СООРУЖЕНІЕ

ЖЕЛѢЗНЫХЪ ДОРОГЪ

СОСТАВЛЕНО

БЛЮМОМЪ,
въ Берлинѣ.

фонъ БОРРИСОМЪ,
въ Ганноверѣ.

БАРКГАУЗЕНОМЪ,
профессоромъ Технологическаго Института въ Ганноверѣ.

Томъ II.

ВЕРХНЕЕ СТРОЕНІЕ ЖЕЛѢЗНЫХЪ ДОРОГЪ.

съ 299 ЧЕРТЕЖАМИ ВЪ ТЕКСТѢ.

Переводъ съ сочиненія: «Die Eisenbahntechnik der Gegenwart herausgegeben von Blum, von Borries und Prof. Barkhausen Band II, Th. II.»

Н. Б. Богуславскаго,
инженера путей сообщенія.

Отдѣлъ II **Современной техники желѣзнодорожнаго дѣла.**

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Изданіе К. Л. Риккера.
Невскій пр., 14.
1898.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

СТРАН.

I. Общія понятія объ укладкѣ верхняго строенія и устройствѣ пути. **Блюма** 1
a) Введеніе 1
b) Узаконенныя основныя положенія и объединенія, согласованныя желѣзнодорожными управленіями 2
1. Давленіе колесъ 2
2. Ширина пути 3
3. Уширеніе пути 4
4. Габаритъ для колесныхъ ребордъ 6
5. Повышеніе наружнаго рельса 6
c) Соотношеніе между техническими и экономическими условіями различныхъ системъ верхняго строенія 9

II. Результаты теоретическихъ изслѣдованій о разсчетѣ верхняго строенія. **Блюма** 12
a) Введеніе 12
b) Верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ 14
c) Верхнее строеніе на поперечинахъ . 17
d) Рельсовыя накладки . . . 21
e) Вліяніе подвижной нагрузки 23
f) Числовые примѣры 24
1. Верхнее строеніе на лежняхъ . . 24
2. Верхнее строеніе на поперечинахъ . 25
α) Разсчетъ рельсовъ. 25
β) Разсчетъ поперечинъ. 26
γ) Разсчетъ рельсовыхъ накладокъ . 27

III. Содержаніе и осушеніе поверхности землянаго полотна и балбалласта въ пути и на станціяхъ. **Шуберта** . . . 29
a) Объясненіе 29
b) Поперечная профиль земляного полотна и балласта 29
c) Измѣненія поверхности земляного полотна, вызываемыя недостаточной высотой балласта . . . 33

СТРАН.

d) Качество балласта . . 38
e) Дренированіе станцій . 40

IV. Устройство пути. **Блюма** . 44

a) Рельсы 44
1. Введеніе. 44
2. Матеріалъ; общія свѣдѣнія объ изготовленіи, обработкѣ и пріемкѣ рельсовъ. 45
3. Форма поперечнаго сѣченія рельсовъ. 51
α) Головка рельса. 51
β) Рельсы Виньоля для верхняго строенія на поперечинахъ и продольныхъ лежняхъ. 53
γ) Рельсы на стульяхъ или рельсы съ двойной головкой 60
δ) Рельсы-лежни и рельсы для городскихъ желѣзныхъ дорогъ. 66
4. Вѣсъ, моментъ инерціи и моментъ сопротивленія рельсовъ. 66
5. Длина рельсовъ и расположеніе отверстій для стыковъ. 68

b) Верхнее строеніе на поперечинахъ 71
1. Введеніе. 71
2. Деревянныя поперечины. 73
α) Размѣры, родъ, форма и изготовленіе поперечинъ. 73
β) Сорта дерева 75
γ) Пропитываніе шпалъ. 77
δ) Укрѣпленіе рельсовъ типа Виньоля на деревян. шпалахъ 82
ε) Укрѣпленіе рельсовъ съ двойной головкой на деревянныхъ поперечинахъ. 90
3. Желѣзныя поперечины 93
α) Форма поперечинъ 93
Поперечное сѣченіе желѣзныхъ поперечинъ 93
Длина и продольный видъ желѣзныхъ поперечинъ 97
β) Укрѣпленіе рельсовъ на желѣзныхъ поперечинахъ 100
Укрѣпленіе рельсовъ Виньоля на желѣзныхъ поперечинахъ. 100
Укрѣпленіе рельсовъ съ двойной головкой на желѣзныхъ шпалахъ . . . 108
4. Расположеніе шпалъ и разстояніе между ними; устройство рельсоваго стыка 108
5. Угонъ рельсовъ и пути и средства для его предупрежденія 113
6. Устройство стыковъ 114
α) Введеніе. 114
β) Обыкновенный стыкъ съ накладками. 115
γ) Недостатки обыновеннаго стыка съ накладками 122
δ) Устройство стыковъ особаго рода. 124
Стыкъ съ клиньями и рабочими площадками 124
Стыкъ рельсовъ въ закрой 126
Подхватывающія накладки (Stossfanglaschen), подхватывающіе рельсы (Stossfangchienen). 127
Стыковые мостики 129
7. Контръ-рельсы. 131
8. Сравненіе различныхъ системъ верхнихъ строеній по отношенію къ распредѣленію матеріаловъ, стоимости и силѣ сопротивленія ихъ. 132

c) Верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ 142
1. Введеніе. 142
2. Верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ системы Гильфа 144
3. Верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ системы Мэннэ и Гогенэггера. 147
4. Верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ системы Гаарманна 150
5. Вѣсъ и распредѣленіе матеріала въ верхнемъ строеніи на продольныхъ лежняхъ. Стоимость пути. Сравненіе съ путями на поперечинахъ . . 152

d) Верхнее строеніе на рельсахъ-лежняхъ 154
e) Верхнее строеніе на отдѣльныхъ стульяхъ 160
f) Верхнее строеніе уличныхъ, кабельныхъ, зубчатыхъ и канатныхъ жел. дор., а также для возвышенныхъ дорогъ особаго рода . . 165
1. Уличныя дороги 165

СТРАН.

2. Уличныя кабельныя дороги 169
3. Зубчатыя желѣзныя дороги 170
α) Ступенчатая рейка 172
β) Сплошная рейка Абта 173
γ) Лежачая зубчатка Лохера 175
4. Канатныя дороги 176
5. Возвышенныя дороги особаго рода 179

V. Особенныя конструкціи верхняго строенія электрическихъ дорогъ. **Zehme'a** 181
a) Путь 181
b) Путевые разъѣзды 187
c) Провода для передачи тока 188
1. Надземное (воздушное) проведеніе тока 188
2. Подземное проведеніе тока 199

ОТДѢЛЪ II.

ВЕРХНЕЕ СТРОЕНІЕ ЖЕЛѢЗНЫХЪ ДОРОГЪ.

I. Общія понятія объ укладкѣ верхняго строенія и устройствѣ пути.

Обработано Блюмомъ.

а) Введеніе.

Верхнее строеніе состоитъ изъ колеи, служащей путемъ для поѣздовъ и изъ балласта, имѣющаго цѣлью распредѣлить давленіе отъ поѣзда на возможно большую площадь нижняго строенія. Для того, чтобы, независимо отъ атмосферныхъ вліяній, передача давленія чрезъ балластъ происходила по возможности равномѣрно и чтобы обезпечить неподвижность колеи, а также охранить ее отъ сырости, балластъ долженъ состоять изъ проницаемаго хряща или щебня.

Колея обыкновенно состоитъ изъ рельсовъ, по которымъ передвигаются и направляются колеса подвижнаго состава и изъ подрельсовыхъ опоръ—лежней, шпалъ, и пр., которыя поддерживаютъ рельсы и распредѣляютъ давленіе на балластъ. Для прикрѣпленія рельсовъ къ шпаламъ и для взаимнаго соединенія концовъ рельсовъ необходима еще особая третьяго рода главная часть: скрѣпленія.

Направленіе колесъ по рельсамъ удерживается внутренними ребордами колесъ; при старомъ же устройствѣ колесъ, безъ ребордъ, направленіе удерживалось соотвѣтственными приспособленіями самихъ рельсовъ.

Въ остальномъ устройство желѣзнодорожнаго пути представляетъ, смотря по назначенію, болѣе или менѣе значительныя видоизмѣненія. Наиболѣе существенное вліяніе имѣютъ въ этомъ отношеніи предполагаемые размѣръ и характеръ движенія; чѣмъ сильнѣе грузовое движеніе, тѣмъ прочнѣе долженъ быть устроенъ путь, и поэтому различаютъ пути: главные, второстепенные и малаго значенія. Затѣмъ, путь съ самостоятельнымъ полотномъ сооружается по другимъ принципамъ, чѣмъ городскія желѣзныя дороги, такъ какъ въ послѣднихъ должно быть обращено вниманіе не только на возможно лучшее укрѣпленіе самаго пути, но и на возможность безпрепятственнаго движенія экипажей.

Дальнѣйшее вліяніе на движеніе имѣютъ: выборъ двигательной силы—паръ, электрическая передача, живые двигатели и т. п. и родъ утилизаціи этой силы—обыкновенныя дороги, зубчатыя, канатныя и т. д., а также положеніе поѣзда относительно пути.

Настоящій обзоръ верхняго строенія относится (если только не указанъ другой видъ дороги), преимущественно къ желѣзнымъ дорогамъ съ самостоятельнымъ полотномъ, на которомъ подвижной составъ передвигается по рельсамъ подъ дѣйствіемъ силы пара. Такой типъ обыкновенно и примѣняется для главныхъ и второстепенныхъ желѣзныхъ дорогъ, а также весьма часто и для желѣзныхъ дорогъ малаго значенія.

---

b) Узаконенныя основныя положенія и объединенія, согласованныя желѣзнодорожными управленіями.

Чтобы обезпечить возможность перехода поѣздовъ съ одной желѣзной дороги на другую, явилась необходимость установить для разстояній между колесами и между рельсами, а также для давленія колесъ опредѣленныя величины, которыя раньше всего были согласованы для объединенія между сосѣдними желѣзными дорогами, а засимъ основныя эти данныя устанавливались соглашеніями на конвенціонныхъ съѣздахъ или узаконялись правительствомъ. Въ Германіи „Союзомъ нѣмецкихъ желѣзнодорожныхъ управленій“ были выработаны для главныхъ и второстепенныхъ желѣзныхъ дорогъ „основанія сооруженія и эксплоатаціи мѣстныхъ желѣзныхъ дорогъ“. Существенная часть этихъ объединенныхъ условій „Правила сооруженія и содержанія главныхъ желѣзныхъ дорогъ Германіи“ были засимъ установлены законодательнымъ порядкомъ. Наконецъ, относительно различныхъ пунктовъ этихъ правилъ послѣдовало соглашеніе между Германіей, Австро-Венгріей, Франціей, Италіей и Швейцаріей, на основаніи котораго объединены „Техническія условія желѣзнодорожнаго дѣла“. У насъ, въ Россіи, основныя условія проектированія частей верхняго строенія устанавливаются правительствомъ въ лицѣ Министерства Путей Сообщенія.

1. Давленіе колесъ.

Наибольшее допускаемое давленіе колесъ, обусловливающее безопасность пути, не установлено въ указанныхъ выше техническихъ условіяхъ, но если принять во вниманіе, что паровозныя колеса развиваютъ большее давленіе, чѣмъ вагонныя, и что переходъ паровозовъ изъ одной страны въ другую бываетъ только въ исключительныхъ случаяхъ, то указанный пробѣлъ не даетъ себя чувствовать, обращенія же вагоновъ онъ не тормозитъ. По указанію союза нѣмецкихъ желѣзнодорожныхъ управленій, для главныхъ и второстепенныхъ желѣзныхъ дорогъ, подвижной составъ которыхъ обращается и на главныхъ дорогахъ, давленіе колеса на рельсъ, при полномъ использованіи установленной грузоподъемной силы поѣздовъ, находящихся въ покоѣ, опредѣлено, максимумъ, въ 7 t,—соотвѣтственно сему требуется такое сопротивленіе верхняго строенія, чтобы въ каждомъ мѣстѣ рельсъ былъ въ состояніи выдержать катающійся грузъ, вѣсомъ 7 t. Для мѣстныхъ ж. д. Германіи ограничиваютъ эту нагрузку величиной 4, 3 t. и въ крайности 5 t, когда на

мѣстныхъ ж. д. обращаются вагоны главныхъ желѣзныхъ дорогъ; въ противномъ случаѣ требуется такое сопротивленіе верхняго строенія, которое соотвѣтствовало бы наибольшему встрѣчающемуся давленію колесъ.

Давленіе колеса въ 7 t для дорогъ съ большой скоростью считаютъ обыкновенно недостаточнымъ; для такихъ дорогъ, въ прусскомъ королевствѣ, давленіе увеличено до 7,6 t, и даже до 8 t. На англійскихъ, сѣверо-американскихъ и другихъ желѣзныхъ дорогахъ имѣются паровозы еще съ большимъ давленіемъ на колесо. У насъ предѣльное давленіе на ось допускалось 12—13 тоннъ; въ настоящее же время предѣлъ этотъ увеличенъ до 15 тоннъ, при условіи соотвѣтственнаго усиленія частей верхняго строенія. Для желѣзныхъ дорогъ малаго значенія нужно, наоборотъ выбирать давленіе колеса не очень высокимъ, во избѣжаніе укладки чрезмѣрно тяжелаго пути. Гаарманъ [1]) рекомендуетъ предѣльныя давленія 3,5, 3 и 2,5 t. для дорогъ съ шириной колеи въ 1000, 750 и 600 mm.

У насъ, въ Россіи, давленіе на ось паровозовъ узкоколейныхъ ж. д. весьма разнообразное; на Ливенской ж. д. 8,66 t., на Новгородской до 6 t., на Ярославо-Вологодской до 7,20 t., на Кіево-Воронежской до 8 t., на Иріновской до 4,10 t. и т. д.

2. Ширина пути.

Подъ шириной пути подразумѣвается разстояніе между головками рельсовъ въ свѣту, составляющее у насъ 1524 мм. на прямыхъ частяхъ пути. Въ Германіи ширина колеи установлена въ 1435 mm. Такую ширину называютъ нормальной, а при большемъ или меньшемъ разстояніи между рельсами различаютъ колеи: широкую и узкую. Нормальная ширина господствуетъ на главныхъ желѣзныхъ дорогахъ въ Европѣ и Сѣверной Америкѣ и вытѣсняетъ мало-по-малу оставшуюся еще на нѣкоторыхъ желѣзныхъ дорогахъ широкую колею.—Въ Ирландіи, Россіи и Испаніи встрѣчается преимущественно ширина пути, не превышающая 1600, 1524 и 1676 mm. Послѣдняя ширина пути распространена также на желѣзныхъ дорогахъ Остъ-Индіи. У насъ отступленіе отъ нормальной ширины 1524 mm. представляютъ: Царскосельская ж. д. съ шириной колеи 1829 mm. и Варшаво-Вѣнская съ шириною колеи 1423 mm. для согласованія съ примыкающей къ ней австрійской сѣтью.

Съ развитіемъ дѣятельности горныхъ странъ и мало населенныхъ мѣстностей, узкоколейныя дороги стали все болѣе и болѣе распространяться во всѣхъ частяхъ свѣта и особенно въ послѣднее время быстро возрастаютъ въ примѣненіи къ желѣзнымъ дорогамъ малаго значенія; главнымъ образомъ распространена ширина пути въ 1000, 750, 600 mm., но встрѣчается также большое число и другихъ размѣровъ.

При всякой ширинѣ пути должны быть допущены незначительныя отступленія, такъ какъ даже при тщательномъ расположеніи и ремонтѣ пути невозможно во время эксплоатаціи сохранить точную ширину колеи. Въ Германіи допускается въ прямыхъ частяхъ пути отклоненіе въ ширинѣ — 3 mm. и + 10 mm. У насъ отступленія отъ нормальной ширины 0,714 саж. допускаются какъ неизбѣжныя послѣдствія движенія поѣздовъ по рельсамъ; наибольшія отклоненія допускаются: при уширеніи пути не свыше 0,003 саж. и при съуженіи—не свыше 0,001 саж.

[1]) Haarmann Die Kleinbahnen.

3. Уширеніе пути.

Въ кривыхъ частяхъ пути съ малыми радіусами необходимо уширеніе колеи, чтобы у ребордъ вагоновъ съ двумя или большимъ числомъ параллельно движущихся осей оставались надлежащіе зазоры. Относительно величины радіуса кривыхъ, при которыхъ необходимо еще уширеніе пути, мнѣнія расходятся. Предполагали раньше, что на дорогахъ съ нормальной колеей уширеніе требуется въ кривыхъ радіусами до 1000 m. и нѣкоторыя дороги еще до сихъ поръ придерживаются этого предѣла. По узаконеніямъ германскихъ ж. д. уширеніе пути необходимо въ кривыхъ радіусами менѣе 500 m. У насъ уширеніе требуется въ кривыхъ радіусами менѣе 700—1000 саж., хотя имѣются дороги, гдѣ уширенія дѣлаютъ при радіусахъ менѣе 500 саж. и даже 250 саж.

Относительно величины уширенія пути мнѣнія также расходятся. Въ Германіи наибольшее предѣльное значеніе уширенія установлено: 30 mm. для главныхъ линій и 35 mm. для второстепенныхъ дорогъ. По другимъ требованіямъ размѣры ширины пути колеблются въ предѣлахъ, минимумъ, до 1435 mm. и, максимумъ, до 1465 mm. Вообще величины уширенія пути слѣдуютъ весьма разнообразнымъ законамъ. Разсчетнымъ путемъ вопросъ не можетъ быть рѣшенъ, потому что уширеніе пути зависитъ, главнымъ образомъ, отъ расположенія осей подвижнаго состава, послѣднее же мѣняется въ весьма широкихъ предѣлахъ. Другія обстоятельства, какъ наклонъ конической поверхности колеснаго обода и т. д., вліяютъ въ обратномъ направленіи, чѣмъ расположеніе осей, и поэтому формулы, едва обнимающія эти условія, мало употребительны. Большая часть желѣзнодорожныхъ управленій примѣняютъ, поэтому, простыя формулы, выведенныя путемъ опытовъ и при этомъ удерживаютъ только вышеуказанныя максимальныя величины. Къ такимъ формуламъ относятся

$$e^m = \frac{6}{R^m} - 0{,}012 \text{ на прусскихъ ж. дор.} \quad (1)$$

$$e^{mm} = (0{,}02 \text{ до } 0{,}03)(100 - R^m) \text{ на нѣкоторыхъ германскихъ ж. дор.} \quad (2a \text{ и } b)$$

$$e^{mm} = \frac{11339}{R^m} \text{ или } \frac{13302}{R^m} - 10 \text{ на австро-венгерск. ж. дор.} \quad (3a \text{ и } b)$$

и т. д.

При этомъ, однако, особенно по урав. 3a и 3b получаются разнообразныя отступленія отъ разсчетныхъ результатовъ.

По теоретическимъ соображеніямъ слѣдовало бы избрать такую формулу, въ которой R находился бы въ геометрическомъ отношеніи къ e. Въ такомъ видѣ подкоммиссіей Техническаго Комитета союза нѣмецкихъ ж. д. предложена формула:

$$e^{mm} = \frac{(1000 - R^m)^2}{27000} \quad (4)$$

Какъ видно изъ слѣдующей таблицы I формула эта даетъ для кривыхъ радіусовъ до 1000 m. среднія значенія изъ тѣхъ, которыя получаются по приведеннымъ выше формуламъ.

Таблица I.

Уширеніе пути по урв. 1—4 въ mm.

R^{m}.	1	2b	2a	3b	4
100	48	27	113,4	123	30
150	28	25,5	75,6	78,7	26,7
200	18	24	56,7	56,5	23,7
300	8	21	37,8	34,3	18,1
400	3	18	28,3	23,3	13,3
500	0	15	22,7	16,6	9,3
600	—	12	18,9	12,2	5,9
700	—	9	16,2	9,0	3,3
800	—	6	14,2	6,6	1,5
900	—	3	12,6	4,8	0,4
1000	—	0	11,3	3,3	0

При составленіи формулъ для величины уширенія пути должно быть также обращено вниманіе на то, чтобы она для кривыхъ наименьшихъ радіусовъ не давала результатовъ, превосходящихъ допускаемое уширеніе, имѣя въ виду могущія встрѣтиться неизбѣжныя отступленія.

Чѣмъ больше число направляющихъ осей и поворотныхъ телѣжекъ имѣется въ длинныхъ вагонахъ, тѣмъ является меньшая необходимость въ большомъ уширеніи пути.

Напримѣръ, нѣкоторыя французскія дороги находятъ излишнимъ уширеніе пути въ кривыхъ, но тамъ же большею частью и на прямыхъ дѣлается уширеніе, достигающее 10 mm.

Уширеніе пути достигается вообще путемъ отдаленія внутренняго рельса, дабы не нарушилось правильное расположеніе наружнаго рельса, служащаго направленіемъ переднимъ наружнымъ колесамъ.

У насъ уширеніе пути опредѣляется преимущественно по формулѣ

$$e = 0{,}00003\,(470 - R) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

гдѣ R—радіусъ въ саженяхъ и e—уширеніе также въ саженяхъ. Уширеніе это начинается на прямой, въ разстояніи 1250e отъ тангенса, такъ чтобы въ точкѣ тангенса было уже полное уширеніе.

Въ тѣхъ закругленіяхъ, которыя соединяются съ прямыми при помощи сопрягающей кривой, заботятся о постепенномъ увеличеніи на ней ширины пути до максимума. Въ случаѣ же непосредственнаго перехода отъ прямыхъ къ закругленіямъ можно, смотря по обстоятельствамъ, сдѣлать увеличеніе ширины только на прямыхъ, или распредѣлить его на прямыхъ и кривыхъ вмѣстѣ. У насъ примѣняютъ слѣдующее уравненіе сопрягающей кривой для закругленій всѣхъ радіусовъ

$$y = \frac{g\,i}{6\,c\,v^2}\,x^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

гдѣ g — ускореніе силы тяжести, i — уклонъ сопрягающаго повышенія наружнаго рельса, c — ширина колеи, v — предѣльная скорость поѣзда. Ось абсциссъ x совпадаетъ съ направленіемъ тангенса, а ось ординатъ y — съ направленіемъ биссектриссы.

4. Габаритъ для колесныхъ ребордъ.

Въ зависимости отъ ширины и высоты закраинъ колесъ (ребордъ) и ихъ зазора между рельсами, долженъ оставаться свободный проходъ близъ рельсовъ, который на ж. д. съ нормальной колеей, согласно правилъ эксплуатаціи главныхъ ж. д. въ Германіи, также при наибольшемъ изнашиваніи рельсовъ, долженъ имѣть ширину 67 mm. и глубину 38 mm. На это обстоятельство должно быть обращено вниманіе, въ особенности при установкѣ скрѣпленій.

5. Повышеніе наружнаго рельса.

Съ цѣлью противодѣйствія центробѣжной силѣ поѣздовъ при движеніи ихъ на кривыхъ, а также для предохраненія схода съ рельсовъ и устраненія сильнаго изнашиванія наружныхъ рельсовъ, приподнимаютъ въ кривыхъ малыхъ радіусовъ, этотъ послѣдній рельсъ надъ внутреннимъ.

Правила эксплуатаціи германскихъ ж. д. требуютъ такого повышенія наружнаго рельса, „чтобы при наибольшей скорости, которая можетъ быть допущена на данномъ участкѣ, кривыя не представляли никакой опасности для ѣзды“, въ то же время объединенныя правила нѣмецкихъ, швейцарскихъ и др. ж. д. ставятъ требованіе, чтобы, съ принятіемъ во вниманіе скорости проходящихъ по данному участку поѣздовъ, проходъ ихъ сопровождался возможно меньшимъ надавливаніемъ закраинъ колесъ на внутреннія грани рельсовъ (обоихъ).

Для мѣстныхъ и малыхъ ж. д., въ Германіи, допускаютъ надавливаніе закраинъ на наружные рельсы, въ видахъ уменьшенія повышенія рельсовъ, и когда колеса снабжены внутренними закраинами.

Предъявляемыя требованія обнаруживаютъ различные взгляды на необходимость возвышенія наружнаго рельса и на причины его. Первоначально повышеніе рельса считали, главнымъ образомъ, средствомъ обезпеченія безопасности движенія поѣздовъ, между тѣмъ опытъ постепенно выясняетъ, что, при достаточно широкихъ постеляхъ рельсовъ, безопасность этимъ самымъ обезпечена.

Такъ какъ изнашиваніе обоихъ рельсовъ пути существеннымъ образомъ зависитъ отъ степени возвышенія наружнаго рельса, причемъ въ видахъ болѣе выгодной эксплуатаціи пути предпочтительнѣе, когда оба рельса изнашиваются въ равной степени, то по новѣйшимъ взглядамъ вопросъ о возвышеніи наружнаго рельса рѣшается не столько съ точки зрѣнія обезпеченія безопасности движенія, сколько по экономическимъ соображеніямъ.

Для оси, свободно движущейся со скоростью $V^{km}/_{st}$ (килом. въ часъ) по кривой радіуса R и при разстояніи между рельсами S, боковое дѣйствіе центробѣжной силы на наружный рельсъ уничтожается при возвышеніи его

$$h^{mm} = \frac{s^{mm} \cdot (V^{km|St})^2}{3{,}6^2 \cdot 9{,}81\, R^m} = \frac{s^{mm}\,(V^{km|St})^2}{127 \cdot R^m} \quad \ldots\ldots\ldots (7)$$

Такимъ образомъ, для нормальной колеи будетъ:

$$h^{mm} = 11{,}8\,\frac{(V^{km|St})^2}{R^m} \text{ или } 11{,}28\,\frac{(V^{km|St})^2}{R^m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7a)$$

смотря потому, будетъ ли S = 1500 mm. или 1435 mm.

Придавая V постоянное значеніе, формула эта принимаетъ часто встрѣчающійся видъ

$$h^{mm} = \frac{K}{R^m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7b)$$

Для главныхъ дорогъ K принимаютъ равнымъ 30 до 75, а для второстепенныхъ отъ 10 до 30.

Урв. 7a все-таки теоретически невѣрно, потому что параллельно движущихся осей въ желѣзнодорожномъ движеніи не бываетъ. Опытъ показываетъ, что урв. 7b даетъ, при большихъ радіусахъ кривыхъ и большихъ скоростяхъ, слишкомъ большія, а при малыхъ скоростяхъ—слишкомъ незначительныя возвышенія, поэтому результаты урв. 7a, смотря по надобности, измѣняются правленіями, примѣняющими это уравненіе; особенно стараются установить общую высшую мѣру для возвышенія наружнаго рельса. Еще большія отступленія необходимы при пользованіи уравненіемъ 7b, такъ какъ скорости, которыя, смотря по кривизнѣ пути, должны быть приняты различныя, опредѣляются произвольно.

Для составленія формулы повышенія наружнаго рельса h, нужно обратить вниманіе, чтобы это послѣднее не превосходило своего максимальнаго значенія и удовлетворяло зависимости, въ которой должна находиться наибольшая допускаемая скорость къ радіусу данной кривой. Ибо только тогда формула можетъ удовлетворять назначенію, когда она заключаетъ въ себѣ измѣняемость скорости въ зависимости отъ кривыхъ.

По нѣмецкимъ требованіямъ, скорость въ кривыхъ, радіусовъ 180, 200 и 250 m., не должна превышать 40, 45 и $50^{km}/_{st}$; а начиная съ радіусовъ въ 300—1000 m. она мѣняется по прямой отъ $35—90^{km}/_{st}$, высшей же величины скорость не должна достигать.—Такое условіе соотвѣтствуетъ приблизительно для скоростей, въ предѣлахъ въ $90^{km}/_{st}$, одному изъ употребляемыхъ въ Бельгіи выраженій.

$$V^{km|St} = 3\sqrt{R^m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Въ Австро-Венгріи допускаемая скорость на среднихъ кривыхъ немного больше и выражается формулой:

$$V^{km|St} = 4\sqrt{R^m - 50} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

При опредѣленіи максимальной величины h слѣдуетъ имѣть въ виду нежелательность довести повышеніе наружнаго рельса до такой степени, чтобы получился слишкомъ большой наклонъ отъ наружнаго рельса къ внутреннему. Такъ какъ для увеличенія сопротивленія внѣшнимъ боковымъ силамъ и вслѣдствіе конусообразной формы колеснаго обода, рельсы должны имѣть внутренній наклонъ 1:20, то при высотѣ h = 75 mm., внутренній рельсъ уже находится въ отвѣсномъ положеніи. Поэтому рекомендуется допускать повышеніе не свыше

100 и 125 mm. Допускаемыя правленіями нѣмецкаго союза ж. д. повышенія значительно превосходятъ эту величину и достигаютъ 250 mm.; на французскихъ дорогахъ также встрѣчаются повышенія до 200 mm., при этомъ особенно страннымъ нужно отмѣтить тотъ фактъ, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ тѣ же дороги, для кривыхъ радіуса 180 m., по которымъ на нѣмецкихъ главныхъ и второстепенныхъ ж. д. движеніе должно совершаться одинаково съ наибольшей скоростью $40^{km}/_{st}$, допускаютъ на главныхъ дорогахъ повышеніе почти въ 2 раза больше, чѣмъ на второстепенныхъ.

Тою же подкоммисіею, которою рекомендована новая формула для уширенія пути, установлена для устраненія указанныхъ выше произвольностей при назначеніи повышенія наружнаго рельса, формула, примѣняемая на желѣзныхъ дорогахъ лѣваго берега Рейна и на гановерскихъ участкахъ прусскихъ казен. желѣз. дорогъ.— Она имѣетъ видъ

$$h^{mm} = m\frac{V^{km|St}}{R^m} \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad . \quad . \quad . \quad (10)$$

гдѣ для V цѣлесообразно придать значеніе изъ урв. 9 и m приравнять 500 до 700, смотря по состоянію пути. Эта формула даетъ для среднихъ скоростей отъ 50 до $60^{km}/_{st}$, приблизительно тѣже значенія, что и урв. 7a и согласуется также со все болѣе установляющимся взглядомъ, что слишкомъ маленькое повышеніе рельса предпочитается слишкомъ большимъ.

У насъ установлена формула

$$h = \frac{sv^2}{gR} = 0{,}003\,\frac{v^2}{R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

гдѣ v — предѣльная скорость поѣзда въ верстахъ въ часъ и R — радіусъ кривой въ саженяхъ.

Самое повышеніе достигается большею частью путемъ поднятія внѣшняго рельса; одновременное пониженіе внутренняго рельса вообще уменьшаетъ, въ ущербъ правильному положенію пути, высоту балласта на половину и употребляется большею частью при одноколейныхъ дорогахъ съ очень крутыми кривыми, особенно при рѣзкихъ обратныхъ кривыхъ съ короткими прямыми вставками, гдѣ, для поддержанія одинаковой высоты балласта, снабжаютъ поверхность землянаго полотна соотвѣтствующими поперечными наклонами.

Въ прямыхъ частяхъ пути рельсы такъ укладываются, чтобы въ каждомъ поперечномъ сѣченіи пути уровень обоихъ рельсовъ находился на одной высотѣ.— Переходъ отъ этого расположенія къ повышенію рельса въ кривыхъ достигается помощью переходныхъ кривыхъ, для которыхъ наименьшіе уклоны опредѣлены въ 1 : 200. Желательно, однако, уклонъ сдѣлать возможно меньшимъ, чтобы предотвратить сходъ ненагруженныхъ колесъ съ рельсовъ. — На нѣкоторыхъ австрійскихъ и французскихъ ж. д. уклонъ дѣлается до 1 : 500 и даже до 1 : 1000. Въ Россіи повышеніе достигается однообразнымъ пологимъ уклономъ около 0,002, распредѣленнымъ поровну по обѣ стороны тангенса.

Если между прямыми и закругленіями имѣется сопрягающая кривая, то переходную кривую располагаютъ на сопрягающей кривой, въ противномъ же случаѣ ее дѣлаютъ на прямой.

Если имѣются обратныя кривыя, то прямая вставка должна быть достаточной длины для расположенія на ней обѣихъ переходныхъ кривыхъ, если же этой длины недостаточно, то переходы продолжаются въ самыя кривыя. Правильность такого перехода наилучшимъ образомъ сохраняется, если повышеніе наружнаго рельса сдѣлать путемъ поднятія внѣшняго и пониженія внутренняго рельса.— При двухъ слѣдующихъ другъ за другомъ кривыхъ одного направленія съ короткой прямой вставкой можно, смотря по обстоятельствамъ, совсѣмъ не дѣлать повышенія наружнаго рельса, или немного его уменьшить.

На путяхъ, близь станцій, допускается уменьшеніе повышенія наружнаго рельса до $^1/_2$ или $^4/_5$, но только тогда, если всѣ поѣзда останавливаются на станціяхъ; въ тѣхъ же случаяхъ на главныхъ путяхъ самой станціи или вовсе не обращютъ вниманія на повышеніе рельса, или стараются уменьшить его на $^1/_2$. Въ то же время на главныхъ путяхъ тѣхъ станцій, гдѣ въ особенности скорые поѣзда вовсе не останавливаются, повышеніе рельса дѣлается полное. Въ Россіи возвышенія наружнаго рельса на станціяхъ не дѣлается; но подходя къ станціямъ на разстояніи 250 саж. съ каждой стороны, а также и въ участкахъ пути, огражденныхъ постоянными сигналами тихаго хода, возвышеніе наружнаго рельса дѣлается только на половину нормальной величины.

На второстепенныхъ путяхъ станцій обыкновенно возвышенія рельсовъ не устраиваютъ.

---

c) Соотношеніе между техническими и экономическими условіями различныхъ системъ верхняго строенія.

Изложенныя въ ст. b техническія условія должны быть разсматриваемы какъ необходимыя для достиженія правильнаго обращенія подвижнаго состава и для обезпеченія безопасности движенія, но они кромѣ того представляются цѣлесообразными и съ экономической точки зрѣнія. Въ общемъ, требованія для обезпеченія безопасности пути совпадаютъ съ экономическими условіями, при чемъ послѣднія требуютъ отъ пути даже большаго сопротивленія, чѣмъ первыя, а именно, если даже безопасность движенія обезпечена, а путь въ новомъ состояніи и при непрекращающемся тщательномъ ремонтѣ хорошо удовлетворяетъ условіямъ движенія, то отъ него требуется еще, по экономическимъ условіямъ, чтобы, при наименьшей затратѣ расходовъ по ремонту, путь сохранялся въ исправности возможно продолжительнѣе. Чѣмъ больше обремененъ путь, тѣмъ труднѣе и дороже обходятся ремонтъ и обновленіе его; расходы увеличиваются еще потому, что на дорогахъ съ сильнымъ движеніемъ приходится платить за работу больше, чѣмъ на дорогахъ съ слабымъ движеніемъ. Путь, который вполнѣ удовлетворяетъ безопасности движенія, можетъ оказаться недостаточно прочнымъ по экономическимъ соображеніямъ. Въ тоже время на дорогахъ (незначительныхъ), съ небольшимъ движеніемъ, не нуждающихся въ установленіи правильнаго за ними надзора и на которыхъ содержаніе пути, по особымъ соображеніямъ, можетъ быть исполнено меньшимъ количествомъ постоянныхъ ремонтныхъ рабочихъ, выборъ соотвѣтствующаго по прочности верхняго строенія вполнѣ оправдывается экономическими условіями, если

только безъ постояннаго тщательнаго ремонта возможно обезпечить безопасное и спокойное движеніе.

Далѣе желательно, чтобы главныя части пути на отдѣльныхъ участкахъ могли служить одинаково продолжительное время, во избѣжаніе большаго числа смѣнъ отдѣльными частями, такъ какъ обновленіе всего пути въ цѣлости требуетъ меньше работы, чѣмъ часто повторяющаяся смѣна отдѣльныхъ частей и кромѣ того даетъ путь однообразный, а вслѣдствіе этого прочнѣе сопротивляющійся. При этомъ однако неизбѣжна и смѣна отдѣльныхъ частей, но она должна быть исполнена возможно прочнѣе. Весьма важно усвоить такой экономическій взглядъ на выборъ цѣлесообразной системы содержанія верхняго строенія, такъ какъ главные расходы по отдѣлу верхняго строенія занимаютъ первое мѣсто между всѣми остальными расходами на работы. Въ 1893/94 на главныхъ и второстепенныхъ дорогахъ Германіи расходы эти составляли 22,4% всѣхъ остальныхъ расходовъ, при чемъ они увеличиваются на второстепенныхъ желѣзныхъ дорогахъ простѣйшей конструкціи до 50%, и могутъ, особенно при узкоколейныхъ ж. д., достигнуть еще большаго размѣра. Въ томъ же году расходы по ремонту и возстановленію верхняго строенія въ Германіи достигли приблизительно 90 милліоновъ марокъ, что составляетъ 56,6% всѣхъ расходовъ по содержанію пути и 19,5% всѣхъ расходовъ по эксплоатаціи.

Смотря по тому, расположены ли шпалы поперекъ или вдоль пути, различаютъ путь: на поперечныхъ и на продольныхъ лежняхъ. Въ обоихъ случаяхъ имѣются самостоятельныя шпалы и рельсы. Встрѣчается третій родъ пути, въ которомъ рельсъ вмѣстѣ съ поддерживающимъ его продольнымъ лежнемъ составляетъ одно цѣлое рельсъ-лежень. Наконецъ имѣются пути, на которыхъ каждый рельсъ покоится на отдѣльныхъ опорахъ— стульяхъ. Въ теоретическомъ отношеніи пути на лежняхъ и поперечинахъ, благодаря солиднымъ опорамъ подъ рельсами, считаются въ одинаковой мѣрѣ наиболѣе совершенными, тѣмъ не менѣе путь на поперечинахъ далеко опередилъ первую систему; преимущество это вытекаетъ изъ того, что, при поперечинахъ, техническія и экономическія условія постройки пути выполняются легче, проще и дѣйствительнѣе, чѣмъ при сооруженіи путей на лежняхъ.

На путяхъ съ поперечинами ширина колеи, а также регулированіе ея, простѣйшимъ образомъ, обезпечивается непосредственнымъ прикрѣпленіемъ рельсовъ къ шпаламъ, между тѣмъ какъ для путей на продольныхъ лежняхъ, рельсахъ-лежняхъ и стульяхъ необходимы еще особыя промежуточныя части. Равнымъ образомъ, поперечныя шпалы даютъ возможность уложить рельсы съ наклономъ, и вмѣстѣ съ балластомъ удерживать на одномъ уровнѣ высоту рельсовыхъ головокъ въ прямыхъ и желаемое повышеніе наружнаго рельса въ кривыхъ, между тѣмъ при другихъ системахъ путей существенную роль въ этомъ отношеніи играетъ исключительно балластъ. Кромѣ того слѣдуетъ замѣтить, что точное расположеніе въ одномъ уровнѣ высоты обоихъ рельсовъ пути, при одновременномъ поддержаніи ихъ шпалами, не зависитъ въ такой мѣрѣ отъ качества балласта и опытности рабочихъ, какъ при другихъ системахъ пути. Наконецъ, одиночная смѣна шпалъ на путяхъ съ поперечинами легче, чѣмъ на путяхъ съ продольными шпалами.

Всѣ эти обстоятельства и нѣкоторыя другія, которыя указаны ниже, затрудняютъ содержаніе въ исправности путей на продольныхъ лежняхъ, стульяхъ

и пр. и отражаются невыгодно на сопротивленіе ихъ и продолжительность службы. Однако, соображенія, говорящія въ пользу системы путей на поперечинахъ, являются менѣе существенными для дорогъ съ слабымъ движеніемъ и особенно для городскихъ дорогъ. Въ послѣднемъ случаѣ могутъ быть, съ тѣмъ большей выгодой, примѣнены продольные лежни и рельсы-лежни, что поперечныя шпалы могутъ сдѣлать жесткой ѣзду для экипажей по улицамъ и затруднять ремонтныя работы для обоего рода путей.

Кромѣ названныхъ типовъ путей различаютъ еще, въ зависимости отъ типа рельсовъ, пути съ одно- и двуголовыми рельсами, смотря потому, имѣетъ ли рельсъ широкую и плоскую подошву, при помощи которой онъ непосредственно прикрѣпляется къ шпаламъ, или рельсъ снабженъ снизу головкой подобно верхней головкѣ, такъ что для прикрѣпленія къ шпаламъ требуются башмаки. Оба типа рельсовъ употребляются только въ путяхъ на поперечинахъ и на отдѣльныхъ стульяхъ, въ путяхъ же на продольныхъ лежняхъ употребляются исключительно рельсы съ плоскими подошвами. Оба типа рельсовъ мало различаются между собою въ смыслѣ возможности правильной укладки ихъ и содержанія.

II. Результаты теоретическихъ изслѣдованій о разсчетѣ верхняго строенія.

Разработано Блюмомъ.

а) Введеніе.

Напряженія, проявляемыя въ рельсахъ и продольныхъ лежняхъ отъ поѣздовъ, вслѣдствіе податливости постели (балласта), впервые разсчитаны Винклеромъ [1]). Онъ принялъ, что вдавливаніе поперечинъ въ балластъ у находится въ прямомъ отношеніи къ давленію на единицу площади постели p, проявляющемуся въ томъ же сѣченіи, т.-е.

$$p^{kg\,qcm} = C \cdot y^{cm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

поэтому y представляетъ вмѣстѣ съ тѣмъ прогибъ упругой линіи, считая отъ первоначальнаго ея положенія и C—постоянную величину, зависящую отъ свойствъ постели или коеффиціентъ постели. Для $y = 1$ см. будетъ $C = p$, т.-е. коеффиціентъ постели выражаетъ давленіе на 1 кв. см., вызывающее пониженіе ея на 1 см.

Въ какихъ предѣлахъ вполнѣ вѣрна указанная зависимость между давленіемъ на постель и глубиною ея погруженія еще не выяснено; для небольшихъ деформацій, покуда извѣстнымъ измѣненіямъ погруженія соотвѣтствуютъ таковыя уже измѣненія, давленія, во всякомъ случаѣ, допускаются предположенія, принятыя, какъ указано выше, для разсчета верхняго строенія, поэтому предположенія эти принимаются и по настоящее время.

Предѣлы нагруженія постели могутъ быть опредѣлены лишь путемъ опыта, но они еще въ точности не найдены. Энгессеръ [2]) принимаетъ, что какъ давленіе на балластъ, такъ и погруженіе шпалъ не должны превосходить извѣстнаго предѣла, а именно:

---

[1]) Winkler. Die Lehre von der Elasticität und Festigkeit. 1867 г., а также Der Eisenbahn-Oberbau. 1875.

[2]) Organ 1888 г.

для обыкновеннаго балласта . .	$p = 1{,}5$ к.,	$y = 0{,}5$ cm. поэтому	$C = 3$
для лучшаго балласта . . .	$p = 3{,}0$ к.,	$y = 0{,}1$ cm. „	$C = 30$
въ среднемъ	$p = 2{,}0$ к.,	$y = 0{,}3$ cm. „	$C = 6\,^2/_3$

Изъ многочисленныхъ опытовъ на правительственныхъ дорогахъ Эльзасъ-Лотарингіи Häntschel [1]) опредѣлилъ коеффиціентъ балласта изъ хряща въ среднемъ $C = 3$, для хряща на каменной наброскѣ $C = 8$ и наибольшую величину $C = 15{,}4$ для щебня на каменной наброскѣ. Величины эти вдвое менѣе, чѣмъ принятыя Энгессеромъ. Значеніе $C = 3$ и $C = 8$ большею частью принимаются въ основаніе разсчетовъ.

Не соглашаясь съ указанными предположеніями, Шретеръ [2]) выражаетъ давленіе на постель подъ видомъ $p = \sqrt{C}$, исходя при этомъ изъ соображеній, вытекающихъ на основаніи опытовъ и теоретическихъ изслѣдованій.

Для разсчета лежней верхняго строенія Винклеръ принялъ, въ видахъ облегченія, безконечно длинную балку, нагруженную вполнѣ равными грузами на равныхъ разстояніяхъ, а Гофманъ [3]), Левальдъ и Ризе и Шварцкопфъ [4]). удержали тоже предположеніе со включеніемъ еще дальнѣйшихъ предположеній для полученія простѣйшихъ формулъ. Однако же такіе пріемы не приводятъ къ точнымъ результатамъ при нагрузкѣ паровозомъ, стоящимъ во главѣ поѣзда.

Равнымъ образомъ, Винклеромъ впервые были изслѣдованы рельсы на поперечинахъ, исходя изъ теоріи непрерывныхъ балокъ, но при этомъ допущено невѣрное предположеніе объ одинаковомъ возвышеніи опоръ. Для наибольшаго момента имъ найдено значеніе

$$M = 0{,}1888\,Ga$$

гдѣ a разстояніе между опорами и G давленіе колеса. Благодаря одновременнымъ работамъ Шведлера [5]) и Циммерманна, изъ коихъ только первыя были тотчасъ же опубликованы, удалось изслѣдовать вліяніе, которое имѣютъ на лежни неодинаковые и произвольнымъ образомъ расположенные грузы; второй изслѣдователь въ своемъ сочиненіи [6]), принятомъ въ основаніе при дальнѣйшемъ изложеніи, сопоставилъ всѣ извѣстныя до сихъ поръ результаты и развилъ ихъ также для верхняго строенія съ поперечинами и для стыковыхъ накладокъ, принимая при этомъ, что опоры податливы. Наконецъ, слѣдуетъ упомянуть еще объ изслѣдованіяхъ Франке [7]), обнимающихъ всякія расположенія нагрузки на сооруженія.

Сопротивленіе пути обусловливается его прочностью и жесткостью. Первая опредѣляется напряженіями, проявляющимися въ отдѣльныхъ частяхъ пути подъ вліяніемъ дѣйствія внѣшнихъ силъ, вторая — перемѣщеніями и вдавливаніями, которымъ подвержены путь и его части. Мѣрой прочности служитъ моментъ сопротивленія, а мѣрой жесткости служитъ моментъ инерціи.

---

[1]) Organ 1889 и 1888 г.
[2]) Organ 1894 г.
[3]) Der Langschwellen-Oberbau der Rheinischen Bahn. 1880.
[4]) Der eiserne Oberbau 1881 и 1882 г.
[5]) Wood. On iron permanent way. 1882 г. Также Centralb. d. Bauferw. 1891 г.
[6]) Zimmermann. Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues 1888.
[7]) Zeits. d. Arch. und Ing. Ver. zu Hannower 1896 г.

в) Верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ.

Уравненіе упругой линіи балки шириною b, при моментѣ инерціи I, коэффиціентѣ упругости E и при давленіи на постель p, есть

$$EJ\frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = -bp \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

При этомъ считаются положительными направленія: прогиба—внизъ и опорнаго давленія—вверхъ; точно такъ же какъ и опорное давленіе, надлежитъ считать положительнымъ направленіе вертикальнаго усилія Q (суммы внѣшнихъ силъ) въ части балки слѣва разсматриваемаго сѣченія; вращающій моментъ внѣшнихъ силъ, соотвѣтствующій дѣйствію положительнаго вертикальнаго усилія, имѣетъ положительный знакъ въ части слѣва разсматриваемаго сѣченія.

Изъ ур. 12 и 13 получится

$$\frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = -4y\frac{Cb}{4EJ} = -4y\varkappa^4 = -\frac{4y}{L^4}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

гдѣ

$$\sqrt[4]{\frac{Cb}{4EJ}} = \varkappa = \frac{1}{L}.$$

Изъ ур. 14 можно получить для безконечной балки, нагруженной однимъ произвольно расположеннымъ грузомъ P, слѣдующія формулы для изгибающаго момента M, прогиба y и давленія на постель p

$$M = \frac{P}{4\varkappa}\mu; \quad y = \frac{\varkappa P}{2Cb}\eta; \quad p = \frac{\varkappa P}{2b}\eta. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

Здѣсь обозначаютъ μ и η вспомогательныя величины, зависящія отъ $\xi = \varkappa x$— расположенія сѣченія и формы его и равныя 1 для точки приложенія груза. Для этого сѣченія моментъ M, прогибъ y и давленіе на постель p достигаютъ наибольшихъ величинъ M_0, y_0 и p_0, при чемъ можно написать [1])

$$M = M_0\mu; \quad y = y_0\eta; \quad p = p_0\eta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

---

[1]) Вспомогательныя величины выражаются подъ видомъ

$$\eta = e^{-\varkappa x}(\cos\varkappa x + \sin\varkappa x)$$

$$\mu = e^{-\varkappa x}(\cos\varkappa x - \sin\varkappa x).$$

Если далѣе обозначить

$$\delta = e^{2\varkappa l} - e^{-2\varkappa l} + 2\sin 2\varkappa l$$

то

$$(\eta_0) = (e^{2\varkappa l} + e^{-2\varkappa l} + 2\cos 2\varkappa l + 4)\frac{1}{\delta}$$

$$(\mu_0) = (e^{2\varkappa l} + e^{-2\varkappa l} - 2\cos 2\varkappa l)\frac{1}{\delta}$$

(см. Извѣстія собранія инженеровъ путей сообщенія, 1897 г., ст. Н. Б. Богуславскаго. Тамъ же имѣются выраженія для прочихъ вспомогательныхъ величинъ).

Для балки конечной длины 2l, нагруженной посрединѣ однимъ грузомъ P, вспомогательныя величины μ и η могутъ быть замѣнены вообще обозначеніями (μ) и (η), причемъ для точки приложенія груза они уже не обращаются въ 1, а въ нѣкоторыя значенія (μ_0) и (η_0). Такъ какъ вспомогательныя значенія μ и η вообще менѣе 1, то также и величины (μ) и (η) менѣе (μ_0) и (η_0), такъ что послѣднія величины также представляютъ собою наибольшія значенія соотвѣтствующихъ моментовъ, прогиба и пр. Вспомогательныя величины (μ), (η), (μ_0), (η_0) зависятъ не только отъ ξ, но и отъ длины балки, опредѣляемой ур.

$$\lambda = \varkappa \cdot l \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

Если на балку безконечной длины дѣйствуютъ грузы P_1, P_2, P_3... въ разстояніяхъ x_1, x_2, x_3... отъ нѣкоторой точки A, то для каждаго груза будутъ вспомогательныя величины μ_1, μ_2, μ_3..., η_1, η_2, η_3... и для точки A получится

$$M = \frac{1}{4\varkappa} \Sigma P \mu; \quad y = \frac{\varkappa}{2Cb} \Sigma P \eta \quad \ldots\ldots\ldots (18)$$

Если всѣ грузы равны P и разстоянія между ними одинаковы и равны 2l, то

въ произвольномъ сѣченіи. въ точкѣ приложенія каждаго груза.

$$M = \frac{P}{4\varkappa}[\mu]; \quad y = \frac{\varkappa P}{2Cb}[\eta]; \qquad M_0 = \frac{P}{4\varkappa}[\mu_0]; \; y_0 = \frac{\varkappa P}{2Cb}[\eta_0];$$

Посрединѣ между грузами.

$$M_1 = \frac{P}{4\varkappa}[\mu_\lambda]; \; y_1 = \frac{\varkappa P}{2Cb}[\eta_\lambda]; \quad \ldots (19)$$

Также и здѣсь M_0 и y_0 суть наибольшія возможныя значенія.

Значеніе $[\eta_A]$ для $\lambda = {}^3/_4\,\pi$ приближается къ нулю, а для большихъ значеній λ оно отрицательное, т.-е. въ этомъ случаѣ лежень подымается надъ постелью.

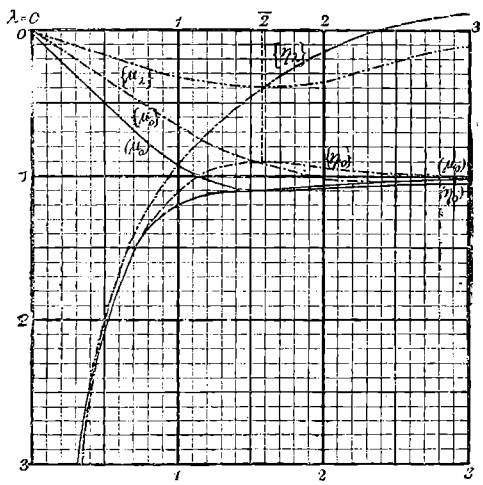
Для угла наклоненія упругой линіи и для вертикальнаго усилія Q Циммерманъ вывелъ выраженіе

$$\operatorname{tang} v = \frac{\varkappa^2 P}{Cb} \eta^1 \text{ и } Q = \frac{P}{2} \mu^1 \quad . (20)$$

гдѣ η^1 и μ^1 суть вспомогательныя величины, подобныя значеніямъ η и μ.

Для облегченія вычисленій Циммерманомъ составлены соотвѣтственныя таблицы и графическія изображенія. На чер. 1 показаны: эпюра величинъ (μ), $[\mu_0]$, $[\mu_A]$, а равно соотвѣтственныя (η_0) и др. въ зависимости отъ λ. Эпюра эта показываетъ, что значенія изъ уравненія моментовъ лишь немного отличаются

Черт. 1.



Эпюра вспомогательныхъ величинъ для разсчета верхняго строенія на лежняхъ.

отъ 1, наибольшая величина получается 1,0903 для (μ_0) при $\lambda = \frac{\pi}{2}$ и $[\mu_0] = 1{,}0178$ при $\lambda = {}^3/_4\pi$.

Значеніе прогиба, наоборотъ, при $\lambda = 0$, безконечно велико, но быстро уменьшается съ увеличеніемъ λ.

Точки пересѣченія упругой линіи съ осью x-овъ, внѣ которыхъ линія эта подымается или опускается, находятся тамъ, гдѣ $\xi = {}^3/_4\pi,\ {}^7/_4\pi,\ {}^{11}/_4\pi$ и т. д., т.-е. на равныхъ разстояніяхъ π; на таковыхъ же разстояніяхъ расположены наибольшія повышенія или пониженія и точки перегиба упругой линіи $(M = 0)$, а равно наибольшія значенія моментовъ $(Q = 0)$. Такимъ образомъ, четыре функціи η, η^1, μ и μ^1 подчинены одинаковымъ зависимостямъ, выражающимъ законъ ихъ измѣненія; въ этомъ смыслѣ четыре линіи, представляющія эти функціи, не различныя, и отличаются только въ отношеніи масштаба ординатъ и начала, отъ котораго отсчитываются независимыя.

Прямой брусъ длиною $2L$ и шириною b, абсолютно несгибаемый, покоющійся на неподатливой постели и нагруженный посрединѣ грузомъ 1, передаетъ давленіе на единицу площади

$$q = \frac{1}{2bL} = \frac{\varkappa}{2b} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

и подвергается дѣйствію изгибающаго момента въ точкѣ приложенія груза

$$N = q\,b\,\frac{L^2}{2} = \frac{L}{4} = \frac{1}{4\varkappa} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

Замѣняя грузъ 1 черезъ P, выраженія для q и N переходятъ въ $\frac{\varkappa P}{2b}$ и $\frac{P}{4\varkappa}$, т.-е. они обращаются въ значеніе ур. 15, если въ послѣднемъ принять μ и η равными 1 (грузовая точка). Поэтому дѣйствіе сосредоточеннаго груза, въ точкѣ его приложенія на безконечно длинной изгибаемой балкѣ одинаково съ тѣмъ, которое вызывается, когда грузъ дѣйствуетъ на несгибаемый брусъ той же ширины, но длиною $2L$. Соотвѣтственно таковому значенію L по отношенію лежней верхняго строенія, Шретеръ ввелъ для L и $2L$ термины: основная мѣра и рабочая опорная длина [1]) и назвалъ величину $2Lb$ рабочею опорною площадью. Если теперь предположить сосредоточенный грузъ, вызывающій погруженіе на 1 см. и назвать его давленіемъ, погружающимъ путь (на 1 см.) то, по ур. 15, онъ будетъ

$$D_1 = 2LCb \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (23)$$

Помимо нормальныхъ напряженій, дѣйствующихъ въ поперечномъ разрѣзѣ лежня, слѣдуетъ принять въ разсчетъ также поперечныя напряженія, вызывающія поперечный изгибъ. Если b_1 есть ширина подошвы рельса, то изгибающій моментъ поперечныхъ силъ будетъ

$$M_s = \frac{1}{8}\,p_0(b - b_2)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (24)$$

---

[1]) Organ 1894 г.

Значеніе это увеличивается вмѣстѣ съ C, между тѣмъ какъ моментъ въ поперечномъ разрѣзѣ уменьшается съ увеличеніемъ C. Можно значительно упростить разсмотрѣніе поперечнаго изгиба, если въ равенства M, y и p подставить, вмѣсто дѣйствительной ширины лежня b, ширину b_0 такого несгибаемаго бруса, который, при той же нагрузкѣ, подвергается погруженію, одинаковому съ погруженіемъ сгибаемаго бруса шириною b. И такъ, слѣдуетъ принять

$$\frac{b}{b_0} = \frac{1}{2}\varkappa_0 b(\eta_0) = \beta(\eta_0) \text{ и } b_0 = \frac{b}{\beta(\eta_0)} \quad \ldots\ldots\ldots (25)$$

гдѣ $\beta = \frac{1}{2}\varkappa_0 b$ имѣетъ такое же значеніе въ отношеніи ширины, какое λ имѣетъ въ отношеніи длины, а $\varkappa_0$ для лежней толщиною d выражается

$$\varkappa_0 = \sqrt[4]{\frac{3C}{Ed^3}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (26)$$

Вслѣдствіе поперечнаго изгиба увеличивается давленіе на постель; наибольшее увеличеніе, для лежней системы Hilf'a, достигаетъ около 7% и 18% при C=3 и 8. Увеличеніе напряженій въ рельсахъ и лежняхъ, наоборотъ, менѣе ощутительно.

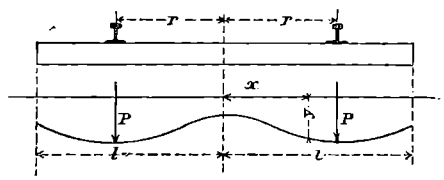
---

c) Верхнее строеніе на поперечинахъ.

Разсчетъ поперечинъ можетъ быть сдѣланъ приблизительно по формуламъ, выведеннымъ для лежней.

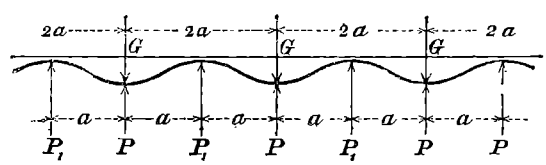
Поперечина представляетъ собою конечной длины брусъ, нагруженный двумя

Черт. 2.



Расположеніе грузовъ на поперечинѣ.

Черт. 3.

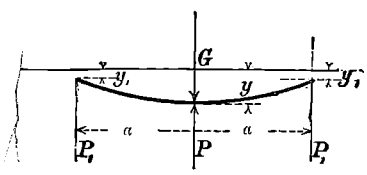


Случай *a* расположенія нагрузки на поперечины.

симметрично расположенными и равными грузами, взаимно отстоящими на опредѣленномъ разстояніи (черт. 2).

Значеніе $\xi = \varkappa x$ будетъ въ настоящемъ случаѣ: для средины поперечины O, для точки груза $\rho = \varkappa r$ и для конца поперечины $\lambda = \varkappa l$. Случаи наиболѣе невыгоднаго расположенія нагрузки на поперечину представлены на черт. 3 и 4.

Черт. 4.



Случай *b* расположенія нагрузки на поперечины.

Давленіе рельса на поперечину зависитъ отъ жесткости рельса и поперечины. Жесткость рельса выражается при помощи давленія, выгибающаго рельсъ (на 1 cm.);

$$B = \frac{6EJ}{a^3} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (27)$$

Это есть сила, способная согнуть рельсъ на 1 cm. при разстояніи между поперечинами a. Подобнымъ образомъ и жесткость поперечины выражается при помощи давленія, погружающаго поперечину; послѣднее есть сила, способная погрузить поперечину въ постель на 1 cm., считая у точки приложенія силы; она опредѣляется по урв. 18 подъ видомъ

$$D = \frac{C b l}{\varkappa [\mu_\rho]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (28)$$

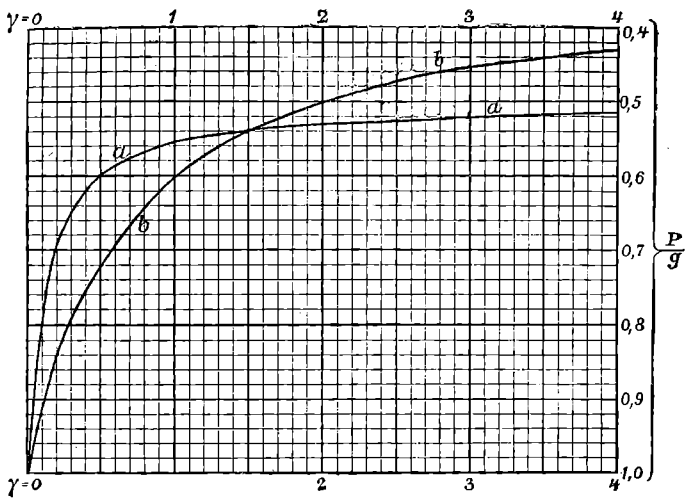
Въ урв. 28 величины C, b и $\varkappa$ имѣютъ для поперечины тѣ же обозначенія, какъ и въ урв. 14 и вспомогательному значенію $[\eta_\rho]$ соотвѣтствуетъ вспомогательная величина (η).

Давленіе на рельсъ P, вызываемое давленіемъ колеса G, зависитъ отъ отношенія $\gamma = \frac{B}{D}$, величина котораго для обыкновенно примѣняемыхъ системъ верхняго строенія колеблется между 0,5 и 4. Давленіе рельса будетъ для расположенія нагрузки

Случай a (черт. 3). Случай b (черт. 4).

$$P_a = \frac{4\gamma + 1}{8\gamma + 1} G \qquad P_b = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} G \quad \ldots\ldots\ldots (29)$$

Черт. 5.



Зависимость давленія шпалы отъ нагрузки.

На черт. 5 показана зависимость отношенія P/G отъ значеній γ; большія давленія на рельсы даютъ: нагрузка b (чер. 4) для $\gamma < 1{,}5$ и нагрузка a (чер. 3) для $\gamma > 1{,}5$.

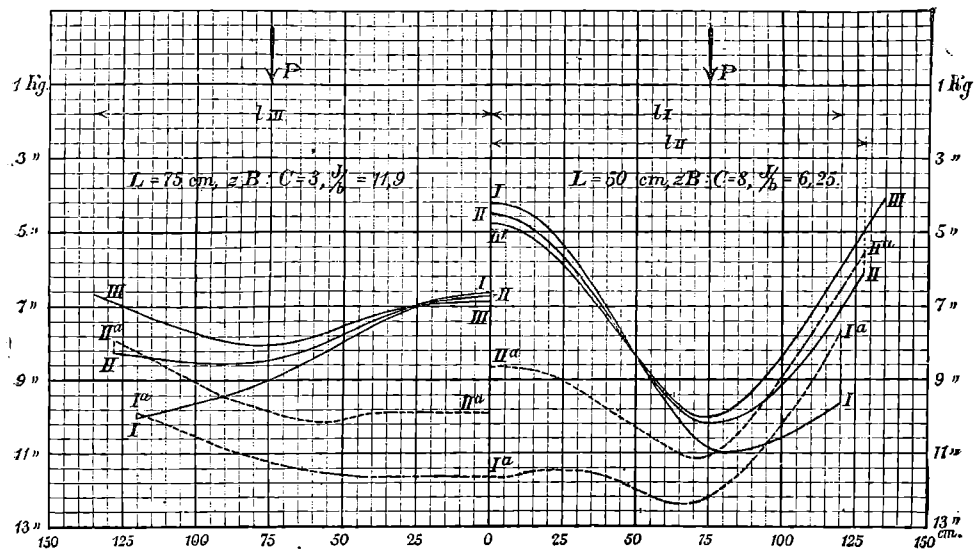
Изъ урв. 18, путемъ подстановки возможныхъ наибольшихъ значеній для P изъ урв. 29, получаются слѣдующія равенства для прогиба, давленія на постель и изгибающаго момента поперечины

	Для средины.	Для точки груза.	Для конца поперечины.
	При $\xi = \varkappa x = 0$.	$\rho = \varkappa r$.	$\lambda = l\varkappa$.
Прогибъ:	$y_0 = \frac{\varkappa P}{Cb}[\eta_0]$;	$y_r = \frac{\varkappa P}{Cb}[\eta_\rho]$	$y_l = \frac{\varkappa P}{Cb}[\eta_\lambda]$
Давленіе:	$p_0 = \frac{\varkappa P}{b}[\eta_0]$;	$p_r = \frac{\varkappa P}{b}[\eta_\rho]$	$p_l = \frac{\varkappa P}{b}[\eta_\lambda]$
Моментъ:	$M_0 = \frac{P}{2\varkappa}[\mu_0]$;	$M_r = \frac{P}{2\varkappa}[\mu_\rho]$	$M_l = 0$

. . . (30)

На чер. 6 представлены опредѣленныя изъ урв. 30 ординаты давленій и упругихъ линій для поперечинъ длиною: 2,40 m., 2,55 m. и 2,70 m., при томъ съ лѣвой стороны — для L = 75, т.-е. для податливой постели и жесткихъ поперечинъ, а съ правой стороны — для жесткой постели и упругихъ поперечинъ (L=50). Непрерывными линіями показаны прогибы поперечинъ, равномѣрно подбитыхъ, а пунктиромъ — прогибы болѣе короткихъ поперечинъ, не подбитыхъ въ средней

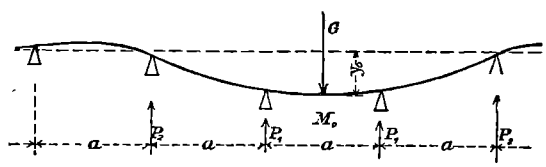
Черт. 6.



Распредѣленіе давленія и упругая линія поперечинъ.

части; при этомъ выясняется существенное вліяніе увеличенія длины поперечинъ на уменьшеніе давленія у точекъ приложенія грузовъ, въ особенности же въ концахъ поперечинъ. При короткихъ равномѣрно подбитыхъ поперечинахъ давленіе въ концахъ настолько болѣе, чѣмъ посрединѣ, что они почти сопровождаются неисчезающими деформаціями, вызывающими неустойчивое положеніе пути и уширеніе его. Такому превышенію давленія въ концахъ поперечинъ можетъ отчасти помочь сохраненіе безъ подбивки средины поперечинъ, но это можетъ сопровождаться повышеніемъ давленія на менѣе нагруженныя части и значительнымъ увеличеніемъ наибольшаго давленія, такъ что такимъ путемъ положеніе тѣмъ менѣе улучшается, что при неподбитой срединѣ поперечинъ балластъ можетъ подаваться. Наилучшимъ средствомъ для достиженія устойчиваго положенія шпалъ служитъ, такимъ образомъ, выборъ подходящей длины поперечинъ.

Черт. 7.



Невыгоднѣйшее нагруженіе рельсовъ.

Наибольшее напряженіе въ рельсахъ получается при расположеніи нагрузки по чер. 7, при этомъ изгибающій моментъ и прогибъ въ точкѣ приложенія груза будутъ:

$$\left.\begin{aligned} M_0 &= \frac{8\gamma+7}{4\gamma+10}\cdot G\,\frac{a}{4} = \frac{8\gamma+7}{4\gamma+10}\,\mathfrak{M}_0 \\ y_0 &= \frac{16\gamma^2+112\gamma+11}{32\gamma(2\gamma+5)}\cdot\frac{G}{D} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (31)$$

гдѣ $\mathfrak{M}_0$ есть моментъ балки, свободно лежащей на 2-хъ опорахъ и нагруженной грузомъ G по срединѣ. Отношеніе $\frac{M_0}{\mathfrak{M}_0}$, какъ показываетъ чер. 8, увеличивается вмѣстѣ съ γ, т.-е. вмѣстѣ съ жесткстью рельсовъ и упругостью поперечинъ.

Если также и для пути на поперечинахъ примѣнить понятіе о давленіи, погружающемъ путь, то по Шретеру [1]) будетъ

$$D_q = \frac{3\gamma+2}{\gamma+2}\cdot\frac{C\,b}{\varkappa[\mu_\rho]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (32)$$

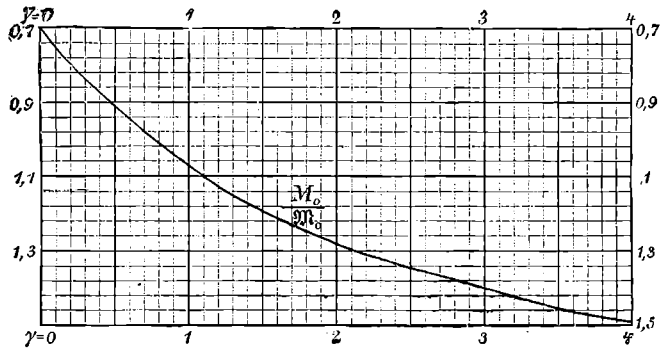
Это выраженіе можно также, какъ для верхняго строенія на лежняхъ, написать подъ видомъ $2\,L_q\,Cb$, если подставить

$$\frac{3\gamma+2}{\gamma+2}\cdot\frac{1}{2\varkappa[\eta_\rho]} = L_q$$

Величины L^q, $2L_q$ и $2l_q b$ будутъ: основная мѣра, рабочая опорная длина и рабочая опорная площадь поперечинъ верхняго строенія.

Шретеръ путемъ теоретическихъ изслѣдованій старался выяснить вопросъ о сравнительной цѣлесообразности увеличенія прочности и жесткости пути, при помощи усиленія рельсовъ или поперечинъ. Пусть T и t выражаютъ вѣсъ на 1 пог. метръ пути тяжелыхъ и слабыхъ поперечинъ, поддерживающихъ соотвѣтственно легкіе и тяжелые рельсы вѣсомъ r и R въ пог. метрѣ, то для подобныхъ рельсовъ и при одинаковой попудной стоимости рельсовъ и поперечинъ и при одинаковой прочности будетъ имѣть мѣсто условіе

Черт. 8.



Изгибающій моментъ рельсовъ на поперечинахъ.

$$\left.\begin{aligned} \left(\frac{T}{t}-1\right)100 &> \left(\frac{R}{r}-1\right)100 \\ \text{а при одинаковой жесткости будетъ} & \\ \left(\frac{T}{t}-1\right)100 &< \left(\frac{R}{r}-1\right)100 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (33)$$

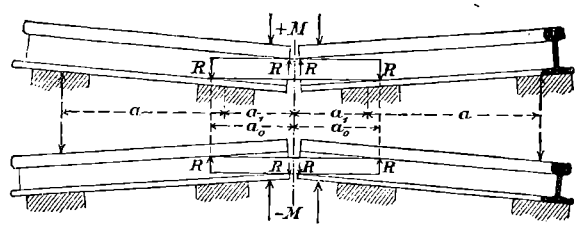
[1]) Organ 1894 г.

Отсюда видно, что для повышенія прочности пути цѣлесообразно усилить типъ рельсовъ, а для повышенія жестокости пути—усилить поперечины (увеличить ихъ число), но такъ какъ увеличеніе нагрузки при движеніи поѣздовъ объусловливается преимущественно недостаточной жесткостью пути и тѣ же причины способствуютъ увеличенію напряженій, вліяющихъ на прочность рельсовъ, то вообще предпочтительнѣе усиливать поперечины, чѣмъ рельсы.

d) Рельсовыя накладки.

Накладки должны сопротивляться взаимному перемѣщенію и поворачиванію концовъ рельсовъ, дабы непрерывность пути могла сохраняться также и въ стыкахъ. Цѣль эта могла бы быть достигнута, однако, лишь при прочномъ соединеній накладокъ съ рельсами, но это не можетъ быть допущено, во избѣжаніе стѣсненія продольныхъ перемѣщеній рельсовъ, вызываемыхъ вліяніемъ температуры. Слѣдуетъ замѣтить, что плоскости, въ которыхъ усилія переносятся съ одного конца рельса на другой, должны быть параллельны оси рельсовъ, а самыя усилія должны быть направлены нормально къ оси. Между тѣмъ накладки не приспособлены для сопротивленія изгибающему моменту, такъ какъ переносъ горизонтальныхъ напряженій съ одного рельса на другой можетъ совершаться лишь путемъ тренія между рельсами и накладками, послѣднее же недостаточно даже и при вполнѣ плотныхъ стыковыхъ соединеніяхъ. Горизонтальныя усилія, которыя должны быть переданы черезъ стыкъ, достигаютъ при среднихъ нагрузкахъ 15000 кил., между тѣмъ сопротивленіе тренію въ наиболѣе благопріятныхъ случаяхъ составляетъ 3200 кил. [1]). Поэтому даже при прочныхъ стыковыхъ соединеніяхъ разрущающее дѣйствіе стыковъ не можетъ быть уничтожено, а лишь незначительно смягчается; при небольшомъ же изнашиваніи опорныхъ поверхностей накладокъ изгибающіе моменты въ концахъ рельсовъ падаютъ уже до пуля.

Черт. 9.



Напряженіе стыковыхъ накладокъ.

Точнаго разсчета накладокъ еще не имѣется по настоящее время, такъ какъ законъ распредѣленія давленій въ соприкасающихся плоскостяхъ еще не найденъ. Предполагаютъ, однако, что переносимыя усилія, даже и при плотныхъ стыкахъ, распространяются преимущественно въ концахъ рельсовъ и накладокъ, причемъ въ наибольшей степени это имѣетъ мѣсто при случающихся зазорахъ между соприкасающимися поверхностями. На этомъ предположеніи Циммерманъ основалъ свои изслѣдованія для разсчета накладокъ, вводя вліяніе зазоровъ и принимая, что усилія въ накладкахъ дѣйствуютъ какъ сосредоточенные грузы близъ концовъ рельсовъ и накладокъ (чер. 9). Наибольшія напряженія въ накладкахъ получаются, когда грузъ дѣйствуетъ непосредственно въ стыкѣ. Сохраняя обозначенія величинъ b,

[1]) Ast. Beziehungen zwischen Gleis und rollenden Material 1892.

C, L, J, P и E по урв. 12 до 15 и подставляя, вмѣсто вспомогательныхъ значеній μ и μ^1 изъ урв. 15 и 20, вспомогательныя количества для соединенія накладками μ_α и μ_α^1, которыя находятся въ такой же зависимости отъ отношенія $\alpha = \frac{a_0}{L}$, какъ первыя количества отъ абсциссъ ξ, то для верхняго строенія на продольныхъ лежняхъ получится, при наиболѣе невыгодномъ расположеніи нагрузки, давленіе въ накладкахъ у концовъ и средины ихъ:

$$R = \frac{\frac{1+\mu_\alpha^1}{4\alpha^2} P - \frac{1}{\alpha^2}\frac{EJ}{L^3}\varepsilon}{\frac{5+8\mu_\alpha^1+2\mu_\alpha^{1\,2}+\mu_\alpha^2}{8\alpha^2} + \frac{\alpha}{3}\frac{J}{i}} \quad \ldots\ldots\ldots (34)$$

и изгибающій моментъ посрединѣ накладокъ

$$M_1 = Ra_0 = \frac{\frac{1+\mu_\alpha^1}{\alpha}\cdot\frac{PL}{4} - \frac{1}{\alpha}\frac{EJ}{L^3}\varepsilon}{\frac{5+8\mu_\alpha^1+2\mu_\alpha^{1\,2}+\mu_\alpha^2}{8\alpha^2} + \frac{\alpha}{3}\frac{J}{i}} \quad \ldots\ldots\ldots (35)$$

гдѣ обозначаютъ: i — моментъ инерціи накладки и ε — средняя величина зазора между накладками и рельсомъ. Въ урв. 35 выраженіе $\frac{PL}{4}$ равно изгибающему моменту M_0 изъ урв. 16.

Для верхняго строенія на поперечинахъ наибольшія значенія давленія въ накладкахъ и изгибающаго момента получаются, если сохранить значеніе $\gamma = \frac{B}{D}$ и G по урв. 19, а ε и i по урв. 34 и 35:

$$R = \frac{\frac{(1+2\alpha_1)\gamma+(2+3\alpha_1)\alpha_1-\alpha_0^2}{4\alpha_0}G - \frac{\varepsilon}{2\alpha_0^2}B}{1+\gamma+3\alpha_1-\alpha_0\left(2-\frac{J}{i}\right)} \quad \ldots\ldots\ldots (36)$$

$$M_1 = R\,.\,a_0 = \frac{[(1+2\alpha_1)\gamma+(2+3\alpha_1)\alpha_1-\alpha_0^2]G\frac{a}{4} - \frac{\varepsilon}{2\alpha_0}B\,.\,a}{1+\gamma+3\alpha_1-\alpha_0\left(2-\frac{J}{i}\right)} \quad \ldots\ldots (37)$$

причемъ $\alpha_0 = \frac{a_0}{a}$ и $\alpha_1 = \frac{a_1}{a}$ представляютъ отношенія полудлины накладки и половины разстоянія между осями стыковыхъ шпалъ къ разстоянію между осями сосѣднихъ шпалъ (чер. 9).

Для разсчета новыхъ накладокъ слѣдуетъ зазоры принимать равными нулю, почему пропадутъ члены, содержащіе множитель ε, и значенія R и M_1 достигнутъ своихъ наибольшихъ предѣловъ. Съ увеличеніемъ же ε дѣйствіе накладокъ приноситъ вредъ, а начиная съ нѣкотораго предѣльнаго значенія ε_0 оно совсѣмъ уничтожается. Между $\varepsilon = 0$ и $\varepsilon = \varepsilon_0$ находится предѣлъ безвреднаго зазора ε_g, при которомъ конецъ рельса, непосредственно вслѣдъ за проходомъ колеса, еще плотно соприкасается съ верхней площадкой накладокъ, такъ что устраняется наклоненіе выступающей надъ накладкой головки рельсовъ. Циммерманъ разсчиты-

валъ значеніе ε_g въ разныхъ предположеніяхъ и показалъ, что оно уменьшается вмѣстѣ съ P. Напримѣръ, при вагонныхъ осяхъ предѣлъ безвреднаго зазора менѣе, чѣмъ при паровозныхъ осяхъ, и онъ уменьшается до 0,03 m.m. Такимъ образомъ, можно съ научной точки зрѣнія объяснить фактически замѣченное несоразмѣрно вредное вліяніе вагонныхъ осей на прочность стыковыхъ соединеній.

Хотя при длинныхъ накладкахъ изгибающій моментъ болѣе, чѣмъ при короткихъ, но давленіе въ нихъ чувствительно уменьшается, кромѣ того длинныя накладки менѣе подвержены вредному дѣйствію зазоровъ.

Изъ выраженія для угла наклоненія концевъ рельсовъ, выведеннаго Циммерманомъ, слѣдуетъ, что накладки должны имѣть толщину, значительно болѣе обыкновенной, если желательно, чтобы этотъ уголъ во время прохода колеса былъ нуль, т.-е. чтобы была сохранена непрерывность пути. Для пути на лежняхъ, при значеніяхъ $\alpha = 0$ до 0,5, отношенія $\frac{J}{i} = 0{,}5$ до 0,16, а для верхняго строенія на поперечинахъ это отношеніе еще болѣе падаетъ.

Для верхняго строенія на поперечинахъ уголъ наклоненіи (вредный уголъ):

$$\nu_1 = -\frac{\frac{1}{2}G}{Ba}\left[(1+2\alpha_1)\gamma + (2+3\alpha_1)\alpha_1\right] + \frac{2Ra_0}{B\,.\,a}(1+\gamma+3\alpha_1-{}^3/_2\alpha_0) \;.\;. \quad (38)$$

Первый членъ этого урав. выражаетъ наклонъ рельсовъ, съ неперекрытымъ стыкомъ, подъ вліяніемъ груза G на стыкѣ, второй членъ представляетъ вліяніе накладокъ на увеличеніе прочности. Если подставить, вмѣсто перваго члена $-\nu_1$ и втораго $-\Delta\nu_1$, то урв. 38 можетъ быть написано:

$$\nu_1 = \nu_1 + \Delta\nu_1 = \nu_1(1-w) \text{ гдѣ } \frac{\Delta\nu_1}{-\nu_1} = w \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (39)$$

Значеніе w, для обыкновенно примѣняемыхъ системъ накладокъ, менѣе 1, если же оно достигнетъ 1, то $\nu_1 = 0$, это значитъ, что возстановлена полная прочность. Поэтому величину w можно назвать рабочимъ угломъ накладокъ.

---

e) Вліяніе подвижной нагрузки.

Дѣйствіе спокойной нагрузки, принятой въ основаніе разсчетовъ верхняго строенія, измѣняется различнымъ образомъ, когда имѣемъ дѣло съ вертикальными силами подвижной нагрузки. Дѣйствіе подвижной нагрузки обнаруживается въ трехъ видахъ:

1. Усиленныя колебанія рессоръ. Онѣ происходятъ вслѣдствіе возмущенія движущейся массы локомотива, неодинаковаго прогиба обоихъ рельсовъ, недостатковъ пути и свойствъ поѣзда; они вызываютъ измѣненіе нагрузки на ось, достигающее, по опытамъ Михеля и Бріера [1]) предѣла $\pm 0{,}63$.

2. Отвѣсныя колебанія рельсовъ при изгибѣ ихъ сопровождаются подобными же колебаніями колесъ; вліяніе это опредѣлено теоретическимъ путемъ Филип-

[1]) Ast. Bez. zw. Gleis u. rol. Mat.

сомъ, Винклеромъ и Леви; при этомъ найдено, что давленіе на колесо увеличивается, съ возрастаніемъ скорости, до 22%.

3. Измѣненія давленія паровозныхъ колесъ отъ дѣйствія центробѣжныхъ силъ противовѣсовъ достигаютъ $\pm 0{,}50$.

Такимъ образомъ подвижной грузъ можетъ вызвать дѣйствіе въ 2,35 разъ болѣе, чѣмъ спокойный грузъ. Такъ какъ эта перегрузка въ немалой степени зависитъ отъ упругости пути и балласта, то она можетъ быть существеннымъ образомъ уменьшена помощью увеличенія жесткости пути.

Подвижность нагрузки сопровождается также проявленіемъ боковыхъ силъ, дѣйствующихъ на путь; величину ихъ не удалось еще опредѣлить ни опытомъ, ни разсчетомъ; онѣ зависятъ какъ отъ конструкціи паровозовъ, такъ и отъ боковой жесткости пути; кромѣ того онѣ проявляются при проходѣ поѣздовъ по кривымъ. Если даже принять по Фуксу и Веллеру [1]), что боковая сила составляетъ 0,52 и 0,67 нагрузки на ось, каковое давленіе признается преувеличеннымъ, то не слѣдуетъ упустить изъ виду, что столь значительныя боковыя усилія порождаются у разгруженной оси, усиленныя же вертикальныя давленія обнаруживаются у перегруженной оси; поэтому рельсъ никогда не подвергается одновременному дѣйствію наибольшихъ усилій обоего направленія. Скрѣпленія рельсовъ съ поперечинами должны сопротивляться боковымъ усиліямъ, опрокидывающимъ головку рельса около подошвы; разсчетъ этого сопротивленія дѣлается обычнымъ образомъ на основаніи закона рычага.

f) Числовые примѣры.

1. Верхнее строеніе на лежняхъ.

Пусть для лежней системъ Hilf'a и Hohenegger'a будутъ: высота 118 и 125 мм., шира $b = 300$ мм. толщина $d = 8$ и 9 мм., моментъ инерціи и моментъ сопротивленія:

Системы.	Hilf.	Hohenegger.
Рельсъ	$J_{si} = 633{,}7^{cm4}$; $W_{si} = 98{,}0^{cm3}$	$J_{si} = 775^{cm4}$; $W_{si} = 120{,}1^{cm3}$
Лежень.	$J_{sw} = 102.2^{cm4}$; $W_{sw} = 26{,}8^{cm4}$	$J_{sw} = 154^{cm4}$; $W_{sw} = 79{,}6^{cm3}$
Всего	$J = 735{,}9^{cm4}$	$J = 929^{cm4}$

Подставляя $E = 2000000$ кл. на кв. см., то приведенная ширина b_0 по разсчету на поперечный изгибъ (урв. 25) будетъ, если значенія (η_0) взять изъ таблицъ Циммермана

[1]) Organ. 1886, Zeitsch. f. Bauwesen 1858.

	Hilf		Hohenegger.	
При C = ...	3.	8.	3.	8.
$b_0 = \frac{b}{\beta(\mu_0)} = \frac{2}{\sqrt[4]{\frac{3C}{Ed^3}(\eta_0)}} =$	276,0	247,1	280,4	259,5 mm
$L = \sqrt[4]{\frac{4EJ}{Cb_0}} =$	91,92	73,95	97,40	79,06 mm
$M_0 = \frac{PL}{4} =$	160 860	129 430	170 450	138 390 cmkg
$y_0 = \frac{P}{2LCb_0} =$	0,460	0,239	0,399	0,213cm
$p_0 = Cy =$	1,380	1,912	1,197	1,704gk
$\sigma_{si} = \frac{M_0}{J} \cdot \frac{J_{si}}{W_{si}} =$	1408	1132	1083	879kg qcm
$\sigma_{sw} = \frac{M_0}{J} \cdot \frac{J_{sw}}{W_{sw}} =$	1047	842	941	764 „

Эти значенія b_0 слѣдуетъ подставить въ урв. 14 и 15, чтобы получить моментъ, прогибъ и давленіе на балластъ. Для одного груза, при безконечной длинѣ балки, получится въ точкѣ приложенія груза, т.-е. для $\mu = \eta = 1$

При давленіи колеса $P = 7000$ кил. будетъ

Зная моментъ, можно опредѣлить напряженіе крайнихъ волоконъ рельса (σ_{si}) и лежня (σ_{sw})

2) Верхнее строеніе на поперечинахъ.

α) Разсчетъ рельсовъ.

Пусть требуется разсчитать рельсы прусскихъ казенныхъ ж. д. типа № 8[a] (чер. 47) и бельгійскихъ ж. д. (чер. 53). Первый рельсъ вѣсомъ 41 кил. на 1 пог. м. имѣетъ моментъ инерціи $J = 1352$ cm^4 и покоится на брусковыхъ поперечинахъ длиною 2,70 m., размѣрами 26 на 16 cm.; разстояніе между шпалами, смотря по давленію на ось и роду балласта, составляетъ 850 или 785 mm. Бельгійскій рельсъ вѣсомъ 52 кв. въ 1 п. м. (Голіафъ) имѣетъ моментъ инерціи 1707 cm^4 и лежитъ на полукруглыхъ шпалахъ длиною 2,60 m. шириною 28 cm. при взаимномъ разстояніи ихъ 800 mm.

Типъ строенія.	Прусскій.				Бельгійскій.	
Разстояніе между шпалами a =	85,0		78,5		80,0cm	
$B=\frac{6EJ}{a^3}=$	26419		33539		40007kg	
Коэффиціентъ балласта C = .	3	8	3	8	3	8
$D=\frac{Cbl}{\varkappa[\eta_0]}=$ (изъ таб. Циммм.).	10000	25000	10000	25000	9710	22800kg
$\gamma=\frac{B}{D}=$	2,64	1,06	3,35	1,34	4,12	1,76

Подставляя эти значенія γ въ урв. 31, получатся наибольшія: моментъ, напряженіе и прогибъ рельса

$M_0=$ . .	203493	161842	198372	158256	207760	173600cm,kg
$\sigma=$ . . .	1054	838	1027	820	896	748kg/qcm
$y_0=$	3,36	1,71	3,14	1,60	3,10	1,67m

Отсюда усматривается, что вліяніе балласта тѣмъ меньше, чѣмъ сильнѣе рельсъ.

β) Разсчетъ поперечинъ.

Сравнимъ желѣзныя поперечины прусскихъ и баденскихъ казенныхъ жел. дор.; первыя для верхняго строенія типа № 8^a (чер. 47) имѣютъ длину 2,70 m. вѣсъ 58,3 кил. на 1 п. м., моментъ инерціи $J_{sw}=147{,}9$ cm⁴. и ширину внизу $b=232$ mm.; послѣднія для верхняго строенія 1893 г. имѣютъ длину 2,40 m., вѣсъ 70 кл. и ширину внизу $b=230$ mm. и $J_{sw}=302$ cm⁴, при этомъ рельсъ вѣсомъ 44 кил. имѣетъ $J_{si}=1485$ cm⁴, а наибольшее разстоянія между поперечинами $a=78$ cm.

Типъ строенія.	Прусскій.				Баденскій.	
a = . . .	85		78,5		78cm	
$\frac{J_{sw}}{b}=$.	6,37		6,37		13,13cm³	
$B=\frac{6EJ_{si}}{a^3}=$ . .	26419		33539		37552kg cm	
C = ...	3	8	3	8	3	8
D по табл. Циммермана . .	8100	18300	8100	18300	7600	18800
$\gamma=\frac{B}{D}$ . . .	3,26	1,44	4,14	1,83	4,94	2,00

Такимъ образомъ, для опредѣленія давленія рельсовъ слѣдуетъ разсмотрѣть лишь случаи нагрузки: b (чер. 4 и 5) для прусскаго строенія при разстояніи между поперечинами 85 cm. и коеффиціентѣ баласта 8 и a (чер. 3) для всѣхъ прочихъ случаевъ. Давленіе рельса будетъ изъ урв. 29

Типъ строенія.	Прусскій				Баденскій.	
$P =$ . . .	3,62	3,84	3,60	3,72	3,50	3,70 t
$\frac{P}{b} =$ . . .	0,156	0,166	0,155	0,160	0,145	0,153
$L =$ . .	64,2	50,2	64,2	50,2	77,0	60,2 cm

Изъ урв. 30 можно опредѣлить, пользуясь таблицами Циммермана, прогибъ, а изъ момента—напряженіе крайнихъ волоконъ.

Прогибъ.	по срединѣ . . .	3,28	0,99	3,25	0,96	3,23	1,05 mm
	въ точ. прил. груза.	4,42	2,08	4,39	2,01	4,35	1,86 „
	въ концѣ . . .	3,17	0,84	3,15	0,81	4,77	1,95 „
Напряж..	по срединѣ . . .	795	713	789	691	843	653 kg/qcm
	въ точ. прил. груза.	1579	1554	1568	1506	779	878 „

Отсюда усматривается указанное уже (чер. 6) большое вліяніе длины поперечинъ на вдавливаніе ихъ и на напряженіе, въ особенности при податливой постели для $C = 3$, при чемъ для короткихъ баденскихъ поперечинъ, несмотря на то, что онѣ крѣпче прусскихъ, вдавливаніе у концовъ не только превосходитъ соотвѣтственныя величины у точки приложенія груза тѣхъ же поперечинъ, но и прусскихъ, а также напряженіе по срединѣ не только больше, чѣмъ въ прусскихъ поперечинахъ, но превосходитъ и соотвѣтственное напряженіе въ точкѣ приложенія груза.

γ) Разсчетъ рельсовыхъ накладокъ.

Сравнимъ стыковыя скрѣпленія прусскихъ казенныхъ ж. д. типа верхняго строенія № $6^{\underline{d}}$ (чер. 47) и № $8^{\underline{a}}$ и саксонскихъ казенныхъ ж. д. (чер. 49) и правительственныхъ ж. д. Эльзасъ-Лотарингіи (чер. 48); предположимъ, что $C = 8$ и что примѣнены поперечины размѣрами 26×16 см. длиною для прусскихъ дор. 2,70 м., эльзаскихъ—2,50 м. и саксонскихъ—2,50 м. При этихъ условіяхъ получатся

	Прусскія каз. жел. дор.		Саксонскія каз. жел. дор.	Правительственныя каз. жел. дор. Эльзасъ Лотарингіи.
	$6^{\underline{d}}$	$8^{\underline{a}}$		
Моментъ инерціи рельса $J =$	1036,6	1252	1700	1092 cm⁴
„ „ пары накладокъ $i =$.	839,6	1206,6	410,5	980 cm⁴
Отношеніе $\frac{J}{i}$	1,23	1,12	4,14	1,11

	Прусскія каз. жел. дор.		Саксонскія каз. жел. дор.	Правительственныя каз. жел. дор. Эльзасъ Лотарингіи.
	6d	8a		
Разстояніе между стыковыми поперечинами $2a_1 =$	530	560	540	600mm
Разстояніе между смежными поперечинами $a =$	638	620,5	680	760mm
Длина накладокъ $2a_0 =$.	690	720	900	880mm
Отсюда получается $B =$.	47900	67911	64880	29850
и $D =$	25000	25000	23300	25000
а потому $\gamma = \frac{B}{D} =$.	1,92	2,72	2,78	1,19
далѣе $\alpha_0 = \frac{a_0}{a} =$.	0,54	0,58	0,66	0,58
и $\alpha_1 = \frac{a_1}{a} =$.	0,42	0,45	0,40	0,39

Послѣ этого получится для новыхъ плотно прилегающихъ накладокъ, для которыхъ $\varepsilon = 0$, оказывающіяся при этомъ наибольшія давленія въ накладкахъ и наибольшій моментъ изъ урв. 36, 37 и 39.

Давленіе въ накладкахъ R.	3973	4195	2425	3213kg
Моментъ накладокъ въ стыкѣ M_1 . .	137080	151010	109120	141360cmkg
Рабочій уголъ w	0,84	0,87	0,58	0,79
Наибольшее напряженіе накладокъ . .	1215	979	1582	924kg/qcm

Изъ этихъ чиселъ видно, какое большое вліяніе имѣетъ длина накладокъ на уменьшеніе давленія въ нихъ, но для уменьшенія напряженія въ накладкахъ необходимо, чтобы моментъ инерціи ихъ былъ по возможности такой же величины, какъ и для рельса.

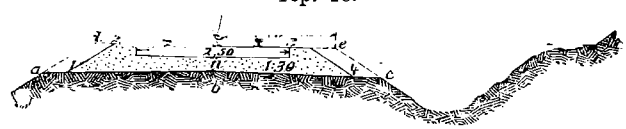
III. Содержаніе и осушеніе поверхности земляного полотна и балласта въ пути и на станціяхъ.

Обработано Шубертомъ.

a) Объясненіе.

Верхняя поверхность полотна a, b, c (чер. 10), ограниченная съ обѣихъ сторонъ откосами, служитъ основаніемъ для балласта (1, 2, 3, 4); послѣдній долженъ состоять изъ проницаемаго матеріала, не подвергающагося вліянію мороза, онъ имѣетъ назначеніе распредѣлять на полотно по возможности равномѣрно давленіе, передающееся на путь отъ вѣса подвижнаго состава. Ширина балластнаго слоя измѣряется обыкновенно въ уровнѣ подошвы рельсовъ и выражается линіею 2, 3 или de.

Чер. 10.



Поперечный профиль. Маштабъ 1:125.

