахеометры II, 42, 44.
—ническая съемка II, 42.
Твердости сгала I, 575.
Театры II, 122.
Телеграфъ и телефонъ II, 617, 649.
—ная пров. I, 572.
—ные столбы, I, 621, 649.
Телѣги проѣзж. дор. I, 221. II, 230, 232.
—жки передвижн. вагоновъ и паровозовъ II, 760.
—Пульмана II, 883.
Температуры высокія I, 283.
—смѣсей I, 288.
—плавл. и затверд. I, 289.
—кипѣнія I, 290.
— —воды I, 291.
—критическая I, 318.
—замерзанія I, 289.
Тендеръ II, 858, Н. Т. У. II, 861.
Теорема Менье I, 120.
—Эйлера I, 120.
Теорія соединеній I, 42.
—сочетаній I, 42.
—размѣщеній I, 42.
—вѣроятностей I, 79.
Теодолитъ II, 17, 18.
Термодинамика I, 298.
—элементъ I, 281.
—метръ I, 281, 282.
Теплоемкость I, 287.
Теплота удѣльная I, 287.
—ты единица I, 286.
— —тверд. тѣлъ I, 287.
— —газовъ и паровъ I, 288.
—плавленіе I, 291.
—та испаренія I, 291.
—ты передача I, 292; II, 132.
—ты прохожденіе I, 294; II, 143, 146, 147.
—ты мех. эквивал. I, 300.
—производительность I, 357.
Терракотты I, 582.
Термодин. законы I, 300, 301.
Термофонъ Виборга I, 284.
Тетмайера формулы I, 397.
Техн. усл. для желѣза Н. Т. У. I, 542.
— —для Германіи для желѣза I, 548.
— —литое желѣзо и литой стали I, 548.
— —лист. жел. I, 549.
— —литого сортового желѣза I, 548, 551.
— —для проволоки I, 552.
— —свар. желѣза I, 553, 556.
— —резерв. жел. I, 554.
— —листовъ пар. котловъ I, 555.
— —полосов. и фасон. жел. I, 555.
— —литой стали I, 558.
— —чугуна I, 559.
— —жел. пар. котл. I, 559.
— —трубъ I, 562.
— —романъ-цементовъ I, 589.
— —портландъ - цементовъ I, 594.
— — для смаз. мас. I, 628.
— —стекла I, 609.
— —поставки нефти I, 635.
— —керосина I, 639.
Технич сист. мѣръ I, 155.
Типографскій металлъ I, 574.
Тонны на кв. д. въ kg/qcm II, 1120.
Токъ, электр. равнѣт. II, 963.
— —перемѣнный II, 996.
Токарные станки I, 1243, 1255.
Толпа людей II, 279.
Толчеи II, 935.
Толь кровельный I, 613.
Томаса способъ II, 949.
Тоннели II, 544.
Топка котловъ I, 940, 941; II, 580.
Топливо I, 630, 936, 1178.
Тормоза I, 766, 1289, 1346.
—ной динамометръ I, 881.
—а желѣзнодорожн. II, 808—821.
—ной магнитъ I, 1295, 1298.
—съ колодками I, 766.
—ленточные I, 768.
—дифференціальные I, 768.
—центробѣжные I, 771.
—Вестингауза и Нью-Іоркъ Т. У. II, 810.
—непр. для пас. поѣзд. II, 820, 821.
Торпеды II, 518.
Топки красн. мѣди паровоза Н. Т. У. II, 828.
Торфъ I, 631.
Точильные камни I, 1249, 1255, 221.
Точка плавленія I, 289.
—кипѣнія I, 290, 291.
Траекторія I, 92.
Трактрія I, 111.
Трансмис. валы I, 717, 718.
Трансформаторы II, 1012.
Трансцендентныя уравненія, высшія I, 47.
—функціи, интегр. ихъ I, 71.
Транспортеры I, 1360.
Трапеція I, 124.
Трассовый растворъ I, 588.
Трахитъ I, 575.
Треніе въ покоѣ I, 216.
—скользящее I, 216.
—катящееся I, 221.
—сверлящее I, 217.
—уголъ I, 216.
—телѣгъ I, 221.
—полозьевъ I, 221.
—я работа I, 222, 190.
—въ клинѣ I, 223.
—клиноваго пресса I, 223.
—цапфъ I, 225, 227.
—въ пятахъ I, 226.
—подшипн. на шарикахъ I, 230.
—зубчатыхъ колесъ I, 233.

НТБ ДНУЖТ

—манжеть I, 773.
—въ винтѣ I, 231.
—отъ жесткости гибкаго тѣла I, 235.
Трехцил. пар. маш. I, 1090.
Трехфазный токъ II, 997.
Треугольники плоскіе I, 56, 123, 209.
— —косоугольные I, 57.
— —прямоугольные I, 57.
—сферическіе I, 58.
Триммъ у судовъ II, 445, 458, 470.
Трика золотникъ I, 1106.
Тригонометрич. ряды I, 52.
—таблицы I, 24—26.
—опредѣленіе точекъ II, 57.
Тріангуляц. съемка II, 57.
Троссы судовы II, 512, 513.
Трубы зрител. II, 10, 20, 27.
—для непрерывныхъ тормозовъ вагон. II, 818.
—подъ насып. ж. д. II, 694. 681.
—жаровыя I, 961, 989, 1011, 991.
—водопров. I, 810—824; II, 204.
—волнистыя жел. I, 1011.
—Монье I, 605.
—дымовыя I, 949.
—гончарныя I, 583.
—цементныя I, 694.
—дымовыя I, 949.
— —паровозовъ II, 837.
— —въ домахъ II, 150.
—I, 485, 562, 810.
—чугун. I, 810, 485.
—пружинящія I, 830.
—желѣзныя I, 485, 562, 825; II, 156.
—красной мѣди I, 829. **Н. Т. У.** II, 829.
—гончарныя I, 583.
—бетонные I, 604.
—газовыя, нарѣзки I, 826.
—стальныя I, 829.
—Манцесманна I, 829.
—бронзовыя и латун. I, 831, 832.
—латунныя I, 831, 832.
—для пара высокаго давленія I, 836—841.
—твердаго свинца I, 842.
—мягкаго свинца I, 843, 844.
—оловянныя I, 845.
—гибкія подъ водой I, 833.
—дымог. I, 827, 1009; II, 835.
—чугун. водопр. I, 812—824; II, 204.
—кам. канализац. II, 214.
— —**Н. Т. У.** II, 835.
—обсадныя для артез. колодц. I, 828.
—водосточныя II, 112.
—клепанныя I, 825.
—заварныя I, 826.
—гибкія I, 846.
—высокаго давленія I, 834.
—ребристыя I, 827.
—треніе въ нихъ I, 258; II, 156.
Трубопроводъ высок. давл. I, 834—841.
—теплов. двигателей I, 1220.
—движеніе въ нихъ воды I, 252, 265.
— —газа I, 351.
Турбины водяныя I, 901.
— —детали I, 926.
—паровыя I, 1161.
—де Лаваля I, 1165.
—Целли I, 1170.
—Парсонса I, 1168.
—Рато I, 1172.
—Ридл.-Штумифа I, 1173.
—Коргисъ I, 1174.
—Кольбъ I, 1175.
Туффъ I, 577.
Тюрьмы II, 123.
Тяговые приборы II, 801.
—ой крюкъ II, 801.
Тяжесть I, 153.

У

Уатта параллелограммъ I, 807.
Уаттъ II, 959.
Углекислоты, объемъ I, 326
—лыя машины I, 341.
—пары I, 326, 339, 340.
—выдѣлаем. человѣкомъ II, 131.
Угловыя скорости I, 140.
—ое ускореніе I. 140.
Углы измѣреніе II, 20.
Уголь камен. I, 359, 631.
—бурый I, 631.
—древесный I, 636.
—спекающійся I, 631.
Уголъ тренія I, 216.
—кручения I, 455.
Угломѣр. приб. II, 7, 14, 15.
Ударъ прямой I, 214.
—морск. волнъ I, 275.
—воды I, 272.
Удлиненія продольныя I, 372, 375.
—эллипсъ I, 406.
—коэф-тъ I, 373.
Удѣльная теплота I, 286.
— —тверд. и жид. тѣлъ I, 287, 491, 495.
— —газовъ и паровъ I, 288, 496.
—ый вѣсъ тѣла I, 490.
— —воды I, 276.
— —газа I, 490.
— —воздуха I, 1433.
— —земли I, 490.
— —твердыхъ тѣлъ I, 491.
— —жидкостей I, 495.
— —алкоголя I, 496.
— —газовъ и паровъ I, 496.
—ый объемъ воздуха I, 1433.
Узелъ, скор. суд. II, 527.
Уитстона мостикъ II, 963.
Уклоны жел. дор. II, 640, 598, 627.
—шоссейн. дор. II, 237, 241.
Улицы городскія II, 255.
—освѣщеніе II, 1092.
—чистка II, 269.
Упругости модуль, для гибкихъ тѣлъ I, 373.
—гая деформ. балокъ I, 412.
—гая линія I, 412.
—гости модуль I, 373.
—предѣлъ I, 375.
Уравненія I, 44.
—первой степени I, 44.
— — —съ 2 неизвѣстн. I, 44.
— — —съ 3 неизвѣстн. I, 44.
—второй степени I, 45.
—третьей степени I, 46.
—алгебр. и трансц. I, 47.
— — — —граф. рѣш. I, 47.
—дифференціальныя I, 75.
—Эйлера I, 239, 242, 393.
—Клапейрона I, 319.
Уровень II, 18, 19, 31.
—карманный II, 32.
Усадка дерева I, 617.
—металловъ I, 285, 617; II, 947.
Ускореніе I, 136, 142, 139, 187.
—плоскостное I, 183.
—угловое I, 140.
Устойчивость I, 241.
—судовъ II, 458.
Ушир. пути въ крив. II, 686.
Ушки, I, 764.

Ф.

Фалькенберга діагр. II, 1094.
Фарадъ электр. II, 959.
Фарадея законъ II, 965.
Фаренгейта термом. I, 281, 282.
Фасонныя части трубопров. I, 814, 819, 830.
Фахверковыя стѣны II, 88.
Ферберна краянъ I, 1274.
Фермы Паули II, 341.
—Полонсо II, 93, 343.
—рѣшетч. и раскос. II, 323.
—Гау деревянныя II, 301.
—съ параллельными поясами II, 338.
—парабол. II, 339.
—Шведлера II, 341.

НТБ ДНУЖТ

—англійскія II, 344.
—Гербера II, 333, 321.
—арочныя II, 346.
—для газохранилищъ II, 352.
—купольныя II, 359.
—со сплошн. стѣнк. II, 420.
—въ пространствѣ II, 352.
—треугольныя II, 325.
—шатровая II, 345.
—подвѣсная II, 116, 362.
—для башенъ II, 354.
—балочныхъ мостовъ II, 425.
Физическій маятникъ I, 200.
Фильтры I, 269; II, 187, 189, 183.
Фильтраціон. песокъ I, 269.
Финка лопатки I, 906.
—парораспредѣл. I, 1136.
Фланцевыя соедин. трубъ I, 840.
Формовочныя машины I, 1224.
Фокса трубы I, 1011.
Фонтанная струя I, 271.
Формула Моавра I, 41.
—Ньютона I, 48.
—Кардана I, 46.
—Гаусса I, 58.
—ы Эйлера I, 239, 242, 399.
—ы Тетмайера I, 397.
—Навье I, 398.
—ы химич. элем. I, 487.
—Фруда II, 531.
—Ранкина II, 532.
—Афанасьева II, 536.
—Кирка и Миддендорфа II, 532, 533.
—барометрическая II, 50.
Форсунки
—Шухова, Уркгардта, Данилина, Береснева, Кертинга, Симплексъ I, 941—948.
Фосфористая бронза I, 571.
Фотометръ II, 1083.
—графич. планшетъ II, 55.
Фрезерные станки I, 1245, 1254.
Фрикціонныя муфты I, 727, 729.
—колеса I, 686.
—собачки I, 766.
Фундаментн. стѣны II, 74, 81.
—барабановъ, I, 1264.
Функціи круговыя I, 52.
—тригон. одного угла I, 53.
— —двухъ угловъ I, 53.
— —кратныхъ угловъ и частей угла I, 53.
—гиперболическія I, 59.
—раціон. интегр. ихъ I, 67.
—ирращ. интегр. I, 69.
—трансцендентныя, интегрированіе I, 71.
—силовая I, 179.
Фурмы домен. печей II, 937.
Фунты въ kg II, 1118.
Футы куб. въ cbm II, 1116.
—въ вершк., саж. и mm II, 1126.

X.

Характеристика логар. I, 41.
Химическіе элементы I, 487.
—кія формулы I, 487.
Хлопчатобум. канаты I, 706.
Холодильная машина I, 334.
— —коэф. произв. I, 336.
—ики паров. маш. I, 1150; II, 566.
—возвратные I, 1160.
—судовыхъ машинъ II, 566.
Хорда круговой дуги I, 34.
Храповыя колеса I, 765.

Ц.

Цапфы давленіе I, 711.
—треніе, 225, 228, 230.
Цвѣта отпуска стали I, 504.
—каленія желѣза I, 284.
—нагрѣва стали при отпускѣ I, 540.
Целли турбина I, 1170.
Цельсія термометръ I, 281.
Центральное отопл. II, 152.
Цейнера діаграмма I, 1096, 1099.
—табл. для пара I, 321—324.
Центробѣжный мом. I, 204, 205.
—ная сила I, 189, 198.
—тормозъ I, 771.
—ые регуляторы I, 863.
—насосъ I, 1398, 1420.
—вентиляторъ I, 1421.
Центростремит. сила I, 187.
Центръ круга кривизны I, 90.
—параллельныхъ силъ I, 169.
Цементъ роман. Т. У. I, 589.
—портл. Т. У. I, 594.
Цементный растворъ I, 587, 588.
—ные камни I, 603.
—ный бетонъ I, 602.
—ная сталь I, 503.
Центръ тяжести I, 170.
— —линій I, 173.
— —плоскихъ фигуръ I, 173.
— —произв. площади I, 171.
— —бок. пов. тѣлъ I, 175.
— —объемовъ тѣлъ I, 176.
— —опредѣленіе посредствомъ чертежа I, 172.
—ра тяжести движеніе I, 195.
Цилиндръ, I, 122, 128, 176, 808, 1210.
—ическое днище I, 483.
—ическая подкова I, 129, 176.
—ъ полый, сопротивл. его I, 483.
—паров. машинъ I, 1139; II, 555.
—тепл. двиг. I, 1210.
—ическія воздуход. I, 1432.
—овъ смазка I, 1446.
Циклоида I, 104.
—альное зацѣпленіе I, 666.
Цинкъ I, 381, 566.
—овые листы гладкіе волнистые I, 566, 567.
Циссоида I, 112.
Цистерна на 750 пуд. II, 903.
Цобеля цѣпи I, 759, 760.
—Цуппингера колесо I, 899.
Цѣпи I, 753.
—судовыя якорныя II, 496, 512, 513.
—ная линія I, 110, 690.
—крановыя и судовыя I, 754; II, 497.
—калиброванныя I, 755—757.
—Галля I, 758, 760.
—Цобеля I, 759, 760.
—Штотца I, 761.
—ные блоки I, 756—759.
— —барабаны I, 756.
—ные вапы I, 758.
—ной насосъ I, 1394.
—ь мѣрная II, 1.
—ь запасн., вагон. II, 804.
—ковшевая I, 1380.
—кой мостъ II, 336.
—ные транспортеры I, 1351.