Высотою балласта называется величина h отъ нижней грани шпалъ. Величиною поперечныхъ скатовъ до поверхности земляного полотна be и bc относительно горизонта опредѣляется степень желаемаго осушенія полотна.

b) Поперечная профиль земляного полотна и балласта.

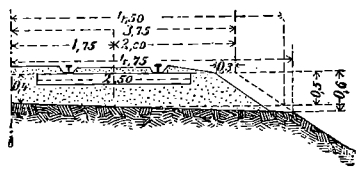
Ширина балласта и земляного полотна зависитъ отъ ширины колеи, длины шпалъ и высоты балласта. Въ Германіи относительно размѣровъ поперечнаго профиля полотна главныхъ путей узаконено, что полуширина балласта fe (чер. 10) должна быть не менѣе 2 m., высота его не менѣе 20 cm. и что поверхность земляного полотна должна быть осушена. Кромѣ того, при двухъ путяхъ и болѣе, требуется, чтобы разстояніе между осями смежныхъ путей было 3,5 m. (въ пути); но если число путей больше двухъ, то только разстояніе между двумя сосѣдними путями допускается 3,5 m., а для прочихъ путей разстояніе это должно быть

4,0 m. На станціяхъ и остановочныхъ пунктахъ разстояніе между осями путей $\geqq$4,5 m., а если имѣются промежуточныя платформы, то ширина $\geqq$ 6,0 m.

Для отвода воды, просачивающейся на поверхность земляного полотна, достаточно, при плотномъ и непромерзающемъ грунтѣ, придать поверхности полотна поперечные скаты отъ 1:30 до 1:25, направленные обыкновенно при одно- и двухъ-колейномъ пути отъ середины въ обѣ стороны. При большемъ количествѣ путей и на станціяхъ опорная поверхность балласта обыкновенно дѣлается горизонтальной, для осушенія же устраиваютъ особые дренажные прорѣзы, каменные каналы и водоотводныя трубы.

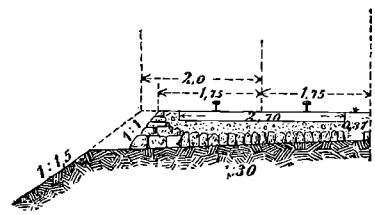
Высота балластнаго слоя на двухъ-колейномъ пути часто выбирается такимъ образомъ, чтобы наименьшая допускаемая величина 0,20 m. измѣрялась у концовъ поперечинъ, обращенныхъ къ срединѣ пути, при этомъ поверхность земляного полотна къ серединѣ повышается уклономъ 1:25 до 1:30, а къ откосамъ такимъ же уклономъ спускается. Чер. 11 представляетъ поперечный профиль, принятый

Чер. 11.



Попереч. разр балластнаго слоя.
Масштабъ 1:125.

Чер. 12.

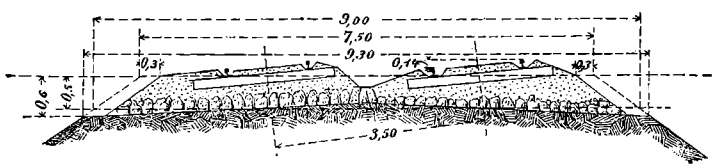


Попереч. разр. балластнаго слоя.
Масштабъ 1:125.

дирекціею жел. дор. въ Ганноверѣ, по которому шпалы полностью засыпаны балластомъ, а чер. 12—тоже съ открытыми шпалами. Въ случаѣ примѣненія тяжелаго балласта должна быть устроена набивка на немъ изъ хряща или щебня высотою не менѣе 10 cm., считая до нижней грани шпалъ.

Въ кривыхъ малыхъ радіусовъ, когда возвышеніе наружнаго рельса достигаетъ 50 mm. и болѣе, отводъ воды производится только въ одну сторону, подобное устройство можно также примѣнить и при двухъ-колейныхъ путяхъ, во избѣжаніи значительнаго измѣненія толщины балласта подъ шпалами, имѣющаго мѣсто при типѣ, представленномъ на чер. 13. Послѣднее устройство имѣетъ кромѣ сего еще и тотъ недостатокъ, что верхнія грани рельсовъ обоихъ путей не лежатъ въ одной плоскости, а это обстоятельство слишкомъ стѣсняетъ пересѣченіе пути съ проѣзжими дорогами въ одномъ уровнѣ.

Чер. 13.



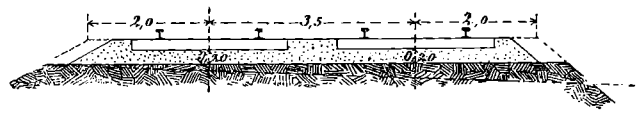
Двухъ-колейный путь въ кривыхъ. Масштабъ 1:125.

Устройство по чер. 14 и 15 заслуживаютъ въ этомъ отношеніи преимущества, и при томъ первое для пути съ незначительнымъ возвышеніемъ наружнаго рельса, второе, при которомъ смежные рельсы обоихъ путей находятся на одинаковой высотѣ, избирается при большомъ возвышеніи наружнаго рельса. При послѣднемъ

способѣ переходъ проѣзжей дороги, въ продольномъ разрѣзѣ, достигается всего удобнѣе устройствомъ горизонтальной вставки между путями длиною 2 m.

Насыпи, которыя въ верхнихъ частяхъ своихъ состоятъ изъ хорошо сопротивляющагося и непромерзающаго матеріала, слѣдуетъ обсыпать полнѣе, имѣя въ виду неизбѣжную осадку насыпи; балластному же слою можно первоначально придать менѣе значительную величину, чтобы по мѣрѣ осѣданія насыпи постепенно дополнять балластъ, при этомъ, однакоже, минимальная высота балласта не должна быть менѣе 10 cm.

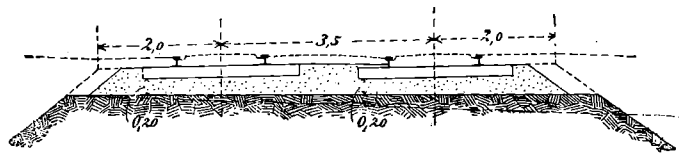
Чер. 14.



Двухъ-колейный путь въ кривыхъ. Масштабъ 1 : 125.

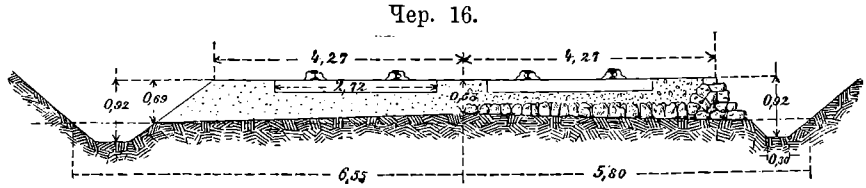
Въ Англіи балластному слою придаютъ большую высоту, какъ это показано на чер. 16. Поперечные скаты земляного полотна опредѣляются наклоненіемъ бровокъ противъ средины полотна на 16 cm., высота балласта до верхней поверхности шпалъ по срединѣ полотна 53 cm., а у бровокъ 69 cm., такъ что, при толщинѣ шпалъ 12,7 cm., подъ шпалой находится балластный слой въ 48,3 cm., т.-е. слишкомъ вдвое больше, чѣмъ на нѣмецкихъ ж. д. Обстоятельство это, во всякомъ случаѣ, имѣетъ существенно-благопріятное вліяніе на хорошее состояніе англійскихъ путей. Въ отношеніи мощности балластнаго слоя другія желѣзныя дороги континента ничѣмъ почти не отличаются отъ нѣмецкихъ ж. д. Равнымъ образомъ и правленія американскихъ ж. д. назначаютъ высоту балластнаго слоя,

Чер. 15.



Двухъ-колейный путь въ кривыхъ и въ пересѣченіи съ проѣзжей дорогой. Масштабъ 1 : 125.

Чер. 16.



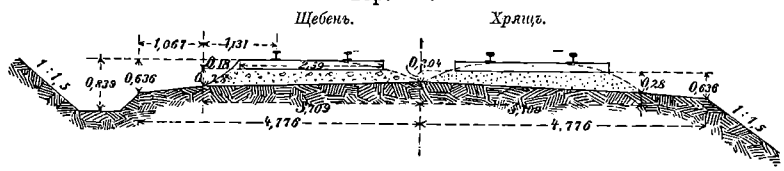
Поперечный разрѣзъ балластнаго слоя Англіи. Масштабъ 1 : 125.

считая до нижней грани шпалъ, въ общемъ, отъ 20 cm. до 25 cm., придавая при этомъ полотну совершенно иные поперечные профили (чер. 17 и 18).

Въ Америкѣ не придаютъ никакого значенія заполненію шпалъ балластомъ, но балластный слой ограничивается большею покатостью въ обѣ стороны, для возможно скорѣйшаго осушенія его, въ особенности если мѣстный балластъ состоитъ изъ мало проницаемаго матеріала. На многихъ особенно восточныхъ дорогахъ путь укладывается на полотно безъ всякаго балласта, но съ заполненіемъ шпалъ; при чемъ также и здѣсь обезпечиваютъ возможно скорѣйшій стокъ дождевой воды (чер. 20).

Такого рода устройства, которыя примѣнялись также раньше на ж. д. въ Европѣ, могутъ только тамъ быть примѣнимы, въ видѣ подражанія, гдѣ не имѣется проницаемаго балласта.

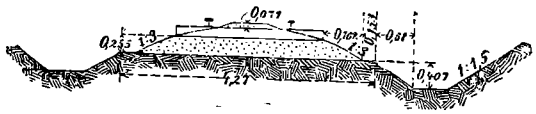
Чер. 17.



Поперечный профиль жел. дор. Пенсильваніи. Масштабъ 1:125.

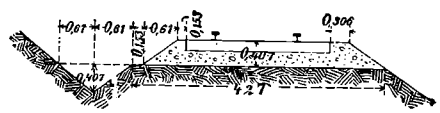
Ширина балластнаго слоя на второстепенныхъ дорогахъ съ нормальной колеей назначается въ Германіи въ 2×1,75 m., а на такихъ же дорогахъ малаго зна-

Чер. 18.



Попер. проф. Иллинойсъ-центральной ж. д. *Хрящъ*. Масштабъ 1:125.

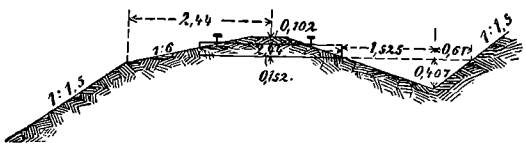
Чер. 19.



Попер. проф. Иллинойсъ-центральной ж. д. *Щебень*. Масштабъ 1:125.

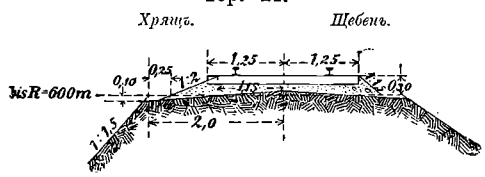
ченія, только 2×1,50 m.; эти величины увеличиваютъ, однако, на высокихъ насыпяхъ и на крутыхъ кривыхъ. Чер. 21 и 22 представляютъ поперечные про-

Чер. 20.



Попер. проф. Американскихъ ж. д. безъ балласта. Масштабъ 1:125.

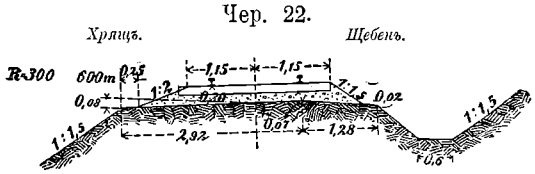
Чер. 21.



Попер. проф. второст. ж. д. дирек. Эрфурта. Масштабъ 1:125.

филии еще меньшихъ размѣровъ, для второстепенныхъ ж. д., которыя обыкновенно употребляются въ Эрфуртскомъ округѣ, а также и въ Пруссіи для дорогъ со слабымъ движеніемъ. Высота балласта можетъ быть уменьшена до 15 cm. и даже до 10 cm., но это допускается только при хорошемъ нижнемъ слоѣ (скала, хрящъ, песокъ), или при соотвѣтственно уменьшенномъ разстояніи между шпалами, иначе движеніе въ слоѣ хряща можетъ простираться на большую глубину ниже шпалъ, и тогда, при незначительной высотѣ балласта, можно ожидать вдавливанія поверхности земляного полотна.

Чер. 22.

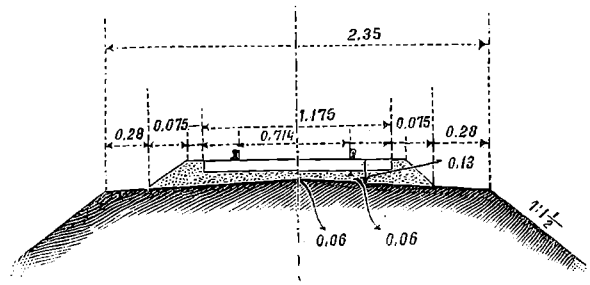


Попер. проф. второстеп. ж. д. дирекціи Эрфурта. Масштабъ 1:125.

Въ Россіи балластный слой имѣетъ ширину поверху: для желѣзныхъ дорогъ съ нормальной колеей въ одинъ путь до 1,70 саж., а въ два пути — 3,65 с.

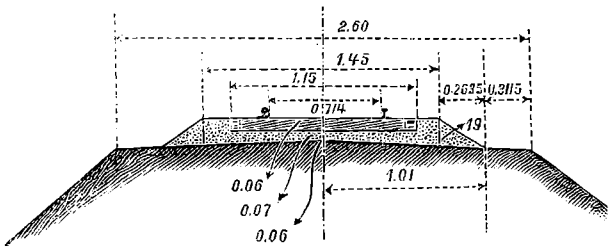
Балластъ насыпается обыкновенно въ два слоя, толщиною: верхній 0,07 саж. и нижній 0,18 саж. При такихъ размѣрахъ количество балласта на версту составляетъ для одноколейныхъ дорогъ 245—250 куб. с. и для двухпутныхъ — 450 — 455 куб. с., въ томъ числѣ на верхній слой расходуется соотвѣтственно 70 и 136 куб. с. Отъ этихъ нормальныхъ размѣровъ балластнаго слоя встрѣчаются, однако, отступленія. Такъ напр., на Ромны-Кременчугской, Полѣсскихъ и др. ж. д., при ширинѣ полотна 2,60 с., ширина балласта 1,45 с., толщина посрединѣ пути до верхней грани шпалъ 0,15 с. (объемъ на версту 150 куб. с.), а по другому типу Ромны-Кременчугск. ж. д., съ засыпкой наверху щебнемъ, толщина балласта 0,166 с. (объемъ 175 куб. с.); на Западно-Сибирской ж. д. ширина 1,40 с. толщина 0,15 с.; на Уманскихъ и Новоселицкихъ вѣтвяхъ юго-западныхъ ж. д., при той же ширинѣ 1,40 с., толщина 0,11 с. и 0,132 с. и пр. Для узкоколейныхъ ж. д., при ширинѣ колеи 1 метр., ширина балласта 1,14. На чер. 23, 24 и 25 показаны поперечные профили балластнаго слоя на нѣкоторыхъ русскихъ ж. д.

Чер. 23.



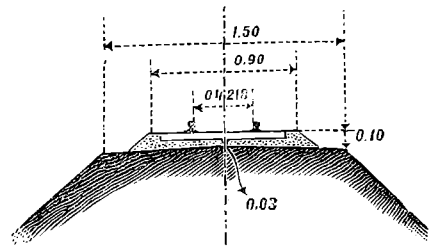
Нормальный профиль 1895 г. Масштабъ 1 : 100.

Чер. 24.



Поперечный профиль Полѣсскихъ ж. д. Масштабъ 1 : 100.

Чер. 25.



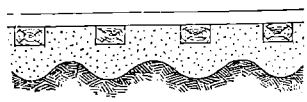
Попер. проф. Чіатурской узкокол. ж. д. Масштабъ 1 : 100.

c) Измѣненія поверхности землянаго полотна, вызываемыя недостаточной высотой балласта.

Чѣмъ равномѣрнѣе балластъ распредѣляетъ давленіе пути, тѣмъ менѣе измѣняетъ свою форму поверхность землянаго полотна и поэтому тѣмъ лучше сохраняется отводъ воды съ него и также лучше защищается полотно отъ вліянія мороза. Такъ какъ напряженія въ нижнемъ слоѣ подъ балластомъ значительно болѣе, чѣмъ въ другихъ сооруженіяхъ, то балластъ и лежащее ниже его земляное полотно дороги необходимо такъ обезпечить и сдѣлать изъ такихъ матеріаловъ, чтобы морозъ не оказывалъ вреднаго дѣйствія. Этимъ требованіямъ, однако, не удовлетворяетъ установленная для главныхъ желѣзныхъ дорогъ минимальная высота балласта

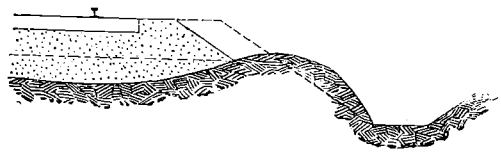
въ 20 cm. и поперечные скаты, придаваемые поверхности землянаго полотна, въ тѣхъ случаяхъ, когда верхняя часть полотна состоитъ изъ глинистаго слоя или изъ другого какого нибудь матеріала, дурно сопротивляющагося дѣйствію воды и мороза, ибо поверхность такого полотна деформируется подъ вліяніемъ нагрузки пути. Вода постепенно размягчаетъ такой слой, и онъ отъ давленія подъ шпалами

Чер. 26.



Вдавливаніе землянаго полотна.

Чер. 27.



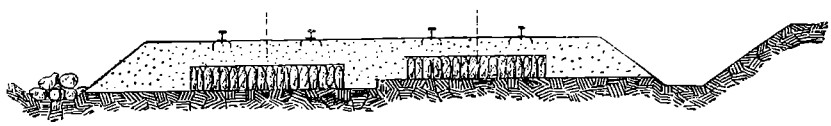
Вдавливаніе землянаго полотна.

все болѣе осѣдаетъ, служа причиной образованія подъ каждой шпалой корытообразнаго углубленія (черт. 26, 27).

Если это углубленіе сначала даже было незначительно, то оно превращается затѣмъ въ резервуаръ для воды, проникающей черезъ балластъ и значительно ослабляетъ прочность полотна.

Смотря по количеству осадковъ и размѣру движенія поѣздовъ, разрушеніе это

Чер. 28.

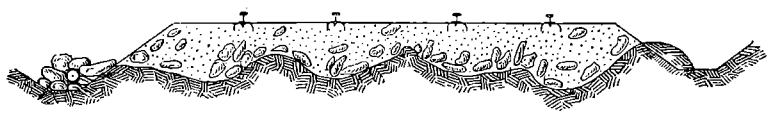


Балластный слой со свѣжей каменной наброской 1879 г. Масштабъ 1 : 125.

наступаетъ медленнѣе или быстрѣе; при морозѣ же оно еще значительнѣе увеличивается.

Для предупрежденія подобныхъ недостатковъ, понижаютъ поверхность полотна отъ 15 cm. до 20 cm. и покрываютъ его крѣпкой каменной наброской, но

Чер. 29.



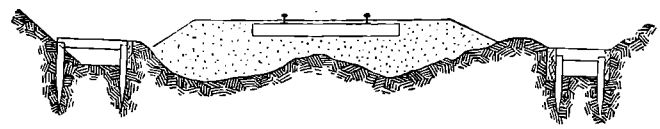
Балластный слой чер. 28 въ 1888 г. Масштабъ 1 : 125.

такое незначительное укрѣпленіе балласта на грунтѣ изъ чистой глины не приводитъ къ цѣли, ибо съ одной стороны этимъ не достигается еще необходимая глубина промерзанія, а съ другой стороны большая часть выступающихъ своими краями камней погружается въ нижній мягкій слой, который отъ этого въ свою очередь образуетъ возвышенія и такимъ образомъ достигается совершенно противоположное, а именно образуются неровности въ подошвѣ балласта.

Чертежъ 28 представляетъ поперечное сѣченіе балласта, сдѣланное въ

1879 году въ глинистой выемкѣ двухколейной жел. дор. съ сильнымъ движеніемъ; полотно укрѣплено каменной наброской, не доходящей до концовъ, а черт. 29 изображаетъ видъ его въ 1888 г. Достаточно было 9-лѣтняго періода, чтобы полотно претерпѣло значительное измѣненіе [1]).

Чер. 30.

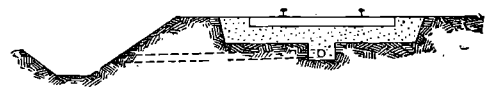


Вдавливаніе однопутнаго полотна. Масштабъ 1:125.

Представленное на чер. 30 поперечное сѣченіе одноколейной жел. дор., существующей съ 1873 г., также ясно показываетъ, какъ измѣняется строеніе на поперечныхъ шпалахъ, въ особенности же когда нижній глинистый слой выпирается въ кюветы.

Съ большимъ успѣхомъ увѣнчались старанія избѣгнуть этихъ недостатковъ путемъ устройства канавообразнаго углубленія по серединѣ полотна и прокладки въ это углубленіе дренажныхъ трубъ съ развѣтвленіями отъ нихъ въ боковыя канавки [2]) (черт. 31), Пріемъ этотъ раньше примѣнялся въ тѣхъ случаяхъ, когда балластный слой былъ съ боковъ огражденъ непроницаемымъ грунтомъ, но онъ также примѣнимъ, когда огражденія эти проницаемы.

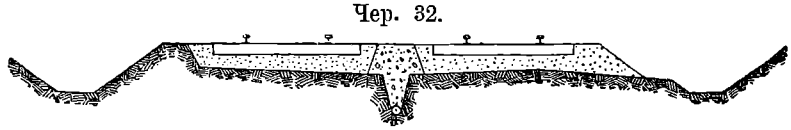
Чер. 31.



Однопутное полотно съ водоотводными канавами. Масштабъ 1:125.

При двухколейныхъ ж. д. встрѣчается устройство, показанное на черт. 32; гдѣ водоотводная труба имѣла наклонъ въ обѣ стороны выемки. Послѣднее устройство нужно считать болѣе цѣлесообразнымъ, ибо при немъ, если только канавы заложены достаточно глубоко, обезпечивается отводъ воды независимо отъ дѣйствія мороза. При такомъ весьма заботливомъ отводѣ воды съ поверхности подошвы

Чер. 32.



Двупутное полотно съ водоотводными канавами. Масштабъ 1:125.

балласта, повидимому, можно даже допустить употребленіе непроницаемаго балласта, вопреки обязательнымъ требованіямъ о проницаемости балласта. Во всякомъ случаѣ, измѣненіе подошвы балласта, при очень мягкомъ глинистомъ грунтѣ, почти неустранимо.

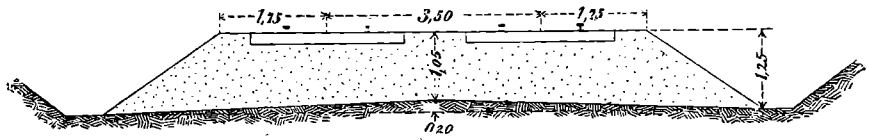
Для достиженія возможно равномѣрнаго распредѣленія давленія отъ тяжести поѣзда и для болѣе совершеннаго предохраненія поверхности отъ разстройства, даже и при самомъ плохомъ нижнемъ слоѣ, слѣдуетъ къ 20 cm. высоты балласта еще прибавить величину промежутка между двумя сосѣдними шпалами. При разстояніи между двумя шпалами 95 cm. и ширинѣ шпалъ 26 cm., высота балласта

[1]) Zeitschrift f. Bauwesen 1889.
[2]) Heusinger. Handbuch f. s. E.-T. Томъ I, стр. 83.

должна была бы быть $20 + 95 - 26 = 89$ cm, такъ что въ такомъ случаѣ, при высотѣ шпалъ въ 16 cm., высота слоя до верхней поверхности балласта должна равняться 105 cm., причемъ была бы достигнута необходимая глубина противъ промерзанія [1]). При укладкѣ продольныхъ лежней нужно, благодаря большему разстоянію между ними (150 — 30 = 120 см.), понизить подошву балласта на глубину до 140 cm. ниже верхней грани лежней.

Если при такомъ устройствѣ хотятъ сохранить обычные глубокіе кюветы, то, при путяхъ на поперечныхъ шпалахъ, кюветамъ нужно дать глубину 125 cm.,

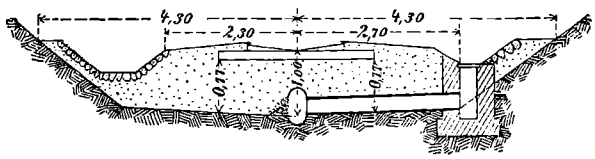
Чер. 33.



Профиль съ мощнымъ слоемъ балласта. Масштабъ 1 : 125.

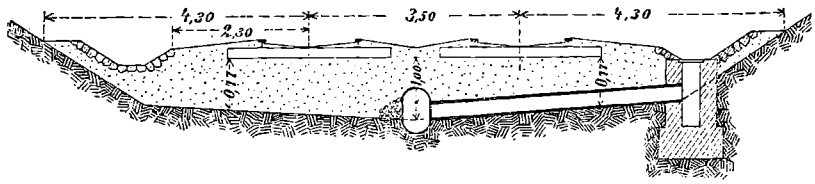
по возможности отдалить земляное ядро между ними и въ образовавшемся такимъ образомъ поперечномъ профилѣ придать полотну съ обѣихъ сторонъ необходимые скаты (черт. 33). Если, для сокращенія земляныхъ работъ, половину ширины балластнаго слоя принять 1,75 m., вмѣсто 2 m., то, при ширинѣ подошвы кюветовъ въ 0,25 m, остается еще достаточный размѣръ для ширины выемки; поэтому во многихъ случаяхъ можетъ представиться основаніе выбирать профили, изображенные на черт. 34 и 35. Эти послѣдніе совершенно исключаютъ возможность всякихъ измѣненій подошвы балласта,

Чер. 34.



Уменьшеніе ширины выемокъ при одномъ пути. Масштабъ 1 : 125.

Чер. 35.



Уменьшеніе ширины выемокъ при двухъ путяхъ. Масштабъ 1 : 125.

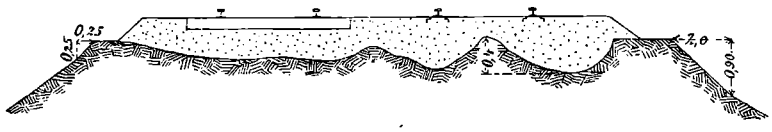
позволяютъ обезпеченный отъ мороза отводъ воды и кромѣ того сокращаютъ значительно земляныя работы, такъ какъ ширина выемки можетъ быть принята немного меньше 3 m.

При устройствѣ поверхности насыпи слѣдуетъ имѣть въ виду подобныя же указанія, но только достиженіе цѣли здѣсь значительно облегчается возможнымъ выборомъ насыпнаго матеріала. Верхняя часть насыпи, если достижимо, должна

[1]) Zeitschr. f. Bauwesen. 1889.

быть устроена изъ сухаго или проницаемаго и вполнѣ непромерзающаго грунта, такъ какъ въ противномъ случаѣ могутъ происходить подобныя же измѣненія поверхности насыпи, какъ въ выемкахъ. Представленное на черт. 36 поперечное

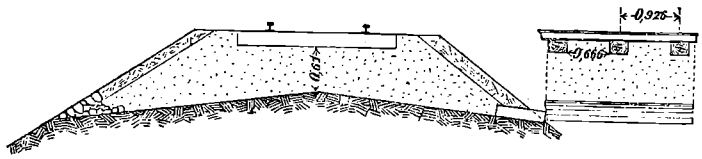
Чер. 36.



Сдавленная глинистая насыпь. Масштабъ 1 : 125.

сѣченіе глинистой насыпи эксплоатируемой желѣзной дороги, существующей съ 1873 года, показываетъ, какимъ образомъ происходятъ измѣненія въ подошвѣ балласта, а также въ какой болѣе сильной степени такія измѣненія вызываются укладкою пути на продольныхъ лежняхъ.

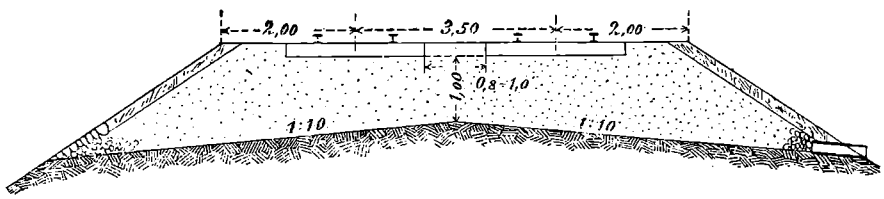
Чер. 37.



Обезпеченная отъ промерзанія поверхность полотна подъ одинъ путь. Масштабъ 1 : 125.

Поэтому лучше всего устроить верхнюю часть насыпи, на высотѣ 1,25 m. ниже подошвы рельсовъ и до верхней поверхности полотна, т.-е. до высоты на 36 cm. ниже подошвы рельсовъ, изъ песку или другаго проницаемаго и непромерзающаго грунта или каменной породы, при чемъ, однако, независимо отъ того,

Чер. 38.



Обезпеченная отъ промерзанія поверхность полотна подъ два пути. Масштабъ 1 : 125.

будетъ ли нижняя часть полотна изъ глины или другого подобнаго грунта, все равно необходимо отвести воду надлежащимъ образомъ въ стороны (чер. 37 и 38).

Балластныя корыта наблюдаются также на многихъ дорогахъ въ Россіи, какъ въ насыпяхъ, такъ и въ выемкахъ, но относительно наиболѣе цѣлесообразныхъ мѣръ исправленія такихъ недостатковъ еще не установилось у насъ вполнѣ опредѣленнаго взгляда [1]).

---

[1]) Извѣстія Собранія Инженеровъ Путей Сообщенія 1897 г., ст. І. Стецевича.

d) Качество балласта.

Балластъ не только долженъ служить прочной опорой подъ путемъ и равномѣрно распредѣлять давленіе его на полотно, но онъ долженъ также давать возможность возстановленія правильнаго расположенія на надлежащей высотѣ шпалъ, осѣдающихъ въ пути во время движенія по нимъ поѣздовъ; для этого шпалы подбиваются плотно киркой.

Въ этомъ смыслѣ балластъ можно раздѣлить на двѣ части: на нижнюю, которая служитъ для передачи нагрузки на полотно и на верхнюю, служащую для подбивки шпалъ. Обѣ части не должны измѣняться отъ атмосферныхъ вліяній и должны быть проницаемы. Соотвѣтственно этому употребляютъ для верхней части, т.-е. собственно для слоя на подбивку—хрящъ или щебень изъ твердаго камня, а для нижней части, т.-е. для слоя, принимающаго нагрузку—по возможности каменную наброску или же, если въ видахъ экономіи нельзя пользоваться наброской, хрящемъ и щебнемъ, то употребляютъ песокъ. Каменной наброскѣ обыкновенно даютъ толщину въ 10 cm., но предпочтительнѣе сдѣлать ее по возможности толще; она должна состоять изъ плотнаго, нераздробляющагося и непромерзающаго камня, должна быть плотно насыпана, хорошо утрамбована и по возможности ограничена сухой наброской, чтобы она могла выдержать дѣйствующее боковое давленіе (черт. 12).

Прочность и эластичность балласта зависятъ отъ его высоты и отъ качества примѣняемаго матеріала. Хрящъ поверхъ песчанаго балласта эластичнѣе, чѣмъ хрящъ съ каменной наброской; щебень съ каменной наброской оказывается наиболѣе твердымъ. Степень эластичности выражается коеффиціентомъ балласта—разсчетной величиной, впервые введенной Винклеромъ и представляющей отношеніе груза къ упругому вдавливанію балласта: $C = \frac{p}{y}$, гдѣ p означаетъ давленіе въ кил. на кв. cm., вызываемое шпалами въ балластѣ, а y въ cm. соотвѣтствующее этому давленію упругое вдавливаніе. Первыя измѣренія величины C были сдѣланы Веберомъ [1]) въ 1869 г.; онъ, однако, нашелъ, вслѣдствіе недостаточныхъ наблюденій, весьма значительное колебаніе значенія C, а именно отъ $C = 4$ до $C = 45$. Послѣ него Гофманнъ [2]) нашелъ на Рейнской ж. д. значеніе $C = 16$, но послѣднюю величину слѣдуетъ признать также слишкомъ преувеличенною. Только, послѣ предпринятыхъ въ 1877 г. подробныхъ опытовъ на правительственныхъ желѣзныхъ дорогахъ, можно было достигнуть болѣе опредѣленныхъ результатовъ; измѣренія и вычисленія, сдѣланныя Гентшелемъ [3]) дали для хряща безъ каменной наброски $C = 3$, для хряща съ наброской $C = 8$ и для щебня съ наброской $C = 15$.

Такъ какъ упругія вдавливанія обратно пропорціональны коеффиціентамъ балласта, то можно предполагать, что балластъ изъ чистаго хряща, а также при хорошей подбивкѣ шпалъ почти въ 3 раза эластичнѣе балласта изъ хряща съ каменной наброской и въ 5 разъ эластичнѣе, чѣмъ щебень съ наброской. Однакоже слѣдуетъ имѣть въ виду, что при болѣе эластичномъ балластѣ остающіяся (неисчезающія) вдавливанія достигаютъ большей величины, чѣмъ при менѣе податли-

---

[1]) Weber, die Stabilität des Eisenbahngleises, 1869.
[2]) Hoffmann, der Langschwellen-Oberbau der Reinischen Eisenbahn, 1880.
[3]) Organ, 1888, стр. 184—186 и 1889 г. стр. 141.

вомъ балластѣ, поэтому сей послѣдній, напр. щебень съ наброской, обладаетъ наибольшимъ сопротивленіемъ не только въ смыслѣ достигаемой прочности въ расположеніи пути, но и по отношенію къ расходованію балластнаго матеріала. Поэтому путь съ такимъ балластомъ объусловливаетъ собою также наименьшіе расходы по содержанію его.

Такимъ образомъ, слѣдуетъ признать наилучшимъ балластомъ щебень изъ хорошо сопротивляющихся атмосфернымъ вліяніямъ твердыхъ каменныхъ породъ базальта, діорита, порфира, кварцита, зеленаго камня пр. Равнымъ образомъ, подобное же значеніе можетъ имѣть балластъ изъ щебня, приготовляемаго изъ свободныхъ, по возможности, отъ извести шлаковъ изъ доменныхъ печей. Гранитъ, хотя также употребляется, но, вслѣдствіе содержанія полеваго шпата, его нельзя, однако, считать годнымъ въ такой же степени.

Щебень долженъ состоять, по возможности, изъ однородныхъ камней размѣрами не болѣе 3-хъ или 4-хъ cm.; большими камнями трудно подбивать шпалы, а допускать камни меньшаго размѣра также не слѣдуетъ, ибо кирка еще больше измельчаетъ ихъ.

Слѣдующимъ по доброкачественности балластомъ можно считать рѣчной хрящъ, свободный отъ глины, если только его камешки не слишкомъ мелки; но онъ имѣетъ тотъ недостатокъ, что вслѣдствіе чрезмѣрной чистоты и плохаго обжига, а также закругленности камешекъ, требуется частая подбивка его для полученія плотнаго слоя подъ шпалами, ибо только благодаря измельченію отъ частой подбивки получается большее количество остроугольныхъ камней, которые уже даютъ хорошую внутреннюю связь ящикамъ, образующимся подъ каждой шпалой.

Послѣ рѣчнаго хряща слѣдуетъ, въ смыслѣ годности для балласта, хрящъ изъ рудниковъ, если только онъ тщательно освобожденъ отъ глины и хорошо просѣянъ; наименьшій размѣръ отдѣльныхъ камней долженъ быть отъ 3 до 4 mm., при этомъ, однако, можно, для ускоренія образованія плотнаго слоя, прибавить песку въ размѣрѣ около 10%.

На ж. д. съ незначительнымъ движеніемъ и на второстепенныхъ ж. д., по которымъ поѣзда обращаются съ небольшой скоростью, можно употреблять менѣе удовлетворительный хрящъ для балласта и даже песокъ, но при этомъ необходимо имѣть въ виду, что расходы на подбивку пути будутъ болѣе, чѣмъ при устройствѣ хорошаго балласта.

Въ тѣхъ мѣстностяхъ, какъ напримѣръ въ тропическихъ и заморскихъ странахъ, гдѣ не имѣется подходящаго матеріала для балласта, путь по необходимости укладывается непосредственно на полотно, но при особой заботливости объ обильномъ отводѣ воды съ поверхности полотна (черт. 20). Въ такихъ странахъ прибѣгаютъ даже къ изготовленію балласта изъ искусственныхъ камней путемъ обжига и превращенія ихъ въ щебень.

При балластировкѣ мощнымъ слоемъ глинистыхъ выемокъ или насыпей изъ подобнаго же грунта, какъ показано на чер. 33 до 38, вовсе не нужно прибѣгать исключительно къ примѣненію щебня или хряща; большею частью представляется достаточнымъ ограничиться употребленіемъ хряща или щебня только для верхней части, на высотѣ до 20 cm. отъ нижней грани шпалъ, т.-е. для той части, которая служитъ для подбивки, нижнюю же часть можно балластировать хорошимъ чистымъ пескомъ. Песокъ можетъ даже оказаться полезнымъ въ смыслѣ содѣйствія къ болѣе

равномѣрному распредѣленію давленія и лучшаго охраненія поверхности глинистаго полотна отъ скораго поврежденія, чѣмъ, напримѣръ, крупный щебень или каменная наброска.

На русскихъ желѣзныхъ дорогахъ преимущественно требуется для устройства балластнаго слоя, какъ на главномъ пути, такъ и на станціяхъ и разъѣздахъ, употреблять крупный неглинистый песокъ съ хрящемъ или съ хрящемъ и галькой. Хорошій балластъ долженъ легко пропускать воду, не содержать глинистыхъ примѣсей свыше 15% и земляныстыхъ частицъ, не разрушаться отъ атмосферныхъ вліяній, не раздуваться вѣтромъ и вихрями отъ движущихся поѣздовъ, легко подбиваться и хорошо сохранять уплотненное состояніе. Вообще же на русскихъ жел. дор. можно рѣдко встрѣтить вполнѣ удовлетворительный балластъ; чаще всего употребляется песокъ и иногда очень мелкій, оказывающій весьма дурное вліяніе на состояніе пути; такъ у насъ шпалы служатъ еловыя: 3—4 года, сосновыя 4—5 лѣтъ и дубовыя 7—9 лѣтъ; за границей же соотвѣтственно 4—5; 7—8 и 14—16 лѣтъ; конечно здѣсь имѣютъ вліяніе также климатическія условія и качества лѣса. На нѣкоторыхъ дорогахъ для верхняго слоя балласта употребляется крупный гравій, но, какъ показалъ опытъ, онъ перемѣшивается въ пути съ легкимъ нижнимъ балластомъ, который выдувается движеніемъ поѣздовъ, засоряя буксы подвижнаго состава. На немногихъ дорогахъ главные пути прикрыты каменнымъ щебнемъ или искуственнымъ щебнемъ изъ кирпича. Въ большинствѣ случаевъ верхній слой балласта укладывается уже во время эксплоатаціи. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ ограничиваются расположеніемъ верхняго балласта съ наружной стороны колеи или вся поверхность, кромѣ узкой тропинки по срединѣ пути, покрывается щебнемъ въ одинъ или два ряда камней. Царскосельская жел. дор. была открыта для движенія безъ балласта и лишь по истеченіи 39 лѣтъ полотно забаллостировано крупнымъ пескомъ. Въ настоящее время у насъ требуется при сооруженіи дорогъ, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ путь предварительно укладывается по земляному полотну, тщательно подбивать поперечины мѣстнымъ грунтомъ, безъ чего не дозволяется пропускать паровозы. Подъемка уложеннаго такимъ образомъ пути на требуемую высоту производится постепенно и не менѣе, чѣмъ на два равные по толщинѣ слоя, причемъ на второй слой балласта путь поднимается не ранѣе, какъ послѣ прохода по немъ не менѣе 5 груженныхъ поѣздовъ.

е) Дренированіе станцій.

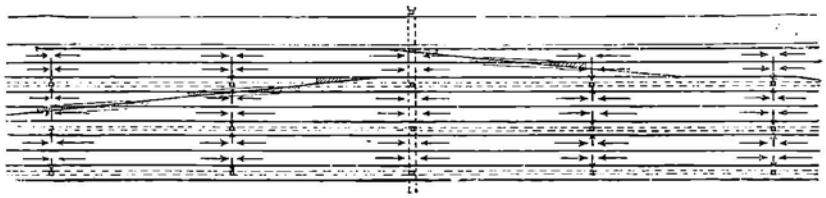
На станціяхъ полотно устраивается вообще безъ уклоновъ, при этомъ водосточные слои перехватываются въ сторонѣ и отводятся въ станціонныя канавы; подобнымъ же образомъ слѣдуетъ и едва обнаруживающіеся родники перехватить достаточно глубоко и отводить по каналамъ или трубамъ, съ обезпеченіемъ противъ промерзанія. Если попадаются глинистые слои, то съ ними нужно поступать точно также, какъ еслибы они были встрѣчаемы гдѣ нибудь на пути, т.-е., глина на всемъ протяженіи станціонныхъ путей и на глубинѣ, обезпеченной отъ промерзанія, должна быть удалена и замѣнена болѣе подходящимъ непромерзающимъ и непроницаемымъ матеріаломъ. Очевидно, что нужно также позаботиться объ осу-

шеніи срытыхъ мѣстъ на станціяхъ. Въ видахъ сбереженія расходовъ, при постройкѣ дорогъ во многомъ отступаютъ отъ указанныхъ выше правилъ, при чемъ ограничиваются балластировкой съ наименьшимъ допускаемымъ слоемъ балласта, оставляя дальнѣйшія работы эксплоатаціи дороги и совсѣмъ не заботясь при этомъ, что, по открытіи движенія, устраненіе подобныхъ недостатковъ обходится въ десятки разъ дороже, чѣмъ при сооруженіи дороги.

Если верхняя часть земляного полотна состоитъ изъ непромерзающаго и проницаемаго грунта, то на небольшихъ станціяхъ можно вовсе не требовать исполненія особенныхъ водоотводныхъ приспособленій, по крайней мѣрѣ до тѣхъ поръ, покуда балластъ отличается проницаемостью въ достаточной степени, чтобы принять падающую въ видѣ осадковъ воду, поглотить ее и пропитаться ею.

По мѣрѣ того, какъ сходятся пути у станціи, можно, во-избѣжаніе застоя воды здѣсь, отвести послѣднюю или открытыми лотками или черезъ сосѣднюю колею въ станціонныя канавы, или же устроить особыя галлереи на взаимномъ разстояніи 50 m., изъ которыхъ по подземнымъ трубамъ или каналамъ она направляется для дальнѣйшаго отвода. Устройство обыкновенныхъ водопоглощающихъ колодцевъ можно рекомендовать только при весьма проницаемомъ хрящевомъ грунтѣ,

Чер. 39.



Станціонный отводъ воды при помощи открытыхъ лотковъ и каналовъ.
Масштабъ 1 : 2000.

но они засоряются легко частицами земли и ила, въ большинствѣ случаевъ осаждающимися въ водоотводахъ, коль скоро дренажныя трубы или дренажные каналы содержатся не съ достаточной заботливостью.

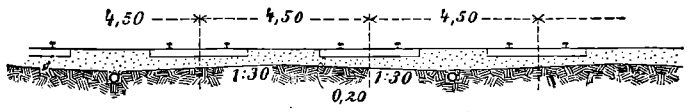
На большихъ станціяхъ цѣлесообразно, уже во время сооруженія ихъ, устроить надлежащее осушеніе въ видѣ системы правильно расположенныхъ каналовъ, продолженныхъ до ближайшаго открытаго водостока или до городской канализаціи.

Смотря по расположенію путей, устраиваютъ, напр., необходимое число небольшихъ каналовъ между путями и распредѣляютъ ихъ такимъ образомъ, чтобы между каждыми двумя капалами находились два, три и даже четыре пути; поперекъ этихъ каналовъ должны находиться галлереи (черт. 39) въ разстояніи не болѣе 50 m. другъ отъ друга, ибо въ противномъ случаѣ стокъ воды, протекающей по надземнымъ лоткамъ между путями, будетъ слишкомъ малъ; слѣдуетъ также воду, находящуюся въ промежуткахъ между расположенными справа и слѣва сосѣдними путями, отвести въ особо устроенные между шпалами открытые лотки.

Можно также устроить между путями, поочередно чрезъ одинъ или два пути, поглощающія канавы или дренажныя трубы, при одновременной срѣзкѣ полотна между ними по наклону (черт. 40). Дренажемъ отводится вода помощью поперечныхъ каналовъ, которые слѣдуетъ расположить на взаимномъ разстояніи 100 до

200 m. (черт. 41). Цѣлесообразно расположить у входа на станцію галлереи и, смотря по надобности, можно также здѣсь соединить отводъ верхней поверхности съ дренированіемъ. Особенно важно отвести воду на стрѣлочныхъ улицахъ и на тѣхъ частяхъ станцій, на которыхъ совершается работа по переводу стрѣлокъ.

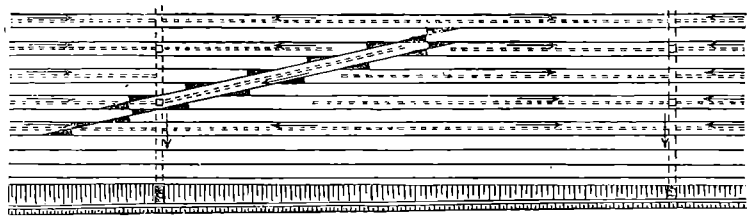
Чер. 40.



Разрѣзъ къ чер. 41. Масштабъ 1 : 200.

Здѣсь лотки и галлереи должны быть сдѣланы не слишкомъ глубокія; нужно по возможности избѣгать образованія значительныхъ неровностей, такъ какъ это можетъ вызвать паденіе служащихъ лицъ, бѣгающихъ взадъ и впередъ, поэтому слѣдуетъ открытые лотки сдѣлать болѣе плоскими, не слишкомъ длинными, а галлереи расположить ближе другъ къ другу и верхній уголъ ихъ сравнять съ землей. Открываться онѣ должны при помощи снимающихся рѣшетокъ, подобно тому, какъ это устроено въ галлереяхъ на городскихъ улицахъ.

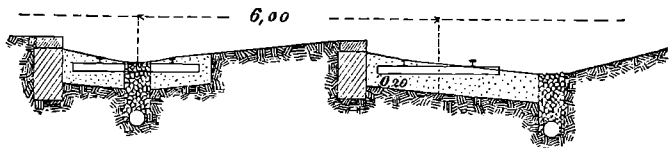
Чер. 41.



Станціонный отводъ воды дренажными трубами и поперечными канавами. Масштабъ 1 : 2500.

Такъ какъ на станціяхъ путь расположенъ большею частью лишь на нѣсколько сантим. ниже верхней грани головки рельсовъ, то цѣлесообразно устроить входъ въ галлереи на высотѣ нижней грани шпалъ, или не болѣе чѣмъ на 0,10 m. ниже.

Чер. 42.



Отводъ воды открытыхъ путей близъ платформъ. Масштабъ 1 : 150.

Воду изъ подземныхъ каналовъ собираютъ въ большіе, расположенные поперегъ первымъ, главные каналы, и оттуда уже направляютъ ее въ особо устроенную канаву, находящуюся внѣ станціи, или въ большой каналъ.

Особенно тщательной осушки требуютъ непокрытыя части пути, по которымъ совершается переходъ пассажировъ, во избѣжаніе загрязненія обуви при всякой погодѣ. Такъ какъ вода съ платформы стекаетъ на полотно, то балластъ очень легко заносится иломъ и вслѣдствіе этого необходимо устроить над-и подземную осушку. Этого можно достигнуть такимъ образомъ, что между рельсами (черт. 42), или въ сторонѣ отъ пути устраиваютъ канаву шириною отъ 30 до 50 cm. и глубиною, необходимою для предохраненія отъ мороза; въ нее укладываютъ дренажную трубу съ надлежащимъ уклономъ и затѣмъ засыпаютъ канаву до самаго верху щебнемъ. Дренажъ этотъ долженъ

быть, разумѣется, выведенъ далѣе въ сторону. Воду, стекающую со станціонныхъ зданій, слѣдуетъ отводить точно также, какъ въ городахъ. Особыхъ отступленій въ этомъ отношеніи не требуется. При отводѣ воды отъ пожарныхъ и водопроводныхъ кранов необходимо озаботиться, чтобы галлереямъ и другимъ водоотводамъ были приданы большія поперечныя сѣченія и болѣе сильное паденіе. Въ послѣднемъ отношеніи нужно вообще замѣтить, что слѣдуетъ укладывать маленькіе каналы съ сильными, а большіе каналы съ слабыми уклонами. Открытымъ лоткамъ слѣдуетъ давать уклонъ больше $^1/_{300}$ до $^1/_{200}$, дренажнымъ трубкамъ и каналамъ шириною до 0,60 m.—приблизительно—$^1/_{400}$ и большимъ каналамъ—$^1/_{800}$ до $^1/_{1000}$. Для устройства каналовъ примѣняются въ послѣднее время, по желанію, глиняныя или цементныя трубы.

IV. Устройство пути.

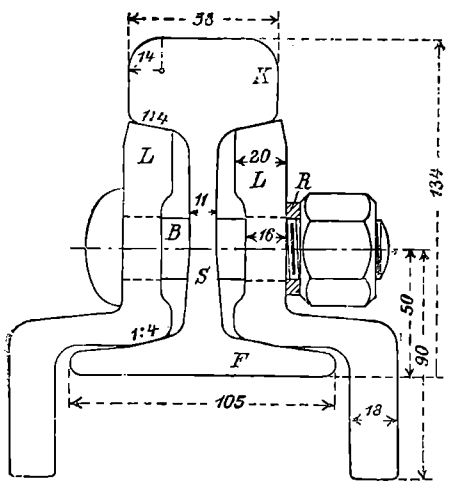
Обработано А. Блюмомъ.

а) Рельсы.

1. Введеніе.

Изъ трехъ составныхъ частей пути: рельсовъ, ихъ опоръ и скрѣпленій, рельсы, какъ непосредственно поддерживающіе колеса, подвергаются весьма сильнымъ ударамъ; форма и родъ матеріала рельсовъ находятся въ большой зависимости, какъ отъ формы закраинъ колесъ, такъ и отъ формы рельсовыхъ опоръ и скрѣпленій.

Чер. 43.



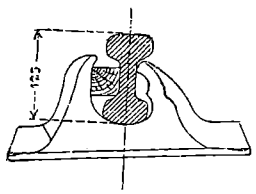
Широкій рельсъ Прусскихъ казен. ж. д.
Масштабъ 1 : 3.

Въ отношеніи формы рельсовъ различаютъ еще по настоящее время только рельсы: съ широкой подошвой или обыкновенные, которые непосредственно прикрѣпляются къ опорамъ (черт. 43) и двухголовые или рельсы на стульяхъ, которые, благодаря своему очертанію, требуютъ примѣненія особенныхъ башмаковъ въ прикрѣпленіяхъ (черт. 44). Старинные рельсы на стульяхъ имѣли поперечное сѣченіе по формѣ гриба, безъ нижней головки (Pilzschienen). Плоскіе рельсы, которые употреблялись при самомъ началѣ сооруженія желѣзныхъ дорогъ, теперь совершенно оставлены; точно также т. н. мостовые рельсы, съ сѣченіемъ въ видѣ шляпки, встрѣчаются въ настоящее время лишь какъ исключеніе. Въ Средней Европѣ употребляются почти исключительно рельсы съ широкой подошвой (Виньолевскіе). На чертежѣ 43 представляютъ: K—головка, S—шейка, а F—подошва рельса, L—накладки для перекрытія рельсоваго стыка (черт. 45), которыя стягиваются при помощи болтовъ B.

2. Матеріалъ; общія свѣдѣнія объ изготовленіи, обработкѣ и пріемкѣ рельсовъ.

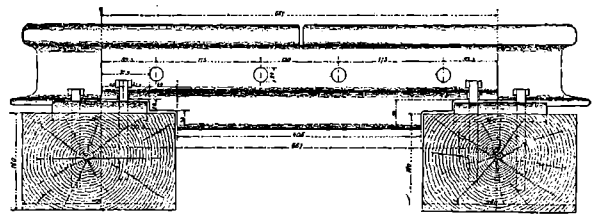
Рельсы изготовляются въ настоящее время только изъ литой стали, скрѣпленія же и металлическія шпалы дѣлаются изъ литого желѣза [1]) Сталь сварочныхъ печей столь же мало удовлетворяла требованіямъ движенія, какъ и сварочное желѣзо; вслѣдствіе неодинаковой плотности и недостатковъ сварки, рельсы изъ такой стали

Чер. 44.



Рельсъ съ двойной головкой. Масштабъ 1 : 10.

Чер. 45.
Внутренняя сторона.



Стыкъ рельсовъ съ широкой подошвой. Масштабъ 1 : 12,5.

скоро вышли изъ употребленія; также и рельсы изъ сварочнаго желѣза оказались слишкомъ мягкими. Употреблявшійся въ первое время чугунъ оказался совсѣмъ непригоднымъ. Литая сталь для рельсовъ приготовляется по способу Бессемера или Томаса въ конверторѣ, или же по способу Сименса Мартена—въ пламенныхъ печахъ. По химическому составу огнеупорной массы, которой выложена внутренность конвертора и по нѣкоторымъ другимъ добавкамъ, бессемеровскій способъ называютъ также кислымъ, а способъ Томаса—основнымъ. Способъ же Сименса—Мартена можетъ быть кислымъ и основнымъ.

Для послѣдняго способа требуется особый источникъ теплоты, между тѣмъ какъ при первыхъ двухъ способахъ требуемая температура развивается во время самаго процесса, горѣніемъ разныхъ примѣсей сырыхъ матеріаловъ (уголь, кремень, фосфоръ и пр.). Желѣзо, содержащее фосфоръ, непригодно при бессемеровскомъ способѣ, при способѣ же Томаса оно имѣетъ преимущество. Такъ какъ преимущественно желѣзная руда содержитъ фосфоръ, то способъ Томаса получилъ преобладающую роль во многихъ странахъ.

Металлъ, расплавленный въ конверторѣ или въ пламенной печи, вливается въ изложинцы въ формѣ болванокъ, а потомъ послѣднія прямо прокатываются при высокой температурѣ, достигающей на многихъ заводахъ температуры плавленія. При слишкомъ горячей прокаткѣ получаются рельсы съ очень низкимъ предѣломъ растяжимости; лучше прокатывать рельсы при температурѣ краснаго каленія, при которой готовые рельсы выходятъ изъ вальцовъ вначалѣ темнаго каленія [2]).

Рельсовая сталь наилучшимъ образомъ удовлетворяетъ требованіямъ движенія, если составныя части ея равномѣрно распредѣлены и если она представляетъ однородное, плотное строеніе, свободное отъ пузырей. Головка рельса, непосредственно принимающая удары колесъ, должна быть твердая, подошва же, подвергающаяся растяженію, должна быть мягкая.

---

[1]) Въ Россіи скрѣпленія изготовляются какъ изъ литого, такъ и изъ сварочнаго желѣза.
[2]) Organ, 1895, стр. 65.

При изготовленіи рельсовъ въ сварочныхъ печахъ можно было составъ рельсовъ видоизмѣнять, чтобы они удовлетворяли обоимъ требованіямъ; въ литой же стали это трудно выполнимо. Поэтому нужно стремиться получить сталь, которая обладала бы необходимой твердостью и тягучестью, а также однородностью строенія и равномѣрнымъ распредѣленіемъ составныхъ частей.

Наиболѣе совершенная съ равномѣрнымъ распредѣленіемъ составныхъ частей и наиболѣе надежная литая сталь получается вообще по способу Мартена, но производство такой стали обходится дороже, такъ какъ продолжительность процесса на 5 до 7 часовъ болѣе, чѣмъ по другимъ способамъ, требующимъ для сего только отъ 15 до 20 минутъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что мягкую сталь сравнительно легче получить чистою, чѣмъ твердую и что главнымъ образомъ отъ чистоты зависятъ всѣ условія, необходимыя для удовлетворенія требованіямъ жел. дор. и для предупрежденія поломки рельсовъ, какъ это потверждено многочисленными опытами въ разныхъ странахъ. Исходя изъ указанныхъ обстоятельствъ, въ Германіи и Австро-Венгріи понизили до 50 кил. на кв. мм. нормы временнаго сопротивленія разрыву рельсовой стали; такая норма обезпечиваетъ одновременно и достаточную твердость матеріала. Въ другихъ странахъ требуется временное сопротивленіе: въ Англіи отъ 50 до 65, въ Россіи не менѣе 65, въ Бельгіи отъ 60 до 70 и во Франціи даже до 85 килогр. на кв. мм. Снятые съ нѣмецкихъ жел. дор., прослужившіе въ пути рельсы дали для 60 до 70% пробныхъ кусковъ временное сопротивленіе 55 кил. на кв. мм. и болѣе; величина эта во всякомъ случаѣ не особенно высокая [1]).

Допущеніе такой мягкой стали, хотя и весьма выгодное при примѣненіи способа Томаса, вслѣдствіе затруднительности полученія при семъ способѣ твердой, равномѣрно тягучей стали, представляло, однако, нѣкоторый недостатокъ, такъ какъ такіе рельсы не только обнаруживаютъ быстрое изнашиваніе плоскостей соприкасанія съ колесами, но даже подвергаются порчѣ отъ сжатія головки, изгиба шейки и т. п.

На международномъ желѣзнодорожномъ конгрессѣ въ Парижѣ въ 1889 г. [2]) было разъяснено, что самой лучшей сталью, какъ для сопротивленія изнашиванію, такъ и для обезпеченія отъ поломокъ, слѣдуетъ считать сталь, обладающую наибольшей твердостью и если она свободна отъ содержанія фосфора; подобная сталь, по мнѣнію докладчиковъ на конгрессѣ, можетъ быть получена только при кисломъ способѣ. Въ тоже время было признано возможнымъ для стали, изготовляемой по основному способу, допустить временное сопротивленіе $65^{kg}/_{qmm}$. На конгрессѣ было указано, тѣмъ не менѣе, что въ тунеляхъ и на уклонахъ, т.-е. тамъ, гдѣ рельсы испытываютъ особенно сильныя напряженія, мягкая сталь лучше сохраняется, чѣмъ твердая, вообще заключеніе конгресса въ пользу твердой стали представляется не достаточно объоснованнымъ.

Этотъ вопросъ многократно обсуждался также союзомъ нѣмецкихъ желѣзнодорожныхъ управленій, но по настоящее время союзъ не пришелъ еще къ опредѣленному заключенію. Техническою коммиссіею союза въ 1893 г. высказано было, что въ общемъ рельсы изъ твердаго матеріала оказываются лучше сопротивляющимися изнашиванію, но болѣе склонны къ поломкамъ, въ особенности если удлиненіе стали слишкомъ мало и матеріалъ недостаточно чистый и неудовлетворительно

[1]) Organ, 1882, стр. 145 и 1890 стр. 135; Central. d. Bauverw. 1884, стр. 3.
[2]) На этомъ конгрессѣ не участвовали представители нѣмецкихъ ж. д.

обработанъ [1]). Во всякомъ случаѣ временное сопротивленіе для рельсовой стали только въ $50^{kg}/_{qmm}$ слишкомъ мало, лучше требовать болѣе высокаго предѣла прочности и твердости; но при этомъ нужно озаботиться, чтобы по техническимъ условіямъ поставки и пріемки требовалось отъ стали не слишкомъ низкое удлиненіе. Управленіе прусскихъ казенныхъ жел. дор. требуетъ съ 1893 г. временнаго сопротивленія въ $55\ ^{kg}/_{qmm}$, и обнаруживается стремленіе въ Германіи и Австро-Венгріи, слѣдуя примѣру другихъ странъ, увеличить этотъ предѣлъ.

Вопросъ о томъ, можетъ ли сталь Томаса удовлетворять высшимъ требованіямъ, на основаніи результатовъ весьма удачныхъ изслѣдованій Тетмайера, долженъ быть рѣшенъ въ утвердительномъ смыслѣ, такъ какъ этотъ изслѣдователь нашелъ, что сталь Томаса, благодаря равномѣрному распредѣленію ея составныхъ частей, во многомъ превосходитъ бессемеровскую сталь [2]). Хотя нѣкоторыя нѣмецкія, а также англійскія, французскія и сѣверо-американскія жел. дороги предпочитаютъ только рельсы бессемеровскія и Мартена, а по заявленію технической коммисіи союза нѣмецкихъ жел. дор. въ 1893 г., таковые рельсы, на основаніи произведенныхъ до сихъ поръ опытовъ, оказались лучше сохраняющимися, чѣмъ томасовскіе рельсы, тѣмъ не менѣе необходимо имѣть въ виду, что неудовлетворительные результаты примѣненія послѣднихъ рельсовъ относятся почти исключительно ко времени перваго примѣненія ихъ, когда еще трудно было получать сталь съ такими качествами, съ какими получаютъ ее теперь.

Различные взгляды и правила расходятся не только въ требованіяхъ относительно прочности рельсовой стали, но также и въ отношеніи установленія средствъ для оцѣнки этой прочности; въ этомъ обстоятельствѣ лежитъ отчасти причина большихъ колебаній требуемыхъ величинъ прочности стали. Можно прійти къ весьма различнымъ выводамъ относительно характеристики доброкачественнаго матеріала, въ зависимости отъ того, опредѣляется ли прочность стали путемъ разрыва, сгибанія или ударной пробой, или наконецъ особой пробой на твердость. Нормы прочности стали, установленныя, исходя изъ пробы на сгибаніе, превосходятъ въ общемъ величины, опредѣленныя при испытаніяхъ на разрывъ; превышеніе это достигаетъ 20%. Какъ разъ во Франціи, гдѣ требуются большія величины временнаго сопротивленія, придается теперь лишь незначительное значеніе опредѣленію сопротивленія на разрывъ, удлиненіе и сжатіе сѣченія, а вмѣсто этого предпочитаютъ особыя испытанія твердости на изгибъ и ударъ; между тѣмъ въ Германіи и Австро-Венгріи проба на разрывъ узаконена; при этомъ, однако, согласно правиламъ союза нѣмецкихъ жел. д., опредѣляется не только временное сопротивленіе, но придается также большое значеніе вязкости металла, опредѣляемой удлиненіемъ бруска или съуженіемъ сѣченія его въ моментъ разрыва. Такъ, многія жел. дор. требуютъ, чтобы сумма временнаго сопротивленія въ килогр. на кв. мм. и съуженія сѣченія въ процентахъ была не менѣе 85, причемъ наименьшая величина временнаго сопротивленія не должна быть менѣе 50 kg/qmm, а съуженія—20%. Въ Швейцаріи, съ 1891 г. установлено, чтобы временное сопротивленіе R при допускаемомъ наименьшемъ предѣлѣ не менѣе 5,5 тоннъ на кв. cm., давало такое удлиненіе i, которое опредѣляется изъ условія, чтобы произведеніе обоихъ чиселъ Ri равнялось не менѣе 90; такая постановка болѣе правильна съ теоретической точки зрѣнія. Не-

[1]) Organ, 1894, стр. 7.
[2]) Organ, 1895, стр. 65.

зависимо отъ разрывныхъ пробъ, въ средней Европѣ обязательны также пробы на изгибъ и ударъ, и въ техническихъ условіяхъ поставки и пріемки рельсовъ эти пробы точно опредѣляются. При примѣненіи одновременно обоего рода испытаній, въ особенности если разрывныя испытанія производятъ надъ тѣми же кусками рельсовъ, которые подвергались раньше ударной пробѣ, достигается самое лучшее средство для вѣрнаго сужденія о доброкачественности рельсовой стали. Во всякомъ случаѣ, пробные куски надлежитъ отрѣзать отъ вполнѣ готовыхъ рельсовъ, такъ какъ на службу рельсовъ въ пути имѣетъ большое вліяніе не только форма, но и дальнѣйшая обработка ихъ при прокаткѣ.

Чѣмъ равномѣрнѣе распредѣленъ матеріалъ въ различныхъ частяхъ поперечнаго сѣченія, тѣмъ равномѣрнѣе будетъ плотность матеріала прокатанныхъ рельсовъ; наоборотъ, въ рельсахъ съ высокой массивной головкой, широкой тонкой подошвой и тонкой шейкой слѣдуетъ опасаться не только неравномѣрной плотности, но также и неодинаковаго охлажденія, благодаря которому образуются искривленія, сопровождающіяся проявленіемъ нежелательныхъ напряженій.

Выпрямленіе неизбѣжныхъ искривленій достигается постановкой рельса стойма на плоскую выпуклую кверху подставку и обработкой деревянными молотами; операція эта производится при температурѣ краснаго каленія. Смотря по надобности, можетъ быть также сдѣлано холодное выпрямленіе послѣ полнаго охлажденія рельса; во избѣжаніе такой тяжелой обработки, вызывающей вредныя напряженія, явилось въ послѣднее время стремленіе усовершенствовать способъ выпрямленія рельсовъ въ горячемъ состояніи. Такъ напр., рельсъ заставляютъ проходить черезъ 3 пары перпендикулярно расположенныхъ вальцовъ, между которыми и выправляютъ небольшія выпучиванія, а самый рельсъ вмѣстѣ съ тѣмъ выгибается лишь настолько, что дальнѣйшее выпрямленіе его и при охлажденіи заканчивается на плоской прямой подставкѣ; послѣ этого для окончательнаго распрямленія рельсовъ уже въ холодномъ состояніи достаточно примѣнить незначительное приспособленіе и при томъ безъ всякаго вреда.

Обыкновенно рельсы прокатываются длиною въ два или три звена, наиболѣе употребительнаго размѣра отъ 9 до 12 m., а засимъ, по оставленіи рельсомъ послѣдняго вальца и на пути слѣдованія его къ мѣсту для охлажденія, рельсъ разрѣзается на звенья желаемой длины. Понятно при этомъ, что отъ остающихся обрѣзковъ, какъ не подвергающихся никакой обработкѣ и охлаждающихся при болѣе благопріятныхъ условіяхъ, чѣмъ рельсы, не слѣдуетъ брать пробныхъ кусковъ для испытанія, ибо по нимъ нельзя судить о доброкачественности готовыхъ рельсовъ [1]).

Концы прокатанныхъ, отрѣзанныхъ и выправленныхъ рельсовъ должны быть фрезированы по концамъ, а длина ихъ, должна окончательно получиться настолько точною, чтобы отступленія отъ требуемой величины не превышали 2 mm. на длинѣ рельса отъ 9 до 12 m. Затѣмъ верхнія и боковыя ребра торцевъ головокъ, на толщинѣ до 2 mm., снимаются напильникомъ подъ углотъ 45^0, просверливаются отверстія для стыковыхъ болтовъ и наконецъ спиливаютъ всѣ острыя ребра и края.

При пріемкѣ рельсовъ нужно обратить особенное вниманіе на тщательность исполненныхъ работъ и на точное соотвѣтствіе готовыхъ рельсовъ темплету, снаб-

[1]) Organ 1890 г. стр. 124 и 1888 г. стр. 60.

женному клеймомъ; при этомъ, однако, является неизбѣжная необходимость допускать до извѣстныхъ предѣловъ незначительныя отступленія, напр., на прусскихъ казенныхъ жел. д. допускаютъ отступленія: $\pm 0{,}5$ mm. въ высотѣ рельса и въ ширинѣ головки, ± 1 mm. въ ширинѣ подошвы и отъ $+3\%$ до -2% въ вѣсѣ. Принятые рельсы снабжаются клеймомъ на торцѣ головки.

Въ Россіи въ настоящее время употребляются повсемѣстно стальные рельсы съ широкой подошвой (Виньола); впервые стальные рельсы введены были въ 1866 г. на Николаевской ж. д. Первоначально для испытанія рельсовъ были установлены (въ 1874 г.) слѣдующія главныя правила: а) испытаніе на изгибъ грузомъ, величина котораго обусловливался размѣрами профиля рельсовъ, при этомъ постоянный (неисчезающій) прогибъ не долженъ былъ получиться болѣе 1 mm., послѣ сего соотвѣтственно усиленнымъ (около 50%) грузомъ (статистическимъ) испытуемый кусокъ доводился до разрушенія; б) ударная проба надъ кускомъ рельса, при разстояніи между опорами $3^1/_2$ ф., высота паденія бабы 6,5 ф., а вѣсъ падающей бабы обусловливался типомъ рельса и вѣсомъ наковальни; вѣсъ бабы уменьшался при испытаніяхъ въ зимнее время на 5%—15%. Условія эти вызвали опасенія за возможность поломки рельсовъ въ холодное зимнее время; поэтому въ 1878 г. увеличена была норма постояннаго прогиба при статическомъ испытаніи до 2 mm., установлено обязательное требованіе производства этихъ пробъ на чугунномъ массивѣ, вѣсомъ 1200 пудовъ съ каменнымъ фундаментомъ, и было назначено, испытаніе на ударъ производить при искусственномъ охлажденіи пробныхъ кусковъ до -15^0Ц. Рельсы, принятые при такихъ условіяхъ, обнаружили, однако, стиранія матеріала со смятіемъ торцевъ и сплющиваніемъ головки; обстоятельство это побудило установить требованія о поставкѣ болѣе твердой стали, съ этою цѣлью возстановлена была въ 1886 г. прежняя норма неисчезающаго прогиба въ 1 mm.

На практикѣ служба русскихъ рельсовъ сказалась сравнительно быстрымъ изнашиваніемъ; съ цѣлью изученія вопроса объ изысканіи средствъ для оцѣнки наиболѣе удовлетворительныхъ для службы въ пути рельсовъ, были предприняты особою комиссіею при Императорскомъ Русскомъ техническомъ обществѣ въ 1894 г. обширныя изслѣдованія, которыя, однако, еще не привели къ вполнѣ опредѣленному заключенію, такъ какъ результаты получились весьма разнообразные, хотя и при сравнительно однородныхъ условіяхъ, въ какихъ находились испытывавшіеся рельсы, снятые съ пути. Выяснилось во всякомъ случаѣ, что механическая обработка рельсовъ имѣетъ весьма важное значеніе на службу рельсовъ въ пути.

Въ общемъ коммиссіею высказано было заключеніе, которое можно выразить слѣдующимъ перечнемъ: лучше служившими въ пути оказались рельсы, обладающіе по преимуществу свойствомъ твердости; рельсы могутъ быть твердыми, оставаясь не хрупкими; лучшими рельсы оказались изъ тѣхъ, кои даютъ меньшіе прогибъ, удлиненіе и съуженіе и большее временное сопротивленіе; въ лучшихъ рельсахъ заключается болѣе углерода, болѣе кремнія, фосфора, марганца, чѣмъ въ хрупкихъ рельсахъ и менѣе марганца, чѣмъ въ сминаемыхъ рельсахъ; принятыя статическія пробы одинаково выдерживаютъ хорошіе и дурные рельсы; существенно вліяетъ на качество принимаемыхъ рельсовъ ударная проба въ связи съ замораживаніемъ, каковую пробу выдерживаютъ вполнѣ рельсы излишне мягкіе и только часть доброкачественныхъ рельсовъ.

Въ 1886 г., въ особомъ съѣздѣ спеціалистовъ по стале-рельсовому дѣлу въ Россіи, былъ вновь подвергнутъ подробному обсужденію вопросъ о требованіяхъ, какія должны быть предъявлены къ стали, для возможности полученія изъ нея рельсовъ, наиболѣе отвѣчающихъ условіямъ удовлетворительной службы въ пути. На этомъ съѣздѣ уже болѣе не колебались признать безусловно необходимымъ изготовлять рельсы изъ твердой стали, но, однако, болѣе мягкой, чѣмъ, напримѣръ, во Франціи, имѣя въ виду суровыя климатическія условія Россіи.

Сообразно съ симъ въ выработанныхъ съѣздомъ техническихъ условіяхъ изготовленія рельсовъ было установлено, что постоянный прогибъ при статическомъ испытаніи рельсовъ не долженъ превосходить $^3/_4$ mm., по разсчету на напряженіе до предѣла упругости около 22 кил. на кв. мм.; испытаніе усиленнымъ грузомъ замѣнено ударною пробою замороженнаго рельса, при температурѣ—10—12°Р., выдержавшаго упомянутый выше прогибъ; установлены факультативныя пробы на разрывъ и химическій анализъ, при чемъ обязательное временное сопротивленіе должно быть не менѣе 55 и не болѣе 70 кил. на кв. мм. и удлиненіе не менѣе 10%, кромѣ того была указана необходимость пріемки рельсовъ по плавкамъ.

Совѣщательнымъ съѣздомъ инженеровъ службы пути на русскихъ желѣзныхъ дорогахъ въ 1893 г. установлено, между прочимъ, слѣдующее заключеніе: усиленный износъ рельсовъ, какъ отъ равномѣрнаго стиранія, такъ и отъ мѣстныхъ поврежденій, какъ-то: смятія головки, образованія выбоинъ, продольнаго разслоиванія и т. п., слѣдуетъ приписать, главнымъ образомъ, недостаточной твердости рельсовой стали, а отчасти и недостаточно тщательной ихъ выдѣлкѣ; необходимо имѣть рельсы болѣе твердой стали и требовать обязательной пробы на разрывъ.

По установленнымъ у насъ въ 1897 году техническимъ условіямъ на поставку стальныхъ рельсовъ, требуется изготовлять таковые изъ стали съ содержаніемъ углерода болѣе 0,4%, фосфора менѣе 0,1% и сѣры менѣе 0,1%, при прокаткѣ рельсовъ предоставляется принимать мѣры для закаливанія поверхности рельсовой головки. При пріемкѣ рельсовъ требуются слѣдующія испытанія:

а) Проба на изгибъ посредствомъ нагрузки. Кусокъ рельса не менѣе пяти футовъ, положенный на двухъ опорахъ, взаимно удаленныхъ на 3,5 фута, подвергается дѣйствію груза въ А пудовъ, приложеннаго посрединѣ между опорами, оставаясь подъ нагрузкою 5 минутъ. Проба на изгибъ повторяется два раза, причемъ окончательный постоянный прогибъ не долженъ превосходить $^3/_4$ миллиметра.

Означенный выше буквою А грузъ опредѣляется въ зависимости отъ размѣровъ поперечнаго сѣченія рельсовъ, по таблицѣ II.

ТАБЛИЦА II.

Типъ рельсовъ, вѣсъ въ пог. футѣ.	Высота рельсовъ.	Моментъ сопротивленія.	Моментъ инерціи.	Грузъ *A*.	Высота паденія бабы Н.
фунты.	сантиметры.	сантиметры.	сантиметры.	пуды.	футы.
18	10,7	87,39	468,6	700	6,75
20	10,8	95,80	528,9	750	7,00
$21^2/_3$	11,04	109,25	626,0	875	7,75
$22^1/_2$	11,925	118,11	707,0	950	8,00
24	11,925	119,13	736,5	960	8,00
24	12,4	124,80	793,7	1000	8,00
$24^1/_3$	12,7	137,19	884,8	1100	8,50
$24^1/_2$	12,7	140,25	906,5	1125	8,75

б) Проба на изломъ посредствомъ удара. Два куска испытываемаго рельса, длиною не менѣе 5 футовъ, подвергаются испытанію ударомъ, причемъ температура испытуемыхъ кусковъ рельсовъ должна быть ниже нуля не менѣе, чѣмъ на 12° по Реомюру. Въ случаѣ предъявленія рельсовъ къ пріемкѣ въ болѣе теплое время, куски рельсовъ, подвергаемые ударной пробѣ, обязательно испытываются при искусственно пониженной температурѣ до—12° по Реомюру. Означенные два куска испытываемаго рельса располагаются на опорахъ такимъ образомъ, какъ и при предшествовавшей пробѣ, и должны выдержать посединѣ два удара бабы, вѣсомъ 30 пудовъ, падающей съ высоты H футовъ, указанной въ таблицѣ II. При этомъ рельсъ можетъ изгибаться, но не долженъ представлять никакихъ наружныхъ признаковъ излома. Коперъ, баба и опоры для обоихъ упомянутыхъ родовъ испытаній должны быть устроены по нормальнымъ чертежамъ. Чугунная опора для пробы подъ бабою должна быть вѣсомъ не менѣе 750 пуд. и установлена на прочномъ каменномъ фундаментѣ, заложенномъ на глубинѣ не менѣе 0,66 саж.

в) Испытаніе на разрывъ. Изъ внутренней части головки рельса долженъ быть вырѣзанъ образецъ для испытанія на разрывъ, при этомъ величины разрывающаго усилія (R) на кв. миллим. первоначальнаго поперечнаго сѣченія образца и относительнаго удлиненія (i) должны удовлетворять условію, чтобы сумма (R+2i) была не менѣе 82; во всякомъ случаѣ разрывающее усиліе (R) не должно быть менѣе 65 киллогр. на кв. миллим. первоначальнаго сѣченія, а удлиненіе (i) не должно быть менѣе 6%.

Отступленія въ размѣрахъ изготовленныхъ рельсовъ отъ чертежей допускаются: въ ширинѣ подошвы не болѣе $2^m/_m$ и въ прочихъ измѣреніяхъ $^1/_2{}^m/_m$ при условіи, чтобы несимметричность поперечнаго сѣченія рельса была въ подошвѣ не болѣе $1^m/_m$ и въ прочихъ измѣреніяхъ не болѣе $^1/_4{}^m/_m$; увеличеніе или уменьшеніе длины рельсовъ можетъ быть допущено не болѣе $3^m/_m$ при длинѣ рельса до 28 ф. и $4^m/_m$ при длинѣ рельса отъ 28 до 32 ф., недовѣсъ рельса противъ нормальнаго вѣса не долженъ превосходить $2^1/_2\%$.

Химическій анализъ рельсовъ обязателенъ для завода, но результаты анализа имѣютъ факультативное значеніе.

3. Форма поперечнаго сѣченія рельсовъ.

α) ГОЛОВКА РЕЛЬСА.

Головка рельсовъ въ общемъ имѣетъ одинаковую форму, какъ при обыкновенныхъ рельсахъ, такъ и при рельсахъ съ двойной головкой, и находится въ тѣсной зависимости отъ формы бандажей колесъ. Рельсовая головка несетъ на себѣ бандажъ и направляетъ его закраину, поэтому она должна имѣть боковое закругленіе, соотвѣтствующее закругленію бандажа у закраины. Для возможности безпрепятственнаго обращенія вагоновъ и сбереженія подвижнаго состава и рельсовъ желательно было бы скорѣйшее международное соглашеніе относительно установленія формы закругленія рельсовой головки и бандажа колесъ, подобно тому, какъ это согласовано для многихъ другихъ цѣлей.

Въ Германіи принято за правило внутреннее боковое закругленіе рельсовой

головки описывать радіусомъ 14 mm.; наименьшую ширину рельсовой головки назначать 67 mm., а верхнюю поверхность головки сдѣлать прямою или по дугѣ радіуса не менѣе 200 mm.; но для формы бандажа колесъ опредѣленныхъ предписаній еще не издано. Пруссія и Австро-Венгрія условились, однако, сопряженіе закраины бандажей въ ихъ подвижномъ составѣ очерчивать кривою радіусомъ въ 15mm., а ободу бандажа придать коническую форму съ наклономъ въ $^1/_{20}$ [1]).

По условіямъ вальцовки, выпуклость верхней грани рельсовой головки дѣлали прежде слишкомъ большою, въ послѣднее же время предпочитаютъ широкую плоскую поверхность, представляющую большую площадь для давленія колеса, съ цѣлью уменьшенія изнашиванія какъ рельсовъ, такъ и колесъ. Въ Европѣ головка рельса вообще ограничивается съ боковъ отвѣсными плоскими поверхностями, между тѣмъ въ Сѣверной Америкѣ до сихъ поръ преобладаютъ рельсы съ головкой, постепенно расширяющеюся книзу (черт. 56). Такого рода формы въ нѣкоторыхъ единичныхъ случаяхъ нашли также примѣненіе въ Европѣ (черт. 48 и 58). Этимъ типомъ рельсовъ достигается возможно большее увеличеніе площади соприкасанія стыковыхъ накладокъ съ головкой рельса, но помимо сего предполагали въ такой формѣ рельса найти также большую площадь соприкасанія при боковомъ падавливаніи колесъ на рельсъ, въ особенности для наружнаго рельса въ кривыхъ, и тѣмъ достигнуть меньшей изнашиваемости боковъ.

Изображенная на черт. 55 форма поперечнаго сѣченія рельса, проектированнаго обществомъ сѣверо-американскихъ инженеровъ, представляетъ, однако, головку съ вертикальными боковыми гранями.

Независимо отъ формы верхнихъ и боковыхъ поверхностей рельсовой головки, имѣетъ также важное значеніе очертаніе сопряженія головки съ шейкою и отношеніе высоты головки къ ея ширинѣ. Прежде предполагали, что для возможности легкой прокатки слѣдуетъ сдѣлать постепенный переходъ отъ головки къ шейкѣ, т.-е. придавать рельсу грушевидную форму; кромѣ того, изъ опасенія за возможность большаго изнашиванія рельсовъ, придавали головкѣ большую высоту при умѣренной ширинѣ. Однако же современная техника прокатки позволяетъ изготовлять широкія головки, плоскія въ верху и рѣзко съуживающіяся книзу, которыя при томъ въ прокаткѣ обезпечиваютъ въ большей степени равномѣрную выработку всей головки, стало быть и равномѣрное строеніе, чѣмъ высокія головки [2]). Послѣднія кромѣ того влекутъ за собою неравномѣрное охлажденіе рельсовъ, поэтому, нынѣ онѣ признаны менѣе цѣлесообразными. Широкія головки обезпечиваютъ также возможность полученія столь важныхъ, для хорошихъ стыковъ, широкихъ поверхностей соприкасанія накладокъ, которыя еще болѣе могутъ быть увеличены, очерчивая нижнія закругленія головки кривыми возможно меньшихъ радіусовъ; въ Сѣверной Америкѣ въ этомъ отношеніи доходятъ уже до радіусовъ величиною 1,6 mm. (см. черт. 55 [3]).

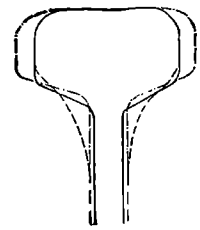
На чертежѣ 46 изображено различными линіями развитіе формы рельсовой головки. Отношеніе высоты (считая отъ точки пересѣченія съ плоскостью соприкасанія накладокъ) къ ширинѣ, на главныхъ жел. дор. Германіи и Австро-Венгріи, не падаетъ ниже 1 : 1,33 и при прусской формѣ 8^a доходитъ до 1 : 1,85; въ Россіи

---

[1]) Ast, Reziehungen zwischen Gleis u. rollendem Material. 1893.
[2]) Glasers Annalen. 1890. стр, 271. Deutsche Bauzeit. 1890, стр. 198.
[3]) Organ. 1892, стр. 157.

отношеніе 1 : 1,5 до 1 : 1,9; въ рельсахъ нѣмецкихъ подъѣздныхъ путей отношеніе достигаетъ даже до 1 : 2. Для рельсовъ французскихъ главныхъ жел. дор. это отношеніе колеблется между 1 : 1,1 и 1 : 1,2, а для англійскихъ рельсовъ съ двойной головкой между 1 : 1,2 до 1 : 1,4. Въ общемъ встрѣчаются сравнительно болѣе широкія головки въ рельсахъ сѣверо-американскихъ главныхъ жел. дор., гдѣ этому обстоятельству придаютъ особенно большое значеніе; отношеніе 1 : 1,7 тамъ очень распространено и рекомендуется обществомъ инженеровъ какъ образецъ (см. черт. 46).

Чер. 46.



Масштабъ 1:3. Различн. формы рельсовой головки.
--- Старая грушевид. форма.
— Прус. каз. ж. д. 1885 г.
---- Сѣвер.-Амер. и Прус. каз. ж. д. 1890 г.

Въ тѣсной связи съ отношеніемъ высоты рельсовой головки къ ширинѣ ея находится уголъ, образуемый плоскостью соприкасанія накладокъ съ нормалью къ оси рельсовъ. Этотъ уголъ, съ быстрымъ развитіемъ типовъ рельсовъ, все уменьшается. Еще и теперь при новѣйшей формѣ рельсовъ встрѣчается уголъ, котораго тангенсъ равенъ $^1/_2$, но особенно въ Германіи, Россіи, Бельгіи и Сѣверной Америкѣ преобладаютъ меньшіе углы, которыхъ тангенсъ равенъ $^1/_3$, $^1/_4$ и даже $^1/_5$.

Рельсовая головка и нижняя часть рельса дѣлаются симметрично относительно оси, проходящей по срединѣ шейки, для того, чтобы можно было какъ угодно перекантовывать рельсъ въ пути. Послѣднее весьма желательно, напримѣръ, при необыкновенно сильномъ стираніи внутренней грани головки наружныхъ рельсовъ въ крутыхъ кривыхъ, дабы можно было извлечь всю пользу отъ рельсовъ путемъ перекантованія ихъ. Многочисленныя предложенія и опыты, которые были сдѣланы для выясненія цѣлесообразности замѣны принятаго въ Европѣ отклоненія рельсовъ во внутрь установкой ихъ вертикально, но съ приданіемъ несимметричнаго вида головкѣ или всему рельсу, остались до сихъ поръ безъ успѣха.

3) РЕЛЬСЫ ВИНЬОЛЯ ДЛЯ ВЕРХНЯГО СТРОЕНІЯ НА ПОПЕРЕЧИНАХЪ И ПРОДОЛЬНЫХЪ ЛЕЖНЯХЪ.

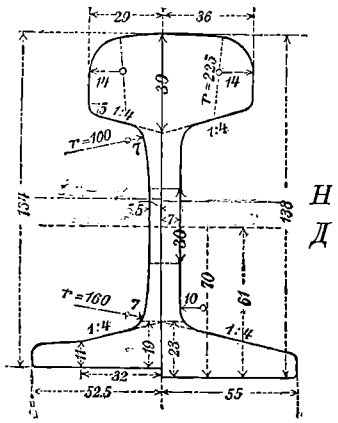
Главный признакъ, отличающій этотъ типъ рельсовъ отъ другихъ, составляетъ широкая подошва съ плоскимъ основаніемъ, благодаря которому возможно укладывать такіе рельсы непосредственно на ихъ опорахъ. Этотъ рельсъ былъ проектированъ въ 1830 году Стефенсономъ въ Сѣверной Америкѣ и введенъ въ Европу англичаниномъ Виньолемъ [1]); поэтому такой рельсъ также часто называется Виньолевскимъ.

Возможно большая прочность и жесткость рельса для сопротивленія вертикальной внѣшней нагрузкѣ достигается наилучшимъ образомъ, придавая имъ большую высоту и точную I-образную форму; но такое сѣченіе, въ зависимости отъ формы обода колесъ и требованій относительно сопротивленія головки стиранію, на практикѣ невыполнимо. Такъ какъ головка и послѣ стиранія должна обладать извѣстнымъ сопротивленіемъ, то до сихъ поръ массу металла сосредоточивали, постоянно, преимущественно въ головкѣ. Для достиженія равномѣрнаго охлажденія рельсовъ послѣ про-

[1]) Haarmann, Das Eisenbahngleis; историческая часть, стр. 53.

катки необходимо, однако, старательно уравнять распредѣленіе массы въ головкѣ и подошвѣ, и поэтому старались выбирать болѣе широкія и низкія головки. Въ отно-

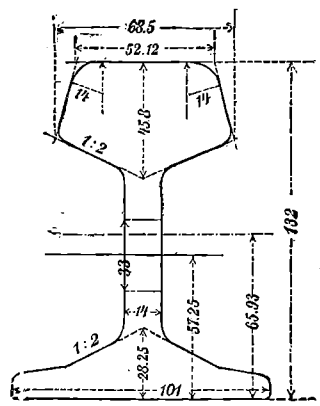
Чер. 47.



Масштабъ 1:3.
Прусскія казенныя жел. дор.

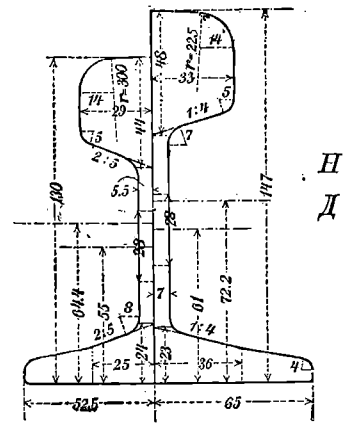
а) № 6b и 6a 1885 и 1893 г.	б) № 8a 1890 г.
G=33,4 kg/m	41 kg/m
J=1036,6 cm⁴	1351,6 cm⁴
W=154 cm³	193,1 cm.

Чер. 48.



Масштабъ 1:3.
Правительственныя № XIa 1894 г.
G=37,8kg/m
J=1092 cm⁴
W=165 cm³.

Чер. 49.



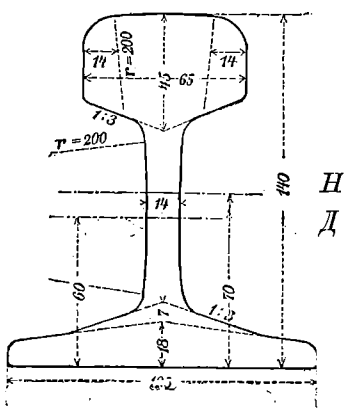
Масштабъ 1:3.
Саксонскія казен. жел. д.

а) старая фор.	б) № VII 1890 г.
G=34,4 kg/m	45,7 kg/m
J=1001,3 cm⁴	1700 cm⁴
W=152,6 cm³	230,4 cm³.

Н — Нейтральная ось. *Д* — Ось дыры.

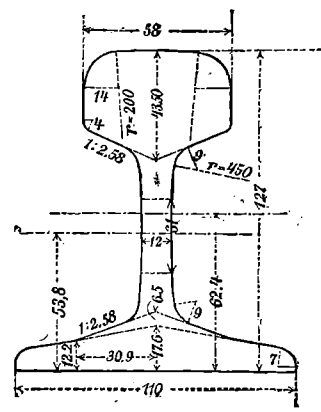
шеніи сопротивленія статической вертикальной нагрузкѣ и съ экономической точки зрѣнія не представляется необходимой широкая подошва, но съ другой стороны сопро-

Чер. 50.



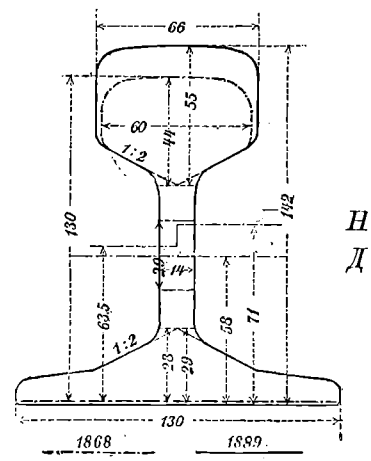
Масштабъ 1 : 3.
Вюртембергскія казен. ж. д.
1895
G = 43,5 kg/m
J = 1457 cm⁴
W = 202 cm³.

Чер. 51.



Масштабъ 1 : 3.
Сѣвер. ж. д. Имп. Фердинанда.
1896 г. № D.
G = 35,34 kg/m
J = 951,4 cm⁴
W = 147,2 cm³.

Чер. 52.



Масштабъ 1 : 3.
Парижъ-Ліонъ-Средизем. море.

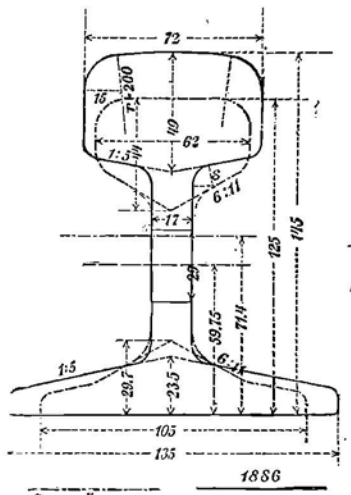
1868	1889
G = 39 kg/m	47 kg/m
J = 1140 cm⁴	1585 cm⁴
W = 164 cm³	223 cm³.

И — Нейтральная ось. *Д* — Ось дыры.

тивленіе рельса боковымъ силамъ зависитъ отъ отношенія этой ширины къ высотѣ рельса, поэтому ширина не должна быть ниже опредѣленной величины; она можетъ быть тѣмъ меньше, чѣмъ сильнѣе обезпечено сопротивленіе рельса опрокидыванію около ребра подошвы, при помощи сильнаго прикрѣпленія рельсовъ къ его опорамъ, и чѣмъ лучше подкладка, укладываемая между рельсомъ и шпалой, исполняетъ назначеніе свое служить какъ бы продолженіемъ подошвы рельса.

Съ точки зрѣнія статическаго разсчета, толщина шейки можетъ быть назначена небольшая, но опытъ показываетъ, что слишкомъ тонкая шейка, въ особенности въ стыкахъ, способствуетъ искривленіямъ, вызывающимъ измѣняемость плоскости катанія и направляющихъ плоскостей, а это обстоятельство въ свою очередь вызываетъ сильные толчки.

Чер. 53.

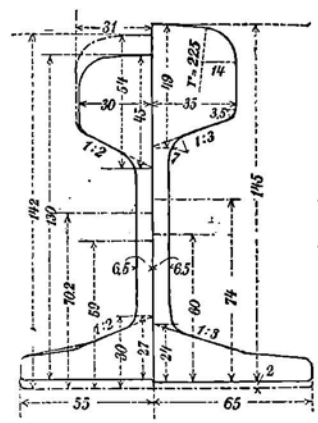


Масштабъ 1 : 3.

Бельгійскія казен. жел. дор.	Старый типъ:	1886
G =	38 kg/m	52 kg/m
J =	959 cm⁴	1707 cm⁴
W =	147,4 cm³	232 cm³.

Чер. 54.

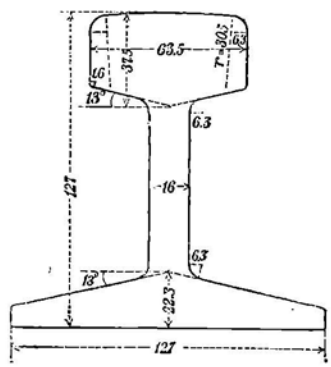
—— Рельсы открытыхъ участк.
····· Рельсы въ туннеляхъ.



Масштабъ 1 : 3.
Готтардская желѣз. дорога.

Старый типъ		Новый типъ	
№ III и IIIa		IV и IVa	
G=	37	44	46	48 kg/m
J=	1044	1450	1635	1775 cm
W=	159	205	222	239 cm³.

Чер. 55.



Масштабъ 1 : 3.
Образцовый рельсъ Общества сѣверо-американскихъ ж. д.
G = 39,7 kg/m.