Ч.

Чанъ, объемъ I, 130.
Частич. вѣсъ элем. I, 487.
Чебышева правило I, 127; II, 449, 451.
—параллелограммъ I, 807.
Человѣкъ, производительность I, 884.
Червяч. колеса I, 675, 682.
Черепица I, 583.
Черпательныя машины I, 1394.
Четверолистникъ, уравненіе I, 112.
Чистка улицъ II, 269.
Чугунъ I, 502, 505, 559, 377.
—по-литейн. произв. II, 944.

Ш.

Шагомѣръ II, 3.
Шагъ человѣка II, 3.

НТБ ДНУЖТ

Шамоттные камни I, 583.
Шары стальные I, 147, 230, 738.
Шахтные вентиляторы I, 1429, 1430.
Шатуны I, 796; II, 559.
Шаръ I, 122, 33.
—а объемы I, 33.
—овой поясъ I, 177,
—ими въ подшипн. I, 147, 230, 737.
—ъ полый, сопрот. его I, 486.
Шатровыя крыши II, 345.
Шведлера фермы II, 341.
Шейки осевыя, предѣльные размѣры II, 792.
Шепингъ станки I, 1243.
Шины колесныя ж. д. II, 780.
Н. Т. У. II, 780.
—укрѣпл. II, 783.
—наим. разм. II, 782.
Шкивы I, 696.
—вѣсъ ихъ I, 698, 708.
—ступенчатые I, 639, 1239.
—канатные вѣсъ I, 708.
Школы II, 121.
Шлаковые камни I, 580.
Шлюпки II, 502, 503, 514.
Шмидта котлы I, 972.
Шоссе II, 235, 239, 240.
Шпангоуты II, 445.
Шпунтовыя стѣнки II, 63.
Шпилли якорные II, 497.
Шпренгельная система II, 116, 362.
Шпонки I, 643.
Штольни II, 175.
Штотца цѣпь I, 761.
Штейнмюллера кот. I, 975.
Штукатурка стѣнъ II, 77.
Шурупы рельс. **Н.Т.У.** II, 726.
Шухова котелъ I, 978.

Щ.

Щебень II, 239, 247.

Э.

Эванса коромысло I, 803.
Эволюта кривой I, 90.
Эвольвента кривой I, 90.
Эйлера законъ I, 120.
—формулы I, 239, 242, 393.
Эксцентрики I, 794.
Эквивалентъ механ. I, 300.
Эккеръ II, 9.
—двухзеркальный II, 8.
—призматическій II, 9.
—двухпризменный II, 10.
Элеваторъ I, 1354, 1375, 1386.
Элинги, спускъ судовъ II, 472.
Электротехника II, 959.
—ическія установки правила II, 1060.
—ическія дороги II, 1055.
—ическое освѣщеніе II, 1046.
—ическіе провода II, 1070.
—ическія един. мѣръ II, 959.
—ическій подъемн. I, 1221.
—ическій кранъ I, 1184, 1203.
—ическіе законы II, 962.
—олизъ II, 965.
—омагнетизмъ II, 967.
—одвигатели постоян. тока II, 975.
—перемѣн. тока II, 996, 1077.
Элемент. перемѣщ. I, 144.
—вращеніе I, 144.
Элементы химич. I, 487.
—гальваническіе II, 971.
Эллипсъ I, 94, 211.
—движенія золотника I, 1096.
—соидъ I, 121.
—тическій параб. I, 121.
—соидъ инерціи I, 203.
— —централ. I, 204.
Эллипсъ инерцій I, 205.
—тическія колеса I, 677.
—тическое коромысло I, 803.
—съ центральн. I, 205.
Эмальировка желѣза I, 564.
Энергія кинетич. I, 179.
Энтропія I, 301, 305.
Эпициклоида I, 105.
—удлин. или укороч. I, 107.

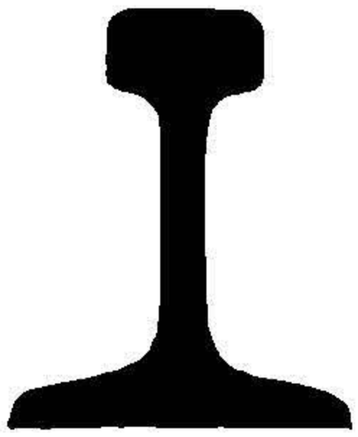
Я.

Ядро сѣченія I, 459.
Якоря динамом. II, 979.
—ныя цѣпи I, 754; II, 496, 512, 513.
—я судовые II, 496.
Ямы кочегарныя II, 771.
—угольныя суд. II, 486.
Ящики опускные II, 68.
Якорные шпилли II, 497.

НТБ ДНУЖТ

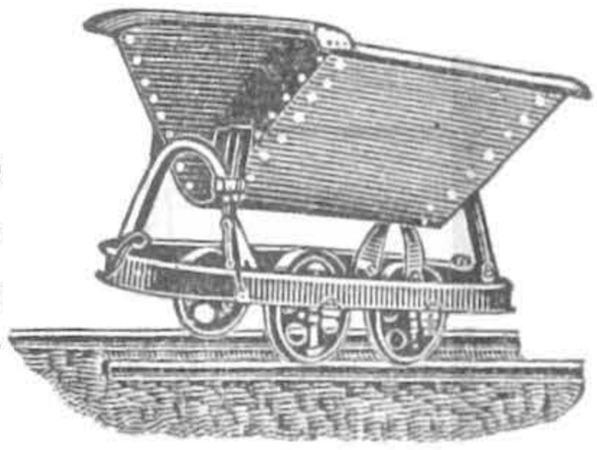
Л. И. ТИЛЬМАНСЪ

МОСКВА, Мясницкая, противъ телеграфа.



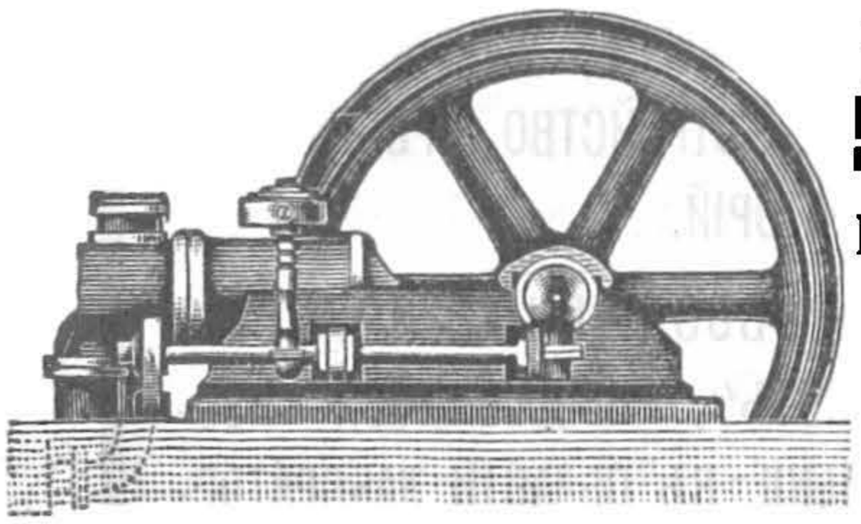
ПОСТОЯННЫЙ СКЛАДЪ

рельсовъ со скрѣпленіями, стальн. шпалъ, стрѣлокъ, поворотн. круговъ, буксъ, скатовъ, вагонетокъ, паровозовъ для



УЗКОКОЛЕЙНЫХЪ ПОДЪѢЗДНЫХЪ ПУТЕЙ

для ручной, конной, паровой и электрической тяги.



ДВИГАТЕЛИ

ГАЗО-ГЕНЕРАТОРНЫЕ,
КЕРОСИНОВЫЕ,
НЕФТЯНЫЕ

ПОСТОЯННО НА СКЛАДѢ.

ПАРОВЫЯ МАШИНЫ, ЛОКОМОБИЛИ, ПАРОВЫЕ КАТКИ,
ЭСКАВАТОРЫ и проч. всемірно-извѣстнаго завода

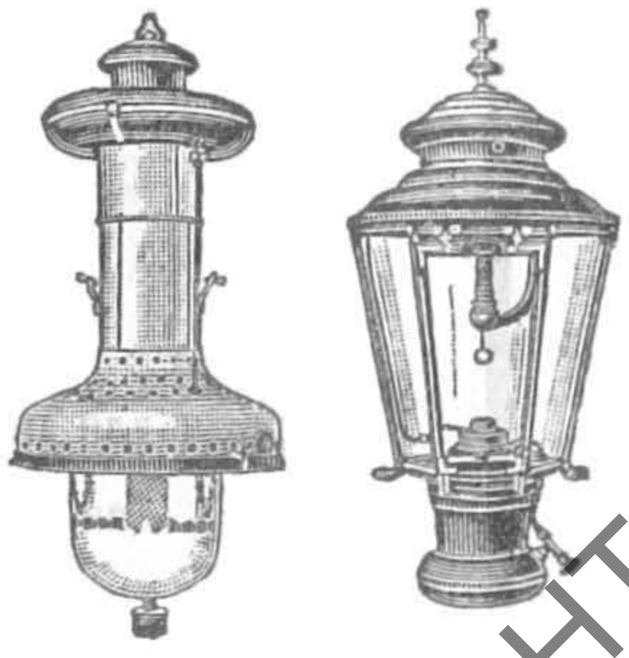
РУСТОНЪ, ПРОКТОРЪ и К°

въ Линкольнѣ (Англія).

КЕРОСИНО-КАЛИЛЬНОЕ

освѣщеніе системы **ГАЛКИНА**

ЛАМПЫ и ФОНАРИ
отъ 500 до 1350 свѣчей
ПОСТОЯННО НА СКЛАДѢ.

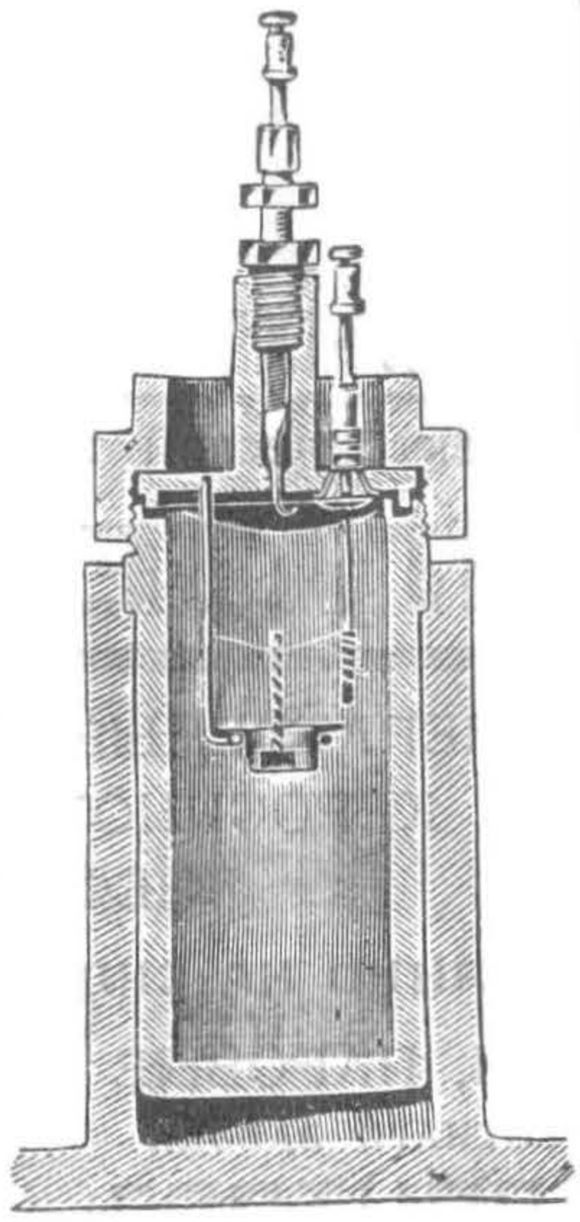


НТБ ДНУЖТ

ФРАНЦЪ ГУГЕРСГОФЪ,

Поставщикъ Департамента Земледѣлія.

МОСКВА, Рождественскій бульваръ, домъ МАТТЕРНЪ.



ПОЛНОЕ УСТРОЙСТВО ХИМИЧЕСКИХЪ ЛАБОРАТОРІЙ, ОБОРУДОВАНІЕ ХИМИКО-ТЕХНИЧЕСКИХЪ ЛАБОРАТОРІЙ ДЛЯ ФАБРИКЪ И ЗАВОДОВЪ. ПИРОМЕТРЫ ВАННЕРА И ЛЕ-ШАТЕЛЬЕ; КАЛОРИМЕТРИЧЕСКІЯ БОМБЫ ЛАНГБЕЙНЪ, МАЛЕРЪ, БЕРТЛО И ДР.; ПОЛНОЕ УСТРОЙСТВО ПРОБИРНЫХЪ ЛАБОРАТОРІЙ.

ГАЗОВОЗДУШНЫЕ ПРИБОРЫ „ГЕРБСТЪ“, ВЫДАЮЩЕЕСЯ ИЗОБРѢТЕНІЕ ВЪ ОБЛАСТИ ЛАБОРАТОРНАГО ДѢЛА И ОСВѢЩЕНІЯ, А ТАКЖЕ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХЪ ЦѢЛЕЙ.

СВЫШЕ 60 МЕДАЛЕЙ и НАГРАДЪ.

Телефонъ 98-88.

Адресъ для писемъ: **Коммерческій ящикъ, № 418.**

Адресъ для телеграммъ: **Москва, ГУГЕРСГОФЪ.**

НТБ ДНУЖТ

Л. Ф. ПЛО, въ Москвѣ.

(Фирма основана въ 1868 году.)

Главная контора въ Москвѣ, Мясницкая, д. Ермак. богад.

Адресъ для телеграммъ: **«Плотъ—Москва».**

СКЛАДЪ

всевозможныхъ техническихъ принадлежностей, станковъ и машинъ для фабрикъ, заводовъ и желѣзныхъ дорогъ.

МЕХАНИЧЕСКІЙ ЗАВОДЪ ВЪ МОСКВѢ

изготовляетъ, какъ спеціальность: инструменты для укладки и ремонта желѣзнодорожнаго пути, вагонетки, дрезины, стрѣлочныя части, всевозможные подъемные снаряды, какъ-то: краны, лебедки, домкраты и т. п., чугунную арматуру и т. д.

Румпенгофскій напилочный заводъ въ Ригѣ.

Исключительная спеціальность: напильники высшаго качества марки „СОВА“.

ФИРМА СОСТОИТЪ ПРЕДСТАВИТЕЛЕМЪ НА:

Водотрубные котлы „СТЕРЛИНГЪ“.
Вѣсы „АВЕРИ“.
Самозапорные клапаны „ГЮБНЕРЪ и МАЙЕРЪ“.
Патентованные поршневые водомѣры „ГЮБНЕРЪ и МАЙЕРЪ“.
Анализаторы топочныхъ газовъ „СИМЕНСЪ-АБАДИ“.
Сталь „ГОЛЬЦЕРА“.
Ремни „ДОМАНЖЪ“.