Н — Нейтральная ось. *Д* — Ось дыры.

Плоскости соприкасанія накладокъ съ подошвой рельса имѣютъ такой же наклонъ какъ, въ головкѣ, въ пространствѣ между этими наклонными поверхностями накладки вгоняются клиномъ (чер. 43). Боковыя поверхности шейки дѣлаются снаружи вогнутыми или прямыми, послѣднее очертаніе въ прокаткѣ возможно и болѣе соотвѣтствуетъ условіямъ разсчета, чѣмъ первое.

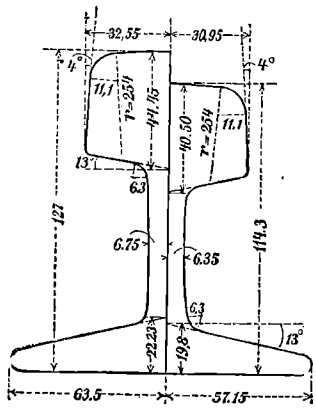
Таблица III на стр. 62 заключаетъ для разныхъ типовъ иностранныхъ рельсовъ: размѣры и распредѣленіе металла между головкой, подошвой и шейкой, а чертежи 47—58 представляютъ поперечныя сѣченія нѣкоторыхъ рельсовъ для главныхъ желѣзныхъ дорогъ за границей. Подобныя же свѣдѣнія для русскихъ жел. дор. приведены въ табл. IV и на чер. 59 — 62.

Въ то время, какъ первые рельсы Виньоля имѣли высоту только въ 63,5 mm,

въ послѣднеее время, для верхняго строенія на поперечинахъ, размѣры рельсовъ превосходятъ: высота h = 125, ширина b = 100 mm., съ отношеніемъ $\frac{b}{h} = 0{,}80$.

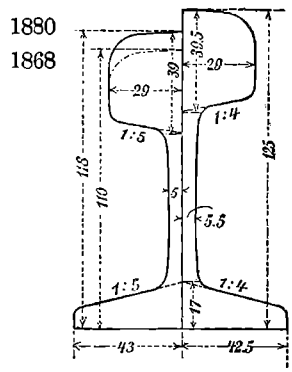
Отношеніе это международный желѣзнодорожный конгрессъ 1889 г. въ Парижѣ призналъ желательнымъ увеличить до 0,9 [1]). Въ Америкѣ распространено даже отношеніе 1,0, безъ какого либо опасенія за затруднительность прокатки, но тамъ и на нѣкоторыхъ желѣзныхъ дорогахъ, явившихся представителями на парижскомъ конгрессѣ, рѣдко встрѣчаются или вовсе нѣтъ рельсовыхъ подкладокъ, которыя такъ общеупотребительны въ Россіи и Германіи, и сильно распространены въ Австро-Венгріи и др. странахъ. Поэтому вполнѣ понятно, что для возможно большаго утилизированія металла въ рельсахъ на дорогахъ, имѣющихъ рельсовыя подкладки, предпочитаютъ увеличивать высоту рельсовъ, а не ширину подошвы. Что такого

Чер. 56.



Масштабъ 1 : 3.
Пенсильванская жел. дор.
a) 1887 b) 1889
G = 42 kg/m 34,6 kg/m

Чер. 57.

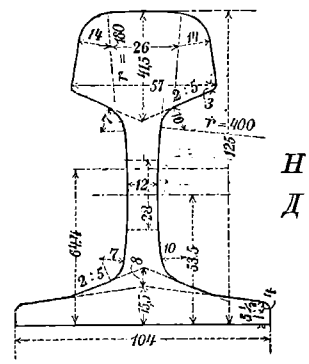


Масштабъ 1 : 3.
Рельсы для верхняго строенія на лежняхъ.

	Hilf	Haarmann	Hohenegger
	G=29,3 kg/m	29,67 kg/m	33 kg/m
	J=633,7 cm⁴	759,5 cm⁴	860 cm⁴
	W=98 cm³	111,9 cm³.	133,5 cm³.

H — Нейтральная ось. *Д* — Ось дыры.

Чер. 58.

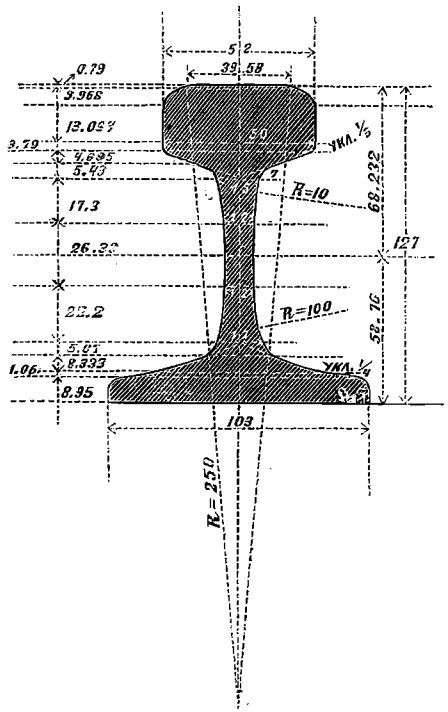


рода преимуществами можно безошибочно воспользоваться усматривается изъ того, что рельсъ № 1 по таблицѣ III съ узкой подошвой, при отношеніи $\frac{b}{h} = 0{,}78$, лежащій въ пути на шпалахъ даже безъ подкладокъ, представляется благодаря только своей формѣ, достаточно устойчивымъ противъ всѣхъ боковыхъ усилій, проявляющихся обыкновенно при движеніи; удостовѣрено это многочисленными опытами, произведенными Брейнингомъ съ проходящими поѣздами [2]). Обычный въ Германіи и другихъ странахъ пріемъ уменьшенія ширины подошвы рельсовъ, съ примѣненіемъ рельсовыхъ подкладокъ, съ цѣлью сбереженія матеріала, вызываетъ, однако, опасеніе въ томъ отношеніи, что, благодаря этому, возрастаетъ нѣсколько масса головки, въ сравненіи съ массой подошвы.

Изъ таблицъ III и IV и изъ представленныхъ чертежей усматривается, въ какой мѣрѣ почти постоянно возрастаетъ стремленіе усиливать рельсы для глав-

[1]) Organ. 1890, стр. 215.
[2]) Zeitschr. f. Banwesen, 1892, стр. 247.

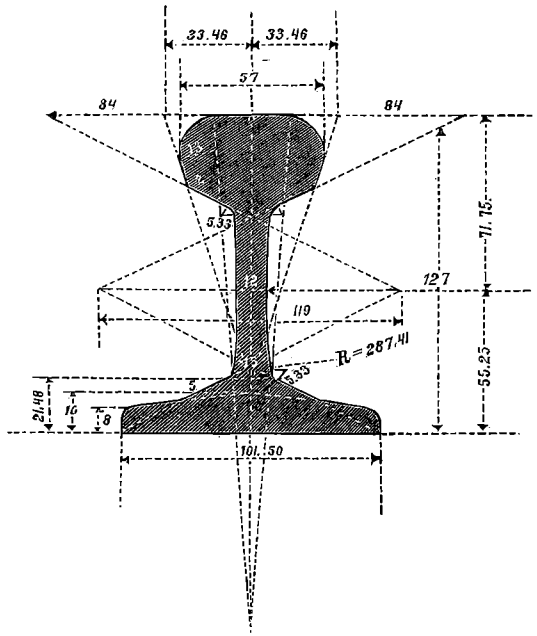
Чер. 59.



Типъ $24^1/_2$ фун. въ пог. ф.

G = 32,9 кил. въ пог. м.
J = 906,5 см^4
W = 140,3 см^3.

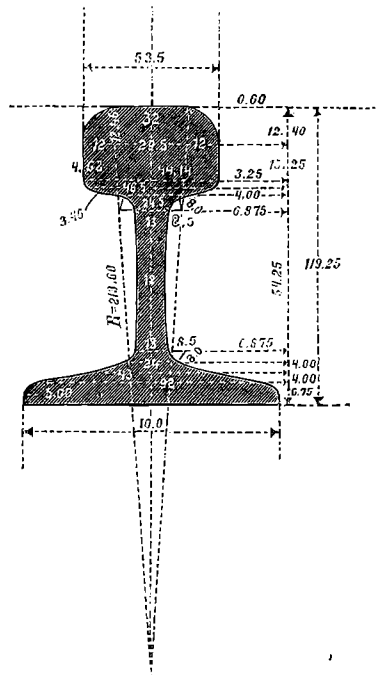
Чер. 60.



Типъ $24^1/_3$ фун. въ пог. ф.

G = 32 кил. въ пог м.
J = 884,8 см^4
W = 137,2 см^3.

Чер. 61.



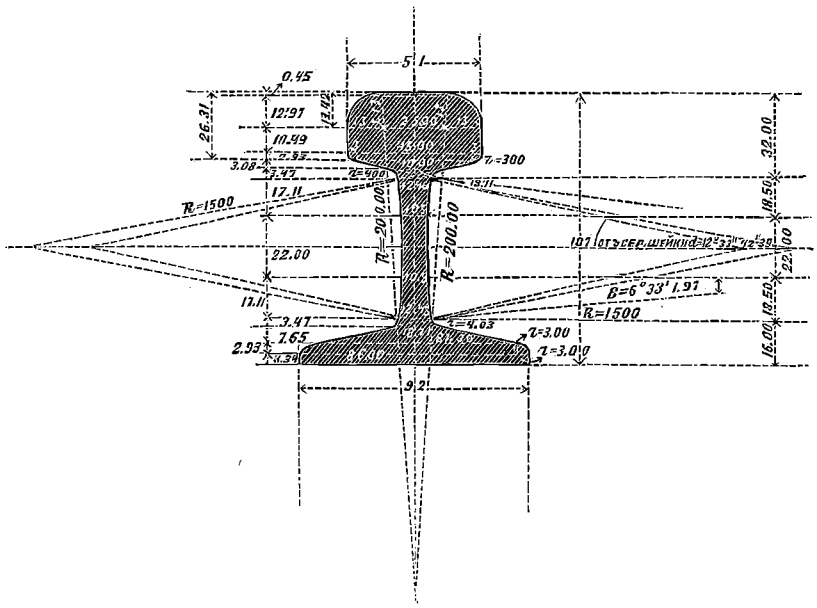
Типъ $22^1/_2$ фун. въ пог. ф.

G = 30,24 кил. въ пог. м.
J = 707,0 см^4
W = 118,1 см^3.

Масштабъ 1 : 3. Рельсы на русскихъ желѣзныхъ дорогахъ.

ныхъ желѣзныхъ дорогъ, однако за этимъ движеніемъ, замѣчаемымъ во второй половинѣ 80-хъ годовъ, слѣдуютъ уже опять обратныя явленія [1]). Одновременно съ этимъ были введены для второстепенныхъ жел. дор. болѣе легкіе рельсы, удовлетворяющіе потребностямъ эксплоатаціи такихъ желѣзныхъ дорогъ, а своей дешевизной они способствовали распространенію подобныхъ дорогъ. Чертежи 63 и 66 представляютъ профили такихъ рельсовъ.

Чер. 62.



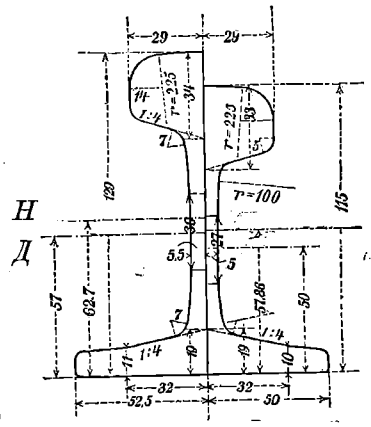
Масштабъ 1 : 3. Рельсъ на русскихъ жел. дор.
Типъ 18 фун. въ пог. ф.
G = 24,2 кил. въ пог. м.
J = 468,6 см^4
W = 87,4 см^3.

Американскіе рельсы отличаются сжатостью профиля, менѣе благопріятнаго въ смыслѣ прочности и жесткости, но тамъ принята укладка на увеличенномъ числѣ шпалъ съ малыми промежутками; европейскія-же желѣзныя дороги стремились усилить прочность рельсовъ преимущественно путемъ увеличенія ихъ высоты. При этомъ замѣчается стремленіе и въ усиленныхъ типахъ рельсовъ сохранить ту же высоту части, къ которой прилегаетъ накладка, какъ и въ менѣе сильныхъ рельсахъ, дабы возможно было пользоваться старыми накладками. (Прусскія казенныя жел. дор., чер. 47, Парижъ-Ліонъ-Средиземное море чер. 52, на русскихъ жел. дор. типы рельсовъ 24 и 22½ фунта въ пог. футѣ и пр.). Если вмѣстѣ съ тѣмъ сохранить безъ измѣненія и старую высоту головки рельса (чер. 47), то, при неодинаковой ширинѣ головокъ, необходимы только для стыка, гдѣ соединяются два разныхъ рельса, особыя переходныя накладки съ приливомъ для плотнаго прилеганія сбоку головки. С.-Готардская жел. дор., для своихъ рельсовъ IV^a въ туннеляхъ

[1]) Напримѣръ, Пенсильванская ж. д., которая въ 1887 г. ввела у себя рельсы высотою 127 мм. и вѣсомъ 42 кил. на пог. м., вернулась въ 1889 г. къ рельсамъ высотою 114,3 мм. вѣсомъ 34,6 кил.

(чер. 54) сохранила также ширину головки рельса IV открытыхъ участковъ, такъ что вообще можно было обойтись безъ особыхъ переходныхъ накладокъ. Старый рельсъ III, при измѣненіи рельсовъ въ туннеляхъ III^a, былъ усиленъ въ особенности въ головкѣ, но послѣдній типъ примѣнялся только короткое время, а при общемъ переходѣ къ типу рельса IV съ его усиленной головкой, онъ еще скорѣе могъ быть оставленъ, ибо отъ ржавчины наступилъ усиленный износъ, въ особенности въ опорныхъ плоскостяхъ накладокъ и въ опорныхъ мѣстахъ подошвы рельсовъ [1]).

Чер. 63.



Масштабъ 1 : 3.

Рельсы второстепенныхъ ж. д. Прусскія каз. жел. дор.

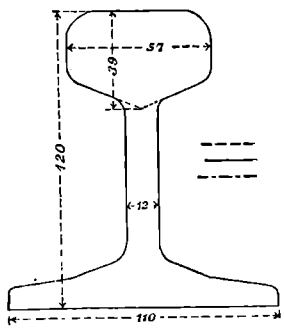
	Давл. на кол. 7т. № 10^a	Давл. на кол. 6т. № 11^a
G=	31,16 kg/m	27,55 kg/m
J=	917,1 cm^4	641,4 cm^4
W=	138,3 cm^3	111,6 cm^3.

H — Нейтральная ось.
Д — Ось дыры.

По поводу рельсовъ, указанныхъ въ таблицахъ и чертежахъ, слѣдуетъ еще замѣтить, что рельсъ главнаго пути баварскихъ казен. жел. дор. по своей формѣ имѣетъ много общаго съ рельсомъ 6^b прусскихъ ж. д. (чер. 47), также вюртембергскій рельсъ 1895 года (чер. 50) соотвѣтствуетъ баденскому рельсу 1893 года и рельсы главнаго пути австрійскихъ казен. ж. д. похожи на рельсы сѣверной жел. дор. короля Фердинанда (чер. 51). Рельсы на русскихъ жел. дор., по сравненію съ иностранными дорогами, отличаются большей легкостью, при сравнительно большемъ распредѣленіи металла въ шейкѣ, и меньшей высотой; въ общемъ же различіе небольшое.

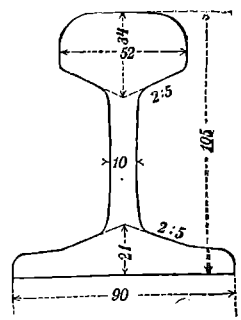
Рельсы для путей на лежняхъ (черт. 57 и 58), благодаря непрерывной опорѣ и въ видахъ сбереженія расходовъ по по-

Чер. 64.

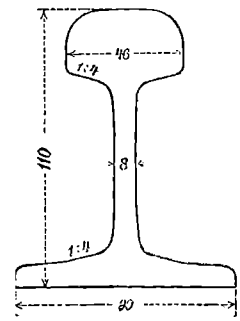


Типы:
Старый.
Новый.
Новѣйш.

Чер. 65.



Чер. 66.



Масштабъ 1 : 3. Рельсы второстепенныхъ желѣзныхъ дорогъ.

	Австрійскія желѣзн. дор.	Pfalz при давленіи на колесо 7 т.	Баварскія каз. жел. д. при давл. на колесо 5т. Верхнее строеніе на поперечинахъ.
G =	21,7 kg/m	24,98 kg/m	21,96 kg/m
J =	780 cm^4	466,5 cm^4	475 cm^4
W =	124,8 cm^3	85,9 cm^3.	85,1 cm^3.

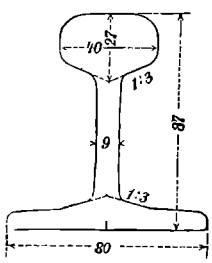
стройкѣ, предполагали возможнымъ сдѣлать болѣе слабыми, чѣмъ рельсы для пути на поперечинахъ, но опытъ показалъ, что это неправильно. Единственное управленіе,

[1]) Centralblatt d. Bauverw. 1889, № 16 и 1895, стр. 422; Stahl u. Eisen. 1889, № 10; Organ 1890, стр. 172 и 205; Deutsche Bauz. 1889, стр. 508.

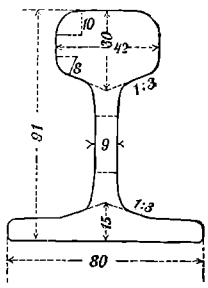
которое продолжаетъ еще опытъ съ путемъ на лежняхъ на главныхъ дорогахъ,—австрійская сѣверо-западная жел. дорога,—примѣняетъ одинаковые рельсы какъ въ пути на лежняхъ, такъ и въ пути на поперечинахъ (чер. 58).

Рельсы для второстепенныхъ ж. д., въ зависимости отъ наибольшаго допускаемаго давленія на колесо, размѣра движенія и скорости поѣздовъ, представляютъ большое разнообразіе (чер. 63[a] и 65 для 7[t], чер. 63[b] и 66 для 6 или 5[t]). На второстепенныхъ ж. д., по которымъ передвигаются большіе грузы со скоростью 40 километровъ въ часъ, можетъ оказаться цѣлесообразнѣе примѣнять типы рельсовъ главныхъ путей, но съ меньшимъ числомъ шпалъ. Равнымъ образомъ выясняется, что и для узкоколейныхъ жел. дор. примѣнявшіеся иногда необыкновенно слабые рельсы выгодно, при оживленномъ движеніи, замѣнить, по экономическимъ соображеніямъ, болѣе крѣпкими рельсами. Такъ, саксонскія казенныя ж. д. ввели рельсъ вѣсомъ 17,63 килогр. на пог. метръ (чер. 68), вмѣсто раньше употреблявшагося рельса вѣсомъ 15,6 kgm., почти совсѣмъ одинаковаго съ баварскимъ рельсомъ (чер. 67), несмотря на то, что ширина колеи всего 75 cm.

Чер. 67.



Чер. 68.



Масштабъ 1 : 3.

Рельсы узкоколейныхъ желѣз. дорогъ.	Баварія.	Саксонія.
Шир. колеи	1000 mm	750 mm
G =	15,6 kg/m	17,63 kg/m.

λ) РЕЛЬСЫ НА СТУЛЬЯХЪ.

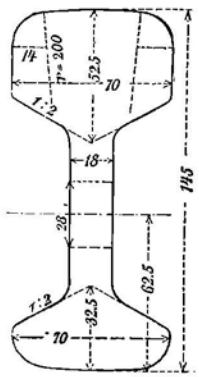
Рельсъ на стульяхъ или рельсъ съ двойной головкой былъ проэктированъ въ 1838 г. Робертомъ Стефенсономъ и впервые получилъ примѣненіе при постройкѣ дороги отъ Лондона до Бирмингама. Онъ замѣнилъ господствовавшій до того времени въ Лондонѣ рельсъ съ профилью въ видѣ гриба. Новая форма рельса должна была усовершенствовать и упростить укрѣпленіе рельса на стульяхъ, а также способствовать большей утилизаціи рельсовъ, такъ какъ обѣ головки, имѣя совершенно одинаковую форму, позволяютъ путемъ поворачиванія обращать любую изъ нихъ въ головку подъ ѣзду. Кромѣ того рельсъ съ двойной головкой, благодаря формѣ своего поперечнаго сѣченія, допускаетъ повышать, въ потребныхъ случаяхъ, его прочность и жесткость, между тѣмъ грибовидный рельсъ не могъ удовлетворять въ этомъ отношеніи все болѣе увеличивающемуся вѣсу подвижнаго состава. Поэтому рельсъ въ двойною головкою вскорѣ сдѣлался господствующимъ въ Англіи и остался тамъ до сихъ поръ. Онъ былъ также сильно распространенъ на европейскомъ материкѣ, въ началѣ развитія желѣзнодорожнаго дѣла, но затѣмъ онъ сталъ все болѣе и болѣе вытѣсняться рельсомъ Виньоля, благодаря болѣе простой укладкѣ и выгодной формѣ, давшей послѣднему типу перевѣсъ надъ двуголовымъ рельсомъ. Только въ западной и южной Франціи удержался рельсъ съ двойной головкой до послѣдняго времени.

Въ послѣднее время также въ Германіи вновь предпринимаются опыты съ этимъ рельсомъ, а именно послѣ того, какъ въ нѣкоторыхъ кружкахъ явилось убѣжденіе, что верхнее строеніе съ рельсами на стульяхъ въ состояніи лучше сопротивляться усиліямъ отъ движущагося поѣзда со всѣми его динамическими

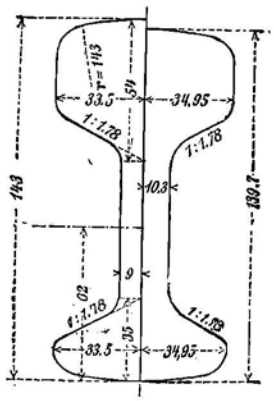
дѣйствіями, чѣмъ путь съ виньолевскими рельсами. Во всякомъ случаѣ, двуголовые рельсы, благодаря одинаковому распредѣленію матеріала въ обѣихъ головкахъ, представляютъ болѣе благопріятную форму для прокатки, чѣмъ рельсъ съ широкой подошвой и позволяютъ, поэтому, примѣнять болѣе твердую сталь. Это преимущество можетъ, однако, имѣть лишь значеніе только послѣ того, когда выяснятся результаты изслѣдованія прочихъ неудобствъ разсматриваемой системы рельсовъ.

Предположеніе Стефенсона, что послѣ истиранія можно примѣнять рельсъ, перевернувъ его, оказалось неосуществимымъ. Головка, находившаяся внизу въ мѣстахъ прикрѣпленія на стульяхъ, оказалась настолько смятою, что она не могла быть обращена подъ ѣзду, а верхняя головка болѣе не подходила къ подушкамъ.

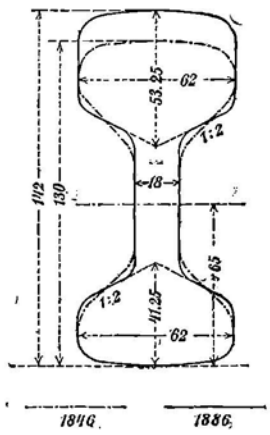
Чер. 69.



Чер. 70.



Чер. 71.



Масштабъ 1 : 3. Рельсы съ двойной головкой.

	Баденскія каз. жел. дор.	Англійскія жел. дор. a) Мидланская жел. дор.	Англійскія жел. дор. b) Сѣверо-зап. жел. дор.	Французскія жел. дор. a) 1846 г.	Французскія жел. дор. b) 1886 г.
G =	42,5	42,2	44,6	38,75	44 kg/m
J =	1357	1245	1242	940	1264 cm^4
W =	173	160	160	144	164,2 cm^3.

Послѣ этихъ опытовъ новѣйшіе рельсы были сдѣланы съ верхней крѣпкой головкой подъ ѣзду, при слабой нижней головкѣ (черт. 69 до 71).

Въ табл. III представлены также нѣкоторые профили рельсовъ съ двойной головкой. Рельсъ баденскихъ жел. дорогъ сдѣланъ по образцу Мидландской жел. дороги. Такъ какъ рельсы съ двойными головками представляются, по своей профили, сравнительно болѣе массивными, нежели рельсы Виньоля, то дальнѣйшее усиленіе ихъ менѣе достижимо.

Для второстепенныхъ и имъ подобныхъ жел. дорогъ вообще не употребляются рельсы съ двойной головкой, вслѣдствіе дороговизны верхняго строенія изъ такихъ рельсовъ. Въ Англіи, гдѣ, главнымъ образомъ, господствуетъ путь съ рельсами на стульяхъ, второстепенныя жел. дороги еще до сихъ поръ въ очень незначительномъ распространеніи.

Таблица III

Свѣдѣнія объ иностранныхъ рельсахъ

1	2	3	4	5	6		7	8
№	Названіе страны и управленія жел. дороги, года, № рельса и т. д.	№ чертежа.	Размѣры рельсовъ. Высота рельса h mm	Высота головки h_1 mm	Ширина подошвы b mm	Ширина головки b_1 mm	Толщина шейки mm	Наклонъплоскости сопротивленія накладокъ
			I. Рельсы Виньоля для					
	Германія.							
1	Прусская каз. жел. дор. 1885 № 6b	47	134	39	105	58	11	1 : 4
2	„ „ „ „ 1890 № 8a	47	138	39	110	72	14	1 : 4
3	Каз. жел. дор. въ Эльзасъ-Лотарин. 1894 № XIa	48	132	45,8	101	68,5	14	1 : 2
4	Баварскія каз. жел. дор. 1892	—	135	39	105	58	13	1 : 4
5	Саксонскія каз. жел. дор. старый типъ	49	130	44,2	105	58	11	1 : 2,5
6	„ „ „ „ 1890 № VI	49	147	48	130	66	14	1 : 4
7	Баденскія каз. жел. дор. старый типъ	—	129	43,5	105	60	14	1 : 2
8	„ „ „ „ 1893	—	140	45	125	65	14	1 : 3
9	Виртембергская каз. жел. дор. 1895	50	140	45	125	65	14	1 : 3
	Австро-Венгрія.							
10	Австрійскія каз. жел. дор. обык. типъ	—	125	44	110	58	12	1 : 2,5
11	„ „ „ „ 1891	—	136	45	120	60	18	1 : 3
12	Венгерская каз. жел. дор.	—	128	43	104	57	12	1 : 2,5
13	Сѣвер. жел. дор. короля Фердинанда 1886 № D.	51	127	43,5	110	58	12	1 : 2,58
	Франція.							
14	Парижъ-Ліонъ-Средиземное море 1868	52	130	44	130	60	14	1 : 2
15	„ „ „ „ 1889	52	142	55	130	66	14	1 : 2
16	Восточная жел. дор.	—	141	54,5	130	60	13,5	1 : 2
17	Сѣверная жел. дор.	—	142	50	134	60	15	1 : 2
	Другія европейскія страны.							
18	Нидерланская каз. жел. дор. 1886.	—	138,7	—	102	—	13	1 : 2
19	Голландская жел. дор. 1891.	—	140	56	130	66	15	1 : 1,75
20	Белгійскія каз. жел. дор. старый типъ	53	125	—	105	—	17	1 : 1,83
21	„ „ „ „ 1886.	53	145	49	135	72	17	1 : 5
22	Готтардская жел. дор. старый типъ	54	130	45	110	60	13	1 : 2
23	„ „ „ IV 1890.	54	145	49	130	70	13	1 : 3
24	Швейцарская Юра-Симплон. жел. дор. 1891	—	3	—	120	—	13	1 : 2
	Сѣверная Америка.							
25	Образцовый рельсъ общества инженеровъ 1889.	55	127	37,5	127	63,5	16	1 : 4,33
26	Филадельф.-Реадингъ жел. дор. 1888	—	127	45,2	127	67	17	1 : 4,33
27	Пенсильванская жел. дор. 1887	56	127	44,4	127	65,1	13,5	1 : 4,33
28	„ „ „ 1889	56	114,3	40,5	114,3	62,0	12,7	1 : 4,33
	II. Рельсы Виньоля для главны							
29	Прусская каз. жел. дор., Гаарманнъ..	57	125	39,5	85	58	11	1 : 4
30	„ „ „ „ Гильфъ	57	118	39	86	58	10	1 : 5
31	Австрійскія сѣверо-запад. жел. дор. Гогенегеръ.	58	125	41,5	104	57	12	1 : 2,5
	III. Рельсы Виньоля для второст							
32	Прусскія каз. жел. дор. № 10a 1894	63	129	34	105	58	11	1 : 4
33	Австрійскія жел. дор.	64	120	39	110	57	12	1 : 2,5
34	Баварскія жел. дор.	65	105	34	90	52	10	1 : 2,5
35	Прусскія каз. жел. дор. № 11a 1895	63	115	33	100	58	10	1 : 4
36	Баварскія каз. жел. дор.	—	102	31	68	46	8	1 : 4
	IV. Рельсы съ двойной головко							
37	Баденскія каз. жел. дор.	69	145	52,5	—	65	18	1 : 2
38	Англійскія южныя жел. дор.	70	143	54	—	67	18	1 : 1,78
39	„ сѣверо-западныя жел. дор.	70	139,7	50	—	69,9	20,6	1 : 1,78
40	Французскія запад. жел. дор. 1846	71	130	—	—	62	18	—
41	„ „ „ „ 1889	71	142	53,25	—	62	18	1 : 2

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Отношеніе		Распредѣленіе матеріала въ			Для рельсовъ			Показатель выгодности проф. рельса.		
$\frac{b}{h}$	$\frac{b_1}{h_1}$	головкѣ	подошвѣ	шейкѣ	вѣсъ въ пог. метрѣ G	моментъ инерц. J	моментъ сопрот. W	$\frac{J}{G}$	$\frac{W}{G}$	Примѣчанія.
		0/0	0/0	0/0	kg/m	cm^4	cm^3			
главныхъ путей на поперечинахъ.										
0,78	1.5	45,5	32,2	22,3	33,4	1036,6	154	31,04	4,61	
0,80	1,85	46,0	34,4	19,6	41	1352	193,1	33	4,71	Рельсъ предназн. для участк. по которымъ перед. особо тяж. поѣзда больш. скорости.
0,77	1.5	46,8	34,8	18,4	37,8	1092	165	28,9	4,37	
0,78	1,5	43,1	32,5	25,4	34.87	1071,7	156,5	30,7	4,49	Этотъ рельсъ похожъ на рельсъ, употреб. подъ № 1.
0,81	1,31	47,9	35,7	16,4	34,35	1001,3	152,6	29,1	4,44	
0,83	1,38	46,0	33,6	20,4	45,71	1700	230,38	37:2	5,04	Какъ № 2, для опыта.
0,81	1,38	43,9	37,3	18,8	36,2	1002	150,2	27,7	4,15	
0,89	1,44	44.2	35,4	20,4	44,0	1485	206,3	33,75	4,69	Какъ № 6.
0,89	1,44	44,3	36,1	19,6	43,5	1457	202,0	33,5	4,56	Для участковъ, по которымъ передв. весьма тяжелые поѣзда большой скорости.
0,88	1,32	47,0	36 9	16,1	35,3	920	141,5	26,1	4,01	
0,89	1,33	46,0	31,7	22,3	43,1	1273	180,8	29,5	4,19	Какъ № 6.
0,81	1,33	46,6	33,1	20,3	33,25	910,6	141,6	27,4	4,26	
0,87	1,33	46,5	35,5	18,0	35,34	951,4	147,2	26,9	4,17	Пробный рельсъ какъ № 10.
1,0	1,36	—	—	—	39,0	1140	164	29,2	4.21	
0,91	1,20	48,4	36,7	14,9	47,0	1585	223	33,7	4,74	
0,90	1,11	47,5	38,5	14,0	44,21	1476	201	33,4	4,55	Старый рельсъ имѣлъ высоту только 120 и 125 mm, ширину подошвы 99 и 97 mm и вѣсъ 30 kg/m.
0,94	1,20	43,5	38,0	18,5	43,21	1466	197	33,9	4,56	
0,74	—	—	—	—	40	—	—	—	—	
0,93	1,18	49,0	36,3	14,7	47	1488	207	31,7	4,4	
0,84	—	—	—	—	38	959	147,4	25,3	3,88	
0,93	1,47	46,6	33,4	20,0	52	1707	232	32,8	4,46	
0,85	1,33	45,5	37,5	17,0	37	1044	159	28,2	4,30	
0,90	1,43	50,0	32,0	18,0	46	1635	222	35,5	4,83	
0,89	—	47,4	36,0	16,6	41,8	1236	182	29,6	4,35	
1,0	1,7	40,3	37,4	22,3	39,7	—	—	—	—	
1,0	1,48	42,0	36,7	21,3	44,6	—	—	—	—	
1,0	1,47	47,0	36,0	17,0	42,0	—	—	—	—	
1,0	1,53	47,0	34,5	18,5	34,6	—	—	—	—	
путей на продольныхъ лежняхъ.										
0,68	1,47	51,0	25,6	23,4	29,67	759,5	111,9	26,6	3,77	
0,73	1,50	54.8	26,7	18,5	29,3	633,7	98,0	21,6	3.34	Рельсъ употребляется также для пути на поперечинахъ.
0,83	1,37	43,9	35,5	20,7	33,0	860	133,5	26,1	4,04	
пенныхъ жел. дор. и т. д.										
0,81	1,71	41,6	34,5	23,9	31,16	917,1	138,3	29,4	4,44	
0,92	1,46	43,9	37,4	18,7	31,7	780,0	124,8	24,6	3,9?	Для поперечинъ при давленіи колеса въ 7t.
0,86	1,53	43,8	36,9	19,3	24,98	466,5	85,9	18,7	3,44	
0,87	1,76	45,7	34,3	20,C	27,55	641,4	111,6	23,3	4,05	Для поперечинъ при давленіи колеса въ 6t.
0,67	1,49	50,3	27,8	21,9	19,0	336,0	61,7	17,7	3,25	Для прод. лежней при давленіи колеса въ 5t.
для главныхъ жел. дор.										
—	1,24	—	—	—	42,5	1357	173	31,9	4,07	
—	1,24	—	—	—	42,2	1245	160	29,5	3,79	
—	1,4	—	—	—	44,6	1242	160	27,8	3,6	
—	—	—	—	—	38,75	940	144	24,3	3,72	
—	1,16	—	—	—	44	1264	164,2	28,7	3,73	

Таблица III

свѣдѣнія о рельсахъ русскихъ жел. дор.

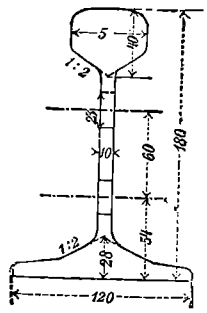
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10
№	Названіе типа.	№ чертежа.	Размѣры рельсовъ.						Отношеніе	
			Высота		Ширина					
			рельса h	головки h_1	подошвы b	головки b_1	Толщина шейки.	Наклонныя плоскости сопр. накладокъ.	$\frac{b}{h}$	$\frac{b_1}{h_1}$
			mm	mm	mm	mm	mm			
1	Варшавско-Вѣнской 28,3 . . .	—	134	38,5	110	68	13	1 : 4	0,82	—
2	Главнаго Общ. Рос. ж. д. $24^1/_3$. .	60	127	37	101,5	57	12	—	0,80	1,5
3	Юго-западныхъ ж. д. $24^1/_2$ . . .	59	127	32,34	103	58	12	1 : 3	0,81	1,8
4	Соединит. вѣт. Китай. вос. ж. д. 24 .	—	122	35,03	108	58	12,5	1 : 3	0,89	1,7
5	Казенный типъ $22^1/_2$.	61	119,25	35,50	100	53,5	12	1 : 3	0,84	1,5
6	Горные участки Уральской 24. .	—	124	40,25	100	53,5	12	1 : 3	0,81	1,3
7	Казенный типъ 24	—	119,25	34,25	100	54,5	14	1 : 3	0,84	1,6
8	„ „ $21^2/_3$.	—	114	30,75	95	56,5	13	1 : 3	0,83	1,8
9	„ „ 20 . .	—	108	29,25	95	54,5	12	1 : 3	0,88	1,9
10	„ „ $18^1/_2$.	—	102	—	90	62,5	11	—	0,88	—
11	„ „ 18	62	107	29,92	92	51	10,5	1 : 4,5	0,86	1,7
12	„ „ 17 .	—	100	—	90	50,5	10	—	0,90	—
13	Ливенской ж. д. $15^1/_2$.	—	99,2	30,16	88,9	47	11,11	—	0,89	1,6
14	Чіатур. в. Закав. ж. д. 15 . . .	—	95,25	28	82,55	44,45	10	—	0,87	1,6
15	Подъѣзд. пути Курско-Кіевс. $13^3/_4$.	—	90	28	80	40	10	—	0,89	1,4
16	Вѣтви Рязанской ж. д. 10 . . .	—	87	22	80	37,5	6,5	—	0,92	1,7
17	Кротовка-Сергіевской ж. д. $8^1/_3$. .	—	80	22,5	66	32	7	—	0,85	1,4

11	12	13	14	15		16	17	18	19	20
Распредѣленіе матеріала въ			Площадь поперечн. сѣченія.	Вѣсъ		Моментъ инерціи.	Моментъ сопротив.	Показатель выгодности профиля.		Примѣчанія.
головкѣ	подошвѣ	шейкѣ		въ погон. футѣ.	въ погон. метрѣ.	J	W	$\frac{J}{G}$	$\frac{W}{G}$	
45	34	21	—	28,3	38	—	—	—	—	
40,5	33,5	25	41,65	24,33	32,70	884,8	137,19	27,0	4,19	
37,9	34,4	27,7	41,41	24,19	32,51	906,5	140,25	27,9	4,01	Придано особое значеніе жесткости для боковыхъ силъ.
43,5	31,4	25	41,08	24,0	32,25	809,7	132,2	25,1	4,1	
46,2	29,4	24,4	38,35	22,39	30,10	707,0	118,1	23,5	3,9	Передѣланъ съ типа $22^1/_2$ ф. увеличеніемъ высоты головки.
40,6	27,5	22,9	40,90	23,89	32,11	793,7	124,8	24,7	3,9	
40,8	31,8	26,4	40,64	23,73	31,90	736,5	119,3	23,1	3,7	
43	31,3	25,7	36,62	21,39	28,75	626,0	109,2	21,8	3,8	
42,3	33,6	24,1	33,80	19,74	26,53	528,9	96	19,9	3,6	
—	—	—	30,80	17,99	24,18	436,35	83	18	3,4	
—	31,4	24,6	30,67	17,92	24,08	468,6	87,4	19,4	3,6	Для сибирской жел. дор.
—	—	—	28,54	16,67	22,40	381,1	74	17	3,3	
—	—	—	26,74	15,62	20,99	352,45	69,3	16,8	3,3	
—	—	—	25,97	15,17	20,39	304,46	62,4	14,9	3	
—	—	—	23,60	13,79	18,53	250,12	55,6	13,5	3	
—	—	—	17,20	10,04	13,50	192,4	43,7	14,2	3,2	
—	—	—	14,15	8,32	11,18	124,9	30,8	11,17	2,76	

δ) Рельсы-лежни и рельсы для городскихъ желѣзныхъ дорогъ.

Многократныя попытки соединить въ одно цѣлое рельсъ съ лежнемъ, т.-е. устроить путь изъ рельсовъ-лежней, оказались большею частью безуспѣшными на главныхъ жел. дор., такъ какъ рельсъ-лежень по прочности оказался недостаточнымъ для передачи принимаемаго давленія на балластъ при возрастающихъ требованіяхъ движенія. Наоборотъ, на второстепенныхъ ж. д. рельсы-лежни могли преимущественно распространяться, а для городскихъ жел. дор. они оказались наиболѣе подходящей формой; на главныхъ линіяхъ они также могутъ служить хорошо на путяхъ, проложенныхъ по улицамъ, въ портахъ и т. д. Старѣйшій изъ типовъ этого рода, который въ настоящее время еще употребляется, — это рельсъ Гартвиха съ высокой шейкой, который былъ введенъ въ 1865 г. на главныхъ жел. дор. и имѣлъ высоту 287,7 mm., но онъ на послѣднихъ не могъ удержаться, а встрѣчается еще только на второстепенныхъ жел. дор. (чер. 72), въ особености когда онѣ пролегаютъ на городскихъ улицахъ; онъ также нашелъ себѣ примѣненіе на городскихъ жел. дор.

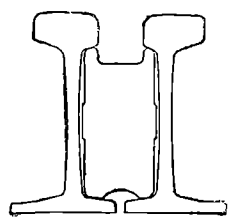
Чер. 72.



Масштабъ 1 : 5.
Государствен. ж. д.
G = 36,38 kg/m.

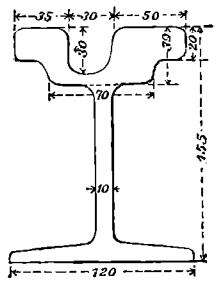
Для послѣдней цѣли Гаарманнъ переобразовалъ его въ двойной несимметричный рельсъ (черт. 73), въ которомъ одинъ рельсъ служитъ для ѣзды, а другой для направленія колесъ. На городскихъ жел. дор. очень распространены желобчатые рельсы (Rillenschiene черт. 74), съ желобомъ въ широкой головкѣ между проѣздной и направляющей частями.

Чер. 73.



Масштабъ 1 : 5.
Рельсъ-близнецъ.

Чер. 74.



Масштабъ 1 : 5.
Желобчатый рельсъ.

Подобная форма рельса, распространенная въ Сѣверной Америкѣ, изображена на черт. 75.

Двухраздѣльный рельсъ Гаармана введенъ въ 1882 году на главныхъ и городскихъ жел. дор. Обѣ половины рельса первоначально соединялись помощью заклепокъ, въ настоящее же время онѣ соединяются болтами (чер. 76), также нынѣ не дѣлается болѣе нарѣзка зубцовъ въ соединеніи шеекъ. Широкая подошва рельса обезпечиваетъ значительно лучшее распредѣленіе давленія на балластъ, чѣмъ рельсъ Гартвиха. На городскихъ путяхъ желобъ въ рельсахъ образовывается при помощи особыхъ охранныхъ рельсовъ. Большая высота рельса-лежня даетъ возможность мостовой вполнѣ плотно примыкать непосредственно къ пути.

4. Вѣсъ, моментъ инерціи и моментъ сопротивленія.

Таблицы III и IV даютъ какъ вѣсъ на единицу длины рельса, такъ и моментъ инерціи и сопротивленія. Въ столбцахъ 17, 18 табл. III и 18 и 19 табл. IV представлена соотвѣтственная величина этихъ моментовъ на еди-

ницу вѣса—показатель выгодности профиля, дабы выяснить въ какой мѣрѣ удалось, благодаря соотвѣтственной формѣ рельса, утилизировать матеріалъ въ пользу жесткости и прочности рельсовъ.

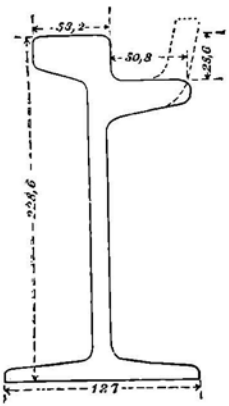
Приблизительно можно принять, если F—площадь поперечнаго сѣченія и h—высота рельса.

При рельсахъ Виньоля.	При несимметричныхъ рельсахъ съ двойной головкой.
Моментъ сопротив. $= 0{,}25$ до $0{,}27 . F^{qam} . h^{cm}$.	$\ldots 0{,}21 . F^{qcm} . h^{cm}$
Моментъ инерціи $= 0{,}13 . F^{qcm} . (h^{cm})^2$	$\ldots 0{,}105 . F^{qcm} . (h^{cm})^2$

Такимъ образомъ, при одной и той же площади поперечнаго сѣченія, необходимо высоту рельса съ двойной головкой назначить въ 1,29—1,14 высоты рельса Виньоля для того, чтобы достичь одинаковой прочности или жесткости обоихъ рельсовъ.

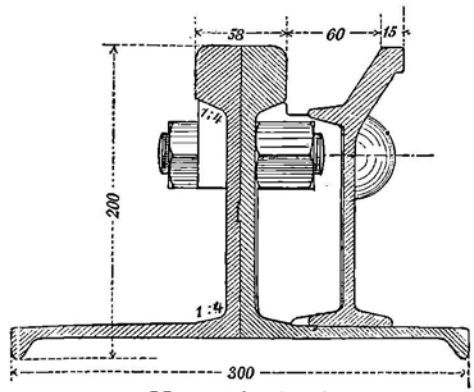
Въ дѣйствительности высота рельсовъ съ двойной головкой дѣлалась до сихъ поръ больше высоты обыкновенныхъ рельсовъ, но послѣ, съ увеличеніемъ высоты послѣднихъ и улучшеніемъ формы поперечнаго сѣченія, они получаютъ такое преимущество въ

Чер. 75.



Масштабъ 1 : 5.
Американскій рельсъ уличной жел. дор.

Чер. 76.



Масштабъ 1 : 5.
Рельсъ-лежень Гаарманна.

отношеніи прочности и стоимости, что самые слабые и низкіе рельсы обыкновеннаго типа, по значенію показателя выгодности, превосходятъ самые крѣпкіе рельсы съ двойной головкой (ср. №№ 1, 4, 14 и 24 съ №№ 38 до 41, затѣмъ №№ 2, 8, 9, 16, 17 съ №№ 37 до 41, таблицы III).

Сравненіе рельсовъ одного типа (Виньолевскихъ) между собою показываетъ, насколько ошибочно искать улучшенія и усиленія верхняго строенія исключительно въ увеличеніи вѣса рельса (ср. №№ 2 и 6 съ №№ 19 и 21, №№ 15 до 17 и 23 съ № 21 таблицы III), и наоборотъ, насколько важно выбрать цѣлесообразную форму поперечнаго сѣченія и главнымъ образомъ значительную высоту (ср. №№ 1 и 4 съ №№ 10, 12, 13, 31, № 32 съ №№ 33, 29 и 30 таблицы III).

Сравнительно невыгодное использованіе вѣса большинства рельсовъ на продольныхъ лежняхъ и для второстепенныхъ жел. дор., главнымъ образомъ, объя-

сняется недостаточной ихъ высотой. Въ прежнее время, при переходѣ отъ желѣзныхъ къ стальнымъ рельсамъ, размѣры ихъ настолько уменьшались на многихъ дорогахъ, что вѣсъ рельсовъ достигаетъ только 30 килогр. на пог. метр. Такое ослабленіе рельсовъ было, безъ сомнѣнія, ошибочно, и поэтому вполнѣ естественно, что въ теченіе послѣднихъ двухъ десятковъ лѣтъ опять введены повсемѣстно болѣе крѣпкіе рельсы; въ этомъ направленіи, однако, не слѣдуетъ безпричинно увеличивать вѣсъ рельсовъ, такъ какъ въ отношеніи прочности пути онъ самостоятельной роли не играетъ [1]).

Размѣры рельса должны обезпечивать достаточную сопротивляемость его и при полномъ стираніи; кромѣ того долженъ быть еще избытокъ прочности, чтобы обезпечить извѣстную продолжительность службы рельсовъ, обусловливаемую экономическимъ разсчетомъ [2]). Этотъ послѣдній избытокъ необходимъ, имѣя въ виду атмосферныя вліянія и тѣ измѣняющіяся напряженія, которыя проявляются вслѣдствіе постояннаго и быстраго измѣненія величины передвигающейся нагрузки, могущей, по Лове [3]), достигнуть величины вдвое большей, чѣмъ давленіе на колесо, находящееся въ покоѣ.

Наконецъ, постоянно возрастающій вѣсъ подвижного состава, при постоянно уменьшающемся сопротивленіи пути, влечетъ увеличивающіяся статическія и динамическія напряженія. Необходимая продолжительность службы пути зависитъ, главнымъ образомъ, отъ работы рельса, поэтому выборъ цѣлесообразнаго типа его является тѣмъ болѣе важнымъ, что рельсы составляютъ самую дорогую часть пути.

5. Длина рельсовъ и расположеніе отверстій для стыковъ.

Покуда рельсы изготовлялись изъ чугуна и сварочнаго желѣза, длина ихъ должна была быть ограничена, въ зависимости отъ рода матеріала и способа выдѣлки ихъ. Чугунные рельсы въ общемъ не были длиннѣе 1 m., а рельсы изъ сварочнаго желѣза рѣдко превышали длину отъ 6 до 7 m. Съ введеніемъ литой стали и съ прогрессивнымъ развитіемъ производства этого металла, и при томъ однороднаго строенія, исчезли техническія затрудненія въ полученіи болѣе длинныхъ рельсовъ.

Стыки рельсовъ представляютъ самое слабое мѣсто пути, увеличиваютъ стоимость его на расходы по пріобрѣтенію рельсовыхъ накладокъ и прочихъ скрѣпленій и неблагопріятно вліяютъ на проходъ подвижного состава. Поэтому, чѣмъ меньше стыковъ, тѣмъ прочнѣе и дешевле путь и тѣмъ спокойнѣе ходъ поѣздовъ. Относительно употребленія длинныхъ рельсовъ полезно привести слѣдующія соображенія: Койюаръ нашелъ путемъ опытовъ, что напряженіе пути, при рельсахъ длиною въ 5 m., на 17%—58% больше, чѣмъ при рельсахъ длиною въ 10 m. Затѣмъ значительная длина рельса, при возможности болѣе равномѣрнаго распредѣленія нагрузки на большое число шпалъ, ослабляетъ вліяніе боковыхъ силъ и наконецъ, короткіе рельсы, по сравненію съ длинными, требуютъ большей вязкости,

---

[1]) Organ 1890, стр. 258.
[2]) Ast. Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Material 1892 г.
[3]) Organ 1893.

такъ какъ при короткихъ рельсахъ, подъ давленіемъ перваго колеса на передній конецъ рельса образуется болѣе крутой переходъ на сосѣдній рельсъ [1]).

Какъ бы ни была желательна возможно большая длина рельса, она все же имѣетъ предѣлъ, обусловливаемый величиною зазора въ стыкѣ для свободнаго удлиненія рельсовъ отъ дѣйствія температуры; величина зазора возрастаетъ вмѣстѣ съ увеличеніемъ длины рельсовъ и не можетъ превосходить нѣкотораго опредѣленнаго предѣла, во избѣжаніе слишкомъ глубокаго погруженія колесъ въ зазоръ. Зазоръ этотъ долженъ быть еще увеличенъ, для уравненія неизбѣжныхъ ошибокъ въ длинѣ рельсовъ и разгона ихъ въ кривыхъ; послѣдній можно было бы избѣгать, примѣняя для внутренняго рельса каждой кривой особые уравнительные рельсы. Въ видахъ упрощенія, этого не дѣлаютъ, а употребляютъ для нѣсколькихъ кривыхъ уравнительные рельсы одинаковой длины.

Опредѣленное, такимъ образомъ, дѣйствительное разстояніе между концами смежныхъ рельсовъ называется стыковымъ зазоромъ; онъ не долженъ быть больше 15 до 20 mm.

При наибольшей разности температуры въ 85°C. (+60°-температура рельсовъ при самомъ сильномъ зноѣ и —25° при самомъ сильномъ холодѣ) и при длинѣ рельса l, слѣдуетъ необходимый стыковой зазоръ, при небольшомъ холодѣ, сдѣлать длиною:

$$t_w = (0{,}001\ l^{mm} + 1)^{mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (40)$$

если прибавить 1 въ видѣ обезпеченія. Для рельсовъ длиною въ 12 m., t_w будетъ равняться 13 mm. Прибавка, для выравниванія въ стыкахъ и разгона рельсовъ въ кривыхъ, зависитъ отъ величины укороченія уравнительныхъ рельсовъ противъ полной длины; это укороченіе k не должно быть слишкомъ велико, такъ какъ разгонъ шпалъ и стыковой зазоръ вмѣстѣ съ k увеличиваются. Разгонъ шпалъ не долженъ быть больше $\frac{k}{2}$, и его слѣдуетъ распредѣлить не болѣе, чѣмъ на шесть рельсовъ. При такомъ предположеніи и принимая длину рельса 12 m., а укороченіе уравнительныхъ рельсовъ $k = 40$ mm. и при наибольшемъ охлажденіи, получится стыковой зазоръ

$$t_g = 0{,}001 \,.\, l^{mm} + 1 + \frac{k^{mm}}{2.6} + 2 = (\text{кр. чис.})\ 18{,}5\ \text{mm}. \quad \ldots\ldots (41)$$

гдѣ прибавка 2 mm. соотвѣтствуетъ округленію краевъ рельсовыхъ головокъ.

Укороченію k внутренняго рельса соотвѣтствуетъ, при разстояніи между рельсами круглымъ числомъ въ 1,5 m., радіусъ:

$$r^m = \frac{1{,}5 \,.\, l^{mm}}{k^{mm}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (42)$$

Такимъ образомъ, уравнительные рельсы указанной длины могли бы быть употребляемы для кривыхъ радіусомъ до 450 m. Въ болѣе крутыхъ кривыхъ необходимо, вмѣсто внутреннихъ рельсовъ нормальной длины, вставлять укороченные

---

[1]) Couard, Revue générale d. chem. d. f. 1887 — 1889; Mussy, Annales d. p. et chaus. 1890 Ast. Bez. zw. Gleis u rol. Mat.; Zeitung d. V. d. E. V. 1892, стр. 997. Centrabl. d. Bauf. 1883, стр. 429.

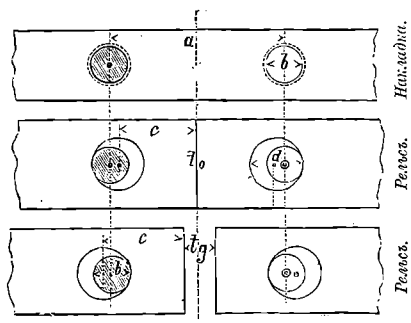
на 40 mm. уравнительные рельсы, а для дальнѣйшаго укороченія необходимо примѣнить другой сортъ уравнительныхъ рельсовъ, которые короче первыхъ также на 40 mm.

Прежде не придавали особеннаго значенія употребленію большого числа рельсовъ, разнящихся по длинѣ какъ между собою, такъ и по сравненію съ нормальной длиной рельса, а также и примѣненію не слишкомъ рѣзко различающихся по длинѣ уравнительныхъ рельсовъ; напротивъ укороченные рельсы дѣлали такой величины, чтобы при всевозможныхъ случаяхъ можно было ограничиться однимъ сортомъ уравнительныхъ рельсовъ. Въ послѣднее же время на этотъ предметъ обращено больше вниманія и главнымъ образомъ Риппель указалъ на важность этого вопроса [1]). Прусскія, баденскія, а также французскія ж. дор. употребляютъ, смотря по надобности, нѣсколько сортовъ уравнительныхъ рельсовъ, но мало укороченныхъ; встрѣчаются также укороченія свыше 70 и даже до 117 mm.

Изъ изложенныхъ соображеній слѣдуетъ, что безъ опасенія за чрезмѣрное увеличеніе стыкового зазора могутъ быть укладываемы рельсы длиною до 12 m., и если въ послѣднее время еще распространена длина рельсовъ въ 9 m. или 9,14 m. (27′ англійск.), то въ то же время многія большія нѣмецкія, швейцарскія и французскія ж. д. стали уже переходить на рельсы длиною въ 12 m.

Употребленіе рельсовъ длиною больше 12 m., при обыкновенныхъ размѣрахъ и безъ могущихъ встрѣтиться надобностей, не рекомендуется, во избѣжаніе увеличенія стыкового зазора. Рельсы съ большею длиною могутъ быть допускаемы во всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ, въ силу какихъ нибудь обстоятельствъ, устраняется вліяніе перемѣны температуры, какъ напр. въ тунеляхъ, дебаркадерахъ и проч., тамъ можно увеличивать длину рельсъ до 18 m. Также на закрытыхъ путепроводахъ, на которыхъ рельсы защищены отъ вліянія теплоты, и на желѣзныхъ мостахъ, гдѣ рельсы свободно расширяются вмѣстѣ съ перемѣщеніемъ желѣзнаго строенія мостовъ, длина рельса доходитъ до 18 m., такъ какъ въ обоихъ случаяхъ весьма желательно уменьшеніе числа стыковъ, для достиженія спокойнаго прохода поѣздовъ.

Чер. 77.



Расположеніе болтовыхъ дыръ.

При всѣхъ типахъ верхняго строенія, при которыхъ рельсы въ стыкахъ соединяются накладками, концы рельсъ должны быть просверлены въ шейкѣ для помѣщенія стягивающихъ болтовъ. Болтовыя отверстія должны допускать такое расширеніе и укорачиваніе рельсовъ отъ дѣйствія температуры, а также прибавочное расширеніе стыковыхъ зазоровъ на кривыхъ, чтобы болты не вдавливались въ окружности отверстій. При стыковомъ зазорѣ t_g и діаметрѣ болта b, горизонтальный діаметръ отверстія въ рельсѣ долженъ быть, (чер. 77):

$$d^{mm} = b^{mm} + \frac{1}{2} t_g{}^{mm} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

а разстояніе между центромъ отверстія въ рельсѣ и концомъ его должно быть:

$$c^{mm} = \frac{1}{2}(a^{mm} + b^{mm} - d^{mm}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (44)$$

[1]) Organ 1889, стр. 232 и 1893 стр. 61.

Для опредѣленія величины стыкового зазора t_g слѣдуетъ самый большой разгонъ $\frac{k}{2}$ распредѣлить на три или четыре рельса, чтобы можно было въ стыкахъ на станціяхъ сохранить такой же зазоръ. Соотвѣтственно этому должно примѣнять:

$$t_g^{mm} = 0{,}001 . l^{mm} + \frac{1}{8} k^{mm} + 1{,}0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (45)$$

До сихъ поръ мало вниманія обращали на правильное опредѣленіе разстоянія c и на выборъ достаточной ширины отверстія d, въ ущербъ прочности соединенія въ стыкахъ, на которое оказывало неблагопріятное вліяніе сминаніе между отверстіями рельса и стягивающими болтами [1]).

Рельсовыя отверстія просверливаются, при помощи сверла, овальными или круглыми; послѣдній видъ отверстій нынѣ господствующій. Въ уравнительныхъ рельсахъ, кромѣ отверстій для болтовъ, просверливаютъ еще одно, два или даже три маленькихъ отверстія для отличія соотвѣтственныхъ укороченій сихъ рельсовъ.

в) Верхнее строеніе на поперечинахъ.

1. Введеніе.

Путь на поперечинахъ представляетъ въ настоящее время наиболѣе распространенный и самый важный типъ верхняго строенія. Употреблявшіеся въ началѣ плоскіе рельсы, для поддержанія лежащихъ подъ ними продольныхъ деревянныхъ брусковъ, нуждались въ непрерывной опорѣ. Впослѣдствіи, съ постепеннымъ усиленіемъ прочности рельсовъ, начали класть подъ деревянными лежнями поперечины, причемъ скоро выяснилось, что при прочныхъ рельсахъ достаточно имѣть только поперечины.

Несмотря на недостатокъ, заключающійся въ отсутствіи непрерывной опоры подъ рельсами, путь на поперечинахъ имѣетъ то существенное преимущество, что ширина его можетъ быть надлежащимъ образомъ обезпечена при помощи этихъ рельсовыхъ опоръ. Засимъ такой путь можетъ быть усиленъ безъ измѣненія типа строенія, смотря по мѣстнымъ условіямъ и потребностямъ движенія, помощью увеличенія числа шпалъ или усиленія ихъ. Наконецъ, отводъ воды съ пути между шпалами въ сторону упрощается и его удобно выполнить.

Многочисленныя попытки содѣйствовать распространенію системы верхняго строенія на продольныхъ лежняхъ, имѣвшія мѣсто въ Германіи въ концѣ 70-хъ и въ началѣ 80-хъ годовъ, нѣсколько съузили примѣненіе прежде господствовавшей постройки путей на поперечинахъ, но попытки эти не имѣли, однако, существеннаго вліянія въ этомъ отношеніи (см. табл. V). Съ 1885 года развитіе устройства пути на поперечинахъ дѣлается весьма замѣтнымъ, а въ другихъ европейскихъ государствахъ, такъ же какъ въ Сѣверной Америкѣ, верхнее строеніе на поперечинахъ становится преобладающимъ еще въ большей степени.

Матеріаломъ для поперечинъ служатъ исключительно: дерево и желѣзо, или сталь.

---

[1]) Organ 1893, стр. 88.

ТАБЛИЦА V.

Длина путей союза нѣмецкихъ желѣзнодорожныхъ управленій, съ показаніемъ системъ верхняго строенія.

Годъ.	Желѣзно-дорожный округъ.	Длина путей									Примѣчанія.
		всего	на деревянныхъ поперечинахъ		на желѣзныхъ поперечинахъ		на другихъ опорахъ *)		на поперечинахъ вообще		
		km	km	%	km	%	km	%	km	%	
1880	a) Нѣмец. ж. д. . . .	57295	52257	91,2	1336	2,3	3702	6,5	53593	93,5	*) Преимущ. желѣзн. продольные лежни.
	b) Австр. Венг. ж. д.. .	24577	24547	99,9	4	0,0	26	0,1	24551	99,9	
	c) Прочія ж. д. . . .	88304	83016	94,0	1541	1,8	3747	4,2	84557	95,8	
1885	a) Нѣмецкія ж. д. . .	63419	51217	80,8	6405	10,1	5797	9,1	57622	90,9	
	b) Австр. Венг. ж. д.. .	29049	28905	99,5	57	0,2	87	0,3	28957	99,7	
	c) Прочія ж. д. . . .	100497	87705	87,3	6860	6,8	5932	5,9	94565	94,1	
1890	a) Нѣмецкія ж. д. . .	71804	53674	74,8	11881	16,5	6249	8,7	65555	91,3	
	b) Австр. Венг. ж. д.. .	34242	33952	99,2	188	0,5	102	0,3	34140	99,7	
	c) Прочія ж. д. . . .	115601	96570	83,5	12516	10,8	6515	5,7	109086	94,4	
1892	a) Нѣмецкія ж. д. . .	75578	55633	73,7	13863	18,3	6082	8,0	69496	92,0	
	b) Австр. Венг. ж. д.. .	35934	35741	99,4	92	0,3	101	0,3	35833	99,7	
	c) Прочія ж. д. . . .	121330	100642	83,0	14362	11,8	6326	5,2	115004	94,8	
1894	a) Нѣмецкія ж. д. . .	79496	57956	72,9	15877	20,0	5663	7,1	73833	92,9	
	b) Австр. Венг. ж. д.. .	38038	37671	99,0	263	0,7	104	0,3	37934	99,7	
	c) Прочія ж. д. . . .	126711	104453	32,4	16559	13,1	5699	4,5	121012	95,5	

Деревянныя шпалы еще теперь весьма значительно преобладаютъ надъ желѣзными; послѣднія, однако, дѣлаютъ быстрые успѣхи въ Германіи и Швейцаріи [1]), между тѣмъ какъ въ другихъ европейскихъ государствахъ онѣ примѣняются очень слабо. Большое примѣненіе имѣютъ желѣзныя шпалы въ тропическихъ странахъ, въ Сѣверной же Америкѣ и въ Россіи употребляются почти исключительно деревянныя шпалы.

Поперечины изъ естественныхъ или искусственныхъ камней, такъ же какъ и изъ другихъ матеріаловъ (нефтяные остатки и т. д.), употребляются только въ видѣ исключенія.

Ниже будутъ разсмотрѣны части верхняго строенія на поперечинахъ, въ отдѣльности для деревянныхъ и желѣзныхъ шпалъ только въ томъ случаѣ, если эти части исключительно или преимущественно зависятъ отъ матеріала шпалъ, а потому обсужденіе будетъ касаться всего того, что матеріаломъ шпалъ вовсе не обусловливается или обусловливается косвеннымъ образомъ, а также, что̀ требуетъ общаго изложенія, какъ, напр., расположеніе и устройство рельсовыхъ стыковъ.

[1]) Въ 1893 году на 5 главныхъ швейцарскихъ ж. д. были возобновлены пути: на желѣзныхъ шпалахъ—3,8%, на деревянныхъ—3,1%; причемъ было всего на лицо: первыхъ 41% и вторыхъ 59%.

2. Деревянныя поперечины.

α) Размѣры, родъ, форма и изготовленіе поперечинъ.

Форма и размѣръ поперечнаго разрѣза и длина деревянныхъ шпалъ на разныхъ дорогахъ были издавна весьма различны. Въ Англіи съ самаго начала придавали существенное значеніе большой длинѣ шпалъ (2,72 m.), при толщинѣ только 12,7 cm., между тѣмъ какъ въ Германіи и Австро-Венгріи считали достаточной длину до 2,20m, но поперечины дѣлались толщиною отъ 15 до 16 cm. Нынѣ, въ этихъ государствахъ стали вводить на главныхъ желѣзныхъ дорогахъ, съ сильнымъ движеніемъ, шпалы длиною въ 2,70 m., а въ сѣверной Германіи такія шпалы нашли всеобщее примѣненіе, и при томъ безъ уменьшенія толщины ихъ. Изъ различныхъ формъ поперечнаго разрѣза шпалъ встрѣчаются: полукругъ (Бельгія), трапеція (Австрія и Германія) и прямоугольникъ (Германія, Англія, Франція), послѣдній съ болѣе или менѣе сильнымъ притупленіемъ реберъ, въ особенности верхнихъ, или съ сохраненіемъ закругленныхъ боковъ и верхней плоскости.

Для прочности и жесткости пути требуется большая опорная поверхность шпалъ; трапеціодальныя и полукруглыя шпалы, по своему поперечному сѣченію, обладаютъ этими свойствами въ большей степени, чѣмъ прямоугольныя шпалы и хотя моментъ инерціи послѣднихъ также съ пользою служитъ пути, но шпалы перваго рода выгоднѣе [1]). Во всякомъ случаѣ, при этихъ шпалахъ является большее опасеніе за изготовленіе ихъ изъ слабаго лѣса, чѣмъ при прямоугольныхъ шпалахъ, которыя рѣжутся изъ крѣпкихъ стволовъ и состоятъ, поэтому, изъ болѣе прочнаго дерева. Шпалы съ круглой поверхностью требуютъ также обработки опорной поверхности рельсовъ для укладки ихъ, во вредъ прочности.

Въ таблицѣ VI указаны размѣры нѣкоторыхъ находящихся въ употребленіи шпалъ.

ТАБЛИЦА VI.

Размѣры поперечинъ.

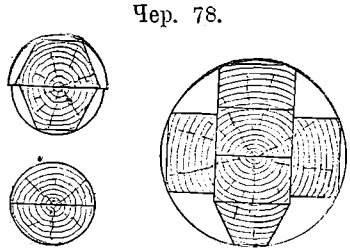
№	Управленіе жел. дор.	Длина шпалы	Ширина шпалы	Толщина шпалы	Форма шпалъ.	Примѣчанія.
		cm	cm	cm		
	Германія.					
1	Прусскія казенныя ж. д. .	270	26	16	прямоугольн.	для главн. ж. д.
2	„ „	250	26	15	„	для подъѣзд. пут.
3	Государ. ж. д. въ Эльз.-Лот.	270	26	16	„	
4	Баварскія каз. ж. д. . . .	250	23—26	15—16	„	
5	Саксонскія каз. ж. д. . .	250	26	16	„	
6	Вюртемберскія каз. ж. д. .	250	12—25	15,5	трапеція	
7	Гессенскія Людовика ж. д..	250	„ „ „	15	„	
	Австро-Венгрія.					
8	Австрійскія каз. ж. д. . .	240	15—25	15	„	
9	Венгерскія „ „ „	250	17—25	15	„	

[1]) Schröter, Organ, дополнительная тетрадь 1894 г., стр. 271.

№	Управленіе жел. дор.	Длина шпалы	Ширина шпалы	Толщина шпалы	Форма шпалъ.	Примѣчанія.
		cm	cm	cm		
10	Австрійскія южныя ж. д. .	240	13,2—25,3	16	трапеція	
11	Сѣверн. ж. д. имп. Фердин.	270	26	16	прямоугольн.	новѣйшая форма.
12	„ „ „ „ „	240	16—31	16	трапеція	болѣе старая.
13	Австрійс. сѣверо-запад. ж. д.	250	15—25	15	„	
	Прочія государства.					
14	Бельгійскія каз. ж. д. . .	260	28	14	полукругъ	
15	Швейц. Готтардская ж. д. .	250	24	15	прямоугольн.	
16	„ Юра Симплон. ж. д.	260	24	15	„	
17	Французская восточн. ж. д.	250	24	15	„	
18	„ сѣверная ж. д.	250	25	15	„	
19	„ Парижъ-Ліонъ.	275	20	15	„	
20	„ южная ж. . .	265	25	13	„	для рельсовъ на стульяхъ.
21	Англійская „Midland“ ж. д.	272	25,4	12,7	„	
22	Сѣв.-Ам. Пенсильван. ж. д..	258	25	16	„	
23	„ обыкновен. шпала.	244	20,3	15,2	„	

Въ Россіи шпалы изготовляются преимущественно изъ сосны, дуба, ели и пихты, а въ очень рѣдкихъ случаяхъ изъ бука и лиственницы. Длина шпалъ дубовыхъ или непропитанныхъ другихъ породъ на главныхъ путяхъ съ сильнымъ движеніемъ составляетъ 1,25 с., а для другихъ линій и запасныхъ путей 1,15 с.; по виду поперечнаго разрѣза шпалы бываютъ: а) брусковыя, шириною 5—6 верш. и высотою 3—4 верш., съ круглыми боковыми гранями, или прямоугольныя съ притупленными верхними ребрами при ширинѣ верхней грани $4^1/_2$ верш., и б) пластинныя-полукруглыя изъ 6—7 вершковаго лѣса.

Чер. 78.



Масштабъ 1 : 25.
Разрѣзъ шпалъ.

На черт. 78 показано, какимъ образомъ шпалы выдѣлываются изъ ствола.

Для подъѣздныхъ путей, а еще болѣе для узкоколейныхъ ж. д. употребляются болѣе короткія и слабыя шпалы. Въ Россіи для подъѣздныхъ путей и узкоколейныхъ жел. дорогъ требуется нижней грани шпалъ придавать размѣры, по разсчету на передаваемое на баластъ давленіе отъ наиболѣе тяжелаго подвижного состава не болѣе одного пуда на кв. дм. и чтобы длина шпалы была болѣе ширины колеи не менѣе, чѣмъ на 0,30 с., а толщина шпалъ не менѣе $4^1/_4$ дм.

Въ мѣстѣ расположенія рельсовъ на деревянныхъ шпалахъ долженъ быть сдѣланъ наклонъ соотвѣтственно наклону, придаваемому обыкновенно рельсу. Это достигается обыкновенно безъ примѣненія соотвѣтственно приспособленныхъ промежуточныхъ частей, но въ шпалахъ дѣлаются зарубки по этому наклону, для чего употребляются особые шаблоны. Если рельсы не имѣютъ никакого наклона, или

если наклонъ, при горизонтальной поверхности шпалы, достигается помощью промежуточныхъ частей, то обработка опорной плоскости рельсовъ необходима только въ случаѣ неплоской поверхности шпалъ. Всякая глубокая врубка опорной плоскости рельса способствуетъ разрушенію шпалы путемъ гніенія, ибо въ углубленіи скопляется вода. Это обстоятельство говоритъ противъ употребленія шпалъ съ неплоской поверхностью и въ пользу получающихъ въ Германіи всеобщее употребленіе клинообразныхъ подкладокъ, коими достигается наклонъ рельсовъ типа Вяньоля. При рельсахъ же съ двойной головкой наклонъ обезпечивается вообще самой формой опорныхъ башмаковъ.

Шпалы должны быть просверлены для помѣщенія шуруповъ и костылей, которыми рельсы, подкладки или башмаки прикрѣпляются къ шпаламъ, но только въ томъ случаѣ, когда костыли на концахъ своихъ не снабжены острымъ концомъ или рѣзцомъ. Дыры должны быть просверлены въ шпалахъ діаметромъ нѣсколько меньше діаметра скрѣпляющихъ стержней, при чемъ на одной половинѣ шпалы онѣ размѣщаются по шаблону, на другой же половинѣ только при укладкѣ пути, дабы имѣть возможность выправить разстояніе между рельсами.

Рекомендуется каждую шпалу тотчасъ послѣ изготовленія скрѣпить въ концахъ S-образными лапками, съ цѣлью предохранить ихъ отъ расщепленія при сыханіи; такія лапки дѣлаются изъ кровельнаго желѣза около 19 mm. длиною [1]); можно также пропустить винтовой болтъ поперекъ концовъ шпалъ, но этотъ способъ, едва ли болѣе дѣйствительный, значительно дороже.

Приготовленныя шпалы должны быть складываемы въ штабеля для провѣтриванія, но онѣ не должны быть подвержены солнцепеку или сильному сквозному вѣтру, ибо въ противномъ случаѣ въ нихъ могутъ образоваться трещины.

β. Сорта дерева.

Изъ употребляемыхъ для шпалъ древесныхъ породъ различаются твердый и мягкій лѣсъ, кромѣ того, въ зависимости отъ наклонности дерева къ гніенію, различаются породы: нуждающіяся въ особыхъ предохранительныхъ средствахъ или ненуждающіяся въ этомъ. Твердая порода деревьевъ сопротивляется внѣшнимъ вліяніямъ и гніенію лучше, чѣмъ мягкія породы. Только буковое дерево представляетъ въ этомъ отношеніи замѣчательное исключеніе, — оно принадлежитъ къ наиболѣе гніющимъ изъ всѣхъ породъ лѣса.

Первоначально лѣсныя древесныя породы, пригодныя для шпалъ, могли находиться въ распоряженіи различныхъ странъ въ исключительно ограниченномъ размѣрѣ, и только, съ уменьшеніемъ провозной платы, можетъ быть нынѣ доставленъ также и лѣсъ, растущій въ отдаленіи.

Дубовое дерево имѣетъ очень обширное примѣненіе для шпалъ на главныхъ жел. дор. во всѣхъ сѣверныхъ, восточныхъ и среднихъ государствахъ Европы, а также и въ Сѣверной Америкѣ, и цѣнится всюду какъ самая прочная порода, благодаря твердости и способности сопротивляться гніенію. Дубъ большею частью употребляется безъ предохранительныхъ средствъ отъ гніенія (не пропитывается), но тамъ, гдѣ цѣны стоятъ высоко, онъ подвергается пропиткѣ. Кромѣ дуба, въ Европѣ встрѣ-

[1]) Sarrazin, Centralb. d. Bauver. 1887 г., стр. 188.

ТАБЛИЦА VII.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Годъ.	Управленіе желѣзныхъ дорогъ.	Дубовое дерево			Прочія лиственн. деревья			Хвойныя деревья			Итого		Примѣчанія.
		въ % отъ общаго количества.	изъ него		въ % отъ общаго количества.	изъ него		въ % отъ общаго количества.	изъ него				
			пропитано.	непропитано.		пропитано.	непропитано.		пропитано.	непропитано.	пропитано.	непропитано.	
1880 *)	a) Прусскія казен. жел. дор. .	74,0	62,1	37,9	0,6	89,5	10,5	25,4	90,0	10,0	69,4	30,6	*) Для жел. дор. подъ литерами a и b, числа даны для года отъ 1.IV до 1.IV, для остальныхъ жел. дор. для календарнаго года.
	b) Нѣмецкія жел. дор. . . .	56,0	46,5	53,5	1,1	53,4	46,6	42,9	80,8	19,2	61,3	38,7	
	c) Австро-Венгерскія жел. дор.	66,6	—	—	3,3	—	—	30,1	—	—	14,0	86,0	
	d) Всѣ союзныя жел. дор. . .	59,3**)	—	—	1,7**)	—	—	36,5**)	—	—	44,1	55,9	
1885 *)	a) Прусскія казен. жел. дор. .	69,4	63,1	36,9	1,3	97,0	3,0	29,3	89,6	10,4	71,3	28,7	
	b) Нѣмецкія жел. дор. . . .	55,0	53,4	46,6	1,2	75,3	24,7	43,8	91,0	9,0	70,1	29,9	
	c) Австро-Венгерскія жел. дор.	68,1	—	—	5,0	—	—	26,9	—	—	20,3	79,7	
	d) Всѣ союзныя жел. дор. . .	60,0**)	—	—	2,4**)	—	—	34,6**)	—	—	49,3	50,7	
1890 *)	a) Прусскія казен. жел. дор. .	62,6	72,3	27,7	4,6	98,0	2,0	32,8	94,2	5,8	80,7	19,3	**) Касательно породы деревьевъ, данныя въ союзной статистикѣ отчасти несовершенны, такъ какъ сумма % въ столбцахъ 3, 6, 9, не равна 100 для графъ d.
	b) Нѣмецкія жел. дор. . . .	50,1	62,5	37,5	3,4	94,2	5,8	46,5	94,0	6,0	78,2	21,8	
	c) Австро-Венгерскія жел. дор.	68,1	—	—	9,6	—	—	22,3	—	—	31,9	68,1	
	d) Всѣ союзныя жел. дор. . .	58,4**)	—	—	5,3**)	—	—	33,8**)	—	—	56,9	43,1	
1892 *)	a) Прусскія казен. жел. дор. .	57,7	75,7	24,3	5,3	98,3	1,7	37,0	97,0	3,0	84,8	15,2	
	b) Нѣмецкія жел. дор. . . .	46,9	65,3	34,7	4,3	95,7	4,3	48,8	95,6	4,4	81,4	18,6	
	c) Австро-Венгерскія жел. дор.	67,2	—	—	11,0	—	—	21,8	—	—	36,0	64,0	
	d) Всѣ союзныя жел. дор. . .	56,4**)	—	—	6,4**)	—	—	34,7**)	—	—	60,2	39,8	
1894 *)	a) Прусскія казен. жел. дор. .	55,2	77,8	22,2	5,4	98,4	1,6	39,4	97,5	2,5	86,8	13,2	
	b) Нѣмецкія жел. дор. . . .	44,8	67,7	32,3	4,8	95,7	4,3	50,4	96,3	3,7	83,4	16,6	
	c) Австро-Венгерскія жел. дор.	65,9	—	—	13,0	—	—	21,1	—	—	37,9	62,1	
	d) Всѣ союзныя жел. дор. . .	55,2**)	—	—	7,4**)	—	—	35,2**)	—	—	61,9	38,1	

чаются преимущественно породы: сосна, пихта, ель и лиственное дерево, которыя одинаково должны быть всѣ пропитываемы и наконецъ буковое дерево, объ употребленіи котораго, безъ пропитки, также не можетъ быть и рѣчи. Въ западныхъ государствахъ Европы, гдѣ, благодаря высокимъ цѣнамъ на дубовое дерево, были издавна широко распространены другія породы деревьевъ, развились также различные способы пропитыванія дерева.

Въ Сѣверной Америкѣ, съ ея богатствомъ хорошаго лѣса съ 1884 г., на ряду съ бѣлымъ дубомъ, изъ котораго было уложено 58,2% желѣзнодорожныхъ шпалъ, встрѣчаются еще главнымъ образомъ: кедръ — 10,4%, сосна pinus ponterosa Vellowine)—8.7%, сѣверная ель и канадская ель (Hemlock-Tanne, Luga canadensis)—6,9% и 5,9%, а также большое число другихъ древесныхъ породъ, которыя, однако, получили отчасти мѣстное ограниченное примѣненіе [1]).

Изъ другихъ деревьевъ, годныхъ для шпалъ въ заантлантическихъ странахъ, слѣдуетъ назвать: Jarrah и Teakholz (Tectona grandis) въ Индіи, камфоровое (Camphora officinalis) въ Южной Америкѣ, Quebracho въ Южной Америкѣ и т. д. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что въ тропикахъ можетъ быть только вопросъ о тѣхъ деревьяхъ, которыя обладаютъ способностью сопротивляться гніенію и которыя не изъѣдаются насѣкомыми.

Въ таб. VII помѣщены свѣдѣнія, выясняющія распространеніе преимущественно употребляемыхъ породъ деревьевъ и отношеніе пропитываемыхъ шпалъ къ непропитываемымъ на желѣзныхъ дорогахъ союза нѣмецкихъ жел. дор. Пропитываніе шпалъ значительно увеличилось въ разсматриваемый промежутокъ времени, въ особенности въ Австро-Венгріи, хотя все-таки количество пропитанныхъ шпалъ въ общемъ еще и тамъ незначительно. Случаи возвращенія къ употребленію дубоваго дерева въ Германіи уменьшаются вмѣстѣ съ возрастаніемъ пропитки шпалъ, ибо при такомъ предохранительномъ средствѣ другія породы деревьевъ достигаютъ приблизительно такой же продолжительности службы, какъ непропитанный дубовый лѣсъ. Сильному развитію примѣненія шпалъ изъ хвойныхъ деревьевъ благопріятствуетъ также постоянное усовершенствованіе скрѣпленій и предохраненія шпалъ отъ внѣшнихъ вліяній.

Необходимо стремиться къ тому, чтобы шпала имѣла одинаковую продолжительность службы, какъ подъ вліяніемъ внѣшнихъ вліяній, такъ и подъ вліяніемъ внутренняго разрушенія.

γ) Пропитываніе шпалъ.

Дерево состоитъ изъ древесныхъ волоконъ и древеснаго сока, послѣдній, вслѣдствіе содержанія бѣлка и другихъ легко разлагающихся веществъ, и есть собственно элементъ, подверженный разложенію. Если дерево само по себѣ содержитъ большое количество веществъ, препятствующихъ разложенію, какъ танинъ, дубильную кислоту и т. д., то оно будетъ въ достаточной степени защищено отъ естественнаго разрушенія.

Выщелачиваніе или выпариваніе, помощью которыхъ устраняется часть раз-

[1]) Haarmann, das Eisenbahngleis, историческая часть стр. 119.

рушительныхъ веществъ, а также тщательное высушиваніе и прогрѣваніе, при которыхъ изъ дерева извлекается вода, уже достаточны для увеличенія продолжительности службы его, но для шпалъ такія манипуляціи не достигаютъ цѣли, ибо шпалы подвержены вредному вліянію гніенія вслѣдствіе невозможности устраненія поперемѣннаго дѣйствія на нихъ сырости и сухости, поэтому необходимо шпалы пропитывать противогнилостными веществами.

Пропитывающая жидкость тѣмъ совершеннѣе просачивается черезъ дерево, чѣмъ въ большей мѣрѣ изъ него былъ извлеченъ сокъ и чѣмъ при большемъ давленіи жидкость проникаетъ въ шпалы. Пропитываніе съ торца самое сильное, поэтому пріемы различаются, какъ по сорту пропитывающаго вещества, такъ и по способу его примѣненія.

Пропитываніе дву-трехъ-хлористою ртутью или сулемой изобрѣтено Кіаномъ въ Англіи въ 1832 г. (кіанизированіе). Готовыя, обработанныя шпалы кладутся въ сухомъ видѣ въ большіе деревянные чаны и остаются тамъ въ щелочи сулемы крѣпостью 1:150, въ продолженіе десяти дней. Для того, чтобы щелочь могла омывать шпалы со всѣхъ сторонъ, надлежитъ ихъ отдѣлить одну отъ другой рейками. Этотъ пріемъ, хотя сильный, по дорогой и не безопасенъ для рабочихъ, поэтому до сего времени онъ удержался только въ ограниченномъ размѣрѣ. Въ Россіи способъ этотъ не употребляется.

Пропитываніе мѣднымъ купоросомъ было введено во Франціи въ 1841 г. Бушери. Неочищенные отъ коры свѣже срубленные стволы раскладываются съ незначительнымъ наклономъ. Щелочь, разведенная водою, при крѣпости 1/100, впускается въ торецъ верхняго конца, подъ давленіемъ приблизительно въ 1 атмосферу, растворъ вытѣсняетъ постепенно сокъ, вытекающій изъ нижняго конца. Когда вытекшая жидкость достигнетъ $^2/_3$ влитой щелочи, то пріемъ считается оконченнымъ, для сего требуется: при дубовомъ деревѣ—100 часовъ, при буковомъ—48 часовъ. Этотъ способъ имѣлъ особенный успѣхъ для буковаго дерева и принятъ во Франціи, южной Германіи и Австріи. У насъ способъ этотъ примѣнялся при постройкѣ Нижегородской ж. д.; нѣкоторыя изъ шпалъ, пропитанныя въ 1861 г., лежатъ по настоящее время на запасныхъ путяхъ ст. Москвы. Теперь этотъ способъ въ Россіи оставленъ. Недостатокъ его состоитъ въ томъ, что большая часть пропитанныхъ наружныхъ частей дерева пропадаетъ при обработкѣ его въ шпалы и что мѣдный купоросъ впослѣдствіи портитъ желѣзныя части; впрочемъ послѣднія для предохраненія можно цинковать.

При пропитываніи хлористымъ цинкомъ и креозотомъ (дегтярное масло), по способу Бурнэта и Бетгеля, готовыя обработанныя шпалы помѣщаются въ количествѣ отъ 120 до 160 шт. въ желѣзные цилиндры длиною въ 4 шпалы. Въ цилиндрахъ устраивается узкоколейный путь, по которому шпалы могутъ быть введены и выведены на маленькихъ телѣжкахъ, а во время пропитыванія шпалы остаются на этихъ вагонеткахъ.

При пропиткѣ хлористымъ цинкомъ шпалы предварительно выпариваются, при давленіи въ котлѣ около 4 атм., въ продолженіе одного до двухъ часовъ; при пропиткѣ же креозотомъ онѣ высушиваются въ продолженіе восьми часовъ при температурѣ 100^0 до 130^0; выпариваніе шпалъ при пропиткѣ креозотомъ не дѣлается, ибо это масляное вещество можетъ проникать только въ сухія шпалы. За исключеніемъ этого различія, дальнѣйшій пріемъ при обоихъ способахъ заклю-

чается въ слѣдующемъ: въ пропитанныхъ цилиндрахъ производится, въ промежутокъ времени отъ получаса до часу, разрѣженіе воздуха, измѣряемое столбомъ ртути отъ 55 до 65 снтм.; отъ этого воздухъ, сокъ и водяные пары удаляются изъ дерева. Затѣмъ, для того, чтобы подготовить дерево къ воспринятію пропитывающихъ веществъ, воздухъ сгущается въ пропиточномъ цилиндрѣ, подъ давленіемъ 6,7 до 10 атм., и въ такомъ видѣ шпалы оставляются на одинъ до трехъ часовъ. Продолжительность этого сгущенія уменьшается съ крѣпостью раствора. Хлористый цинкъ употребляется въ растворахъ отъ 1,5 до 3° по Беме (т.-е. отъ 1,5 до 3%), такъ какъ другіе болѣе крѣпкіе растворы не оказались соотвѣтственно болѣе дѣйствующими (содержаніе карболовой кислоты въ дегтярномъ маслѣ колеблется между 12 и 25%). Нѣкоторые полагаютъ, что болѣе слабые растворы проникаютъ глубже въ дерево, поэтому въ особенности австрійскія желѣзныя дороги понизили крѣпость хлористаго цинка съ 3% на 1,5 до 1,7%.

По изслѣдованіямъ до настоящаго времени пропитка креозотомъ оказывается наиболѣе дѣйствительною, поэтому въ послѣдніе годы она сильно развилась, несмотря на высокія цѣны, и на западѣ Европы, а именно во Франціи (съ 1890 года), гдѣ лѣсъ для шпалъ сравнительно дорогъ; способъ этотъ все болѣе и болѣе вытѣсняетъ другіе способы [1]). Въ средней Европѣ, наоборотъ, большею частью распространена пропитка хлористымъ цинкомъ, ибо она одинаково дѣйствуетъ какъ и креозотъ, но значительно дешевле. Для того, чтобы при пропиткѣ хлористымъ цинкомъ воспользоваться также благопріятнымъ дѣйствіемъ креозота, которое основывается на томъ, что масло закрываетъ поры и щели и тѣмъ лучше защищаетъ дерево отъ проникновенія сырости, въ послѣдніе годы, особенно на прусскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогахъ, весьма часто примѣшиваютъ отъ 6 до 8% дегтярнаго масла (креозота) въ щелочъ хлористаго цинка.

Изъ другихъ способовъ пропитки, слабо впрочемъ распространенныхъ, слѣдуетъ еще назвать: пропитку мѣднымъ купоросомъ подъ высокимъ давленіемъ и способъ Блита, при которомъ шпалы, предъ вдавливаніемъ дегтярнаго масла, выпариваются въ водяномъ парѣ, содержащемъ креозотъ.

Количество воспринимаемыхъ деревомъ пропитывающихъ веществъ при всѣхъ способахъ пропитки больше, чѣмъ количество выдѣляемаго сока, поэтому дерево увеличивается въ вѣсѣ. Многими желѣзнодорожными управленіями обусловливается для каждаго даннаго пропиточнаго средства извѣстное увеличеніе въ вѣсѣ шпалы. Увеличеніе это считается [2]):

ТАБЛИЦА VIII.

	При дубовомъ деревѣ.	Буковомъ.	Сосновомъ.	
	Для	одной	шпалы:	
На прусскихъ казенныхъ жел. д.	6,25 — 10 kg	—	20—25 kg	Дегт. масла
	— „	30 kg	30 „	Хлор. цинка
На австрійскихъ жел. дорог.	7,5 „	18 „	18 „	Хлор. цинка
	— „	0,45 „	— „	Крѣпк. купор.
На французскихъ жел. дорог. . .	5—7 „	13—24 „	12—14 „	Дегт. масла.

Отсюда видно, что способность буковаго и сосноваго дерева увеличиваться въ вѣсѣ значительно больше, чѣмъ для дубоваго дерева. Нѣкоторыя желѣзныя

[1]) Encyclopedie d. Eisenbahnen. Томъ 6. Revue générale d. ch. d. f. 1895 г. стр. 90.
[2]) Organ 1884, стр. 22 и 1894 г. стр. 36. Revue générale d. chm. d. f. 1895, стр. 90.

дороги, напр. французскія, ради экономіи, не утилизируютъ полной способности дерева первыхъ породъ увеличиваться въ вѣсѣ.

На прусскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогахъ до сихъ поръ была въ употребленіи пропитка креозотомъ, преимущественно для дубовыхъ шпалъ; хлористымъ цинкомъ пропитывали, главнымъ образомъ, сосновыя шпалы; во Франціи болѣе высокая цѣна сырого продукта оправдываетъ болѣ дорогой, но лучше дѣйствующій способъ пропитки креозотомъ; въ новѣйшее время имъ пропитываются также шпалы изъ мягкаго дерева.

Благодаря благопріятнымъ результатамъ, пропитка постоянно все болѣе развивается (см. табл. VII), и въ настоящее время всѣ желѣзнодорожныя управленія, которыя ввели у себя пропитку, не сомнѣваются болѣе въ ея пользѣ.

Распространеніе различныхъ способовъ пропитки на дорогахъ Союза Нѣмецкихъ ж. д. видно изъ таблицы IX [1]). Уменьшеніе числа управленій послѣ 1878 г. слѣдуетъ объяснить уменьшеніемъ числа отдѣльныхъ управленій въ Пруссіи и Австро-Венгріи, за переходомъ нѣкоторыхъ дорогъ въ казну.

ТАБЛИЦА IX.

Матеріалъ для пропитки.	Число управленій.				
	1865	1868	1878	1884	1893
Сулема	3	6	8	4	3
Мѣдный купоросъ.	15	6	5	1	2
Хлористый цинкъ.	8	7	20	22	21
Хлористый цинкъ и креозотъ . .	—	—	4	7	4
Креозотъ	4	5	13	11	6
Итого. . . .	30	24	50	45	36

Въ Россіи имѣется 5 шпало-пропиточныхъ заводовъ, а именно: на ж. д. Нижегородской, Рязанско-Уральской, Риго-Орловской, Екатерининской и Закавказской; кромѣ того имѣются нѣкоторые передвижные заводы.

Стоимость пропитки одной шпалы составляетъ для дорогъ союза нѣмецкихъ жел. дор. въ маркахъ, круглымъ числомъ [2]):

ТАБЛИЦА X.

	Креозотъ.		Хлористый цинкъ.		Хлористый цинкъ и креозотъ.		Сулема.		Мѣдный купоросъ.	
	1884	1893	1884	1893	1884	1893	1884	1893	1884	1893
Дубовое дерево. . . .	1,0	0,93	0,37	0,43	0,61	—	—	0,40	—	—
Буковое дерево . . .	1,9	—	0,44	0,53	0,86	0,90	—	0,60	—	0,34
Сосновое, пихтовое и еловое дерево	1,7	1,50	0,47	0,50	0,74	0,69	0,75	0,52	—	0,23

[1]) Organ, Erg.-Bde. 1878, 1884, 1894.
[2]) Organ 1884, стр. 22 и 1894, стр. 56.

Во Франціи стоимость пропитки креозотомъ, считая со включеніемъ расходовъ на сооруженіе и погашеніе, составляетъ для [1]):

	дубоваго дерева,	буковаго,	сосноваго,
по:	0,90	1,62	2,18 фр.

Желѣзныя дороги союза руководятся различными основаніями по отношенію къ разсчету расходовъ на сооруженіе завода и погашеніе капитала, поэтому сообщенныя выше данныя о стоимости пропитки въ общихъ числахъ трудно сравнивать между собою.

У насъ стоимость пропитки хлористымъ цинкомъ одной сосновой шпалы составляетъ приблизительно на заводахъ, въ копѣйкахъ:

	Съ погашеніемъ.	Безъ погашенія.
Нижегородской ж. д. . . .	24½	21½
Екатерининской ж. д. . .	—	28
Рязанско-Уральской ж. д. .	—	19½
Закавказской ж. д. . . .	25	—
Передвижныхъ	29	—

Продолжительность службы шпалъ значительно увеличивается отъ пропитки, особенно сосновыхъ и буковыхъ шпалъ. Относительно послѣднихъ взгляды далеко еще, впрочемъ, расходятся, ибо имѣются хорошіе и дурные результаты [2]).

Казалось бы, что предположеніе о благопріятномъ вліяніи пропитки на службу буковыхъ шпалъ имѣло основаніе, поэтому неудовлетворительные результаты слѣдуетъ объяснить тѣмъ, что, вѣроятно, пропитка была недостаточная, или дерево было невысокаго качества; можетъ быть предъ обработкой и пропиткой дерево слишкомъ долго лежало на стволу, чего при буковомъ деревѣ необходимо избѣгать [3]).

По результатамъ до настоящаго времени продолжительность службы шпалъ составляетъ [4]).

	при дубовомъ деревѣ,	буковомъ,	сосновомъ.
Сырое	12 лѣтъ	3 года	7— 8 лѣтъ
Пропитанное	14—16 „	10—18 лѣтъ	14—18 „

Въ Россіи непропитанныя шпалы служатъ: дубовыя 5—7 лѣтъ, сосновыя около 4-хъ лѣтъ и еловыя не болѣе 3-хъ лѣтъ; относительно срока службы пропитанныхъ шпалъ опредѣленныхъ данныхъ еще не имѣется, хотя полагаютъ, что пропитка увеличиваетъ срокъ службы шпалъ почти вдвое.

Значительное увеличеніе срока службы сосноваго дерева, какъ-то подтвердилось многочисленными всесторонними опытами съ благопріятными результатами, служитъ причиной, что сосновыя шпалы все болѣе и болѣе вытѣсняютъ болѣе дорогія буковыя шпалы.

Насколько пропитка креозотомъ можетъ еще больше увеличить продолжительность

---

[1]) Revue générale d. ch. d. f. 1895 г., стр. 90.
[2]) Organ, Erg.-Bd. 1894, стр. 46. 1896, стр. 276.
[3]) Organ 1880. стр. 62.
[4]) Centralbl. d. Bauverw. 1884, стр. 118.

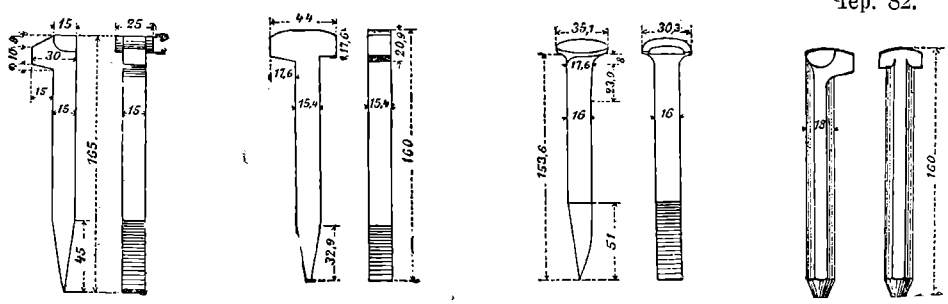
службы буковыхъ и сосновыхъ шпалъ, нынѣ судить затруднительно, за недостаточностью опыта, примѣнявшагося въ Германіи и Австро-Венгріи лишь въ единичныхъ случаяхъ; это должно обнаружиться только изъ дальнѣйшей практики. Во Франціи, гдѣ съ 1890 года креозотъ почти совершенно вытѣснилъ хлористый цинкъ, его признаютъ весьма выгоднымъ съ экономической точки зрѣнія, благодаря значительному увеличенію срока службы шпалъ, пропитанныхъ креозотомъ. На желѣзн. дор. Парижъ-Ліонъ-Средиземное море буковыя шпалы, пропитанныя мѣднымъ купоросомъ, служатъ съ 1881 и 1883 года 9, 8 лѣтъ, въ 1893 году срокъ службы достигалъ 13, 4 года, т.-е. увеличился на 37%, хотя только 20% шпалъ были пропитаны креозотомъ. На участкѣ Парижъ-Ліонъ на томъ же основаніи увеличеніе продолжительности службы буковыхъ шпалъ доведено отъ 54 до 76%, на французской восточной ж. д.—до 65%, между тѣмъ какъ увеличеніе расходовъ составляетъ только 31% [1]). По краткости времени изслѣдованія, эти результаты, однако, едва ли могутъ быть обобщены.

По изслѣдованіямъ и опытамъ Функа, Сарацина и Сюсемиля, пропитка предохраняетъ шпалы не только отъ гніенія, но дѣлаетъ ихъ также болѣе способными сопротивляться внѣшнимъ вліяніямъ [2]).

б) Укрѣпленіе рельсовъ типа Виньола на деревянныхъ шпалахъ.

Рельсы съ широкими подошвами (Виньоля) располагаются непосредственно на шпалахъ, или, съ цѣлью уширенія опорной плоскости, на подкладкахъ. Въ

Чер. 79. Чер. 80. Чер. 81. Чер. 82.



Масштабъ 1 : 5. Костыли.

Прусскія каз. ж. д.	Сѣверн. ж. д. короля Фердинанда.	Сѣверо-америк. ж. д.	Австрійская сѣверо-западная ж. д.
G. = 0,29 kg	0,32 kg	—	0,38 kg.

обоихъ случаяхъ рельсъ прикрѣпляется къ шпалѣ костылями или шурупами изъ литого желѣза, головка которыхъ захватываетъ подошву рельса.

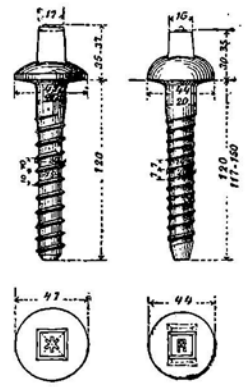
Крючкообразная головка рельсовыхъ костылей, представленныхъ на чертежахъ 79 до 82, позволяетъ вытащить костыли помощью щипцовъ (клещей), которыя захватываютъ за нижніе или боковые приливы головки. Относительно различныхъ видоизмѣненій формы головокъ не установлено техническихъ требованій.

[1]) Revue générale. 1895, стр. 90.
[2]) Organ 1880, стр. 62. Deutsche Bauzeitung 1880, стр. 55. Centralbl. d. Bauverw. 1881, стр. 103; 1883, стр. 451; 1887, стр. 1888.

Длина костыля составляетъ 160 до 170 mm., толщина 15 до 18 mm., вѣсъ 0,25 до 0,40 кл. Въ Россіи длина костылей вмѣстѣ съ головкой у стыковыхъ шпалъ 155 mm. и у прочихъ—140 mm., толщина отъ 14 mm. и болѣе, средній вѣсъ костыля стыковаго 0,26 к. и обыкновеннаго 0,21 к. Рельсовые шурупы (рельсовые винты) имѣютъ стержень діаметромъ отъ 20 до 23 mm. и длиною 117 до 150 mm., головку высотою отъ 30 до 40 mm. и вѣсъ 0,40 до 0,50 кл. (чертежъ 83).

Относительно наиболѣе цѣлесообразнаго вида винтовой нарѣзки шуруповъ взгляды еще различны: въ Германіи примѣняется большей частью видъ, представленный на чертежѣ 83 (слѣва), въ Австро-Венгріи видъ, представленный на чертежѣ 83 (справа), который также введенъ на правительственныхъ желѣзныхъ дорогахъ въ Эльзасъ - Лотарингіи. Головка шуруповъ снабжена большею частью квадратнымъ или прямоугольнымъ шипомъ, который служитъ для накладыванія ключа при ввинчиваніи и вывинчиваніи шуруповъ; прямоугольная форма лучше выдерживаетъ поворачиваніе. На головкѣ шипа дѣлается выпуклая фигура или буква съ тою цѣлью, чтобы можно было сразу обнаружить вредное вколачиваніе молоткомъ.

Чер. 83.



Масштабъ 1 : 5.
Шурупы.

Костыли и шурупы должны предохранять рельсъ отъ поворачиванія и перемѣщенія въ сторону. Поворачиваніе рельса около одного ребра подошвы вызываетъ съ противуположной стороны стремленіе костыля или шурупа выдергиваться изъ шпалъ. Чѣмъ крѣпче стержни скрѣпленій сидятъ въ шпалѣ, тѣмъ лучше рельсъ защищенъ отъ поворачиванія и приподыманія. Сопротивленіе рельса боковому сдвигу достигается не столько закрѣпленіемъ костылей или шуруповъ въ шпалы, сколько сопротивленіемъ дерева смятію. Возможно большая плотность и прочность дерева одинаково полезна для обоего рода сопротивленій, между тѣмъ тотъ или другой способъ закрѣпленія стержня въ шпалѣ не можетъ удовлетворить одновременно этимъ двумъ сопротивленіямъ. Такъ, поверхность, снабженная винтовою нарѣзкою или зубцами, увеличиваетъ сопротивленіе выдергиванію, но вмѣстѣ съ симъ уменьшается противодѣйствіе смятію, причемъ волокна дерева разрушаются проникающими въ нихъ остріями. Поэтому, гладкіе по возможности широкіе шаги нарѣзки стержней будутъ лучше всего сопротивляться часто повторяющимся во время движенія боковымъ толчкамъ и, конечно, также стремленію выдергиванія.

Употреблявшіеся въ прежнее время, для увеличенія сопротивленія выдергиванія, костыли съ обратными зубьями болѣе не примѣняются; шурупы же, наоборотъ, распространяются все болѣе и болѣе. Шурупы изобрѣтены во Франціи и тамъ скрѣпленіе почти исключительно дѣлается при помощи шуруповъ.

Въ Германіи, гдѣ шурупы вошли въ употребленіе съ 40-хъ годовъ, ихъ примѣняютъ, по соображеніямъ вышеуказаннаго различія между сопротивленіемъ выдергиванія и противодѣйствіемъ смятію, только съ внутренней стороны колеи, съ наружной же стороны сохраняются костыли [1]). Такъ какъ боковые толчки

[1]) Organ 1888, 1889, 1890. Mittheilungen. ü. d. verschied. Oberb. d. Eis. 1894, Erg.-Bd. IX стр. 58.

дѣйствуютъ преимущественно извнутри наружу, то наружныя укрѣпленія должны противодѣйствовать сдвигу рельсовъ, внутреннія же должны сопротивляться опрокидыванію рельса около внѣшняго ребра подошвы его. Поэтому, также и по техническимъ требованіямъ союза нѣмецкихъ ж. д. съ 1893 года, признано наиболѣе цѣлесообразнымъ устроивать внутри шурупы, а снаружи костыли. Сюсемиль [1]) и Дюпай [2]) произвели обширные опыты для опредѣленія величины сопротивленія выдергиванію. Первый нашелъ данныя, приведенныя въ табл. XI.

ТАБЛИЦА XI.

		4-хъгранные костыли		8-и гранные костыли		Шурупы	
		въ непропитанныхъ	въ пропитанныхъ	въ непропитанныхъ	въ пропитанныхъ	въ непропитанныхъ	въ пропитанныхъ
		ш	п	а	л	а	х ъ.
1	Свѣже вколоченные . . .	3198	3646	3094	3746	4198	4606 kg
2	Путь, существующій 8 мѣс. .	—	—	2924	—	6253	—
3	„ „ 20 „ .	2446	2977	2481	2958	—	—
4	„ „ 45 „ .	2122	—	—	—	4723	—

Числа этой таблицы подтверждаютъ высказанное прежде замѣчаніе о благопріятномъ вліяніи пропитки шпалъ на увеличеніе сопротивленія выдергиванію.

Сопротивленіе боковому сжатію больше при 4-хъ-гранныхъ костыляхъ, чѣмъ при 8-мигранныхъ [3]), нѣкоторыми же [4]) приписывается послѣднимъ большее сопротивленіе выдергиванію, ибо они при вколачиваніи не разрушаютъ и не сжимаютъ такъ несоразмѣрно волокна дерева, какъ 4-хъ-гранные костыли. Восьмигранный костыль со своимъ тупымъ концомъ требуетъ предварительнаго просверливанія шпалъ, послѣднее не составляетъ необходимости при четырехгранномъ костылѣ. Поэтому 4 хъ-гранный костыль, устанавливаемый тонкимъ концомъ острія поперекъ волоконъ шпалъ, составляетъ самый распространенный типъ скрѣпленія въ средней Европѣ.

Шурупы имѣютъ, при шпалахъ изъ твердой древесной породы, сравнительно большее значеніе, чѣмъ при шпалахъ изъ мягкой древесной породы, поэтому они въ странахъ съ продолжительной холодной зимой менѣе полезны, чѣмъ въ теплыхъ поясахъ [5]).

Во избѣжаніе раскалыванія шпалъ, скрѣпленія съ обѣихъ сторонъ рельса располагаютъ по обѣ стороны отъ средней линіи шпалы. Въ послѣднее время, въ Германіи, часто располагаютъ на каждой шпалѣ, съ внутренней стороны рельса, два костыля или шурупа для того, чтобы усилить сопротивленіе опрокидыванію рельсовъ, въ особенности это дѣлается на тѣхъ шпалахъ, которыя расположены по сосѣдству съ рельсовымъ стыкомъ.

---

[1]) Centralbl. d. Bauverwesen.
[2]) Organ 1888, стр. 153 и 161.
[3]) Susemihl, Centralbl. d. Bauverw. 1881, стр. 103.
[4]) Hohenegger, Organ. 1878, стр. 61.
[5]) Revue générale des chemins de fer 1889, стр. 475.

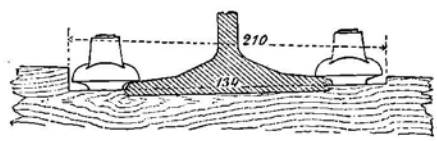
Необходимо озаботиться, чтобы всѣ костыли или шурупы, которые служатъ для скрѣпленія рельса, работали не отдѣльно, а по возможности совокупно. По отношенію къ боковому сдвигу это достигается помощью желѣзныхъ подкладокъ, которыя вполнѣ обхватываютъ костыли и шурупы, они этимъ приводятъ скрѣпленія во взаимную связь, а также уменьшаютъ давленіе и треніе между рельсами и шпалами и уменьшаютъ, благодаря этому, износъ послѣднихъ. Цѣлесообразно снабжать подкладки ребордами по краямъ, которыя служатъ боковыми направляющими для подошвы рельса по всей длинѣ и въ то же время защищаютъ скрѣпленія отъ врѣзыванія рельсовой подошвы. Примѣненіе подкладокъ имѣетъ, такимъ образомъ, большое значеніе для сохраненія шпалъ и удержанія хорошаго надежнаго уровня и направленія пути. Ихъ всеобщее употребленіе позволяетъ также свободную замѣну дубовыхъ шпалъ шпалами изъ мягкихъ породъ дерева [1]).

Особенно заслуживаютъ вниманія клинообразныя подкладки, которыя уже давно нашли примѣненіе на жел. дор. Земеринга и только съ середины 80-хъ годовъ получили всеобщее употребленіе; благодаря имъ, уничтожается необходимость вредной зарубки шпалъ для достиженія наклона рельсовъ и больше обезпечивается надежность содержанія надлежащаго наклона рельсовъ [2]).

Подкладки, которыя прежде служили только опорой для рельсоваго стыка и послѣ этого примѣнялись только въ крайнемъ случаѣ на двухъ шпалахъ рельсоваго звена въ кривыхъ малаго радіуса, теперь сдѣлались обязательными для всѣхъ шпалъ почти на всѣхъ главныхъ желѣзныхъ дорогахъ Германіи и нашли также въ Австро-Венгріи обширное распространеніе. Во Франціи же распространеніе подкладокъ до настоящаго времени еще далеко не соотвѣтствуетъ ихъ большому значенію, которое онѣ получаютъ въ особенности при употребленіи шуруповъ. Въ послѣднемъ случаѣ, при отсутствіи подкладокъ съ ребордами по краямъ, головки шуруповъ сидятъ только одною стороною на подошвѣ рельса, и поэтому шурупы не получаютъ такого прочнаго положенія, какое они несомнѣнно имѣли бы, еслибы они прочно удерживались также съ противоположной стороны.

Представленный на чертежѣ 84 вынужденный способъ замѣны дѣйствія подкладки съ ребордами по краямъ глубокимъ врѣзываніемъ въ шпалу не устраняетъ боковаго сдвига и сокращаетъ продолжительность службы шпалъ. Точно также недостаточна замѣна желѣзныхъ подкладокъ пропитанными войлочными прокладками толщиною отъ 6 до 7 mm., какими пользуются французскія желѣзныя дороги; онѣ, хотя, гарантируютъ нѣкоторую защиту шпаламъ, но не обезпечиваютъхорошаго скрѣпленія и сохраняются только 5—6 лѣтъ.

Чер. 84.



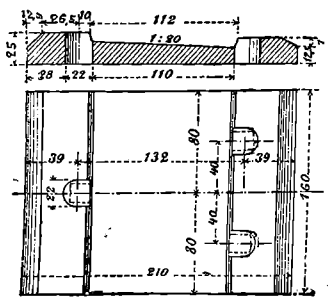
Масштабъ 1 : 15. Врубки шпалъ французской сѣверной жел. дор.

Большое значеніе подкладокъ и быструю порчу шпалъ безъ таковыхъ Саррацинъ доказалъ соотвѣтственными опытами на участкѣ Deutz-Siegen. Въ продолженіе шести лѣтъ, при весьма незначительномъ примѣненіи подкладокъ, на главныхъ путяхъ было только 8,2% сгнившихъ шпалъ, а остальныя 91,8% оказались негодными вслѣдствіе механическихъ разстройствъ, только на подъѣздныхъ путяхъ

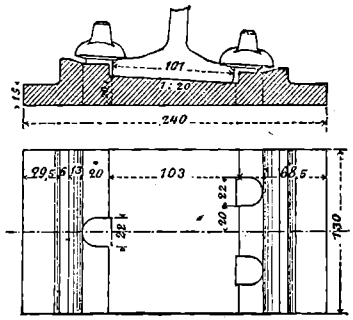
[1]) Jungbecker, Centralbl. d. Bauverw. 1884, стр. 67.
[2]) Organ 1894 Erg. Bd. XI, стр. 63.

эти числа были соотвѣтственны 46,6% и 53,4% [1]). Начиная съ 1876 года онъ сталъ вводить подкладки всѣ въ возрастающемъ количествѣ и замѣнилъ одновременно на крутыхъ кривыхъ радіуса въ 377 m. дубовыя шпалы сосновыми. При этомъ продолжительность службы замѣненныхъ шпалъ возрасла съ 1876 г. по

Чер. 85.



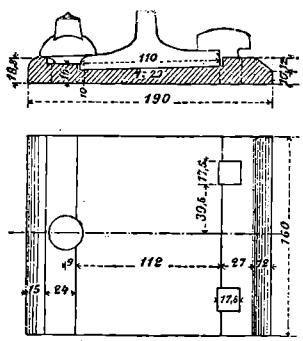
Чер. 86.



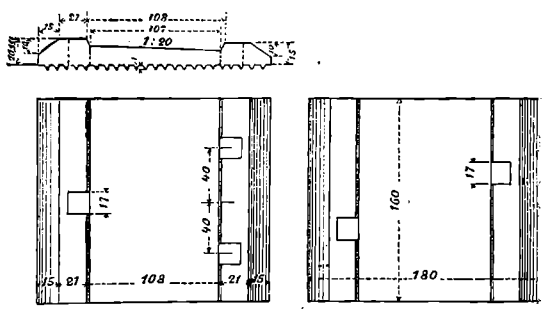
Масштабъ 1 : 6. Подкладки
Прусскихъ каз. жел. дор. 1887 г. G = 4,52 kg.
Королевскихъ жел. дор. 4,6 kg.

1882 г. среднимъ числомъ съ 10,3 лѣтъ для дуба и съ 12,8 [2]) лѣтъ для сосновыхъ шпалъ до 16,6 и 15,5 года и составляла въ теченіи времени 1887—82 для обоего рода шпалъ, круглымъ числомъ, 15,5 года; такимъ образомъ, продолжительность службы сосновыхъ шпалъ съ подкладками такая же, какъ для дубо-

Чер. 87.



Чер. 88.



Масштабъ 1 : 6. Подкладки
Сѣвер. короля Фердинанда ж. д. G = 3,37 kg.
Прусскихъ каз. жел. дор. a) Стыковая b) Промежуточная.

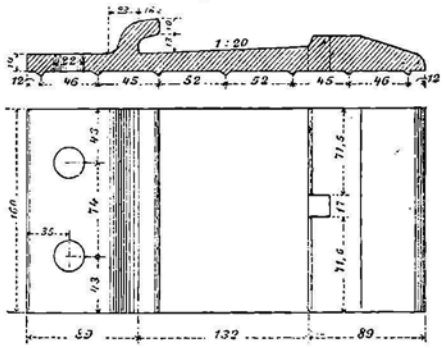
выхъ шпалъ, на которыхъ только нѣкоторая часть поддерживаетъ рельсы на подкладкахъ [3]).

На чертежахъ 85 до 88 представлены различныя болѣе новыя формы такихъ подкладокъ. Размѣры подкладокъ въ Германіи на главныхъ линіяхъ ко-

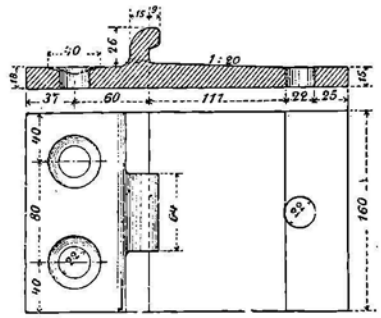
[1]) Deutsche Bauzeitung 1880, стр. 55.
[2]) Меньшая продолжительность службы дубовыхъ шпалъ объясняется тѣмъ, что на кривыхъ малаго радіуса до 1876 г. исключительно употреблялись дубовыя шпалы и большею частью безъ подкладокъ.
[3]) Centralbl. d. Bauverw. 1883, стр. 437.

леблются: по направленію рельса между 105 и 180 mm. и поперекъ рельсовъ— между 120 и 240 mm., при вѣсѣ отъ 1,58 до 4,60 kg.; на подъѣздныхъ путяхъ эти числа составляютъ отъ 100 до 160 mm., 144 до 195 mm. и 1,17 до 3,10 kg.; на другихъ линіяхъ союза нѣмецкихъ жел. дор., на главныхъ желѣзныхъ дорогахъ—100 до 180 mm., 109 до 200 mm. и 1,43 до 3,01 kg. и на подъѣздныхъ путяхъ — 100 до 158 mm., 126 до 185 mm. и 0,79 до 2,26 kg. Изготовляются подкладки обыкновенно изъ литого желѣза. У насъ размѣры подкладокъ измѣняются въ зависимости отъ типа рельсовъ; двухъ-дырныя подкладки имѣютъ размѣры для рельсовъ типа 24 фун. въ пог. ф. $150 \times 175 \times 14$ mm. при вѣсѣ 2,775 кил., для рельсовъ типа $22^1/_2$ и $21^2/_3$ ф. длина менѣе на 5 mm. при вѣсѣ 2,72 кил.; на узкоколейныхъ жел. дор. $90 \times 156 \times 6$ также $102 \times 152 \times 10$ и т. д. Относительно формы и расположенія дыръ въ подкладкахъ слѣдуетъ указать на то, что отверстія должны быть съ наружной стороны, не выступая внутрь за боковыя реборды подкладокъ, дабы подошва рельса не врѣзывалась въ скрѣпленія. Ширина подкладки, считая между ребор-

Чер. 89.



Чер. 90.



Масштабъ 1 : 6. Крючковатыя подкладки.

Саксонскихъ каз. жел. дор. G = 7,32 kg

Стыковая Прусскихъ каз. жел. дор. 5,7 kg.

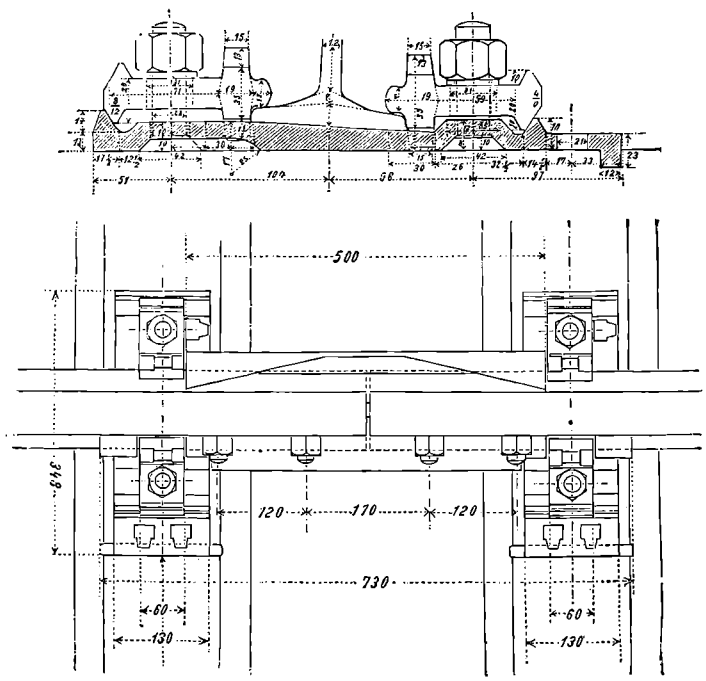
дами, должна быть на 1 до 2 mm. больше, чѣмъ ширина подошвы рельса, въ виду неизбѣжной неточности размѣровъ частей. Иногда различаютъ подкладки для промежуточныхъ и стыковыхъ шпалъ (чертежъ 88), но проще однообразное расположеніе дыръ во всѣхъ подкладкахъ въ зависимости только отъ количества дыръ.

На линіи Brennerbahn уже давно пользовались подкладками съ ребордами посрединѣ на нижней поверхности, для устраненія боковыхъ сдвиговъ; для этой же цѣли служатъ подкладки съ зубцами на нижней поверхности (чертежъ 88), которыя примѣнялись, въ видѣ опыта, начиная съ середины 80-хъ годовъ въ Нидерландіи и Германіи; относительно успѣшности результатовъ такого типа подкладокъ технической сборникъ союза нѣмецкихъ жел. дор. 1893 года [1]) высказываетъ нѣкоторое сомнѣніе; вдавливаніе зубцовъ въ шпалы возможно только при разрушеніи древесныхъ волоконъ, которыя при незначительномъ удаленіи зубцовъ заставляютъ также опасаться за прочное состояніе дерева въ промежуткахъ между ребрами; во всякомъ случаѣ они способствуютъ проникновенію дождевой воды.

[1]) Organ. Erg. Bd. XI, 1894 г., стр. 63.

На чер. 89 и 90 представлены подкладки съ захватывающими или крючковыми ребордами, употреблявшіяся уже въ 1850 году на ж. д. Земеринга, а въ 1851 году на Сѣверной жел. дор. императора Фердинанда, но они нашли тогда мало подражателей. Послѣ сего, съ 1890 года ихъ опять ввели на саксонскихъ казенныхъ ж. д., а съ 1893 г. на прусскихъ казенныхъ жол. дор. Подкладки обоихъ этихъ управленій, однако, существенно отличаются между собою тѣмъ, что въ Саксоніи крючекъ сидитъ на внутренней сторонѣ, а въ Пруссіи на наружной сторонѣ. На прусскихъ казенныхъ жел. дор. эти крючкообразныя подкладки употребляются только на стыковыхъ шпалахъ, для того, чтобы по возможности прочно и неподвижно закрѣпить концы рельсовъ. На саксонскихъ казенныхъ жел. дор. съ усиленнымъ верхнимъ строеніемъ употребляются для рельсовъ, представленныхъ на черт. 53, крючковыя подкладки на всѣхъ шпалахъ, а при верхнемъ строеніи съ болѣе старыми легкими рельсами они примѣняются не менѣе, чѣмъ на трехъ шпалахъ, подъ рельсовымъ звеномъ длиною 10 м. Теоретически, безъ сомнѣнія, правильно устроить крючекъ съ внутренней стороны рельса, ибо онъ противодѣйствуетъ опрокидыванію рельса, но такъ какъ подъ крючкомъ, вслѣдствіе неизбѣжной ошибки, долженъ оставаться зазоръ для подошвы рельса, то рельсъ можетъ немного поворачиваться и въ присутствіи крючка; вредно-ли это устройство или цѣлесообразно покажетъ дальнѣйшая практика. Но даже и при хорошемъ укрѣпленіи костылями, послѣ первыхъ поѣздовъ также обнаруживается замѣтный зазоръ, вызываемый вдавливаніемъ рельсовъ и подкладокъ въ шпалы, а также и вслѣдствіе силъ, дѣйствующихъ на костыль; шурупы также нѣсколько поддаются.

Чер. 91.



Масштабъ 1 : 10 и 1 : 5.
Сопрягающая подкладка Гогенеггера австрійск. сѣв.-зап. ж. д. Вѣсъ подкладки 5,1 kg, а защемляющей планки 0,84 kg.

Не было недостатка въ серьезныхъ предложеніяхъ, заставлявшихъ уже при первоначальной постройкѣ пути принимать въ соображеніе неизбѣжную при всякомъ верхнемъ строеніи подвижность пути; вертикальное перемѣщеніе рельса должно быть возможно въ извѣстныхъ предѣлахъ, не взирая при этомъ на вытягиванія изъ шпалы костылей или шуруповъ, или даже совершенное поднятіе самихъ

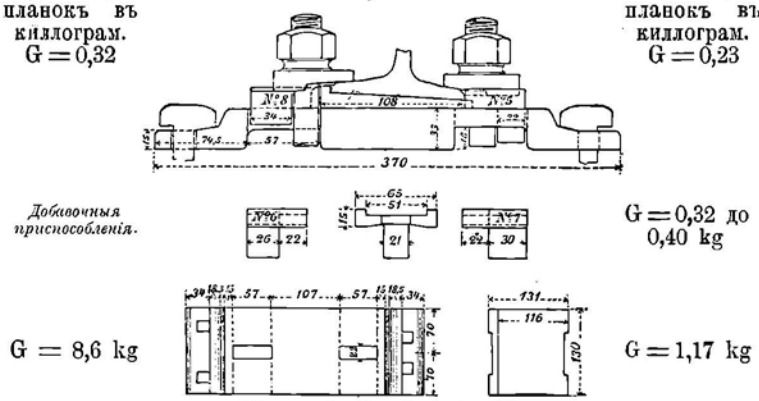
шпалъ [1]) во вредъ рельсамъ и балласту; теперь, однако, при неподвижной связи между рельсомъ и шпалой, это обстоятельство неизбѣжно.

Со многихъ сторонъ высказываются убѣжденія, хотя и недоказанныя, что будто ходъ экипажей долженъ быть на деревянномъ верхнемъ строеніи спокойнѣе и эластичнѣе, чѣмъ на желѣзныхъ шпалахъ, гдѣ невозможно поднятіе рельса со шпалы при хорошемъ состояніи пути, между тѣмъ, какъ верхнее строеніе на деревянныхъ поперечныхъ позволяетъ отчасти нѣкоторую подвижность пути; но такія убѣжденія нельзя считать еще установившимися.

Точно также нѣкоторые кружки восхваляютъ, хотя и не безъ возраженія, верхнее строеніе съ рельсами (съ двойной головкой) на стульяхъ, которое придаетъ рельсу еще большую подвижность, а ѣзда является еще въ большей степени спокойной и тихой; и въ этомъ случаѣ также причиной служитъ игра въ зазорахъ.

При всѣхъ названныхъ выше способахъ скрѣпленія точность установки ширины пути достигается соотвѣтственнымъ расположеніемъ костылей или шуруповъ въ шпалѣ, но вслѣдствіе податливости деревянныхъ шпалъ большею частью происходитъ постепенное уширеніе пути, для устраненія котораго скрѣпленія должны быть удалены и перемѣщены на другое мѣсто. При этомъ, при отсутствіи подкладокъ всегда, а при подкладкахъ, не имѣющихъ клинообразной формы, большею частью необходима новая зарубка шпалъ. Эти послѣднія работы стали гораздо рѣже при хорошихъ подкладкахъ, но несмотря, однако, на это, повторяются часто предложенія устроить скрѣпленіе такимъ образомъ, чтобы подкладка оставалась крѣпко связанной со шпалой, а зазоръ соотвѣтственно наклону рельса регулировался помощью особаго рода скрѣпленій между рельсомъ и подкладкой. Сюда относятся предложенія Политцера [2]) и Рюппеля [3]), которыя, однако, не нашли обширнаго практическаго примѣненія. Гогенеггеръ же [4]) ввелъ на болѣе крупныхъ участкахъ австрійской Сѣверо-западной жел. дор. представленныя на чертежѣ 91 сопрягающія подкладки, при которыхъ зазоръ регулируется соотвѣтственной формой лапокъ и наклоненіемъ опорныхъ поверхностей. Этотъ же инженеръ ввелъ, въ видѣ опыта, подкладку съ застежкой [5]), на которой рельсъ сопрягается помощью горизонтальнаго клина.

Чер. 92.



Масштабъ 1 : 6 и 1 : 12.
Подкладка-башмакъ сѣверной короля Фердинанда жел. дор.

---

[1]) Циммерманъ, Centralbl. d. Bauverw. 1892, стр. 233. Шулеръ, Organ 1893, стр. 184; 1895 стр. 178, 199.
[2]) Löwe, der Schienenweg der Eisenbanen, стр. 176.
[3]) Centralbl d. Bauverw. 1891 г., стр. 10.
[4]) Organ 1888, стр. 43.
[5]) Organ 1893, стр. 127.

Сѣверная желѣзная дорога императора Фердинанда ввела подкладку-башмакъ, которая соотвѣтствуетъ предложенію Рюппелля (чер. 92); эта жел. дор. примѣняетъ ее съ цѣлью болѣе надежнаго укрѣпленія концовъ рельса на стыковыхъ шпалахъ. Ширина пути регулируется варьированіемъ размѣровъ различныхъ добавочныхъ приспособленій.

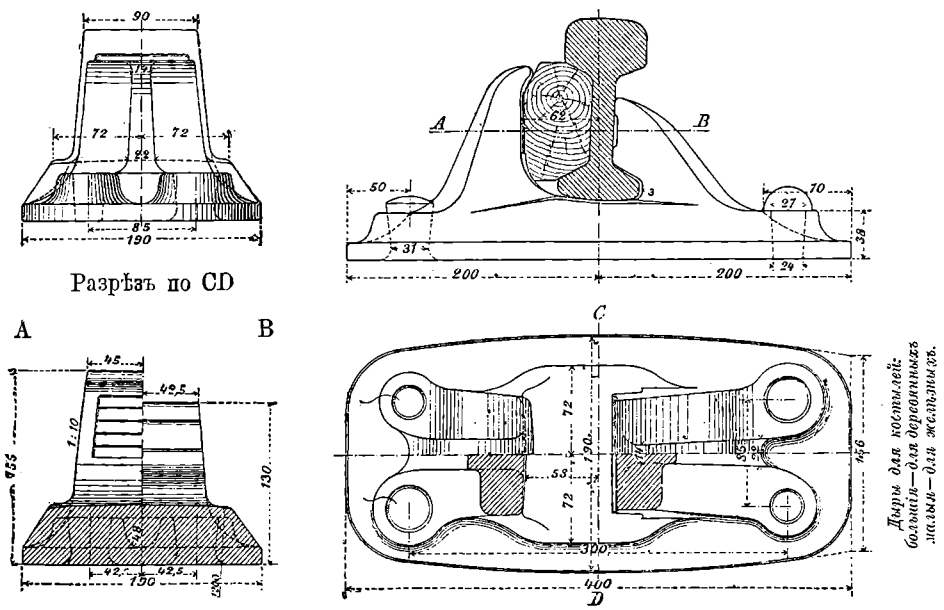
При обоихъ упомянутыхъ способахъ рельсъ прочно скрѣпляется при помощи защемляющихъ планокъ и болтовъ на сопрягающей подкладкѣ или на башмакѣ.

Прежде чѣмъ были введены новѣйшіе усовершенствованные способы укрѣпленія рельсовъ на деревянныхъ шпалахъ, старались, для обезпеченія правильнаго расположенія наружнаго рельса въ крутыхъ кривыхъ, подпирать головку наружнаго рельса съ внѣшней стороны при помощи деревянныхъ или желѣзныхъ кобылокъ, или связывали оба рельса распорками, проходящими сквозь шейку его. Подобный вспомогательный способъ также примѣняется въ Европѣ въ рѣдкихъ исключеніяхъ, въ Сѣверной же Америкѣ весьма общеупотребительны [1]) особые чугунные подпиратели для удержанія наружнаго рельса въ кривыхъ; они вгоняются въ промежутокъ между подошвою и головкою рельса и подпираютъ головку непосредственно на самыхъ поперечинахъ, съ которыми подпиратели скрѣпляются костылями.

γ) Укрѣпленіе рельсовъ съ двойной головкой на деревянныхъ поперечинахъ.

Двухголовые рельсы требуютъ для закрѣпленія на поперечинахъ особыхъ башмаковъ. Послѣдніе приготовляются изъ чугуна и въ сущности еще теперь

Чер. 93.



Масштабъ 1 : 6.

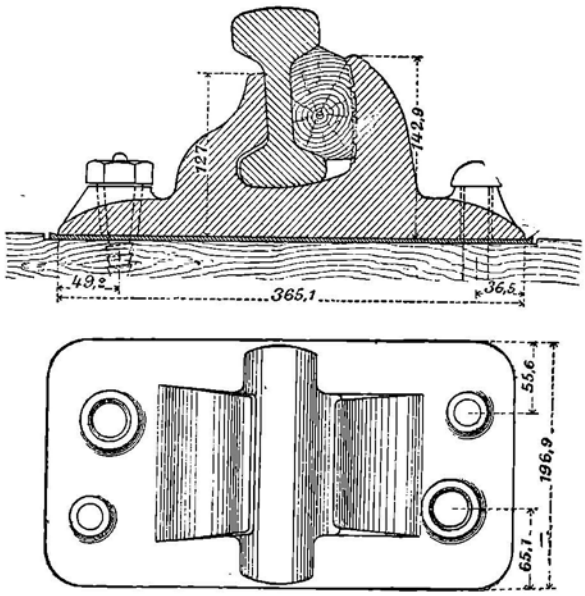
Башмакъ Баденскихъ каз. жел. дор. 1893 г. G = 23 kg.

имѣютъ форму, данную имъ съ 1838 г. Р. Стефенсономъ; только съ возрастающими потребностями эксплуатаціи, они увеличивались въ размѣрахъ. Изображенные

[1]) Reisebericht von Ebermayer, München, 1896 г., стр. 46.

на чертежахъ 93 до 96 типы башмаковъ, при многихъ различіяхъ, сходятся въ томъ, что башмакъ [1]) служитъ подпорой нижней головкѣ рельса и непосредственно поддерживаетъ послѣднюю, какъ и шейку съ внутренней стороны. Загоняемый съ внѣшней стороны между щекой башмака и шейкой рельса клинъ соприкасается одновременно съ нижней и верхней головками рельса, и такой плотной связью съ башмакомъ обезпечивается необходимый наклонъ рельса, дѣлая лишней зарубку въ шпалахъ.

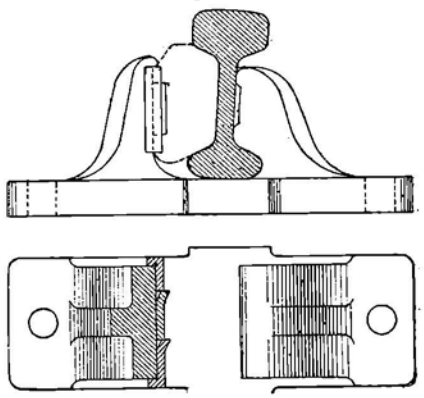
Чер. 94.



Масштабъ 1 : 6.
Башмакъ Англійской сѣверо-западной жел. дор.
G = 20,4 kg.

Клинъ ставится почти исключительно изъ очень плотнаго, ипропитаннаго льняным масломъ дубоваго дерева и въ новѣйшее время онъ больше не получаетъ формы клина, а обдѣлывается призматически (см. черт. 97); онъ и не называется въ Англіи клиномъ, а ключомъ — (key). Стальной клинъ Давида (черт. 96), хотя и оправдалъ себя на французской Южной ж. д., однако распространеннаго примѣненія онъ до сихъ поръ не получилъ [2]).

Чер. 95.



Масштабъ 1 : 6.
Башмакъ съ клиномъ, обезпечивающимъ наклонъ рельса.

Закрѣпленіе рельса въ башмакахъ, вслѣдствіе измѣняемости деревяннаго клина, лишено, казалось бы, прочности, но опытъ показываетъ, что, не смотря на это, верхнее строеніе съ рельсами на стульяхъ удовлетворяетъ самымъ высокимъ требованіямъ движенія. При этомъ все же слѣдуетъ принять во вниманіе, что страны, въ которыхъ преимущественно примѣняется такой типъ, а именно Англія и западная и южная Франція, отличаются вообще морскимъ климатомъ съ малыми колебаніями атмосферной влажности.

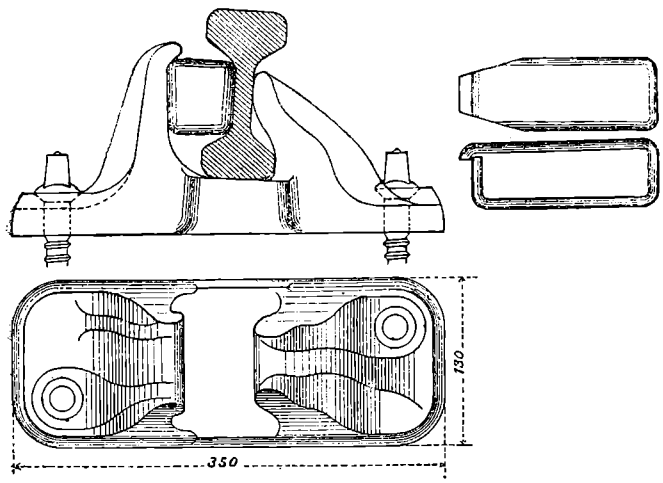
Съ другой стороны на невполнѣ достаточную удовлетворительность закрѣпленія деревянными клиньями указываютъ часто забиваемые сквозь клинья гвозди и другія средства, противодѣйствующія выпаданію и

[1]) Верхнее строеніе съ рельсами на стульяхъ Баденскихъ правит. жел. дор. заимствовано съ англійской Мидландской ж. д., которое въ Англіи считаютъ образцовымъ, но башмаки англійскихъ жел. д. не снабжены ребрами. Чер. 93, за исключеніемъ ребордъ и съ различіями въ размѣрахъ, также подходитъ къ типу Мидландской ж. д.

[2]) О новомъ примѣненіи стула въ Германіи см. Organ 1895, стр. 36 и 51.

ослабленію клина, какъ напр., раздвоенная и загнутая желѣзная планка, желѣзные клинья или промежуточныя планки (чер. 95) и т. д. Также и ребра щекъ башмака служатъ для удержанія клиньевъ (чер. 93).

Чер. 96.

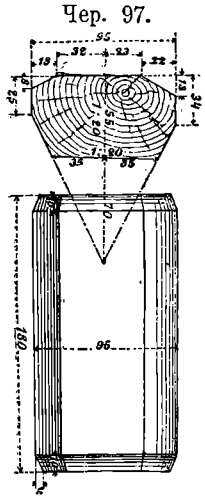


Масштабъ 1 : 6.
Башмакъ французской южной жел. дор. G = 14,5 kg.

Площадь опоры стульевъ въ Англіи вообще больше, чѣмъ во Франціи' но въ послѣдней странѣ разстояніе между поперечинами меньше, чѣмъ въ первой.

Введенный Стефенсономъ башмакъ имѣлъ только площадь опоры въ 130/265 mm. и едва 9 kg. вѣсу; теперь, напротивъ, въ Англіи употребляютъ башмаки Лондонъ - Сѣверо - Западная жел. дорога размѣрами 197 × 265 mm. Мидландская жел. дор.—191 × 394 и Ланкаширо - Іоркширская жел. дор.—197 × 394 mm. и вѣсомъ въ 20,4 kg. 22,7 kg. и 25,4 kg. Во Франціи размѣры стульевъ на Западной жел. дор. 135 × 335 mm. и на Южной жел. дор. 110 × 310 mm., для путей главныхъ курьерскихъ поѣздовъ 130 × 350 mm. и вѣсомъ 10,5 и14,5 kg. (чер. 96).

Чер. 97.



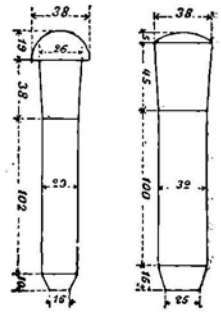
Масштабъ 1 : 5.
Деревянный клинъ для двуголовыхъ рельсовъ.
G = 0,66 kg.

Съ того времени, какъ стыки рельсовъ располагаются не на шпалахъ, а между ними, т.-е. на вѣсу, большая часть желѣзныхъ дорогъ старается на всѣхъ поперечинахъ класть одинаковые башмаки, но часто все же попадаются исключенія, а именно когда особенно заботятся объ устройствѣ спокойнаго стыка, какъ напр. на Греатъ-сѣверной жел. дор. въ Англіи, на которой рельсовыя накладки вводятся въ самые стулья. О подобнаго рода стульяхъ будетъ сообщено при разсмотрѣніи рельсоваго стыка.

Закрѣпленіе башмаковъ на поперечинахъ производится въ Англіи преимущественно посредствомъ четырехъ костылей, а во Франціи, главнымъ образомъ, двумя шурупами; но костыли стульевъ не имѣютъ крючковъ, какъ рельсовые костыли, а снабжены шарообразными головками. Стержень квадратный или круглый. Костыли стульевъ изъ сварочнаго желѣза обнаруживали въ мѣстахъ соприкосновенія съ чугунными стульями быстрый износъ, и вслѣдствіе этого страдаетъ точность ширины колеи, которая, также и при верхнемъ строеніи съ рельсами на стульяхъ, зависитъ отъ точнаго расположенія и размѣровъ скрѣпляющихъ частей. Возможные при изношенныхъ костыляхъ, въ болѣе сильной степени, боковые удары на стулья также опасны для цѣлости послѣднихъ. Поэтому пробовали желѣзные костыли за-

мѣнить деревянными костылями или деревянными шипами, въ которые вгонялись желѣзные гвозди, но измѣняемость дерева дѣлаетъ закрѣпленіе шипами или одними деревянными гвоздями недостаточно надежнымъ. Въ новѣйшее время въ Англіи стали въ большомъ количествѣ примѣнять одновременно деревянные и желѣзные костыли. Забиваютъ деревянные и желѣзные костыли по діагонали, или вмѣсто послѣднихъ помѣщаютъ обыкновенные шурупы, при этомъ получается крѣпкое соединеніе, въ которомъ деревянные костыли препятствуютъ боковому сдвигу, желѣзные же шурупы или костыли—опрокидыванію или приподнятію. Соотвѣтственно различной толщинѣ деревянныхъ и желѣзныхъ костылей (чер. 98 и 99) должно придавать также отверстіямъ въ стульяхъ различную форму (чер. 93 и 94).

Чер. 98. Чер. 99.



Масштабъ 1 : 5.
Костыли для башмак.
Желѣзо Дерево
G=0,62 0,11 kg.

Такъ какъ костыли стульевъ обыкновенно не заостряются, то поперечины должны быть просверливаемы для помѣщенія скрѣпленій. Стулья закрѣпляли на поперечинахъ также болтами, различнымъ образомъ, при чемъ гайки помѣщали сверху на стульяхъ. Но такой способъ закрѣпленія какъ при укладкѣ, такъ и при всѣхъ послѣдующихъ работахъ очень мѣшкотенъ, а потому онъ не рекомендуется. Прокладкой листа войлока между стуломъ и лежнемъ можно повысить эластичность верхняго строенія (Лондонъ-Сѣверо-Западная жел. дор, чер. 94).

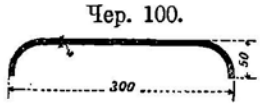
3. Желѣзныя поперечины.

а) Форма поперечинъ.

Поперечное сѣченіе желѣзныхъ поперечинъ.

Попытка замѣнять изнашивающіяся деревянныя поперечины желѣзными существовала уже давно, но только съ 1858 г. можно наблюдать постоянное развитіе такой замѣны. Болѣе старые опыты были безуспѣшны, преимущественно вслѣдствіе выбора нецѣлесообразной формы поперечнаго сѣченія шпалъ; для нихъ придерживались обыкновеннаго типа балокъ и слишкомъ мало вниманія обращали на расположеніе поперечинъ въ балластномъ слоѣ.

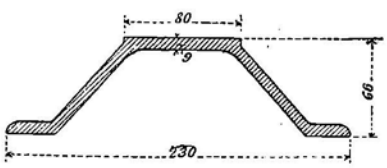
Чер. 100.



Масштабъ 1 : 10.
Поперечина Le Crenier'a.

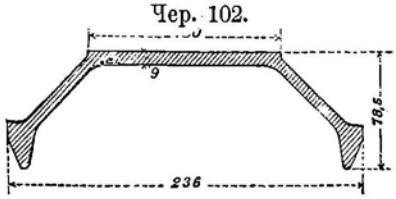
Le Crenier ввелъ въ 1858 г. въ Португаліи штампованную поперечину, изъ

Чер. 101.



Масштабъ 1 : 5.
Горная Меркійс. ж. д., Вотерена, 1868.
L = 2,2 m; G = 28,5 kg.

Чер. 102.

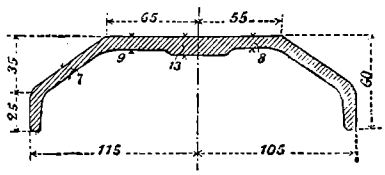


Масштабъ 1 : 5.
Прусская каз. жел. дор., 1889.
L = 2,7 m; G = 58,8 kg.

листового желѣза толщиною 4 mm. (черт. 100), и этой формой поперечины удовлетворялись два существенныхъ требованія, именно: широкая плоскость опоры и

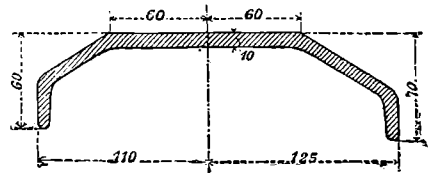
меньшая порча балласта. Такая поперечина была слишкомъ слаба, въ особенности вслѣдствіе малой толщины желѣза и поэтому онѣ не могли противостоять болѣе продолжительное время требованіямъ эксплуатаціи. Опыты жел. дор. Парижъ-Ліонъ-Средиземное море и другихъ французскихъ жел. дор., которые начались въ 1864 и 1865 гг., касались сперва распространенія поперечинъ изъ желѣза Зоре, а вслѣдъ за тѣмъ, по предложенію Вотерена, поперечины начали дѣлать трапецообразнаго поперечнаго сѣченія, съ широкими горизонтальными бортами. Трапецо-

Чер. 103.



Масштабъ 1 : 5.
Горная Меркійская жел. дор., 1878.
Главныя жел. дор. Второстеп. ж. д.
L = 2,3 до 2,5 m L = 2,3 m
G = 2,5 kg G = 48,3 kg

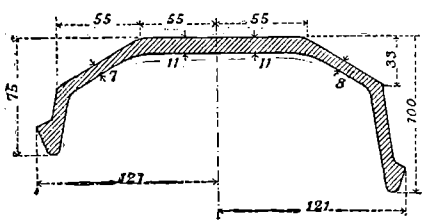
Чер. 104.



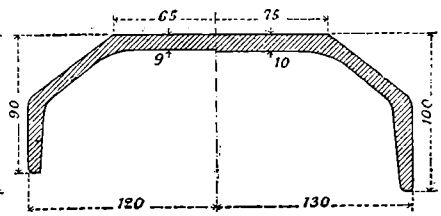
Масштабъ 1 : 5.
Гессенская жел. дор. Людовика.
1879. Новый типъ
L = 2,5 m
G = 51,8 kg.

образная поперечина впослѣдствіи, съ 1868 г., примѣнялась преимущественно на западныхъ германскихъ жел. дор., тамъ дальше совершенствовалась (черт. 101) и наконецъ приняла, замѣной горизонтальныхъ бортовъ клинообразными, форму поперечнаго сѣченія, изображенную на черт. 102. Поперечное сѣченіе болѣе старыхъ поперечинъ Вотерена не оправдалось на дѣлѣ, вслѣдствіе того, что горизонтальные борты слишкомъ крѣпко въѣдались въ балластъ, при чемъ случались изгибы и поломки верхнихъ граней, которымъ способствовала трапецообразная форма; такая

Чер. 105.



Чер. 106.



Масштабъ 1 : 5.

Баденская каз. жел. дор.		Гендля 1888.		
1891	1893	Бав. ж. д.	Прус. ж.д.	Австрійс. каз. ж. д.
L = 2,25 m	2,4 m	2,5 m	2,7 m	2,4 m
G = 53,5 kg	70 kg.	63 kg	70,2 kg	71,5 kg.

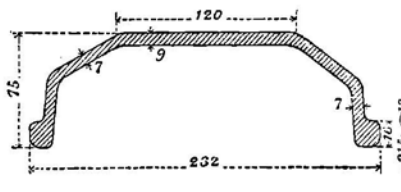
же форма, но съ клинообразными ножками устраняетъ, правда, недостатокъ слишкомъ крѣпкаго въѣданія бортовъ, но боковыя стѣнки, въ родѣ козелъ, легко поддаются изгибу и обнимаютъ балластъ не такъ полно, какъ при корытообразномъ поперечномъ сѣченіи Le Creniеr'a; замѣна послѣдняго сѣченія трапецообразной формой можетъ быть отчмѣчена какъ шагъ назадъ.

Западно-германскія жел. дор. опять ввели въ 1878 и 1879 гг. корытообразныя шпалы. Горная Меркійская жел. дор., которая дѣлала большіе опыты съ попе-

речинами Вотерена, заимствовала новый видъ изъ числа испытанныхъ лежней Гильфа, отбросивъ, однако, ребро посерединѣ (черт. 181 до 188). Эта форма поперечинъ сохранилась до новѣйшаго времени, но она постепенно увеличивается въ размѣрахъ (черт. 103 и 104). Гейндль окончательно далъ ей особенно сильные размѣры (черт. 106). Развитая изъ лежня Гильфа корытообразная форма имѣетъ отвѣсныя, не усиленныя стѣнки основанія. Другая корытообразная форма со вздутыми клинообразными бортами подошвы была въ первый разъ введена въ 1882 г. на Правой Приодерской жел. дор., потомъ развивалась дальше, особенно на прусскихъ правит. жел. дор., и здѣсь, какъ и на другихъ германскихъ и заграничныхъ жел. дор., она широко распространилась (черт. 105, 107, 108, 109).

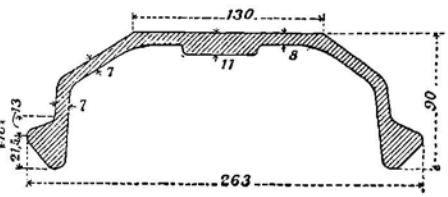
Третья испытанная на прусскихъ правит. жел. дор. поперечина по формѣ шпалъ, составленная по образцу продольнаго лежня системы Гаарманна (черт. 194

Чер. 107.



Прусская каз. жел. дор.
L = 2,7 m G = 58,3 kg.

Чер. 108.



Государствен. жел. дор. Эльзасъ-Лотарин.
L = 2,7 m G = 75 kg.

Масштабъ 1 : 5.

до 199), приняла съ 1881 по 1889 г. развитіе, изображенное на черт. 110 и 111. Въ старомъ видѣ она, хотя, и отличается болѣе широкой площадью опоры, по сравненію съ общей массой поперечины, но она обнимаетъ слишкомъ малый объемъ балласта, и широкія крылья, при неровной величинѣ зеренъ балласта, опираются несовершеннымъ образомъ.

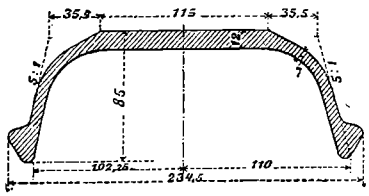
Изъ современныхъ формъ поперечинъ самой лучшей должно считать корытообразную форму. Она обладаетъ широкой площадью опоры, обнимаетъ возможно совершеннымъ образомъ большой объемъ балласта, и вслѣдствіе этого вызываетъ самое значительное треніе балласта о балластъ. Относительно цѣлесообразности усиленія бортовъ подошвы взгляды раздѣлились. Такія утолщенія, безъ сомнѣнія, защищаютъ подошву отъ изгиба при подбивкѣ, или при укладкѣ на встрѣчающіеся мѣстами большіе и крѣпкіе камни балласта; они благопріятно вліяютъ также на моментъ сопротивленія,—всѣ эти преимущества очень существенны. Съ другой стороны они въ большой мѣрѣ способствуютъ разрушенію балласта [1]). Но такое разрушеніе балласта не случалось подъ неусиленными бортами подошвы только тогда, когда борта, раздвигаясь или сгибаясь, не нарушали неподвижности росположенія поперечины на твердомъ и хорошо сохранившемся балластѣ.

Существуетъ отчасти справедливое мнѣніе относительно нецѣлесообразности корытообразной формы, съ точки зрѣнія крѣпкой подбивки и равномѣрной выносливости, такъ какъ пустое пространство не можетъ заполниться балластомъ одинаковой плотности и прочности. Шубертъ производилъ опыты [2]), касающіеся этого

[1]) Centralb. d. Bouver. 1893 г., стр. 17, 205, 300.
[2]) Тоже стр. 17 и 1894 г. стр. 184.

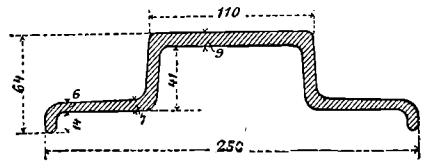
вопроса, и на основаніи полученныхъ результатовъ онъ предлагаетъ поперечное сѣченіе съ сильнымъ ребромъ посрединѣ и полого загнутой верхней плоскостью. Подобнаго рода поперечина была введена Коблиномъ въ 1886 г. въ видѣ опыта на бельгійскихъ жел. дор. [1]) Корытообразная форма должна быть, однако, до сихъ поръ отмѣчена какъ лучшая среди всѣхъ типовъ поперечинъ, примѣняемыхъ въ большомъ количествѣ, а также и тѣхъ, которыя стремятся подражать плоской поверх-

Чер. 109.



Готарская жел. дор. 1891.
L = 2,5 m G = 66 kg.

Чер. 110.



Масштабъ 1 : 5.

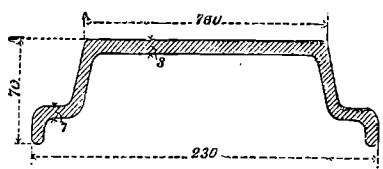
Прусская каз. жел. дор. 1881.
L = 2,9 m G = 97,6 kg.

ности основанія деревянныхъ шпалъ, какъ поперечина Boyenval-Ponsant'a на французскихъ казенныхъ жел. дор. [2]).

Преимущество деревянныхъ поперечинъ лежитъ не въ плоской поверхности основанія ихъ, которая также исключаетъ возможность равномѣрной подбивки, а въ большой прочности и широкихъ опорахъ ихъ, такъ какъ возбуждаемое деревянными поперечинами треніе не противодѣйствуетъ сдвиганію ихъ такъ успѣшно, какъ это производитъ треніе балласта о балластъ, проявляющееся при желѣзныхъ поперечинахъ подъ нижнимъ пустымъ пространствомъ.

Изображенныя поперечныя сѣченія показываютъ, въ какой мѣрѣ постоянно увеличивались ширина и высота поперечинъ, но толщина поперечинъ не подвергалась такому постоянному увеличенію размѣровъ, напротивъ, были введены различныя формы, въ которыхъ только средняя часть крышки поперечины, ослабляемая отверстіями для скрѣпляющихъ болтовъ, имѣла большую толщину, чѣмъ боковыя стѣнки (черт. 103 и 108).

Чер. 111.



Масштабъ 1 : 5.
Прусская каз. жел. дор. 1889.
L = 2,7 m G = 57,7 kg.

Болѣе старыя поперечины были слишкомъ слабы; полагали, что съ экономической точки зрѣнія введеніе ихъ, вмѣсто деревянныхъ, можетъ быть выгодно только при малыхъ расходахъ, но достигнутые при этомъ неблагопріятные результаты, которые были усилены еще, благодаря нераціональной трапецообразной формѣ и нецѣлесообразному способу закрѣпленія рельсовъ, поставили современемъ желѣзныя поперечины въ такую дурную славу, что серьезно былъ поднятъ вопросъ о дальнѣйшей судьбѣ ихъ. Только послѣ того, какъ перешли къ крѣпкимъ попе-

---

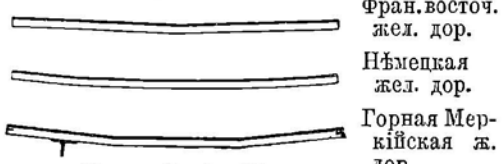
[1]) Haarmann, das Eisenbahngleis историческая часть, стр. 627.
[2]) Тоже, стр. 632 и Шубертъ Centralb. d. Bauverw. 1894 г., стр. 184 и Organ 1886 г. стр. 143 и 164.

речинамъ съ болѣе цѣлесообразною формою и съ лучшимъ закрѣпленіемъ, были достигнуты болѣе благопріятные результаты, которые доказали раціональность желѣзныхъ поперечинъ также и въ экономическомъ отношеніи.

Длина и продольный видъ желѣзныхъ поперечинъ.

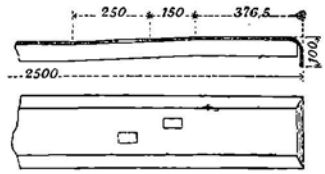
Въ стремленіи къ возможной дешевизнѣ, въ концѣ 60-хъ и 70-хъ годовъ уменьшили длину шпалъ до 2,20 — 2,30 и даже до 2,00 метровъ. Однакоже, послѣ того, какъ опытъ показалъ, что такая малая длина желѣзныхъ поперечинъ

Чер. 112.



Масштабъ 1 : 50.

Чер. 113.



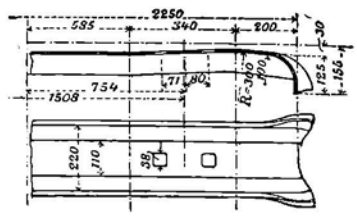
Масштабъ 1 : 25.
Гессенская жел. дор. Людовика.
Четыре раза гнутыя поперечины.

еще менѣе раціональна, чѣмъ для деревянныхъ поперечинъ, стали постепенно переходить къ болѣе длинымъ поперечинамъ и теперь примѣняютъ длину 2,70 м.

Наклонъ крышки поперечины, соотвѣтствующій требующемуся наклону рельса, получается путемъ сгибанія желѣзныхъ поперечинъ, или при прокаткѣ и штамповкѣ ихъ, но только въ томъ случаѣ, когда не помѣщаютъ клинообразныхъ подкладокъ между поперечиной и рельсомъ.

Въ поперечинахъ Le Creniег'а наклонъ выдавливался, а въ прямыхъ и самыхъ старыхъ поперечинахъ Вотерена, на желѣзной дорогѣ Парижъ-Ліонъ-Средиземное море, пользовались для достиженія наклона рельсовъ клинообразными подкладками. Къ сожалѣнію, ради простоты и дешевизны, эти способы устройства наклона рельсовъ были оставлены, въ пользу гнутыхъ и штампованныхъ поперечинъ въ томъ видѣ, какъ онѣ изображены на фигурѣ 112.

Чер. 114.

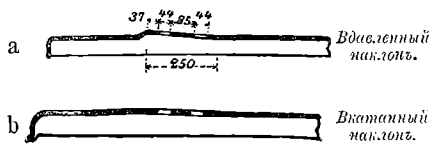


Масштабъ 1 : 25.
Баденскія каз. жел. дор., 1891 г.

Гнутыя или прессованныя поперечины позволяютъ менѣе равномѣрную подбивку, чѣмъ поперечина прямая, кромѣ того, когда середина поперечины остается не совсѣмъ подбитой,—случай, который, хотя и часто встрѣчается при такихъ поперечинахъ, но не рекомендуется, по условіямъ прочности поперечены,—то подъ нагрузкой подвижного состава концы поперечины легко изгибаются внизъ около средины. Чтобы имѣть возможность, по крайней мѣрѣ, концы поперечинъ установить прочнѣе въ балластъ, стали снабжать поперечины четырьмя перегибами (черт. 113), такъ что, какъ середина, такъ и концы лежатъ горизонтально, и только мѣсто, гдѣ лежитъ рельсъ, сдѣлано съ наклономъ, или концы поперечинъ снабжаютъ даже наклонами въ противоположныя стороны (черт. 114). Поперечины

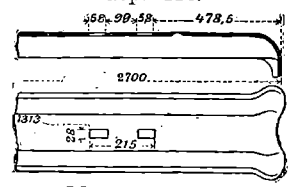
этого типа имѣютъ, правда, преимущество передъ поперечинами съ загнутыми вверхъ концами въ томъ, что можно легче содержать плотную подбивку подъ головою шпалы, но вполнѣ прямыя поперечины заслуживаютъ, однако, предпочтенія въ этомъ отношеніи (черт. 116), потому что всякаго рода изгибаніе и выпучиваніе можетъ вызвать напряженія, которыя уменьшаютъ сопротивленіе. Въ дѣйствительности, при укладкѣ такихъ поперечинъ изъ сварочнаго желѣза показывались чаще всего трещины и поломки; при примѣняемыхъ же теперь вездѣ поперечинахъ изъ литого желѣза эта опасность, правда, уменьшилась, но все-таки кажется цѣлесообразнѣе совсѣмъ устранить ее, избѣгая всякихъ выгибовъ и выкривленій. Въ прямыхъ поперечинахъ, во избѣжаніе клинообразныхъ подкладокъ, и въ видѣ опыта, вдавливали (черт. 115a) или вкатывали (черт. 115b) крышку поперечины, чтобы получить наклонъ (по предложенію Гетъ-Лихткамеръ), въ послѣд-

Чер. 115.



Масштабъ 1 : 25.

Чер. 116.



Масштабъ 1 : 5.
Госуд. ж. д. Эльз.-Лотарингіи.

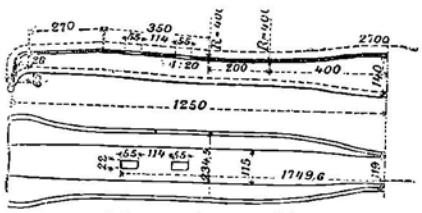
немъ случаѣ съ одновременнымъ усиленіемъ плоскости головы поперечины подъ опорой рельса. Надъ обоими способами были произведены многими управленіями довольно значительные опыты, но все же пришли къ еще большему убѣжденію, что всего правильнѣе, и при желѣзныхъ поперечинахъ, устраивать и удерживать наклонъ рельса помощью клинообразныхъ подкладокъ. Прямыя поперечины легко позволяютъ равномѣрную и плотную подбивку и свободны отъ внутреннихъ напряженій; подкладка вмѣстѣ съ тѣмъ представляетъ отличное средство для предохраненія крышки поперечины отъ непосредственнаго соприкосновенія съ пятой рельса и служитъ также цѣлесообразнымъ средствомъ для регулированія ширины колеи и для обезопасенія скрѣпляющихъ болтовъ противъ врѣзанія въ нихъ пяты рельса.

Для того, чтобы скрѣпляющія части можно было продѣвать черезъ крышку поперечины, послѣдняя должна быть просверлена; очень скоро пришли къ убѣжденію, что всего правильнѣе системѣ отверстій въ поперечинахъ для прямыхъ и кривыхъ участковъ пути давать расположеніе, вообще не зависящее отъ ширины колеи съ тѣмъ, чтобы предоставить регулированіе ширины колеи исключительно частямъ, скрѣпляющимъ рельсъ Виньоля (послѣдній типъ только и разсматривается здѣсь) съ желѣзною поперечиною. Чтобы уменьшить ослабленіе продольнаго сѣченія поперечины отъ сверленія, дыры помѣщаются иногда въ шахматномъ порядкѣ относительно продольной оси поперечины (черт. 113); большей же частью дыры располагаются по оси рядомъ (черт. 115, 116, 117), особенно при употребленіи подкладокъ.

Желѣзныя поперечины сами по себѣ не представляютъ достаточнаго сопротивленія противъ сдвига вдоль ихъ длины, поэтому онѣ нуждаются въ поперечныхъ захватахъ; съ этою цѣлью раньше примѣняли уголковое или другое фасонное желѣзо, которое приклепывалось въ концахъ поперечинъ или подъ опорами для

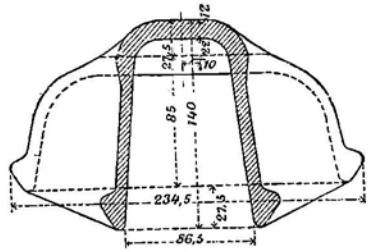
рельсовъ (черт. 112), при этомъ получали достаточно большой объемъ балласта для сопротивленія боковому сдвигу. Приклепанные поперечные захваты оказались ненадежными, такъ какъ вслѣдствіе сотрясеній желѣзнодорожныхъ поѣздовъ заклепки на практикѣ ослабѣвали. Послѣ этого головы поперечинъ стали разрѣзывать и верхнія плоскости ихъ, загибали внизъ для образованія замыкающаго конца (черт. 113, 115). Со времени всеобщаго введенія литого желѣза, весь конецъ поперечины сгибается внизъ въ горячемъ состояніи, образуя самый лучшій захватъ (черт. 115, 116, 117). Въ стремленіи увеличить жесткость поперечины изгибу въ ея серединѣ Постъ [1]), въ 1887 г., ввелъ на Нидерландскихъ правит. жел. дор. желѣзныя поперечины, въ которыхъ путемъ общаго сдавливанія высота посрединѣ увеличивалась, а площадь опоры уменьшалась. Такія поперечины были введены, въ видѣ опыта, въ довольно значительномъ количествѣ, и на многихъ участкахъ прусскихъ правит. жел. дор., и съ 1889 г. онѣ примѣняются также на Готтардской жел. дор. въ формѣ, представленной на черт. 117 и 118. Выборъ такой особенной формы имѣетъ цѣлью, кромѣ увеличенія жесткости, также и то, что попе-

Чер. 117.



Масштабъ 1 : 25.
Готтардская ж. д., 1891, Поста.

Чер. 118.



Масштабъ 1 : 5.
Готтардская ж. д., 1891, Поста.

речина въ серединѣ не подбивается, или подбивается слабо и здѣсь вообще она не лежитъ такъ крѣпко, какъ подъ рельсами и подъ концами; этимъ имѣлось въ виду устранить опасенія повторнаго сгибанія поперечины относительно плотно прилегающей середины ея. Опасенія эти, при достаточно длинныхъ поперечинахъ, опровергаются, однако, результатами теоретическихъ изслѣдованій д-ра Циммермана [2]) и также долголѣтними опытами на лѣвыхъ прирейнскихъ участкахъ прусскихъ правит. жел. дор., на которыхъ желѣзная поперечина, постоянно подбиваемая балластомъ посрединѣ, совсѣмъ почти вытѣснила, въ послѣднія 20 лѣтъ, другія системы верхняго строенія

Для подтвержденія изложеннаго о формѣ поперечины слѣдуетъ въ заключеніе привести нѣкоторыя относящіяся сюда разъясненія относительно желѣзнаго верхняго строенія, которыя изложены въ Техническомъ сборникѣ союза нѣмецкихъ жел. дорогъ 1893 [3]). Они гласятъ: „Верхнее строеніе съ желѣзными поперечинами, при хорошемъ нижнемъ грунтѣ и соотвѣтствующихъ матеріалахъ балласта, удовлетворяло всѣмъ требованіямъ въ тѣхъ случаяхъ, когда поперечины употреблялись не слишкомъ малой длины и вѣсомъ отъ 58 до 75 kg. Въ особенности

[1]) Organ 1885 г., стр. 11; 1887 г., стр. 108.
[2]) Die Berechnung d. Eisenbahn-Oberbaues 1888 г.
[3]) Organ 1894. Добавочн. т. XI, стр. 69.

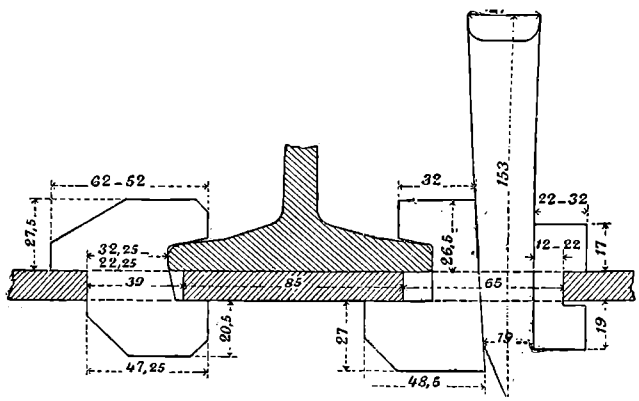
заслуживаетъ вниманія новѣйшая система строенія, на прусскихъ казенныхъ жел. дор., съ прямыми поперечинами корытообразной системы, длиною 2,70 m. и вѣсомъ 58 kg., а также система Гейндля съ поперечинами вѣсомъ 60 до 72 kg. Прямыя желѣзныя поперечины съ корытообразнымъ поперечнымъ сѣченіемъ оправдали свое назначеніе лучше, чѣмъ поперечныя съ трапецообразнымъ и шляпообразнымъ сѣченіемъ. Вѣсъ отъ 58 до 75 kg. оказался удовлетворительнымъ. Примѣненіе клинообразныхъ подкладокъ на желѣзныхъ поперечинахъ оказалось цѣлесообразнымъ".

β) Укрѣпленіе рельсовъ на желѣзныхъ поперечинахъ.

Укрѣпленіе рельсовъ Виньоля на желѣзныхъ поперечинахъ.

Le Creniег укрѣплялъ рельсы на поперечинахъ посредствомъ зажимныхъ планокъ, которыя лежали на крышкѣ поперечины, обхватывали подошвы рельсовъ и закрѣпляли послѣднія помощью болтовъ съ гайками. Наиболѣе старое, при поперечинахъ Вотерена, скрѣпленіе заключало: съ наружной стороны заклепку съ крюкообразной обхватывающей подошву головкой, а съ внутренней стороны скобу, обнимающую крышку лежня и подошву рельса, и вгоняемую накрѣпко посредствомъ отвѣснаго клина. Наружныя заклепки, впослѣдствіи на жел. дор. Парижъ-Ліонъ-Средиземное море, были оставлены, вмѣсто этого примѣнили приклепанную къ поперечинѣ клинообразную подкладку съ крючкомъ, охватывающимъ подошву рельса.

Чер. 119.



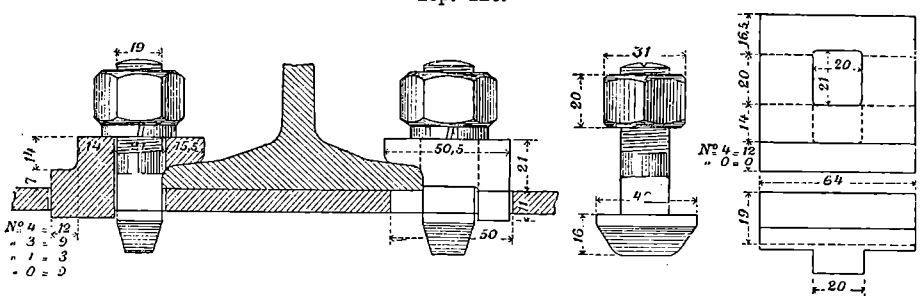
Масштабъ 1 : 3.
Прикрѣпленіе Вотерена. Горная Меркійская ж. д., 1878 г.

При дальнѣйшемъ развитіи скрѣпленій посредствомъ скобы и клина стали отказываться и отъ клинообразной подкладки, и также съ наружной стороны рельса начали прикрѣплять скобу, а съ внутренней стороны отвѣсный клинъ стали забивать между двумя скобами (чер. 119) разной толщины. Благодаря наружнымъ и одной изъ двухъ внутреннихъ скобъ, можно было, и при однообразныхъ отверстіяхъ поперечинъ, регулировать перемѣнную ширину колеи въ необходимыхъ предѣлахъ. При этомъ способѣ закрѣпленія, бывшемъ въ большомъ распространеніи во Франціи и западной Германіи, клинья, однако, легко ослаблялись, а частая пригонка ихъ сильно повреждала крышку поперечины и вызывала увеличеніе и безъ того большихъ отверстій; равнымъ образомъ, она способствовала поломкѣ и разрыву поперечинъ. Поэтому такой способъ закрѣпленія употребляется теперь только на жел. дор. со слабымъ движеніемъ, гдѣ, повидимому, онъ и удержится, благодаря своей большой простотѣ.

Попытки закрѣплять рельсы, при сохраненіи однообразной системы отверстій, помимо болтовъ и зажимныхъ планокъ съ отростками, захватывающими крышку

поперечины, различной толщины для различной ширины колеи, только тогда увѣнчались успѣхомъ, когда рѣшились этого рода зажимныя планки изготовлять не изъ чугуна, а изъ прокатнаго желѣза, безъ опасенія послѣдующей переработки ихъ. Прежняя Рейнская жел. дор. первая съ успѣхомъ примѣнила такія зажимныя планки (1877). Болты для закрѣпленія зажимныхъ планокъ, вслѣдствіе крючковатаго вида ихъ головокъ, называются крюкообразными, они продѣваются сверху

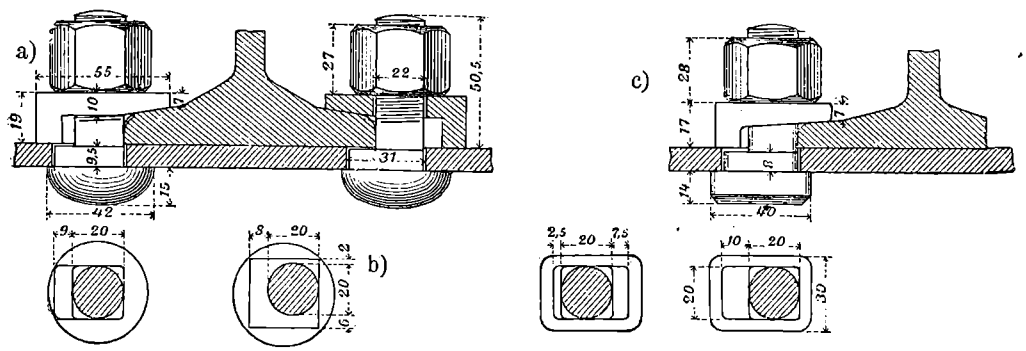
Чер. 120.



Масштабъ 1 : 3.
Закрѣпленіе зажимными планками съ отростком. Рейнскія жел. дор. 1877 и 1886 г.

сквозь поперечину, и въ этомъ заключается существенное преимущество ихъ, по сравненію со всѣми тѣми способами закрѣпленія, при которыхъ болты должны быть насаживаемы сквозь поперечину снизу. Чтобы можно было во всякое время разузнавать также и сверху положеніе головки крюкообразнаго болта, конецъ нарѣзанной части его снабженъ на верхней поверхности головки вырѣзкой поперекъ крюка (чер. 120) или вдоль его (чер. 121).

Чер. 121.



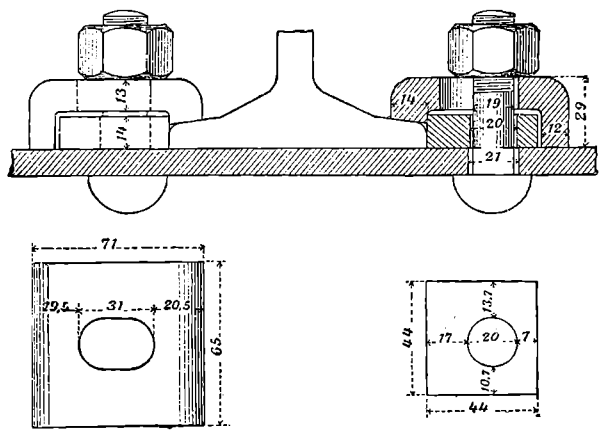
Масштабъ 1 : 3.
Прикрѣпленіе болтами съ отроскомъ.
a) Гессенская Людовика жел. дор. b) и c) Дирекція Франкфурта на Майнѣ.

При названномъ способѣ закрѣпленія болты должны были выдерживать давленіе отъ бокового перемѣщенія подошвы рельса, впослѣдствіи же, съ примѣненіемъ зажимныхъ планокъ иной формы, это давленіе переносится на послѣднія и тѣмъ болты защищены отъ боковыхъ толчковъ подошвы рельса. Такимъ образомъ, крючкообразному болту предстоитъ сопротивляться только отвѣснымъ усиліямъ, между тѣмъ какъ боковыя силы переносятся непосредственно зажимными планками на крышку поперечины.

Прежде полагали, что для возможности регулированія ширины колеи слѣдуетъ размѣры зажимныхъ планокъ варьировать до 2-хъ mm., такъ что при уширеніи колеи до 36 mm. получалось 10 различныхъ сортовъ зажимныхъ планокъ. Теперь же считается совершенно достаточнымъ варьированіе отъ 3 до 4 mm. и вполнѣ удовлетворяются, поэтому, обыкновенно четырьмя сортами зажимныхъ планокъ, тѣмъ болѣе, что теперь довольствуются меньшими уширеніями пути.

Гессенская дорога Людовика въ 1879 г. ввела закрѣпленіе, при которомъ регулированіе ширины колеи производится боковымъ отросткомъ въ части болтоваго стержня, сидящей въ поперечинѣ (чер. 121). Названная дорога удовлетворилась двумя шаблонами регулированія уширенія пути, каждый по 9 mm., такъ что, при сохраненіи однообразной системы отверстій, можно ограничиться совершенно одинаковыми комплектами закрѣпленій. Дирекція прусскихъ правительственныхъ жел. дор. во Франкфуртѣ-на-Майнѣ придала болтовому стержню квадратный отростокъ, котораго средняя линія не совпадаетъ съ осью болта, такъ что при варіаціи въ 4 mm. можетъ быть достигнуто уширеніе до 16 mm. (чер. 121b). Однакоже, во избѣжаніе необходимости при этомъ имѣть широкія отверстія, названное управленіе отказалось отъ примѣненія совсѣмъ одинаковыхъ скрѣпляющихъ частей и ввело 2 рода болтовъ (чер. 121c). Этотъ способъ закрѣпленія имѣетъ слѣдующіе недостатки: болты должны быть продѣваемы снизу сквозь поперечину, переносъ боковыхъ усилій на поперечину, а также перемѣщеніе подошвы рельса въ стороны происходятъ путемъ надавливанія подошвы на болты. Это перемѣщеніе можетъ быть направлено болтами на весьма маломъ протяженіи, самые же болты подвергаются срѣзывающимъ усиліямъ и врѣзыванію подошвы рельса.

Чер. 122.



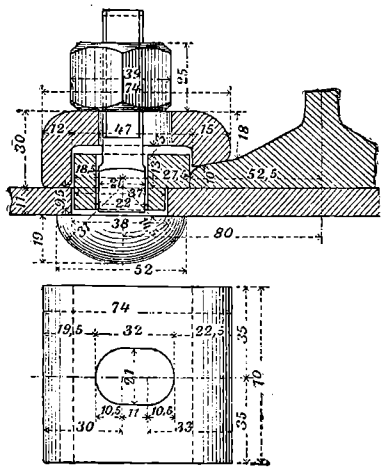
Масштабъ 1 : 3.
Прикрѣпленіе по Роту и Шиллеру.

Стремленію,—перемѣнную ширину колеи получить однообразнымъ комплектомъ скрѣпленій—обязанъ происхожденіемъ способъ закрѣпленія, введенный Ротомъ и Шиллеромъ, съ отдѣльными планками для регулированія и зажимными планками (чер. 122). Такъ какъ и здѣсь боковыя усилія переносятся на поперечину болтомъ, то регулирующія планки (вкладыши) получили въ 1889 г. квадратный, захватывающій крышку лежня придатокъ, который защищаетъ болтъ отъ перерѣзывающихъ напряженій (чер. 123). Какъ старый, такъ и болѣе новый способъ закрѣпленія Рота и Шиллера, кромѣ Бадена, распространенъ также въ Ольденбургѣ, Нидерландіи и на другихъ ж. д. Представленныя на чер. 124, перемѣнныя планки одно- и двухъугольныя, употребляющіяся еще на Баденскихъ правительственныхъ ж. д. рядомъ съ обыкновенными регулирующими планками, даютъ возможность варіировать уширеніе колеи

каждый разъ на 1 mm., но другими управленіями, которыя приняли этотъ способъ закрѣпленія, такія планки не употребляются, потому что въ большинствѣ случаевъ считается вполнѣ достаточнымъ варіированіе до 3 mm.

Этотъ способъ закрѣпленіи имѣетъ, благодаря своему простому однообразію, безъ сомнѣнія, большія преимущества. Какъ на недостатокъ, слѣдуетъ указать на большую ширину дѣлаемыхъ въ крышкѣ поперечины отверстій и на необходимость продѣвать болты снизу черезъ крышку поперечины. Это, однако, не связано существенно съ системой строенія, какъ то показываютъ представленныя на чер. 124 части.

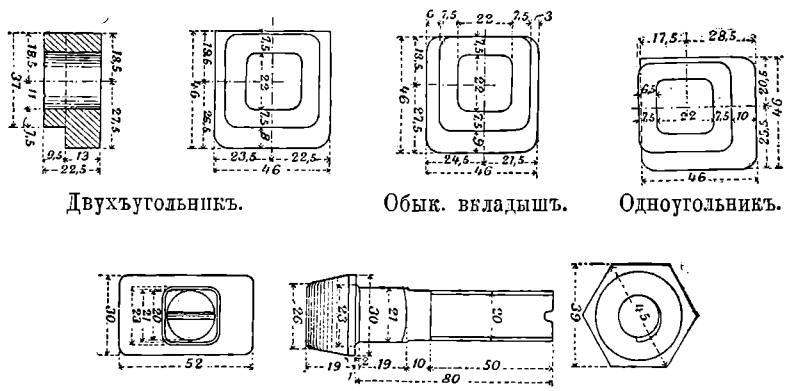
Чер. 123.



Масштабъ 1 : 3.
Прикрѣпленіе по Роту и Шиллеру. Баденскія каз. жел. дор., 1891 г. Вѣсъ зажимной планки 0,6 kg. и вкладыша 0,23 kg.

Закрѣпленіе по способу Гейнделя было введено въ 1882 г. на австрійскихъ ж. д. и вошло въ употребленіе потомъ на баварскихъ и прусскихъ ж. д., на правительственныхъ ж. д. въ Эльзасъ-Лотарингіи и въ другихъ управленіяхъ. Также и при этомъ способѣ имѣются, кромѣ зажимныхъ планокъ, особыя регулирующія планки (придатки), которыя переносятъ боковыя усилія на поперечину, такъ что болты подвержены только вертикальнымъ напряженіямъ. Придатки дѣлаютъ возможнымъ регулированіе ширины колеи, при помощи 4-хъ различныхъ размѣровъ ихъ (чер. 125 и 126). Закрѣпленіе Гейнделя можетъ примѣняться вмѣстѣ съ клинообразными подкладками или безъ таковыхъ. Ослабленіе поперечнаго сѣченія поперечины отверстіями незначительно, подошва рельса крѣпко держится и хорошо направляется на значительной длинѣ и отъ подошвы рельса болты защищены; ихъ можно продѣвать черезъ поперечину сверху. Этотъ способъ закрѣпленія имѣетъ лишь ту невыгоду, что приходится держать большое количество запасныхъ частей.

Чер. 124.

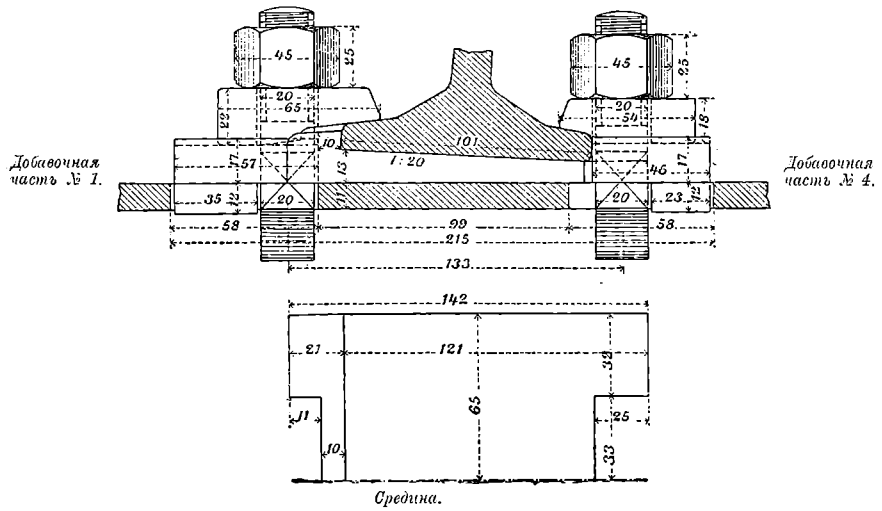


Двухъугольникъ. Обык. вкладышъ. Одноугольникъ.

Масштабъ 1 : 3.
Вкладыши и болты для скрѣпленія по Роту и Шиллеру (Къ чер. 123).

Съ цѣлью уменьшенія числа частей можно воспользоваться подкладкой какъ закрѣпляющимъ средствомъ; эту задачу наиболѣе удовлетворительнымъ образомъ раз-

Чер. 125.

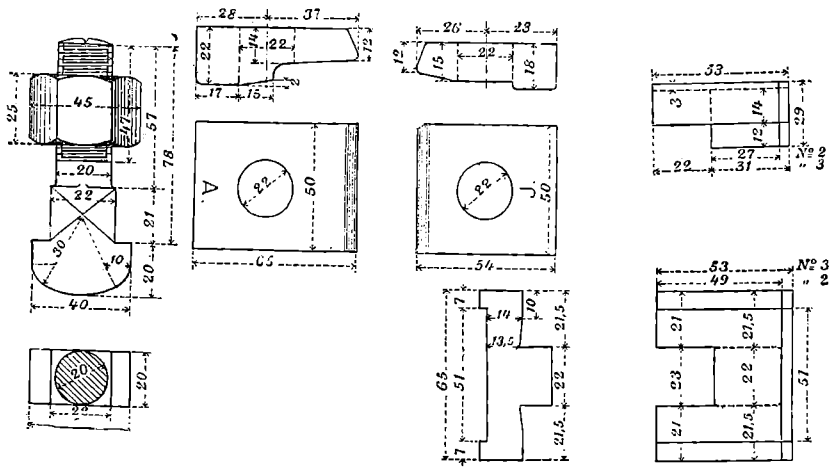


Масштабъ 1 : 2.

Прикрѣпленіе по Гейндлю. Государ. жел. дор. Эльзасъ-Лотарингіи, 1893 г.
Вѣсъ нижней подкладки 1,44 kg.

рѣшилъ Гаарманнъ своей крюкообразной подкладкой. Она вошла въ употребленіе въ 1882 г. сперва на прусскихъ жел. дор. и здѣсь получила, между прочимъ,

Чер. 126.



Масштабъ 1 : 3.

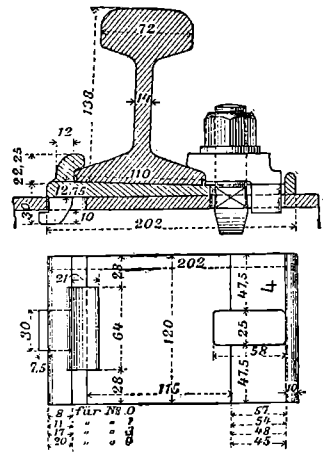
(Къ чер. 125). Скрѣпляющія части: болты, наружныя и внутренныя зажимныя планки и добавочныя части.

Добавочн. части №	1	2	3	4	Планки:	наружн.	внутрен.
Вѣсъ	0,31	0,35	0,38	0,43 kg		0,38	0,28 kg.

какъ и на другихъ жел. дор., большое распространеніе. Крючковая подкладка имѣетъ кромѣ носа, захватывающаго подошву рельса, также крюкъ снизу, который захва-

тываетъ крышку поперечины (чер. 127 и 128). Вслѣдствіе этого подошва рельса удерживается съ боковъ хорошо и безъ болта, а боковыя силы непосредственно переносятся на поперечину. Съ внутренней стороны подошву рельса укрѣпляютъ прочно: крюкообразный болтъ и зажимная планка рейнскаго типа. Регулированіе уширенія колеи до 21 mm. достигается посредствомъ варіированія (всякій разъ на 3 mm.) толщины отростковъ крюкообразной подкладки и зажимныхъ планокъ; крюкообразные болты можно продѣвать сверху, ослабленіе поперечины отверстіями незначительное, сверхъ того, содержаніе наружныхъ рельсовъ колеи возможно безъ особыхъ скрѣпляющихъ частей во все время службы пути. Вслѣдствіе этого такой родъ скрѣпленія представляетъ столь существенныя преимущества, какъ ни одинъ изъ названныхъ выше способовъ.

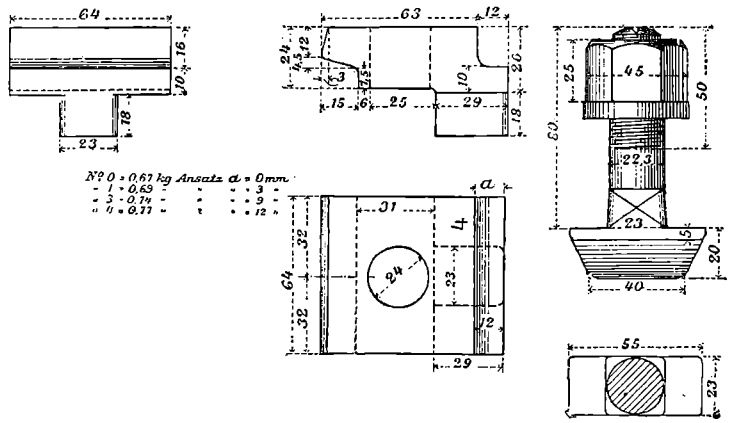
Чер. 127.



Масштабъ 1 : 6.
Прусскія каз. жел. дор.
Прикрѣпленіе съ крючковатою подкладкою Гаарманна, 1893 г.

Въ Англіи на сѣверо-западной жел. дор. былъ произведенъ въ 1887 году, по предложенію Кабри и Кинха, обширный опытъ надъ трапецообразными шпалами длиною только въ 2,44 mm. безъ загнутыхъ концовъ, но вслѣдствіе этого онѣ оказались совершенно непригодными. Скрѣпленіе между копытообразными выступами, прилаженными къ поверхности шпалы кажется также необезпеченнымъ [1]), ибо наружная сторона подошвы рельса можетъ врѣзываться и этимъ вызвать расширеніе пути. Столь же мало успѣха обѣщаетъ предпринятый Вальтеромъ Катте опытъ на Нью-Іоркской центральной жел. дор. и Гудзонъ-прирѣчной жел. дор. со шпалами длиною только въ 2,29 mm. и недостаточной жесткости, на которыхъ уширеніе пути достигается двумя произвольными варіантами подкладокъ съ захватами.

Чер. 128.



Масштабъ 1 : 3.
Зажимныя планки и болты (къ чер. 127).

Эти двѣ послѣднія конструкціи желѣзныхъ шпалъ здѣсь упомянуты исключительно какъ подтвержденіе, что внѣ Германіи и Австріи въ послѣднее время

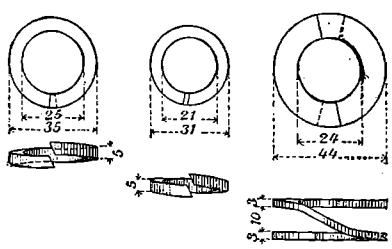
[1]) Organ 1889 стр. 127.