Издѣлія изъ марганц. стали для драгъ, золотопромышлен. дѣла, землечерпалокъ зав. „Гадфильдъ“, въ Шеффильдѣ.

ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЯ и ПАРОВЫЯ УСТАНОВКИ.

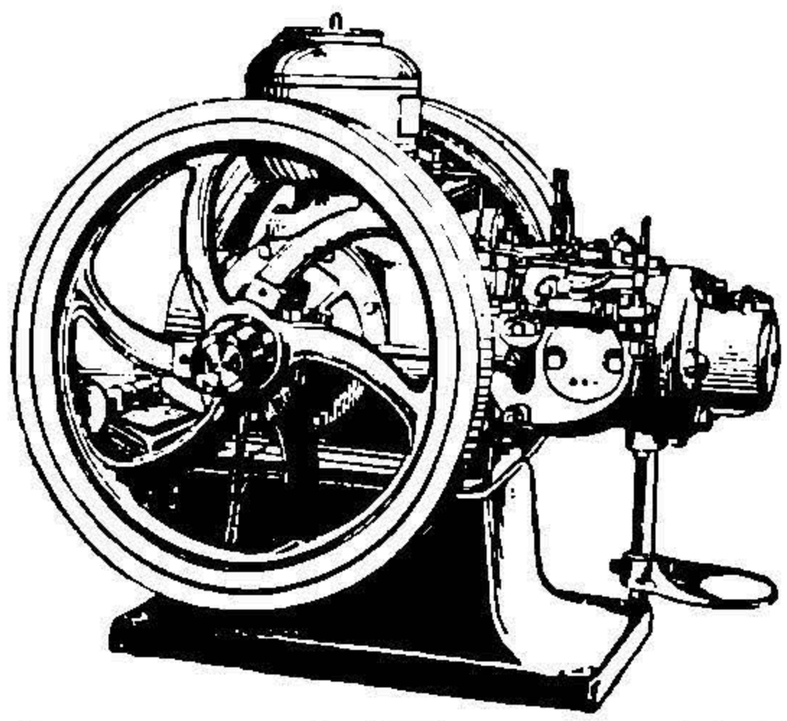
НТБ ДНУЖТ

БОЛИНДЕРЪ

ИЗВѢСТНЫЙ ШВЕДСКІЙ

НЕФТЯНОЙ

ДВИГАТЕЛЬ.



Главный представитель:

Эмиль Гамринъ.

МОСКВА,

Мясницкая, 24, д. Императорскаго Строгановск. училища.

Для мельницъ, заводовъ, электрическаго освѣщенія и другихъ цѣлей

горизонтальные, вертикальные и локомобильные.

Двухцилиндровые двигатели, т.-е. съ двумя кривошипами, обыкновенные и реверсивные, т.-е. съ правымъ и лѣвымъ ходомъ, мощностью отъ 5—320 силъ.

НТБ ДНУЖТ

Торговый домъ подъ фирмой

Э. ВЕЙДЕ и К°

МОСКВА.

Мясницкая, домъ № 24 Строгановскаго училища

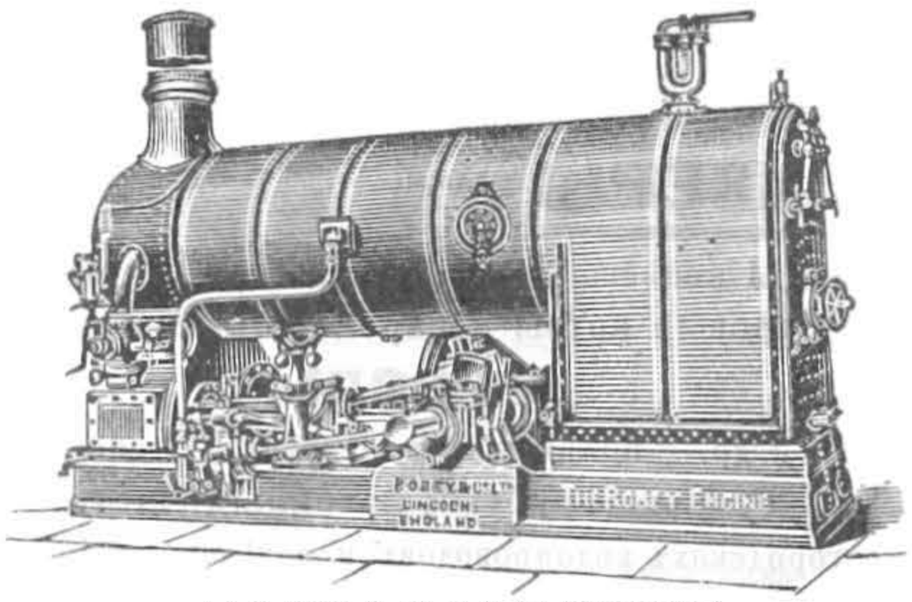
ВХОДЪ СЪ БАНКОВСКАГО ПЕР.

ВЛАДѢЛЬЦЫ:

Э. А. Шульцъ и Э. Е. Вейде.

ЕДИНСТВЕННЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ

АНГЛІЙСК. МАШИНОСТР. АКЦІОНЕРН. ОБЩЕСТВА РОБЕЙ и К°



ПЕРВОКЛАССНЫЕ

ПАРОВЫЯ МАШИНЫ и ЛОКОМОБИЛИ.

Телеграммы: „Эдвейде, Москва“.

НТБ ДНУЖТ

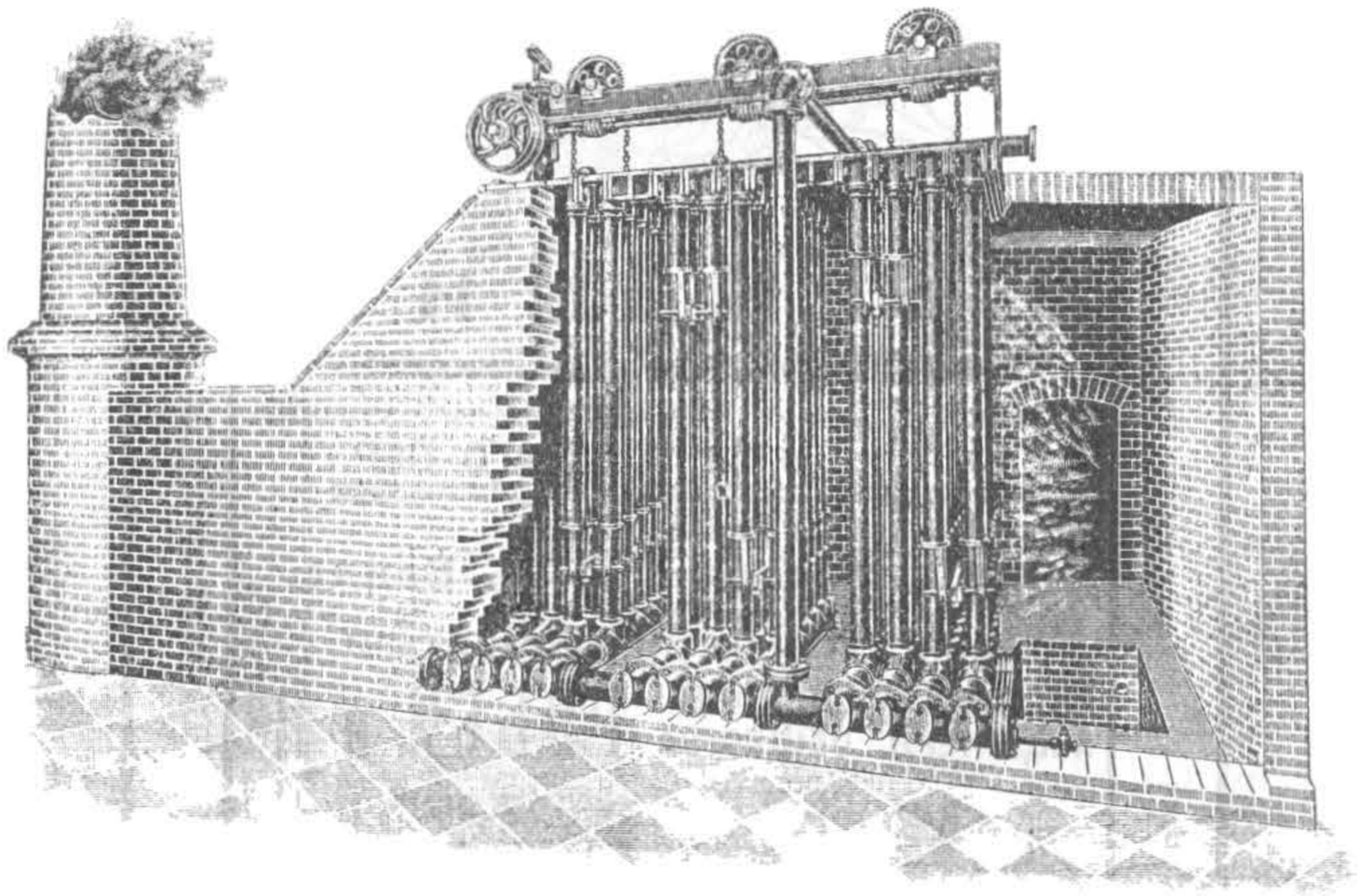
АДМИНИСТРАЦІЯ ПО ДѢЛАМЪ

ТОВАРИЩЕСТВА ЧУГУНО-ЛИТЕЙНАГО и МАШИНО-СТРОИТЕЛЬНАГО ПРОИЗВОДСТВЪ

ДОБРОВЫХЪ и НАБГОЛЬЦЪ.

ЗАВОДЫ: въ Москвѣ и Нижнемъ-Новгородѣ.

ОТДѢЛЕНІЯ и ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА: въ Екатеринбургѣ, Екатеринославѣ, Курскѣ, Николаевѣ, Полтавѣ, Самарѣ, Саратовѣ и Ростовѣ п/Д.



ЭКОНОМАЙЗЕРЫ для подогрѣванія воды, питающей паровые котлы.

ПАРОВЫЯ МАШИНЫ новѣйшихъ конструкцій. **НЕФТЯНЫЕ ДВИГАТЕЛИ.**

Паровые котлы и пароперегрѣватели.

ТУРБИНЫ системы „Франсисъ“ и др. **ПРИВОДЫ** новѣйшихъ конструкцій. **НАСОСЫ** сист. Вортингтонъ и др.

Чугунныя трубы и фасонныя части.

ОБОРУДОВАНІЕ: городскихъ водопроводовъ и водоснабженія желѣзныхъ дорогъ.

ОБОРУДОВАНІЕ СКОТОБОЕНЪ.

Устройство парового и водянаго отопленій и вентиляцій.

Механическіе ткацкіе станки и приготовительныя машины къ нимъ.

ВСѢ МЕЛЬНИЧНЫЯ МАШИНЫ и ПРИНАДЛЕЖНОСТИ.

ПОЛНЫЯ ОБОРУДОВАНІЯ: крупчатныхъ, пеклеванныхъ и ржаныхъ мельницъ, крупорушекъ и просорушекъ со всѣми послѣдними усовершенствованіями при деревянномъ и желѣзномъ (несгораемомъ) устройствахъ.

ПОСТРОЙКА ПАРОХОДОВЪ, БАРЖЕЙ И ПРОЧ.

Чугунныя и желѣзныя лѣстницы, балконы, часовни, подъѣзды, ворота, колонны и стропила.

НТБ ДНУЖТ

С.-ПЕТЕРБУРГЪ,
Вознесенскій просп., 36.

МОСКВА,
Маросейка, 10.

Фирма основана въ 1858 году.

Р. КОЛЬБЕ.

С.-Петербургъ, Вознесенскій пр., 36, соб. домъ.

Адресъ для телеграммъ: **Еркольбе, С.-Петербургъ.**

Главныя представительства:

Акціонернаго О-ва „ВЕСТОНЪ“, Берлинъ,
ИЗМѢРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.

Общества Г. АРОНЪ, Шарлотенбургъ,
ЭЛЕКТРИЧЕСКІЕ СЧЕТЧИКИ

И МНОГИХЪ ДРУГИХЪ КРУПНѢЙШИХЪ РУССКИХЪ И ЗАГРАНИЧНЫХЪ ЗАВОДОВЪ.

Обширные склады электрическихъ матеріаловъ:

ВСЯКАГО РОДА МАШИНЪ, ДИНАМО, ЭЛЕКТРОМОТОРОВЪ, ИЗМѢРИТЕЛЬНЫХЪ ПРИБОРОВЪ, АРМАТУРЪ И ВСЯКАГО РОДА УСТАНОВОЧНЫХЪ МАТЕРІАЛОВЪ.

Обширные склады техническихъ матеріаловъ:

ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

газогенераторные, нефтяные - патентъ **„ЛИЦЕНМЕЙЕРЪ“**, двухтактные **„СВЕА“**, постоянные, локомобильные и судовые, манометры и физическіе приборы, мѣдная и чугунная арматура и паро-водопроводные и всякаго другого рода техническія принадлежности и т. п.

Проспекты и каталоги высылаются по первому требованію.

Телефонъ:

С.-Петербургъ: 24-06. **Москва: 15-92.**

НТБ ДНУЖТ

КОМПАНІЯ

С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО МЕТАЛЛИЧЕСКАГО ЗАВОДА.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ (Выб. стор.), Полюстровская наб., 19. Телефонъ № 361.

БАШЕННЫЯ УСТАНОВКИ, ОРУДІЙНЫЕ СТАНКИ, МИННЫЕ АППАРАТЫ, МИННЫЕ КОРПУСА, СНАРЯДЫ ДЛЯ СУХОПУТНОЙ И МОРСКОЙ АРТИЛЛЕРІИ, ПОДЪЕМНЫЕ КРАНЫ, ДОКИ, ПОДАЧА БОЕВЫХЪ ПРИПАСОВЪ.

ТУРБО-ГЕНЕРАТОРЫ.

ТУРБО-НАСОСЫ.

ТУРБО-КОМПРЕССОРЫ.

ПАРОВЫЯ ТУРБИНЫ

для приведенія въ дѣйствіе быстроходныхъ судовъ.

ПАРОВЫЕ КОТЛЫ РАЗНЫХЪ СИСТЕМЪ.

ВОДОТРУБНЫЕ КОТЛЫ системы БАБКОКЪ и ВИЛЬКОКСЪ

съ выключающимися пароперегрѣвателями.

КОТЛЫ УАЙТЪ-ФОРСТЕРЪ.

Желѣзныя конструкціи, отопленіе и вентиляція.

МОСТЫ ЖЕЛѢЗНОДОРОЖНЫЕ и ШОССЕЙНЫЕ. ПОВОРОТНЫЕ КРУГИ. ТРУБЫ ОЦИНКОВАННАГО ВОЛНИСТАГО ЖЕЛѢЗА ПОДЪ НАСЫПИ ЖЕЛѢЗНЫХЪ ДОРОГЪ.

НТБ ДНУЖТ

Торговый Домъ

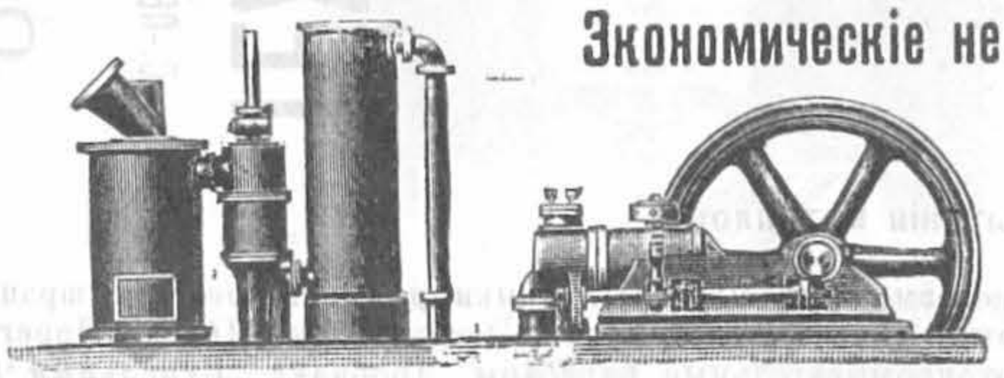
В. ЖУКОВСКІЙ

С.-ПЕТЕРБУРГЪ, Невскій, 97. Тел. 21-55.

САМАЯ ДЕШЕВАЯ СИЛА при раціональномъ устройствѣ заводовъ до **75%** ЭКОНОМІИ топлива.

ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

работаютъ антрацитомъ, коксомъ, древ. углемъ.



Экономическіе нефтяные ДВИГАТЕЛИ

УПРОЩЕННОЙ КОНСТРУКЦІИ.

АМЕРИКАНСКІЯ ТУРБИНЫ

Водяные двигатели „САМСОНЪ“ даютъ возможность наивыгоднѣйшимъ образомъ использовать водяную силу.

83% полезнаго дѣйствія. ✣ **СТАЛЬНЫЯ ЛОПАТКИ.**

ДОСТУПНЫЯ ЦѢНЫ.

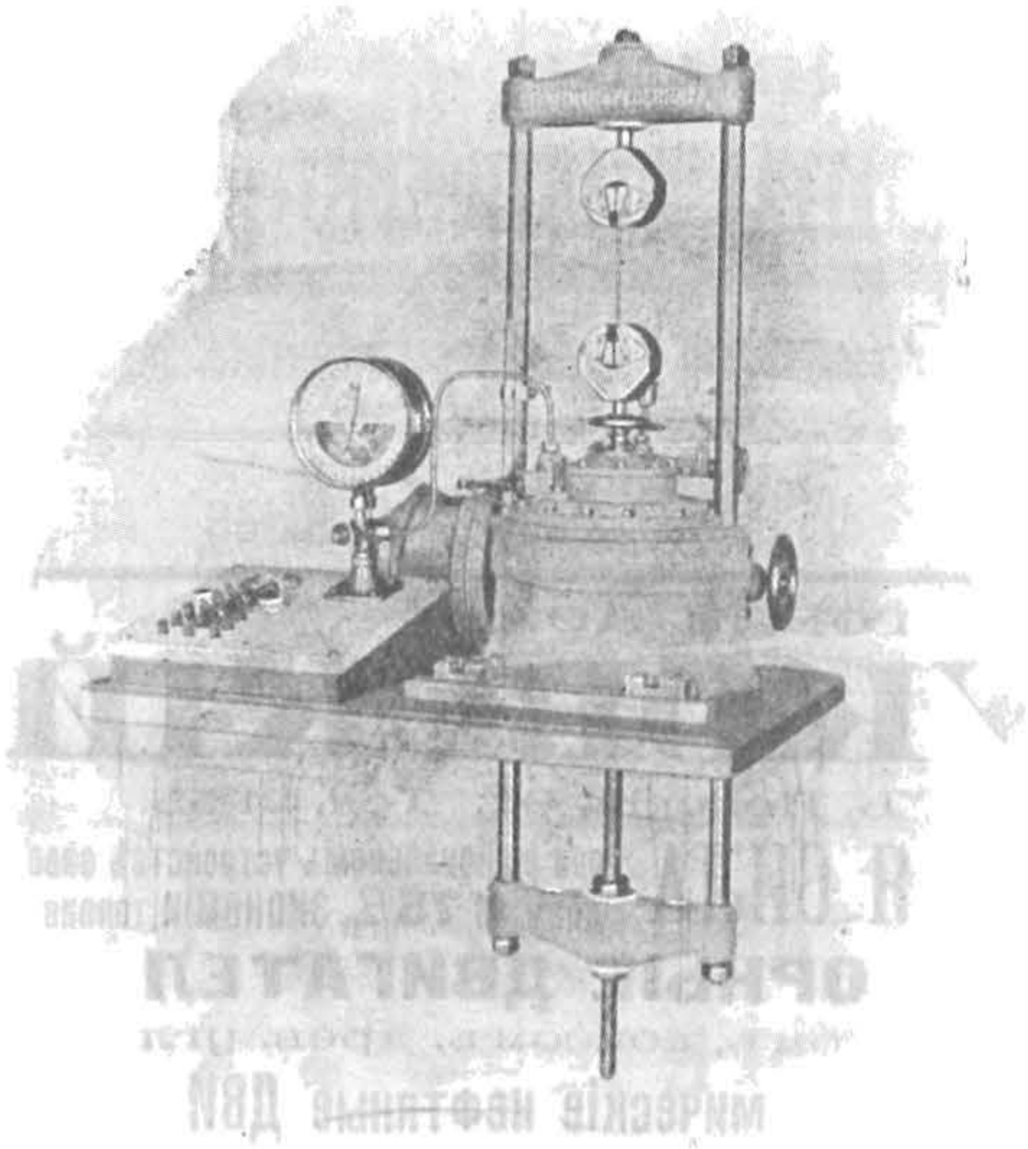
Расходъ воды согласно работѣ. ═ **КАТАЛОГИ ПО ТРЕБОВАНІЮ.**

НТБ ДНУЖТ

ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНТОРА

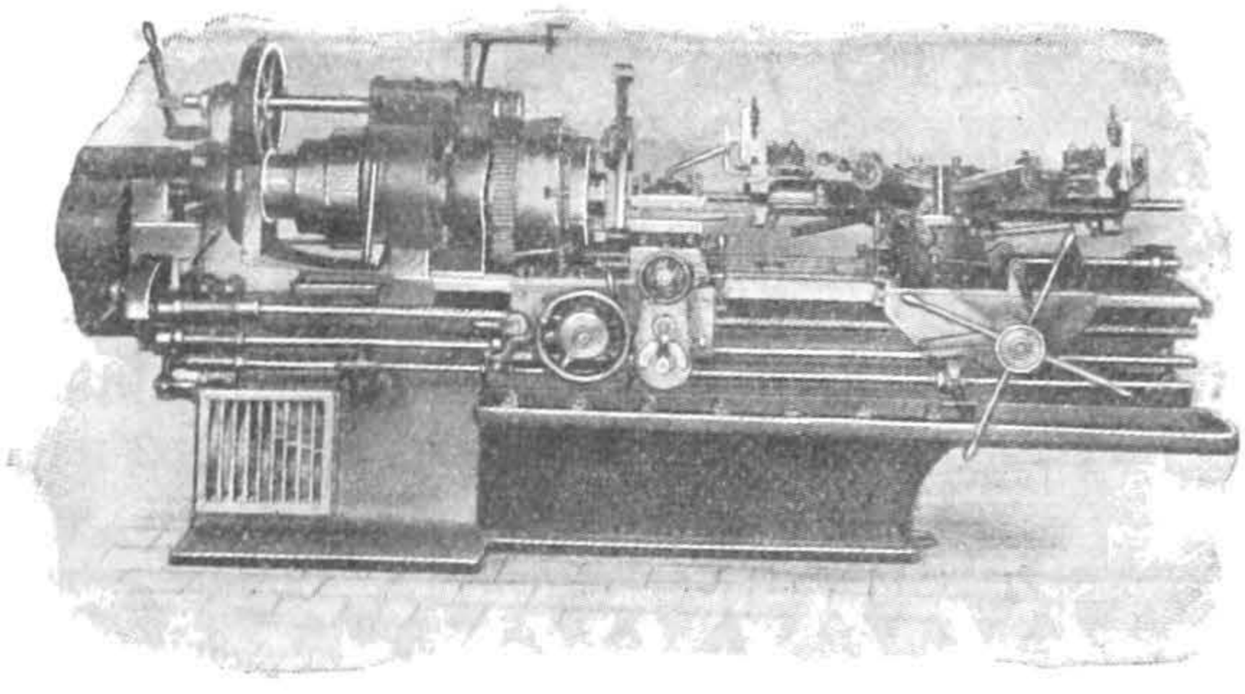
С.-ПЕТЕРБУРГЪ, Почтамтская, 4. ✠ МОСКВА, Мясницкая, 13.

Отдѣленіе въ ТАШКЕНТѢ.



Машина для испытанія металловъ.

Насосы, аккумуляторы и всевозможные пресса и станки для изготовленія шрапнелей, орудійныхъ и оружейныхъ гильзъ и патроновъ. Экскаваторы. Драги. Перегружатели. Подъемники. Золотопромывательные барабаны. Дробилки. Бурильныя машины. Шахтныя паровыя и электрическія лебедки. Паровозы. Вагончики. Подъѣздной желѣзнодорожный путь. Вѣсы. Проволочно-канатныя дороги. Стальные канаты. Кожаные и верблюжьи ремни. Безопасные и обыкновенные паровые котлы. Паровыя машины. Станки для различныхъ цѣлей. Трансмиссіи. Испытательныя машины для разнаго рода матеріаловъ, металловъ, цѣпей, якорей и т. д. Динамомашины и электромоторы.



Револьверный токарный станокъ.

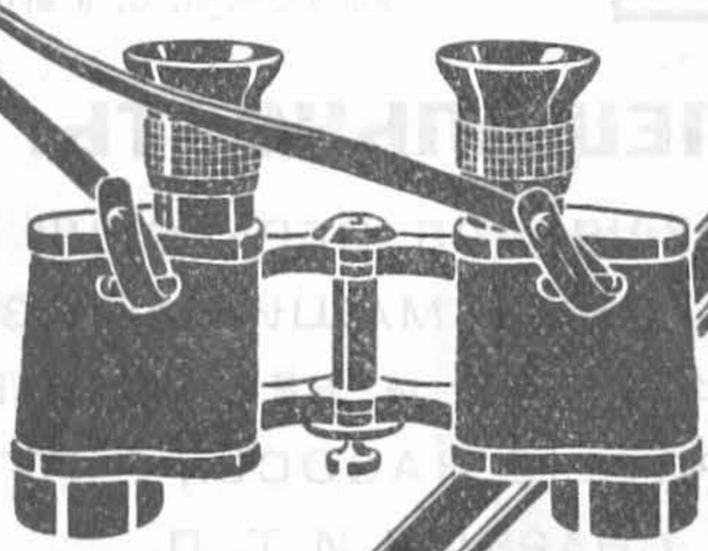
Каталоги и смѣты высылаются безвозмездно по первому требованію немедленно.

НТБ ДНУЖТ

КАРЛЪ ЦЕЙССЪ.

С.-Петербургъ, КАРЛЪ ЦЕЙССЪ С.-ПЕТЕРБУРГЪ Казанская ул., 2.

БИНОКЛИ, КАМЕРЫ ФОТОГР. ОБЪЕКТИВЫ.



ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХЪ И ТОПОГРАФИЧЕСКИХЪ РАБОТЪ:

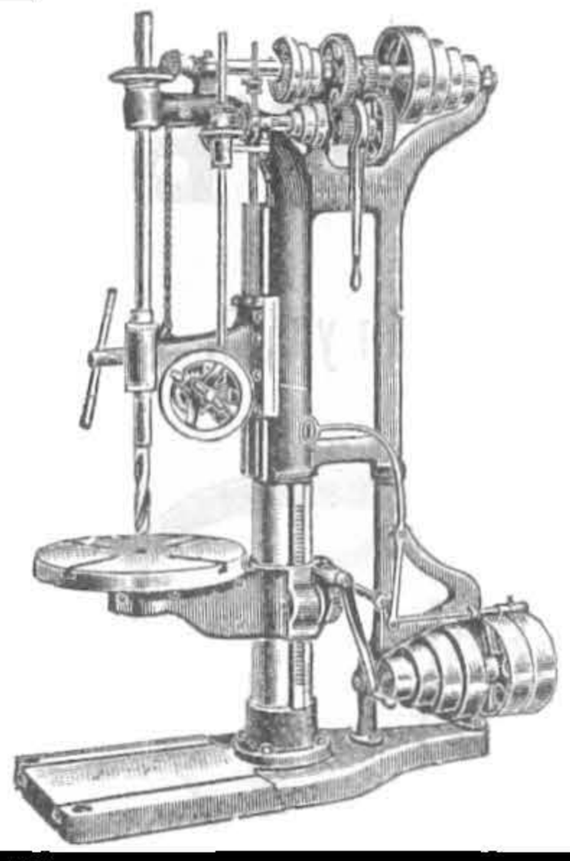
ФОТОТЕОДОЛИТЫ, СТЕРЕО-КОМПАРАТОРЫ И ДРУГІЕ ИНСТРУМ.

МИКРОСКОПЫ СПЕЦІАЛЬНО ДЛЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ МЕТАЛЛОВЪ и ВОЛОКНИСТОЙ ТКАНИ.

CARL ZEISS JENA

КАТАЛОГИ М. 58, БЕЗПЛАТНО.

НТБ ДНУЖТ



Г. КЕППЕНЪ и К°

МОСКВА,

Мясницкая, домъ Кеппенъ.

ПРЕДСТАВИТЕЛИ ЗАВОДОВЪ:

J. E. Reinecker, Chemnitz — Gablenz; I. A. Fay & Egan Company, Cincinnati; Tangyes, Birmingham; Schweizer-Gesellschaft für Lenz-Ventilmaschinen — Giubiasco; Leipziger Werkzeugmaschinenfabrik vorm. von Pittler A. G. и много др.

СПЕЦІАЛЬНОСТЬ:

МАШИНЫ-ОРУДІЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА И ДЕРЕВА, ПАРОВЫЯ МАШИНЫ, ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЕ, НЕФТЯНЫЕ И КЕРОСИНОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ, ПАРОВЫЕ НАСОСЫ, ПОДЪЕМНЫЕ СНАРЯДЫ И Т. П.

Прейсъ-курантъ высылается по требованію.

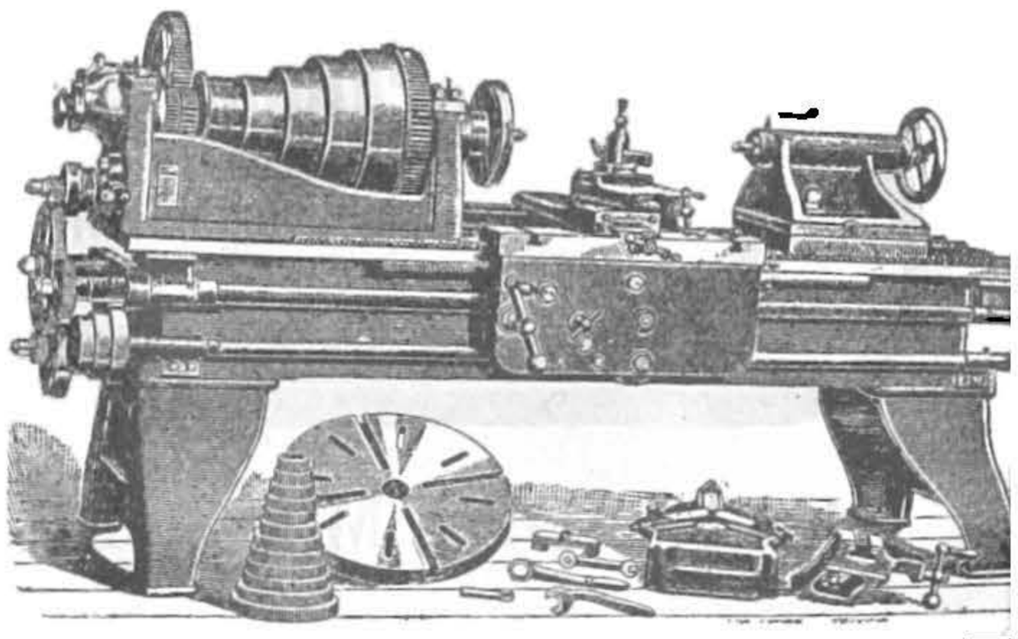
Выписка новѣйшихъ **спеціальныхъ** машинъ для массоваго производства.