производятся еще опыты надъ системами шпалъ и скрѣпленій, оказавшимися мало усиленными послѣ многочисленныхъ нѣмецкихъ опытовъ; поэтому, хотя въ другихъ странахъ болѣе утвердилось предвзятое мнѣніе не въ пользу желѣзныхъ поперечинъ, но такія мнѣнія не могутъ быть разсматриваемы, какъ основательныя. Число нынѣ употребительныхъ системъ скрѣпленія не исчерпывается изложенными выше видами; но какъ бы ни были разнообразны эти способы скрѣпленія, они тѣмъ не менѣе остались либо единичными попытками, не получившими сколько-нибудь замѣтнаго распространенія, либо они появляются то въ одной, то въ другой формѣ, настолько близко подходящей къ описаннымъ, что не стоитъ останавливаться на ихъ подробномъ разборѣ. Дальнѣйшіе способы скрѣпленія изложены въ Zeitschrift des Hannowerischen Architekten und Ingenieur-Vereines за 1883 годъ стр. 191, въ цитированномъ уже много разъ сочиненіи Гаармана: Das Eisenbahngleis въ „Organ'ѣ“, а также въ сочиненіи Русселя Тратмана, Report on the use of metal railroad ties, Вашингтонъ 1894 г.

Гайка, которая при скрѣпленіи играетъ важную роль, должна быть предохранена отъ сотрясеній. Наилучшее обезпеченіе прочнаго положенія гайки представляютъ: увеличенная толщина гайки и болта и тщательное устройство хорошей острой винтовой нарѣзки. Чѣмъ меньше тщательности и значенія было отведено этимъ обстоятельствамъ, тѣмъ болѣе необходимы были особыя средства для предохраненія болтовъ.

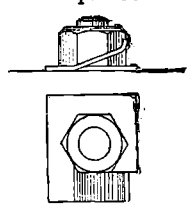
Извѣстные техники придерживаются того мнѣнія, что особое предохраненіе болтовъ представляется излишнимъ, если болты хорошо выполнены и если примѣняются употребительныя въ Пруссіи формы гайки (черт. 127 и 128) съ кольчатыми приливами толщиною 10 m. [1]). Столь широкіе кольчатые приливы не могли быть выполняемы при ручной кузнечной работѣ; снабженныя острыми краями плоскости колецъ такъ обтачивались, что гайки болтались. Для предохраненія болтовъ употреблялись прежде контръ-гайки, выступающіе остряки или чеки и т. д., но они не имѣли успѣха. Теперь наиболѣе употребительныя средства для удержанія гайки въ каждомъ данномъ мѣстѣ на болтѣ суть пружинныя кольца (чертежъ 129). Они состоятъ изъ стали, твердость которой должна быть избрана безошибочно, ибо слишкомъ мягкія кольца скоро теряютъ свое дѣйствіе, а слишкомъ твердыя ломаются; при соотвѣтственной же твердости они оказываются совершенно надежными. Вмѣсто стальныхъ колецъ употреблютъ также пружинныя подкладки, каучуковыя кольца, зубчатыя граненыя плоскости и т. д., а также пружинныя гайки [2]). Какъ предохранительное средство, въ смыслѣ укрѣпленія гайки только въ извѣстномъ мѣстѣ, слѣдуетъ назвать Гогенэггеровскую планку (черт. 130),

Чер. 129.



Масштабъ 1 : 3.
Пружинныя кольца.
Вѣсъ 0,018 0,016 0,047 kg.

Чер. 130.



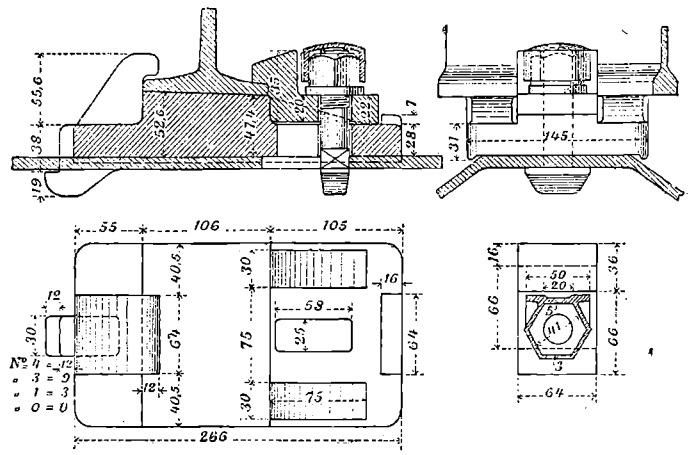
Масштабъ 1 : 5.
Планки Гогенэггера.

[1]) Kohn, Centralbl. d. Bauverw., 1893 г. стр. 547.
[2]) Organ 1885 г. стр. 188; Centralbl. d. Bauverw. 1891, стр. 151.

которая служитъ боковою защитою для гайки противъ врѣзыванія и сгибанія; но она легко ржавѣетъ и продолжительнаго срока не выдерживаетъ. Дальнѣйшее подобное предохраненіе болтовъ будетъ описано при удобномъ случаѣ, при изложеніи статьи о прочихъ скрѣпленіяхъ частей пути.

На переѣздахъ, или гдѣ путь на поперечинахъ проходитъ черезъ улицу, желательно шпалы погружать настолько глубоко, чтобы мостовая могла проходить надъ ними. Это обусловливаетъ необходимость добавленія особенныхъ промежуточныхъ планокъ или сѣделъ соотвѣтственной толщины. Подобное устройство, которое съ 1887 года было въ особенности примѣняемо на прусскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогахъ, по системѣ Гаармана, представляетъ чугунное сѣдло, которое носовой частью обхватываетъ шпалу, а боковымъ приливомъ удерживаетъ и подошву рельса. Лапки обхватываютъ крышку шпалы и подошву рельса подобнымъ же образомъ, какъ при верхнемъ строеніи на лежняхъ системы Гаармана (черт. отъ 194 до 199) и скрѣпляются назначенными для этого болтами только въ продольномъ направленіи. Этотъ способъ скрѣпленія примѣнялся въ видѣ опыта на различныхъ нѣмецкихъ и другихъ желѣзныхъ дорогахъ; на свободныхъ участкахъ пути онъ не могъ, однако, добиться дальнѣйшаго распространенія, ибо высокое чугунное сѣдло увеличивало, въ ущербъ, плечо горизонтальной силы. На путяхъ, рельсы которыхъ до верхняго края погружены въ мостовую, это соображеніе исчезаетъ, такъ что здѣсь пользуются глубокимъ погруженіемъ шпалъ.

Чер. 131.



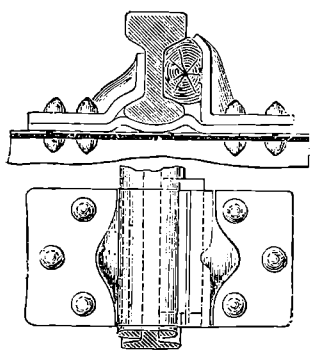
Масштабъ 1 : 6.
Скрѣпленія на переѣздахъ по Кону.

Изображенный на черт. 131 способъ скрѣпленія Кона, вслѣдствіе своихъ очевидныхъ преимуществъ, вытѣсняетъ съ 1893 года все болѣе и болѣе, на прусскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогахъ, вышеописанные способы. Находясь въ полномъ соотвѣтствіи со способомъ скрѣпленія помощью Гаарманскихъ крюкообразныхъ подкладокъ, способъ этотъ заключается въ примѣненіи своеобразной наставной шапочки, которая помѣщается на гайки и предохраняетъ ихъ отъ сотрясенія и грязи, такъ что связь весьма продолжительна и нуждается только въ осмотрѣ изрѣдка и обыкновенномъ ремонтѣ. Это послѣднее обстоятельство особенно важно на переѣздахъ, ибо здѣсь всякій ремонтъ на пути особенно хлопотливъ и мѣшаетъ сообщенію. Шапочка Кона составляетъ весьма цѣлесообразное предохранительное средство для болтовъ въ закрытыхъ частяхъ пути.

Укрѣпленіе рельсовъ съ двойной головкой на желѣзныхъ шпалахъ.

Желѣзныя поперечины на путяхъ изъ рельсовъ съ двойною головкою до сихъ поръ не получили распространенія, ибо простое регулированіе уширенія пути не можетъ быть достигнуто при скрѣпленіяхъ рельсовъ на стульяхъ. Также вліяютъ тяжелые дорогіе стулья, которые, однако, при верхнемъ строеніи изъ рельсовъ съ двойными головками необходимы, независимо отъ матеріала и толщины рельсовыхъ опоръ и которые требуютъ широкой опорной поверхности. Стулья имѣютъ удобство въ случаѣ примѣненія слабыхъ деревяныхъ шпалъ, и употребленіе ихъ вслѣдствіе этого для такой системы пути оправдывается съ экономической точки зрѣнія; примѣненіе же желѣзныхъ поперечинъ оказывается невыгоднымъ по экономическимъ соображеніямъ, въ особенности, когда для нѣкотораго регулированія ширины пути необходимо имѣть въ запасѣ различные сорта стульевъ. Всѣ опыты до настоящаго времени подтвердили указанное обстоятельство. Нѣкоторое ослабленіе желѣзныхъ шпалъ по образцу деревяныхъ оказалось неподходящимъ, имѣя въ виду необходимую для прочной укладки въ балластѣ ширину, длину и форму поперечнаго разрѣза.

Чер. 132.



Масштабъ 1 : 9.
Двуголовые рельсы на желѣзныхъ поперечинахъ Вебба, Лондонъ и Сѣв.-зап. жел. д.

Въ большинствѣ случаевъ рельсы со стульями обыкновенной формы прикрѣпляются къ шпаламъ при помощи болтовъ съ расположенными сверху гайками, которымъ, гдѣ только возможно, придается видъ крючкообразныхъ болтовъ для того, чтобы можно было ихъ продѣть сквозь шпалы сверху. Иногда стулья снабжены отросткомъ, вдающимся въ крышку шпалы, который, на ряду съ обезпеченіемъ возможности регулированія уширенія пути, долженъ также служить для передачи бокового усилія шпалѣ.

При другихъ опытахъ отливали стулья на шпалахъ или прессами придавали шпаламъ въ опорныхъ мѣстахъ для рельсовъ форму стульевъ, такъ что рельсы могли быть укрѣплены обыкновеннымъ образомъ при помощи клина [1]).

При употребленіи чугунныхъ стульевъ съ отростками или безъ нихъ необходимо, для регулированія уширенія пути, измѣнять либо расположенія дыръ въ шпалѣ, либо форму стула.

Въ 1880 г. Веббъ ввелъ на жел. дор. Лондонъ Сѣверо-Западной стулъ, приклепанный къ крышкѣ шпалы, служившій довольно хорошо; къ концу 1889 года пути были уложены съ такими стульями (черт. 132 [2]).

4. Расположеніе шпалъ и разстояніе между ними. Устройство рельсоваго стыка.

Шпалы должны быть расположены, по возможности, точно подъ прямымъ угломъ къ оси пути. Такъ какъ ширина пути обезпечивается правильнымъ расположеніемъ шпалъ, то тщательное ихъ содержаніе имѣетъ значительное вліяніе на

[1]) Гаарманнъ, das Eisenbahngleis, истор. ч., стр. 618, 627.
[2]) Organ 1886, стр. 34.

хорошее состояніе пути. Это важно особенно относительно расположенія шпалъ въ рельсовомъ стыкѣ, когда части, служащія для перекрытія стыка, связаны съ поперечинами. Поэтому путь долженъ быть такъ устроенъ, чтобы расположеніе шпалъ было правильное какъ въ прямыхъ, такъ и въ кривыхъ частяхъ и чтобы оно сохранялось также, несмотря на неизбѣжныя удлиненія рельсовъ и ихъ угонъ. Разстояніе между шпалами вблизи рельсовыхъ стыковъ дѣлается обыкновенно меньше, нежели въ средней части рельсовъ, такъ какъ близъ рельсоваго стыка, въ особенности при несовершенномъ дѣйствіи частей для перекрытія стыка, шпалы должны передавать особенно сильное давленіе на балластный слой. На томъ же основаніи прежде придавали стыковымъ шпаламъ большіе размѣры, особенно когда стыкъ устраивался непосредственно на шпалѣ (спокойный стыкъ). Употреблявшійся прежде стыкъ на шпалѣ, начиная съ 1847 г. мало-по-малу, а потомъ и съ возрастающею быстротой сталъ вытѣсняться употребляющимся нынѣ повсюду стыкомъ на вѣсу, при которомъ концы рельсовъ примыкаютъ другъ къ другу „на вѣсу“, посрединѣ промежутка между двумя шпалами. Сначала такой стыкъ былъ введенъ для рельсовъ съ двойной головкой, чтобы избѣгнуть особыхъ стыковыхъ подушекъ и чтобы можно было примѣнить соединеніе рельсовъ при помощи боковыхъ накладокъ. Вскорѣ, однако, стыкъ на вѣсу въ такой мѣрѣ обнаружилъ свое превосходство надъ стыкомъ, лежащимъ на шпалѣ, что онъ нашелъ всеобщее примѣненіе и при рельсахъ съ широкой подошвой (Виньоля). Преимущества стыка на вѣсу и недостатки стыка на шпалѣ заключаются въ слѣдующемъ.

При хорошемъ соединеніи стыковыми накладками давленіе на балластный слой передается двумя шпалами удовлетворительнѣе, нежели одной хотя бы и болѣе широкой шпалой.

Конецъ рельса, съ котораго сходитъ колесо въ стыкѣ (пошерстный), опускается подъ этимъ колесомъ болѣе, чѣмъ конецъ рельса, принимающій колесо (противошерстный), поэтому при стыкѣ на шпалѣ первый конецъ вдавливаетъ шпалу въ балластный слой, между тѣмъ какъ принимающій конецъ рельса отстаетъ отъ шпалы; вслѣдствіе этого, какъ только колесо вступаетъ на принимающій конецъ рельса, послѣдній ударяетъ на подобіе молота по шпалѣ, что одинаково вредно какъ для пути, такъ и для подвижного состава и ведетъ къ неспокойной ѣздѣ.

Соединеніе рельсовъ накладками при стыкѣ на вѣсу можетъ быть сдѣлано гораздо прочнѣе, чѣмъ при стыкѣ на шпалѣ, что въ значительной мѣрѣ служитъ въ пользу хорошаго состоянія пути и возможности удовлетворительнаго содержанія его.

Техническими правилами союза нѣмецкихъ жел. дор., касательно устройства стыковъ и разстоянія между шпалами, установлено слѣдующее. „Для пути на поперечныхъ шпалахъ рекомендуется устройство стыка на вѣсу, при условіи примѣненія прочныхъ стыковыхъ скрѣпленій. Ближайшія къ стыку поперечины должны быть расположены настолько близко къ стыку, насколько позволяетъ устройство стыкового соединенія и совершенная подбивка балласта“. Очевидно, что возможно сближенное расположеніе стыковыхъ шпалъ (промежутокъ между сосѣдними къ стыку поперечинами) представляетъ существенныя условія прочности и хорошаго состоянія стыка. Но и шпалы, примыкающія съ обѣихъ сторонъ къ стыковымъ шпаламъ, должны быть также незначительно удалены [1]). Особенно при изношенныхъ опор-

[1]) Циммерманнъ. Die Berechnung d. Eisenbahnoberbaues, 1888 г., стр. 219.

ныхъ плоскостяхъ накладокъ, съ чѣмъ при эксплоатаціи приходится постоянно считаться, уменьшенное разстояніе между стыковыми шпалами даетъ дѣйствительное средство, чтобы удержать въ умѣренныхъ предѣлахъ давленіе, производимое шпалами на балластный слой. Для достиженія въ этомъ случаѣ такого давленія, которое не превосходило бы давленіе, передаваемое промежуточными шпалами, Сарре [1]) предлагаетъ разстояніе между четырьмя лежащими ближе къ стыку шпалами ограничить только до $^2/_3$ разстоянія между промежуточными шпалами; этимъ путемъ давленіе стыковыхъ шпалъ, въ зависимости отъ числа поперечинъ и качества балласта, уменьшается на 5 до 25% сравнительно съ давленіемъ промежуточныхъ шпалъ. Въ примѣненіи сближенныхъ и прочныхъ шпалъ заключается вообще самое дѣйствительное средство экономнаго усиленія верхняго строенія, такъ какъ путемъ соотвѣтственнаго выбора способа распредѣленія шпалъ можно легче всего приспособить верхнее строеніе къ различнымъ условіямъ полотна и балласта, а также къ измѣняющимся на различныхъ участкахъ требованіямъ движенія. Тѣмъ не менѣе цѣлесообразно разстояніе между стыковыми шпалами сохранить постояннымъ, а измѣнять только разстояніе между остальными шпалами для того, чтобы можно было примѣнять однообразное устройство стыковъ.

Разстояніе между стыковыми шпалами прежде часто достигало 700 mm., теперь же на европейскомъ материкѣ, при рельсахъ съ широкой подошвой (Виньоля) оно почти вездѣ уменьшено до 500—600 mm. и доходитъ даже до 340 mm. (черт. 135); при такомъ незначительномъ промежуткѣ между стыковыми шпалами можно, конечно, съ внутренней стороны не подбивать балласта подъ шпалы, при этомъ для тщательной подбивки съ наружной стороны не можетъ представляться никакихъ неудобствъ; въ пользу допустимости этого говорятъ также долголѣтніе опыты на сѣверо-американскихъ жел. дор. со сближенными шпалами. При полотнѣ съ двухголовчатыми рельсами, напротивъ того, употребляется вообще болѣе широкое размѣщеніе стыковыхъ шпалъ.

На черт. 133 до 137 представлено расположеніе шпалъ на нѣкоторыхъ новѣйшихъ путяхъ. Въ то время, какъ разстояніе между промежуточными шпалами на европейскомъ континентѣ на главныхъ линіяхъ понижается до 800 и 750 mm., на большинствѣ англійскихъ дорогъ все еще держатся размѣра, прежде употреблявшагося на континентѣ въ 900 до 1000 mm. На прусскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогахъ съ 1894 г., смотря по значенію участка для скорыхъ поѣздовъ и въ зависимости отъ состоянія полотна и балласта, стали укладывать подъ рельсомъ длиною 12 метр.—15 или 16 шпалъ; на крутыхъ кривыхъ это число увеличивается еще на одну шпалу. Точно также французская Сѣверная дорога, въ зависимости отъ самой большой скорости, допускаемой на данномъ участкѣ, укладываетъ 12 до 14 шпалъ подъ рельсъ длиною 12 метровъ, а французская Западная дорога при тѣхъ же условіяхъ — 15 до 18 шпалъ. Въ Россіи подъ рельсомъ длиною 28 ф. укладывается отъ 11 до 13 шпалъ.

Съ другой стороны на второстепенныхъ линіяхъ число шпалъ уменьшаютъ: на прусскихъ казенныхъ дорогахъ, при рельсахъ длиною 11 метр , до 13 или 14 шпалъ.

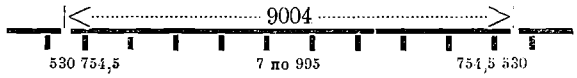
Если обстоятельства позволяютъ, рекомендуется еще дальнѣйшее увеличеніе числа шпалъ сообразно съ мѣстными условіями, и разстояніе между промежуточ-

[1]) Centralblatt d. Bauverw. 1894 г., стр. 369.

ными шпалами уменьшить до 600 mm. [1]), такой предѣлъ часто употребителенъ и еще даже уменьшается въ Америкѣ, гдѣ цѣны на шпалы низки и балластъ неудовлетворительный. Старымъ путямъ, неприспособленнымъ къ новѣйшимъ усло-

Чер. 133.

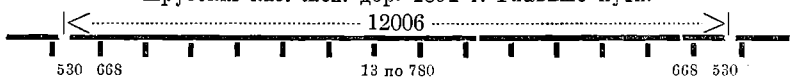
Прусскія каз. жел. дор. 1893 г. Второстепенные пути.



10 поперечинъ длиною по 2500.

Чер. 134.

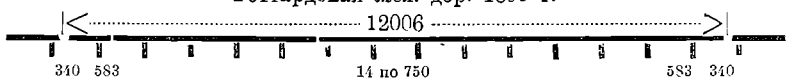
Прусскія каз. жел. дор. 1894 г. Главные пути.



16 поперечинъ длиною по 2700.

Чер. 135.

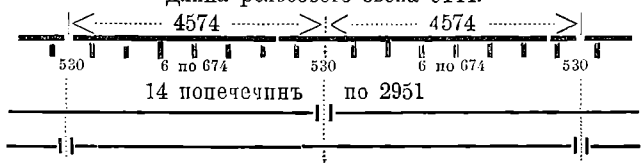
Готтардская жел. дор. 1895 г.



17 поперечинъ длиною по 2500.

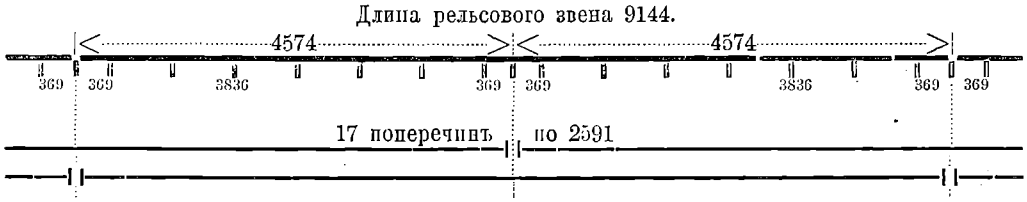
Чер. 136.

Пенсильванская жел. дор. Перемежающійся стыкъ.
Длина рельсового звена 9144.



Чер. 137.

Жел. дор. Нью-Іоркъ центральная и Гудзонъ прирѣчная.
Трехъ-шпаловый перемежающійся стыкъ.
Длина рельсового звена 9144.



Всѣ размѣры въ миллиметрахъ.

віямъ эксплоатаціи, можно обезпечить болѣе продолжительное существованіе, введя уменьшенное разстояніе между промежуточными и стыковыми шпалами; на различныхъ участкахъ прусскихъ казенныхъ дорогъ перешли съ этой цѣлью къ разстояніямъ до 680 и 360 mm.

Въ Европѣ стыки обоихъ рельсовъ пути обыкновенно устраиваютъ одинъ противъ другого, т.-е. не въ разбѣжку (черт. 133 до 135), между тѣмъ какъ

[1]) Sigle, Centr. d. Bauverw. 1894 г., стр. 310.

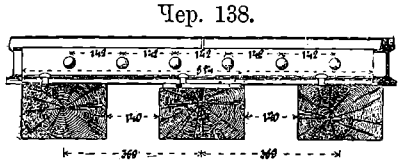
въ Сѣв. Америкѣ очень распространенъ перемежающійся стыкъ (въ разбѣжку) (черт. 136 и 137); послѣдній въ другихъ странахъ допускается въ кривыхъ частяхъ пути, но на прямыхъ требуется устройство обыкновеннаго стыка (не въ разбѣжку). Такое соединеніе обоего рода рельсовыхъ стыковъ на одномъ пути не рекомендуется, такъ какъ оно требуетъ, при переходѣ отъ кривой къ прямой, примѣненія рельса половинной длины, что не только неудобно, но ведетъ къ увеличенію числа слабыхъ мѣстъ пути.

Мнѣнія о томъ, какое устройство стыковъ лучше, весьма различны по ту и сю сторону океана. Въ Европѣ лучшимъ [1]) считается обыкновенный стыкъ, такъ какъ при немъ количество колебаній, вызываемыхъ рельсовыми стыками въ подвижномъ составѣ, меньше, между тѣмъ какъ при стыкѣ въ разбѣжку эти послѣднія происходятъ попеременно по обоимъ рельсамъ. Сѣверо-Американцы же придаютъ значеніе этому обстоятельству только тогда, когда путь и устройство стыковъ обладаютъ слишкомъ малой жесткостью [2]), а именно въ восточной и юго-восточной части Сѣв. Америки, гдѣ посвящается большое вниманіе верхнему строенію полотна, господствуетъ перемежающійся стыкъ (въ разбѣжку) [3]).

Благопріятные сѣверо-американскіе отзывы о перемежающемся стыкѣ побудили недавно также французскую Сѣверную и Восточную дороги производить опыты надъ такими стыками [4]). Впрочемъ въ Сѣв. Америкѣ, и при перемежающихся стыкахъ, часто и на цѣльномъ рельсѣ, противъ стыка другого рельса, помѣщаются накладки, которыя имѣютъ цѣлью соединить прочно шпалы между собой и обезпечить надлежащее разстояніе между ними (черт. 146).

Своеобразный, представленный на черт. 137 и 138 стыкъ, лежащій на трехъ шпалахъ, „трехшпалый“ стыкъ, широко распространенъ въ Сѣв. Америкѣ. Отъ недостатковъ присущихъ стыку на шпалѣ, такое устройство предохраняетъ отчасти посредствомъ накладокъ, пролегающихъ по тремъ шпаламъ, и весьма сближеннаго размѣщенія стыковыхъ шпалъ, что способствуетъ передачѣ давленія на 3 шпалы, но на средней стыковой шпалѣ, несмотря на длинныя стыковыя накладки, съ трудомъ можно устранить дѣйствіе толчковъ на подобіе удара молота о наковальню. Поэтому Пенсильванская желѣзная дорога, которая такъ много обращаетъ вниманія на устройство своего пути, теперь также перешла отъ стыка на трехъ шпалахъ къ стыку на вѣсу. Насколько неблагопріятныя, по нашимъ взглядамъ, свойства стыка на трехъ шпалахъ и перемежающагося стыка ослабляются преобладающимъ примѣненіемъ поворотныхъ телѣжекъ—вопросъ можно оставить безъ обсужденій. Во всякомъ случаѣ эти телѣжки покрываютъ тѣ недостатки, которые при европейскихъ вагонахъ съ твердыми осями оказались бы очень чувствительными. Поэтому о такихъ конструкціяхъ верхняго строенія пути нельзя судить, безъ принятія во вниманіе ихъ отношенія къ подвижному составу.

Чер. 138.



Масштабъ 1 : 20.
Трехъшпалый стыкъ Нью-іорской Центр. и Гудзонъ прирѣчной ж. дор.

---

[1]) Organ 1884 г., т. X, стр. 66.
[2]) Centr. d. Bauverw. 1888 г., стр. 372.
[3]) Centr. d. Bauverw. 1885 г., стр. 26.
[4]) Тоже 1894 г., стр. 482 и Revue générale d. chem. d. f. 1890 г., стр. 33.

5. Угонъ рельсовъ и пути и средства для его предупрежденія.

Рельсы, а вмѣстѣ съ тѣмъ и путь стремятся убѣгать большей частью по направленію ѣзды, рѣже противъ него; вслѣдствіе этого стыковые зазоры то открываются, то закрываются. Въ послѣднемъ случаѣ, особенно при высокой температурѣ, могутъ появиться выгибы концовъ рельсовъ и боковые сдвиги,—отбрасыванія пути. Угонъ обоихъ рельсовъ одного пути обнаруживается, смотря по обстоятельствамъ, не съ одинаковой силой, при чемъ шпалы принимаютъ косое положеніе и производятъ съуженіе пути. Поэтому для предупрежденія угона необходимо примѣнять особыя приспособленія. Причины угона рельсовъ приписывали сопротивленію тренія между колесомъ и рельсомъ и между рельсомъ и шпалами, но онѣ также кроются въ горизонтальныхъ боковыхъ силахъ, проявляющихся при проходѣ колеса по изогнутому стыку и направленныхъ вдоль пути [1]). Въ особенности на путяхъ, по которымъ поѣзда идутъ только въ одномъ направленіи и на которыхъ часто производится тормаженіе, рельсы сильно убѣгаютъ по направленію движенія [2]). На кривыхъ, при не слишкомъ большомъ возвышеніи наружнаго рельса, послѣдній убѣгаетъ сильнѣе по направленію движенія поѣзда, чѣмъ внутренній; послѣдній же даже можетъ сдвинуться по противоположному направленію; но замѣчалось также и обратное передвиженіе обоихъ рельсовъ; во всякомъ случаѣ, въ кривыхъ косое расположеніе шпалъ появляется особенно легко. Рельсы, которые подпираются по средней линіи поперечнаго сѣченія, менѣе ползутъ, чѣмъ рельсы, опирающіеся только подошвой, поэтому двухголовчатые рельсы ползутъ менѣе, чѣмъ рельсы съ широкой подошвой. Всѣ средства для предупрежденія угона рельсовъ имѣютъ цѣлью передать силу, сдвигающую рельсъ, на шпалы, чтобы воспользоваться треніемъ этихъ послѣднихъ о балластный слой; для той же цѣли прежде снабжали пяту рельса шпунтомъ для защемленія костылей, прикрѣпляющихъ рельсъ къ шпалѣ.

При стальныхъ рельсахъ это простое средство было, однако, оставлено, такъ какъ оно увеличивало опасность излома. Въ 70-хъ годахъ перешли къ примѣненію особыхъ выпускныхъ планокъ на стыковыхъ шпалахъ, которыя возвышались надъ пятой рельса вплоть до шейки и однимъ угломъ упирались въ плоскія накладки, обхватывающія шейку. Слишкомъ незначительная поверхность соприкасанія между послѣдними, однако, лишала ихъ значенія.

Поэтому планки замѣнили угольникомъ съ высокой вертикальной полкой, который привинчивался къ плоскимъ накладкамъ или помѣщался передъ ними. Но и этотъ способъ устройства по большей части оставленъ, такъ какъ въ то же время удалось для требуемой цѣли воспользоваться, наилучшимъ образомъ, самымъ стыковымъ соединеніемъ, придавая накладкамъ плоскости клина; дальнѣйшія подробности будутъ указаны въ статьѣ объ устройствѣ стыковъ. При одноколейныхъ путяхъ угонъ рельсовъ этимъ почти совершенно устраняется, а при двухколейныхъ путяхъ, за исключеніемъ очень крутыхъ кривыхъ и сильныхъ уклоновъ, онъ по крайней мѣрѣ настолько ограничивается, насколько это вообще возможно при нѣкоторой подвижности нашихъ путей и насколько онъ можетъ быть сдѣланъ безвреднымъ, безъ большого труда, при тщательномъ содержаніи

[1]) Койюаръ Revue génér. d. ch. d. f. 1896 г., августъ, стр. 85.
[2]) Zeitch d. öster. Ing. и Arch. Ver 1897 г., стр. 48.

пути. На двухколейныхъ участкахъ съ сильнымъ уклономъ эти средства оказываются однако недостаточными, а необходимо взаимное соединеніе двухъ и болѣе шпалъ, чтобы воспользоваться треніемъ большаго числа шпалъ о балластный слой; также вбиваютъ сквозь шпалы въ полотно деревянные колья [1]).

Такъ какъ угонъ рельсовъ переносится преимущественно на отдѣльныя шпалы, то разстояніе между шпалами дѣлается неправильнымъ и вмѣстѣ съ тѣмъ наступаетъ угонъ всего пути. Противъ этого недостатка нѣтъ до сихъ поръ другого средства, кромѣ вбиванія деревянныхъ кольевъ. Но путь будетъ тѣмъ лучше противостоять подобнымъ сдвигамъ, чѣмъ шире и длиннѣе шпалы и чѣмъ крѣпче онѣ лежатъ въ балластномъ слоѣ. Угонъ рельсовъ воспринимается преимущественно стыковыми шпалами и здѣсь дѣлается безвреднымъ, но какъ хорошее и прочное перекрытіе стыковъ зависитъ преимущественно отъ тщательнаго сохраненія промежутка между стыковыми шпалами и разстоянія каждой изъ нихъ отъ рельсоваго стыка, то при устройствѣ стыковъ слѣдуетъ обращать особое вниманіе на это обстоятельство.

6. Устройство стыковъ.

α) Введеніе.

Части, служащія для перекрытія стыка, имѣютъ цѣлью: поддержаніе мѣста стыка, достиженіе свободнаго прохода по стыковому зазору и возмѣщеніе въ прерванномъ стыкѣ рельсовъ того же сопротивленія изгибу и той же жесткости, какъ въ цѣльномъ рельсѣ. Поддержаніе мѣста стыка, если послѣдній лежитъ на шпалѣ, при помощи подкладокъ или безъ нихъ, или особыми стыковыми подушками не оправдало цѣли и вообще оно признано неудовлетворительнымъ. Единичныя дороги, которыя до новѣйшаго времени придерживаются этого устройства (черт. 138 и 159), заботятся объ одновременномъ возмѣщеніи прерванныхъ рельсовъ накладками, которыя первоначально не были употребительны при стыкѣ на шпалѣ. Напротивъ того, стыкъ на вѣсу въ послѣднее время большею частью поддерживается подъ подошвой или головкой посредствомъ особыхъ стыковыхъ подкладокъ — мостиковъ. Съ цѣлью уменьшенія ослабленія рельсовъ поперечными швами при нормальномъ стыкѣ на шпалѣ, концы рельсовъ въ первой половинѣ столѣтія обрѣзывались косо или соединялись въ закрой, но такіе ослабленные концы рельсовъ могли еще менѣе сопротивляться ударамъ подвижного состава, нежели неослабленные концы, а самое устройство стыка, представляющее въ то же время значительные недостатки, неблагопріятно отражалось на высоту рельса. Поэтому о такого рода стыкахъ въ Европѣ составилось плохое мнѣніе, и они не нашли даже никакого примѣненія, съ переходомъ къ устройству стыка на вѣсу; въ Сѣверной же Америкѣ, наоборотъ, кососрѣзанный рельсъ, при стыкѣ на вѣсу и съ накладками, служитъ съ хорошими результатами и до настоящаго времени. Равнымъ образомъ, такой стыкъ весьма распространенъ также и на желѣзныхъ дорогахъ, пролегающихъ по улицамъ, особенно при верхнемъ строеніи съ продольными лежнями или съ рельсами-лежнями. Недавно въ Германіи приступлено также къ довольно обширнымъ опытамъ надъ примѣненіемъ, при стыкѣ на вѣсу, соединенія рельсовъ въ закрой съ большой длиной лапы и съ боковыми накладками.

[1]) Organ т. IX 1884 г., стр. 72 и т. XI 1893 г., стр. 60.

Къ мѣрамъ, принимаемымъ для уменьшенія ослабленія поперечнаго шва, принадлежатъ также такія устройства, при которыхъ колеса проводятся по накладкамъ, простирающимся вверхъ до поверхности головки рельса. Возмѣщеніе рельса въ стыкѣ накладками представляетъ самую распространенную конструкцію стыка. Накладки должны передавать вертикальныя силы съ одного конца рельса на другой и предупреждать поворачиванія рельсовъ другъ относительно друга, такъ чтобы и въ стыкѣ была обезпечена, по возможности, непрерывность пути въ горизонтальномъ и вертикальномъ направленіяхъ.

Въ объединенныхъ правилахъ союза нѣмецкихъ ж. д. опредѣлено, что на всѣхъ путяхъ, по которымъ ходятъ паровозы, какъ при рельсахъ съ широкой подошвой, такъ и при рельсахъ съ двойной головкой, кромѣ скрѣпленія рельсовъ на подкладкѣ, надлежитъ также стыкающіеся рельсы скрѣпить между собою; при этомъ стыковые зазоры слѣдуетъ сдѣлать по возможности безвредными и воспрепятствовать перемѣщеніямъ рельсовъ, за исключеніемъ движеній отъ измѣненія температуры. При соединеніи рельсовъ боковыми накладками рекомендуется продолжить накладки за стыковыя шпалы, примѣнять широкія, но не слишкомъ наклонныя поверхности соприкасанія ихъ съ рельсами и скрѣпить накладки, по крайней мѣрѣ, четырьмя болтами, обезпечивъ надежность гаекъ. При устройствѣ стыковъ слѣдуетъ принимать въ соображеніе измѣненія отдѣльныхъ частей, вызываемыя измѣненіемъ температуры; это достигается соотвѣтственнымъ выборомъ стыковаго зазора, а также увеличеніемъ отверстій для болтовъ въ рельсахъ, сравнительно съ діаметромъ болтовъ.

β) Обыкновенный стыкъ съ накладками.

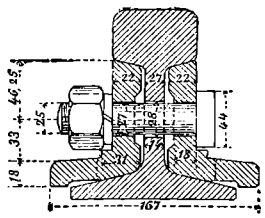
Еще при старѣйшихъ рельсахъ съ широкими подошвами Стефенсъ ввелъ, (въ 1832 г.), для перекрытія стыковъ, прилегающія къ шейкѣ рельса накладки изъ плоскаго желѣза, которыя должны были препятствовать боковому отклоненію концовъ рельсовъ. О передачѣ давленія съ одного конца рельса на другой при этомъ не заботились, но при дальнѣйшемъ примѣненіи накладокъ обнаружилось, что онѣ повышаютъ также жесткость стыка; послѣдняя достигалась еще лучше послѣ того, когда накладки стали защемлять между головкой и подошвой (при Виньолевскихъ рельсахъ) или между верхней и нижней головкой (рельса съ двойной головкой), безъ непосредственнаго примыканія накладокъ къ шейкѣ рельсовъ; такимъ путемъ собственно были созданы накладки въ теперешнемъ смыслѣ этого слова.

Вліяніе плоскихъ накладокъ было незначительно при господствовавшей еще въ серединѣ столѣтія грушевидной формѣ головки рельса; чтобы повысить это вліяніе, перешли къ введенію остроподрѣзанныхъ рельсовыхъ головокъ. Но и при таковыхъ головкахъ плоскія накладки имѣли значительно меньшую прочность и жесткость, нежели рельсы. Дальнѣйшаго усиленія дѣйствія накладокъ достигли при переходѣ къ уголковымъ накладкамъ съ нижней горизонтальной полкой; типъ этотъ, употребительный еще отчасти и при стыкѣ на шпалѣ, одновременно служилъ средствомъ для воспрепятствованія продольнаго угона рельсовъ, такъ какъ рельсовые костыли забиваются въ шпунты горизонтальной полки. Обстоятельство это, въ связи съ возможностью избѣгнуть нежелательныхъ шпунтовъ въ стальныхъ

рельсахъ для воспрепятствованія угону рельсовъ, много способствовало дальнѣйшему распространенію такихъ уголковыхъ накладокъ также и для стыковъ на вѣсу [1]).

Часто употребляютъ такія уголковыя накладки только съ одной стороны рельса, располагая съ противоположной стороны простыя плоскія накладки. Однако, необходимость дальнѣйшаго усиленія стыка увеличеніемъ прочности и жесткости накладокъ, быстро потребовала повсемѣстнаго введенія уголковыхъ накладокъ съ обѣихъ сторонъ рельса.

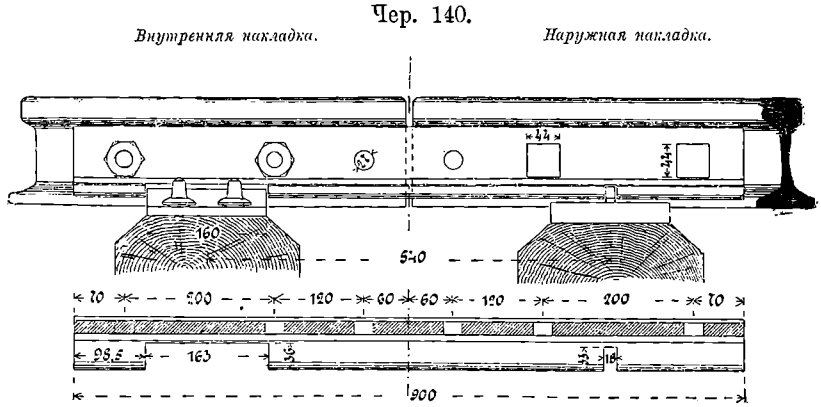
Чер. 139.



Масштабъ 1 : 6.
Поперечный разрѣзъ къ чер. 140.

На черт. 139—146 представлены подобныя новѣйшія устройства стыковъ съ уголковыми накладками для рельсовъ съ широкою подошвою. За исключеніемъ способа, примѣняемаго на французской сѣверной жел. дорогѣ (чер. 141 и 142) вездѣ, для предохраненія отъ угона рельсовъ, костыли или шурупы, закрѣпляющіе рельсы на шпалахъ, цѣликомъ обхватываются горизонтальной полкой накладки, особенно успѣшно достигается это на саксонскихъ казенныхъ желѣзн. дорог., гдѣ внутренняя накладка защемляетъ всю подкладку (чер. 140), а также на бельгійскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогахъ (чер. 143 и 144). Устройство стыковъ, подобное бельгійскому, введено также на желѣзной дорогѣ Парижъ-Ліонъ-Средиземное море, но рельсы лежатъ на подкладкахъ, а горизонтальныя полки накладокъ не покоятся на шпалахъ. Бельгійское расположеніе накладокъ, употреби-

Чер. 140.



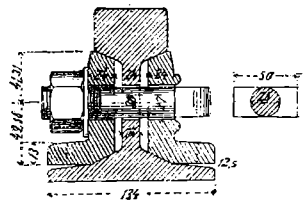
Масштабъ 1 : 10. Саксонскія каз. жел. дор., 1890 г.
Вѣсъ внутренней накладки 16,37 kg
„ наружной „ 17,94 „ } $J = 205{,}25\ cm^4$, $W = 34{,}5\ cm^3$.

тельное также на сѣверо-американскихъ жел. дорог., является вообще не цѣлесообразнымъ. Накладка не можетъ продолжительно дѣйствовать одновременно какъ балка, защемленная въ камерѣ между головкой и подошвой рельса, и какъ балка опирающаяся на шпалахъ; особенно послѣднее назначеніе, вслѣдствіе вдавливанія накладокъ въ шпалы, быстро исчезаетъ. Было бы правильнѣе на стыковыхъ шпалахъ сохранить такія же подкладки, какія имѣются на промежуточныхъ шпалахъ.

[1]) Organ, 1875 г. т. V, стр. 65.

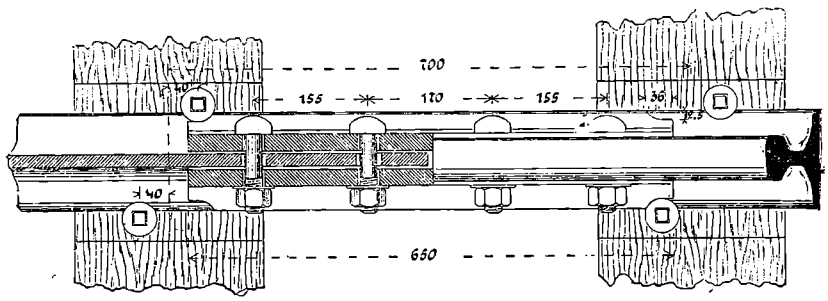
Такъ какъ простыя уголковыя накладки, даже при большой толщинѣ, не обладаютъ такимъ сопротивленіемъ прочности, какъ рельсы, то позаботились о дальнѣйшемъ усиленіи стыка путемъ примѣненія дву-уголковыхъ (швелерныхъ) накладокъ (черт. 147—152). Накладки съ верхней горизонтальной полкой (черт. 147 и 149) употребляются только, какъ наружныя накладки для удовлетворенія требуемаго габаритомъ очертанія свободнаго желоба для колесныхъ ребордъ; такимъ образомъ стыкъ съ швелерными накладками получается несимметричнымъ, благодаря неодинаковому типу обѣихъ накладокъ. Дву-уголковыя накладки съ нижней горизонтальной и вертикальной полкой (чер. 151[a]) представляютъ, напротивъ, совершенно симметричное устройство стыка большой прочности и жесткости; эти накладки сильно распространены.

Чер. 141.



Масштабъ 1 : 6.
Поперечный разр. къ чер. 142.

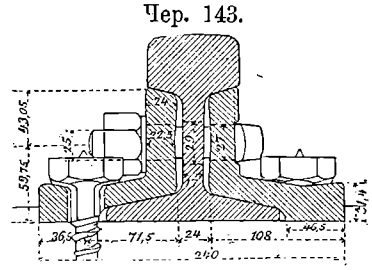
Чер. 142.



Масштабъ 1 : 10.
Французская Сѣверная жел. дор., 1888 г.
Вѣсъ внутренней накладки 12,66 kg.
„ наружной „ 12,98 kg.

Удовлетворительное предохраненіе рельсовъ противъ угона ихъ также достигается при устройствѣ стыковъ, изображенныхъ на черт. 147—151, въ особенности при типѣ сѣверной желѣзной дороги императора Фердинанда и прусскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогъ, на которыхъ накладки вполнѣ обхватываютъ подкладки; на имперскихъ желѣзныхъ дорогахъ въ Эльзасъ-Лотарингіи находится въ употребленіи устройство стыка, похожее на прусское. Устройство стыка послѣднихъ двухъ желѣзныхъ дорогъ еще потому замѣчательно, что для верхняго строенія съ деревянными и желѣзными шпалами примѣняются накладки совершенно одинаковой формы; равнымъ образомъ, на прусскихъ казенныхъ жел. дор. форма и отдѣлка накладокъ, за исключеніемъ укороченія нижней вертикальной полки накладки, одинаковы какъ на главныхъ, такъ и на второстепенныхъ линіяхъ (черт. 151[a u b]), такъ что для различныхъ цѣлей служитъ только одна форма накладокъ.

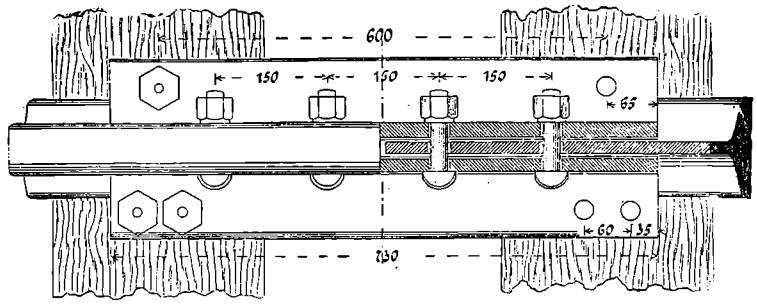
Чер. 143.



Масштабъ 1 : 6.
Поперечный разрѣзъ къ чер. 144.

Подобныя же прочныя, препятствующія угону рельсовъ, устройства стыковъ введены также на баварскихъ, вюртембергскихъ, баденскихъ и австрійскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогахъ.

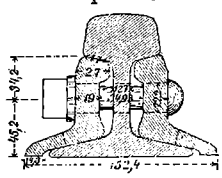
Чер. 144.



Масштабъ 1 : 10. Бельгійскія каз. жел. дор.
Для внутренней накладки $J = 302{,}7$ cm^4, $W = 46{,}3$ cm^3
„ наружной „ $J = 295{,}3$ cm^4, $W = 44{,}7$ cm^3.
Вѣсъ обѣихъ накладокъ 43 kg.

Толщина накладокъ почти повсюду берется у шейки рельса меньше, нежели у плоскостей, соприкасающихся съ рельсомъ, и колеблется въ этомъ мѣстѣ между 13-ю mm. на австрійской сѣверовосточной и 24-мя на французской сѣверной желѣзн. дорог. Уширеніе плоскостей примыканія накладки къ рельсу, которое особенно сильно выразилось на сѣверо-американскихъ желѣзныхъ дорогахъ (черт. 145), способствуетъ успѣшному дѣйствію накладокъ, въ такой же степени, какъ и примыканіе подъ пологимъ угломъ (черт. 143 и 145).

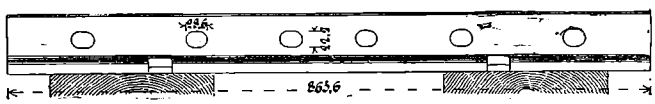
Чер. 145.



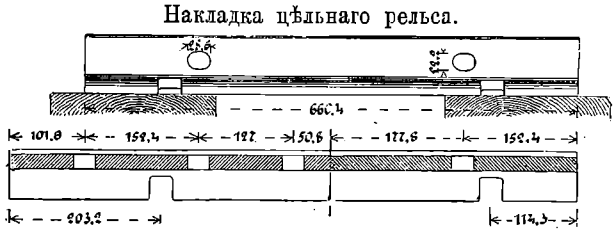
Масштабъ 1 : 6.
Поперечный разрѣзъ къ чер. 146.

Между накладками и шейкой оставляютъ зазоръ, который долженъ быть тѣмъ болѣе, чѣмъ дальше опорныя плоскости накладокъ отклоняются отъ горизонтали, онъ колеблется между 3 и 8 mm.

Чер. 146.
Накладка стыкового рельса.



Накладка цѣльнаго рельса.

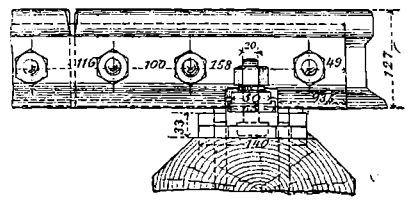


Масштабъ 1 : 10. Пенсильванская жел. дор. 1889 г.

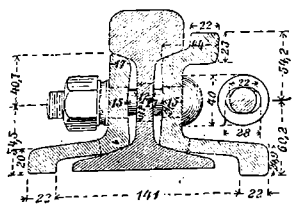
Длина накладокъ зависитъ отъ разстоянія между стыковыми шпалами и также отъ того, въ какой мѣрѣ накладки утилизируются для противодѣйствія угону рельсовъ. Для послѣдней цѣли начали недавно отдавать преимущество достаточно длиннымъ накладкамъ и при томъ равной длины съ обѣихъ сторонъ рельса; особенно это замѣчается въ Германіи и Австро-Венгріи (черт. 140, 148 и 152), а также и въ другихъ странахъ (черт. 144 и 146).

Вмѣстѣ съ уменьшеніемъ разстоянія между стыковыми шпалами это хорошее

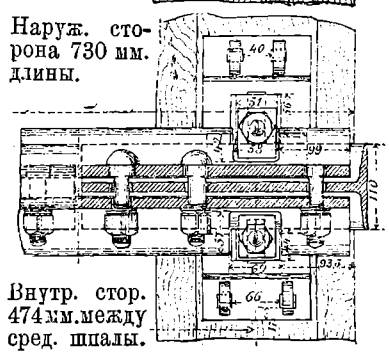
Чер. 148.



Чер. 147.



Масштабъ 1 : 6.
Поперечный разрѣзъ къ чер. 148.

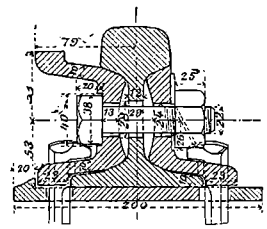


Наруж. сторона 730 мм. длины.

Внутр. стор. 474 мм. между сред. шпалы.

Масштабъ 1 : 10.
Сѣверн. Кор. Фердинанда ж. д. 1894 г.
Внутр. нак. G=10,6 kg J=143,89 cm⁴
W=25,5 cm³. Наруж. нак. G=15,15 kg
J=339,08 cm⁴; W=53,4 cm³.

Чер. 149.

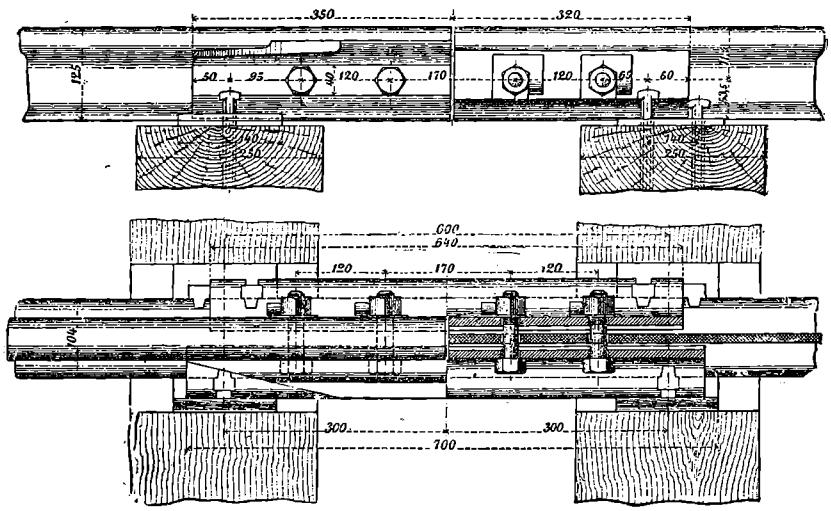


Масштабъ 1 : 6.
Австр. сѣверо-зап. ж. д.
Внутр. накл. Наруж. накл.
G = 7,5 9,77 kg.

средство для усовершенствованія стыка, такъ какъ накладки, которыя простираются возможно дальше за средину промежутка между стыковыми шпалами, по-

Чер. 150.

Наружная накладка. Внутренняя накладка.

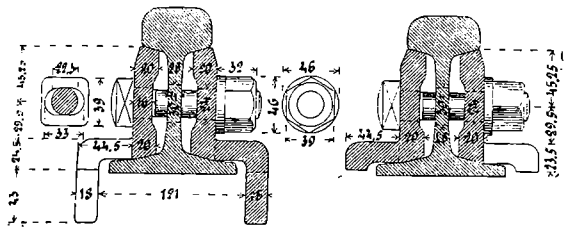


Масштабъ 1 : 10. Австрійская сѣверо-западная жел. дор.
Вѣсъ внутренней накладки G = 7,5 kg
„ наружной „ G = 9,77 kg.

вышаютъ, вслѣдствіе уменьшенія давленія на накладки, жесткость и прочность стыка и уменьшаютъ изнашиваніе опорныхъ поверхностей накладки. При длинныхъ

накладкахъ также не такъ чувствительно отражается вредное вліяніе зазоровъ, образующихся вслѣдствіе изнашиванія, какъ при короткихъ накладкахъ, дѣйствіе которыхъ уже при весьма небольшихъ зазорахъ можетъ совершенно прекратиться [1]).

Чер. 151.



Масштабъ 1 : 6.

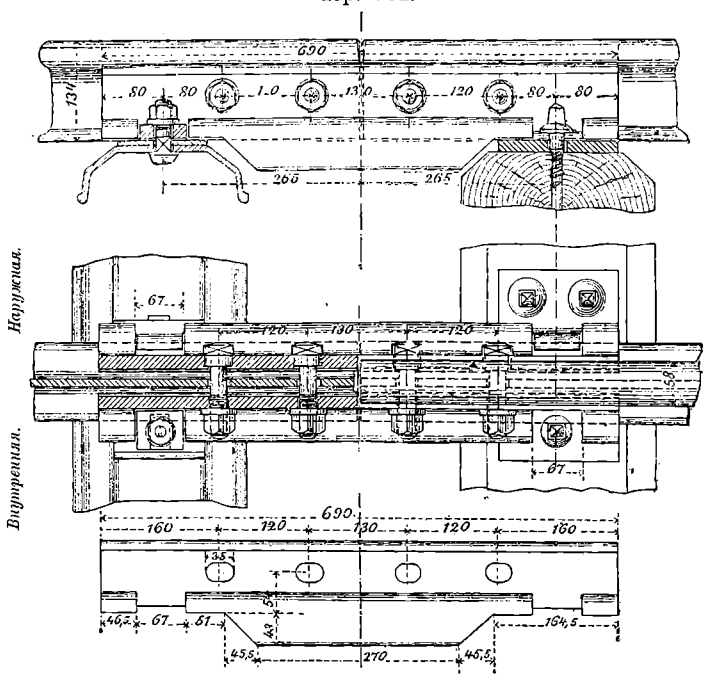
Накладки прусскихъ каз. жел. дор. 1893 г.

	a) Главныхъ путей.		b) Второстепен. путей.	
	Внутрен.	Наружн.	Внутрен.	Наруж.
G =	13,83	13,70	11,84	11,71 kg.
J =	419,8		188,9 cm⁴	
W =	56,4		31,8 cm⁴.	

Накладки скрѣпляются съ рельсами посредствомъ 4 до 6 болтовъ; послѣднее число недавно начали принимать при длинныхъ накладкахъ (чер. 140, 146 и 148). Разстояніе между болтами для скрѣпленія накладокъ часто достигало раньше 200 mm., но съ уменьшеніемъ разстоянія между стыковыми шпалами оно также уменьшилось и понизилось до 100 mm.

Что касается обезпеченія надежности болтовъ въ стыковыхъ соединеніяхъ, то объ этомъ уже указано было выше. Противодѣйствіе поворачиванію болтовъ достигается либо отдѣлкой части болтоваго стержня въ прямоугольную или продолговатую форму (черт. 148 и 152), либо приданіемъ соотвѣтственной формы головкѣ болта и накладкѣ (черт. 139, 141, 143 и 153), въ первомъ случаѣ отверстія наружной накладки, на которой обыкновенно расположены головки болтовъ, должны соотвѣтствовать указанной формѣ части болтового стержня (черт. 148 и 152); въ послѣднемъ случаѣ наружная накладка, смотря по необходимости, получаетъ особые придатки (черт. 139, 141, 143 и 149).

Чер. 152.



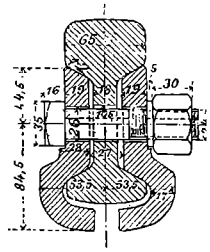
Масштабъ 1 : 10. Прусскія каз. жел. дор. 1893 г.
Желѣзныя поперечины. Деревянныя поперечины.

Діаметръ отверстій въ накладкѣ превосходитъ діаметръ болтовъ на 1 до 2 mm. для того, чтобы на послѣдніе ни въ какомъ случаѣ не передавалось боковое давленіе. Для этой

[1]) Organ 1883 г., стр. 159. — Циммерманна. Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues стр. 267—274.

же цѣли отверстіямъ въ шейкѣ рельса также придаютъ большій діаметръ, съ принятіемъ, кромѣ того, во вниманіе необходимаго зазора для болтовъ, соотвѣтствующаго увеличенію температуры, такъ что промежутокъ между отверстіями въ рельсахъ дѣлается больше, чѣмъ промежутокъ между отверстіями въ накладкахъ. Діаметръ болтовъ для накладокъ не долженъ быть меньше 22 mm., но въ большинствѣ случаевъ онъ дѣлается больше.

Чер. 153.

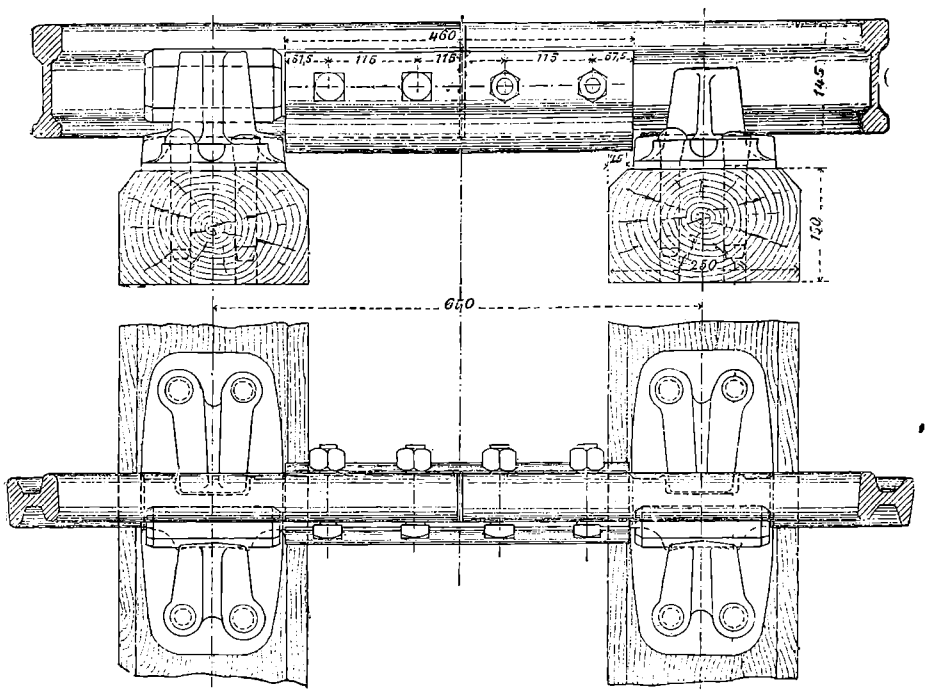


Масштабъ 1 : 6.
Накладка двуголовыхъ рельсовъ Баденской каз. ж. д.
G=9,85 kg
J=328 cm⁴
W=42 cm³.

Стыкъ рельсовъ съ двойною головкою не отличается существенно отъ стыка обыкновеннаго рельса (съ широкой подошвой), насколько задача заключается, по крайней мѣрѣ, въ перекрытіи стыковъ. Здѣсь, однако, накладки безъ особыхъ стыковыхъ подушекъ не могутъ быть употреблены, какъ средство противъ угона рельсовъ, въ той же мѣрѣ, какъ при рельсахъ съ широкой подошвой, потому что продолженіе накладокъ за стыковыя шпалы и зацѣпленіе накладками частей укрѣпленій, то-есть въ данномъ случаѣ подушекъ, невозможно.

Черт. 153—155 показываютъ нѣкоторые изъ употребительнѣйшихъ стыковъ для верхняго строенія изъ рельсовъ съ двойною головкою. Нижнія полки накла-

Чер. 154.

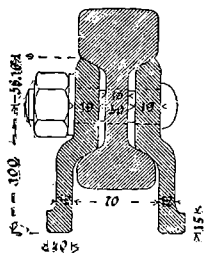


Масштабъ 1 : 10.
Стыковыя накладки двуголовыхъ рельсовъ Баденскихъ каз. жел. дор. 1893 г.

докъ окаймляютъ стыкъ и, подъ тупымъ угломъ, примыкаютъ къ основанію подушекъ (черт. 154), поэтому онѣ предотвращаютъ, при двухколейныхъ путяхъ,

только уменьшеніе промежутка между стыковыми шпалами, но не увеличеніе его, а также не предотвращаютъ отодвиганія стыка отъ середины того же промежутка.

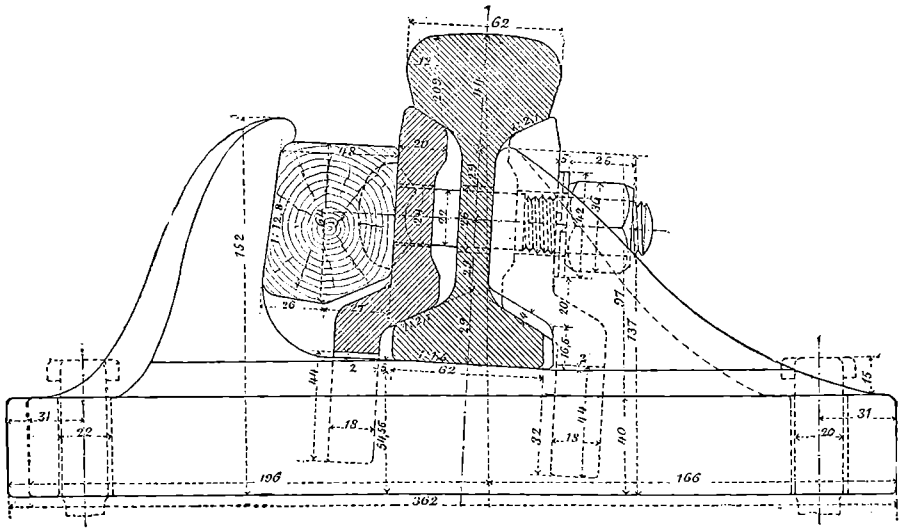
Чер. 155.



Масштабъ 1 : 6.
Франц. Сѣв.-западн. жел. дор. 1889 г.
Накл. двугол. рельса
G = 8,5 kg.

Далѣе, сдвинутая вмѣстѣ съ рельсомъ накладка можетъ размочалить деревянный клинъ на ближайшей шпалѣ. Наконецъ, несмотря на большое разстояніе между стыками, накладкамъ не можетъ быть придана столь же достаточная длина, какъ при новѣйшихъ накладкахъ для рельсовъ съ широкими подошвами. Такое уменьшеніе достоинства стыка рельсовъ съ двойною головкою говоритъ противъ примѣненія верхняго строенія съ подобными рельсами. Можно, впрочемъ, и при рельсахъ съ двойной головкой примѣнять особыя стыковыя подушки и продолжать накладки за шпалы и подушки, захватывая послѣднія накладками; такой стыкъ съ успѣхомъ испытанъ въ недавнее время для повышенія прочности пути Берлинъ-Магдебургской жел. дор. при болѣе старыхъ еще имѣющихся тамъ двухголовчатыхъ рельсахъ (черт. 156 и 157) [1]). Но примѣненіе особыхъ стыковыхъ подушекъ дорого и неудобно.

Чер. 156.



Масштабъ 1 : 3.
Прусскія каз. жел. дор. 1894 г. Стыковой башмакъ для удлиненныхъ накладокъ.

Англійская Великая сѣверная жел. дор. придерживается еще и въ настоящее время, при двухголовчатыхъ рельсахъ, стыка на шпалѣ, употребляя точно также особыя стыковыя подушки, при которыхъ, что особенно замѣчательно, совсѣмъ выброшенъ деревянный клинъ.

λ) Недостатки обыкновеннаго стыка съ накладками.

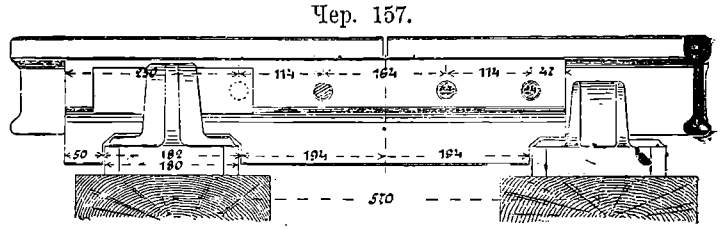
Долгое время не было найдено такого стыка, который не подвергался бы быстро сильнымъ изнашиваніямъ подъ вліяніемъ вертикальной нагрузки, въ

[1]) Organ 1895 г., стр. 36.

особенности на поверхностяхъ соприкасанія головки у конца рельса и подошвы у концовъ накладокъ; вслѣдствіе такого неравномѣрнаго измѣненія поперечнаго сѣченія невозможно достигнуть плотнаго стыка, ни подтягиваніемъ болтовъ, ни возобновленіемъ накладокъ. Упругіе прогибы, измѣненія температуры и передвиженія при угонѣ рельсовъ вызываютъ продольныя перемѣщенія, сопровождаемыя треніемъ и дальнѣйшимъ изнашиваніемъ, всѣ эти ослабленія ускоряютъ разрушеніе.

Родъ и степень поврежденій зависятъ, какъ отъ достоинства конструкціи стыка, такъ и отъ того, преобладаетъ ли движеніе по одному какому-нибудь направленію или по обоимъ направленіямъ, соотвѣтственно дву-или одноколейному пути. Въ первомъ случаѣ сильнѣе изнашиваніе конца рельса, принимающаго колесо и слѣдовательно это особенно вредно по отношенію равномѣрности сѣченія рельсовъ [1]).

Чер. 157.

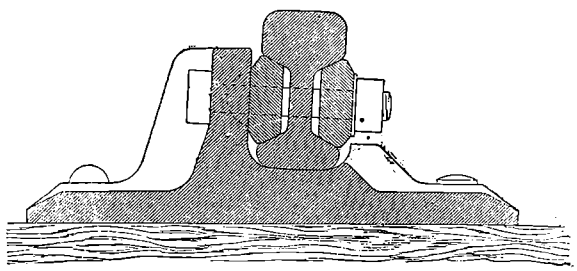


Наружная. Внутренняя.
Масштабъ 1 : 10. Прусскія каз. жел. дор. 1894 г.
Стыкъ двуголовыхъ рельсовъ для удлиненныхъ накладокъ.

Этихъ недостатковъ вообще нельзя избѣгнуть при обыкновенномъ стыкѣ съ накладками; они зависятъ менѣе отъ стыковыхъ зазоровъ, нежели отъ превышенія одного конца рельса надъ другимъ, происходящаго вслѣдствіе ошибокъ при укладкѣ и вслѣдствіе наступающаго, съ началомъ изнашиванія, стремленія обоихъ концовъ рельсовъ къ самостоятельному прогибу [2]).

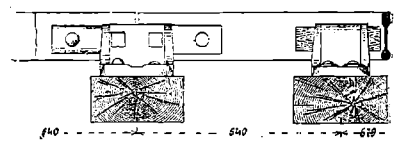
Сознаніе недостатковъ обыкновеннаго стыка съ накладками привело, въ

Чер. 158.



Масштабъ 1 : 6.
Великая сѣверная жел. дор. 1888 г. Стыкъ двуголовыхъ рельсовъ на шпалѣ (поперечный разрѣзъ).

Чер. 159.



Масштабъ 1 : 20.
Фасадъ къ чер. 158.

новѣйшее время, къ ряду основательныхъ предложеній въ пользу примѣненія описанныхъ ниже конструкцій, поскольку онѣ были испробованы при эксплоатаціи [3]).

Въ Россіи при началѣ сооруженія жел. дор. и когда рельсы поддерживались

[1]) Циммерманнъ. Centralb. d. Bauverw. 1892 г., стр. 3; тоже 1894 г. Блюмъ, стр. 466. Брейтингъ Zeitchr. f. Bauverwesen 1893 г., стр. 415.
[2]) Винеръ. Centralb. d. Bauverw. 1892 г., стр. 260. Тамъ же.—Сарре стр. 410.
[3]) Веллеръ. Тоже стр., 209 и 557 и Циммерманнъ, стр. 244. Гаарманнъ. Oberbau стр. 325 и многіе другіе источники.

еще чугунными подушками на поперечинахъ, стыки рельсовъ устраивались на такихъ же подушкахъ, въ которыя концы рельсовъ зажимались при помощи деревяннаго клина. Послѣ этого для устройства стыка стали примѣнять парныя плоскія накладки и въ нѣкоторыхъ случаяхъ также подкладки, при чемъ для прикрѣпленія рельсовъ къ поперечинамъ, въ концахъ рельсовъ дѣлались шпунты. Для избѣжанія сихъ шпунтовъ, въ семидесятыхъ годахъ стали переходить къ примѣненію фасонныхъ накладокъ, сначала только съ наружной стороны колеи, а впослѣдствіи и съ внутренней стороны, въ настоящее время употребляются стыки обоего рода.

Въ зависимости отъ типовъ рельсовъ примѣняются нынѣ разнообразныя фасонныя (уголковыя) накладки. Накладки, какъ и прочія скрѣпленія, изготовляются у насъ изъ сварочнаго или литого желѣза, въ послѣднемъ случаѣ образецъ, вырѣзанный изъ накладки, долженъ выдержать разрывающее усиліе не менѣе 42 кил. на кв. мм., при чемъ сумма цифръ этого сопротивленія и двойного удлиненія не должна быть менѣе 75. Кромѣ того при пріемкѣ накладокъ требуется испробовать рельсовый стыкъ подъ ударомъ падающей бабы, подобно ударной пробѣ рельсовъ; такой стыкъ долженъ выдержать половину пробной работы, установленной для соотвѣтственныхъ рельсовъ.

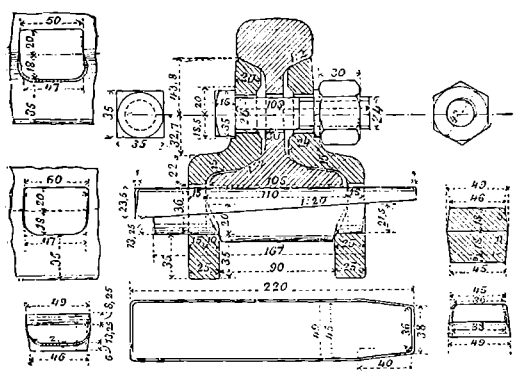
б) Устройство стыковъ особаго рода.

Стыкъ съ клиньями и съ рабочими площадками.

Баденскія казенныя желѣзныя дороги ввели, въ 1891 году, стыкъ съ двууголковыми накладками, при которыхъ концы рельсовъ подошвою опираются помощью клиньевъ на очень прочныхъ нижнихъ полкахъ накладокъ (чер. 160 и 161).

Первоначально подпирали самостоятельно каждый конецъ рельса, для этого 4 клина вгонялись попарно помощью вставленныхъ съ внутренней стороны двухъ вертикальныхъ клиньевъ. Это устройство, вслѣдствіе выпаданія вертикальныхъ клиньевъ, было оставлено въ пользу изображеннаго на черт. 160, 161 способа, при которомъ оба рельса поддерживаются одновременно только двумя клиньями, въ этомъ случаѣ можно устранить происходящій послѣ изнашиванія чрезчуръ сильный прогибъ концовъ рельса, вгоняя для сего верхній клинъ. Съ другой стороны непосредственное подпираніе подошвы концовъ рельса напоминаетъ стыкъ на шпалѣ и даетъ поводъ опасаться, что и здѣсь могутъ обнаружиться вредныя вліянія ударовъ. Въ остальномъ описанное устройство стыка представляетъ много удобствъ, какъ вслѣдствіе особенно прочной конструкціи, такъ и плотнаго скрѣпленія частей, содѣйствующихъ уменьшенію угона рельсовъ. Готтардская желѣзная дорога точно также приняла устройство стыка съ клиньями, но слѣдуя давнишнему пред-

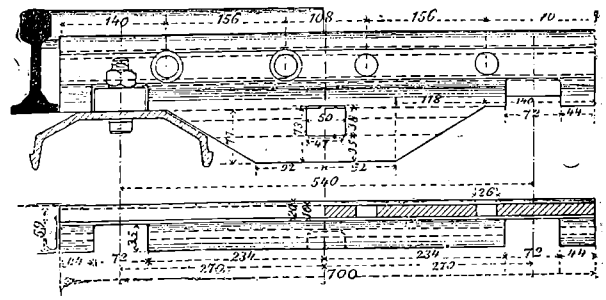
Чер. 160.



Масштабъ 1 : 6.
Баденскія жел. дор. 1893 г. Накладки съ клиньями, поперечный разрѣзъ и отдѣльныя части.

ложенію Lebens'a [1]), сдѣлала въ тоже время въ накладкахъ, путемъ сострагания поверхностей, соприкасающихся въ менѣе работающихъ мѣстахъ, выступающія (рабочія) площадки на концахъ и противъ стыка рельсовъ (черт. 162), такъ что накладки только въ этихъ мѣстахъ плотно примыкаютъ.

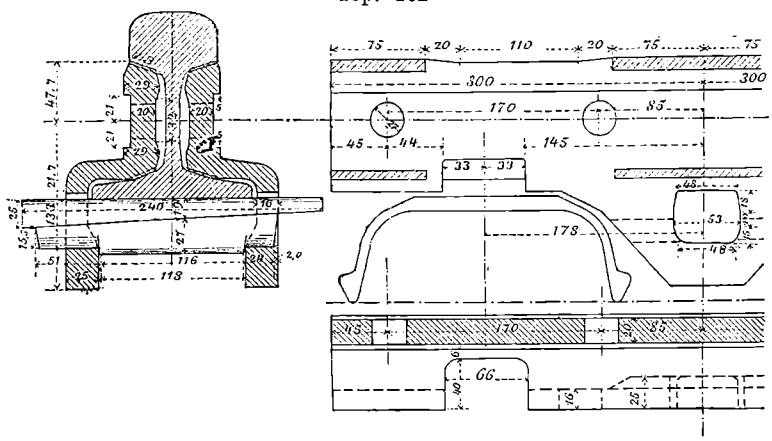
Чер. 161.



Масштабъ 1 : 10. Баденскія казен. жел. дор. 1893 г. Накладки съ клиномъ. Фасадъ и разрѣзъ.

Подобныя накладки уже раньше примѣнялись въ видѣ опыта; онѣ представляютъ преимущество, сравнительно съ обыкновенными накладками, въ томъ, что онѣ дольше допускаютъ подтягиваніе стыковыхъ болтовъ и могутъ, поэтому, дольше находиться въ плотномъ примыканіи. Однако изнашиваніе и такихъ рабочихъ площадокъ не происходитъ равномѣрно, поэтому и при такихъ накладкахъ сильнѣе другихъ изношенныя мѣста остаются безъ примыканія, несмотря на подтягиваніе болтовъ; обстоятельство это, вмѣстѣ съ дороговизною и сложностью обработки накладокъ съ рабочими площадками, дѣлаютъ ихъ неподходящими. Циммерманнъ [2]) старается достигнуть раздѣленія накладокъ на

Чер. 162.



Масштабъ 1 : 6. Готтардская жел. дор. Накладка съ клиномъ и рабочими площадками.

такія части, чтобы онѣ точно соотвѣтствовали произвольному изнашиванію; нижняя свободная часть накладокъ сохраняетъ обыкновенную форму, но не достигаетъ головки рельса; каждый конецъ накладки и рельсовъ снабженъ тупыми желѣзными уголками, которые своими вертикальными полками опираются на горизонтальной части свободной накладки, а другими своими полками входятъ между этой на-

[1]) Deutsche Bauzeitung 1880 г., стр. 97. Organ 1884 г., стр. 162. Wochenblatt f. Arch u. Ing. Ver. 1884 г., стр. 219.

[2]) Centralb d. Bauverw. 1892 г. стр. 3.

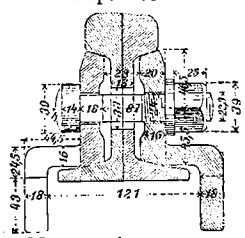
кладкой и головкой рельса; уголки плотно притягаваются при помощи болтовъ накладокъ. Какъ это, такъ и другія подобныя же соединенія подошвы рельсовъ накладками исполнены въ видѣ опыта.

Стыкъ рельсовъ въ закрой.

Посредствомъ изображеннаго на черт. 163 и 164 стыка въ закрой, предложеннаго Rüppell-Kohn'омъ, избѣгаютъ сквозного шва; равнымъ образомъ, при прогибѣ стыка тупоугольное скрещеніе лапъ дѣлаетъ безвредной для ѣзды нѣкоторую разницу въ высотахъ поверхности головки рельса; но послѣднее обстоятельство, при изношенныхъ бандажахъ, не всегда достигается, между тѣмъ эти разницы въ высотахъ могутъ быть особенно непріятны въ зазорахъ половинчатаго стыка.

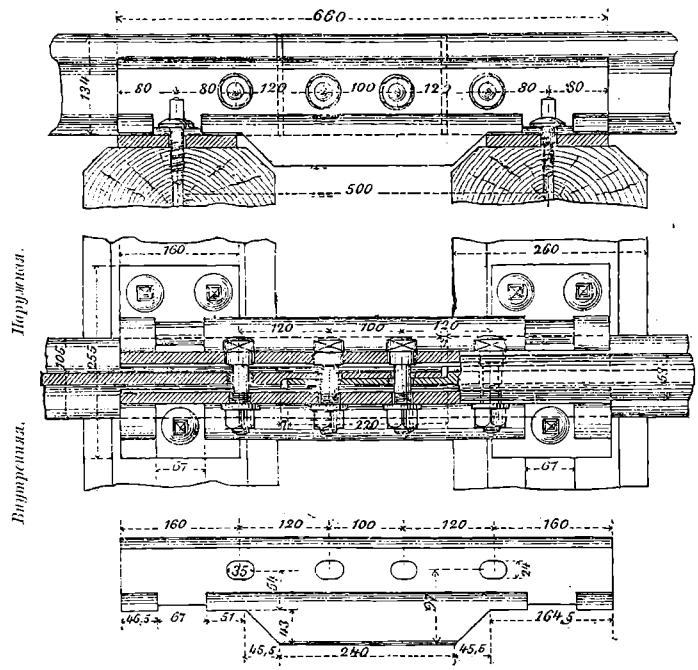
Хотя стыкъ въ закрой Rüppell-Kohn'а удорожаетъ путь, вслѣдствіе необходимости употребленія толстой шейки и обработки концовъ рельсовъ, но онъ даетъ возможность примѣнять рельсы въ 15 и болѣе метровъ длины, вмѣсто наибольшей 12-ти метровой длины рельсовъ при соединеніи въ притыкъ (тупой стыкъ). Кромѣ того путь выигрываетъ въ прочности, а издержки на силу тяги и число сравнительно дорогихъ стыковъ уменьшаются, такъ что и въ экономическомъ отношеніи стыкъ въ закрой не представляется неблагопріятнымъ. Во всякомъ случаѣ издержки по устройству не могутъ имѣть рѣшающаго значенія, если только, благодаря качеству стыкового соединенія, увеличивается безопасность движенія и уменьшается стоимость содержанія верхняго строенія и подвижного состава.

Чер. 163.



Масштабъ 1 : 6.
Прусскія казен. жел. дор. 1893 г. Стыкъ въ закрой Rüppell-Kohn'а.
Поперечный разрѣзъ.

Чер. 164.



Наружная накладка.

Масштабъ 1 : 10. Баденскія каз. жел. дор. 1893 г.
Стыкъ въ закрой Rüppell-Kohn'а. Фасадъ и горизон. разрѣзъ.

Стыкъ въ закрой сохранился донынѣ, преимущественно на многихъ пробныхъ участкахъ длиною болѣе чѣмъ 30 километровъ.

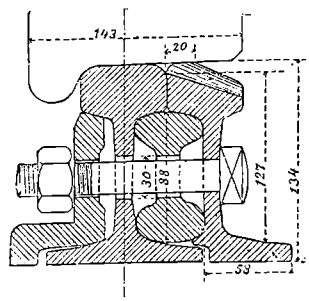
Нѣкоторыя явленія, по которымъ можно заключить о прогибѣ раздѣленныхъ лапокъ шейки, не могутъ быть признаны какъ результатъ конструкціи, а обусловливаются матеріаломъ рельса. Дабы не примѣнять большой толщины шейки и во избѣжаніе ослабленія ея въ лапкахъ, Wietor перемѣстилъ шейку въ цѣльномъ рельсѣ, на половину ея толщины, въ сторону отъ оси рельса (подобно тому, какъ это показано на черт. 210 и 211), сохранивъ впрочемъ Rüppell-Kohn'овскій стыкъ въ закрой.

Въ этомъ заключается, правда, экономическое преимущество, но является вопросъ, возможно ли при сплошной укладкѣ достигнуть столь необходимой въ подобныхъ стыкахъ точности граней (рельсовъ), различающихся по условіямъ прокатки и попадающихъ въ путь попеременно то внутри, то снаружи. Въ общемъ же эти различныя грани обнаруживаютъ значительныя уклоненія.

Подхватывающія накладки (Stossfanglaschen), подхватывающіе рельсы (Stossfangschienen).

Попытки передвигать колеса, подхватывая ихъ на возвышенные края внѣшнихъ накладокъ на пути слѣдованія черезъ стыковые зазоры [1]), до тѣхъ поръ не имѣли успѣха, пока накладка при этомъ вгонялась въ промежутокъ между головкой и подошвой рельсовъ, такъ какъ, вслѣдствіе неизбѣжнаго изнашиванія обыкновенныхъ накладокъ, уничтожалось дѣйствіе подхватыванія колесъ на накладки. Накладки Верера были улучшены въ Австріи Бергманомъ (въ 1878 г.), а равно и въ Сѣверной Америкѣ, путемъ расположенія ихъ непосредственно на стыковыя шпалы. Этимъ онѣ образовали рельсъ возлѣ стыка для подхватыванія колесъ, при этомъ однако примѣняемое еще постоянно и здѣсь закрѣпленіе накладокъ въ промежуткѣ между головкой и подошвой рельса должно быть признано излишнимъ. Дрезденскій банкъ ввелъ въ 1890 году подхватывающій рельсъ, который съ 1891 года примѣняется въ обширныхъ размѣрахъ на Берлинской городской и круговой желѣзныхъ дорогахъ, причемъ накладки не вгоняются въ камеру между головкой и подошвой рельса. Стыкаемые рельсы и подхватывающій стыковой рельсъ лежатъ большею частью независимо одинъ отъ другого (чер. 165 и 166) и соединяются только посредствомъ стыковыхъ болтовъ. Вкладышъ, въ формѣ рельса съ двойной головкой, имѣетъ цѣлью предохранять болты отъ срѣзывающихъ усилій, а накладка съ внутренней стороны колесъ должна обезпечить рельсъ отъ бокового перемѣщенія. Подхватывающій рельсъ скошенъ у концовъ по направленію длины для того, чтобы колеса могли постепенно набѣгать на него.

Чер. 165.



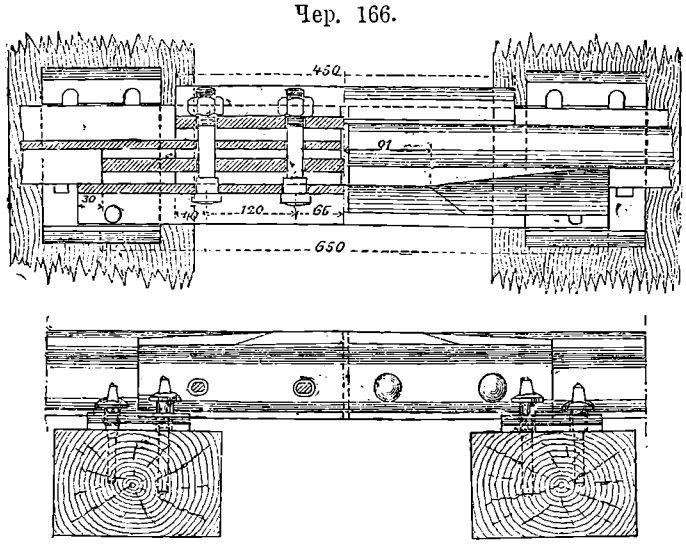
Масштабъ 1 : 5.
Подхватыв. стыковой рельсъ Дрезденскаго банка.
Поперечн. разрѣзъ.

По предложенію Клинка, вкладышъ отброшенъ въ видѣ опыта, такъ какъ,

[1]) Вереръ былъ первый, который въ 1870 г. предложилъ накладки для подобной цѣли непрерывнаго перемѣщенія колесъ чрезъ стыкъ, Organ 1870 г., стр. 95.

при соотвѣтственномъ расположеніи отверстій въ отдѣльныхъ частяхъ, болты для накладокъ такъ же мало подвержены срѣзанію, при стыкѣ съ подхватывающимъ рельсомъ, какъ при обыкновенномъ стыкѣ, но если бы даже въ сихъ видахъ и нельзя было обойтись безъ вкладыша, то, составляя продольную часть длиною почти равною длинѣ подхватывающаго рельса, вкладышъ является нецѣлесообразнымъ, ибо онъ дѣйствуетъ какъ накладка, а слѣдовательно подверженъ такому же изнашиванію, какъ эта послѣдняя. Если же предохраненіе стыковыхъ болтовъ признается необходимымъ, то лучше отвѣчаютъ этой цѣли особыя прокладки для каждаго болта въ отдѣльности. Опыты съ подхватывающимъ рельсомъ на Берлинской городской и круговой желѣзныхъ дорогахъ при необыкновенно сильномъ движеніи даютъ, повидимому, благопріятные результаты [1]). По сравненію съ прогибомъ, при обыкновенномъ стыкѣ, быстро возрастающимъ, отъ стыковыхъ шпалъ къ стыку, отъ 5 до 9 mm., можно констатировать, при подхватывающемъ стыкѣ, одинаковую осадку на шпалахъ и въ стыкѣ, составляющую 1,5 до 3 mm. Можно было опасаться, что, вслѣдствіе подпрыгиванія колесъ подвижного состава при изношенныхъ бандажахъ, на подобнаго рода стыкахъ появятся вертикальныя колебанія поѣзда, но опасенія эти не подтвердились на Берлинской городской дорогѣ. Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ при этомъ принять въ соображеніе то обстоятельство, что поѣзда движутся здѣсь со скоростью всего 40 километр. въ часъ и въ сущности постоянно находится въ обращеніи одинъ и тотъ же подвижной составъ, бандажи котораго скоро принимаютъ форму, благопріятную для подхватывающаго стыка. Далѣе слѣдуетъ замѣтить, что верхняя поверхность подхватывающаго рельса такъ изнашивается отъ стирающихся бандажей, что онъ уже не можетъ болѣе служить опорой для новыхъ или менѣе изношенныхъ колесъ, этимъ можетъ повыситься дѣйствіе такого стыка.

Чер. 166.



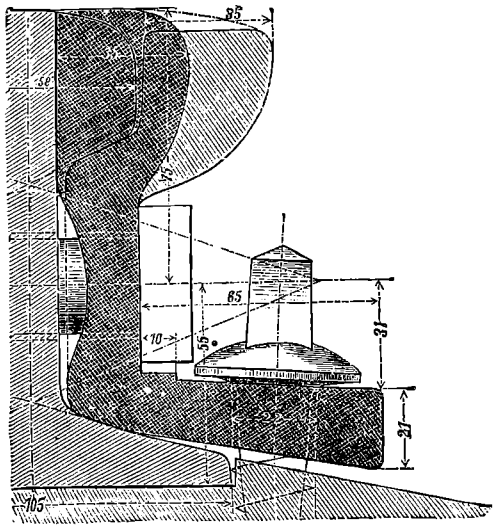
Масштабъ 1 : 10.
Подхватывающій стыковой рельсъ Дрезденскаго банка.
Фасадъ и горизонтальный разрѣзъ.

Равнымъ образомъ и на Саксонской казенной дорогѣ привели къ благопріятнымъ результатамъ опыты, которые съ 1890 г. ведутся надъ конструкціей подхватывающаго стыка, предложенной Нейманомъ. Онъ [2]) принялъ въ основаніе опытовъ съ 1894 года форму накладокъ съ головкой, представленную

[1]) Glasers Annalen. 1894/1895 г. № 416, 429 и 434.
[2]) Civiling. 1892 г., стр. 185 и 1895 г., стр. 281.

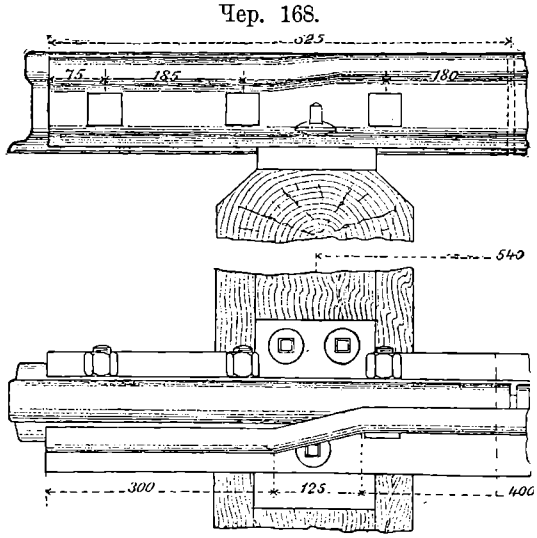
на черт. 167, 168 [1]). При старыхъ типахъ накладокъ Неймана головка рельса вырѣзывалась по всей длинѣ накладки, впослѣдствіи накладка была удлинена, при чемъ концы ея такъ обдѣлывались, что ею стали пользоваться, какъ обыкновенной накладкой, обхватывающей снизу головку рельса; теперь же накладка выдавли-

Чер. 167.



Масштабъ 1 : 2.
Саксонскія каз. жел. дор. 1894 г.
Стыковая накладка Неймана (попер. разрѣзъ).

Чер. 168.



Масштабъ 1 : 10.
Фасадъ и продольный разрѣзъ къ чер. 167.

вается въ прессахъ и въ такомъ видѣ она дѣйствуетъ у стыка, какъ подхватывающая часть, а на концахъ, какъ обыкновенная накладка. Хотя соединеніе обоего рода назначеній въ одной части кажется нецѣлесообразнымъ, но, при большой длинѣ накладокъ, это обстоятельство можетъ представить менѣе неудобствъ, чѣмъ то случилось бы при болѣе короткихъ накладкахъ.

Стыковые мостики.

Покоящійся на обѣихъ стыковыхъ шпалахъ, стыковой мостикъ поддерживаетъ подошву рельса или на всемъ протяженіи между этими шпалами, или только самый стыкъ рельсовъ, для чего мостикъ получаетъ нѣкоторый наклонъ. Въ послѣднемъ случаѣ приходится иногда отказываться отъ поддержки рельса стыковыми шпалами, поэтому разстояніе между послѣдними, равно какъ и между сосѣдними къ нимъ шпалами, должно быть выбираемо по возможности малое. Для бокового направленія концовъ рельсовъ стыкъ обыкновенно снабжается боковыми накладками, вовсе не принимающими нагрузки.

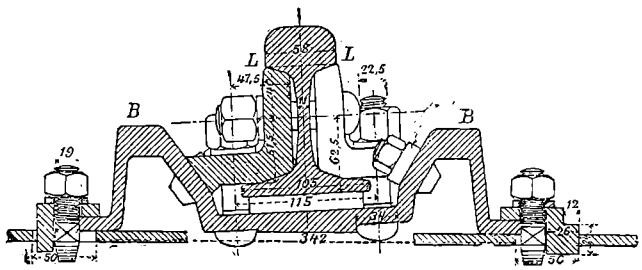
Такіе стыковые мостики были проектированы особенно въ Сѣверной Америкѣ и ихъ много описывали въ техническихъ журналахъ, однако и на своей родинѣ

[1]) Organ. 1894 г., стр. 233.

они не нашли значительнаго распространенія; таковы стыки: Фишера, Моргана, Long-Truss'a и т. д. [1]).

Точно также не имѣлъ успѣха стыковой мостикъ, примѣненный Шведлеромъ въ видѣ опыта на линіяхъ прусскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогъ. Всѣ подобнаго рода стыковые мостики отличаются главнѣйшими недостатками, присущими стыку на шпалѣ. При такомъ мостикѣ давленіе передается на двѣ шпалы, но мостикъ не такъ податливъ, какъ деревянная шпала, поэтому при стыковыхъ мостикахъ, непосредственно подпирающихъ подошву рельсы, выступаютъ всѣ недостатки стыка на шпалѣ. Вслѣдствіе этого такое устройство не обѣщаетъ никакого успѣха.

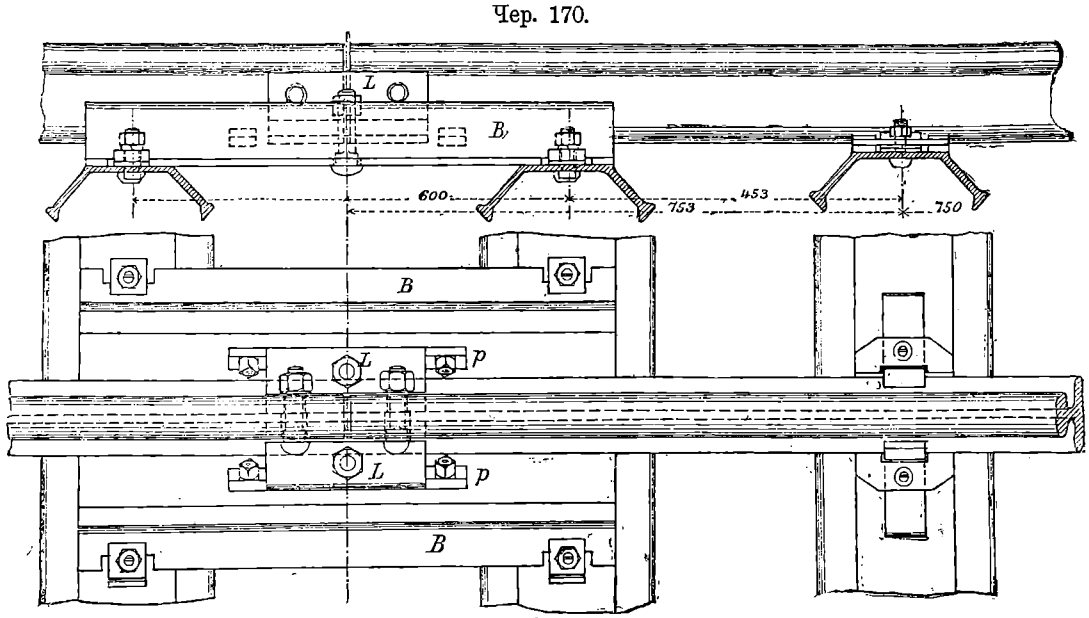
Чер. 169.