ТЕЛЕГРАММЫ:

КЕППЕНЪ,

Москва,

Мясницкая.



НТБ ДНУЖТ

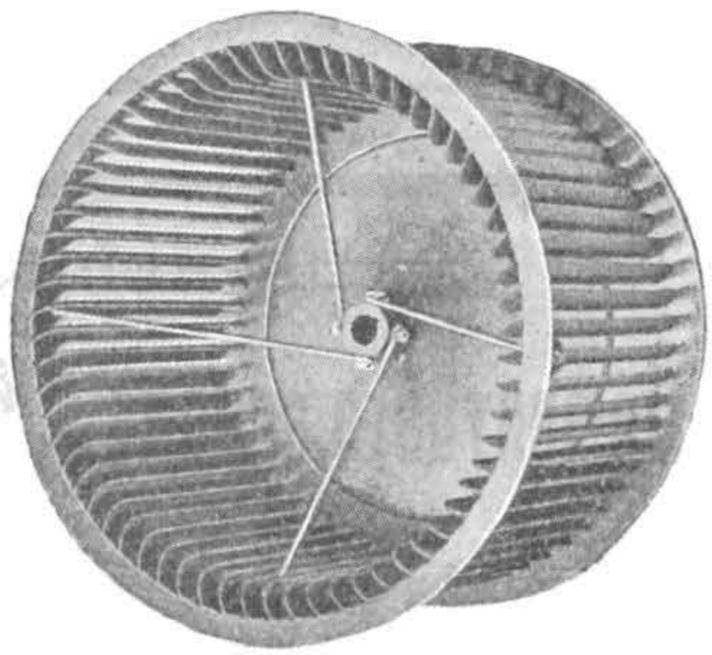
УАЙТЪ, ЧАЙЛЬДЪ и БИНЕЙ.

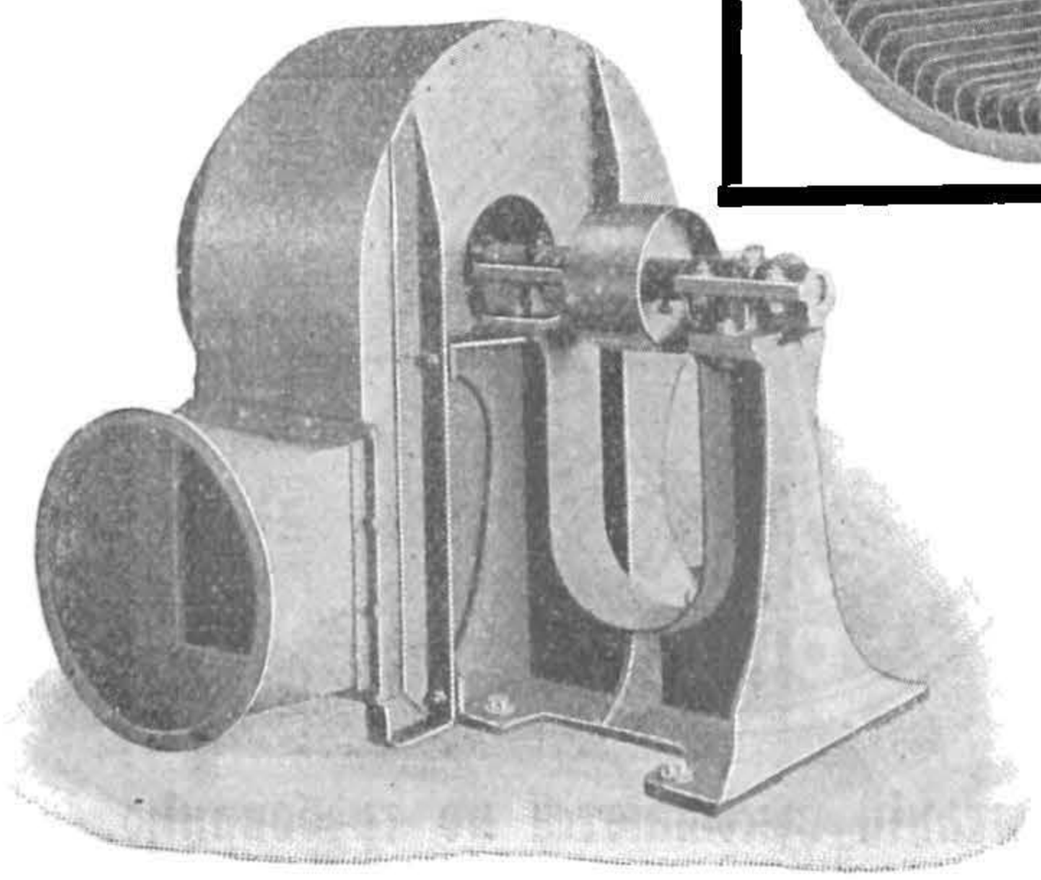
МОСКВА, Варварка, уг. Кривого пер., д. Грибова, 53.

Главная контора въ Лондонѣ.

ОТДѢЛЕНІЯ: въ Барцелонѣ, Берлинѣ, Кемницѣ, Вѣнѣ, Миланѣ, Лиллѣ, Гентѣ.

ВЕНТИЛЯЦІОННЫЯ УСТРОЙСТВА РУДНИКОВЪ, ФАБРИКЪ, ЗАВОДОВЪ, УДАЛЕНІЕ ПЫЛИ И ПАРА ИЗЪ ФАБРИЧНЫХЪ ПОМѢЩЕНІЙ. * ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ПЕРЕМѢЩЕНІЕ ХЛОПКА, СТРУЖЕКЪ, ОПИЛОКЪ И Т. П. * ВЕНТИЛЯТОРЫ „СИРОККО“ ВЫСОКАГО ДАВЛЕНІЯ: ДЛЯ КУЗНИЦЪ И ЛИТЕЙНЫХЪ. * УСТРОЙСТВО МЕХАНИЧЕСКОЙ ТЯГИ ПРИ ПАРОВЫХЪ КОТЛАХЪ СЪ УТИЛИЗАЦІЕЙ ТЕПЛОТЫ ОТХОДЯЩИХЪ ГАЗОВЪ ПОСРЕДСТВОМЪ ВОДЯНЫХЪ И ВОЗДУШН. ЭКОНОМАЙЗЕРОВЪ.





АДРЕСЪ ДЛЯ ТЕЛЕГРАММЪ

„СИРОККО“ МОСКВА.

Телефонъ № 31-97

НТБ ДНУЖТ

РУБЕРОЙДЪ НЕЗАМѢНИМЫЙ МАТЕРІАЛЪ ДЛЯ ПОКРЫТІЯ **КРЫШЪ** И ИЗОЛЯЦІИ ОТЪ СЫРОСТИ, ѢДКИХЪ ГАЗОВЪ, ТЕПЛА, ХОЛОДА. ooo

ЕВБЕОЛИТЪ ЛУЧШІЙ **ПОЛЪ** ДЛЯ ФАБРИКЪ, БОЛЬНИЦЪ И ПРОЧ. И ПРОЧ. oooo

ТРЕБУЙТЕ ПРОСПЕКТЫ, ОБРАЗЦЫ, ОТЗЫВЫ.

О. А. ПИРСТОРФЪ, Москва.

Фуркасовскій пер., № 6. Телефонъ № 31-06.

АКЦІОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

Цементнаго завода „АССЕРИНЪ“.

Основн. кап. Р. 1.500.000.

Годов. произв. 350.000 боч.

ПРАВЛЕНІЕ: С.-Петербургъ, Морская, 26.
Телефонъ 32-08.

ЗАВОДЪ: ст. „Сонда“, Балтійск. ж. д.

Таблицы испытаній высылаются по требованію.

НТБ ДНУЖТ

ТОВАРИ ЩЕСТВО

Московскаго Металлическаго Завода.

ЗАВОДСКІЙ СКЛАДЪ и КОНТОРА:

Мясницкая, домъ № 20, въ Москвѣ.

ЗАВОДЪ ИЗГОТОВЛЯЕТЪ

СОРТОВОЕ ЖЕЛѢЗО:

круглое, плоское, квадратное, угловое и фасонное.

СТАЛЬНЫЯ ОТЛИВКИ по моделямъ и чертежамъ.

РЕЛЬСОВЫЯ СКРѢПЛЕНІЯ:

накладки, подкладки, болты, костыли и шурупы.

ТЕЛЕГРАФНУЮ ПРОВОЛОКУ и КРЮКИ.

БОЛТЫ, ГАЙКИ, ШАЙБЫ и ЗАКЛЕПКИ.

ПРОВОЛОКУ и ПРОВОЛОЧНЫЕ ГВОЗДИ

свѣтлые, оцинкован., луженые и бронзированные,

САПОЖНЫЯ ШПИЛЬКИ и МЕБЕЛЬНЫЯ ПРУЖИНЫ.

ПРОВОЛОЧНЫЕ КАНАТЫ

стальные и желѣзные, испытанные на разрывъ.

МЕТАЛЛИЧЕСКІЕ МОСТЫ,

СТРОЕНІЯ

другія сооруженія изъ желѣза.

Телефонъ № 554.

Адресъ для телеграммъ: Москва-Прокатъ, Мясницкая.

НТБ ДНУЖТ

Инженеръ А. В. Бари.

фирма основана въ 1880 году.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ

ВОДОТРУБНЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ и ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПАРОВЫЕ КОТЛЫ

системы „ШУХОВА“.

ПАРОПЕРЕГРѢВАТЕЛИ со стальн. коллекторами и цѣльнотянутыми трубами для перегрѣва пара до 360° и выше, устанавливаемые въ котлахъ и самостоятельно.

Отбѣльные кубы и другія котельныя работы.

Механическое оборудованіе хлѣбн. элеваторовъ и шпалопропиточн. заводовъ. Резервуары и баки для храненія нефтяныхъ продуктовъ и спирта. Стальныя баржи для наливной перевозки нефтяныхъ продуктовъ. Подогрѣватели для нефти и питательной воды. Желѣзные мосты, стропила, башни, зданія. Водогрѣйные котлы разн. сист. Металлическія конструкціи. Трубопроводы.

ВСЕГДА ИМѢЮТСЯ на МОСКОВСКОМЪ СКЛАДѢ:

КОТЛЫ паровые, вертикальные и горизонтальные, сист. „ШУХОВА“.
НАСОСЫ паровые, американскіе, завода „БЛЭКЪ“ въ Бостонѣ.
ВПЪСЫ американскіе, завода „Г'АУ“ въ Рутландѣ.
ТРУБЫ желѣзныя, американскія, завода „National Tube Works Co“.

ГЛАВНАЯ КОНТОРА:
Москва, Мясницкая ул., д. № 20.
Телефонъ № 5-57.

КОТЕЛЬНЫЙ ЗАВОДЪ:
Москва, у Симонова монастыря.
Телефонъ № 2-80.

Адресъ для телеграммъ: **Москва, ИНЖБАРИ.**

НТБ ДНУЖТ

РУССКОЕ ОБЩЕСТВО

„ВСЕОБЩАЯ КОМПАНІЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА“

МОСКОВСКОЕ ОТДѢЛЕНІЕ.

МОСКВА, Лубянскій проѣздъ, 5.

ЗАВОДЫ ВЪ БЕРЛИНѢ И РИГѢ.

УСТРОЙСТВА:

Электрическаго освѣщенія.
Электрической передачи силы.
Электрической тяги.

Продажа со склада всѣхъ издѣлій компаніи.

БОЛЬШОЙ ВЫБОРЪ БРОНЗЫ
ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАГО ОСВѢЩЕНІЯ.

Телефоны { 42-94—Контора.
9-97—Складъ.

Адресъ для телеграммъ: АЛЬГЕМЪ МОСКВА.

НТБ ДНУЖТ

Анціонерное Общество Русск. Элентр. Заводовъ

СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

ПРАВЛЕНІЕ и Заводы въ С.-Петербургѣ,

Англійская набережная, 46.

Московское Отдѣленіе: Москва, Маросейка, д. Грачевыхъ.

ТЕЛЕФОНЫ: Конторы: №№ 13.30, 38.30. Склада: 208.29.

ОТДѢЛЕНІЯ ОБЩЕСТВА:

въ Москвѣ, Варшавѣ, Харьковѣ, Екатеринославѣ, Одессѣ, Баку, Воронежѣ, Сосновицахъ, Екатеринбургѣ, Ростовѣ-на-Дону и Владивостокѣ.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВѢЩЕНІЕ.
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА СИЛЫ.
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТЯГА.
ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ БѢЛЕНІЕ.
ОЗОНИРОВАНІЕ ВОДЫ И ВОЗДУХА.
РЕНТГЕНОВСКІЕ КАБИНЕТЫ.

ЭЛЕКТРО-МЕДИЦИНСКІЕ ПРИБОРЫ.
ЖЕЛѢЗНОДОРОЖНАЯ СИГНАЛИЗАЦІЯ.
ТЕЛЕГРАФНЫЕ АППАРАТЫ.
ТЕЛЕФОННЫЕ АППАРАТЫ.
БЕЗПРОВОЛОЧНАЯ ТЕЛЕГРАФІЯ.
ВОДОМѢРЫ „СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ“.

ТУРБОГЕНЕРАТОРЫ трехфазн. и постояннаго тока
въ соединеніи съ паровыми турбинами системы „ЦЕЛЛИ“

ТАНТАЛОВАЯ ЛАМПА.

55% экономіи электрической энергіи.

ПРИ МОСКОВСКОМЪ ОТДѢЛЕНІИ ИМѢЕТСЯ

МАГАЗИНЪ БРОНЗЫ.

Громадный выборъ изящной и стильной бронзы французскихъ, вѣнскихъ, англійскихъ и другихъ лучшихъ заграничныхъ фабрикъ, а также и простыхъ арматуръ для калильныхъ лампъ.

СМѢТЫ и ПРЕЙСЪ-КУРАНТЫ ВЫСЫЛАЮТСЯ по ПЕРВОМУ ТРЕБОВАНІЮ БЕЗПЛАТНО.

НТБ ДНУЖТ

Электро-
техническія
сооруженія.

РУССКОЕ ОБЩЕСТВО

ШУККЕРТЪ и К°

МОСКОВСКОЕ ОТДѢЛЕНІЕ,

МОСКВА.

Театральный проѣздъ, д. Хлудовыхъ,

Постоянный складъ
МАШИНЪ
и электрическихъ
принадлежностей.

имѣетъ при Отдѣленіи спеціальное бюро и штатъ опытныхъ техниковъ и монтеровъ
по доставкѣ и установкѣ тепловыхъ

ДВИГАТЕЛЕЙ

газогенераторныхъ (работающихъ антрацитомъ), нефтяныхъ, керосиновыхъ, спиртовыхъ и бензиновыхъ.

По 1907 годъ двигателей КРОСЛЕЙ было установлено въ Россіи 500 штукъ, изъ коихъ

НА МЕЛЬНИЦАХЪ НЕ МЕНѢЕ 400 ШТУКЪ.

Антрацитовые двигатели расходуютъ топлива отъ 1/2 до 3/4 коп. на силу. Такая экономія заставляетъ замѣнять паровыя машины. При замѣнѣ паровыхъ машинъ достигается быстрая амортизація капитала.

При устройствѣ мельницъ достигается въ четыре и пять разъ дешевле помолъ.

ПРАВЛЕНІЕ:
С.-ПЕТЕРБУРГЪ,
Екатерин. каналъ,
№ 25.

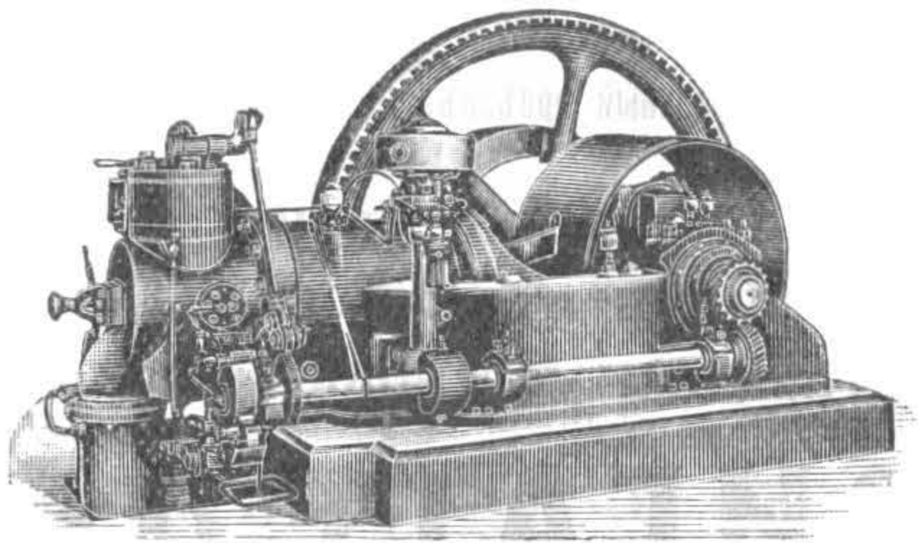
Фирмою установлено до 400 штукъ двигателей, отъ 1 до 250 силъ.

ОТДѢЛЕНІЯ:
Москва,
Рига,
Кіевъ и
Тифлисъ.

НТБ ДНУЖТ

Торговый домъ Ф. ВЕБЕРЪ и К°.

Сущ. съ 1866 г.
МОСКВА, Варварка, 11.



Представители заводовъ:

ЛУИ ЗОЕСТЪ въ Дюссельдорфѣ:

Газо-генераторные двигатели простого дѣйствія до 300 силъ на любой родъ топлива: антрацитъ, уголь, дерево, торфъ, опилки, лузгу.

ЭРХАРДТЪ и ЗЕМЕРЪ въ Саарбрюкенѣ:

Газо-генераторные двигатели двойного дѣйствія до 5000 силъ.

ФРИДР. КРУППЪ въ Килѣ:

Дизель - моторы.

РИХ. ГАРТМАНЪ въ Хемницѣ:

Паровыя машины системы Ван-ден-Керкова, водяныя турбины, станки-орудія, текстильныя машины.

ФР. ГЕБАУЕРЪ въ Берлинѣ:

Красильно-апретурныя машины и машины для резиноваго производства.

Смѣты, каталоги и рисунки высылаются безплатно.

НТБ ДНУЖТ

АКЦІОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

ТЕХНИЧЕСКИХЪ и ПРОМЫШЛЕННЫХЪ ПОСТРОЕКЪ

АЛЬФОНСЪ КУСТОДИСЪ.

Москва, Мясницкія ворота, Тургеневская площ.

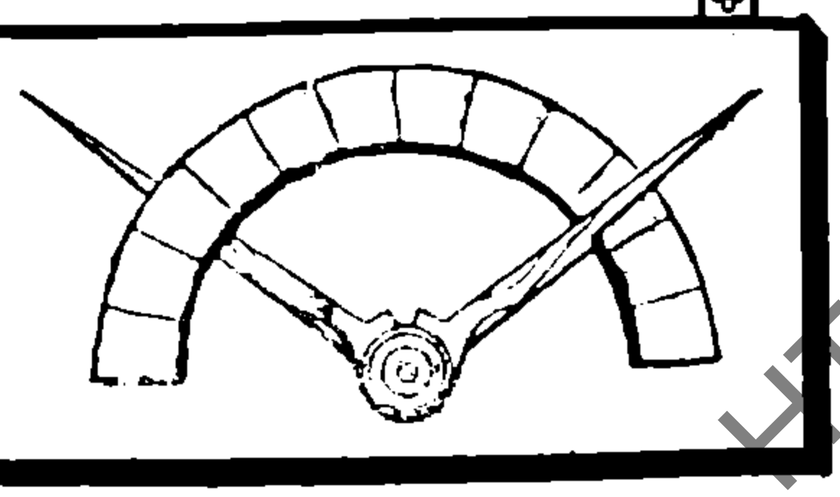
Телефонъ № 32-17.

ЖЕЛѢЗОБЕТОННЫЯ И БЕТОННЫЯ РАБОТЫ.

МОСТЫ. СИЛО. МЕЛЬНИЦЫ. ФАБРИЧНЫЕ КОРПУСА. ПЕРЕКРЫТІЯ. КРЫШИ. КОЛОННЫ. РЕЗЕРВУАРЫ. ВОДОНАПОРНЫЯ БАШНИ. ФУНДАМЕНТЫ. ПАКГАУЗЫ И ДРУГІЯ ТЕХНИЧЕСКІЯ И ПРОМЫШЛЕННЫЯ РАБОТЫ.

ТРУБЫ И ПЕЧИ

ФАБРИЧНЫЯ ТРУБЫ, ПЕЧИ ДЛЯ ВСѢХЪ ВИДОВЪ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. МУСОРОСЖИГАТЕЛИ. РЕМОНТЪ ТРУБЪ БЕЗЪ ПЕРЕРЫВА ПРОИЗВОДСТВА. ОБМУРОВКА ПАРОВЫХЪ КОТЛОВЪ. ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ МАШИНЪ И ПР.



НТБ ДНУЖТ

ФИЛЬТРЫ большой производительности для фабрикъ и городскихъ водопроводовъ.

СТЕРИЛИЗАЦІЯ ВОДЫ
по способу Дюйка-Говатсона.

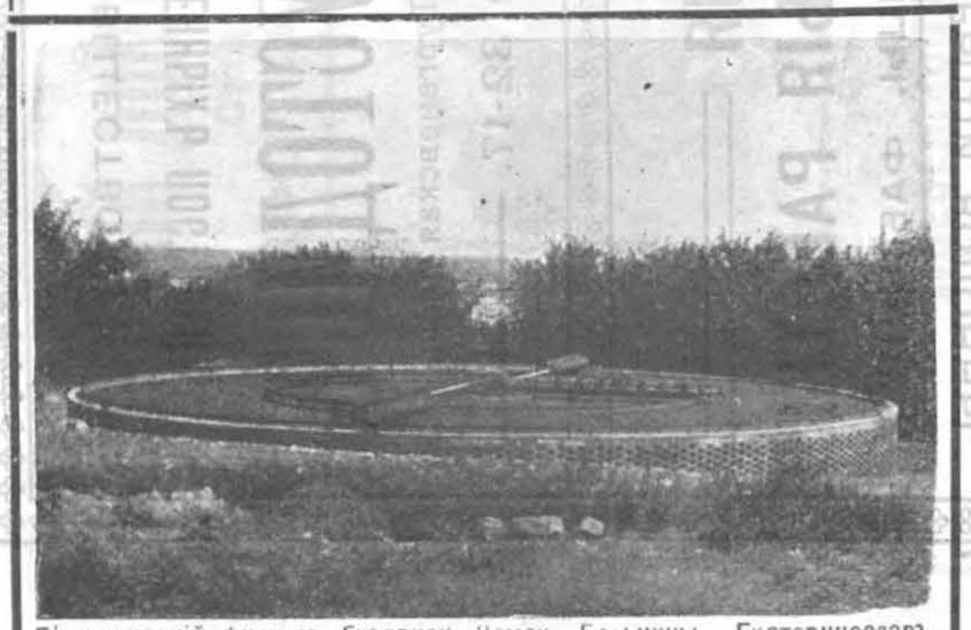
ВОДООЧИСТИТЕЛИ для паровыхъ котловъ.

Домашніе и хозяйственные фильтры.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХЪ ВОДЪ

клоачныхъ, фабричныхъ и т. п. Способами: біологическимъ, химико-біологическимъ и химическимъ; по системамъ: Фиддіана, Гамъ-Беккера, Говатсона и друг.

14 почетн. дипломовъ, 16 зол. медалей,
— **8 GRAND-PRIX.** —



Біологическій фильтръ Губернск. Земск. Больницы, Екатеринославъ.

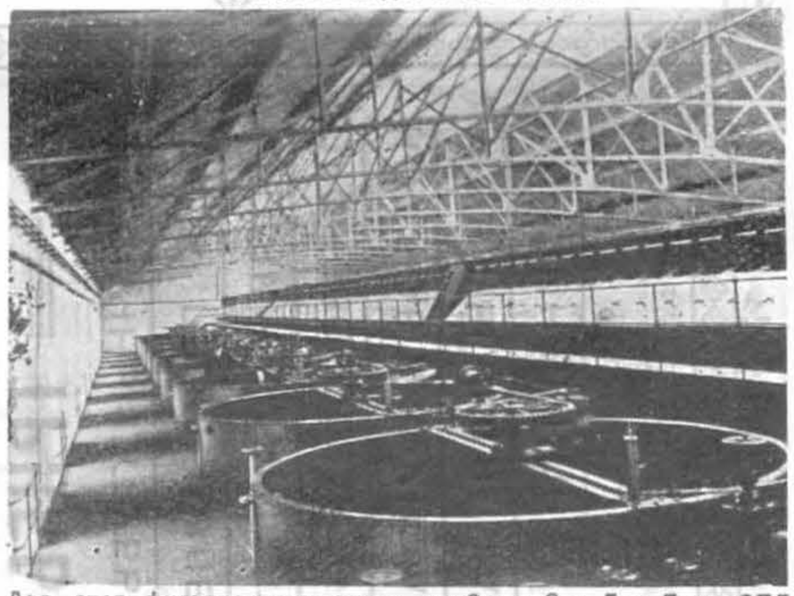
И. Г. ОБЛАПОХИНЪ.

ИНЖЕНЕРЪ-ТЕХНОЛОГЪ

МОСКВА, Покровка, д. № 35. Тел. 31-42.

Адресъ для телеграммъ: Москва—Оздоровленіе.

2.000.000 ВЕДЕРЪ ВЪ СУТКИ.



Лѣв. стор. фильтровальн. станц. при Эксп. Заг. Гос. Бум., СПБ.

ПЕРЕЧЕНЬ ГЛАВНѢЙШИХЪ УСТАНОВОКЪ.

	ведра.
1. Промышленные фильтры:	
Экспедиція Заготовл. Гос. Бум., СПБ. (2-й зак.)	2.000.000
Садковская М-ра И. Демина	300.000
Царицынскій водопроводъ	200.000
Экспедиція Заготовл. Гос. Бум., СПБ. (1-й зак.)	100.000
Т-во Э. Циндель, въ Москвѣ (2-й зак.).	1[illegible]0.000
Казенный винный складъ № 1, въ СПБ.	65.000
Охтенскіе пороховые заводы въ СПБ.	40.000
Красильная фабрика Момонова	40.000
Джонъ Платсъ и К°, въ Одессѣ	25.000
Т-во Э. Циндель, въ Москвѣ (1-й зак.).	20.000
Екатерининская Жел. дор.	6.000
2. Водоочистители:	
Джонъ Платсъ и К°, въ Одессѣ	24.000
Т-во М-ры Бр. Носовыхъ, въ Москвѣ	19.200
Ст. Пологи, Екатерининской жел. дор.	16.000
Пивоваренный заводъ Игнатищева, Харьковъ . .	9.000
3. Біологическія установки.	
Губернск. Земск. Больница, Екатеринославъ . . .	30.000
Городск. Центр. Станція, Екатеринославъ	30.000
Ф-ка Вик. Морозова, Орѣхово-Зуево	5.200
Страх. О-во „Россія“, Харьковъ	3.000
Городск. поля орошенія, въ Москвѣ	3.000 и др.

НТБ ДНУЖТ

Товарищество инженеровъ Н. П. ЗИМИНЪ и К°,

подъ фирмою **„НЕПТУНЪ“.**

МОСКВА, Разгуляй, 3. Телеф. 15-40. Адресъ для телегр.: Москва „Нептунъ“.

ПРОЕКТИРОВАНІЕ И КОНСУЛЬТАЦІЯ. ТЕХНИЧЕСКІЙ НАДЗОРЪ и ПРОИЗВОДСТВО РАБОТЪ.

СПЕЦІАЛЬНОСТИ: ГИДРО-ТЕХНИКА И САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА.

Водопроводы. Охрана отъ пожаровъ. Канализація. Осушеніе и орошеніе. Фильтрованіе, стерилизація и умягченіе воды. Очищеніе сточныхъ водъ біологическимъ способомъ. Увлажненіе воздуха и другія техническія работы.

Главныя представительства въ Россіи:

1. На Американскіе фильтры для очищенія питьевой воды отъ Jewell Export Filter Co. New-York.
2. На Пластинчатые окислители Дибдина для біологическаго очищенія сточной воды отъ W. J. Dibdin, London.
3. На Дисковые водомѣры „Кійстонъ“ отъ Pittsburg Meter Co. East Pittsburg, Pa.
4. На Цеолиты для умягченія воды, очищенія сахарныхъ сироповъ и пр. отъ J. D. Riedel Acticngesellschaft, Berlin.

Циркуляры и общія свѣдѣнія по запросамъ высылаются безплатно.

ВОДООЧИСТИТЕЛИ

СИСТЕМЫ ИНЖЕНЕРА

Л. ГИНЗБУРГА.

Установлены для паровыхъ котловъ и тепловыхъ двигателей: **на электрическихъ станціяхъ**—Петергофскаго Дворцоваго Управленія, Московск. Городск. Трамвая, Тульской Городск., Московск. Губ. Земства и др.; **на мануфактурахъ**—Саввы Морозова, Б-шой Ярославской, Морокиныхъ, Фряновской и др.; **на заводахъ**—Эфирномъ, Пироксилин., и Бездымнаго пороха въ Казани; **на фабрикахъ**—В. И. Пасбургъ въ Окуловкѣ, Соколовыхъ въ Самарѣ и др., и **для паровозовъ** Средне-Азіатской ж. д.

Водоочистители Л. Гинзбурга примѣнены также для прачечныхъ, шерстомоенъ, отбѣленъ и для другихъ производствъ.