Масштабъ 1 : 6.
Стыковой мостикъ съ подпертыми накладками. Бохумскій Ферейнъ 1892.

Иначе обстоитъ дѣло со стыковымъ мостикомъ, который былъ предложенъ Бохумскимъ Ферейномъ и съ 1892 г. примѣненъ въ видѣ опыта на линіяхъ прус-

Чер. 170.



Масштабъ 1 : 10.
Стыковой мостикъ съ подпертыми накладками. Бохумскій Ферейнъ 1892 г.

скихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогъ; до сихъ поръ онъ сохраняется безукоризненно. Этотъ мостикъ съ поддерживающими накладками представленъ на черт. 169 и 170. Накладки „L“ вгоняются, какъ обыкновенно, между подошвой и головкой

[1]) Organ. 1894 г., стр. 1.
[2]) Organ 1886 г., стр. 186; 1887 г., стр. 29; 1889 г., стр. 244; 1891 г., стр. 172. См. также соч. Haarmann'a.

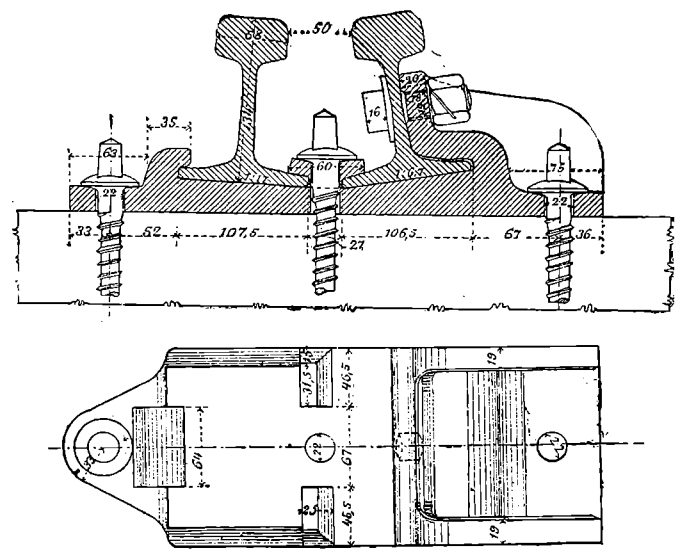
рельса, но онѣ непосредственно опираются на мостикъ B, который лежитъ на стыковыхъ шпалахъ. Рельсы проходятъ свободно отъ ближайшихъ шпалъ къ рельсовому стыку. Вслѣдствіе малой длины накладокъ можно ожидать довольно равномѣрнаго изнашиванія ихъ опорныхъ поверхностей, такъ что подтягиваніемъ стыковыхъ болтовъ достигается снова примыканіе ихъ. Непосредственное подпираніе накладокъ мостикомъ гарантируетъ вполнѣ совершенное и равномѣрное распредѣленіе нагрузки на стыковыя шпалы. Все устройство, поэтому, является многообѣщающимъ.

7. Контръ-рельсы.

При нѣкоторыхъ обстоятельствахъ представляется необходимымъ устраивать, рядомъ съ рельсами для ѣзды, еще особые контръ-рельсы, которые служатъ для бокового направленія колесъ.

Въ Англіи, даже и въ крутыхъ кривыхъ пути, придаютъ меньшее значеніе достаточному повышенію одного рельса надъ другимъ, чѣмъ въ Германіи и другихъ странахъ, но зато почти повсюду устраиваютъ тамъ, съ внутренней стороны колесъ, близъ внутренняго рельса, контръ-рельсъ, который также направляетъ и наружную грань закраины колеса. Подобнаго рода контръ-рельсы представляютъ, кромѣ того, и для наружнаго рельса хорошую защиту противъ сильныхъ боковыхъ надавливаній закраинъ колесъ. На Берлинской городской круговой дорогѣ, на крутыхъ закругленіяхъ, также устроены такого рода контръ-рельсы близъ внутренняго рельса (черт. 171), которые служатъ здѣсь, кромѣ того, для увеличенія безопасности противъ схода съ рельсовъ, такъ какъ, при быстромъ движеніи поѣздовъ и возвышенномъ положеніи дороги, сходъ съ рельсовъ могъ бы имѣть особенно тяжелыя послѣдствія. Эта причина побудила и сѣверо-американскія возвышенныя желѣзныя дороги къ устройству подобныхъ контръ-рельсовъ (черт. 172 и 173), но тамъ они примѣняются и на прямыхъ линіяхъ, и при томъ у обоихъ рельсовъ, по обѣимъ сторонамъ каждаго. Особенно слѣдуетъ рекомендовать подобные контръ-рельсы на желѣзныхъ мостахъ, гдѣ цѣлесообразно придавать имъ извѣстное повышеніе надъ верхнимъ краемъ рельса, такъ что не только одни

Чер. 171.

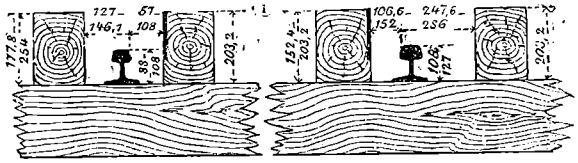


Масштабъ 1 : 6.

Контръ-рельсъ на Берлинской городской жел. дор. 1893 г.

закраины, но и цѣлый бандажъ колесъ получаетъ боковыя направляющія (чер. 174) Въ Германіи и другихъ странахъ не считаютъ необходимымъ устройство подобныхъ предохранительныхъ мѣръ съ внѣшней стороны рельса, такъ какъ сходъ колеса съ рельсовъ внаружу можетъ послѣдовать только при одновременномъ сходѣ съ рельсовъ противолежащаго колеса внутрь, а отъ этого послѣдняго предохраняетъ внутренній контръ рельсъ.

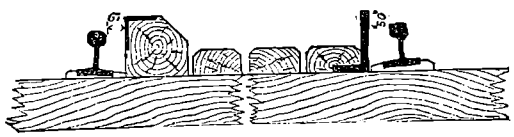
Чер. 172. Чер. 173.



Масштабъ 1 : 20.
Контръ-рельсъ на возвышенныхъ желѣзныхъ дорогахъ:
Нью-Іоркъ. Чикаго.

Обыкновенно контръ-рельсы на мостахъ удлиняютъ на извѣстное разстояніе передъ мостомъ и оканчиваютъ ихъ закругленіями, направленными внутрь, для того, чтобы вагонъ, сошедшій съ рельсовъ недалеко отъ моста, могъ снова наскочить на рельсы по возможности далѣе отъ моста. Въ послѣднее время, по американскому образцу, проходящіе по мостамъ контръ-рельсы соединяютъ на концахъ мостовъ съ приспособленіями для направленія на рельсы сшедшихъ съ нихъ осей (rerailing frog) для того, чтобы таковыя оси, сшедшія съ рельсовъ, не попадали вообще на мостъ.

Чер. 174.



Масштабъ 1 : 20.
Контъ-рельсы на мостахъ.

8. Сравненіе различныхъ системъ верхнихъ строеній по отношенію къ распредѣленію матеріаловъ, стоимости и силѣ сопротивленія ихъ.

Распредѣленіе общаго вѣса пути между отдѣльными частями весьма различно, даже при новыхъ системахъ верхняго строенія съ одинаковыми по формѣ рельсами; въ путяхъ же съ различными формами рельсовъ это различіе еще больше. Стоимость пути зависитъ отъ отношенія этого распредѣленія матеріаловъ и обусловливается также стоимостью строительнаго матеріала отдѣльныхъ частей пути и расходами по устройству ихъ; не мало зависитъ она также отъ матеріала балласта. Такъ какъ рабочая плата и цѣна балласта по существу не зависятъ отъ конструкціи пути, то ихъ можно не вводить въ дальнѣйшихъ сопоставленіяхъ. Для удобства сравненія прочихъ издержекъ по устройству пути будемъ принимать нѣкоторыя условныя единицы, хотя въ дѣйствительности и не существующія, напримѣръ при путяхъ на деревянныхъ шпалахъ предположимъ пропитанныя на всемъ протяженіи пути дубовыя шпалы; для единичныхъ цѣнъ будутъ намъ служить слѣдующія данныя: тонна стальныхъ рельсовъ—130 марокъ, тонна желѣзныхъ поперечинъ—120 марокъ, тонна скрѣпленій для деревянныхъ шпалъ—150 марокъ, тонна скрѣпленій для желѣзныхъ шпалъ—220 марокъ, кубическій метръ пропитанныхъ дубовыхъ шпалъ—60 марокъ.

Затѣмъ въ таблицѣ XII указаны для многихъ системъ верхняго строенія:

вѣсъ пути, распредѣленіе этого вѣса между рельсами, шпалами и скрѣпленіями, также стоимость пути (столбцы отъ 14 до 18), далѣе приведены данныя относительно вѣса и момента инерціи рельсовъ и накладокъ, размѣровъ шпалъ, разстояній между ними и т. д. (столбцы отъ 3 до 13). Таблица содержитъ также вычисленныя по теоріи Циммерманна [1]), при коэффиціентахъ вдавливанія балласта 3 (хрящъ) и 8 (хрящъ съ каменной наброской) и для груза въ статическомъ его положеніи: напряженіе и прогибъ рельсовъ и шпалъ въ точкѣ приложенія груза (столбцы 20 до 23), разницы прогибовъ поперечины посрединѣ и у концовъ противъ прогиба въ точкѣ приложенія груза (столбцы 24 и 25), а также въ накладкахъ напряженіе и давленіе въ нихъ (столбцы 26 и 27). Наконецъ, въ столбцахъ отъ 28 до 34 обозначены; стоимость пути, напряженіе рельсовъ, шпалъ и накладокъ, прогибы рельсовъ и шпалъ и давленіе на накладки; причемъ всѣ эти величины отнесены на единицу, за которую принята помѣщенная въ графѣ № 2 система верхняго строенія № 6^d на прусскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогахъ при 15-ти шпалахъ подъ рельсомъ длиною 12 m. Напряженіе желѣзныхъ шпалъ, которое не можетъ быть непосредственно сравниваемо съ напряженіемъ деревянныхъ шпалъ, отнесено для сравненія къ указанной въ графѣ № 21 системѣ прусскаго верхняго строенія съ желѣзными шпалами (№ 6^d).

Далѣе на чертежѣ 175 приведены произведенія стоимости на напряженіе и стоимости на прогибъ, отнесенныхъ къ прусскому верхнему строенію, т.-е. приведены произведенія чиселъ изъ столбцовъ 28 и 29, 28 и 30, 28 и 31 и т. д. Поэтому соотвѣтственныя линіи показываютъ утилизацію расходовъ въ зависимости отъ напряженія, прогиба и пр., отнесенныя къ упомянутому прусскому верхнему строенію. На чертежѣ 176 изображено качественное сравненіе рельсовъ, а на чертежѣ 177—размѣръ стоимости отдѣльно для рельсовъ, скрѣпленій и рельсовыхъ опоръ.

Скрѣпленія замѣтнымъ образомъ обусловливаютъ величину общихъ расходовъ. Напр., пути безъ подкладокъ (№№ 12, 15 и 16) значительно дешевле, чѣмъ пути съ подкладками, вслѣдствіе этого утилизація расходовъ при такихъ верхнихъ строеніяхъ оказывается весьма выгодной, но при отсутствіи подкладокъ рельсовая опора настолько сжимается и даже разрушается, что динамическое вліяніе подвижного груза выступаетъ въ усиленномъ размѣрѣ, вызывая напряженія въ шпалахъ, далеко превосходящія разсчетныя предположенія. Въ самомъ дѣлѣ, для сравниваемыхъ верхнихъ строеній на главныхъ путяхъ давленіе рельсовъ колеблется для коэф. вдавливанія балласта $c=3$ между 3580 kg и 3700 kg; для $c=8$ между 3730 kg и 4520 kg. Но при давленіи въ 10 кил. на кв. см. дубовая шпала сжимается на 1 mm., поэтому при поверхности давленія отъ 200 до 250 qcm такая шпала подвергается сдавливанію отъ 1,5 до 2 mm., которое при частомъ повтореніи можетъ остаться постояннымъ и вызвать разрушеніе дерева.

Далѣе, устройство стыковъ вліяетъ на стоимость въ тѣмъ большей степени, чѣмъ короче рельсы. Такъ напр., если бы путь французской Восточной и Сѣверной желѣзныхъ дорогъ былъ снабженъ подкладками и въ стыкахъ, по образцу жел. дор. Парижъ-Ліонъ-Средиземное море, то стоимость, представленная на черт. 175 и 177, достигла бы высоты, отмѣченной линіями —o—o—o—.

---

[1]) Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues. Берлинъ 1888.

Таблица XII

Сравнительныя свѣдѣнія о размѣрахъ, прочности и стоимости различныхъ системъ верхняго строенія на поперечинахъ

№	Наименованіе желѣзныхъ дорогъ, обозначеніе рельсовъ и т. д.	Рельсы: Вѣсъ	Рельсы: Моментъ инерціи J	Рельсы: Длина	Шпалы: Число	Шпалы: Размѣры	Шпалы: Разстояніе наибольшее	Шпалы: Разстояніе въ стыкѣ	Накладки: Длина	Накладки: Вѣсъ одной пары	Накладки: Моментъ инерціи одной пары i	Накладки: Отношеніе J/i	Вѣсъ пути: Всего	Вѣсъ пути въ %: рельсовыя опоры	Вѣсъ пути въ %: скрѣпленія	Вѣсъ пути въ %: рельсы
		kg/m	cm⁴	m		cm	mm		m	kg	cm⁴		kg/m	%	%	%
1. Путь на деревянныхъ шпалахъ для главныхъ																
а) Рельсы съ широкою																
1	Прусскія каз. жел. д. 6b 1885 г.	33,4	1036,6	9	10	250. 26. 16	927	667	i 830 / 600 a	29,72	839,6	1,23	179,7	54,5	8,3	37,2
2	Прусскія каз. жел. д. 6d 1885/94 г.	33,4	1036,6	12	15	270. 26. 16	850	530	690	27,53	839,6	1,23	205,5	58,4	9,1	32,5
3	Прусскія каз. жел. д. 6d 1885/94 г.	33,4	1036,6	12	16	270. 26. 16	785	530	690	27,53	839,6	1,23	214,4	59,7	9,2	31,1
4	Прусскія каз. жел. д. 8a 1890/94 г.	41	1352	12	15	270. 26. 16	850	560	720	37,22	1206,6	1,12	223,2	53,8	9,5	36,7
5	Прусскія каз. жел. д. 8a 1890/94 г.	41	1352	12	16	270. 26. 16	785	560	720	37,22	1206,6	1,12	232,2	55,1	9,6	35,3
6	Правит. ж. д. въ Эльзасъ-Лотар. 1893 г.	37,8	1092	9	12	270. 26. 16	800	600	880	36,4	980	1,11	228,3	56,1	10,8	33,1
7	Баварскія каз. жел. дор. 1892 г.	34,87	1071,7	9	12	250. 26. 16	816	500	i 700 / 550 a	22,34	434	2,47	201,7	55,5	9,9	34,6
8	Саксонскія каз. жел. дор. 1890 г.	45,71	1700	10	13	250. 26. 16	825	540	900	34,31	410,5	4,14	235,4	50,1	9,8	40,1
9	Австрійскія каз. жел. дор.	35,3	920	10	13	240. $\frac{15}{25}$. 15	800	500	550	—	—	—	163,0	49,1	8,0	42,9
10	Сѣв. жел. д. Имп. Фердинанда (болѣе старая констр.) 1886 г.	35,34	951,4	9	11	240. $\frac{16}{31}$. 16	860	474	i 550 / 553 a	15,95	—	—	181,6	53,9	7,2	38,9
11	Сѣв. жел. д. Имп. Фердинанда (болѣе нов. констр.) 1886/94 г.	35,34	951,4	9	12	270. 26. 16	780	474	730	25,75	483	1,97	215,3	59,5	7,7	32,8
12	Голландскія жел. д. 1891 г.	47	1488	12,25	14	260. 26. 14	910	620	830	33,8	—	—	194,0	47,1	4,4	48,5
13	Бельгійскія каз. жел. дор. 1886 г.	52	1707	9	12	260. 28. 14	800	600	730	43	598	2,86	217,4	44,2	0,8	47,8

18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Стоимость пути	Коэффициентъ вдавливанія балласта.	Рельсы		Шпалы				Накладки		Сравненіе							Коэффициентъ вдавливанія балласта.	Примѣчанія
		Напряженіе	Протибъ	Напряженіе	Прогибъ	Разница прогибовъ		Напряженіе	Давленіе	Расходы	Рельсовъ		Шпалъ		Накладокъ			
											напряженіе	протибъ	напряженіе	протибъ	напряженіе	давленіе		
				Въ точкѣ приложенія груза		Средина — / Конецъ +				съ прусскимъ верхнимъ строеніемъ 6d, см. № 2 настоящей таблицы.								
M	**] kg qcm	kg qcm	mm	kg/qcm	mm	противъ точки прилож. груза mm		kg qcm	kg								**] kg qcm	**] При 1 сант. погруженія шпалъ
желѣзныхъ дорогъ съ давленіемъ колеса въ 7 тоннъ.																		
подошвою (Виньоля).																		
17,78	3	1306	4,11	34,3	4,07	0,68	+0,18	1557 / 1641	4232 / 6169	0,89	1,03	1,13	0,84	1,10	1,05 / 1,10	0,86 / 1,26	3	Внутр. накл. / Наруж. накл.
	8	1053	2,02	44,8	2,04	0,62	−0,01	1187 / 1291	3226 / 4825		1,07	1,08	0,91	1,12	0,98 / 1,06	0,81 / 1,21	8	Внутр. накл. / Наруж. накл.
19,90	3	1236	3,64	40,8	3,70	0,40	−0,38	1479	4836	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3	
	8	985	1,88	49,0	1,81	0,41	−0,45	1215	3973		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	8	
20,59	3	1212	3,40	40,5	3,67	0,40	−0,38	1473	4816	1,03	0,98	0,93	0,99	0,93	1,00	1,00	3	
	8	963	1,74	45,5	1,68	0,39	−0,42	1211	3960		0,98	0,93	0,93	0,99	1,00	1,02	8	
22,25	3	1053	3,36	40,4	3,67	0,40	−0,38	1147	4913	1,12	0,85	0,92	0,99	0,99	0,78	1,02	3	
	8	838	1,71	44,4	1,64	0,38	−0,41	976	4181		0,85	0,91	0,91	0,91	0,80	1,05	8	
22,95	3	1027	3,14	39,8	3,61	0,39	−0,37	1149	4920	1,15	0,83	0,86	0,98	0,98	0,78	1,02	3	
	8	820	1,60	42,8	1,58	0,37	−0,40	979	4195		0,83	0,85	0,87	0,87	0,81	1,06	8	
22,50	3	1151	3,43	40,5	3,67	0,40	−0,38	1164	4047	1,13	0,93	0,94	0,99	0,99	0,79	0,84	3	
	8	916	1,74	45,5	1,68	0,39	−0,42	924	3213		0,93	0,93	0,93	0,93	0,76	0,81	8	
19,90	3	1240	3,70	33,3	3,95	0,66	+0,17	1968 / 2024	4261 / 5578	1,00	1,00	1,02	0,82	1,07	1,33 / 1,37	0,88 / 1,15	3	Внутр. накл. / Наруж. накл.
	8	986	1,86	39,5	1,80	0,55	−0,01	1539 / 1581	3333 / 4358		1,00	0,99	0,81	0,99	1,27 / 1,30	0,84 / 1,10	8	Внутр. накл. / Наруж. накл.
24,33	3	928	3,24	32,5	3,86	0,64	+0,17	2189	3356	1,22	0,75	0,89	0,80	1,04	1,48	0,69	3	
	8	757	1,67	36,2	1,65	0,50	−0,01	1582	2425		0,77	0,89	0,74	0,91	1,30	0,61	8	
16,62	3	1346	3,81	51,7	4,35	0,98	+0,45	—	—	0,83	1,09	1,05	1,45	1,18	—	—	3	Наибольшее напр. шпалы получ. для С—3 не въ точкѣ прилож. груза, а въ сред. п сост. 59,2 и 45 kg/qcm. Числа въ графѣ 31 приведены сообразно съ наибол. напряж.
	8	1080	2,09	62,1	1,96	0,75	+0,14	—	—		1,10	1,11	1,27	1,10	—	—	8	
18,01	3	1268	3,65	40,2	3,64	0,92	+0,34	—	—	0,91	1,03	1,00	1,10	0,98	—	—	3	
	8	1022	1,86	53,1	1,81	0,72	+0,12	—	—		1,04	0,99	1,08	1,00	—	—	8	
20,64	3	1246	3,47	40,6	3,68	0,40	−0,38	1745 / 1957	4087	1,04	1,01	0,95	1,00	0,99	1,18 / 1,32	0,85	3	Внутр. накл. / Наруж. накл.
	8	983	1,74	46,3	1,71	0,39	−0,43	1313 / 1472	3075		1,00	0,93	0,94	0,94	1,08 / 1,21	0,77	8	Внутр. накл. / Наруж. накл.
19,91	3	1031	3,61	52,4	3,87	0,70	−0,19	—	—	1,00	0,83	0,99	1,28	1,05	—	—	3	
	8	831	1,87	59,3	1,81	0,62	−0,38	—	—		0,84	1,00	1,21	1,00	—	—	8	
22,85	3	896	3,10	85,0	3,66	−0,96	−0,43	1913	4770	1,15	0,72	0,85	2,08	0,99	1,29	0,99	3	
	8	748	1,67	86,0	1,66	0,82	−0,65	1519	3786		0,76	0,89	1,76	0,92	1,25	0,95	8	

Таблица XII

Сравнительныя свѣдѣнія о размѣрахъ, прочности и стоимости различныхъ системъ верхняго строенія на поперечинахъ

№ №	Наименованіе желѣзныхъ дорогъ, обозначеніе рельсовъ и т. д.	Рельсы: Вѣсъ	Рельсы: Моментъ инерціи J	Рельсы: Длина	Шпалы: Число	Шпалы: Размѣры	Шпалы: Разстояніе наибольшее	Шпалы: Разстояніе въ стыкѣ	Накладки: Длина	Накладки: Вѣсъ одной пары	Накладки: Моментъ инерціи i	Отношеніе J/i	Вѣсъ пути: Всего	Въ %: рельсовыя опоры	Въ %: скрѣпленія	Въ %: рельсы
		kg/m	cm⁴	m		cm	mm		m	kg	cm⁴		kg/m	%	%	%
	1. Путь на деревянныхъ шпалахъ для главныхъ															
	a) Рельсы съ шир															
14	Париж.-Ліон.-Средиз. жел. дор. 1889 г. .	47	1585	12	15	275. 20. 15	850	540	800	40	—	—	204,2	45,3	8,1	46,6
15	Французская восточ. жел. дор. 1889 г. .	44,2	1476	12	16	250. 24. 15	780	650	780	—	—	—	203,9	52,3	4,3	43,4
16	Французская сѣверн. жел. дор. 1888 г. .	43,2	1466	12	14	250. 25. 15	869	700	650	25,6	—	—	191,5	51,2	3,7	45,1
	b) Рельсы на стульяхъ															
17	Баденская казенная жел. дор. 1893 г. .	42,5	1357	12	16	270. 25. 15	800	650	460	19,7	656	2,07	274,4	43,7	25,3	31,0
18	Англійская Midland жел. дор. . . .	42,2	1245	9,144	11	272.25,4.12,7	914,4	660	457	21,0	782	1,59	242,1	38,7	26,4	34,9
19	Французская западн. жел. дор. 1889 г. .	44,0	1264	12	18	265.22,5.14	748	600	—	34,0	—	—	252,5	44,5	20,6	34,9
	2. Путь на желѣзныхъ шпалахъ для главныхъ															
20	Прусскія казен. жел. дор. 6ᵇ 1885 г.. .	33,4	1036,6	9	10	дл. вѣсъ 250.54,2 kg	927	667	i 830 / 600 a	29,72	839,6	1,23	139,6	43,1	9,1	47,8
21	Прусскія казен. жел. дор. 6ᵈ 1885/94 г. .	33,4	1036,6	12	15	270.58,3 „	850	530	690	27,53	839,6	1,23	151,2	48,2	7,7	44,1
22	Прусскія казен. жел. дор. 6ᵈ 1885/94 г. .	33,4	1036,6	12	16	270.58,3 „	785	530	690	27,53	839,6	1,23	156,5	49,7	7,7	42,6
23	Прусскія казен. жел. дор. 8ᵃ 1890/94 г. .	41	1352	12	15	270.58,3 „	850	560	720	37,22	1206,6	1,12	169,7	42,9	8,8	43,3
24	Прусскія казен. жел. дор. 8ᵃ 1890/94 г. .	41	1352	12	16	270.58,3 „	785	560	720	37,22	1206,6	1,12	175,1	44,4	8,8	46,8
25	Правительствен. жел. дор. въ Эльзасъ-Лотарингіи, 1893 г. .	37,8	1092	9	12	270.75 „	800	600	880	36,4	980	1,11	193,3	51,8	9,1	39,1
26	Баварскія казен. жел. дор. 1892 г.. . .	34,87	1071,7	9	12	240.63 „	816	500	i 700 / 550 a	22,34	434	2,47	168,3	49,9	8,7	41,4

18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Стоимость пути	Коэффиціентъ вдавливанія балласта	Рельсы		Шпалы				Накладки		Сравненіе							Коэффиціентъ вдавливанія балласта.	Примѣчанія.
		Напряженіе	Прогибъ	Напряженіе	Прогибъ	Разница прогибовъ		Напряженіе	Давленіе	Расходы	Рельсовъ		Шпалъ		Накладокъ			
				Въ точкѣ приложенія груза		Средина —	Конецъ +				напряженіе	прогибъ	напряженіе	прогибъ	напряженіе	давленіе		
						противъ точки прилож. груза				съ прусскимъ верхнимъ строеніемъ 6[d], см. № 2 таблицы на стр. 136.								
M	[**] kg qcm	kg qcm	mm	kg/qcm	mm	mm		kg qcm	kg								[**] kg qcm	[**] При 1 сант. погруженія шпалъ.

желѣзныхъ дорогъ съ давленіемъ колеса въ 7 тоннъ.

подошвою (Виньоля).

21,26	3	987	3,90	64,7	4,61	0,50	—0,77	—	—	1,07	0,80	1,07	1,59	1,24	—	—	3	
	8	801	2,00	66,0	1,99	0,50	—0,69	—	—		0,81	1,07	1,35	1,10	—	—	8	
20,28	3	1040	3,50	43,3	4,22	0,79	+0,16	—	—	1,02	0,84	0,96	1,06	1,14	—	—	3	
	8	842	1,76	46,4	1,76	0,59	—0,06	—	—		0,85	0,94	0,95	0,97	—	—	8	
19,16	3	1081	3,64	43,3	4,13	0,79	+0,15	—	—	0,96	0,87	1,00	1,06	1,11	—	—	3	
	8	871	1,88	49,0	1,81	0,61	—0,04	—	—		0,88	1,00	1,00	1,00	—	—	8	

(съ двойной головкой).

29,86	3	1159	3,27	50,5	3,79	0,46	—0,46	2185	7979	1,50	0,94	0,90	1,24	1,02	1,48	1,65	3	
	8	945	1,73	53,1	1,66	0,44	—0,49	1759	6423		0,96	0,92	1,08	0,92	1,45	1,62	8	
27,13	3	1276	3,71	71,5	3,93	0,69	—0,84	1755	8138	1,36	1,03	1,02	1,75	1,02	1,19	1,78	3	
	8	1061	2,05	80,9	2,00	0,76	—0,94	1492	6919		1,08	1,09	1,65	0,92	1,23	1,74	8	
27,12	3	1212	3,50	45,1	4,27	0,67	—0,40	--	—	1,36	0,98	0,96	1,11	1,15	—	—	3	
	8	989	1,80	46,2	1,85	0,62	—0,53	—	--		1,00	0,96	0,94	1,02	—	—	8	

желѣзныхъ дорогъ съ давленіемъ колеса въ 7 тоннъ.

18,68	3	1359	4,88	1416	4,85	1,61	—0,15	1645	4472	0,94	1,10	1,34	0,88	1,31	1,11	0,92	3	Внутр. накл.
								1723	6477						1,16	1,34		Наруж. накл.
	8	1087	2,33	1636	2,44	1,38	—0,68	1296	3522		1,10	1,24	0,99	1,34	1,07	0,89	8	Внутр. накл.
								1395	5244						1,15	1,32		Наруж. накл.
19,97	3	1304	4,23	1603	4,49	1,16	—1,27	1528	4997	1,00	1,05	1,16	1,00	1,21	1,03	1,03	3	
	8	1063	2,33	1660	2,22	1,17	—1,32	1311	4287		1,08	1,24	1,00	1,23	1,08	1,08	8	
20,66	3	1270	3,93	1582	4,43	1,15	—1,25	1522	4977	1,04	1,03	1,08	0,99	1,20	1,03	1,03	3	
	8	1042	2,22	1559	2,11	1,11	—1,26	1306	4271		1,06	1,18	0,95	1,17	1,07	1,07	8	
22,68	3	1106	3,89	1579	4,42	1,14	—1,25	1177	5040	1,14	0,89	1,07	0,99	1,19	0,80	1,04	3	
	8	906	2,18	1554	2,08	1,09	—1,24	1041	4459		0,92	1,16	0,94	1,15	0,86	1,12	8	
23,38	3	1076	3,67	1568	4,39	1,13	—1,24	1178	5047	1,17	0,87	1,01	0,98	1,19	0,80	1,04	3	
	8	888	2,05	1506	2,01	1,05	—1,20	1044	4470		0,90	1,09	0,91	1,11	0,86	1,12	8	
25,71	3	1161	3,54	864	3,71	0,58	—0,59	1179	4099	1,29	0,94	0,97	0,54	1,00	0,80	0,85	3	
	8	933	1,91	908	1,69	0,57	—0,65	922	3206		0,95	1,02	0,55	0,93	0,76	0,81	8	
22,35	3	1267	4,01	1196	4,46	1,27	+0,03	2026	4387	1,12	1,02	1,10	0,75	1,20	1,37	0,91	3	Внутр. накл.
								2080	5733						1,41	1,19	8	Наруж. накл.
	8	1031	2,41	1333	2,05	0,99	—0,36	1602	3470		1,05	1,14	0,80	1,13	1,32	0,87	3	Внутр. накл.
								1672	4609						1,38	1,16	8	Наруж. накл.

Таблица XII

Сравнительныя свѣдѣнія о размѣрахъ, прочности и стоимости различныхъ системъ верхняго строенія на поперечинахъ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Рельсы			Шпалы				Накладки				Вѣсъ пути			
№№	Наименованіе желѣзныхъ дорогъ, обозначеніе рельсовъ и т. п.	Вѣсъ	Моментъ инерціи J	Длина	Число	Размѣры	Разстояніе наибольшее	Разстояніе въ стыкѣ	Длина	Вѣсъ одной пары	Моментъ инерціи одной пары i	Отношеніе J/i	Всего	въ % рельсовыя опоры	въ % скрѣпленія	въ % рельсы
		kg/m	cm⁴	m		cm	mm		m	kg	cm⁴		kg/m	%	%	%
	2. Путь на желѣзныхъ шпалахъ для главныхъ															
27	Баденская каз. жел. дор. 1891 г.. . .	36,2	1002	12	17	дл. вѣсъ 225.53,5 kg	—	540	700	28,18	1434	0,70	161,6	46,9	8,3	44,8
28	Баденская каз. жел. дор. 1893 г.. . .	44	1485	12	17	240.70 „	—	540	700	30,46	1631	0,91	201,1	49,3	6,9	43,8
29	Австрійскія каз. жел. дор.	35,3	920	10	13	240.71,5 „	800	500	550	—	—	—	177,8	52,3	8,3	39,4
30	Готтардская желѣзн. дор.	46	1635	12	17	250.66 „	—	340	600	27,20	1960	0,83	195,6	47,8	5,2	47,0
	3. Путь на деревянных шпалахъ															
31	Прусскія каз. жел. д. 10ᵃ, 1894 г. . .	31,16	917,1	12	13	250. 26. 16	1000	530	690	23,55	377,8	2,43	165,0	57,6	4,7	37,7
32	Прусскія каз. жел. д. 10ᵃ, 1894 г. . .	31,16	917,1	12	14	250. 26. 16	920	530	690	23,55	377,8	2,43	173,1	59,5	4,5	36,0
33	Пфальцская жел. дор.	24,98	466,5	8	9	230. $\frac{15}{20}$. 15	950	530	400	8,44	160,3	2,91	112,9	50,8	4,9	44,3
	4. Путь на желѣзныхъ шпалахъ															
34	Прусскія каз. жел. д. 10ᵃ 1894 г. для давл. колеса въ 7 тоннъ.	31,16	917,1	12	13	дл. вѣсъ 250.54,2 kg	1000	530	690	23,55	377,8	2,43	131,1	44,8	7,7	47,5
35	Прусскія каз. жел. д. 10ᵃ 1894 г. для давл. колеса въ 7 тоннъ.	31,16	917,1	12	14	250.54,2 „	920	530	690	23,55	377,8	2,43	136,1	46,5	7,7	45,8
36	Баварская каз. жел. д. для давл. колеса въ 5 тоннъ	21,96	475	9	11	250.39,47 „	900	496	i 630 / 450 a	12,86	182	2,61	97,16	49,7	5,1	45,2

[1]) Числа графы 31-ой относятся исключительно къ путямъ на деревянныхъ шпалахъ прусскаго верхняго съ желѣзными шпалами (№ 21 таблицы).

18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Стоимость пути	Коэффициентъ вдавливанія балласта	Рельсы		Шпалы				Накладки		Сравненіе							Коэффициентъ вдавливанія балласта.	Примѣчанія
		Напряженіе	Прогибъ	Напряженіе	Прогибъ	Разница прогибовъ		Напряженіе	Давленіе	Расходы	Рельсовъ		Шпалъ		Накладокъ			
				Въ точкѣ приложенія груза		Средина —	Конецъ +				напряженіе	прогибъ	напряженіе	прогибъ	напряженіе	давленіе		
						противъ точки прилож. груза				съ прусскимъ верхнимъ строеніемъ 6а, см. № 2 таблицы на стр. 136.								
M	**) kg/qcm	kg/qcm	mm	kg/qcm	mm	mm		kg/qcm	kg								**) kg/qcm	**) При 1 сант. погруженія шпалъ.

желѣзныхъ дорогъ съ давленіемъ колеса въ 7 тоннъ.

21,46	3	1336	4,61	1146	5,19	2,43	+1,10	1084	5142	1,08	1,08	1,27	0,86	1,40	0,73	1,06	3	Наибольшее напр. шпалъ получается при C=3 и въ точ. прилож. груза, а по срединѣ и сост. для № 27: 843, для № 29: 1066 kg/qcm. Числа графы 31-й относ. къ случаю этого наибольшаго напряженія.
	8	1081	2,36	1332	2,37	1,63	+0,28	964	4570		1,10	1,26	0,80	1,31	0,79	1,15	8	
26,40	3	1032	3,73	779	4,35	1,12	+0,42	1007	5197	1,33	0,83	1,02	0,53	1,18	0,68	1,07	3	
	8	847	1,94	878	1,86	0,82	+0,09	905	4669		0,86	1,03	0,53	1,03	0,74	1,18	8	
23,52	3	1336	3,97	820	4,29	1,18	+0,43	—	—	1,18	1,08	1,09	0,67	1,16	—	—	3	
	8	1069	2,05	990	1,99	0,91	+0,07	—	—		1,08	1,09	0,60	1,08	—	—	8	
25,41	3	951	3,44	969	4,36	1,20	+0,04	693	5037	1,28	0,77	0,94	0,60	1,18	0,47	1,05	3	
	8	785	1,78	1021	1,91	0,89	−0,30	636	4619		0,80	0,95	0,61	1,05	0,52	1,16	8	

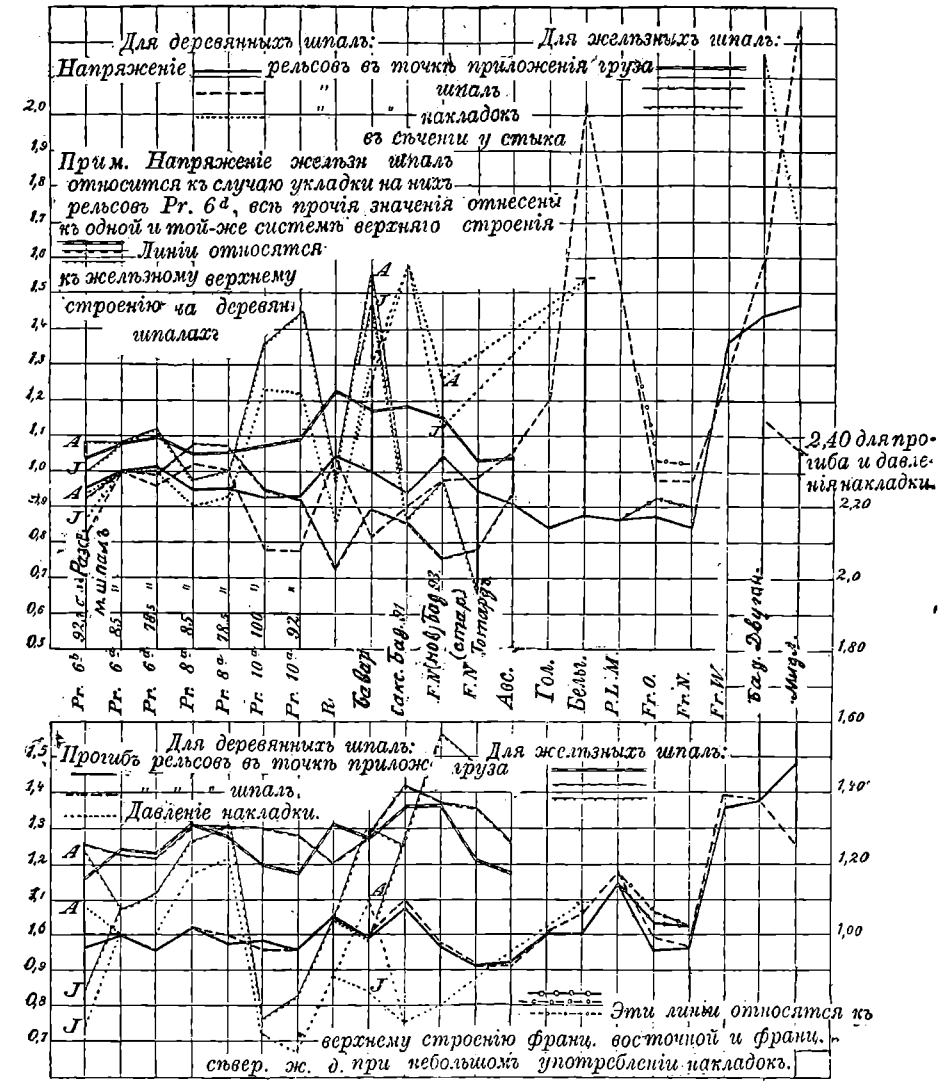
для подъѣздныхъ путей.

15,90	3	1417	4,52	36,3	4,31	0,72	+0,19	2506	4620	0,80	1,15	1,24	0,89	1,16	1,73	0,96	3	
	8	1144	2,31	48,0	2,18	0,66	−0,02	1938	3573		1,16	1,23	0,98	1,20	1,59	0,90	8	
16,48	3	1378	4,22	34,9	4,15	0,69	+0,18	2322	4280	0,83	1,11	1,16	0,86	1,12	1,57	0,88	3	
	8	1113	2,16	45,8	2,08	0,63	−0,01	1757	3238		1,13	1,15	0,93	1,15	1,45	0,81	8	
11,35	3	2090	6,80	56,0	6,66	2,22	+1,32	4071	6534	0,57	1,69	1,87	2,05	1,80	2,75	1,35	3	Наибольшее напр. шпалъ 84 kg/qcm для C=3 получ. по срединѣ. Число въ графѣ 31-й отн. къ случаю этого наибол. напряж.
	8	1700	3,59	77,0	3,38	1,59	+0,56	3024	4854		1,73	1,91	1,57	1,87	2,49	1,22	8	

для подъѣздныхъ путей.

17,37	3	1493	5,30	1469	4,98	1,65	−0,16	2447	4511	0,87	1,21	1,45	0,92	1,35	1,65	0,93	3	
	8	1189	2,64	1814	2,70	1,53	−0,75	1896	3496		1,23	1,38	1,09	1,49	1,56	0,88	8	
18,01	3	1467	4,92	1427	4,84	1,60	−0,15	2182	4023	0,91	1,19	1,35	0,89	1,31	1,48	0,83	3	
	8	1164	2,49	1701	2,50	1,41	−0,68	1933	3564		1,20	1,30	1,02	1,40	1,59	0,90	8	
12,65	3	1560	5,27	2342	4,24	2,45	−0,90	2626 2713	3092 4473	0,64	1,26	1,45	1,46	1,12	1,78 1,83	0,64 0,92	3	Внутр. накл. Наруж. накл.
	8	1280	2,79	2664	1,35	2,05	−0,42	2014 2114	2373 3487		1,30	1,48	1,61	1,25	1,66 1,74	0,60 0,88	8	Внутр. накл. Наруж. накл.

строенія 6а (№ 2 таблицы), для путей съ желѣзными шпалами числа относятся къ этому-же верхнему строенію



Чер. 175. Графикъ утилизаціи стоимости верхняго строенія различныхъ системъ въ отношеніи напряженія и прогиба отдѣльныхъ частей пути по сравненію съ прусскимъ строеніемъ 6d.

Чер. 176. Качественное сравненіе рельсовъ.

Чер. 177. Изображеніе стоимости пути и отдѣльныхъ его частей.

На дорогахъ съ приблизительно равнымъ вѣсомъ пути стоимость его тѣмъ болѣе, чѣмъ большая часть общаго вѣса падаетъ на рельсы (сравни № 2 и 7 съ № 12 и 14 до 16, № 3 и 11 съ № 13 и т. д.). Это обстоятельство тѣмъ рѣзче выступаетъ, чѣмъ цѣны шпалъ фактически ниже и чѣмъ легче возможно достигнуть укрѣпленія рельсовъ на деревянныхъ шпалахъ въ смыслѣ улучшенія пути, замѣняя дубовыя шпалы шпалами изъ мягкаго дерева. Въ западной Европѣ, въ противуположность средней и восточной, господствуютъ въ общемъ высокія цѣны на деревянныя шпалы и низкія на желѣзныя, поэтому ясно, почему въ средней и восточной Европѣ преобладаетъ прочная деревянная шпала, а въ западной Европѣ—прочный рельсъ. Этому же самому обстоятельству слѣдуетъ приписать и то, что въ западной Германіи желѣзная шпала все болѣе и болѣе вытѣсняетъ деревянную.

Стоимость содержанія пути обусловливается также существенно степенью сопротивленія его дѣйствію нагрузки подвижного состава, ибо отъ этого зависитъ, какъ частое повтореніе ремонтныхъ работъ, такъ и продолжительность службы пути до его возобновленія. Въ этомъ отношеніи прочная рельсовая опора, при равныхъ прочихъ условіяхъ, цѣлесообразнѣе, нежели прочный рельсъ; это ясно видно изъ таблицы XII и изъ чертежей отъ 175 до 177 [1]).

Во всякомъ случаѣ, степень напряженія рельсовъ и возможно выгодная утилизація расходовъ по устройству пути, относящихся къ единицѣ напряженія, зависятъ преимущественно отъ прочнаго и хорошо приспособленнаго рельса, какъ это видно изъ сравненія чертежей 175 и 176. Но при прогибѣ рельса это отношеніе уже другое. Такъ, увеличеніе числа шпалъ на прусскомъ верхнемъ строеніи 6^d съ 15 (№ 2) до 16 (№ 3) требуетъ увеличенія расходовъ на 3%, а усиленіе рельсовъ въ верхнемъ строеніи 8^a (№ 4) требуетъ увеличенія расходовъ на 12%, при этомъ напряженіе рельсовъ уменьшается въ первомъ случаѣ на 2% и во второмъ на 15%, прогибъ же въ точкѣ приложенія груза, напротивъ, уменьшается на 7% и на 8% и соотвѣтственно 9%, смотря по коеффиціенту вдавливанія балласта. Поэтому при увеличеніи числа шпалъ возрастаніе расходовъ на единицу напряженія рельсовъ утилизируется менѣе выгодно, чѣмъ при усиленіи рельсовъ, а возрастаніе расходовъ на единицу прогиба, наоборотъ, утилизируется въ первомъ случаѣ полнѣе, чѣмъ при усиленіи рельсовъ. Подобные результаты представляютъ и другія сравненія, такъ, № 1 съ № 2 и № 4, № 2 до № 5 съ № 13 и т. д. Упомянутое обстоятельство лучше выясняется при хорошомъ балластѣ, чѣмъ при плохомъ.

Еще опредѣленнѣе выступаетъ превосходство прочныхъ рельсовыхъ опоръ при сравненіи прогиба шпалъ въ точкѣ приложенія груза и разницы прогибовъ (столбцы отъ 23 до 25); въ особенности сказывается не слишкомъ большая длина коротких шпалъ, даже при прочныхъ рельсахъ (сравни № 2 съ 7, № 2 до 6 съ № 8, 15, 16, № 25 съ № 26 до 30.

Динамическія дѣйствія, вліяющія неравномѣрно на оба рельса пути, тѣмъ болѣе, чѣмъ больше прогибы въ точкѣ приложенія груза и въ концѣ шпалы, равно какъ чѣмъ болѣе разница прогибовъ по срединѣ и въ концѣ шпалы. Поэтому сильные прогибы пути и неодинаковость прогибовъ вообще болѣе невыгодны для

[1]) Organ. 1896 г., стр. 133, 157 и 171.

надежной устойчивости и продолжительной службы пути, чѣмъ высокое, но не превышающее допускаемаго предѣла, напряженіе рельсовъ. Напряженіе деревянныхъ шпалъ остается въ умѣренныхъ предѣлахъ, напряженіе же желѣзныхъ шпалъ, напротивъ, отчасти достигаетъ такой величины, которая указываетъ на необходимость дальнѣйшаго усиленія этихъ шпалъ.

На сопротивленіе накладокъ также благопріятно вліяютъ прочныя рельсовыя опоры съ малымъ промежуткомъ между стыковыми шпалами; особенно благопріятно отражаются длинныя крѣпкія шпалы; усиленіе же рельса не имѣетъ въ этомъ отношеніи самостоятельнаго значенія. Давленіе на накладки, представляющее удобную мѣру для сужденія объ изнашиваемости опорной поверхности ихъ, сильно уменьшается при большой длинѣ накладокъ; хорошо вліяетъ также большое отношеніе J/i; т.-е., примѣненіе какъ бы сравнительно слабыхъ накладокъ, но такъ какъ при такихъ накладкахъ возрастаетъ и безъ того ужъ очень высокое напряженіе ихъ, вліяніе же отношенія J/i на давленіе накладки незначительно, то правильнѣе примѣнять сильныя накладки.

Сравненіе прусскихъ верхнихъ строеній 6^b и 6^d(№ 1 и № 2, № 20 и 21) очень рельефно доказываетъ благопріятное вліяніе длинныхъ накладокъ. Длинныя внутреннія накладки перваго строенія, несмотря на болѣе слабыя рельсовыя опоры и большіе промежутки между стыковыми шпалами, подвергаются менѣе значительному давленію, чѣмъ накладки верхняго строенія 6^d.

Всѣ сопоставляемыя числа показываютъ, что улучшеніе балласта умѣряетъ напряженіе рельсовъ и накладокъ, давленіе на накладки и прогибы болѣе совершеннымъ образомъ, чѣмъ другія мѣропріятія. Если рѣчь идетъ объ усиленіи пути, болѣе не удовлетворяющаго уже потребностямъ движенія, то на первомъ планѣ, наряду съ усиленіемъ стыка, необходимо улучшеніе балласта, затѣмъ усиленіе рельсовыхъ опоръ и только на послѣднемъ—планѣ усиленіе рельсовъ.

Съ точки зрѣнія стоимости пути, въ мѣстностяхъ съ высокими цѣнами на шпалы, можетъ оказаться болѣе цѣлесообразнымъ усилить исключительно рельсы, но едва ли это выгодно въ смыслѣ продолжительности службы пути. Ни въ какомъ случаѣ нельзя примѣнять короткихъ шпалъ съ цѣлью сбереженія расходовъ на рельсовыя опоры; длина въ 2,5 m. для главныхъ желѣзныхъ дорогъ составляетъ самый крайній предѣлъ, до котораго можно уменьшить длину шпалъ.

Верхнее строеніе съ рельсами на стульяхъ уступаетъ верхнему строенію съ рельсами на широкихъ подошвахъ, какъ въ смыслѣ обезпеченія устойчивости, такъ и съ экономической точки зрѣнія; это объясняется формой рельсовъ, которая обусловливаетъ дорогія скрѣпленія и не вполнѣ удовлетворительное устройство стыковъ.

---

c) Верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ.

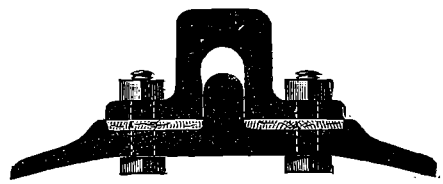
1. Введеніе.

Деревянные продольные лежни, которые были широко распространены въ началѣ сооруженія желѣзныхъ дорогъ, вышли изъ употребленія, за исключеніемъ верхнихъ строеній желѣзныхъ мостовъ; преимущество отдано исключительно продольнымъ лежнямъ изъ желѣза. Съ тѣхъ поръ, какъ развилось большое произ-

водство литого желѣза, продольные лежни не изготовляются болѣе изъ сварочнаго желѣза, а только изъ литого.

Самые старые разносторонніе опыты надъ желѣзными продольными лежнями были произведены съ 1852 года на линіяхъ теперешней англійской Великой западной жел. дор. съ ребристымъ лежнемъ Макдоннелля [1]) (черт. 178), причемъ ребро было обращено кверху и входило въ желобъ мостового рельса. Такъ какъ верхнее строеніе оказалось не вполнѣ жесткимъ, то ребро лежня въ 1860 г. было повернуто внизъ (черт. 179), рельсовый стыкъ поддерживался накладками ⊥ вида (черт. 180), а лежневой стыкъ былъ также перекрытъ двумя желѣзными уголками, которые прикрѣплялись къ верхней поверхности и ребру лежня. Хотя такого рода верхнее строеніе долго существовало въ Англіи, но оно было, однако, въ 80-хъ годахъ устранено съ главныхъ путей, ибо содержаніе, выправленіе и удержаніе уровня пути были слишкомъ затруднительны.

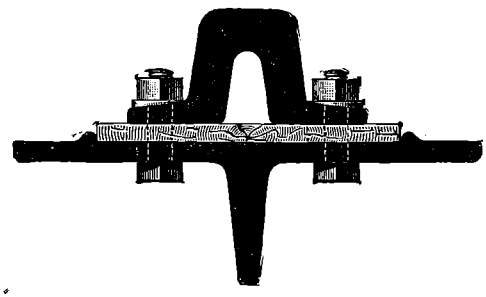
Чер. 178.



Масштабъ 1:5.
Ребристый лежень Макдоннелля.

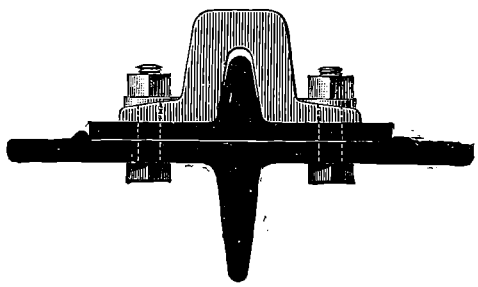
Также верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ, введенное Шеффером̀ъ на Брауншвейгской дорогѣ въ 1861 году, могло столь же мало упрочиться, несмотря на усовершенствованія самого изобрѣтателя, сдѣланныя на Ганноверской казенной дорогѣ и усовершенствованія, введенныя Даэленомъ, какъ и верхнія строенія, проектированныя одновременно Кёстлиномъ и Баттигомъ и испытанныя въ

Чер. 179.



Масштабъ 1 : 5.
Ребристый лежень Макдоннелля, 1860 г.

Чер. 180.



Масштабъ 1 : 5.
Рельсовый стыкъ на ребристомъ лежнѣ Макдоннеля, 1860 г.

особенности на Вюртембергскихъ казенныхъ дорогахъ. Эти конструкціи состояли изъ двухъ сильныхъ уголковъ, которыхъ отвѣсныя полки обхватывали шейку рельса—формы гриба, другія же полки покоились на балластѣ горизонтально или съ незначительнымъ наклономъ книзу. Такимъ образомъ, система представляла 3 элемента (3-хъ членная система), въ противуположность двухъ членному строенію Макдоннелля.

Такъ какъ при такихъ типахъ верхняго строенія продольный лежень лежалъ на балластѣ, не захватывая части его, то содержаніе правильнаго расположенія

[1]) По Гаарманну, das Eisenbahngleis, историческая часть.

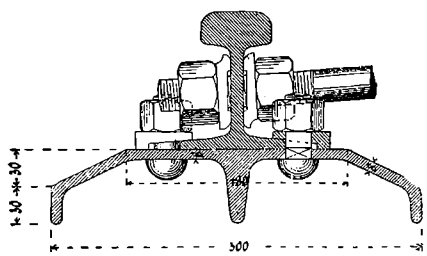
лежня и ширины колеи было весьма затруднительно, если только оба рельса не были соединяемы прочными поперечными связями, расположенными съ небольшими промежутками. Поэтому такія системы не могли оправдаться на дѣлѣ, и верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ могло только тогда оказаться успѣшнымъ, когда лежни, при помощи прочнаго скрѣпленія съ балластомъ, могли сопротивляться боковымъ сдвигамъ.

При упомянутыхъ верхнихъ строеніяхъ трехчленнаго типа слабый рельсъ, въ сравненіи съ двухчленнымъ строеніемъ, едва ли самъ по себѣ можетъ удовлетворять какъ балка. При этой системѣ имѣлось въ виду сдѣлать возможно легкой ту часть пути, которую считали быстрѣе изнашивающеюся по сравненію съ лежнемъ и такимъ образомъ предполагалось уменьшить расходы по возобновленію пути.

2. Верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ системы Гильфа.

Въ 1867 году Гильфъ выступилъ съ предложеніемъ, которое имѣло сильное значеніе въ дѣлѣ развитія системы верхняго строенія на продольныхъ лежняхъ. Уложенный въ 1867 году на ст. Асмангаузенъ пробный участокъ на протяженіи 450 m. держался очень хорошо; также обѣщали хорошихъ результатовъ уложенные въ 1868 году пробные участки нѣсколько большей длины на прусскихъ казенныхъ дорогахъ. Вслѣдствіе этого верхнее строеніе системы Гильфа занимало къ началу 80-хъ годовъ пространство почти въ 4000 километровъ. Верхнее строеніе это двухчленной системы состоитъ изъ трехграннаго лежня, прочно обхватывающаго балластъ, и изъ рельса. Послѣдній, подобно типу рельсъ трехчленнаго строенія, Гильфъ избралъ возможно легкимъ, придавъ однако рельсу форму, необходимую для обыкновенной балки [1]). Находившійся въ употребленіи до конца 70-хъ годовъ рельсъ былъ вышиною только въ 110 mm. и вѣсомъ 25,4 kg. на пог. м., но потомъ, съ цѣлью усиленія сопротивленія верхняго строенія, вѣсъ рельса былъ увеличенъ до 29,5 kg/m. при высотѣ его 118 mm. и даже стали употреблять рельсы такихъ же размѣровъ, какъ для верхняго строенія на поперечинахъ.

Чер. 181.



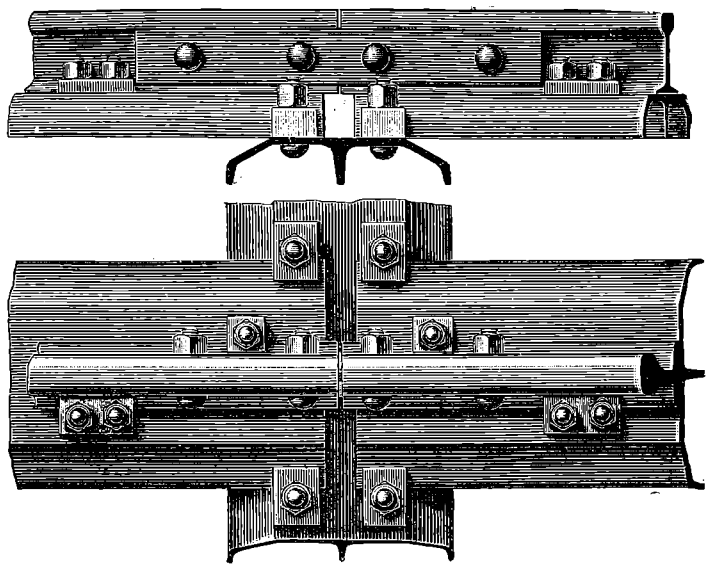
Масштабъ 1:6.
Верхнее строеніе на лежн. Гильфа, 1869 г.
Вѣсъ лежня 29,4 kg/m.

Черт. 181 показываетъ прикрѣпленіе рельса на продольномъ лежнѣ; въ кривыхъ, въ продольныхъ лежняхъ, для достиженія наклоненія рельсовъ, приходится соотвѣтственнымъ образомъ устраивать отверстія для скрѣпленій. Первоначально стыки рельса и лежня располагали въ разбѣжку, причемъ только первый скрѣплялся накладками; съ средины же 70-хъ годовъ, по предложенію Гильфа, стали располагать стыки рельса и лежня въ одномъ мѣстѣ, поддержавъ стыкъ продольнаго лежня поперечиной длиною 2,60 метра, имѣвшей форму продольнаго лежня (черт. 182). Этотъ лежневой стыкъ обнаружилъ всѣ недостатки стыка на шпалѣ,

[1]) Hilf der eiserne Oberbau 1869 и 1877 г.

ибо поперечина разрушалась отъ ударовъ концовъ продольнаго лежня. Во избѣжаніе такого разрушенія, вставляли между поперечиной и лежнемъ кусокъ желѣза въ видѣ сѣдла, или вообще перестали дѣлать стыкъ лежня на поперечинѣ, если бы даже при этомъ стыкъ его остался совершенно неперекрытымъ (чер. 184), или примѣняли особаго рода лежневыя накладки (черт. 185), но непокрытый стыкъ лежня оказался, однако, неудобнымъ, даже и при употребленіи болѣе прочныхъ рельсовыхъ накладокъ. Скрѣпленіе между поперечинами и лежнями достигается посредствомъ уголковъ съ болтами (черт. 182 и 183), или помощью желѣзной полосы, согнутой по особой формѣ (черт. 186).

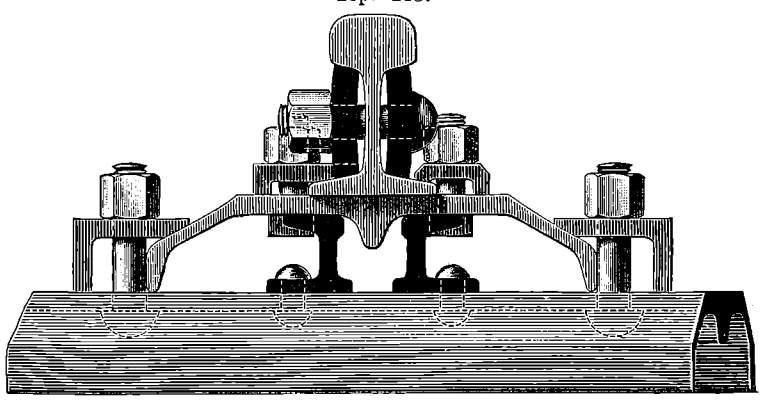
Чер. 182.



Масштабъ 1 : 10.
Система Гильфа. Поддержаніе стыка поперечной.

Далѣе, движеніе продольныхъ лежней на поперечинахъ и тѣмъ болѣе таковое же движеніе рельсовъ на продольныхъ лежняхъ очень сильно при верхнемъ строеніи системы Гильфа и требуетъ очень энергичныхъ мѣръ для предупрежденія этого угона. Скрѣпленный двумя болтами застежки (черт. 182) недостаточны для этой цѣли при употребленіи плоскихъ накладокъ, онѣ удовлетворяютъ только при уголковыхъ накладкахъ (чер. 184, 185). Угону сопротивляются также скрѣпляющіе болты, проходящіе черезъ накладки (черт. 186 и 188), равно какъ и уголки, изображенные на черт. 187, и стыковыя части по чер. 184, 185 и 188 со вдающимся въ балластъ поперечнымъ уголкомъ; послѣднія, однако, не могутъ служить какъ поддерживающія части.

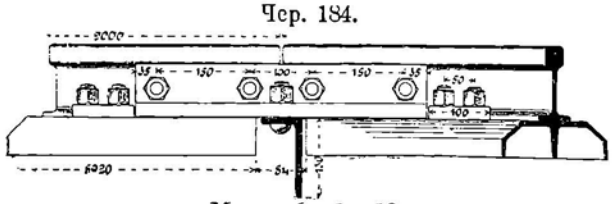
Чер. 183.



Масштабъ 1 : 5.
Система Гильфа, Дирекціи Франкфуртъ на Майнѣ, 1888 г.
Вѣсъ лежня 34,23 kg/m.

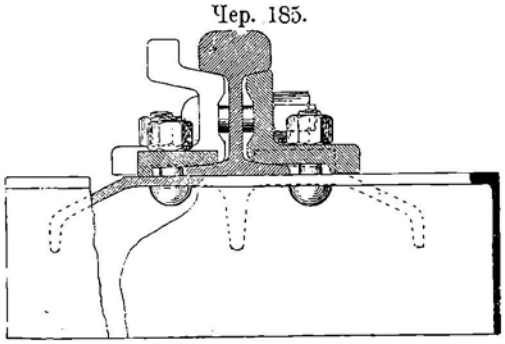
Продольный лежень системы Гильфа, несмотря на устойчивое положеніе его въ балластѣ, также нуждается въ особыхъ поперечныхъ связяхъ для удержанія ширины колеи и правильнаго расположенія пути. На прямыхъ довольствуются, при рельсахъ длиною въ 9 метр., одною поперечною стяжкою посрединѣ рельса (черт. 181) и поперечиною подъ стыкомъ лежней (черт. 181, 184 и 188). Поперечныя связи не должны препятствовать наклону рельсовъ и должны способствовать сохраненію его. Для этой цѣли между гайками болтовъ поперечныхъ стяжекъ и шейкой рельса кладутся наклоняющія пластинки (черт. 181), а поперечины или поперечные уголки сгибаются или выпучиваются, или же ихъ снабжаютъ сѣдлами, устроенными соотвѣтственно наклону и служащими подкладками для продольныхъ лежней. Въ кривыхъ устраиваются на каждые 9 метр., смотря по крутизнѣ кривой, отъ 3 до 5 поперечныхъ тягъ; на станціяхъ же, гдѣ онѣ могутъ быть опасны для людей, идущихъ по полотну, тягъ вовсе не употребляютъ, замѣняя ихъ поперечными связями, погруженными въ балластъ. Въ изображенномъ на чертежѣ 183 верхнемъ строеніи поперечныя тяги замѣнены также и въ пути, смотря по расположенію ихъ въ прямыхъ или кривыхъ, таврами отъ одного до двухъ въ 2,50 метра длиною, 140 mm. шириною и 150 mm. вышиною, они поддерживаютъ такія же сѣдлообразныя накладки, служащія опорами продольняго лежня, какъ и поперечины.

Чер. 184.



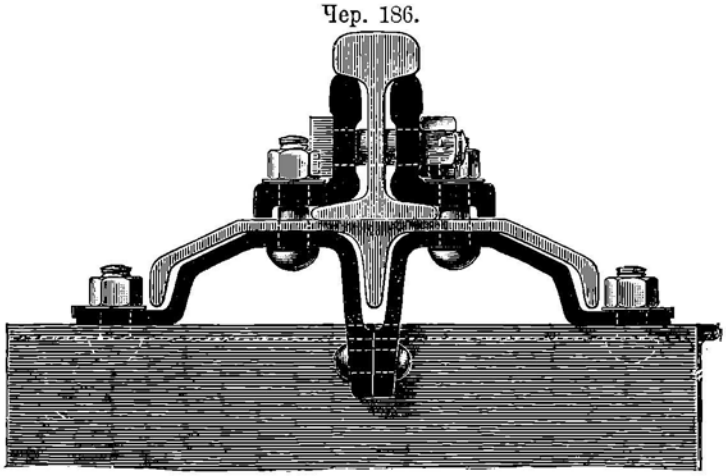
Масштабъ 1 : 12.
Система Гильфа. Мозельская жел. дор. 2-й путь 1881 г.

Чер. 185.



Масштабъ 1 : 6.
Система Гильфа. Мозельская жел. дор. 2-й путь 1881 г. (къ чер. 184).

Чер. 186.



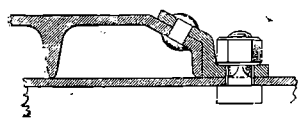
Масштабъ 1 : 5
Система Гильфа. Дирекція Эрфурта 1883 г.

Болты въ скрѣпленіяхъ отдѣльныхъ частей подвергаются часто перерѣзывающимъ усиліямъ и имѣютъ цѣлью давать боковое направленіе. Это очевидные недостатки разсматриваемыхъ системъ.

Продольные лежни системы Гильфа, благодаря широкой поверхности ихъ головки, не допускаютъ примѣненія отличающихся прочностью двууголковыхъ накладокъ со спускающимися подъ подошву рельса полками. Среднее ребро, хотя и возвышаетъ степень прочности и жесткости лежня, но затрудняетъ его прокатку. Это обстоятельство побудило Дирекцію во Франкфуртѣ на Майнѣ ввести лежни съ укороченнымъ среднимъ ребромъ (черт. 183). Длина лежней, смотря по расположенію и устройству стыка, дѣлается на 40 до 80 mm. короче соотвѣтственнаго рельса.

Большія ожиданія, которыя возлагали на верхнее строеніе системы Гильфа, и которыя, казалось, подтвердились послѣ первыхъ благопріятныхъ опытовъ, не оправдались; верхнее строеніе это оказалось недостаточно сильнымъ для удовлетворе-

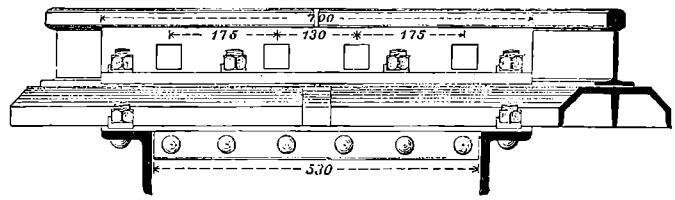
Чер. 187.



Поперечина.

Масштабъ 1 : 7,5.
Къ чер. 188.

Чер. 188.



Масштабъ 1 : 13.
Система Гильфа, Дирекція Эрфурта 1883 г.
Прикрѣпленіе рельса къ поперечинѣ посредствомъ уголка.

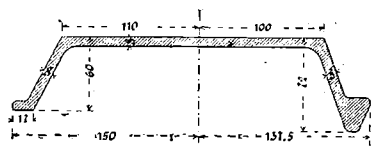
нія возраставшимъ условіямъ движенія, и поэтому оно на главныхъ желѣзныхъ дорогахъ вездѣ вышло изъ употребленія. Вопреки предположенію Гильфа о продолжительности службы лежней, они именно въ этомъ смыслѣ непригодны, вслѣдствіе появленія трещинъ на концахъ и вдоль края подошвы рельса. Эти трещины уменьшаютъ обезпеченіе противъ опрокидыванія рельсовъ; особенно опасны продольныя трещины у краевъ подошвы рельса, ибо онѣ большею частью немного закрыты рельсомъ и ихъ поэтому очень трудно обнаружить.

Неуспѣшная служба верхняго строенія системы Гильфа, хотя и приписывается преимущественно общимъ недостаткамъ всѣхъ до сихъ поръ извѣстныхъ системъ верхнихъ строеній на продольныхъ лежняхъ, но она отчасти обусловливается также формой продольныхъ лежней, въ особенности вслѣдствіе большой ихъ ширины при небольшой высотѣ, а также и конструкціей стыка.

3. Верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ системы Мэннэ и Гогенэггера.

Въ 1876 году было введено, на участкахъ Рейнской желѣзной дороги, изображенное на чертежѣ 189[a] проектированное Мэннэ верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ. Мэннэ уничтожилъ всякое скрѣпленіе лежня накладками, но при своемъ необыкновенно легкомъ продольномъ лежнѣ, вѣсомъ всего 23 кил. на 1 п. м., онъ примѣнилъ, при разстановкѣ стыковъ рельса и лежня на разстояніи 500 mm., такой же рельсъ съ прочными накладками, какъ въ верхнемъ строеніи на поперечинахъ. Для поперечныхъ связей употреблялись только тяги. Лежни не были достаточно надежны, чтобы обезпечить противъ опро-

Чер. 189.



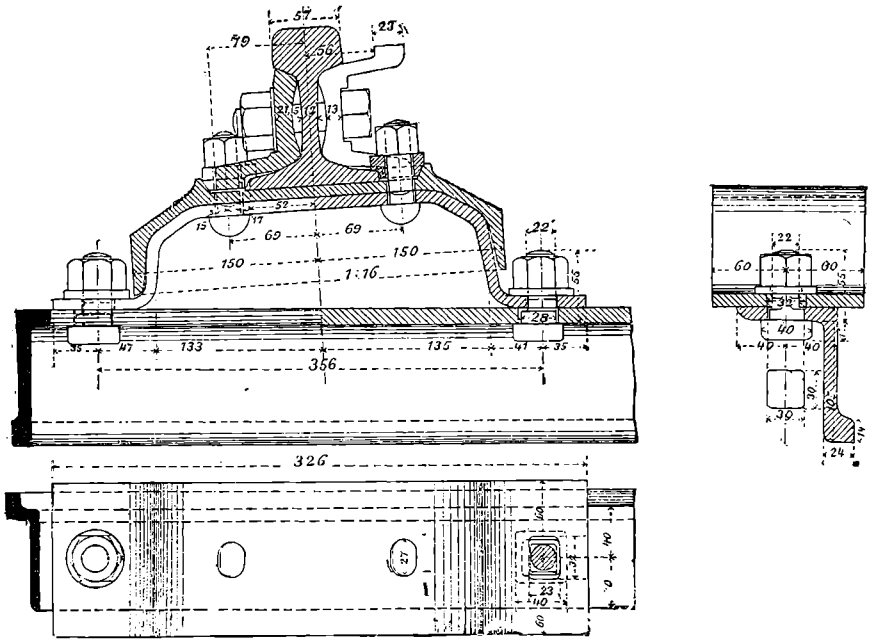
Масштабъ 1 : 6. Лежни.
a) Мэннэ 1876 г. b) Гогенэг. 1876 г.
G = 23 23 kg/m

кидыванія, а подошва рельса дѣйствовала на поверхность лежня, какъ и при верхнемъ строеніи системы Гильфа. На главныхъ желѣзныхъ дорогахъ верхнее строеніе системы Мэннэ не могло упрочиться, а примѣняется теперь иногда на подъѣздныхъ путяхъ.

Одновременно съ Мэннэ Гогенэггеръ ввелъ на австрійской Сѣверо-западной желѣзной дорогѣ подобное же верхнее строеніе, которое, однако, отличалось въ болѣе благопріятномъ смыслѣ отъ лежней Гильфа и Мэннэ тѣмъ, что отношеніе высоты къ ширинѣ лежня Гогенэггера было больше, чѣмъ въ послѣднихъ лежняхъ. Вредные горизонтальные придатки на подошвахъ лежней были также замѣнены при этомъ клинообразными ножками (черт. 189[b]); впослѣдствіи онѣ уступили мѣсто гладкимъ боковымъ ребрамъ (черт. 190, 191).

Болѣе старые типы со стыками рельсовъ и лежней, совпадающими въ одномъ

Чер. 190.



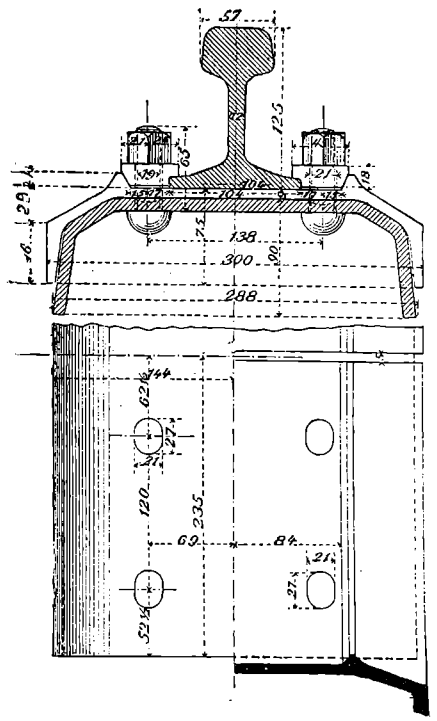
Масштабъ 1 : 6. Система Гогенэггера, 1894 г.
Вѣсъ лежня 29,2 kg/m.

сѣченіи, и устройство стыковой поперечины по образцу Гильфа навели Гогенэггера на счастливую мысль размѣщать стыки и примѣнять лежневыя накладки (черт. отъ 190 до 192). При этомъ на мѣсто болѣе легкихъ рельсовъ вставляють рельсы верхняго строенія на поперечинахъ. Въ этомъ видѣ верхнее строеніе упрочилось на главныхъ желѣзныхъ дорогахъ съ сильнымъ движеніемъ.

Продольные лежни прокатываются и сгибаются сообразно кривымъ пути, поэтому на прямыхъ они не нуждаются въ ослабляющемъ ихъ сверленіи дыръ для болтовъ. Укрѣпленіе рельсовъ на лежняхъ, благодаря имѣющимся на нихъ надставкамъ, значительно совершеннѣе, чѣмъ у Гильфа и Мэннэ, болты не подвергаются никакимъ боковымъ напряженіямъ. Стыковыя части также хорошо устроены и снабжены сильнодѣйствующими средствами для устраненія продольнаго

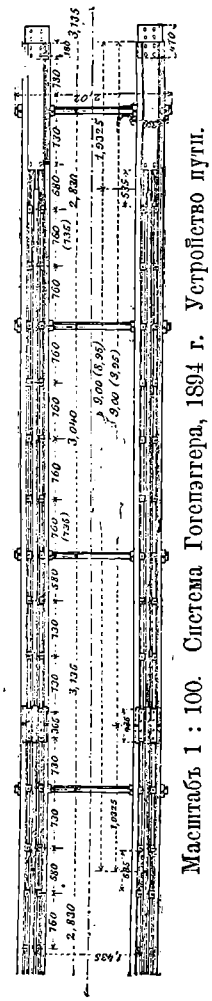
движенія рельсовъ по лежнямъ (черт. 190); рельсъ, поэтому, прочнѣе держится на лежнѣ и не такъ сильно врѣзывается въ его поверхность. На длину рельса въ 9 m. приходятся три ненагруженныхъ поперечныхъ уголка, на которыхъ уложены сѣдла въ формѣ лежневой накладки, служащія опорами продольныхъ лежней;

Чер. 191.



Масштабъ 1 : 6.
Система Гогенэггера, 1894 г.
Стыкъ лежня.

Чер. 192.



Масштабъ 1 : 100. Система Гогенэггера, 1894 г. Устройство пути.

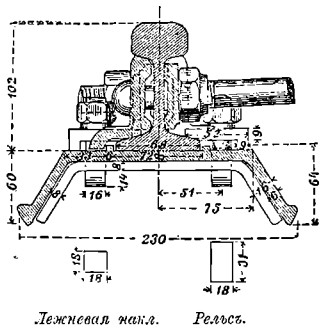
они даютъ также рельсамъ и лежнямъ наклонъ. Поперечныя тяги не употребляются.

Одна изъ болѣе старыхъ конструкцій лежня, сходная съ Гогенэггеровской, была введена на баварскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогахъ для мѣстныхъ путей. Баварскій продольный лежень имѣетъ возлѣ подошвы рельса продольныя реборды, которыя направляютъ рельсъ и воспринимаютъ непосредственно всѣ боковыя напряженія. Здѣсь употребляются также лежневыя накладки длиною въ 550 mm. Поперечными связями служатъ единственно тяги, которыя на плоскихъ кривыхъ помѣщаются другъ отъ друга въ разстояніи 3,6 m., а въ крутыхъ кривыхъ—въ разстояніи 1,8 m.

4. Верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ системы Гаарманна.

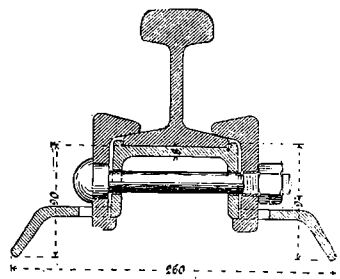
Въ 1877 году Гаарманнъ проектировалъ продольный лежень по формѣ ящика, который, при 90 mm. высоты и 260 mm. ширины, обладалъ большой сопротивляемостью и легче прокатывался, чѣмъ лежни системы Гильфа. Отъ

Чер. 193.



Масштабъ 2 : 13.
Верхнее строеніе на лежняхъ.
Баварскія мѣстныя дороги.
Вѣсъ лежня 17,5 kg/m.

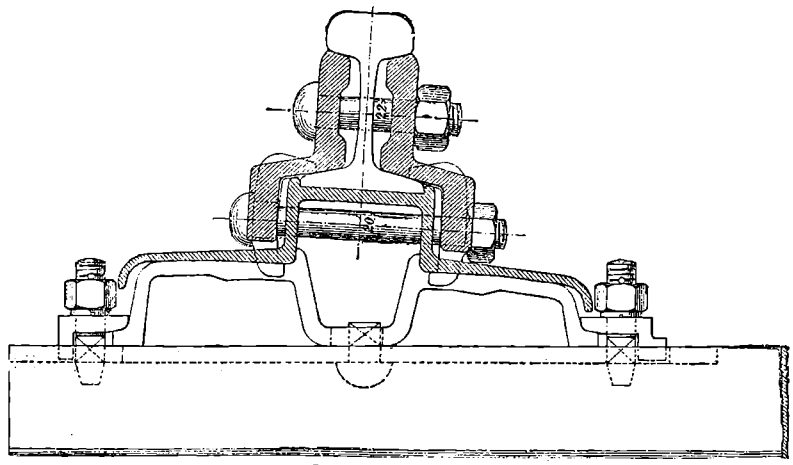
Чер. 194.



Масштабъ 1 : 6.
Верхнее строеніе на лежняхъ системы Гаарманна, 1878 г.
Вѣсъ лежня 22 kg/m.

прежнихъ лежней онъ существенно отличался своей формой. Верхняя часть была только немного шире, чѣмъ подошва рельса, такъ что представлялась возможность устраивать прочный стыкъ рельса, при помощи накладокъ съ отвѣсной, спускающейся подъ подошвой рельса полкой. Для укрѣпленія рельсовъ на лежняхъ

Чер. 195.

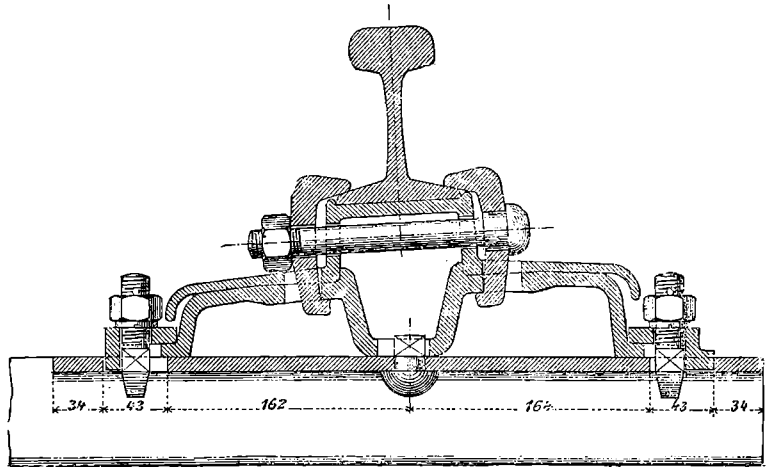


Масштабъ 1 : 5.
Система Гаарманна, Дирекція Берлинъ, 1883 г. Вѣсъ лежня 25,73 kg/m.

служили двѣ лапки, скрѣпленныя горизонтальными болтами и обхватывающія подошву рельса. Въ примѣненіи на прусскихъ казенныхъ жел. дор. верхнее строеніе это было болѣе усовершенствовано, отчасти при содѣйствіи Шведлера до вида, изображеннаго на черт. отъ 195 до 199.

Гаарманнъ первоначально также совмѣщалъ рельсовый и лежневой стыки, съ расположеніемъ ихъ на стыковой поперечинѣ, послѣ этого онъ перешелъ къ размѣщенію стыковъ, съ примѣненіемъ лежневыхъ накладокъ. Подъ лежневыми накладками лежатъ ненагруженныя поперечныя связи изъ желѣза вида L-, C, или изъ соединенія сихъ формъ (черт. 199); такія связи въ количествѣ отъ одной до

Чер. 196.

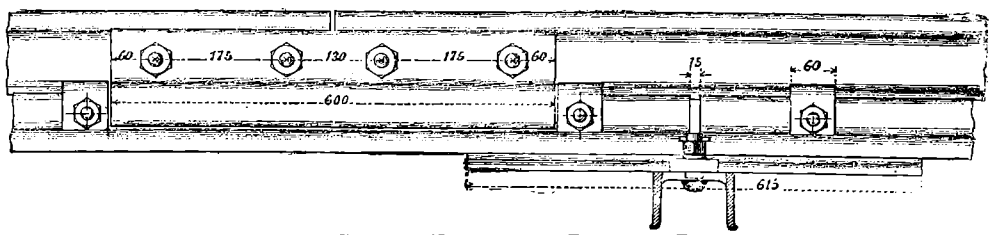


Масштабъ 1 : 5. Система Гаарманна, Дирекція Берлинъ, 1883 г.

двухъ укладываются кромѣ того и на протяженіи длины лежня и служатъ отчасти, при балластахъ изъ грубаго гравія, для бокового отвода воды. Лежневыя накладки и сѣдла, лежащія на промежуточныхъ поперечныхъ связяхъ, принадлежатъ къ тому же виду приспособленій, которыя обезпечиваютъ наклонъ рельсовъ. Распорки здѣсь не употребляются.

Продольные лежни, прокатываемые и предназначаемые для кривыхъ, сгибаются

Чер. 197.

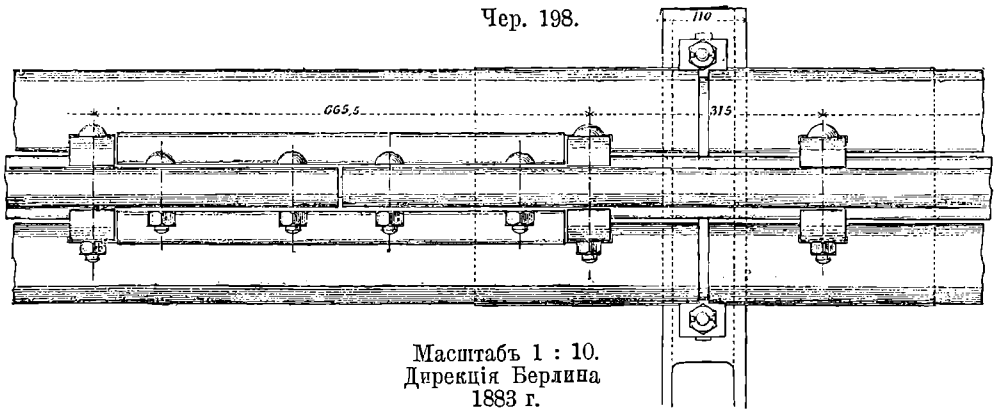


Масштабъ 1 : 10. Система Гаарманна, Дирекція Берлинъ, 1883 г.

сообразно съ сими кривыми. Для регулированія ширины колеи прежде служили болты съ различными прочными придатками, которые либо располагались на боковыхъ кралхъ лежневыхъ накладокъ и сѣделъ, либо посрединѣ ихъ. Въ послѣднемъ случаѣ ихъ нельзя было провѣрять, не разбирая частей пути. Представленный на черт. 195 и 196 способъ регулировки ширины колеи помощью рейнскихъ зажимныхъ пластинокъ, кажется, болѣе цѣлесообразнымъ. Угону пути

противодѣйствуютъ рельсовыя накладки, зажатыя въ лапкахъ (черт. 195, 197) и поперечныя связи, глубоко проникающія въ балластъ.

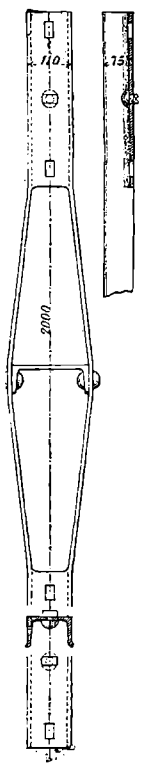
Чер. 198.



Масштабъ 1 : 10.
Дирекція Берлина
1883 г.

Верхнее строеніе системы Гаармана также не оправдало возложенныхъ на него надеждъ, нынѣ оно болѣе не употребляется на главныхъ жел. дор.

Чер. 199.



Масшт. 1:20.
Сист. Гаармана, Дир. Берлинъ, 1883 г.

5. Вѣсъ и распредѣленіе матеріала въ верхнемъ строеніи на продольныхъ лежняхъ. Стоимость пути. Сравненіе съ путями на поперечинахъ.

Верхнее строеніе на лежняхъ своимъ происхожденіемъ и возрожденіемъ обязано отчасти стремленію уменьшить издержки по устройству пути; преимущественно надѣялись достичь этого примѣненіемъ рельсовъ незначительнаго вѣса. Какъ видно изъ таблицы XIII, преобладаніе матеріала въ лежняхъ имѣетъ мѣсто только при верхнемъ строеніи системы Гильфа, отчасти вслѣдствіе примѣненія стыковыхъ поперечинъ, которыя приходится причислять къ рельсовымъ опорамъ; во всякомъ случаѣ онѣ увеличиваютъ общій вѣсъ.

При прочихъ системахъ верхняго строенія на продольныхъ лежняхъ, участіе рельса въ общемъ вѣсѣ, напротивъ, даже больше, чѣмъ на большинствѣ путей на поперечинахъ (таблица XII). Это имѣетъ въ томъ свое основаніе, что употребленіе болѣе слабыхъ рельсовъ было признано недостаткомъ, который старались устранить, не возвышая общаго вѣса, примѣненіемъ болѣе прочныхъ рельсовъ на лежняхъ болѣе легкихъ, но отличающихся большимъ сопротивленіемъ. Опорныя поперечины также замѣнены поперечными тягами, которыя сравнительно еще больше вліяютъ на возрастаніе вѣса скрѣпляющихъ частей въ общемъ вѣсѣ. Стоимость пути на продольныхъ лежняхъ (столбецъ 19) разсчитана по такимъ же общимъ цѣнамъ, какъ это сдѣлано для случая пути на поперечинахъ. За исключеніемъ болѣе стараго верхняго строенія системы Гильфа, стоимость пути на лежняхъ вообще высокая, особенно въ сравненіи съ путями на поперечинахъ. Указанныя въ таблицѣ напряженія отдѣльныхъ частей пути не очень высоки и если, несмотря на это, путь на лежняхъ въ дѣйствительности менѣе хорошо сопро-

тивляется элементамъ движенія, чѣмъ напряженныя въ большей степени части пути на поперечинахъ, то основаніе этому кроется въ самой системѣ путей на лежняхъ. Особенно разрушительно вліяетъ непосредственное расположеніе рельса на лежнѣ съ происходящимъ вслѣдствіе этого врѣзываніемъ подошвы рельса въ поверхность лежня. Отъ этого уменьшается сопротивленіе лежня поперечному изгибу, которое, будучи и безъ того слабо въ направленіи поперекъ прокатки, еще болѣе вліяетъ неблагопріятнымъ образомъ. При литомъ желѣзѣ, прочность котораго по обоимъ направленіямъ приблизительно одинакова, это зло не такъ чувствительно, какъ при сварочномъ желѣзѣ, но все же здѣсь нельзя избѣгнуть врѣзыванія рельса въ лежень.

Дорого стоющія поперечныя тяги, въ смыслѣ обезпеченія прочнаго рельсоваго пути, лишь въ очень малой степени пригодны, или онѣ почти совсѣмъ безполезны для этой цѣли; кромѣ того уширеніе колеи, правильное сохраненіе его въ горизонтальномъ и вертикальномъ направленіяхъ онѣ обезпечиваютъ не такъ хорошо, какъ это достигается на путяхъ съ поперечинами.

Далѣе, путь на продольныхъ лежняхъ требуетъ лучшаго балласта, при болѣе широкомъ и болѣе высокомъ слоѣ его, чѣмъ путь на поперечинахъ. Это обстоятельство доказано на практикѣ и установлено опытами, произведенными Шубертомъ [1]). Балластъ, состоящій изъ нехорошаго матеріала и имѣющій недостаточно значительную высоту, засаривается въ короткое время подъ продольными лежнями, дѣлается совершенно непроницаемымъ, вслѣдствіе чего отводъ воды съ средины пути является невозможнымъ.

Наконецъ, при устройствѣ пути на продольныхъ лежняхъ мѣстное усиленіе его или усиленіе на данномъ участкѣ возможно только при усиленіи типа рельсовъ или лежней, между тѣмъ, какъ при устройствѣ пути на поперечинахъ, это выполняется легко простымъ увеличеніемъ числа шпалъ или ихъ удлиненіемъ, не измѣняя поперечнаго ихъ сѣченія.

Всѣ эти отрицательныя качества объясняютъ, почему верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ не могло упрочиться и на тѣхъ главныхъ желѣзныхъ дорогахъ, гдѣ съ этимъ типомъ были произведены обширные и продолжительные опыты, а ограничило нынѣ свое примѣненіе лишь на второстепенныхъ путяхъ. Верхнее строеніе системы Гогенэггера [2]) между тѣмъ хорошо удовлетворяетъ требованіямъ движенія на австрійской сѣверо-западной желѣзной дорогѣ и этотъ типъ въ общемъ очень хорошо привился [3]); но при этомъ слѣдуетъ, однако, замѣтить, что верхнее строеніе системы Гогенэггера уложено только на пространствѣ 70 км., между тѣмъ различныя системы верхняго строенія на продольныхъ лежняхъ занимаютъ въ Германіи пространство въ 5724 километра.

---

[1]) Zeitschrift f. Bauverwesen 1889 г., стр. 555, 1891 г., стр. 61.
[2]) Organ Erg.-Bd. 1894 г., стр. 69.
[3]) Zeitsshr. d. österr. Ing. и Arch.-Vereines 1896 г. стр. 569

Таблица XIII

Данныя о размѣрахъ, видѣ, прочности

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Обозначеніе системы верхняго строенія и управленія ж. д.	Рельсы.				Лежни.				Накладки			
		Длина.	Высота.	Вѣсъ.	Моментъ инерціи.	Ширина.	Высота.	Вѣсъ.	Моментъ инерціи.	Длина.	Вѣсъ	Моментъ инерціи	Отношеніе J/i
		m	mm	kg/qcm	cm^4	mm	mm	kg/m	cm^4	mm	kgq cm	cm^4	
1	Гильфъ, болѣе старая конструкція	9	110	25,4	—	300	60	34,23	102,2	—	—	—	—
2	Гильфъ, дирекція Франкфуртъ на М. 1888 г.	9	118	29,3	633,7	300	65	34,23	113,0	470	7,64	942	6,73
3	Гаармавнъ, дирекція Берлинъ 1883 г. . . .	9	125	29,7	759,5	320	75	25,73	160	600	25,39	771	0,99
4	Гогенэггеръ, болѣе старый видъ 1881 г. . .	9	125	29,2	775	300	75	29,2	154	500	16,6	470	1,65
5	Гогенэггеръ 1894 г. . .	9	125	33,0	860	300	75	29,2	154	535	17,3	470	1,83
6	Бавар. каз. ж. д., мѣстн. ж. д. съ давл. кол. въ 5 т.	9	102	19	336	230	60	17,5	80	400	8,4	133	2,53

d) Верхнее строеніе на рельсахъ-лежняхъ.

Первыя выдающіяся попытки образовать каждый изъ двухъ рельсовъ желѣзнодорожной колеи только изъ одной несущей части, въ видѣ „рельса-лежня“, были произведены въ 1849 г. на англійской сѣверо-мидландской жел. дор.; такой рельсъ-лежень системы Барлова, въ формѣ сѣдла, имѣлъ ширину 330,2 mm., высоту 146,1 mm. и вѣсъ погоннаго метра 62,5 килогр. Благопріятные результаты, достигнутые этимъ рельсомъ, побудили къ опытамъ и другія желѣзнодорожныя управленія въ Англіи, Франціи и Америкѣ, причемъ рельсы-лежни были взяты болѣе слабаго типа, а именно: 300—305 mm. шириною, 125—127 mm. вышиною и вѣсомъ погоннаго метра 45 килогр. Однако рельсъ-лежень Барлова оказался въ эксплоатаціи неудовлетворяющимъ требованіямъ движенія, въ отношеніи продолжительности службы его, онъ долженъ былъ быть смѣняемъ по происшествіи небольшого числа лѣтъ, вслѣдствіе многочисленныхъ поперечныхъ трещинъ и продольныхъ расщепываній.