ОПИСАНІЯ и ОТЗЫВЫ — по требованію.

СПЕЦІАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРІЯ для изслѣдованія **воды**, накипи, шлама и всего, связаннаго съ примѣненіемъ воды для промышл и санитарныхъ цѣлей.

Москва, Мясницкая, 31. Телефонъ 116-17.

Телеграммы: **Москва—Водоочистители.**

НТБ ДНУЖТ

Москва, Мясниц. ул., № 20.

Телефонъ 3-39.

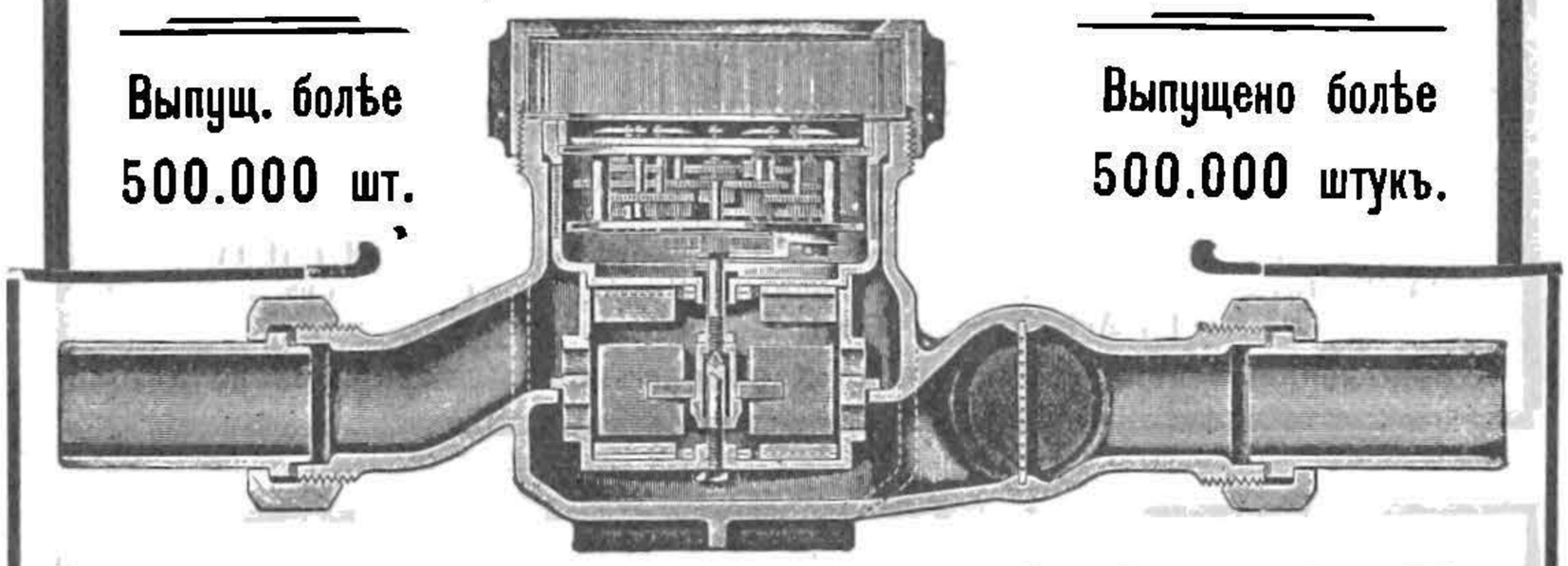
ТЕХНИЧЕСКО-СТРОИТЕЛЬНАЯ КОНТОРА

ИНЖЕНЕРА В. Л. ЛИБЕРТЪ.

Генеральный представит. фабр. водомѣровъ Анц. О-ва Г. МЕЙНЕКЕ въ Бреславлѣ.

ТУРБИННЫЕ и ДИСКОВЫЕ ВОДОМѢРЫ. Сухіе и мокрые.

Выпущ. болѣе 500.000 шт.



Выпущено болѣе 500.000 штукъ.

Простота конструкціи и регулировки. ✣ Точность показаній. ✣ Эмалевые транспарантные невагрявняемые циферблаты для мокрыхъ водомѣровъ. ✣ Приспособленіе противъ замерзанія. ✣ Приспособленіе противъ поломки дисковъ.

ВИНТОВЫЕ ВОДОМѢРЫ для учета большихъ количествъ воды:

Патентованная регулировка.
Ничтожная потеря давленія.
Установка въ любомъ положеніи.

ВОДОМѢРЫ для воды ПИТАЮЩЕЙ ПАРОВЫЕ КОТЛЫ.

СОБСТВЕН. МАСТЕРСКІЯ И КОНТРОЛ. СТАНЦІЯ ВОДОМѢРОВЪ.
РЕМОНТЪ ВОДОМѢРОВЪ.

ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦІОННЫЙ ОТДѢЛЪ:

ПРОЕКТЫ, СМѢТЫ, СООРУЖЕНІЕ КАНАЛИЗАЦІИ И ВОДОСНАБЖЕНІЯ ГОРОДОВЪ И ПОСЕЛКОВЪ.
КАНАЛИЗАЦІЯ И ВОДОСНАБЖЕНІЕ ГОРОДСКИХЪ УСАДЕБЪ.

СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОТДѢЛЪ:

ЖЕЛѢЗО-КИРПИЧНЫЯ СТѢНКИ „ПРЮССА".

КАТАЛОГИ и ОПИСАНІЯ по ПЕРВОМУ ТРЕБОВАНІЮ.

НТБ ДНУЖТ

ЗАВОДЪ МЕТАЛЛИЧЕСКИХЪ КОНСТРУКЦІЙ

ИНЖЕНЕРЪ-МЕХАНИКА

М. Я. ЦОЛЛЕРЪ.

Москва, за Семеновской заставой, Измайловское шоссе, соб. домъ. Адресъ для телеграммъ: **Москва Конструкторъ.**
ооо **Телефонъ: квартиры № 14-12, завода № 90-52.** ооо

ИЗГОТОВЛЯЕТЪ:

Клепанныя колонны и балки, металлическія стропила и покрытія изъ волнистаго желѣза.
Клепанные поворотные краны, телѣжки, фермы для мостовыхъ крановъ и подкрановыя балки.
Бани и резервуары для всякихъ жидкостей, клепанныя трубы: дымовыя, вентиляціонныя и другія;
Лѣстницы, площадки изъ рифленнаго желѣза
И ПРОЧІЯ МЕТАЛЛИЧЕСКІЯ РАБОТЫ.

ГЕНРИ ЛЕРСЪ.

МОСКВА, Мясницкая, д. Баскакина.

Центробѣжные вентиляторы и ВОЗДУХОНАГРѢВАТЕЛИ

для Вентиляціи и отопленія зданій.
» Сушилокъ.
» Механической тяги, паровыхъ котловъ.
» Увлажненія въ ткацкихъ и прядильныхъ фабрикахъ и проч. и проч.

БАББИТЪ (соб. завода) для заливки подшипниковъ.

НТБ ДНУЖТ

Θ. ШВАБЕ.

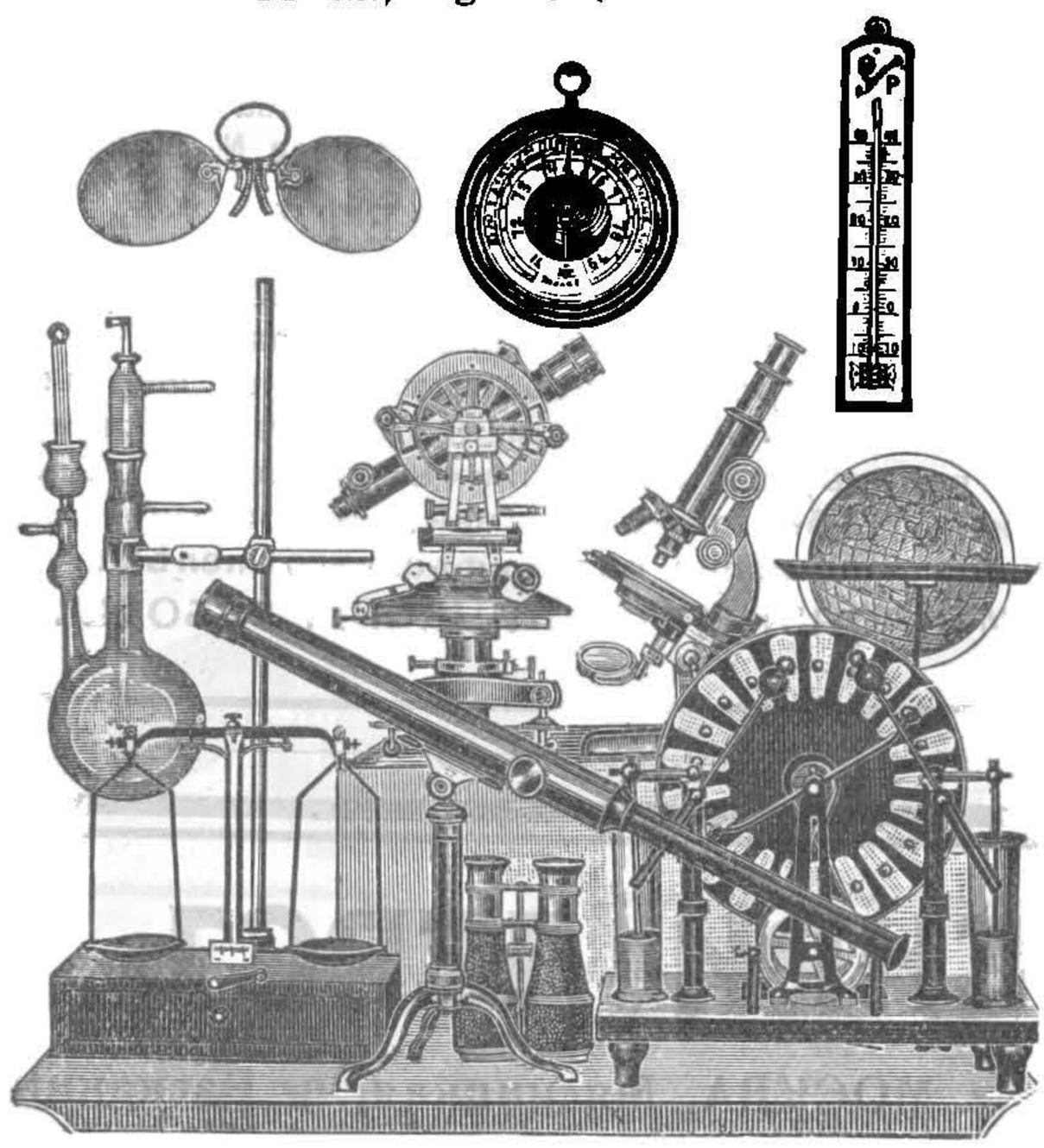
ФИЗИКО-МЕХАНИКЪ и ОПТИКЪ

ДВОРА ЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА.

Москва, Кузнецкій мостъ.

Телефоны: №№ 11-15, 237-34.

Адресъ для телеграммъ: **МОСКВА ХИРУРГОПТИКУ.**



ФАБРИКА и МАГАЗИНЪ

инструментовъ, аппаратовъ, приборовъ и коллекцій по всѣмъ отраслямъ науки и техники.

Имѣются и высылаются по первому требованію подробные иллюстрированные каталоги по слѣдующимъ отдѣламъ:

ОПТИКА. МИКРОСКОПІЯ. ФИЗИКА и ЕСТЕСТВОЗНАНІЕ. Метеорологія. ВОЛШЕБНЫЕ ФОНАРИ и картины къ нимъ. ГЕОДЕЗІЯ и чертежн. принадлежности. ХИМІЯ и ТЕХНОЛОГІЯ. ХИРУРГІЯ и др. отдѣлы медицины.

Фирма Θ. ШВАБЕ состоитъ поставщикомъ Межевого Вѣдомства и Главнаго Переселенческаго Управленія и другихъ учрежденій, а также доставляетъ всевозможные инструменты и аппараты многочисленнымъ фабрикамъ, заводамъ, лабораторіямъ, учебнымъ заведеніямъ, научнымъ кабинетамъ, больницамъ и проч.

Фабрика Θ. ШВАБЕ изготовляетъ также всевозможные предметы по указаннымъ выше спеціальностямъ, а также принимаетъ ихъ въ починку по умѣреннымъ цѣнамъ.

НТБ ДНУЖТ

В. А. КЮТНЕРЪ.

СКЛАДЪ
ИНСТРУМЕНТОВЪ:
слесарныхъ,
столярныхъ,
токарныхъ
и проч.

МОСКВА, Мясницкая, № 6.

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА:
Американскихъ подпилковъ завода „К° НИКОЛЬСОНЪ".
Англійской инструментальной стали зав. **САВВИЛЬ и К°.**

Выписка всевозможныхъ станковъ и машинъ.

СКЛАДЪ
СТАНКОВЪ ДЛЯ
ОБРАБОТКИ
МЕТАЛЛА
И ДЕРЕВА.

НТБ
ДНУЖТ

ТОРГОВЫЙ ДОМЪ

А. ЦИММЕРЪ и А. КОВАЛЕВЪ.

ФАБРИКА

ПРИВОДНЫХЪ РЕМНЕЙ,
ЧЕСАЛЬНЫХЪ (аппаратн.) лентъ,
БРЕЗЕНТОВЪ.

Продажа машинъ для текстильнаго производства.

СКЛАДЪ фабричныхъ и мельничныхъ принадлежностей.

МОСКВА,
Старый Гостиный дворъ,
№ 38.

ТЕЛЕФОНЫ:
Фабрики — **3-54.**
Конторы — **14-31.**

НОВАЯ СИСТЕМА СМАЗКИ

„КАЛИПСОЛЪ“.

Порція масла „КАЛИПСОЛЪ“, заложенная въ подшипники „КАЛИПСОЛЪ“, служитъ
отъ одного до двухъ лѣтъ.

Гарантируется абсолютная чистота, отсутствіе нагрѣванія, уменьшеніе тренія, значительная экономія, ненадобность надзора.

Подшипники „КАЛИПСОЛЪ“ дешевле всѣхъ существующихъ типовъ подшипн.

Для примѣненія „КАЛИПСОЛА“ къ старымъ подшипникамъ необходима только замѣна старыхъ крышекъ на новыя системы „КАЛИПСОЛЪ“.

Смазка „КАЛИПСОЛЪ“ особенно важна для прядильныхъ, ткацкихъ, мельницъ, машиностроительныхъ заводовъ и пр., и пр.

Нормальные подшипники и масло „КАЛИПСОЛЪ“
ПОСТОЯННО НА СКЛАДѢ У ЕДИНСТВ. ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ТЕХНИЧ. КОНТОРЫ

„ХАРЛАМБОВЪ и К°“.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ,
Казанская площ., № 3.

Каталоги, референціи и пр. свѣдѣнія по запросу.

НТБ ДНУЖТ

ГЕРМАНЪ ГЕРМАНОВИЧЪ РЕЙСЪ

С.ПЕТЕРБУРГЪ-ИНЖЕНЕРЪ-ТЕЛЕФ. №254-70
МЫТНИНСКАЯ НАБ. №7. АДРЕСЪ ДЛЯ ТЕЛЕГРАМ: ГАЗРЕЙСЪ

КРУПНЫЕ ГАЗОМОТОРЫ для колошниковыхъ, коксовыхъ и генераторныхъ газовъ.