Гартвигъ, въ противоположность Барлову, придалъ въ проэктированномъ имъ, въ 1865 г., рельсѣ-лежнѣ главное значеніе не ширинѣ опорной плоскости, а высотѣ рельса, т.-е. повышенію сопротивляемости рельса. Онъ далъ своему рельсу-лежню форму обыкновеннаго рельса съ широкой подошвой, назначивъ высоту его въ 287,7 mm., при ширинѣ подошвы только въ 124,2 mm. Послѣ первыхъ опытовъ, давшихъ относительно благопріятные результаты на Рейнской жел. дор., выяснилась возможность уменьшить высоту рельса, такъ что высота была постепенно понижаема до 209,2 mm. Но рельсы-лежни Гартвига равнымъ образомъ не оправдали своей продолжительной службы также и на главныхъ жел. дор., ихъ въ скоромъ времени пришлось снять съ пути, потому что не удавалось

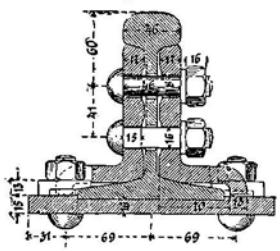
стоимости различныхъ системъ пути на лежняхъ.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Вѣсъ пути всего.	Распредѣленіе вѣса.			Стоимость пути на 1 m.	Напряженіе.			Прогибъ рельсовъ и лежней.	Напряженіе накладокъ.	Коэф. вдавливанія баланса.	Примѣчанія.
	Лежни.	Скрѣпленія.	Рельсовъ.		Рельсовъ.	Лежней. Въ полномъ поперечномъ разрѣзѣ.	Лежней. Въ рельсов. стыкѣ.			[1]	
kg/qcm	Въ %.			M.	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	mm	kg/qcm	kg/qcm	[1] При погруженіи въ 1 см
136,43	57,2	5,6	37,2	17,6	—	—	—	—	—	—	
153,57	50,8	11,0	38,2	20,7	1408	1047	—	4,60	4364	3	Стыкъ лежня и рельса совпадаютъ, стыкъ лежня безъ накладокъ.
					1132	842	—	2,39	3252	8	
138,75	37,0	20,2	42,8	20,0	1232	757	747	4,12	1644	3	Стыкъ шпалы и рельса отдѣльно, стыкъ шпалы съ накладками.
					989	607	600	2,13	1334	8	
144,20	40,5	19,0	40,5	20,6	—	—	—	—	—	—	
150,95	38,7	17,6	43,7	22,0	1083	941	1530	3,99	2136	3	Какъ въ № 3.
					879	764	1242	2,13	1715	8	
81,55	42,7	10,7	46,6	13,0	1375	1053	2056	4,45	3251	3	Какъ въ № 3.
					1088	834	1628	2,20	2494	8	

сохранять удовлетворительно ни направленія, ни высоты колеи; въ особенности, незащищенные въ достаточной степени ни подкладками, ни накладками, стяжки рельсовъ обнаруживали быстрое изнашиваніе.

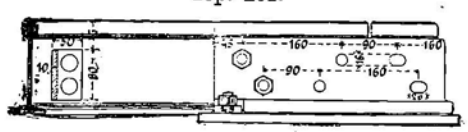
Верхнее строеніе Гартвига было въ состояніи удержаться только на малыхъ и подъѣздныхъ жел. дор., преимущественно же на желѣзныхъ дорогахъ, проле-

Чер. 200.



Масштабъ 1 : 6.
Баварская казен. жел. дор.
Мѣстная дор. на участ. улицъ.

Чер. 201.



Масштабъ 1 : 10.
Продольный видъ стыка (къ чер. 200).

гающихъ по улицамъ; здѣсь высокій рельсъ особенно удобенъ для возможности устройства мостовыхъ.

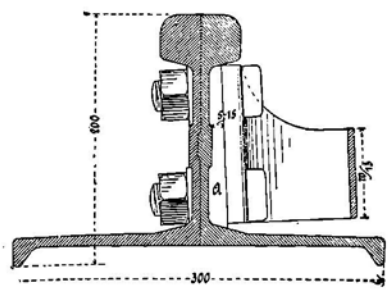
Черт. 200 и 201 изображаютъ подобнаго рода верхнее строеніе для мѣстныхъ ж. д. на улицахъ (баварская казенная жел. дор.). Въ то время, какъ для поперечной связи рельсовъ Гартвига, въ большинствѣ случаевъ служатъ только болтовыя тяги, здѣсь примѣняются крѣпкія желѣзныя полосы.

Существенный и основательный успѣхъ въ области устройства верхняго строенія рельсовъ-лежней сдѣланъ Гаарманномъ, въ 1882 г., введеніемъ двураздѣльнаго рельса, состоящаго изъ двухъ половинъ. Благодаря размѣщенію стыковъ обѣихъ

половинъ рельса въ разбѣжку, удалось въ значительной мѣрѣ ослабить вредное вліяніе рельсовыхъ стыковъ. Форма рельса соединяетъ въ себѣ выгоды широкой опорной плоскости и большой высоты, что благопріятно вліяетъ, какъ на передачу давленія балластному слою, такъ и на прочное сопротивленіе рельса.

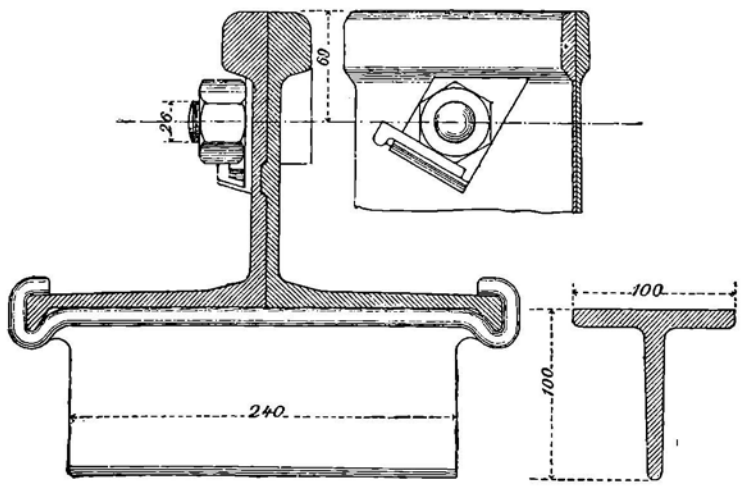
На болѣе старыхъ путяхъ, уложенныхъ въ 1882 и 1883 гг. на стале-литейномъ заводѣ въ Оснабрикѣ и на Георгіевско-Маріинскомъ заводѣ въ Гасбергѣ, между шейками обѣихъ половинъ рельса-лежня загонялась прокладка, которая, однако, въ 1884 г. была выкинута, такъ что шейки рельсовъ-лежней нынѣ соприкасаются непосредственно (чер. 202). Нанесенные въ шейкѣ зубцы служатъ для точнаго сохраненія положенія обѣихъ частей рельса по высотѣ; но они тоже были выброшены на основаніи указаній опыта, безъ всякаго существеннаго вреда. Для скрѣпленія обѣихъ половинъ рельса служили первоначально два ряда заклепокъ, которыя, однако, вскорѣ замѣнены были болтами въ 21 mm. діаметромъ, потому что заклепочныя соединенія оказались непригодными для скрѣпленія частей верхняго строенія. Затѣмъ, дирекція въ Ганноверѣ, которая испытывала съ 1885 г. этотъ родъ верхняго строенія, въ 1887 г. скрѣпила шейки только однимъ рядомъ болтовъ, густо расположенныхъ подъ головкой рельса, и тутъ же устроила накладки

Чер. 202.



Масштабъ 1 : 6.
Рельсъ-лежень Гаарманна, 1884 г.

Чер. 203.

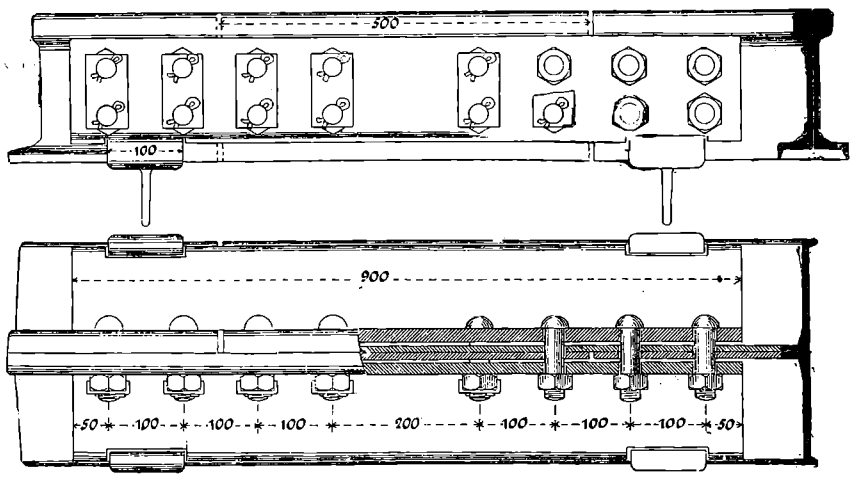


Масштабъ 1 : 6.
Рельсъ-лежень Гаарманна на Вюртембергскихъ каз. жел. дор.

на подошвахъ рельсовъ. На Вюртембергскихъ казенныхъ жел. дор., которыя съ 1887 г. также производили надъ рельсомъ Гаарманна выдающіеся опыты на главныхъ путяхъ съ большимъ движеніемъ, упомянутая выше накладка получила простую и удобную форму, изображенную на черт. 203, вскорѣ она нашла примѣненіе и на другихъ желѣзныхъ дорогахъ. Разстояніе между накладками составляетъ 1,5 m.,

а между болтами, діаметръ коихъ былъ усиленъ до 26,—250 mm. Поперечными связями для обоихъ рельсовъ колеи служатъ желѣзныя полосы, которыя на концахъ загнуты въ видѣ уголка и привинчиваются къ шейкѣ лежня-рельса; онѣ размѣщаются на разстояніи 2,5 до 3 mm. одна отъ другой (чер. 202 до 207). Для достиженія требующагося иной разъ уширенія пути, помѣщаются между попе-

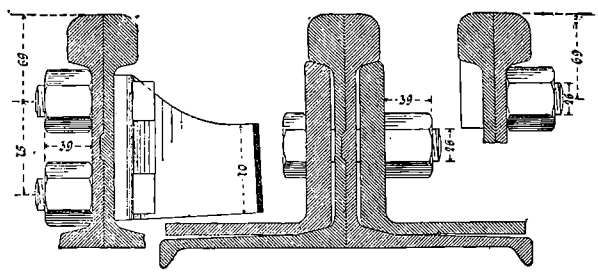
Чер. 204.



Масштабъ 1 : 10.
Рельсъ-лежень Гаарманна, Дирекціи Ганновера, 1890 г.

речной связью и шейкой рельса планки требуемой толщины (черт. 202) а, послѣдняя варіируется всякій разъ на 5 mm. Вслѣдствіе клинообразной формы этихъ планокъ вмѣстѣ съ тѣмъ можетъ быть приданъ и наклонъ рельсамъ. Вмѣсто упругихъ колецъ, Гаарманнъ пытался удерживать гайки въ опредѣленномъ положеніи, насаживая на нихъ **Г** и **П**-образное желѣзо, съ примѣненіемъ въ первомъ случаѣ шпинька, а во второмъ клина съ головкой (черт. 203 и 204). Такъ какъ эти предохранительныя средства не оправдали своего назначенія, то теперь, при болтахъ діаметромъ 26 mm., употребляютъ гайки высотою 39 mm. и безъ особенныхъ предохраненій (чер. 208).

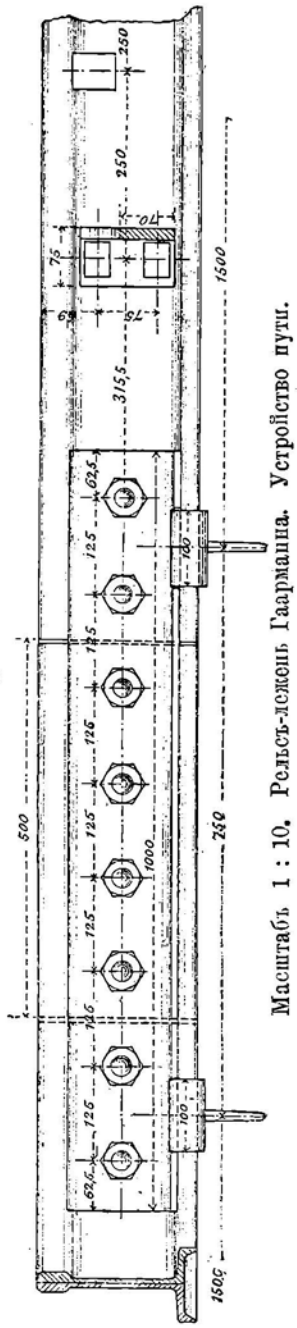
Чер. 205.



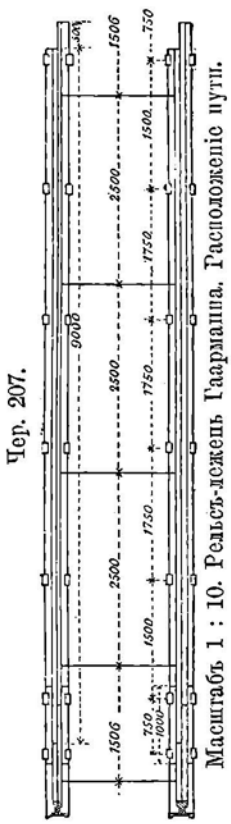
Масштабъ 1 : 6.
Рельсъ-лежень Гаарманна. Связи и стыковыя скрѣпленія.
Вѣсъ половины рельса 28,64 kg/m и 148 kg/m.

Разстояніе между стыками половинныхъ рельсовъ составляло сначала 1,5 mm., но съ 1884 г. его уменьшили на 0,5 mm. Какъ для болѣе удаленныхъ стыковъ обѣихъ половинокъ рельсовъ, такъ и для болѣе сближенныхъ стыковъ ихъ Гаарманнъ примѣнялъ первоначально для каждой половины стыка отдѣльныя накладки, но Вюртембергскія казенныя жел. дор. перешли, въ 1889 г., къ примѣненію для стыковъ обѣихъ половинокъ рельсъ только одной пары соотвѣтственно удлиненныхъ накладокъ, и этотъ способъ нашелъ

себѣ подражаніе также и на другихъ жел. дор. (черт. 206). Накладки скрѣплялись двумя рядами болтовъ, но въ новѣйшее время Гаарманнъ пользуется только



Чер. 206. Масштабъ 1 : 10. Рельсъ-лежень Гаармапна. Устройство пути.



Чер. 207. Масштабъ 1 : 10. Рельсъ-лежень Гаармапна. Расположеніе пути.

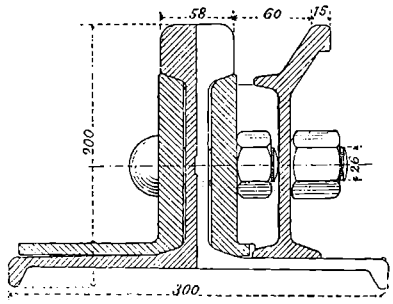
однимъ рядомъ болтовъ, расположенныхъ по серединѣ высоты шейки рельса (черт. 205). При этомъ новѣйшемъ верхнемъ строеніи вѣсятъ: погонный метръ половиннаго рельса 28,64 килогр., пара накладокъ 50 килогр. и пог. м. цѣлаго пути 148 килогр.

Верхнее строеніе Гаарманна хорошо оправдалось на испытуемыхъ до сего времени участкахъ, отличающихся сильнымъ движеніемъ и имѣющихъ длину отъ 1 до 15,3 километровъ (опыты производятся съ 1887 г.). Рельсъ-лежень требуетъ однако болѣе хорошаго и крѣпкаго балласта, чѣмъ верхнее строеніе на поперечинахъ, но его можно считать въ лучшихъ условіяхъ, чѣмъ верхнее строеніе на продольныхъ лежняхъ, потому что онъ менѣе под-

верженъ вреднымъ вліяніямъ, зависящимъ отъ совокупности дѣйствія стыковъ рельсовъ и лежней. Устоитъ ли онъ, однако, на главныхъ путяхъ въ техническомъ и экономическомъ отношеніяхъ противъ новѣйшихъ строеній на поперечинахъ—представляется сомнительнымъ.

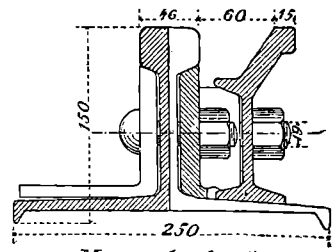
Во всякомъ случаѣ, однако, всюду, гдѣ подверженные сильному напряженію

Чер. 208.



Масштабъ 1 : 6.
Верхнее строеніе портовыхъ дорогъ. Вѣсъ половины рельса 29,8 kg/m, направляющаго рельса 20 kg/m., пути 195 kg/m.

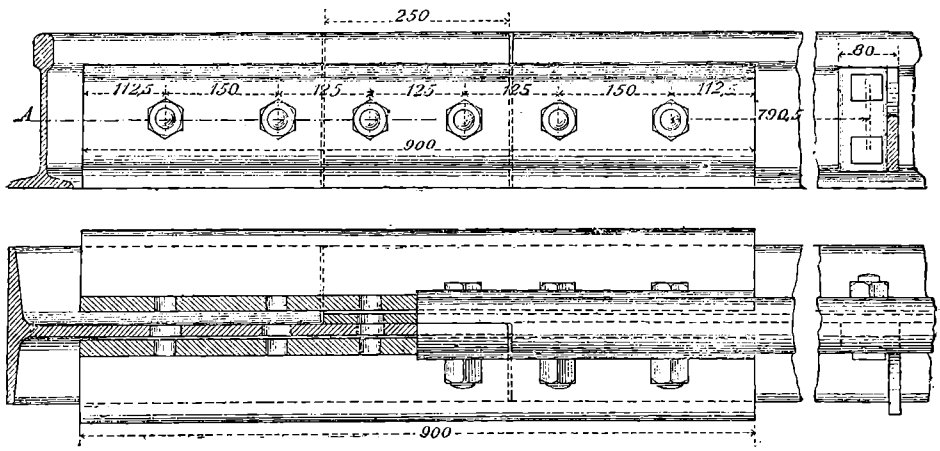
Чер. 209.



Масштабъ 1 : 6.
Верхнее строеніе дор. малаго значенія. Вѣсъ половины рельса 18,5 kg/m, направляющаго рельса 17 kg/m, пути 130 kg/m.

пути пролегаютъ по улицамъ, рельсъ Гаарманна представляетъ весьма удовлетворительнее средство для сооруженія прочной колеи, безъ всякаго стѣсненія улицъ въ отношеніи укрѣпленія поверхности ихъ мостовыми. Сообразно съ этимъ, съ 1885 г., когда рельсъ Гаарманна въ первый разъ нашелъ себѣ примѣненіе на Берлинскомъ

Чер. 210.

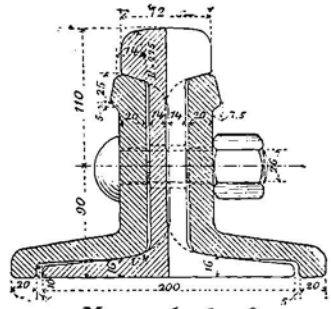


Масштабъ 1 : 10.
Геркулесовъ рельсъ-лежень Гаарманна со ступенчатымъ стыкомъ.

товарномъ дворѣ, рельсъ этотъ многократно укладывался на портовыхъ жел. дор. въ Гамбургѣ, Бременѣ, Кельнѣ, Тріестѣ и т. д. (черт. 208). Также на малыхъ и подъѣздныхъ жел. дор., которыя проходятъ по мощенымъ улицамъ, онъ многократно примѣнялся въ дѣло при уменьшенныхъ размѣрахъ, какъ, напр., на жел. дор. Арнштадтъ-Ихтерсаузенъ и на уличной жел. дор. въ Касселѣ.

Съ цѣлью дальнѣйшаго упрощенія, Гаарманнъ бросилъ наконецъ отвѣсное раздѣленіе рельса на двѣ половины и предложилъ состоящій изъ одной части „Геркулесовъ“ рельсъ, который, какъ и разсмотрѣнный раньше рельсъ Витора, имѣетъ сдвинутую въ сторону шейку и на концахъ снабженъ ступенькой (Ueberblattung), такъ что верхнее строеніе съ рельсами-лежнями имѣетъ ступенчатые стыки (чер. 210 и 211).

Чер. 211.



Масштабъ 1 : 6.
Поперечный разрѣзъ стыка къ чер. 210.

Можно ли отмѣтить это упрощеніе какъ улучшеніе—сомнительно. Здѣсь также выступаютъ тѣ разсужденія, которыя были приведены выше о несимметричномъ расположеніи шейки и кромѣ того, во вредъ возможно благопріятному распредѣленію давленія, ширина подошвы рельса уменьшена до $^2/_3$ таковой же ширины у двураздѣльнаго рельса-лежня; вслѣдствіе этого является еще бо́льшая потребность въ особенно хорошомъ и крѣпкомъ балластѣ и также еще болѣе усиливается опасность относительно пріобрѣтанія балластомъ свойствъ непроницаемости, какъ подъ продольными лежнями, двураздѣльный же рельсъ-лежень отъ этихъ недостатковъ освобожденъ.

---

e) Верхнее строеніе на отдѣльныхъ стульяхъ.

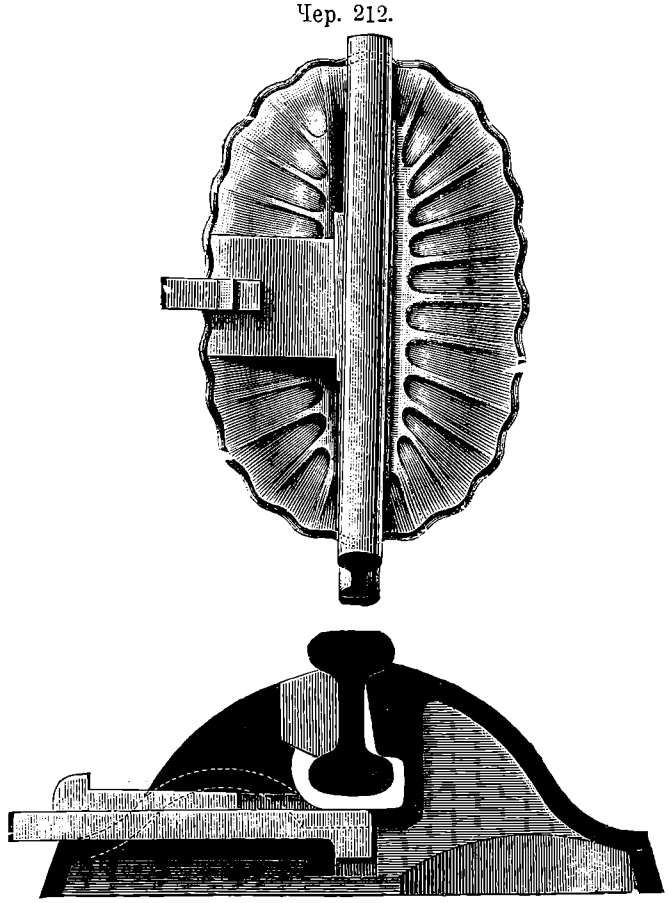
Отдѣльныя опоры изъ дерева и камня были въ большомъ употребленіи въ первое время постройки желѣзнодорожныхъ путей. Деревянныя опоры въ Европѣ состояли большей частью изъ квадратныхъ или прямоугольныхъ колодъ, расположенныхъ на поверхности полотна, между тѣмъ какъ въ Америкѣ опорами для рельсовъ служили сваи, вбиваемыя въ значительномъ количествѣ. Подобнаго рода отдѣльныя опоры нынѣ больше не встрѣчаются.

Напротивъ того, каменныя опоры сохранялись долѣе, и даже теперь пользуются ими для особенныхъ цѣлей. Имъ придавали всего чаще кубическую форму ограниченной высоты и устанавливали ихъ или параллельно направленію рельса, или наискось его. Для укрѣпленія рельсовъ или рельсовыхъ башмаковъ въ эти каменные кубы, въ нихъ вгонялись деревянныя пробки, въ которыя вколачивались костыли или шурупы, какъ и при скрѣпленіи на деревянныхъ поперечинахъ. Недостаткомъ этого рода постройки является малая упругость и трудность точно удерживать направленіе, ширину колеи и положеніе ея высоты. Поэтому онѣ примѣняются еще только тамъ, гдѣ выгодно рельсъ такъ поднять надъ окружающею мѣстностью, чтобы было удобно смывать всю поверхность пути, даже по возможности подъ подошвами рельсовъ, какъ на платформахъ для скота, въ помѣщеніи для чистки вагоновъ и т. д. Въ подобныхъ случаяхъ каменные кубы выводятся большею частью изъ кирпичной кладки или изъ бетона. Укрѣпленіе рельсовъ достигается помощью фундаментныхъ болтовъ или же костылей, съ присоединеніемъ деревянныхъ пробокъ по извѣстному способу.

Отдѣльныя желѣзныя опоры были испробованы въ различномъ видѣ въ половинѣ нынѣшняго столѣтія, онѣ нашли большое распространеніе въ заморскихъ

жаркихъ странахъ, но въ Европѣ и С. Америкѣ удержаться не могли. Причина этого заключается въ томъ, что въ жаркихъ странахъ деревянныя опоры вообще очень быстро разрушаются насѣкомыми и отъ вліянія погоды, кромѣ того, въ виду встрѣчающагося преимущественно неудовлетворительнаго грунта, онѣ требуютъ очень широкой плоскости опоры; послѣднее же достигается легко при желѣзныхъ отдѣльныхъ опорахъ. Подобнаго рода опоры даютъ, во всякомъ случаѣ, меньшую гарантію возможности сохраненія колеи въ ширинѣ, направленіи ея и высотѣ, чѣмъ хорошій путь на поперечинахъ, но онѣ удовлетворяютъ, однако, большинству

Чер. 212.



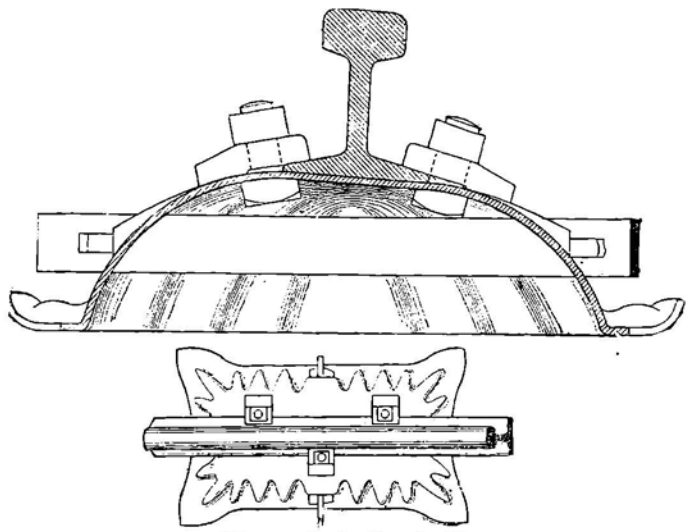
Масштабъ 1 : 10 и 1 : 5.
Чугунный колоколъ Гриффина. Аргентійская жел. дор. 1863 г.

жел. дор. въ тропическихъ странахъ со слабымъ типомъ подвижного состава. Напротивъ того, въ Европѣ и С. Америкѣ предъявляются высокія требованія относительно условій эксплуатаціи, что, вмѣстѣ съ сравнительно достаточнымъ срокомъ службы недорогихъ деревянныхъ поперечинъ, оправдываетъ употребленіе послѣднихъ. Впрочемъ, въ новѣйшее время, также и въ жаркихъ странахъ, предпочитаютъ, при устройствѣ пути на поперечинахъ, желѣзныя поперечины, по крайней мѣрѣ при рельсахъ съ широкой подошвой, между тѣмъ какъ при двуголовыхъ рельсахъ, во всякомъ случаѣ преобладаютъ еще отдѣльныя опоры, какъ допускаю-

щія возможность дѣйствительно простого закрѣпленія рельсовъ этого вида. Желѣзныя отдѣльныя опоры можно раздѣлить ни колоколообразныя и плоскія. Колоколообразныя опоры изготовляются изъ чугуна или изъ желѣзныхъ и стальныхъ листовъ, плоскія же почти исключительно изъ чугуна.

Самая старая колоколообразная опора была введена въ 1864 г. Гривесомъ въ видѣ полаго чугуннаго, шаровиднаго сегмента съ діаметромъ окружности основанія около 560 mm., съ прилитымъ къ нему башмакомъ для двуголовыхъ или широкопятныхъ рельсовъ. Опора эта вошла въ широкое распространеніе въ Египтѣ, Индіи и Южной Америкѣ, но всюду страдала тѣмъ недостаткомъ, что мелкозернистый балластъ, легко размываемый тропическими ливнями, слабо удерживался гладкими стѣнками. Многіе колокола также ломались. Гриффинъ придалъ въ 1864 г. чугунному колоколу продолговатую форму, съ основаніемъ въ 670 до 760 mm. длины, 400—480 mm. ширины, при высотѣ отъ 180 до 200 mm., съ волнообраз-

Чер 213.



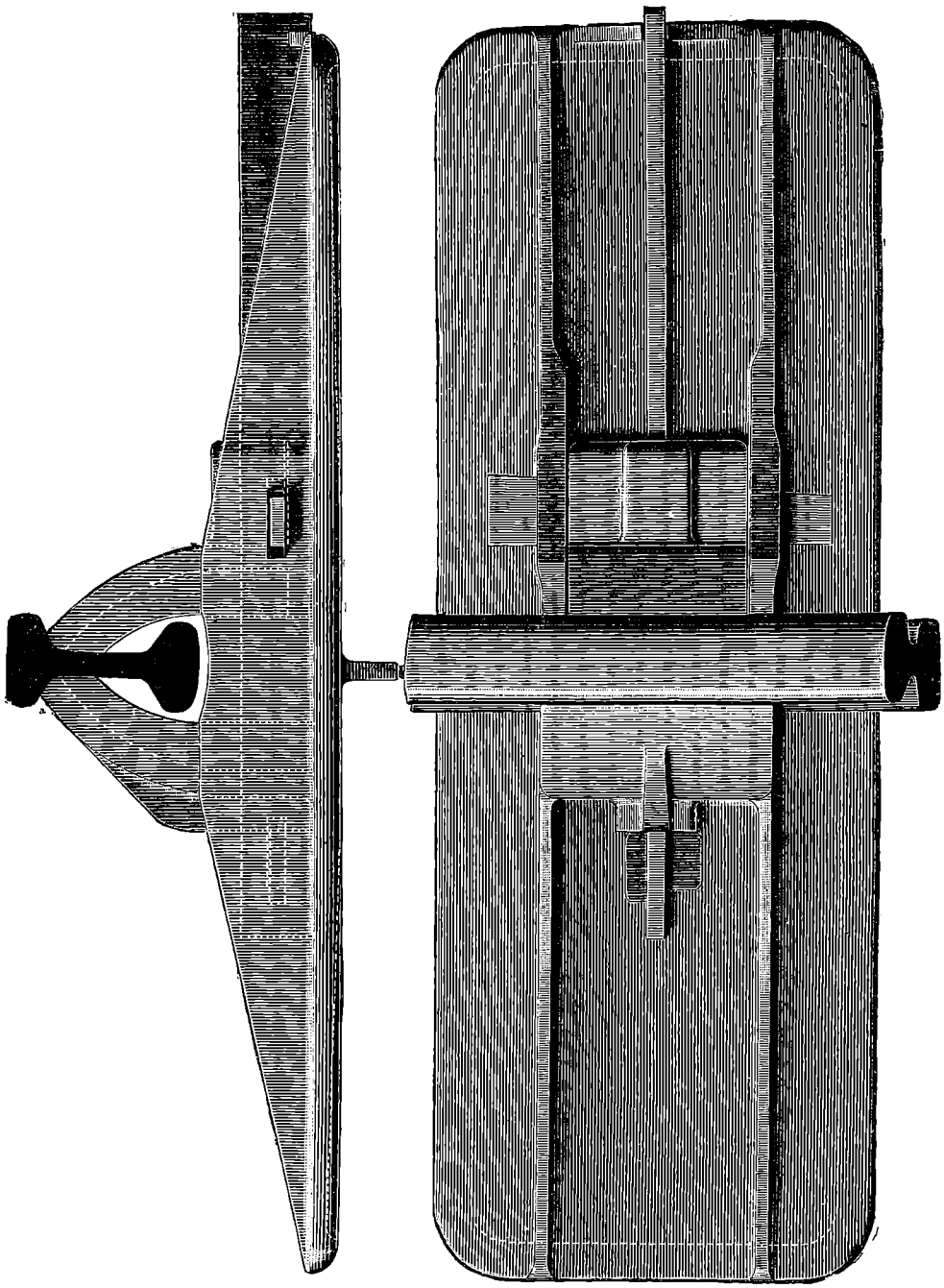
Масштабъ 1:5 и 1:20.
Пресованый колоколъ Макъ-Лелланъ. Индійск. ж. д. 1874 г.

ными ребрами для увеличенія прочности и устойчивости его (черт. 212). Этотъ колоколъ нашелъ также большое распространеніе въ названныхъ выше странахъ. Рельсъ покоится въ верхней части башмака между длинной подушкой изъ тиковаго дерева и обыкновеннымъ деревяннымъ клиномъ, или устраняя совсѣмъ дерево, онъ удерживается желѣзнымъ клиномъ (черт. 212).

Колокола изъ штампованнаго желѣза разнообразной формы были введены Ливесейемъ въ 1864 г. и Макъ Лелланомъ въ 1874 г. Въ то время, какъ у Ливесея четырехугольная форма основанія имѣла гладкія стѣнки, Макъ Лелланъ снабдилъ свою опору, нашедшую примѣненіе въ Индіи, волнообразными ребрами (черт. 213). Стальные листы имѣютъ толщину 4,76 mm., вѣсъ же одной опоры составляетъ приблизительно 50 килогр.

У всѣхъ колоколообразныхъ опоръ очень страдаетъ устойчивость положенія, вслѣдствіе вымыванія извнутри балласта и затвердѣванія его въ колоколѣ, подъ

тропическимъ солнцемъ, съ превращеніемъ въ каменную массу; удовлетворительная же подбивка въ пустой внутренности колокола является сравнительно трудной и дорогой. Поэтому въ послѣднее время чаще обращаются къ плоскимъ опо-



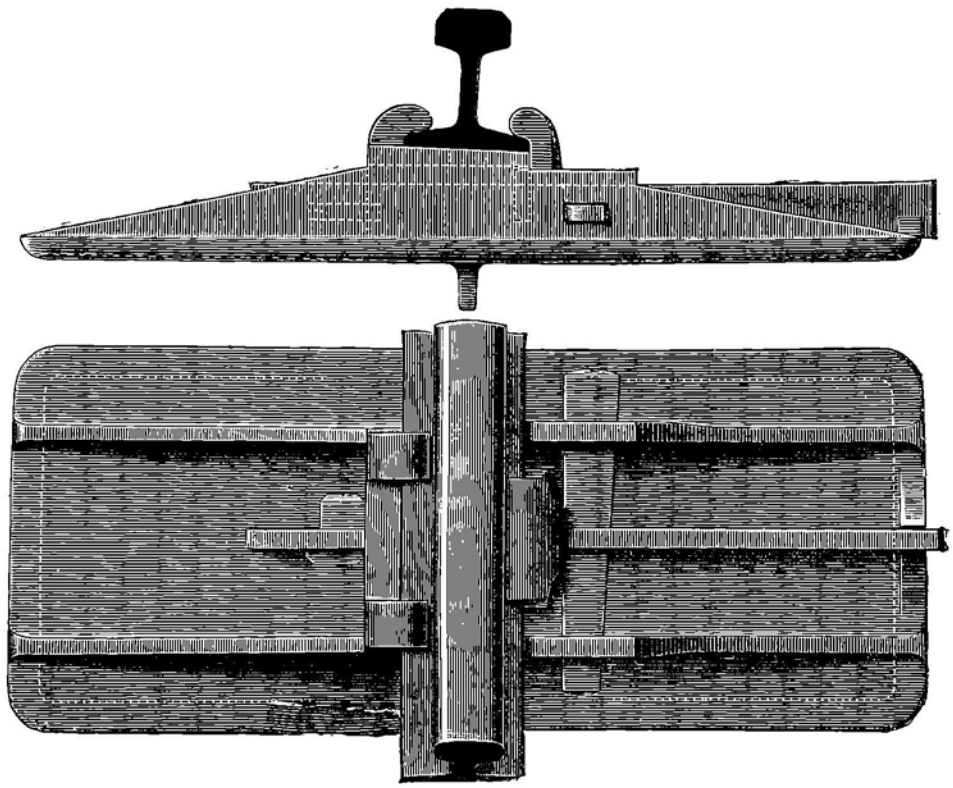
Чер. 214.

Масштабъ 1 : 5. Плоская опора Денгама-Ольфурта. Индійская широколейная жел. дор. 1881 г.

рамъ. Денгамъ ввелъ подобную опору въ 1875 г. съ площадью основанія 864 × 305 mm. на Остъиндскихъ широколейныхъ жел. дор., послѣ она была улучшена Ольфертомъ подъ видомъ, изображеннымъ на чер. 214. Также и на

узкоколейныхъ индійскихъ жел. дор., съ шириной колеи въ 1 метр., пользуются такой плоской опорой, площадью основанія въ 610×254 mm. (чер. 215). Въ обоихъ случаяхъ рельсъ закрѣпляется и прижимается между подвижной щекой и наружной неподвижной щекой стула посредствомъ закалачиванія клина. У двуголоваго рельса подпирается только головка, у широкопятаго же—только подошва. При всѣхъ отдѣльныхъ опорахъ необходимы, для установки и удержанія ширины

Чер. 215.



Масштабъ 1:5. Плоская опора Денгамъ-Ольферта. Индійская узкоколейная ж. д.

колеи, особыя поперечныя связи; большею частью употребляются для сего желѣзныя, насквозь проходящія полосы, укрѣпляемыя клиньями, которые вмѣстѣ съ тѣмъ служатъ и для прикрѣпленія рельса (чер. 213 и 214). Значительная простота такого скрѣпленія, которое, однако, высокимъ требованіямъ эксплуатаціи удовлетворить не можетъ, особенно цѣнно въ тропическихъ странахъ, гдѣ находящіяся въ распоряженіи средства для содержанія желѣзнодорожной колеи большею частью примитивны и скудны.

f) Верхнее строеніе уличныхъ, кабельныхъ, зубчатыхъ и канатныхъ жел. дор., а также для возвышенныхъ дорогъ особаго рода.

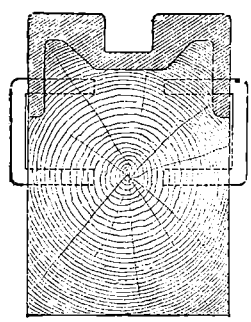
Какъ уже было упомянуто, пролеганіе путей по улицамъ, особый родъ силы тяги, а также расположеніе поѣзда относительно колеи побуждаютъ примѣнять различныя системы конструкцій, въ зависимости отъ обстоятельствъ.

Для уличныхъ жел. дор., независимо отъ проложенія пути по полотну, существенно вліяетъ и родъ передвиженія, т.-е. должна ли быть желѣзная дорога такою, по которой движеніе совершается путемъ катанія по рельсамъ или она должна быть кабельною; въ первомъ случаѣ сверхъ того имѣетъ значеніе и родъ тяги: конная, паровая, электрическая жел. дор. При зубчатыхъ и канатныхъ жел. дор., напротивъ того, только родъ тяги опредѣляетъ конструкцію пути. Сверхъ того подлежатъ разсмотрѣнію жел. дор., у которыхъ подвижной составъ не помѣщается исключительно поверхъ рельсовъ. Особенныя качества верхняго строенія для электрическихъ жел. дор. будутъ изложены въ отдѣльной главѣ.

1. Уличныя дороги.

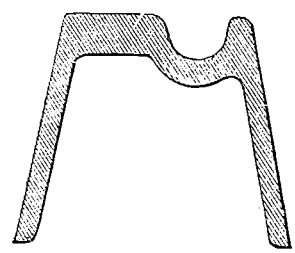
Различаютъ дороги на улицахъ городскихъ и сельскихъ. Въ первомъ случаѣ путь располагается большею частью на мощеномъ полотнѣ, въ послѣднемъ—обыкновенно только на щебенистомъ или гравелистомъ полотнѣ. Чѣмъ выше должны быть поставлены требованія относительно совершенства уличной проѣзжей дороги, тѣмъ необходимѣе устроить путь такъ, чтобы сооруженіе его, содержаніе, а также перемѣщеніе передвигаемаго груза не наносили никакого ущерба проѣзжей дорогѣ. На это правило слѣдуетъ обращать тѣмъ большее вниманіе, чѣмъ тяжелѣе нагруженіе пути и чѣмъ гуще слѣдованіе вагоновъ. Если путь, прокладываемый по какой нибудь дорогѣ, можетъ быть сдѣланъ въ сторонѣ отъ гужеваго проѣзда, то верхнее строеніе можетъ быть устроено, нисколько не отличаясь отъ строеній на самостоятельномъ полотнѣ.

Чер. 216.



Масштабъ 1 : 5.
Деревянный лежень съ плоскимъ желобчатымъ рельсомъ.

Чер. 217.

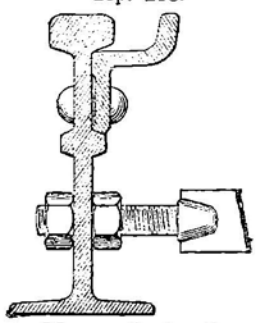


Масштабъ 1:5.
Полый рельсъ Скотъ-Демербе.

Необходимость свободнаго обращенія повозокъ по уличнымъ проѣзжимъ дорогамъ исключаетъ возможность сооруженія обыкновеннаго пути на поперечинахъ, потому что мостовыя улицъ расположены слишкомъ низко, чтобы можно было получить надъ поперечинами достаточно прочное закрѣпленіе пути, и кромѣ того отъ качанія рельсовъ путь можетъ расшатываться. Поэтому уже давно перешли къ колеямъ на продольныхъ деревянныхъ лежняхъ съ укрѣпленными на нихъ плоскими рельсами или плоскими желобчатыми рельсами (чер. 216); но

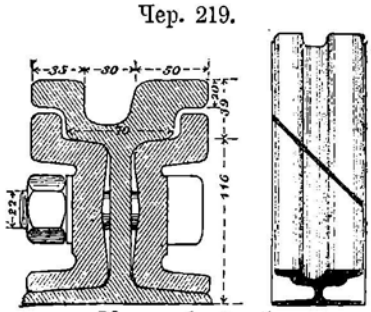
примѣненіе дерева для путей уличныхъ дорогъ нецѣлесообразно, вслѣдствіе быстраго разрушенія его. Чтобы избѣжать скрѣпленія рельсовъ съ лежнями, постоянно требующаго большаго или меньшаго ремонта, до сихъ поръ употребляютъ исключительно рельсы-лежни [1]).

Чер. 218.



Масштабъ 1 : 5.
Рельсъ уличной жел. дор. въ Мюнхенѣ.

Чер. 219.

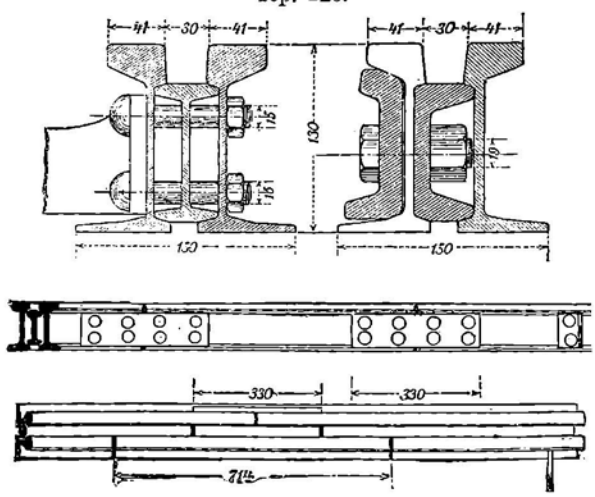


Масштабъ 1 : 5.
Рельсъ Феникса на конн. дорогѣ въ Берлинѣ.

Сверхъ уже приведенныхъ въ предъидущихъ главахъ типовъ рельсовъ, слѣдуетъ еще упомянуть о поломъ рельсѣ Скотъ-Демербе (чер. 217), который нашелъ нѣкоторое распространеніе внѣ Германіи, но онъ не можетъ сравняться съ типами Гартвиха, Феникса и Гаарманна.

Особеннаго вниманія заслуживаетъ устройство желоба рельса, въ Европейскихъ городахъ считается теперь неудовлетворительнымъ образованіе желоба только путемъ заполненія его мостовой, какъ это достаточно на сельскихъ улицахъ, и до сихъ поръ такое устройство терпятъ еще въ американскихъ городахъ. Поэтому простой рельсъ Гартвиха (чер. 72) и изображенный на чер. 75, американскій рельсъ являются, по взглядамъ европейцевъ, неудовлетворительными для городскихъ уличныхъ дорогъ; при первомъ изъ этихъ рельсовъ въ Мюнхенѣ устроили желобъ посредствомъ особаго рода охранной планки. Глубина желоба, которую у желобчатыхъ рельсовъ понижали до 22 и 19 mm., должна быть не меньше 26—28 mm., чтобы предотвратить катаніе реборды колеса по дну желоба, послѣ изнашиванія колесъ и рельсовъ. Слиш-

Чер. 220.

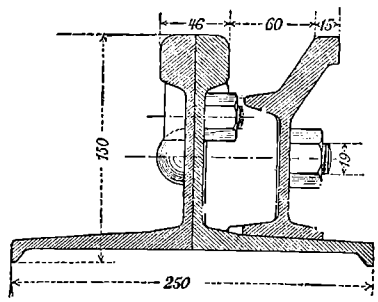


Масштабъ 1:5 и 1:20.
Верхнее строеніе съ тройнымъ рельсомъ.

[1]) Сравни, однако, съ Органомъ 1876 г., стр. 178 и 1897 г., стр. 37, гдѣ изложено испытуемое въ Гамбургѣ примѣненіе пути на поперечинахъ съ рельсами вышиною въ 220 mm.

комъ малая ширина желоба, вслѣдствіе тренія между колесомъ и рельсомъ, увеличиваетъ расходы по эксплуатаціи и на ремонтъ; поэтому въ Германіи сдѣлалась употребительной ширина желоба въ прямыхъ частяхъ пути въ 30 mm., а въ кривыхъ и развѣтвленіяхъ она увеличивается на 3 или 5 mm., а иногда до 40 mm. Такое расширеніе желоба у желобчатаго рельса (чер. 219) можетъ быть достигнуто только дополнительной обработкой, или примѣненіемъ спеціальныхъ изогнутыхъ рельсовъ; при составныхъ же рельсахъ (чер. 220 и 221) приходится помѣщать соотвѣственно усиленныя промежуточныя части.

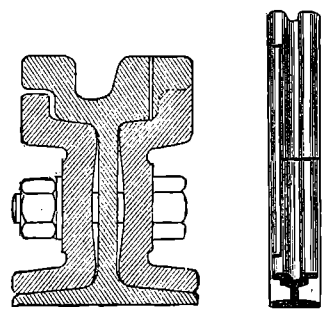
Чер. 221.



Масштабъ 1 : 5.
Рельсъ-лежень Гаарманна съ направляющимъ рельсомъ.

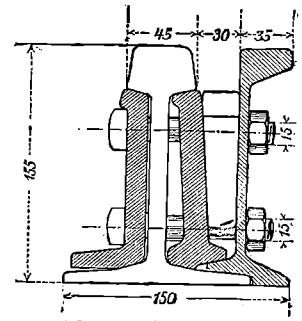
Въ этомъ отношеніи, благодаря возможности поддерживать головки рельса непосредственно у шейки, сложные рельсы предпочтительны предъ цѣльными, послѣдніе же съ другой стороны имѣютъ за собою большую простоту. Закрытые снизу желоба слѣдуетъ предпочитать открытымъ, во избѣжаніе защемленія копытъ лошадей; въ составныхъ рельсахъ, ради этого обстоятельства, помѣщаютъ продольныя промежуточныя части, или придаютъ соотвѣтственную форму контръ-рельсу (чер. 220 и 221). Конструкцію на чер. 222 называютъ верхнимъ строеніемъ съ тройнымъ рельсомъ, при замѣнѣ же промежуточнаго рельса отдѣльными кусками—верхнимъ строеніемъ съ двойнымъ рельсомъ (рельсы-близнецы). Стыкъ цѣльнаго рельса, для облегченія по возможности свободнаго прохода подвижного состава, дѣлается часто косымъ (чер. 219), но такой косой стыкъ не можетъ, однако, противостоять противъ недостатковъ, вліяющихъ на быстрое изнашиваніе концовъ рельсовъ и ослабленіе скрѣпляющихъ его частей; поэтому въ Берлинѣ, путемъ опыта, перешли въ 1894 г. къ примѣненію подхватывающихъ накладокъ, снабженныхъ близъ стыковъ пазомъ въ головкѣ (чер. 222).

Чер. 222.



Масштабъ 1 : 5.
Стыкъ съ подхватывающими накладками на конечной дор. въ Берлинѣ.

Чер. 223.



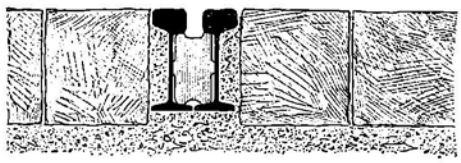
Масштабъ 1 : 5.
Стыкъ съ клиномъ Эссенской уличной дор.

Въ составныхъ рельсахъ стыки рабочихъ и предохранительныхъ рельсовъ разставлены; при чемъ, благодаря сопряженію рельсовъ съ накладками и промежуточными частями, давленіе съ рабочаго рельса переносится на предохранительные (черт. 220). Въ этомъ отношеніи особенно цѣлесообразенъ клинчатый стыкъ, какой былъ примѣненъ на уличной дорогѣ въ Эссенѣ (черт. 223) и который годится также при рельсахъ близнецахъ. Реборды колесъ сами способствуютъ удержанію клиньевъ въ должномъ положеніи, такъ что является излишнимъ подтягиваніе стыковыхъ болтовъ. Простое извлеченіе клиньевъ позволяетъ

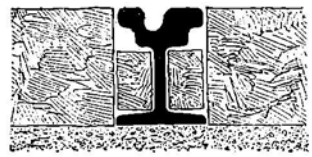
перемѣнить накладки, не вызывая необходимости передѣлки мостовой болѣе, чѣмъ на длину накладокъ.

Наиболѣ успѣшно достигается ослабленіе недостатка стыковъ, когда рабочій рельсъ-лежень состоитъ изъ двухъ половинокъ, или когда онъ, имѣя шейку сдвинутую сбоку (рельсъ съ перемежающейся шейкой), допускаетъ ступенчатый стыкъ, какъ это уже было изложено въ предыдущей главѣ d. (черт. 205 до 211 и 221) [1]).

Чер. 224.



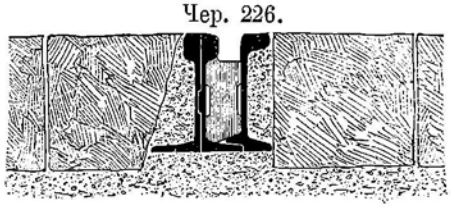
Чер. 225.



Масштабъ 1 : 20. Укладка рельсовъ на мостовой.

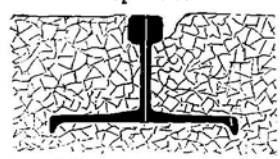
Также и при уличныхъ дорогахъ, несмотря на боковое охраненіе рельсовъ въ мостовой, необходимо помѣстить между обоими рельсами поперечныя связи изъ плоскаго или круглаго желѣза (черт. 218, 220). Чѣмъ плотнѣе примыкаетъ мостовая къ рельсамъ, тѣмъ лучше содержать путь. Такъ какъ широкая подошва благопріятствуетъ прочному расположенію рельсовъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и хорошему укрѣпленію въ мостовой, то неосновательно часто заявляемое требованіе относительно примѣненія, для мостовой около рельсовъ, камня сплошь съ одинаковыми

Чер. 226.



Масштабъ 1 : 20. Рельсы на мостовой.

Чер. 227.



Масштабъ 1:20.
Рельсъ-лежень Гаармана на сельскихъ дорогахъ безъ желоба.

прямоугольными гранями, ибо такой камень затрудняетъ примѣненіе широкой подошвы при составныхъ рельсахъ и удобоисполнимъ лишь при употребленіи простыхъ желобчатыхъ рельсовъ или рельсовъ близнецовъ съ узкими подошвами (черт. 224 и 225), тѣмъ болѣе требуется примѣнять также камень со скошенными гранями.

При деревянныхъ и асфальтовыхъ мостовыхъ, кругомъ рельсовъ забивается щебень или особыя асфальтовыя плиты. На сельскихъ дорогахъ можно, не задумываясь, не дѣлать желѣзнаго желоба (черт. 226).

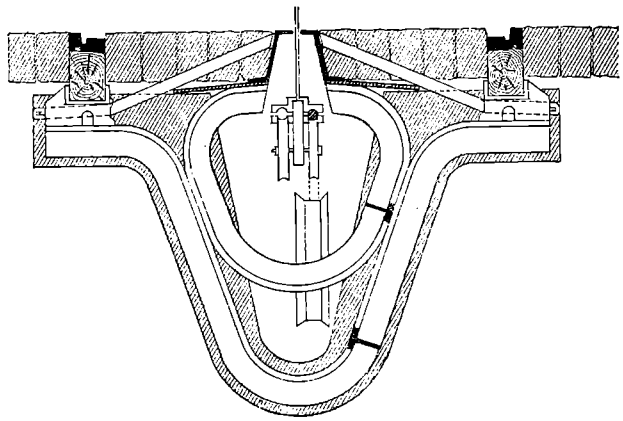
---

[1]) Haarmann, die Kleinbahnen. Берлинъ 1896, стр. 179. Противоположно этому въ Organ'ѣ 1896 г. стр. 178 отмѣчено, какъ ошибочное, употребленіе двойныхъ рельсовъ, потому что головки выгибаются врозь подъ дѣйствіемъ грязи и льда и это служитъ причиной сильнаго ржавленія. Organ 1897 г., стр. 37.

2. Уличныя кабельныя дороги.

На этихъ дорогахъ поступательное движеніе подвижного состава совершается, благодаря сцѣпленію съ непрерывно движущимся безконечнымъ канатомъ, поэтому верхнее строеніе должно быть сообразовано со способомъ направленія каната и сцѣпленія подвижного состава съ ведущимъ канатомъ. Канатъ укладывается подъ поверхностью улицы въ каналѣ, сообщающемся съ поверхностью улицы черезъ прорѣзъ, такъ чтобы свѣшивающійся съ вагона захватъ могъ сквозь эту щель сцѣпляться съ канатомъ.

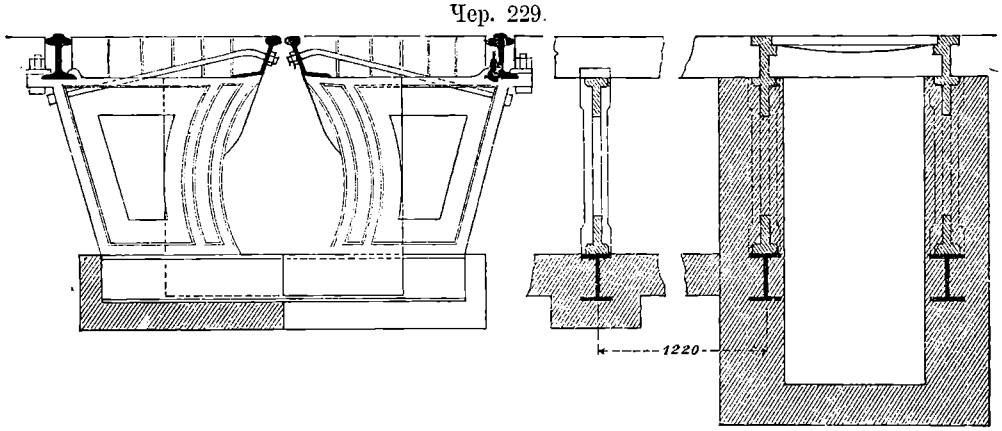
Чер. 228.



Масштабъ 1 : 25. Канатная дорога въ Чикаго.

Для того, чтобы невозможны были независимыя сдвиженія роликовъ, поддерживающихъ канатъ, прорѣза для захвата и рельсовъ, они должны быть плотно скрѣплены между собою, какъ по высотѣ, такъ и по ширинѣ; это достигается при помощи жесткихъ рамъ изъ фасоннаго желѣза или чугуна, старыхъ рельсовъ и т. д., которые располагаются на взаимныхъ разстояніяхъ отъ 1,1 до 1,5 m., заливаются бетономъ [1]) и тѣмъ служатъ опорами для верхняго строенія (черт. 228 и 229).

Чер. 229.



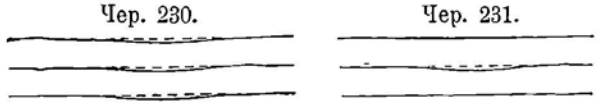
Масштабъ 1 : 25. Кабельная дорога въ Нью-Іоркѣ.

Если этотъ каналъ не осушается достаточно при естественномъ скатѣ улицы, то дно его слѣдуетъ сдѣлать со скатомъ, а также, смотря по надобности, его слѣдуетъ снабдить водособирателями и галлереями для чистки. Въ Чикаго, напр., уклонъ дна составляетъ 1 : 343, разстояніе между ямами для чистки, дно которыхъ лежитъ на 305 mm. ниже дна канала, составляетъ 91,5 m.

[1]) Zeitschr f. Bauverw. 1886 г., стр 227.

Въ холодныхъ странахъ, для обезпеченія отъ промерзанія, каналы должны быть устраиваемы глубже, чѣмъ въ умѣренныхъ странахъ; употребительна глубина отъ 0,56 до 1,0 m., при ширинѣ въ свѣту отъ 0,30 до 0,875 m. Щель для зацѣпки дѣлается шириной 19 mm. У роликовъ, поддерживающихъ канатъ, расположенныхъ въ разстояніи 9 до 10 m. одинъ отъ другого, устраиваются прикрываемыя желѣзными крышками входныя шахты, служащія для очистки роликовъ, а также для того, чтобы можно было производить и прочія работы по части ремонта и улучшенія [1]).

Въ пересѣченіяхъ, развѣтвленіяхъ и на крутыхъ кривыхъ можетъ оказаться нужнымъ разобщеніе захвата съ канатами по разнымъ причинамъ, не подлежащимъ здѣсь разсмотрѣнію. Чтобы это разобщеніе совершалось автоматически, придаютъ колеѣ короткій крутой выгибъ (черт. 230), около котораго канатъ, продолжая путь по прямому направленію, освобождаетъ захватъ.



Чер. 230. Чер. 231.

Способы освобожденія канатовъ отъ захватовъ.

Для освобожденія подвижного состава отъ рѣзкихъ боковыхъ толчковъ, можно проводить рельсы прямо и только загнуть въ сторону прорѣзъ для захвата (черт. 231); въ данномъ случаѣ прикрѣпленіе захвата къ вагону должно позволять боковое поворачиваніе его. На развѣтвленіяхъ дороги, прорѣзъ для захвата снабжали подвижнымъ языкомъ, который соединялся съ языкомъ крестовины и посему первый могъ устанавливаться одновременно съ крестовиной.

3. Зубчатыя желѣзныя дороги.

Когда подъемъ какой-нибудь дороги слишкомъ великъ, чтобы на ней можно было установить движеніе скольженіемъ, то съ успѣхомъ примѣняютъ задѣланную въ путь зубчатую рейку, которая располагается вообще посрединѣ между рельсами и нѣсколько повышена надъ этими послѣдними. Различаютъ стоячія и лежачія зубчатыя рейки, т.-е. съ зубьями, расположенными вертикально или горизонтально, кромѣ того первыя подраздѣляются на ступенчатыя рейки и сплошныя рейки. Для постройки дороги на Юнгфрау, Штрубъ предложилъ клинообразную лежачую зубчатку, вверху утолщенную, съ которой сцѣпляются коническія колеса, дабы вмѣстѣ съ тѣмъ можно было достигнуть зацѣпленія вагона за зубчатую рейку, на подобіе якоря. Дороги съ зубчатыми рейками являются или вполнѣ самостоятельными, напр., для восхожденія на отдѣльныя горы, и тогда онѣ служатъ исключительно или предпочтительно для пассажирскаго движенія, такъ что по нимъ могутъ быть доставляемы только сравнительно легкіе грузы, или онѣ примѣняются въ совокупности съ обыкновенными дорогами для преодолѣнія подъемовъ отдѣльныхъ особенно крутыхъ мѣстъ, въ каковомъ случаѣ поѣзда съ обыкновенныхъ дорогъ непосредственно переходятъ на участки съ зубчатой рейкой и по нимъ приходится часто доставлять довольно значительные грузы.

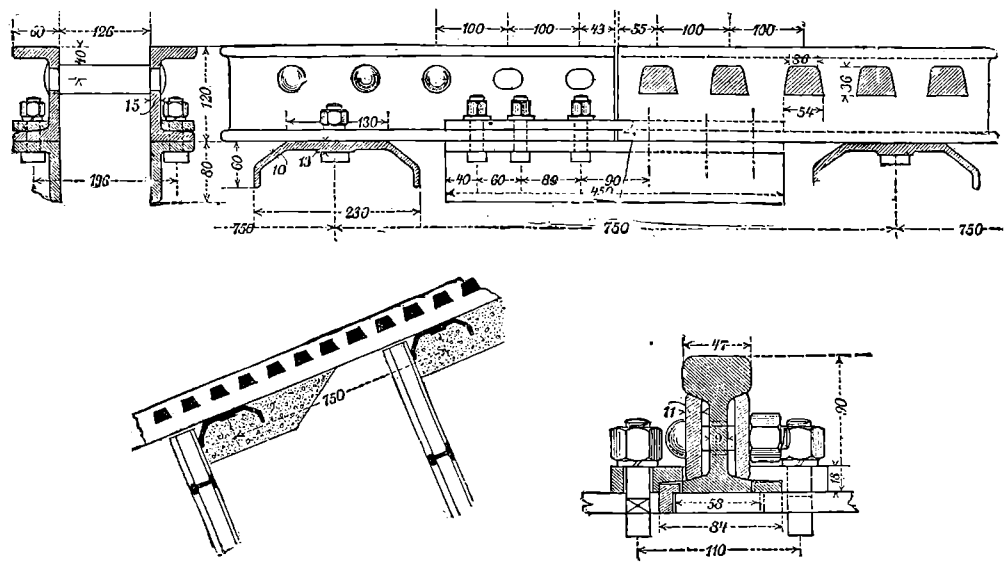
При подобныхъ смѣшанныхъ конструкціяхъ пути, участки съ зубчатыми

[1]) Рель, Энциклоп. Вѣна 1894 г., т. VI, стр. 2999, тоже. Zeitschr. f. Bauverw. 1886 г., стр. 227.

рейками имѣютъ подъемы отъ $40^0/_{00}$ до $120^0/_{00}$, но подъемъ болѣе чѣмъ $80^0/_{00}$ встрѣчается вообще только при дорогахъ съ умѣренной нагрузкой. На самостоятельныхъ зубчатыхъ дорогахъ, при стоячей зубчаткѣ, встрѣчаются подъемы до $377^0/_{00}$, а при лежачей—до $480^0/_{00}$.

Въ кривыхъ частяхъ пути зубчатыя дороги, подобно обыкновеннымъ дорогамъ, устраиваютъ съ повышеніемъ наружнаго рельса надъ внутреннимъ, уширеніе же пути ограничивается въ предѣлахъ отъ 7 до 9 mm., ибо зубчатыя колеса не допускаютъ такого большого зазора, какъ колеса съ закраинами, но такъ какъ укладка такихъ дорогъ въ горахъ вынуждаетъ необходимость примѣненія крутыхъ закругленій, то перевозочныя средства должны быть приспособлены для прохода по кривымъ съ небольшимъ уширеніемъ пути, для чего осямъ придается нѣкоторая подвижность. Укладка пути въ кривыхъ требуетъ особенной тщательности,

Чер. 232.



Масштабъ 1 : 5, 1 : 10 и 1 : 25.
Зубчатка Риггенбаха. Ширина колеи 1435 mm., длина лежня 2300 mm.

а также точной пригонки и сборки всѣхъ частей, поэтому желательно примѣнять возможно меньшее число различныхъ радіусовъ кривыхъ.

На всѣхъ участкахъ дороги съ зубчатыми рейками замѣчается чрезвычайно сильный угонъ рельсовъ на шпалахъ и всей системы внизъ. Противодѣйствуютъ этому примѣненіемъ возможно длинныхъ шпалъ и прочнымъ скрѣпленіемъ ихъ съ рельсами и зубчатыми рейками и кромѣ того пользуются, какъ предохранительными средствами, сильными уголковыми накладками, предстыковыми планками и т. под., однако при уклонахъ пути болѣе $80^0/_{00}$ и эти средства недостаточны; требуется большею частью устроить особыя опорныя точки для шпалъ, въ видѣ каменныхъ или бетонныхъ столбовъ, разстояніе между которыми избирается большее или меньшее, смотря по уклону пути, и которые въ случаѣ надобности стягиваются между собой задѣланными въ кладку рельсами (черт. 232).

Для поддержанія рельсовъ и зубчатокъ служатъ почти исключительно желѣзныя шпалы, которыя укладываются въ плотно утрамбованномъ щебнѣ. Деревян-

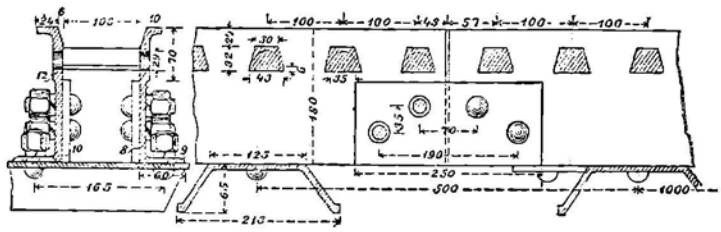
ныя шпалы оказались не столь пригодными. Вполнѣ правильное расположеніе уровня рейки, на которое должно быть обращено большое вниманіе, страдаетъ отъ податливости дерева; точно также деревянныя шпалы не позволяютъ примѣненія такихъ дѣйствительныхъ средствъ противъ угона рельсовъ, какъ желѣзныя шпалы.

α) Ступенчатая рейка.

Ступенчатая рейка была впервые примѣнена Маршемъ въ 1858 г. при постройкѣ зубчатой дороги въ Вашингтонѣ; а при постройкѣ жел. дороги на Риги въ 1870 г. Риггенбахъ придалъ ей тотъ же видъ, который, не считая нѣкоторыхъ небольшихъ улучшеній, сохранился донынѣ (чер. 232—234) [1]).

Боковыя стѣнки рейки имѣютъ Г-ую форму, онѣ удалены другъ отъ друга на разстояніи отъ 100 до 140 mm. и служатъ опорами трапецоидальнымъ зуб-

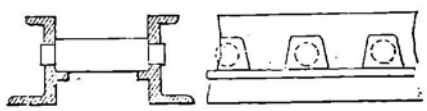
Чер. 233.



Масштабъ 1 : 10.
Зубчатка Wengernalp'ской жел. дор. Ширина колеи 800 mm. Длина шпалы 1600 mm.

цамъ, которые большею частью располагаются на взаимномъ разстояніи въ 100 mm. Когда боковыя стѣнки снабжены внутренними планками, на которыя насаживаются зубцы (черт. 234), какъ при построенной Биссингеромъ Höllenthal'ской дорогѣ [2]), то достаточно вставлять зубцы съ круглыми шипами въ такія же круглыя гнѣзда въ боковыхъ стѣнкахъ рейки, не опасаясь при этомъ поворачиванія шиповъ. При отсутствіи такихъ внутреннихъ планокъ (черт. 232 и 233) шипы и гнѣзда должны быть некруглые, для устраненія вращенія ихъ. Вообще шипы приклепываются къ боковымъ стѣнкамъ зубчатки, но при Höllenthal'ской дорогѣ нѣкоторые шипы снабжены винтовой нарѣзкой, посредствомъ которой боковыя стѣнки крѣпко прижимаются къ зубцамъ; прочіе шипы, наоборотъ, свободно вставляются въ гнѣзда. Этимъ способомъ Биссингеръ даетъ возможность замѣнять отдѣльные зубцы, между тѣмъ, какъ при заклепанныхъ зубцахъ, въ случаѣ поврежденія одного зубца, всѣ зубцы рейки должны пропадать. Меньшія гнѣзда и болѣе тщательное устройство круглыхъ отверстій уменьшаютъ къ тому же опасность раскалыванія боковыхъ стѣнокъ зубчатки у нижняго конца ея, такъ что взаимное разстояніе гнѣздъ

Чер. 234.



Масштабъ 1 : 10. Зубчатка Биссенгера.

[1]) Schweiz. Bauz 1891 г., т. 17, стр. 71, 1893 г. т. 21, стр. 50. Röll Encykl. стр. 356. Müller Grundz d. Kleinbahnwesens, Берлинъ, 1895.
[2]) Organ, 1897 г., стр. 200.

вверху и внизу дороги, можетъ быть сдѣлано одинаковымъ и при этомъ возможно любое поворачиваніе составныхъ частей реекъ; между тѣмъ, въ зубчаткѣ Риггенбаха разстояніе между зубцами вверху и внизу назначено неодинаковое, для уменьшенія скалыванія въ стыкахъ (черт. 232 и 233). Впрочемъ представленная на черт. 233 форма реекъ съ прочными боковыми стѣнками превосходитъ по прочности устройство, принятое на дорогѣ въ Риги; къ тому же уширенныя кверху боковыя стѣнки для крутыхъ кривыхъ требуютъ болѣе сильной охраны отъ боковыхъ толчковъ и набѣга зубчатыхъ колесъ.

Длина звеньевъ зубчатки бываетъ вообще около 3 m., т.-е. равна половинѣ или трети длины рельсоваго звена. Стыки рельсовъ и зубчатокъ дѣлаются или на шпалѣ или на вѣсу, и снабжаются прочными предохранительными средствами противъ угона (черт. 232—233), причемъ не надо опасаться заклиниванія подошвы рельса (черт. 232).

Стыки располагаются большей частью въ разбѣжку, причемъ стыкъ зубчатокъ укрѣпляется подкладками и плоскими или уголковыми накладками. При смѣшанной системѣ зубчатыхъ и обыкновенныхъ дорогъ необходимы особыя сопрягающія зубчатки (въѣзды), которыя должны автоматически приводить въ сцѣпленіе зубчатыя колеса наѣзжающаго паровоза. Такъ какъ при ступенчатыхъ рейкахъ пользуются также для нѣкоторыхъ цѣлей приспособленіями для сплошныхъ реекъ системы Абта, то дальнѣйшее объ этомъ изложеніе помѣщено въ статьѣ о дорогахъ Абта.

Вѣсъ ступенчатыхъ реекъ колеблется между 50 и 100 kg. на пог. метръ, а вѣсъ всей колеи, который зависитъ много отъ ширины пути, измѣняющейся въ предѣлахъ отъ 750 до 1435 mm., получается отъ 120 до 200 kg. на пог. метръ.

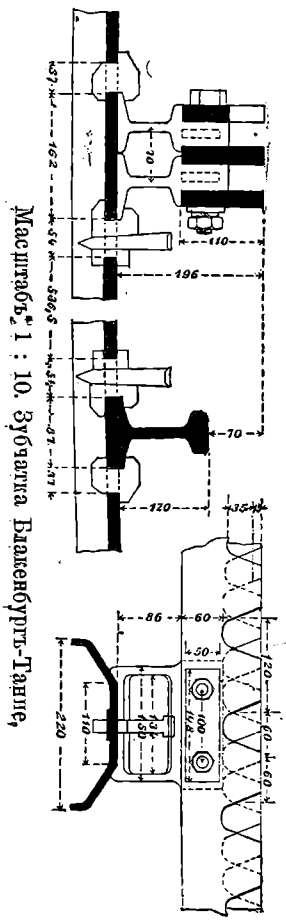
β) Сплошная рейка Абта.

Сплошная рейка Абта состоитъ изъ двухъ или трехъ отдѣльныхъ, рядомъ стоящихъ реекъ-полосъ, зубцы которыхъ раздвинуты одни относительно другихъ на половину или треть шага зацѣпленія (черт. 235—237). Она впервые была примѣнена на открытой въ 1886 г. Harz'ской жел. дор. отъ Blankenburg'а до Tanne [1]). Устройство зубчатой рейки изъ нѣсколькихъ частей даетъ возможность располагать стыки составныхъ частей въ разбѣжку, съ помѣщеніемъ ихъ каждый разъ на шпалѣ, такъ что по чугуннымъ подставкамъ, поддерживающимъ зубчатыя рейки, рядомъ со стыкаемой полоской, снабженной въ стыкѣ накладками, проходятъ еще одна или двѣ неослабленныя стыками полосы. При ступенчатыхъ рейкахъ, вслѣдствіе вліянія температуры и угона, стыковыя части подвергаются немалозначительнымъ неправильностямъ работы, и потому въ большей или меньшей степени онѣ ломаются; въ зубчаткахъ же Абта такого рода поломокъ опасаться нечего. Далѣе зубчатка Абта имѣетъ еще то преимущество передъ ступеньчатой, что первая, при одинаковомъ наибольшемъ общемъ вѣсѣ частей, даетъ возможность болѣе удобной укладки ее, такъ какъ сборку отдѣльныхъ частей можно произвести на мѣстѣ, между тѣмъ какъ ступенчатая зубчатка должна быть раньше собрана и потомъ она укладывается уже въ готовомъ видѣ. Кромѣ того, облегчается

[1]) Organ 1886 г., стр. 138.

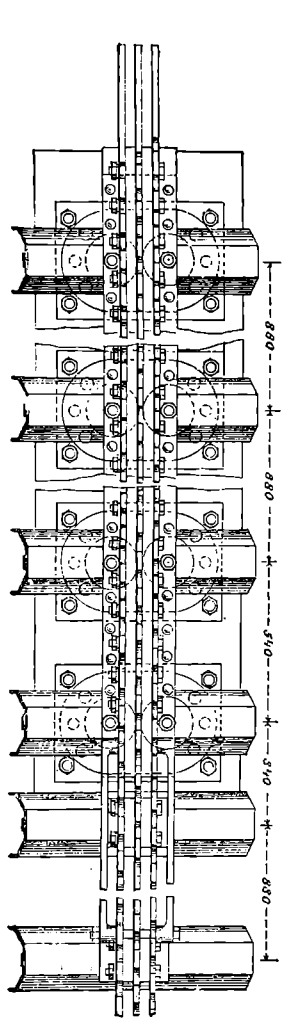
также замѣна отдѣльныхъ частей; оба указанныя преимущества пріобрѣтаютъ тѣмъ большее значеніе, чѣмъ больше подъемъ пути.

Зубчатки Абта дѣлаются обыкновенно также изъ кусковъ длиною 2,6 до 3 m., равною $^1/_3$ длины рельсоваго звена. Толщина полосъ 15—25 mm., при высотѣ въ 110 mm., можетъ на одной и той же дорогѣ измѣняться сообразно съ уклономъ, что представляетъ дальнѣйшее пре-

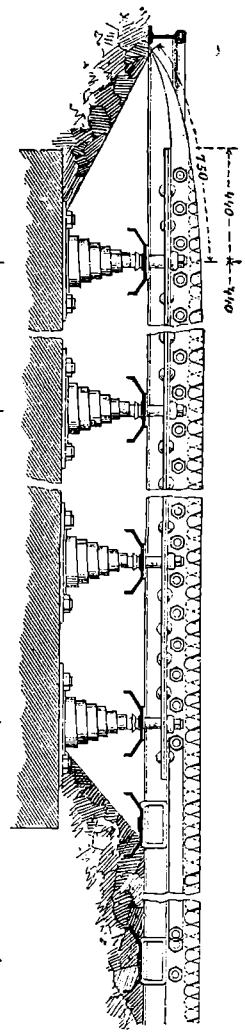


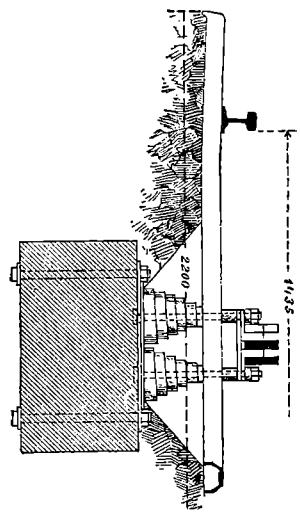
Масштабъ 1 : 10. Зубчатка Блакенбургъ-Танне.

Чер. 235.



Масштабъ 1 : 25. Въѣздъ на зубчатку. Блакенбургъ-Танне.





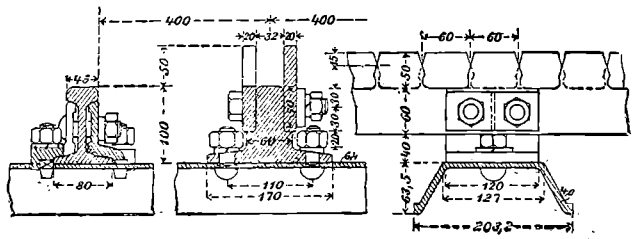
Чер. 236.

имущество этой системы [1]). Зубцы вышиною въ 50 mm. высверлены изъ цѣльной плиты и имѣютъ, подобно зубцамъ ступенчатой зубчатки, боковой наклонъ 1 : 4 и шагъ зацѣпленія 120 mm.

Отверстіи для болтовъ въ рейкахъ посрединѣ круглыя, а въ концахъ продолговатыя и даютъ болтамъ нѣкоторую игру.

Сопрягающія зубчатки или въѣзды располагаются на пружинахъ и въ верхнемъ концѣ онѣ соединены шарнирнымъ образомъ съ прочно установленной рейкой.

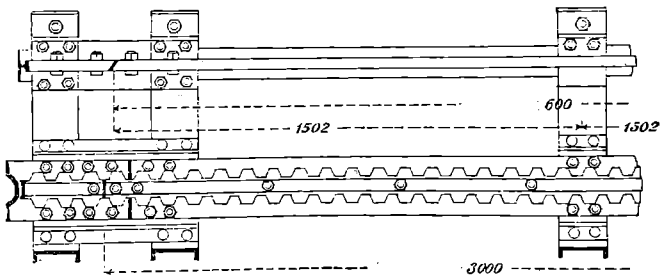
Чер. 237.

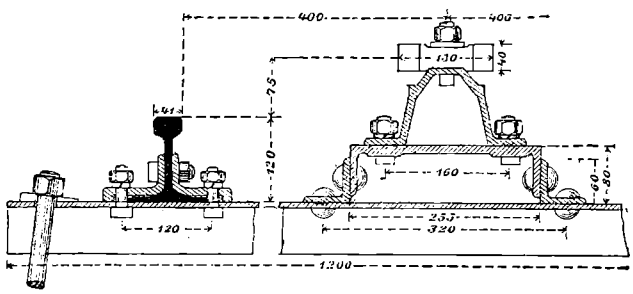


Масштабъ 1 : 10.
Зубчатка ж. д. Монте-Генерозо. Длина лежня 1800 mm.

На переднемъ концѣ вышина зубцовъ постепенно уменьшается (чер. 236). Въ случаѣ, если при въѣздѣ, колеса не тотчасъ же правильно зацѣпляются, то сопрягающее приспособленіе придавливается книзу, и между зубчатымъ колесомъ и рейкой развивается такое большое треніе, что колесо вращается и, развертываясь по верхней части зубца, вмѣсто начальной окружности, тотчасъ же настолько передвигается своими зубцами относительно рейки, что происходитъ сцѣпленіе зубцовъ. Вѣсъ двойной рейки составляетъ 30 до 50 kg. на пог. метръ, общій вѣсъ частей на дорогѣ Generoso достигаетъ 100 до 110 kg. на пог. метръ, въ зависимости отъ измѣняющейся толщины реекъ.

Чер. 238.





Масштабъ 1 : 10 и 1 : 25.
Лежачая зубчатка жел. дор. Пилатусъ.

γ) Лежачая зубчатка Лохера.

Лежачая зубчатка Лохера до сихъ поръ была примѣнена только на жел. дор. на Пилатусъ съ ея необыкновеннымъ подъемомъ въ 480‰ (черт. 238) и также была предложена для дороги на Юнгфрау. По сравненію съ стальными зубчатками, она представляетъ то преимущество, что здѣсь исключено вскакиваніе зубчатыхъ колесъ на рейку. Зубчатка сдѣлана изъ Мартеновскаго литого желѣза, имѣетъ шагъ зацѣп-

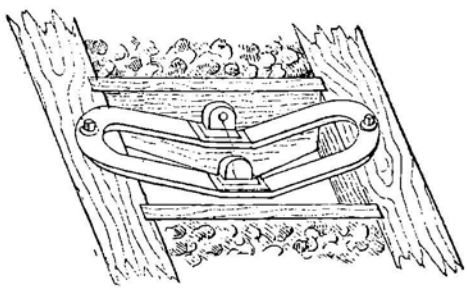
[1]) Walloth, die Drathseilbahnen der Schweiz. Висбаденъ 1893 г., Röll, Encykl. Вѣна 1895 г., стр. 3567; Schweiz. Bauz. 1891 г., т. 18, стр. 77.

ленія [1]) въ 85,7 mm. и, подобно 6 метр. рельсамъ, прочно скрѣпляется на своемъ верхнемъ концѣ съ шпалами П-ой формы, которыя впущены въ гранитныя плиты и закрѣплены въ фундаментѣ; нижній конецъ, напротивъ того, сдѣланъ подвижнымъ. Зубцы высверлены въ цѣльной рейкѣ. Рельсы и зубчатки имѣютъ стыки на вѣсу; такъ какъ головка рельса обхватывается зажимами, прикрѣпленными къ вагонамъ, то рельсовыя накладки не должны достигать головки рельса. Общій вѣсъ верхняго строенія дороги составляетъ 176 kg. на пог. метръ.

4. Канатныя дороги.

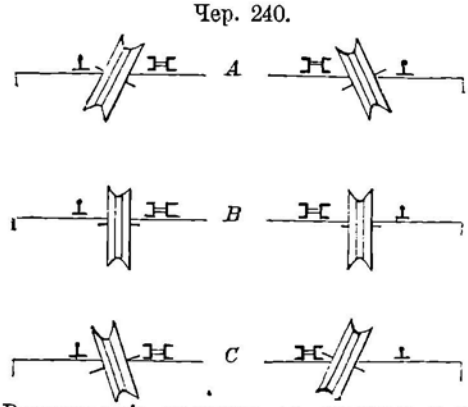
На ряду съ зубчатыми дорогами для преодолѣнія сильныхъ подъемовъ употребляются также канатныя дороги, посредствомъ которыхъ взбираются на подъемъ до 620‰. Такъ какъ поѣзда, идущіе внизъ и въ гору, подвѣшиваются на одномъ и томъ же канатѣ и такимъ образомъ должно происходить періодическое скрещеніе поѣздовъ, то дорога должна быть сдѣлана или двухколейной, или долженъ быть устроенъ разъѣздъ, на которомъ верхнее строеніе требуется такъ уложить, чтобы канатъ, не зацѣпляясь колесами, пересѣкалъ рельсы и чтобы вагоны могли развѣтвляться по двумъ путямъ. Устройство двухколейной дороги представляетъ, благодаря отсутствію разъѣздовъ, простѣйшую конструкцію верхняго строенія, но

Чер. 239.



Канатные ролики.

Чер. 240.



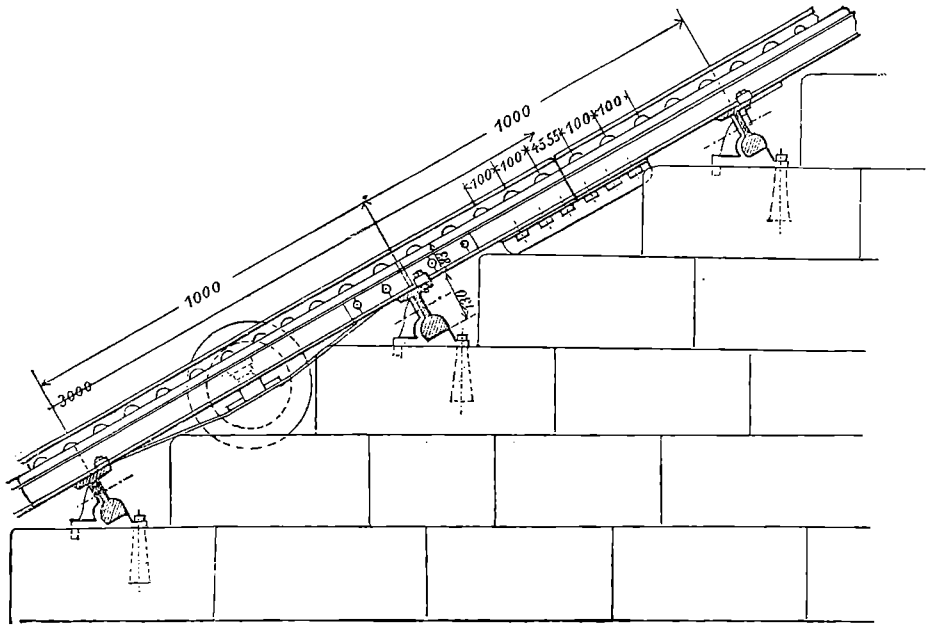
Расположеніе роликовъ на прямыхъ и въ кривыхъ.

оно, однако, дорого и примѣняется поэтому только при небольшихъ участкахъ съ сильнымъ движеніемъ. На ряду съ современнымъ устройствомъ двухколейныхъ дорогъ встрѣчаются дороги, у которыхъ, ради сбереженія ширины, оба пути включены одинъ въ другой, и здѣсь, понятно, необходимы особые разъѣзды; кромѣ такихъ четырехрельсовыхъ конструкцій, употребительны также и трехрельсовыя [1]), при чемъ средній рельсъ принадлежитъ обѣимъ колеямъ, а также одноколейныя, т.-е. двухрельсовыя дороги. До сихъ поръ большинство канатныхъ дорогъ снабжалось также зубчатой рейкой—ступенчатой или сплошной, дабы этимъ пріобрѣсти болѣе сильное и надежное тормозящее дѣйствіе; но встрѣчаются также такія дороги

[1]) Schweiz. Bauz. 1886 г., т. 7, стр. 53. Centralb d. Bauverw., 1890 г., стр. 3 и Organ 1887 г., стр. 42 и 1888 г., стр. 126.
[2]) Organ 1888 г., стр. 171, 1889 г., стр. 214 и 1890 г., стр. 90.

и безъ зубчатой рейки; на самой крутой изъ всѣхъ дорогъ этого рода, а именно на Stanserhorn'ской дорогѣ, съ подъемомъ въ $620^0/_{00}$, зубчатка отброшена, такъ какъ согласные опыты показали, что можно обойтись безъ нея, если поза-

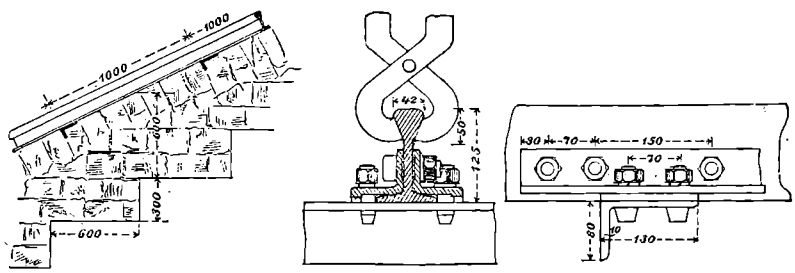
Чер. 241.



Масштабъ 1 : 20. Канатная дорога Territet-Glion.

ботиться о достаточномъ сцѣпленіи вагоновъ съ путемъ и если форма рельсовъ позволяетъ сильное боковое торможеніе (чер. 242) [1]). Устройство зубчатой рейки, которая должна быть помѣщена рядомъ съ канатомъ, между рельсами, требуетъ,

Чер. 242.



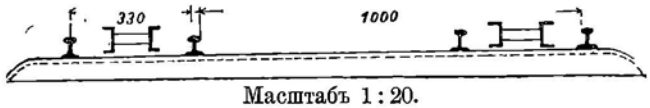
Масштабъ 1 : 50 и 1 : 10. Канатная дорога Stanserhorn.

чтобы по крайней мѣрѣ одна изъ этихъ частей была отодвинута отъ пути. Ролики для канатовъ имѣютъ около 30 cm. въ діаметрѣ и укрѣпляются въ особыхъ подшипникахъ между рельсами на шпалахъ (чер. 239). Разстояніе между

[1]) Schweiz. Bauz. 1893, т. 21, стр. 72 и упомянутое выше соч. Walloth.

роликами на прямыхъ 8 до 18 метр., а на кривыхъ они стоятъ ближе другъ къ другу и должны имѣть наклонное положеніе (чер. 240). При трех-и четырехрельсовыхъ путяхъ повсюду рельсы и прочія части укрѣпляются на поперечинахъ, чтобы достигнуть возможно большей жесткости пути. Встрѣчаются какъ деревянныя, такъ и желѣзныя шпалы; послѣднія теперь предпочитаются по соображеніямъ, приведеннымъ уже при описаніи зубчатыхъ дорогъ. Вслѣдствіе весьма сильныхъ крутыхъ подъемовъ дорогъ, нижнее строеніе дѣлаютъ обыкновенно изъ каменной кладки; шпалы закрѣпляются въ ней (чер. 241), или совершенно наглухо задѣлываются; желѣзные угольники съ неравными полками оказались весьма пригодными для такихъ шпалъ (чер. 242).

Чер. 243.



Масштабъ 1 : 20.

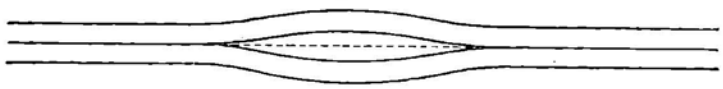
Путь канатной дороги Écluse-Plan въ Нейшателѣ.

Устройство пути и разъѣзда на четырехрельсовой дорогѣ Écluse-Plan въ Нейшателѣ съ входящими одна въ другую колеями изображено на чер. 243 и 244; а скрещеніе трехрельсовой дороги Biel-Magglingen — на черт. 245 [1]). Шпалы первой дороги длиной всего въ 170 cm., слишкомъ коротки и не допускаютъ закрѣпленія ихъ внѣ рельсовъ; поэтому приходится такое укрѣпленіе помѣстить на оси зубчатой рейки, гдѣ доступъ слишкомъ затрудненъ. Дорога Lausanne-Ouchy сдѣлана (чер. 246) за разъѣздомъ четырехрельсовой; очевидно, при этомъ канаты у нижняго конца за разъѣздомъ могутъ быть проведены прямо надъ скрещивающимися рельсами.

Чер. 244.

Скрещеніе путей канатной дороги Écluse-Plan въ Нейшателѣ.

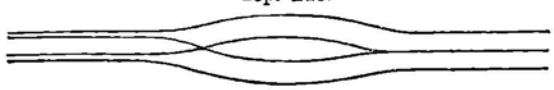
Чер. 245.



Скрещеніе путей канатной дороги Biel-Magglingen.

Послѣ различныхъ прежнихъ устройствъ разъѣздовъ, въ настоящее время разъѣзды двурельсовыхъ дорогъ почти повсюду устраиваются по способу, указанному на чер. 247, при чемъ обращеніе вагоновъ по рельсамъ обезпечивается тѣмъ, что колеса съ одной стороны оси снабжаются двойными закраинами, между тѣмъ какъ противолежащія колеса дѣлаютъ гладкими; поэтому вагоны могутъ быть переведены чрезъ стрѣлку поперемѣнно то справа, то слѣва. На разъѣздахъ для дорогъ безъ зубчатыхъ реекъ устройство переводовъ упрощается не въ многозначительной степени. Способъ прикрѣпленія къ шпаламъ рельсовъ и зубчатыхъ реекъ не отличается отъ прежде описанныхъ; точно также устройство стыковъ, которые дѣлаются или на шпалѣ, или

Чер. 246.



Скрещеніе путей канатной дороги Lausanne-Ouchy.

[1]) Соч. Walloth.

на вѣсу, не представляетъ ничего особенно достойнаго вниманія, за исключеніемъ того, что накладки должны оставить мѣсто для возможности сцѣпленія вагоновъ съ рельсами. Своеобразная форма головки рельса Stanserhorn'ской дороги (чер. 242) удовлетворяетъ равнымъ образомъ этому требованію, а также позволяетъ боковое торможеніе.

Чер. 247.

Скрещеніе путей двухрельсовой канатной дор.

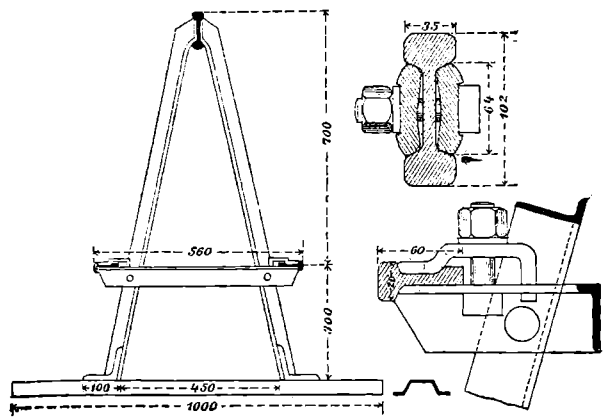
Вѣсъ рельсовъ и всего пути колеблется въ довольно значительныхъ предѣлахъ, сообразно съ шириной пути, которая, для достиженія возможно большей жесткости въ поперечномъ направленіи, не должна быть ниже 1 метра.

При всѣхъ дорогахъ съ крутыми подъемами необходимо позаботиться объ устройствѣ ступенекъ на пути или возлѣ него для возможности обхода дороги; ступеньки возлѣ пути слѣдуетъ предпочитать ступенькамъ между рельсами.

5. Возвышенныя дороги особаго рода.

На тѣхъ возвышенныхъ дорогахъ, на которыхъ вагоны помѣщаются цѣликомъ, или частью рядомъ, или подъ рельсами, устройство пути, вслѣдствіе такого положенія вагоновъ, существенно отступаетъ отъ обыкновенныхъ формъ. Сюда принадлежатъ прежде всего **однорельсовыя дороги**, при которыхъ вагоны сидятъ верхомъ на пути; въ этомъ случаѣ, кромѣ рельсовъ для ѣзды, необходимы боковые направляющіе рельсы. Такого рода дороги были неоднократно предлагаемы Fell'емъ, Haddan'омъ, Le Roy-Stone'омъ, не находя однако большого примѣненія, но онѣ получили немногозначительное распространеніе, приблизительно съ 1880 года, въ формѣ, введенной Лартигомъ (чер. 251) [1]).