КОМПРЕССОРЫ, паровыя машины, воздушные насосы, турбокомпрессоры и паротурбины. Бензиновые, нефтяные, спиртовые и газогенераторные двигатели.

ПОЛНОЕ ОБОРУДОВАНІЕ ЗАВОДОВЪ: сталелитейныхъ, прокатныхъ, судостроительныхъ и механическихъ.

УСОВЕРШЕН. ПНЕВМАТИЧ. ИНСТРУМЕНТЫ.

Всякаго рода **КРАНЫ** „ПЛИКСЪ" Штуценгольца.

СТАЛЬНЫЕ ШАРИКИ-КОМПАУ подшипники.

БЕТГЕРЪ и К°.

МОСКВА, Мясницкая, домъ Лѣтошневой.

ПОСТРОЙКА

ФАБРИЧНЫХЪ ДЫМОВЫХЪ ТРУБЪ,

ОБМУРОВКА ПАРОВ. КОТЛОВЪ ВСѢХЪ СИСТЕМЪ, ПОСТРОЙКА МАШИННЫХЪ ФУНДАМЕНТОВЪ, ПОСТРОЙКА ЗАВОДСКИХЪ ПЕЧЕЙ, ИСПРАВЛЕНІЕ СТАРЫХЪ ДЫМОВЫХЪ ТРУБЪ, НАДСТРОЙКА ТРУБЪ БЕЗЪ ПЕРЕРЫВА РАБОТЫ НА ФАБРИКѢ, БЕТОННЫЯ РАБОТЫ.

Адресъ для телеграм.: **ДЫМОТРУБА.**

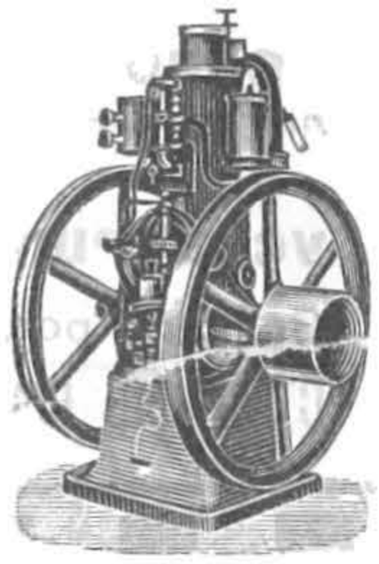
НТБ ДГТУ

РУССКО-АМЕРИКАНСКОЕ ТОВАРИЩЕСТВО
ТЕПЛОВЫХЪ ДВИГАТЕЛЕЙ

С.-ПЕТЕРБУРГЪ, ул. Жуковскаго, д. № 49.

Адресъ для телеграммъ: ТЕПЛОДВИГЪ. Телефонъ № 307-14.

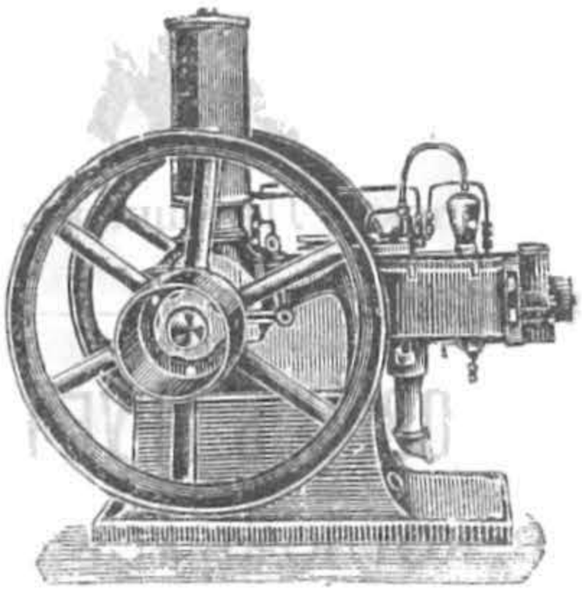
ДВУХТАКТНЫЕ АМЕРИКАНСКІЕ НЕФТЯНЫЕ ДВИГАТЕЛИ



завода МИЦЪ [illegible] Нью-Іоркъ

для промышленности, [illegible] тѣ, судовъ и т. п. [illegible]

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ, ВЕРТИКАЛЬНЫЕ И СУДОВЫЕ



до 300 HP.,

непосредственно соединенные съ динамомашинами, компрессорами, насосами, лебедками и т. п.

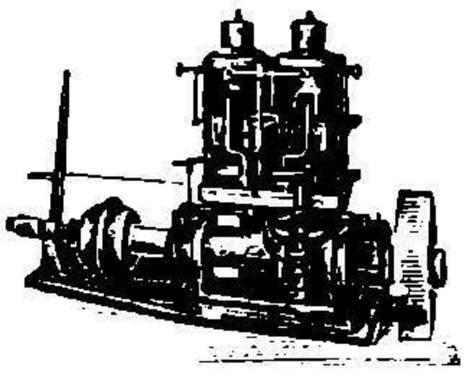
ЛОКОМОБИЛЬНЫЕ

для сельскаго хозяйства.

НЕДОРОГІЯ цѣны, **ПРОСТОЙ** и несложный уходъ.

ЭКОНОМИЧНЫЙ расходъ нефти.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЕ ПАРОВОДЯНОЕ ОХЛАЖДЕНІЕ.



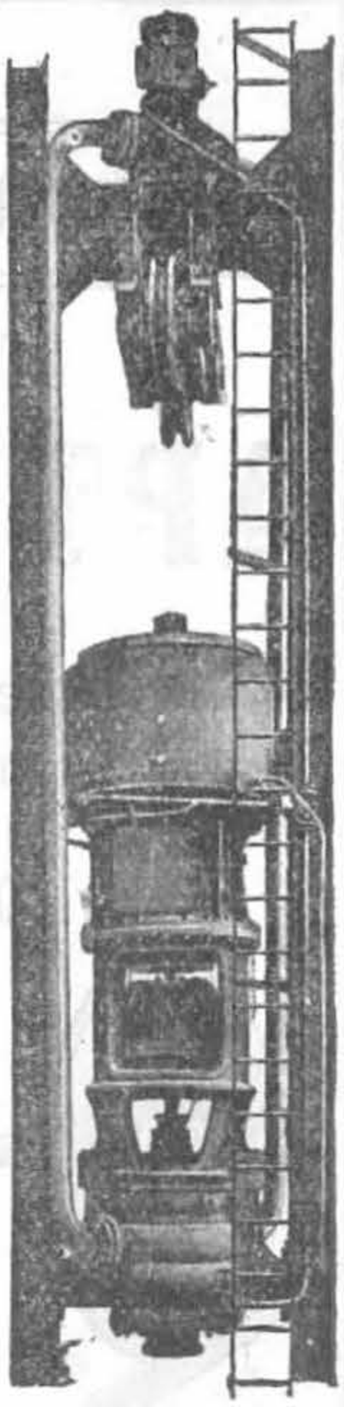
Постоянный складъ нефтяныхъ двигателей.

НТБ ДНУЖТ

ВЕЙЗЕ и МОНСКІЙ.

МОСКВА, Мясницкая, 24.

Заводъ въ Галле н/З., въ Германіи.



38 лѣтъ спеціальность

НА-СО-СЫ

ПАРОВЫЕ „ДУПЛЕКСЪ“ И „ДУПЛЕКСЪ-КОМПАУНДЪ“.

ЦЕНТРОБѢЖНЫЕ НАСОСЫ

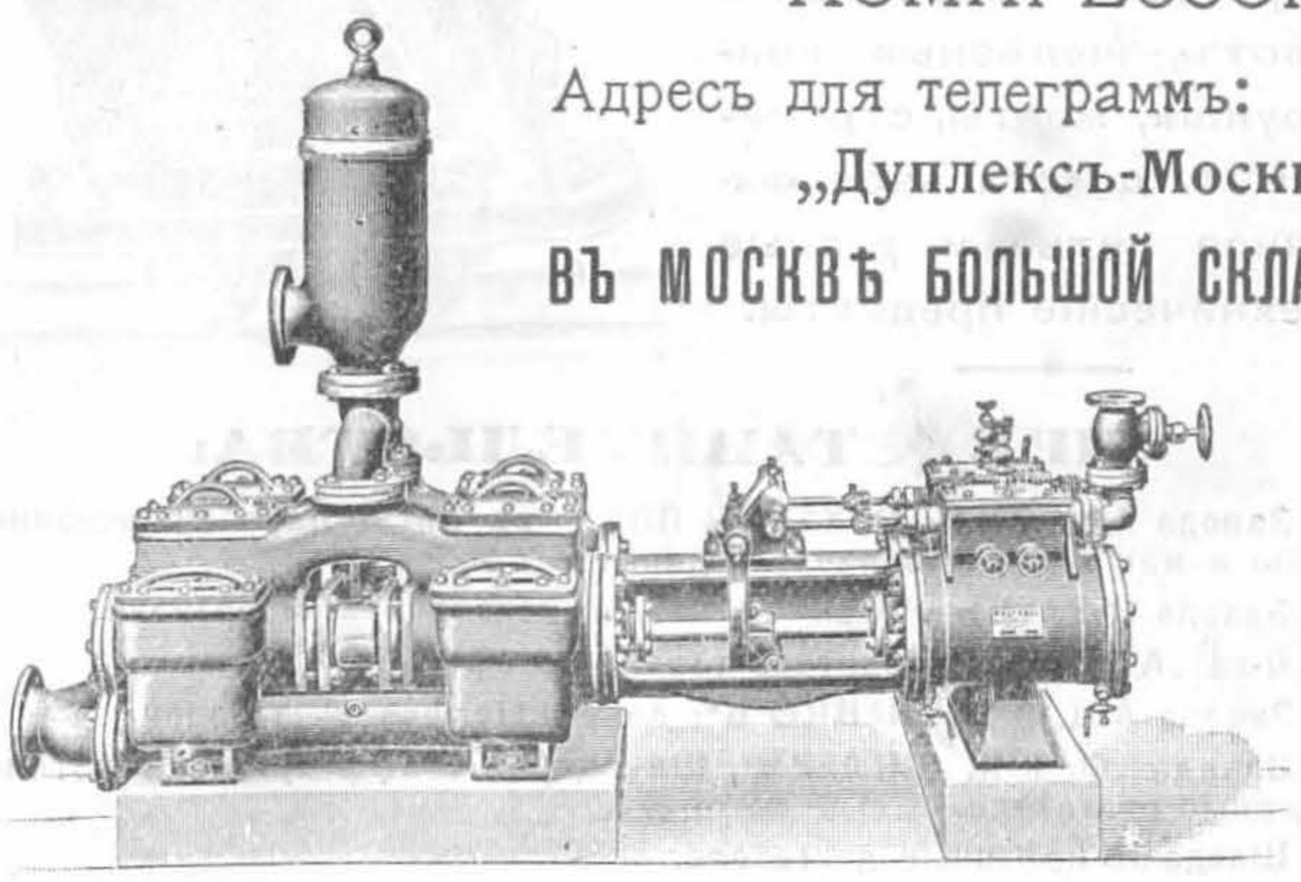
для высотъ до 600 метровъ.

(D. R. P. № 177267).

ШАХТНЫЕ НАСОСЫ.

СКАЛЬЧАТЫЕ НАСОСЫ.

КОМПРЕССОРА.



Адресъ для телеграммъ:

„Дуплексъ-Москва“.

ВЪ МОСКВѢ БОЛЬШОЙ СКЛАДЪ.

НТБ ДНУЖТ

АКЦІОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

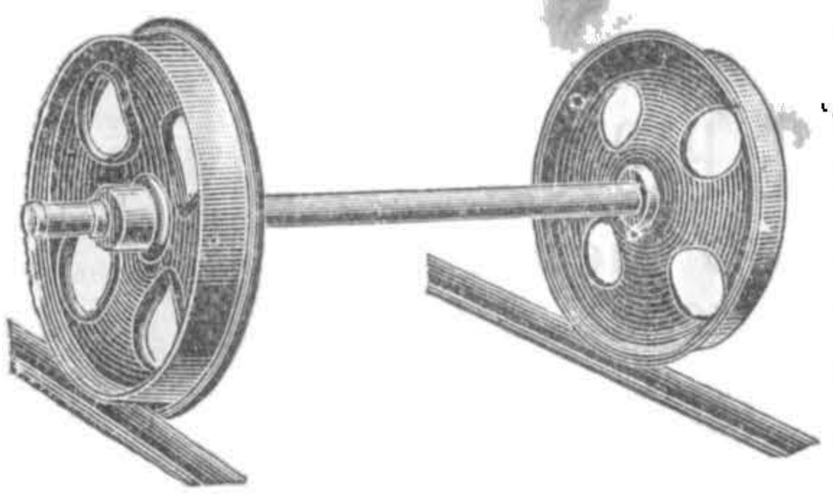
АРТУРЪ КОППЕЛЬ.

МОСКВА, Мясницкая, д. № 61.

Правленіе и заводъ въ С.-Петербургѣ.

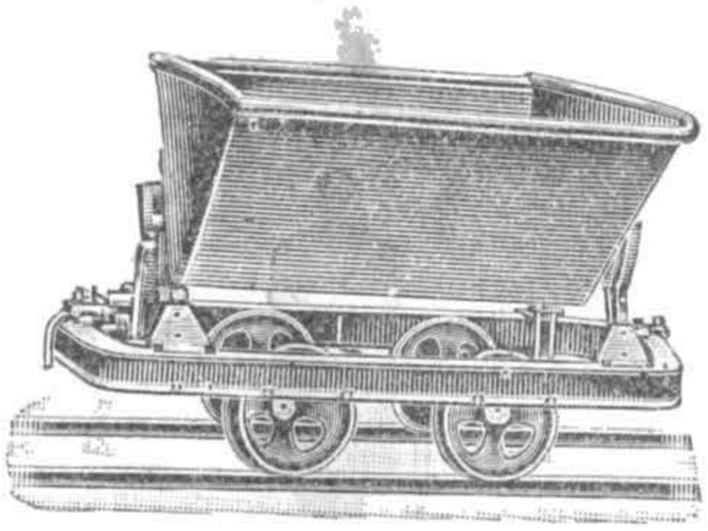
Отдѣленія: Москва, Варшава, Одесса, Харьковъ, Рига, Гельсингфорсъ, Владивостокъ.

СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЗАВОДА:



Узкоколейныя желѣзныя дороги (рельсы, вагонетки, полускаты, поворотные круги, стрѣлки) для ручной, конной, паровой и электрической тяги,

полное оборудованіе для разработки торфяныхъ болотъ, желѣзныя конструкціи, мосты, стропила и т. д., стальное фасонное литьё и разные технические предметы.



ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА:

Завода Акц. О-ва „РИХАРДЪ ПОЛЬЕ“ въ Ригѣ: паровыя машины, котлы и машины для обработки дерева.

Завода „БРАУНЪ и МЕЙ“ въ Англіи: локомобили, молотилки.

О-ва „АДОСЪ“: измѣритель теплового эффекта.

Завода Акц. О-ва „ПАНЦЕРЪ“: денежные шкафы, трезоры.

Завода „Ф. и К. ЦИГЛЕРЪ“, Швейцарія, Шаффгаузенъ: газогенераторные двигатели.

Шведскіе нефтяные двигатели.

НТБ ДНУЖТ

Сканировала Петренко Е.А.

НТБ ДНУЖТ