Чер. 248.



Масштабъ 1 : 20. Однорельсовая дорога Ляртига.

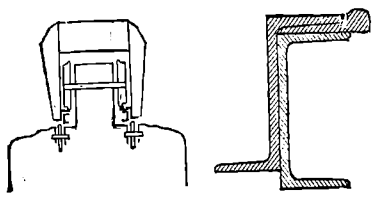
Сдѣланные изъ углового желѣза козлы расположены приблизительно на взаимномъ разстояніи 1 метра, а у рельсоваго стыка, сдѣланнаго на вѣсу, на разстояніи 50 cm.; смотря по надобности для выравниванія неровностей мѣстности, они могутъ быть изготовлены различной вышины. По двухголовчатому рельсу катятся ведущія колеса, а оба нижніе рельса служатъ опорами для направляющихъ колесъ. Общій вѣсъ пути, представленнаго на чер. 248, составляетъ только 47 кил. на пог. метръ. Такой путь можетъ слѣдовать крутымъ изгибамъ мѣстности, а возвышенное по-

[1]) Organ 1877 г., стр. 41, 1888 г., стр. 253, 1889 г., стр.131 и 184. Centralb. d. Bauverw. 1889 г., стр. 219, Zeitsch. d. V. d. Ing. 1895 г., стр. 1453, Annales des ponts et chaussées. Августъ 1888 г.

ложеніе препятствуетъ засыпкѣ его наносными песками, послѣднее можетъ имѣть значеніе въ жаркихъ странахъ. Подобнаго же рода устройство предложено Meigs'омъ [1].

Далѣе сюда относятся такъ называемыя воздушныя дороги, которыя дѣлаются какъ съ одно-, такъ и двухрельсовой колеей; при нихъ вагоны подвѣшиваются рядомъ или подъ опорами. Для безусловно требующагося предохраненія отъ схода съ рельсовъ необходимы, кромѣ рельсовъ для ѣзды, особыя приспособленія, которыя предупреждаютъ поднятіе вагона надъ рельсами. Такого рода дороги предложены Enos'омъ, Cook'омъ, Langen'омъ, Dietrich'омъ и по способу Лангена были выполнены для опыта: двухрельсовыя дороги въ Deitz"ѣ и однорельсовыя для городской воздушной дороги Барменъ-Эльберфельдъ-Вовинкель [2]) (чер. 290 и 291). На чер. 249, который изображаетъ болѣе старый проектъ Лангена съ двухрельсовымъ путемъ, рельсы для ѣзды, выступающіе внутрь, укрѣплены между фасоннымъ желѣзомъ, противъ котораго пролегаютъ направляющія колеса, такъ что сходъ съ рельсовъ ведущихъ колесъ невозможенъ.

Чер. 249.



Масштабъ 1:100 и 1:10.
Возвышенныя дороги Лангена.

---

[1]) Organ 1886, стр. 32, 1887, стр. 259 и 1895, стр. 47.
[2]) Organ 1895, стр. 129. Deut. Bauz. 1895, стр. 62. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1895, стр. 1453.

V. Особенныя конструкціи верхняго строенія электрическихъ дорогъ.

Обработано Zehmc'омъ.

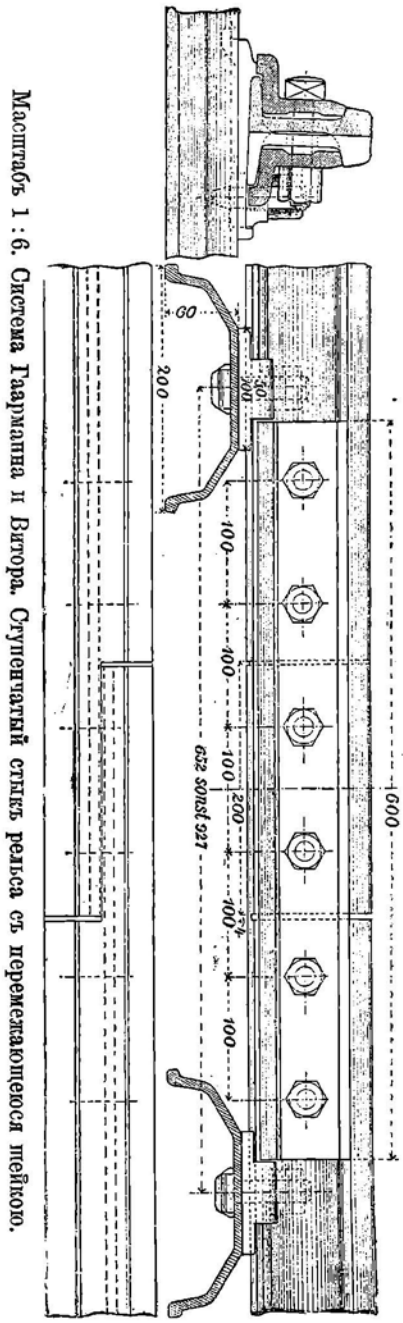
Къ верхнему строенію электрическихъ дорогъ причисляются также проводники тока, которые находятся въ извѣстномъ отношеніи къ устройству собственно пути; равнымъ образомъ здѣсь слѣдуетъ разсматривать общеупотребительные разъѣзды.

a) Путь.

При электрическихъ дорогахъ, для верхняго строенія на мощеныхъ улицахъ, употребляются преимущественно одиночные желобчатые рельсы, а также стыковые лежни-рельсы (гл. IV d и f); между тѣмъ какъ для загородныхъ линій примѣняются лежни-рельсы, равно какъ и рельсы на продольныхъ лежняхъ и особенно на поперечныхъ шпалахъ. Распространеніе того или другого рода строеній не свидѣтельствуетъ объ относительномъ достоинствѣ, такъ какъ при большой поспѣшности, съ какой производится постройка электрическихъ дорогъ, очень заманчива простота верхняго строенія. Неблагопріятное вліяніе движущихся грузовъ по отношенію къ уличнымъ дорогамъ съ электрической тягой имѣетъ гораздо большее значеніе, чѣмъ при дорогахъ съ конной тягой, а въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ даже болѣе, чѣмъ при обыкновенныхъ паровозныхъ дорогахъ. Размѣръ добавочныхъ вліяній отъ движущихся грузовъ зависитъ отъ положенія пути на полотнѣ улицы, отъ жесткости пути, т.-е. отъ осадки его, отъ силы сопротивленія рельсовыхъ стыковъ, отъ продолжительности существованія пути и отъ системы конструкціи подвижного состава.

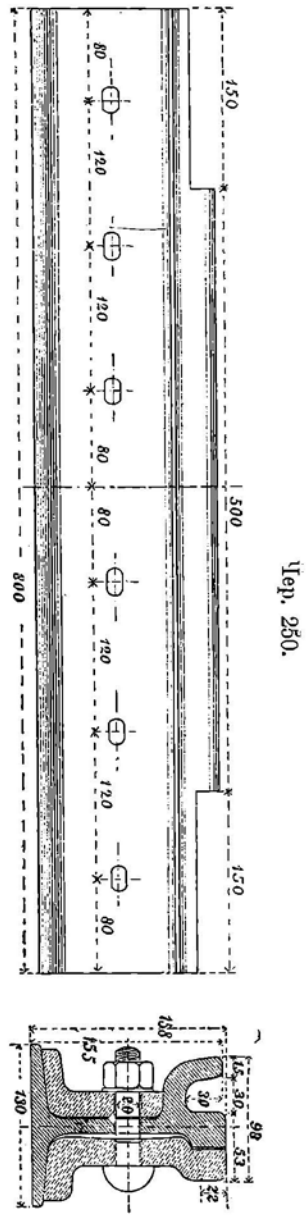
Укладка пути лишь на одной сторонѣ улицы и волнистое расположеніе рельсовъ по высотѣ, соотвѣтственно уклонамъ улицъ, уже сами по себѣ благопріятствуютъ вреднымъ вліяніямъ движущихся вагоновъ; кромѣ того, вслѣдствіе затруднительности и дороговизны содержанія пути, состояніе его оставляетъ еще желать многаго; мѣстами къ этому присоединяется неудобное устройство вагоновъ и механизмовъ для движенія и наконецъ давленіе на оси при электрическихъ дорогахъ гораздо болѣе, чѣмъ на конныхъ дорогахъ; въ силу всѣхъ этихъ обстоятельствъ

выяснилась необходимость путь для дорогъ съ электрической тягой устраивать прочнѣе, чѣмъ на другихъ уличныхъ дорогахъ, если при укладкѣ пути на послѣднихъ



Чер. 251.

Масштабъ 1 : 6. Система Гаармана и Витора. Ступенчатый стыкъ рельса съ перемежающейся шейкою.



Чер. 250.

Масштабъ 1 : 6. Система Шмидта. Стыкъ желобчатаго рельса съ подхватывающей накладкой.

для конно-желѣзныхъ дорогъ не принималась во вниманіе предстоящая замѣна такой тяги электрической. Особенно должна быть значительна жесткость пути съ соотвѣтственными рельсами и балластнымъ слоемъ, съ цѣлью уменьшенія быстраго

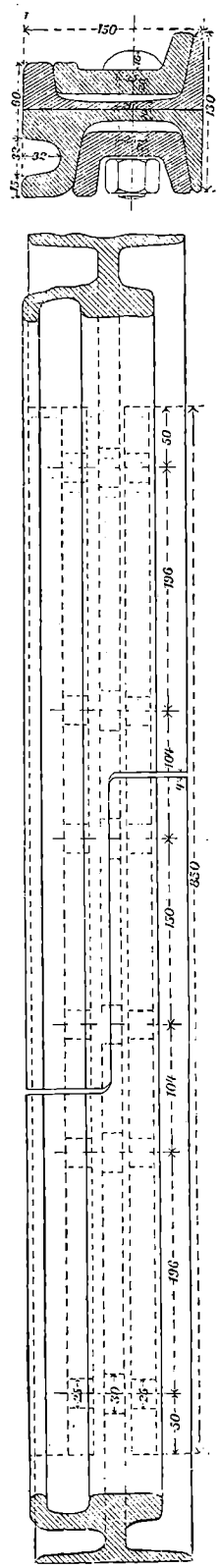
изнашиванія и обезпеченія спокойной ѣзды. Для лежней-рельсовъ необходима большая высота при широкой подошвѣ, и для строенія на поперечинахъ рекомендуютъ примѣненіе въ достаточномъ количествѣ прочныхъ шпалъ съ промежуточными разстояніями около 800 mm. Сообразно со свойствами грунта полотна, балластъ долженъ быть сдѣланъ изъ гравія, или щебня, съ слоемъ накиднаго камня, или безъ онаго. Большинство управленій конно-желѣзныхъ дорогъ, при введеніи электрической тяги, удовлетворило требованіямъ относительно рельсовъ; въ особенности улучшили форму желобчатыхъ рельсовъ, подпирая непосредственно головки ихъ; балластный слой, напротивъ того, рѣдко улучшали; это упущеніе свидѣтельствуетъ о несовершенной утилизаціи повышенныхъ расходовъ на первоначальное устройство.

Преимущества, которыя представляетъ электрическій вагонъ-двигатель, вслѣдствіе особыхъ свойствъ, объусловливающихъ поступательное движеніе, безъ потребности въ движущихся взадъ и впередъ частяхъ, могутъ быть принимаемы въ соображеніе при уличныхъ дорогахъ только по сравненію съ паровой эксплоатаціей; по сравненію же съ обыкновенными паровозными дорогами, на самостоятельномъ полотнѣ, свободными отъ упомянутыхъ неудобствъ уличныхъ путей, указанныя преимущества въ сущности исчезаютъ. Собственный вѣсъ G двухъосныхъ электрическихъ вагоновъ съ двумя двигателями можно, при обыкновенныхъ условіяхъ, выразить формулой:

$$G^{kg} = 6000^{kg} + (n - 16)150^{kg} \quad . \quad . \quad . \quad (46)$$

гдѣ n обозначаетъ число мѣстъ для сидѣнія; число же мѣстъ для стоянія принимаютъ, постоянно отъ 10 до 12.

Въ табл. XIV указаны данныя о пути нѣкоторыхъ дорогъ, которыя переустраивались или устраивались для введенія электрической тяги. Данныя о вѣсѣ вагоновъ и давленіи на оси включены съ приблизительной точностью. Изъ разнообразія конструкціи этихъ верхнихъ строеній и содержанія путей выясняются большія различія въ сопротивленіяхъ, которыми обладаютъ поѣзда электрическихъ дорогъ. Принимая во вниманіе сильныя напряженія, проявляющіяся въ частяхъ электрическихъ уличныхъ дорогъ, необходимо, при назначеніи размѣровъ частей пути, принять также въ соображеніе ихъ изнашиваніе, т.-е. разсчитывать на опредѣленную продолжительность службы частей. Относительно



Чер. 252. Масштабъ 1:6. Стыкъ Кулпа на уличной жел. дор. Гамбурскаго общества.

ТАБЛИЦА XIV.

Дорога.	Поперечный разрѣзъ рельса.	Вѣсъ: Рельсъ kg/m	Вѣсъ: Путь kg/m	Балластъ	Оси: Число въ годъ.	Оси: Средняя (максимальная) нагрузка на ось. kg
Большое Берлинское акціонерное общ. конно-желѣзныхъ дор. 1. Зоологическій садъ — Трептовъ	Желобчатый рельсъ „Феникс“ съ тупымъ и половинчатымъ стыкомъ	14a: 42,5	94,54	Каменн. мостовая: щебень.	1. 262800	4500 (4900)
2. Денговская площадь — Силезскія ворота		14c: 42,0	94,96		1. 197100	2500
		14d: 50,6	114,60	Асфальт. мостовая: бетонъ.	2. 154760	4500 (4900)
3. Денговская площадь — Глогауская ул.	Двойной рельсъ Гаарманна съ половинч. стыкомъ при подзем. проводкѣ тока (чер. 293 и 294).	—	—	Чугунныя ребра канала для подземной проводки на бетонѣ.	3. 160600	4500 (4900)
Ахенское общество подъ-центральная ѣздныхъ дорогъ. 1. Въ городѣ (мощеныя улицы)	Желобчатый рельсъ Феникс	25: 40,0	90,16	На хорошихъ улицахъ слой гравія въ 100 mm. На худыхъ улицахъ подъ этимъ слой щебня въ 200 до 300 mm.	1. 122640	3250 (4000)
2. Въ предмѣстіяхъ (мощеныя улицы)		7a: 34,0	73,0		2.	
3. На загородн. линіяхъ (сельская дорога)	Рельсы съ широкой подошвой на жел. попер. шпалахъ $^{100}/_{10}$, 40—шир. головки, 80—шир. пяты	20,0	70,0		3. 61320	3250 (4000)
Гамбурго-Альтонская центральная ѣздныхъ дорога. 1. Гамбурскій округъ	Желобчатый рельсъ Феникс 17 b. со стыкомъ Culin'a	53,0	117,17	Прежде бетонъ, теперь гравій.	1. 146000	4350
					1. 146000	2850
2. Площадь ратуши — Св. Павла				Слой гравія.	2. 292000	4350
					2. 219000	2850
3. Альтонскій округъ					3. 146000	4350
					3. 146000	2850
Мюнхенское акціонерное общество трамваевъ	Рельсъ Гартвига съ привинченнымъ контъ-рельсомъ, 201 mm вышиной, 44 mm шир. головки, 95 mm шир. пяты, 8 mm шейка (чер. 218, стр. 194).	37,0	78,40	Слой гравія.	146060	3500 (3750)
Уличная дорога въ Ганноверѣ (аккомуляторная тяга)	Желобч. рельсъ Феникс 14a	42,5	94,54	Слой гравія.	—	5250 (5500)
	Двойной желобч. рельсъ Гаарманна 47F	45	110,0	Слой гравія.	—	—
Общество трамваевъ въ Парижѣ. 1. Opéra—St. Denis	Въ городахъ желобчатый рельсъ „Broca“	—	—	Слой гравія на щебнѣ.	1. 75920	6000 (7000)
					при томъ 1. 75920	2900 (3300)
2. Madeleine—St. Denis					2. 75920	6000 (7000)
3. Neuilly—St. Denis (аккомуляторная тяга)	На отдѣльномъ отъ большихъ дорогъ собств. полотнѣ, рельсъ съ широкой пятой.	22	73	Желѣзныя поперечныя шпалы на щебнѣ.	3. —	6000 (7000)

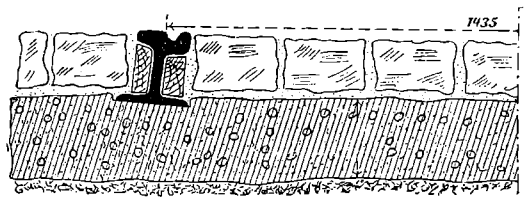
Въ случаѣ переполненія вагона.

головки рельса, ширины и глубины желоба равно, какъ уширенія пути сохраняетъ силу сказанное въ отдѣлѣ IV; но съ недавнихъ поръ болѣе сильное изнашиваніе рельсовъ стало теперь приниматься въ разсчетъ, такъ что головку рельса для ѣзды дѣлаютъ на 5 mm. выше, нежели направляющую головку; этимъ обезпечивается возвышеніе сей послѣдней надъ изъѣзженной головкой рельса.

Часто на крутыхъ кривыхъ употребляютъ составные рельсы, между тѣмъ какъ въ прочихъ мѣстахъ дороги предпочитаютъ простые желобчатые рельсы; дѣлается это вслѣдствіе трудности, при простыхъ желобчатыхъ рельсахъ, достигнуть соотвѣтственнаго уширенія пути, особенно желательнаго при электрической тягѣ. Наклонное расположеніе рельсовъ и донынѣ не всегда разрѣшается въ городахъ, поэтому довольствуются скашиваніемъ головки рельса около 1 : 20, что въ совокупности съ соотвѣтственно отлитымъ ободомъ колеса способствуетъ спокойному ходу вагоновъ.

Сильнаго образованія требуетъ самое слабое мѣсто пути—стыкъ рельсовъ, чтобы предотвратить, по возможности, постоянно возрастающія вредныя взаимодѣйствія между спускающимися концами рельсовъ, а также и удары колесъ подвижного состава. Въ этомъ отношеніи особенное значеніе имѣетъ родъ подвѣшиванія двигателей. Въ виду этого, въ настоящее время, ступенчатый стыкъ цѣльныхъ рельсовъ и стыка въ разбѣжку для половинокъ составныхъ рельсовъ вытѣснили всѣ другія устройства, въ особенности сплошной стыкъ, какъ напр. на чер. 151.

Чер. 253.



Масштабъ 1 : 15.
Устройство пути на улицахъ.

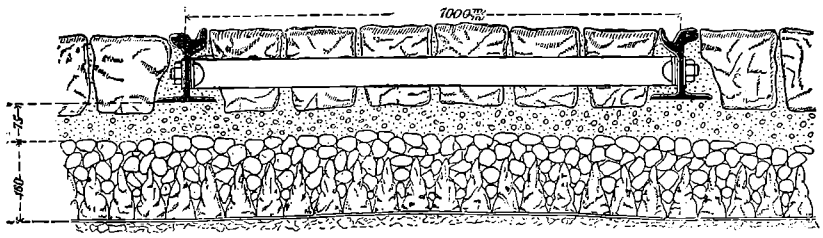
При цѣльныхъ желобчатыхъ рельсахъ примѣняется, во всякомъ случаѣ, такъ называемый Шмидтовскій стыкъ (чер. 222 и 250) съ подхватывающими стыковыми накладками (Stossfanglasche). Особенно прочнымъ дѣлается стыкъ при примѣненіи рельсовъ Гаарманна-Витора съ перемежающимися шейками (чер. 210 и 211).

Примѣненный Гамбургскимъ обществомъ городскихъ желѣзныхъ дорогъ ступенчатый стыкъ желобчатыхъ рельсовъ требуетъ (чер. 252) необыкновенной толщины шейки рельса и, несмотря на такую расточительность, стыкъ этотъ, вслѣдствіе ослабленія рельсовъ въ стыкѣ, едва ли представляетъ такія преимущества, какъ половинчатый стыкъ составныхъ рельсовъ. При лежняхъ-рельсахъ можетъ оказаться весьма цѣлесообразнымъ уширеніе подошвы рельса въ стыкѣ примѣненіемъ для сего подкладки.

На чер. 253, 254 и 255 представлено нѣсколько системъ устройства пути на полотнѣ улицъ, которыя отвѣчаютъ изложеннымъ выше исходнымъ условіямъ. Исполненная въ Гамбургѣ подстилка подъ рельсами изъ толстаго слоя бетона (чер. 253) обходится, правда, дороже, но зато она долговѣчна и представляетъ вмѣстѣ съ тѣмъ дѣйствительное средство противъ вліянія проводимаго черезъ рельсы обратнаго тока на газо-и водопроводы. Необходимо, однако, въ стыкахъ придавать рельсамъ болѣе широкую нижнюю поверхность, хотя бы посредствомъ вставки желѣзныхъ подкладокъ, ибо въ противномъ случаѣ отъ толчковъ вагоновъ рельсы легко вдавливаются въ бетонъ и могутъ его раскрошить. Заполненіе внутренняго пространства между рельсами, деревомъ или каменной кладкою препятствуетъ выпаденію раздавленныхъ камней мостовой.

Устраиваемые на самостоятельномъ полотнѣ пути для электрическихъ дорогъ исполняются по общимъ правиламъ для прочихъ желѣзныхъ дорогъ. Исключеніе представляютъ возвышенныя дороги, для нижняго строенія которыхъ чер. 289 и 290 представляютъ два примѣра, а именно проектъ Берлинской возвышенной

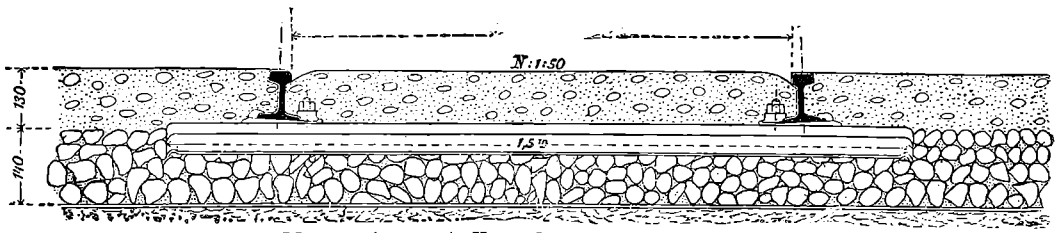
Чер. 254.



Масштабъ 1 : 15. Устройство пути на улицахъ.

дороги и приводящаяся въ исполненіе воздушная дорога Вовинкель-Эльберфельдъ-Барменъ. Какъ видно изъ чер. 290 балки, поддерживающія рельсы, дѣлаются изъ двутавроваго желѣза, на которомъ рельсы помѣщаются съ подкладкой изъ за-

Чер. 255.



Масштабъ 1 : 15. Устройство пути на улицахъ.

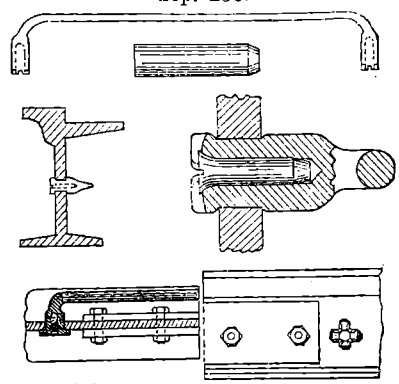
каленнаго желѣзнаго листа. Такъ какъ рельсы дѣлаются съ перемѣжающейся шейкой, то при нихъ можно примѣнять половинчатый стыкъ, который необходимъ, ибо жесткость пути уменьшается, благодаря закаленнымъ планкамъ, дѣйствующимъ какъ заглушатели звука.

Колея, какъ обратный проводъ.

При надземной проводкѣ тока для электрическихъ уличныхъ дорогъ пользовались прежде вездѣ землей, какъ въ качествѣ обратнаго провода, но при этомъ, вслѣдствіе дѣйствія электрическаго тока, обнаружилось вредное вліяніе его на расположенные въ землѣ газо- и водопроводныя трубы и т. п. Съ теченіемъ времени, съ цѣлью выключенія земли стали примѣнять для обратнаго проведенія тока весь путь въ совокупности и для избѣжанія по возможности всякаго направленія тока въ указанные посторонніе проводы, соединяютъ на соотвѣтственныхъ разстояніяхъ путь съ генераторной станціей (мѣстомъ полученіе тока) при помощи особыхъ обратныхъ питательныхъ кабелей, которые въ необходимыхъ случаяхъ, послѣ соотвѣтственнаго перезамыканія цѣпи, могутъ замѣнить собой испорченный питающій кабель. Для этой цѣли употребляются также старые, соединенные между собой рельсы, если этимъ достигается сбереженіе въ расходахъ на устройство. Соединеніе рельсовъ

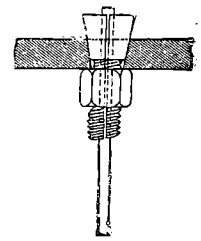
стыковыми накладками въ стыкахъ, особенно при рельсахъ, бывшихъ долгое время въ употребленіи, не представляетъ собой хорошо проводящаго токъ соединенія между отдѣльными рельсами. Таковое гораздо лучше образовать при помощи проволочнаго хомута, перекрывающаго зазоръ въ стыкѣ. Изъ многочисленныхъ конструкцій этихъ стыковыхъ соединеній рельсовъ преимущество слѣдуетъ отдать тѣмъ, въ которыхъ, въ качествѣ проводящей поверхности, примѣняется особая вставка въ отверстіе, пробуравленное въ рельсахъ (чер. 256, 257), такъ какъ эти соединенія позволяютъ простой, дешевый ремонтъ и служатъ продолжительно хорошимъ проводникомъ.

Чер. 256.



Масштабъ 1:8 и 1:2.
Электрическія соединенія.

Чер. 257.



Масштабъ 1:2,5.
Электр. соединенія.

Отверстіе въ рельсѣ слѣдуетъ разсверлить точно по мѣрѣ, чтобы мѣдный хомутъ плотно прилегалъ къ стѣнкѣ. Приклепанныя къ рельсамъ мѣдныя полоски хороши только тогда, если поверхность наклепки будетъ предварительно отшлифована, до полученія чистаго металла. Мѣдные хомуты получаютъ изогнутую или винтообразную форму для того, чтобы они не могли быть испорчены отъ продольнаго угона рельсовъ, ни отъ толчковъ вагоновъ.

Мѣдные хомуты одной линіи рельса черезъ каждые 100 m. соединяются съ хомутами другой линіи посредствомъ мѣдной проволоки. При двухколейныхъ путяхъ слѣдуетъ, кромѣ того, черезъ каждые 300 m., устраивать соединеніе хомутовъ обоихъ путей. Такимъ способомъ хорошо соединенные рельсы дѣлаютъ излишними особые проводы, расположенные между рельсами и соединенные отдѣльными кусками рельсовъ.

---

b) Путевые разъѣзды.

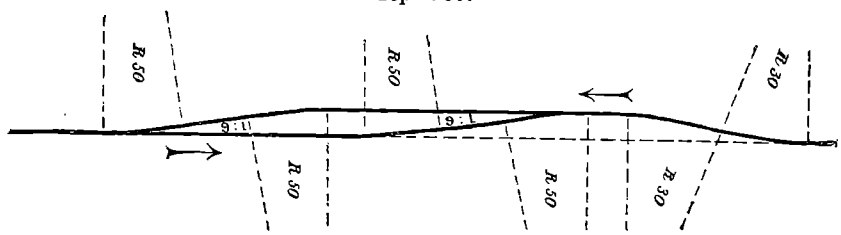
Употребительнѣйшіе разъѣзды, представленные на чер. 258, 259 и 260, отвѣчаютъ требованію, чтобы колея не переходила съ одной стороны улицы на другую и была объѣзжаема справа. Употреблявшаяся еще всюду до недавняго времени стрѣлка Шиллера (чер. 258) была вытѣснена, особенно послѣ введенія электрической тяги, расположеніемъ путей, изображеннымъ на чер. 259, которое имѣетъ цѣлью сдѣлать возможнымъ прямой въѣздъ вагона съ обоихъ концовъ разъѣзда. Независимо отъ преимущества съ желѣзно-дорожно-технической стороны, это расположеніе путей допускаетъ выпол-

Чер. 258.

Разъѣздъ на уличныхъ жел. дор.

ненiе болѣе простого устройства переводовъ для электрической верхней передачи. Съ цѣлью устраненія непріятныхъ обратныхъ закругленій, расположенныхъ съ

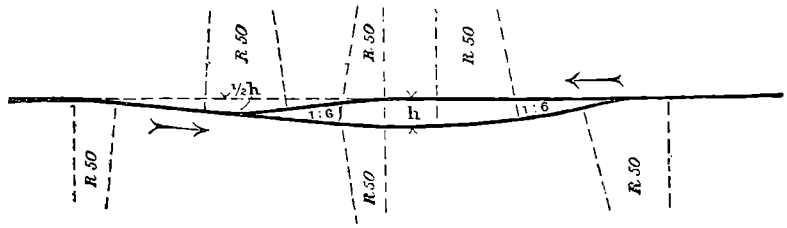
Чер. 259.



Разъѣздъ на электрическихъ уличныхъ дорогахъ.

одного конца разъѣзда, перешли затѣмъ къ изображенному на чер. 260 способу построенія, предложенному Кеттингомъ, при которомъ достигается меньшая длина

Чер. 260.



Разъѣздъ на электрическихъ уличныхъ дорогахъ.

кривыхъ впереди стрѣлки и на самой стрѣлкѣ. При такомъ устройствѣ верхній проводъ можетъ быть проведенъ съ меньшимъ числомъ частей, чѣмъ при другихъ системахъ; поэтому первая (на чер. 260) представляетъ лучшую изъ извѣстныхъ до сихъ поръ конструкцій.

---

c) Провода для передачи тока.

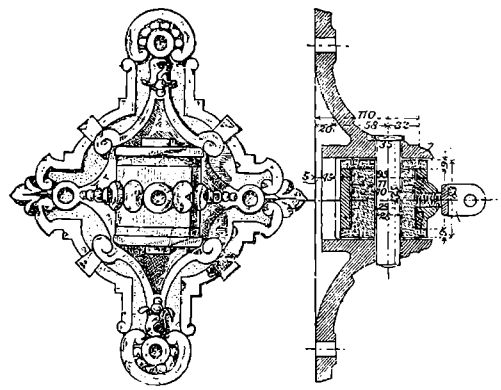
Провода при передачѣ на далекія разстоянія раздѣляются на питающіе и рабочіе. Первые приводятъ токъ изъ мѣста его полученія къ рабочему проводу, по которому скользитъ или катится вагонный пріемникъ тока (контактъ). Провода могутъ быть устраиваемы повышенными (воздушные провода) и погруженными (подземные провода).

1. Надземное (воздушное) проведеніе тока.

При воздушной проводкѣ тока, посрединѣ пути, на высотѣ 5,5 до 6 метр., натягивается мѣдная проволока. Достоинство исполненія такого проекта сѣти проводовъ зависитъ исключительно отъ ловкости рабочихъ. Для подвѣшиванія проволоки служатъ столбы (мачты) или поперечныя стальныя проволоки, натянутыя между двумя столбами, или между двумя зданіями, или, наконецъ, между зданіемъ и столбомъ. Примѣръ потребныхъ для этого, большей частью разукрашенныхъ,

стѣнныхъ подушекъ (анкеровъ) представленъ на чер. 261; они укрѣпляются въ стѣнѣ посредствомъ насухо вставленныхъ патентованныхъ коническихъ болтовъ и снабжены упругой прокладкой, которая предохраняетъ стѣны отъ колебаній проволоки. Въ видѣ второй предохранительной мѣры, въ случаѣ необходимости, передъ стѣнной подушкой помѣщаютъ также особеннаго устройства приборы для заглушенія звука (чер. 262).

Чер. 261.

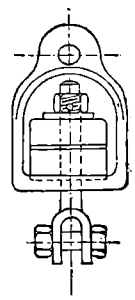


Масштабъ 1 : 8.
Разукрашенный стѣнной анкеръ для поперечныхъ проволокъ воздушныхъ проводовъ (Гамбургъ-Альтонской центральной дор.).

Столбы устраиваются въ видѣ стальныхъ трубъ; ихъ отдѣлка сообразуется съ состояніемъ улицъ и прилежащихъ зданій; художественную отдѣлку можно довести въ нихъ до большого совершенства, какъ это видно изъ столбовъ въ Гамбургъ-Альтонѣ (чер. 263 и 264). При простой отдѣлкѣ на загородныхъ линіяхъ примѣняютъ рѣшетчатые столбы. Деревянные столбы, вслѣдствіе ихъ недолговѣчности и неблагопріятнаго вліянія на напряженіе проволоки, вышли изъ употребленія. Для поперечныхъ проволокъ, поддерживающихъ рабочіе провода, канаты менѣе пригодны, чѣмъ проволоки, ибо они легко переплетаются и отдѣльныя проволоки каната неравномѣрно защемляются.

Прикрѣпленіе поперечной проволоки къ стѣннымъ подушкамъ или столбамъ производится посредствомъ вилкообразной петли (чер. 265) и изоляторныхъ муфтъ, образованныхъ соединеніемъ натяжнаго барабана (муфты) и изолятора. Поперечныя проволоки проводятся съ наклономъ 1 : 5; посему, въ предположеніи одинаковой высоты ведущей проволоки, надо стѣнныя подушки помѣщать на различной высотѣ, вслѣдствіе различной величины пролетовъ, а кольца на угловыхъ столбахъ должны имѣть возможность передвигаться по высотѣ столба. Пока поперечная проволока только поддерживаетъ ведущую проволоку, обѣ онѣ соединяются посредствомъ прямого держателя (чер. 267); но если поперечная проволока вмѣстѣ съ тѣмъ должна проявлять боковое натяженіе для ведущей проволоки, то употребляется двойной дугообразный держатель (чер. 268) и для бокового натяженія съ одной стороны—простой дуговой держатель. Двойной дуговой держатель служитъ также, какъ хорошая натяжка при двухколейныхъ путяхъ. Эти устройства видны изъ чер. 270, который представляетъ часть сѣти проводовъ Гамбургскаго Общества городскихъ желѣзныхъ дорогъ; упомянутые держатели проволокъ дѣлаются въ видѣ изоляторовъ; поперечный разрѣзъ такого изолятора изображенъ на чер. 271. Такимъ образомъ, этими послѣдними и барабанными изоляторами ведущая проволока дважды изолирована отъ земли, что при обычномъ напряженіи отъ 500 до 600 вольтъ слѣдуетъ считать достаточнымъ.

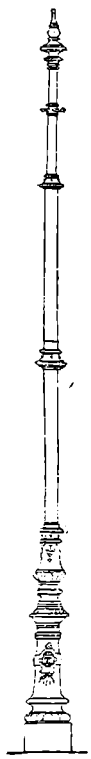
Чер. 262.



Масштабъ 1 : 6.
Звукозаглушитель для стѣнныхъ анкеровъ.

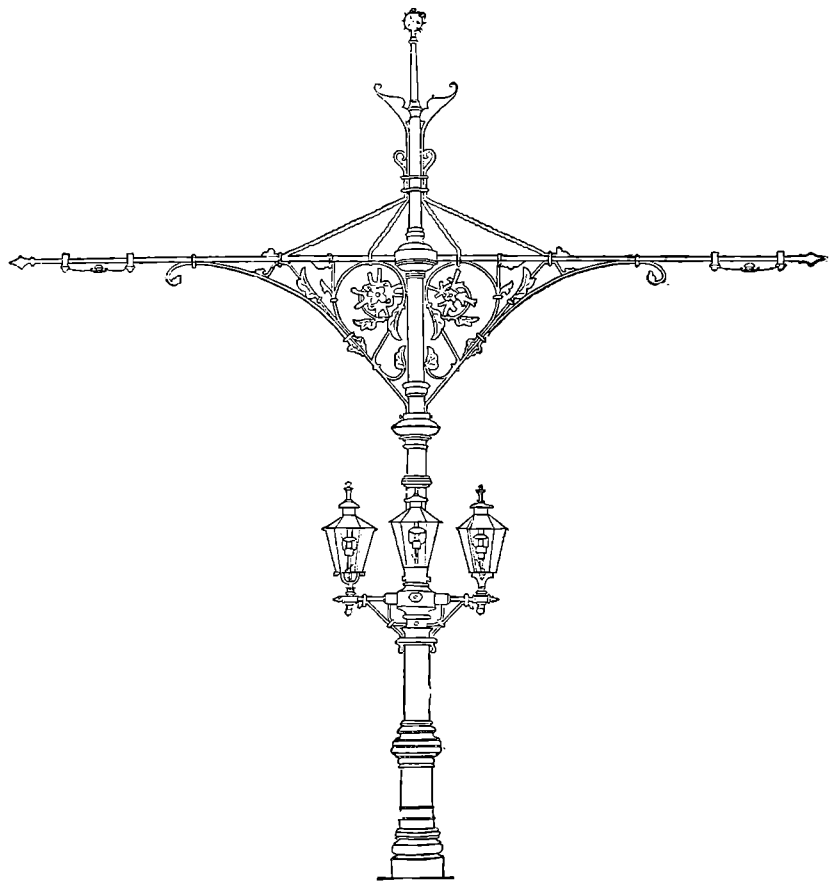
При представленной на чер. 272 формѣ кронштейновъ, достигается цѣлесообразное прикрѣпленіе ведущей проволоки посредствомъ натяжныхъ изоляторовъ и при томъ въ произвольномъ видѣ.

Чер. 263.



Масштабъ 1:75. Разукрашенный столбъ для поперечныхъ проволокъ воздушныхъ проводовъ (Гамбургъ-Альтонской центр. дороги).

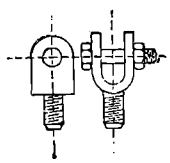
Чер. 264.



Масштабъ 1:75. Разукрашенный двукрылый столбъ воздушныхъ проводовъ. (Уличныя жел. дор. Гамбурскаго общества).

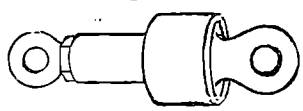
На перекресткахъ улицъ, мостахъ, воротахъ и т. п. примѣняется потолочный изоляторъ (чер. 273), который привинчивается къ прочнымъ доскамъ, снабженнымъ боковыми направляющими рейками.

Чер. 265.



Масштабъ 1:6. Вилкообразн. петля.

Чер. 266.



Масштабъ 1:6. Барабанный изоляторъ.

На кривыхъ пути ведущая проволока оттягивается наружу. Число сторонъ образующагося при этомъ многоугольника сообразуется со степенью подвижности вагоннаго токопріемника и при вращающихся катках-пріемникахъ тока это число можно брать по таб. XV. Углы сѣти должны при этомъ лежать на срединѣ колеи. При скользящихъ хомутахъ и поперечно по-

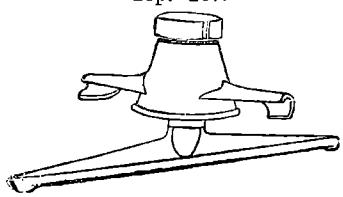
ставленныхъ каткахъ число сторонъ опредѣляется по длинѣ катка или хомута; если длина послѣдняго около 1,5 метра, то число сторонъ меньше, чѣмъ при роликахъ.

ТАБЛИЦА XV.

Радіусы кривизны.	Длина стороны многоугольника.
мет.	мет.
15	4,5
20	5,5
25	6,5
30	7,25
35	8,0
40	8,75
50	9,5
60	10,5

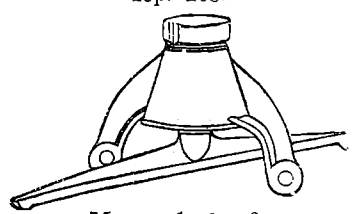
Средина пути при этихъ пріемникахъ тока лежитъ въ центрѣ вписаннаго въ роликѣ и описаннаго круга. Чер. 270 показываетъ также расположеніе роликовъ

Чер. 267.



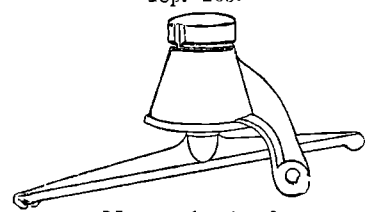
Масштабъ 1 : 6.
Прямой держатель.

Чер. 268.



Масштабъ 1 : 6.
Двойной дуговой держатель.

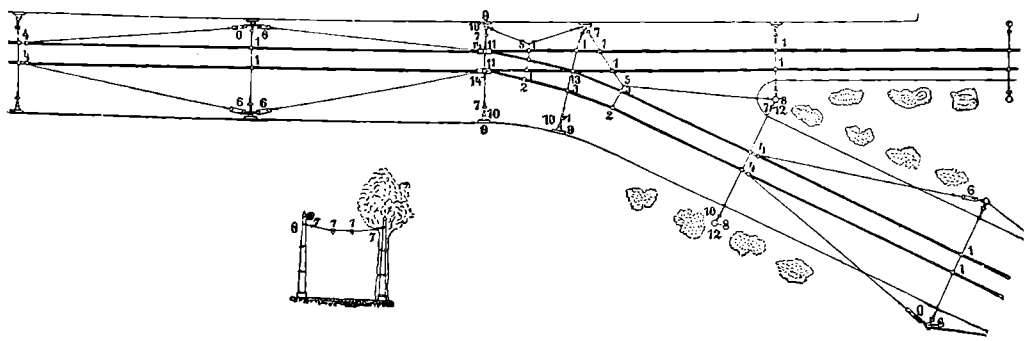
Чер. 269.



Масштабъ 1 : 6.
Простой дуговой держатель.

въ кривыхъ. Большія и длинныя кривыя выполняются при помощи отклоняющихъ концевыхъ канатовъ, одна сторона которыхъ лежитъ вдоль стороны многоугольника

Чер. 270.



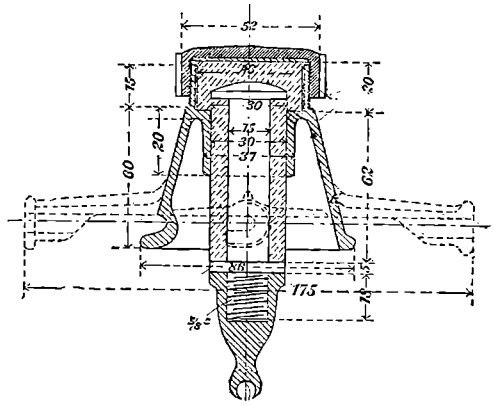
1. Прямой держатель.—2. Простой дуговой держатель.—3. Двойной дуговой держатель.—4. Анкерный изоляторъ.—5. Воздушное кольцо.—6. Натяжной барабанъ.—7. Барабанный изоляторъ.—8. Кольцо на столбѣ.—9. Стѣнная розетка.—10. Вилкообразная петля.—11. Воздушная стрѣлка.—12. Столбъ.—13. Крестовина.

Масштабъ 1:1000. Расположеніе и укрѣпленіе воздушныхъ проводовъ на улицахъ и жел. дор. Гамбурскаго общества.

на разстояніи приблизительно 0,5 метра (чер. 274). Направленіе оттягивающихъ проволокъ должно постоянно слѣдовать чрезъ центръ кривизны. Для соединенія

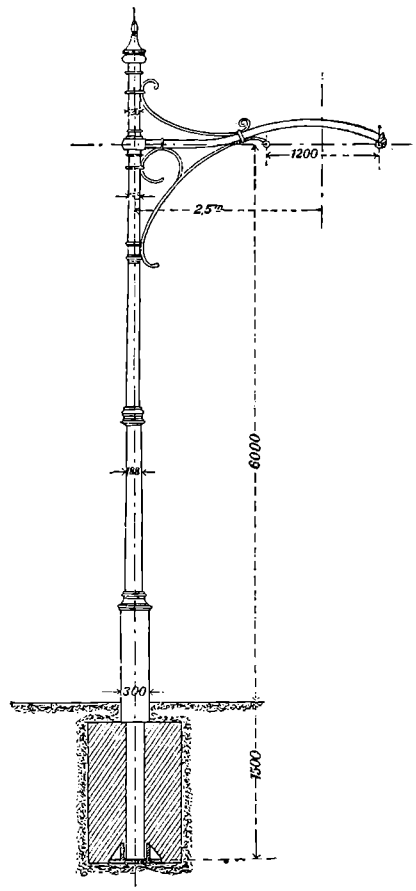
подъ любымъ угломъ поперечныхъ проволокъ употребляются воздушныя кольца (чер. 275).

Чер. 271.



Масштабъ 1:3. Рабочая проволока.
Поперечный разрѣзъ прямого держателя.

Чер. 272.

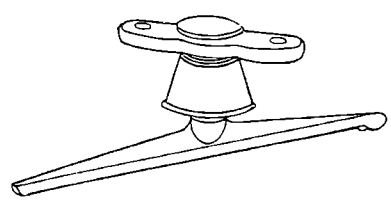


Масштабъ 1:80.
Столбъ съ изогнутымъ кронштейномъ.

Важную часть проводовъ составляютъ прикрѣпленія подушекъ къ стѣнамъ, служащія постоянными точками сѣти. Они размѣщаются черезъ каждые 300 метр., кромѣ того впереди и позади каждаго большого закругленія и на каждой стрѣлкѣ, какъ это изображено на чер. 270. Проволоки сѣти прикрѣпляются къ подушкамъ при помощи особыхъ анкерныхъ изоляторовъ (чер. 276) и должны быть такъ подведены къ стѣннымъ подушкамъ или столбамъ, чтобы эти послѣдніе были по возможности освобождены отъ односторонних натяженій.

Для натяженій анкерныхъ проволокъ служатъ натяжные барабаны (чер. 277) которыхъ одно ушко представляетъ изоляторъ. Въ то время, какъ при пріемникахъ тока съ поперечными направляющими, для стрѣлокъ и пересѣченій путей не требуется особыхъ частей, таковыя необходимы, когда примѣняются ролики; чер. 278 и 279 показываютъ подобнаго рода воздушныя (висячія) стрѣлки; чер. 280 представляетъ передвижную крестовину. При первыхъ натяженіе второй ведущей проволоки должно приниматься анкерными проволоками. Висячія стрѣлки устраиваются на тѣхъ мѣстахъ колеи, гдѣ средины путей расходятся на разстояніи до 300 mm. Для изолированія стрѣлокъ служатъ промежуточные изоляторы (чер. 281), которыми пользуются также тамъ, гдѣ, напр. при балконахъ, второй изоляторъ долженъ быть выдвинутъ дальше на улицу. Для соеди-

Чер. 273.

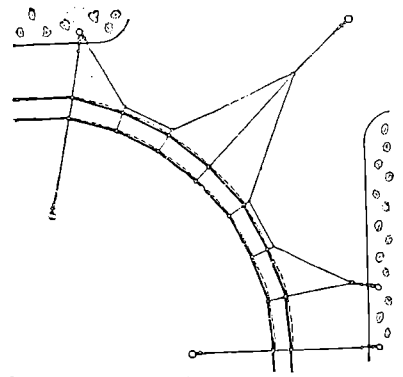


Масштабъ 1:6. Потолочный изоляторъ.

нія двухъ ведущихъ проволокъ служатъ соединительныя ушки (чер. 282), и для прикрѣпленія громоотвода и питательнаго кабеля служатъ кабельныя ушки (чер. 283).

Сооруженіе сѣти требуетъ большого навыка; оно производится въ такомъ порядкѣ, что сначала ставятся столбы и стѣнныя подушки (анкера), и между ними натягиваются поперчныя проволоки. Столбы вставляются въ бетонъ съ такимъ уклономъ, чтобы наверху надъ проволоками они были направлены отвѣсно; замѣчаемое же на глазъ искривленіе по упругой линіи неизбѣжно, но при достаточной жесткости столба оно можетъ быть удерживаемо въ незначительныхъ предѣлахъ.

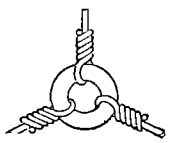
Чер. 274.



Масштабъ 1 : 1000. Переходъ рабочей проволоки чрезъ кривую.

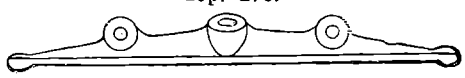
Въ аллеяхъ столбы устанавливаются въ ряды деревъ; поэтому кронштейны должны быть въ необходимыхъ случаяхъ различной длины. Пролеты между двумя точками подвѣса достигаютъ въ прямыхъ отъ 30 до 35 м., рѣдко 40 м.; при большихъ пролетахъ употребляются подвѣсныя приспособленія, состоящія изъ натянутыхъ проволокъ на высокихъ столбахъ, какъ напр. на Ломбардскомъ мостѣ въ Гамбургѣ. Пяти-миллиметровыя поперечныя проволоки напрягаются, въ точкахъ пересѣченія съ ведущей проволокой,

Чер. 275.



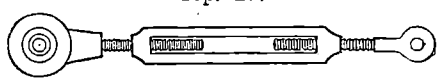
Масштабъ 1 : 6.
Воздушное кольцо.

Чер. 276.



Масштабъ 1 : 6.
Ушки въ подушкахъ.

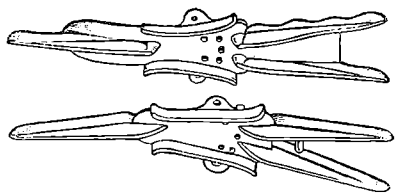
Чер. 277.



Масштабъ 1 : 6.
Натяжной барабанъ съ изоляторомъ.

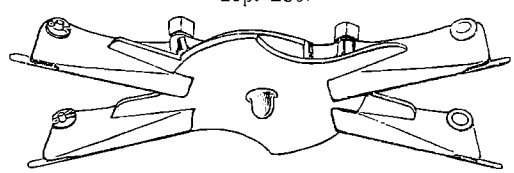
силой 15 килогр. при одноколейномъ и 30 килогр. при двухколейномъ пути; онѣ располагаются съ наклономъ 1 : 15. Точки подвѣса помѣщаются съ обѣихъ сторонъ рабочей (ведущей) проволоки на наименьшей допускаемой высотѣ, считая надъ верхней гранью головки рельса.

Чер. 278 и 279.



Масштабъ 1 : 15. Воздушныя стрѣлки.

Чер. 280.



Масштабъ 1 : 10. Подвижная крестовина.

За укрѣпленіемъ поперечныхъ проволокъ слѣдуетъ натягиваніе ведущей проволоки, для этого пользуются изображенной на чер. 284 телѣжкой съ запряжкой для лошади. Проволока предварительно закрѣпляется въ воронкообразныхъ изоляторахъ. На

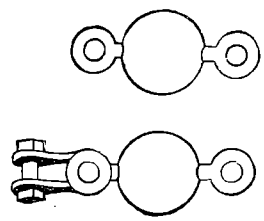
кривыхъ ведущая проволока оттягивается съ силой около 180 килогр. при одноколейномъ и 240 килогр. при двухколейномъ пути и предварительно поддерживается серьгами и натяжными винтами. Опредѣленіе напряженій проволокъ въ кри-

ТАБЛИЦА XVI.

Температура воздуха.	Первое напряженіе.	Второе напряженіе.	Третье напряженіе.
Ц°.	Килогр.	Килогр.	Килогр.
—20	620	600	570
—15	585	565	525
—10	555	535	495
— 5	525	505	470
0	490	475	440
+ 5	460	440	410
+10	427	410	385
+15	395	380	355
+20	365	350	330
+25	330	320	300
+30	300	290	265

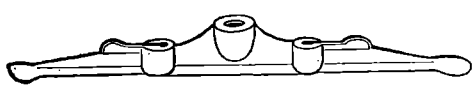
выхъ дѣлается при помощи вычерчиванія веревочнаго многоугольника. Удовлетворяются 6 или 7 миллиметровой стальной проволокой. Когда такимъ образомъ прокладка произведена на болѣе или менѣе длинное протяженіе отъ 300 до 500 метр., то производится первое натяженіе ведущей проволоки потаблицѣ XVI-ой, съ принятіемъ при этомъ во вниманіе господствующей температуры воздуха и показаній измѣрителя натяженія. Въ основу этой таблицы предположены повсемѣстно примѣняемыя, по извѣстнымъ причинамъ, проволоки изъ твердой мѣди или кремнистой бронзы, діаметромъ 8,25 mm. и съ сопротивленіемъ разрыву отъ 35 до 40 килогр. на кв. мм. Послѣ двукратной провѣрки натяженія, можно ведущую проволоку наглухо припаять къ изоляторамъ. Было бы не цѣлесообразно сдѣлать это закрѣпленіе путемъ защемленія, ибо при этомъ сѣть могла бы лишиться необходимой неподвижности ея и въ мѣстахъ защемленія могли бы появиться искры, вслѣдствіе разобщенія цѣпи. Сверхъ того запаянныя закрѣпы на углахъ проволочной сѣти въ кривыхъ могутъ быть загнуты, вслѣдствіе чего токоприемные катки (контакты) легче проѣзжаютъ эти углы. Для работъ пользуются изображенными на чер. 285 подвижными лѣстницами, снабженными соотвѣтственными

Чер. 281.



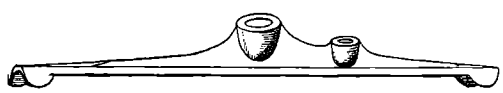
Масштабъ 1 : 6.
Промежуточн. изоляторы.

Чер. 282.



Масштабъ 1 : 6. Соединительныя ушки.

Чер. 283.



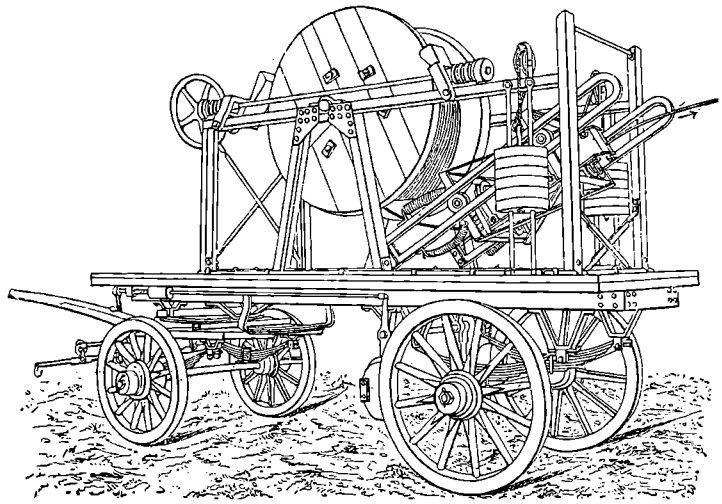
Масштабъ 1 : 6. Кабельныя ушки.

для данной колеи колесами; такими телѣжками должна располагать каждая служба пути, чтобы въ случаѣ какихъ нибудь поврежденій можно было быстро установить ихъ.

Сѣть проводовъ, смотря по степени удлиненія и нагруженія, раздѣляется путевыми прерывателями тока (чер. 286) на большее или меньшее число участковъ, которые

своими собственными питающими кабелями снабжаются токомъ изъ мѣста его полученія (станціи). При этомъ способѣ поврежденія пути, происходящія вслѣдствіе вне-

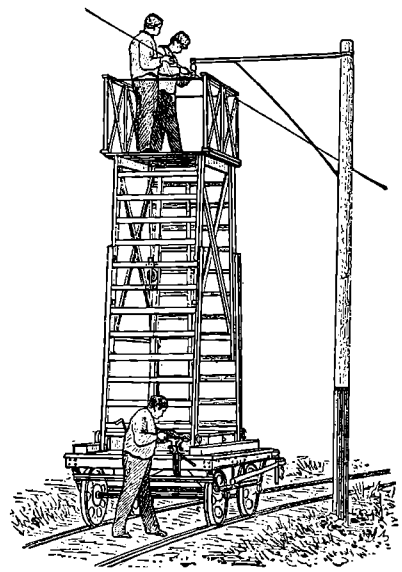
Чер. 284.



Масштабъ 1 : 50. Телѣжка съ ведущей проволокой.

запнаго замыканія или перегрузки, ограничиваются на тѣхъ участкахъ, гдѣ они случились. Разсчетъ питающаго кабеля дѣлается такимъ образомъ, чтобы при обыкновенной эксплоатаціи потеря электрическаго напряженія на пути отъ машиннаго отдѣленія до вагона была maximum 10%, т.-е. въ круглыхъ числахъ 50—60 вольтъ. Потерей тока черезъ рельсы, служащіе обратными проводами, можно пренебречь, такъ какъ ихъ сопротивленіе незначительно. Питающіе проводы внѣ городовъ прокладываются надъ землей, на городскихъ же улицахъ подъ землей. Взаимнымъ соединеніемъ всѣхъ участковъ можно было бы, правда, достигнуть, при извѣстныхъ условіяхъ эксплоатаціи, большей равномѣрности напряженія, но при этомъ потерялись бы указанныя преимущества раздѣленія на участки. Чтобы можно было внутри сѣти проводовъ разобщать короткіе участки на случай пожаровъ, замѣшательствъ эксплоатаціи, ремонта работъ и т. п., помѣщаютъ, также черезъ каждые 300 метровъ, прерыватели тока, которые, однако, могутъ быть быстро замыкаемы при помощи запирающихся коммутаторовъ, прикрѣпленныхъ къ столбамъ или зданіямъ. Путевые прерыватели тока, по возможности, не слѣдуетъ располагать на подъемахъ и вблизи мѣстъ остановокъ.

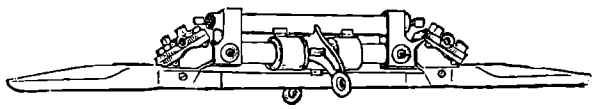
Чер. 285.



Масштабъ 1 : 100.
Передвижные подмостки.

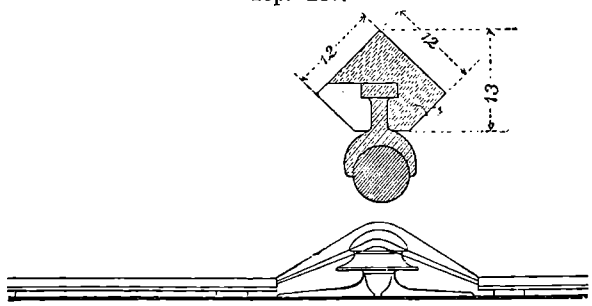
Предохраненіе проводовъ отъ молніи выполняется громоотводами, расположенными черезъ каждые 300 метр., которые вполнѣ цѣлесообразно совмѣщаютъ съ прерывателями тока, чтобы отъ примыканія ихъ къ обоимъ концамъ встрѣчающихся тамъ проводовъ каждый участокъ былъ вдвойнѣ защищенъ. Громоотводы, прерыватели тока и анкера собираютъ въ одно мѣсто. Каждый громоотводъ снабженъ плитой изъ оцинкованнаго литого желѣза размѣрами отъ 1 до 2 кв. метровъ, смотря по степени сырости почвы.

Чер. 286.



Масштабъ 1 : 6.
Путевой прерыватель тока.

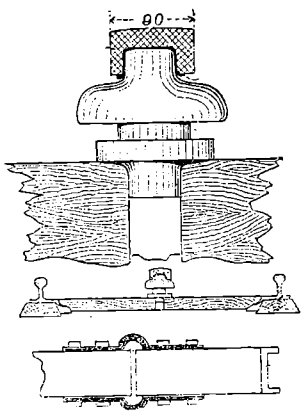
Чер. 287.



Масштабъ 1 : 1 и 1 : 7. Предохраненіе телефона.

Для предохраненія отвисающихъ телефонныхъ проволокъ отъ прикосновенія съ проводниками, по которымъ идетъ сильный токъ, послѣдніе въ опасныхъ мѣстахъ обкладываются деревомъ или бамбуковыми планками; при чемъ надъ изоляторами ставятся предохранительныя проволочныя корзины (чер. 287). Проволоки, натягиваемыя на разстояніи $^1/_2$ до 1 м. надъ ведущей проволокой или непосредственно подъ телефонными проволоками, не представляютъ вѣрнаго предохранительнаго средства, такъ какъ эти послѣднія обвиваются вокругъ телефонныхъ проволокъ и могутъ при этомъ коснуться ведущей проволоки, какъ это напр. имѣло мѣсто при несчастномъ случаѣ на городской дорогѣ въ Ремшейдѣ. Наиболѣе простое и дѣйствительное средство состоитъ въ плавящихся предохранителяхъ для 0,25 до 0,5 ампера, которые передъ телефонами вводятся въ цѣпь этихъ послѣднихъ. Чтобы избѣжать индуктивныхъ вліяній сильнаго тока на телефонные проводы, необходимо на возможно меньшемъ разстояніи располагать оба провода параллельно другъ другу и въ крайнемъ случаѣ тотъ или другой долженъ быть снабженъ особымъ обратнымъ проводомъ. При тяжелыхъ поѣздахъ, т.-е. при большой силѣ тока употребляемая мѣдная проволока уже недостаточна; такъ, напр. паровозная дорога Балтиморо-Огійскаго общества примѣняетъ для проводовъ двутавровое желѣзо, подвѣшенное на стальныхъ колоннахъ. При возвышенныхъ дорогахъ, для которыхъ на чер. 289, 290, 291 представлены два примѣра нижняго строенія (для дороги въ Берлинѣ и для имѣющей быть построенной воздушной дороги Барменъ-Фовинкель) токъ можетъ быть проведенъ, безъ вреда для обезпеченной эксплоатаціи, въ полотнѣ колеи, и

Чер. 288.

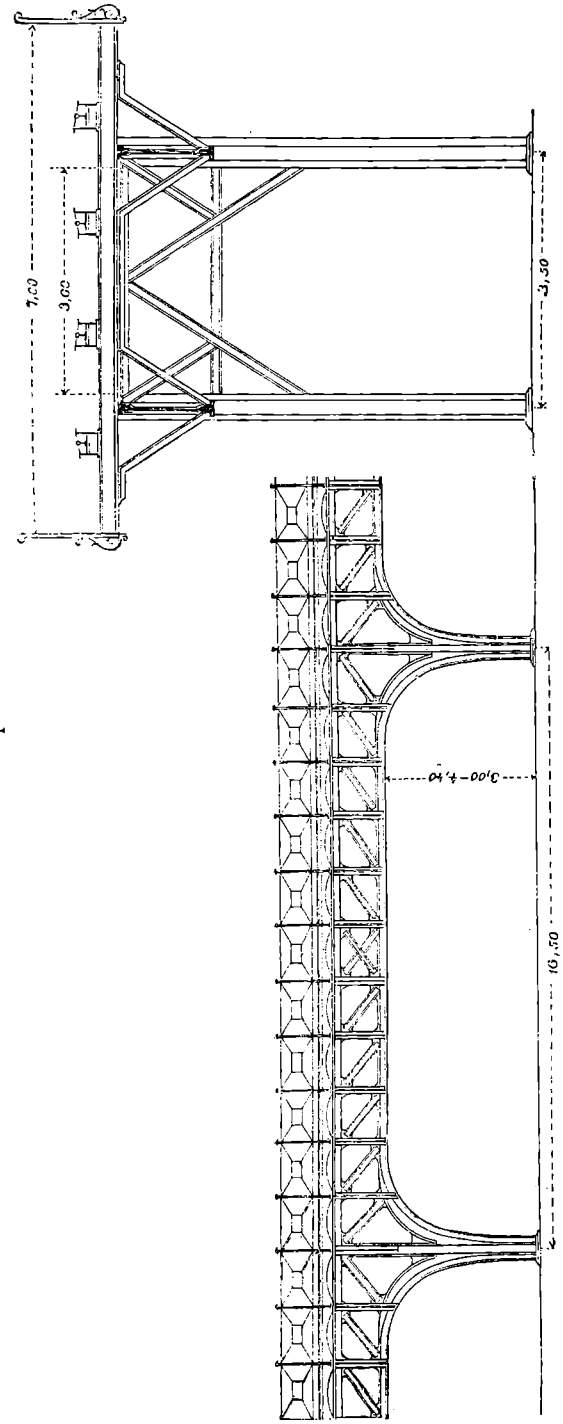


Масштабъ 1 : 8, 1 : 32 и 1 : 16.
Верхняя поверхность рабочихъ проводовъ для повышенныхъ дорогъ (Ливерпуля).

въ такомъ случаѣ провода устраиваются въ видѣ полосъ. Чер. 288 показываетъ такого рода устройство, исполненное на возвышенной дорогѣ въ Ливерпулѣ. Нью-Іорксая, Нью-Гавская и Гартфордскал дороги недавно устроили путь, при которомъ рабочій проводъ представляетъ рельсъ Барлова, лежащій посрединѣ колеи на деревянныхъ балкахъ [1]).

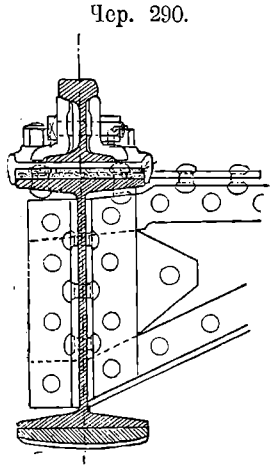
Проводы при рудничной желѣзной дорогѣ въ сухихъ штольняхъ съ такимъ же успѣхомъ дѣлаются изъ прокатнаго желѣза, такъ какъ они тогда не могутъ прогибаться подъ потолки штольни и кромѣ того требуютъ значительно меньше расходовъ на содержаніе. Въ сырыхъ рудникахъ для проводовъ слѣдуетъ употреблять мѣдь. Вслѣдствіе незначительнаго разстоянія между проводами

Чер. 289.



Масштабъ 1 : 200. Нижнее строеніе и проѣзжая часть проектируемой въ Берлинѣ возвышенной дороги.

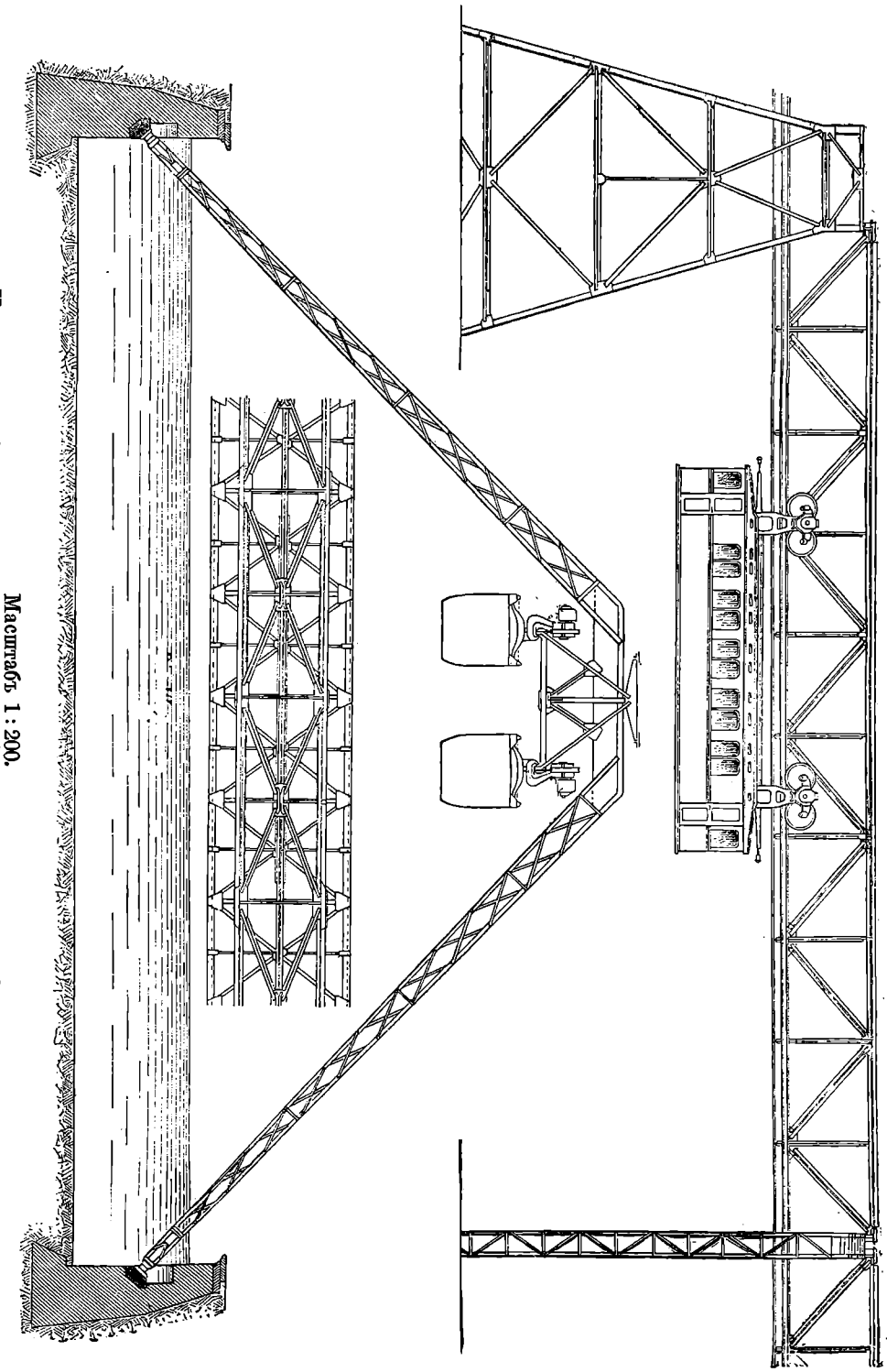
Чер. 290.



Масштабъ 1 : 12.
Подрельсовыя балки воздушной дор. (къ чер. 191).

и потолкомъ штольни (земли), изоляторы ставятся на разстояніи только 6 метр. другъ

[1]) Organ, 1897 г., стр. 66.



Чер. 291.

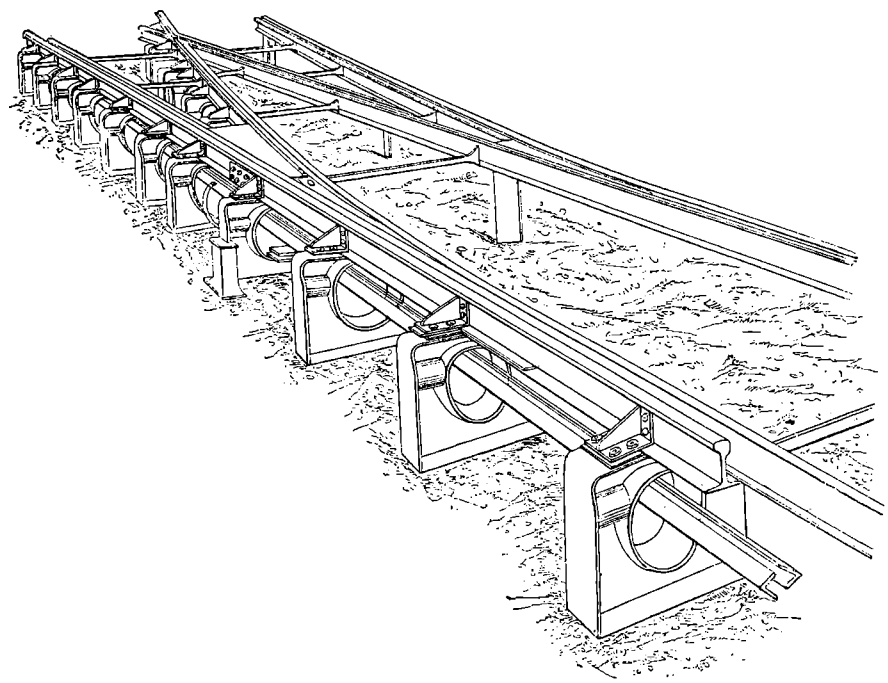
Нижнее строеніе и пролетная часть воздушной дороги Эльберфельдъ-Барменъ.
Масштабъ 1 : 200.

отъ друга. Проводъ и подводъ тока только при помощи путевыхъ рельсовъ не приняты; вслѣдствіе трудности изолировать рельсы и большой опасности отъ внезапныхъ замыканій, такое устройство могло бы имѣть нѣкоторый успѣхъ только на очень короткихъ участкахъ при самостоятельномъ полотнѣ; при этомъ слѣдуетъ изолировать ведущія колеса съ одной стороны оси вагона, а рельсы положить на деревянныя поперечныя шпалы. Въ пересѣченіяхъ дорогъ слѣдуетъ помѣщать особые куски рельсовъ, не соединенные съ рельсами, по которымъ идетъ токъ.

2. Подземное проведеніе тока.

Такъ какъ воздушная проводка портитъ видъ улицъ и площадей, то въ нѣкоторыхъ городахъ былъ заявленъ рѣшительный протестъ противъ нихъ, и вниманіе снова обращено на способы подземнаго проведенія тока, которые послѣ попытки Pollak'a и Lineff'a (проведеніе тока по путевымъ рельсамъ съ частичными проводниками) были совсѣмъ оставлены вслѣдствіе представляющихся затрудненій. Это движеніе охватило не только техниковъ, но и предпріимчивыхъ несвѣдущихъ

Чер. 292.



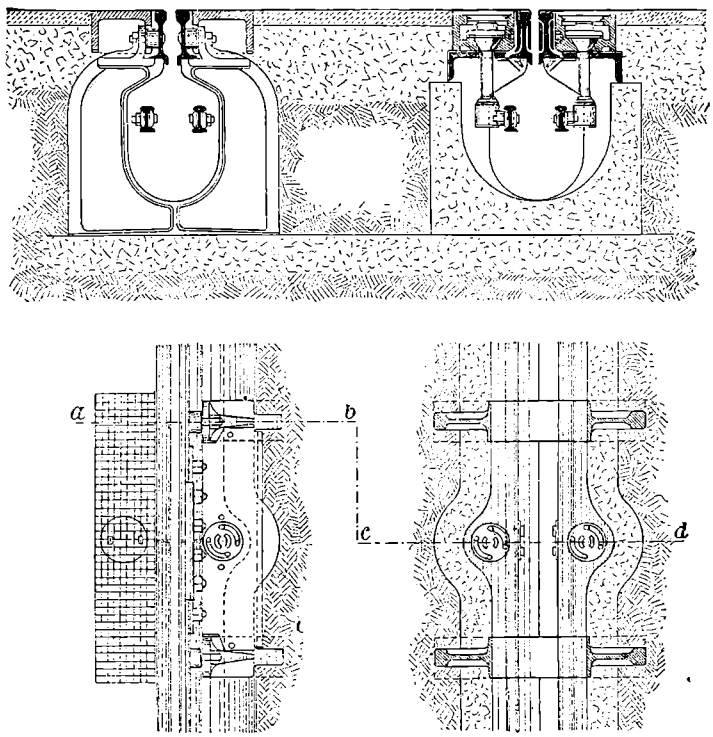
Устройство подземной проводки токовъ Будапешта.

людей, что усматривается изъ большого числа со дня на день появляющихся патентовъ. Было бы непроизводительно привести здѣсь всѣ имѣющіяся изобрѣтенія; можно ограничиться разсмотрѣніемъ только двухъ главныхъ системъ подземной проводки.

Подземные проводы въ открытыхъ каналахъ. Этотъ родъ устройства, извѣстный подъ названіемъ Будапештской системы проводки тока (чер. 292),

былъ въ первый разъ выполненъ въ этомъ городѣ, и заключается въ устройствѣ яйцеобразнаго каменнаго канала (шириною 280 mm. въ свѣту и чистой высоты 330 mm.) въ полотнѣ дороги и даже подъ однимъ изъ дорожныхъ рельсовъ. Надъ каналомъ оставленъ вверху продольный прорѣзъ шириной 33 mm., въ который проходитъ токопріемникъ вагона, передвигающій впередъ лодочки, скользящей по проводамъ. Этотъ прорѣзъ обусловливаетъ необходимость исключительно составныхъ рельсовъ (изъ 2-хъ частей); послѣдніе, подобно тому, какъ на кабельныхъ дорогахъ, поддерживаются чугунными козлами, расположенными на взаимномъ разстояніи 1,2 m. Дно каменнаго канала лежитъ на 720 mm. ниже верхней грани головки рельса. Каналъ соединенъ съ город-

Чер. 293.



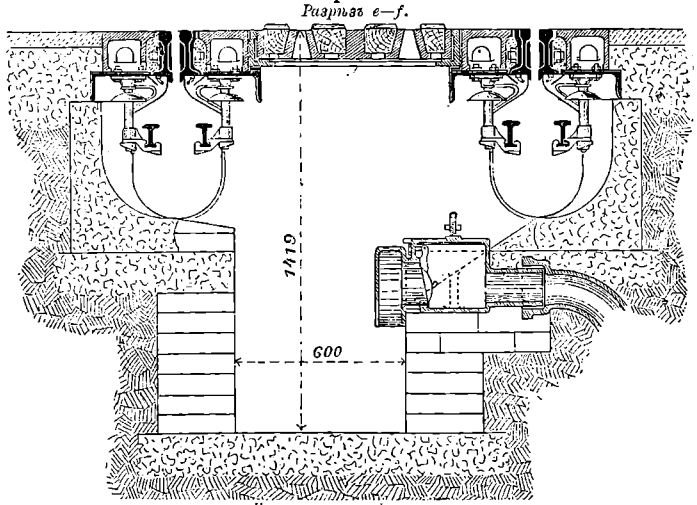
Масштабъ 1 : 30.
Подземное открытое проведеніе тока (Союзъ Е. Г.).

скимъ водостокомъ. Остановки движенія не могутъ случаться, при удовлетворительномъ устройствѣ осушки и благопріятномъ состояніи дороги и почвенныхъ водъ. Обледенѣнію прорѣза препятствуетъ токопріемникъ. Электрическіе провода дѣлаются изъ углового желѣза, которое прикрѣпляется посредствомъ изоляторовъ къ козламъ канала. Пригодность этой системы проводовъ достаточно доказывается упомянутымъ устройствомъ, но существуетъ немного городовъ, въ которыхъ названныя выше предварительныя условія сложились такъ благопріятно, какъ въ Будапештѣ, тѣмъ не менѣе въ Европѣ довольно продолжительное время оставались при этомъ одномъ устройствѣ, между тѣмъ какъ въ Америкѣ нѣсколько дорогъ было устроено съ улучшеніемъ Пештской передачи, выработаннымъ Love и A.

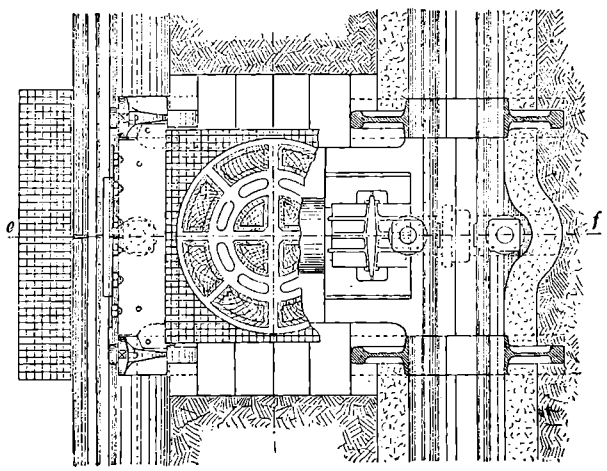
Въ недавнее время, однако, были также и въ Германіи устроены подземные проводы, но вслѣдствіе высокой стоимости устройства ихъ (устройство въ Пештѣ обошлось въ 150.000 мар. за килом.), только на тѣхъ мѣстахъ пути, гдѣ верхніе провода безусловно не дозволены, въ остальныхъ же случаяхъ примѣняются эти послѣдніе. Сюда относятся новыя Берлинскія дороги: Зоологическій садъ—Трептовъ, Денгофская площадь—Котбускія ворота и Беренская ул.—Герлицкій вок-

Чер. 294.

Разрѣзъ e—f.



Горизонтальный разрѣзъ.



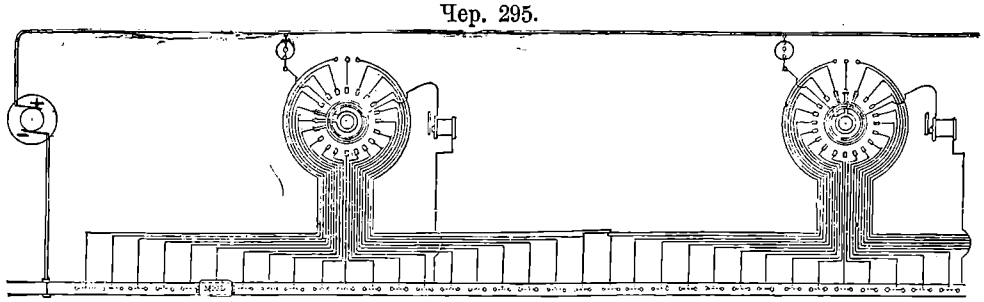
Масштабъ 1:30.

Подземные открытые провода тока (Союзъ общ. электр. энергіи).

залъ,—которыя на центральныхъ улицахъ и парадныхъ площадяхъ построены съ подземными проводами. Только что названныя линіи, построенныя Союзомъ общества электрической энергіи въ Берлинѣ, имѣютъ представленный на чер. 293 и 294 каналъ для подземныхъ проводовъ, который походитъ на Пештскій каналъ. Какъ и тамъ, каналъ въ Берлинѣ состоитъ изъ чугунныхъ козелъ, отстоящихъ другъ отъ друга на разстояніи 1,2 m. и расположенной между ними каменной кладки. По всей своей длинѣ онъ имѣетъ бетонную подстилку, основаніе

которой лежитъ на 904 mm. ниже верхней грани головки рельсовъ. Приводные рельсы прикрѣпляются къ козламъ посредствомъ прочныхъ, сверху доступныхъ,

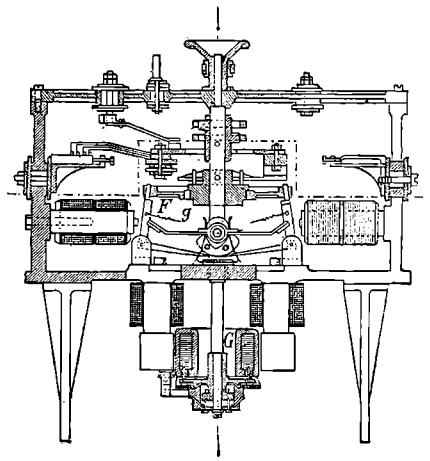
Чер. 295.

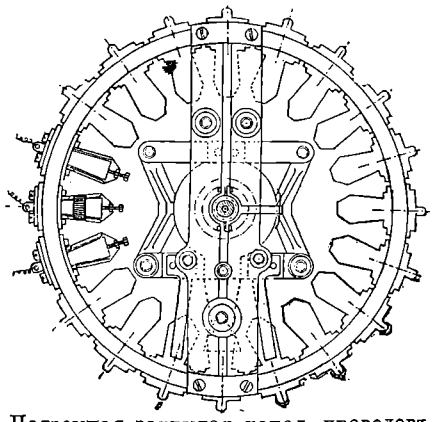


Подземная закрытая канализація проводовъ (Кларета).

изоляторовъ; козлы поддерживаютъ также рельсы для ѣзды. Въ мѣстахъ, гдѣ мѣняется уклонъ, устроены сточныя ямы для грязи, доступныя сверху и находящіяся въ соединеніи съ сѣтью городской канализаціи (чер. 294). Для предупрежденія обратнаго входа воды изъ водостоковъ, каналъ охраняется щитками, но при этомъ увеличивается, конечно, опасеніе за удобный стокъ воды, направляющейся въ каналъ съ мостовой. Пріемникъ тока можетъ быть освобожденъ отъ капала и снова опускаемъ туда лицомъ, ведущимъ вагонъ, что и требуется при переходѣ отъ подземныхъ къ воздушнымъ проводамъ и обратно. Въ Берлинѣ также оказалась весьма высокая стоимость постройки, особенно вслѣдствіе затрудненій, встрѣченныхъ на прорѣзанныхъ трубами улицахъ. Такія устройства, однако, наилучшія въ своемъ родѣ; всѣ нововведенія въ прокладкѣ проводовъ въ каналахъ, касающіяся устройства непроницаемыхъ для воды затворовъ, прорѣза канала и т. п., не представляютъ никакого улучшенія и могутъ быть здѣсь оставлены безъ разсмотрѣнія.

Чер. 296.

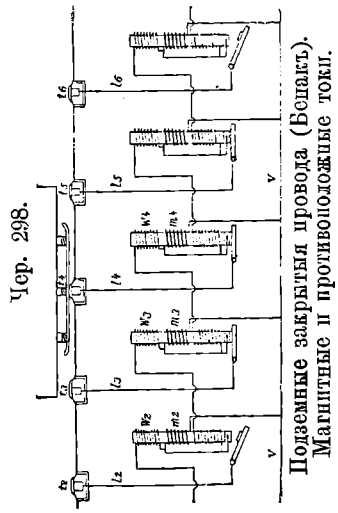




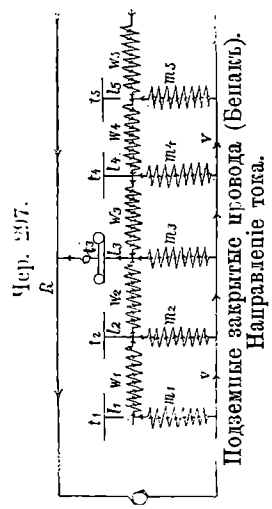
Подземная закрытая канал. проводовъ.

Подземная проводка въ закрытыхъ помѣщеніяхъ. Закрытые подземные провода нѣсколько дешевле, чѣмъ открытые. Ихъ устраиваютъ тамъ, гдѣ осушка улицъ несовершенна и устройство открытаго канала невыгодно, вслѣдствіе существованія другихъ особыхъ проводовъ въ уличной мостовой или вслѣдствіе обстоятельствъ, обусловливаемыхъ нѣкоторыми улицами и проѣздомъ по нимъ. Ихъ неудобство заключается въ сложномъ устройствѣ приспособленій для введенія въ цѣпь. Lineff сдѣлалъ въ 1888 году первыя

полезныя указанія относительно этого рода проводки. Способъ дѣйствія закрытой канализаціи основанъ на устроенномъ въ закрытомъ уличномъ каналѣ электромагнитномъ замыканіи тока, которое вводитъ въ цѣпь часть, объѣзжаемую вагономъ, съ магнитами рельсоваго провода, помѣщающагося на поверхности улицы. При такой проводкѣ обнаружились уже всѣ недостатки этой системы. Магнитъ долженъ имѣть большой вѣсъ и,

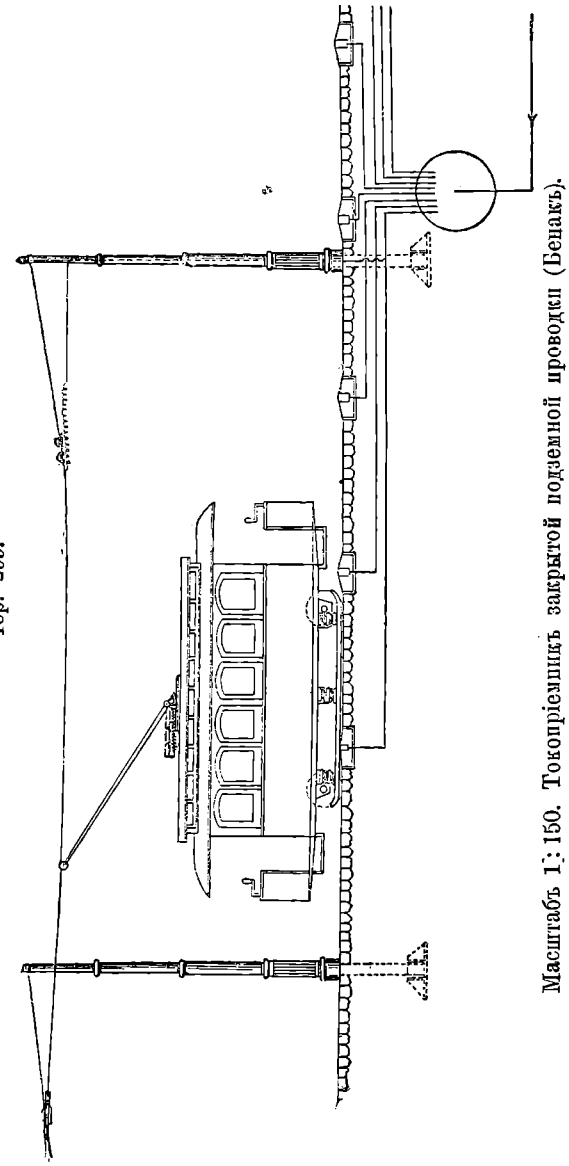


Чер. 298. Подземные закрытые провода (Бепакъ). Магнитные и противоположные токи.



Чер. 297. Подземные закрытые провода (Бепакъ). Направленіе тока.

Чер. 299.



Масштабъ 1:150. Токоприемникъ закрытой подземной проводки (Бепакъ).

несмотря на это, дѣйствуетъ недостаточно быстро. Хотя лежащій на поверхности улицы рельсовый проводъ, будучи составленъ изъ отдѣльныхъ проводныхъ частей, дѣйствуетъ только всякій разъ, когда на него наступаетъ вагонъ, несмотря однако на это, значительныя потери тока (обратное направленіе) неизбѣжны, вслѣдствіе плохой изоляціи обратнаго провода отъ земли, и онѣ вызывали порчу и безъ

того плохихъ приспособленій, для замыканія тока въ закрытыхъ подземныхъ каналахъ. Особые магнитные вспомогательные коммутаторы требуютъ, правда, меньшихъ вагонныхъ магнитовъ, но и настолько же больше элементовъ въ баттареяхъ. Этотъ способъ проводки возродился только, благодаря построеннымъ въ Ліонѣ Кларетомъ подземнымъ проводамъ съ батареями, ибо присоединеніе отдѣльныхъ, лежавшихъ до сихъ поръ посреди улицы, элементовъ съ замыкателями тока къ баттареѣ и помѣщеніе этой послѣдней въ легко доступныхъ частяхъ улицы представляютъ собою положительное улучшеніе. Введеніе въ цѣпь объѣзжаемой иногда вагономъ части проводного рельса происходитъ автоматически вагономъ, посредствомъ магнито-механическаго приспособленія въ распредѣлительной батареѣ.

Выработанная и улучшенная Кларетомъ и Вьюлейміеромъ система проводки представлена на чер. 295 и 296 [1]). Она дѣйствуетъ такимъ образомъ, что развѣтвленіе тока, выходящее изъ части проводника, по которому только что проѣхалъ вагонъ, освобождаетъ якорь g, вслѣдствіе чего получается второе развѣтвленіе тока, отъ этого расцѣпляется съ колесомъ второй якорь и одновременно приводится въ движеніе небольшой механизмъ G, помощью котораго ближайшія части провода подвергаются дѣйствію тока. Особыя приспособленія даютъ возможность вагону, во время его обратнаго слѣдованія, вызвать автоматически дѣйствіе лежащаго впереди части провода. Устройство это очень осторожное, но оно легко портится и недешево, но при всемъ томъ оно примѣнимо для холмистыхъ улицъ, лишенныхъ канализацій. Обработанная Велессомъ и Вестингаузомъ система проводки отличается отъ системы Кларета тѣмъ, что введеніе въ цѣпь кнопокъ производится автоматически вагономъ, посредствомъ ряда аккумуляторовъ.

Дальнѣйшее нововведеніе было предложено наконецъ Бенакомъ (Нюренбегъ) и въ видѣ пробы исполнено Шукертомъ. Система эта представлена на чер. 297, 298 и 299; она снабжена одновременно батареями и проводными кнопками. Способъ дѣйствія и устройства отличается отъ системы Кларета большей простотой. Баттарея состоитъ изъ ряда электромагнитовъ; токъ развѣтвляется по магнитамъ m_1, m_2, . . . m_5, сопротивленіямъ w_1, w_2 . . . . w_5, и возвращается обратно черезъ движущіеся вагоны и рельсы. Вслѣдствіе этого развѣтвленія, токъ сильнѣе въ томъ электромагнитѣ, который принадлежитъ къ участку, объѣзжаемому вагономъ. Магниты притягиваютъ, поэтому, свои якоря только въ непосредственной близости съ вагономъ и вводятъ этимъ въ цѣпь соотвѣтствующую приводную кнопку. Сопротивленія разсчитаны такъ, что, кромѣ соприкасающейся кнопки, въ цѣпи вкладываются также кнопки, лежащія впереди и позади первой. При остановкѣ вагона, посредствомъ прерыванія тока въ пріемникахъ движенія, оба эти частичные проводника дѣлаются свободными отъ тока, такъ что съ вагономъ можно совершенно безопасно обращаться. Сопротивленія могутъ быть навиваемы на магниты, въ качествѣ полезныхъ амперовыхъ витковъ. Одна баттарея дѣйствуетъ на участокъ длиною около 100 m., что соотвѣтствуетъ наименьшимъ издержкамъ на ящики и проводы. Опытъ долженъ показать, можно ли для прерыванія движущаго, т.-е. возбуждающаго тока, обойтись безъ токо-замыкателей. Принимая во вниманіе небольшія силы тока въ дѣйствующихъ побочныхъ замыкателяхъ и неизбѣжные переходы тока въ полотно улицъ, это прерываніе кажется

[1]) См. описаніе патента № 89788 кл. 20.

необходимымъ. Эти подземныя закрытыя проводки Кларета и Бепака могутъ быть несамодѣйствующія, потому что токъ, прерванный въ одной части проводника, вслѣдствіе недостаточнаго замыканія, долженъ быть снова введенъ отъ руки въ цѣпь съ баттареей, расположенной сбоку улицы; поэтому проводники тока слѣдовало бы при этой системѣ проводки сдѣлать въ видѣ рельсовъ, а не въ видѣ кнопокъ.

Система Вестингауза — самодѣйствующая; она постоянно возбуждаетъ свои токо-замыкатели, даже если вагонъ долженъ былъ бы проѣхать безъ тока по нѣкоторымъ частямъ проводника. Третій замыкающій рельсъ для обратной проводки въ этой системѣ представляется излишнимъ, несмотря на обусловливаемыя имъ преимущества многократнаго прерыванія тока.

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

Стран.	*Строка.*	*Напечатано:*	*Должно быть:*
12	7 снизу	уже измѣненія, давленія,	же измѣненія давленія,
29	11 »	скатовъ до поверхности	скатовъ поверхности
»	» »	be	ba
49	10 сверху	объусловливался	объусловливалась
»	12 »	(статистическимъ)	(статическимъ)
67	7 »	qam	qcm
70	9 снизу	рельсъ	рельсовъ
77	15 сверху	Teakhsolz	Teaksholz
92	16 снизу	Греатъ-	Греатъ (великой)-
117	12 сверху	полкой	полками
130	16 »	рельсы	рельса
133	9 снизу	ем.	см.
144	19 »	рельсъ	рельсовъ