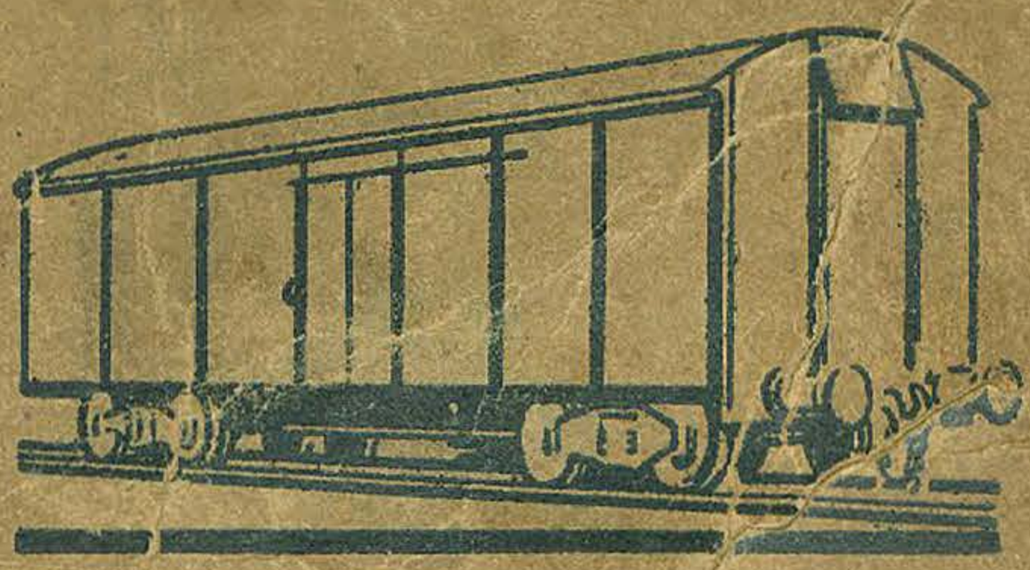
М. А. КОРОТКЕВИЧ
И. М. АРТЮХИН
К. Н. ТОЛВИНСКИЙ

КУРС ВАГОНОВ



1934
ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ · НКПС

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Отпечатано 35 л.

СССР

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

625.21
К-68

М. А. КОРОТКЕВИЧ, И. М. АРТЮХИН,
К. Н. ТОЛВИНСКИЙ

КУРС ВАГОНОВ

УСТРОЙСТВО ВАГОНОВ
РАСЧЕТ ИХ ЧАСТЕЙ

ОДОБРЕНА ЦОПКАДРОМ НКПС В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНИКА ДЛЯ ТЕХНИКУМОВ Ж.-Д. ТРАНСПОРТА

3054

МОСКВА ✿ НКПС ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ ✿ 1934

НБ УДУНТ (ДІІТ)

В книге «Курс вагонов» часть первая составляет описание устройства вагонов, а часть вторая—расчет товарных и пассажирских вагонов. Книга написана по программе для техникумов ж.-д. транспорта, но может служить и практическим пособием для работников, непосредственно занятых на производстве.

Первая часть составлена М. А. Короткевичем, а вторая—И. М. Артюхиным и К. Н. Толвинским.

Редактор *К. Л. Мелешко* Техн. редактор *П. Хитров*

Сдано в набор 26/XII - 33 г. Подписано к печати 20/IV—34 г.

Уполн. Главлита Ц-82293 ЖДИЗ 481 Ж-16 Зак. тип. 8273

Тираж 20.160 экз. Разм. бум. 72×105 1/16 22 1/2 п. л. 72.960 зн. в п. л.

5-я типография Трансжелдориздата НКПС. Москва, Каланчевский тупик, д. 3/5.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ОПЕЧАТКИ

в книге «Курс вагонов» М. А. Короткевича, И. М. Артюхина, К. Н. Толвинского

Страница	Строка сверху	Строка снизу	Напечатано	Должно быть	По чьей вине опечатки
7	—	4 и 3	представляет переработанное	представляет переработанное под ред. К. Н. Толвинского	Редактора т. Мелешко
32	—	2	Заклепками (рис. 26) или болтами (рис. 27)	Заклепками (рис. 27) или болтами (рис. 26)	Авторов
33	Рис. 26		уклон бандажа показан от гребня	к гребню	Авторов
33	—	7	(рис. 28)	(рис. 26)	Авторов
34	1	—	(рис. 27)	(рис. 25)	Авторов
34	—	9	по способу смазки	отличающиеся способом смазки	Авторов
44	5	—	буртиком *г*	с буртиком *г*	Корректора т. Бовшовской
61	—	8	балок *АИЗ*	балок *А* из	
81	5	—	ширины	высоты	Авторов
110	12	—	на рис. 199 и 214 299	на рис. 199 и 214 –219	Корректора т. Шапиро
110	20	—	(рис. 216).	(рис. 215).	Авторов
110	Подписи к рис. 215 и 216		Подписи „Рис. 215“ и „Рис. 216“ поставлены под двумя рядом расположенными проекциями	Подпись „Рис. 215“—под двумя вертикально расположенными проекциями слева; подпись „Рис. 216“—под двумя вертикально расположенными проекциями справа	Авторов
14.					
15.					
16					
17					
) 110	—	12	ей	его	Корректора
111	—	14	(рис. 220)	(рис. 221)	Авторов
131	3	—	(рис. 247)	(рис. 262)	Авторов
131	7	—	на рис. 262	на рис. 263	Авторов
144	17	—	бункера *К*	бункера *М*	Авторов
164	12	—	снижена	снабжена	Корректора т. Бовшовской
164	—	23 и 22	(рис. 308 и 310)	(рис. 308)	Авторов
165	—	22	предельный	продольный	
168	—	23	парного	нарного	Корректора т. Бовшовской
182	25	—	палки	папки	Авторов

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Страница	Строка		Напечатано	Должно быть	По чьей вине опечатки
	сверху	снизу			
190	—	5	кровати-носилки *И* и *К*	кровати-носилки *И*, *К* и *Н*	Авторов
204	7	—	кожуха *в*	кожуха *б*	
206	Рис. 369		Черта *14* показана неправильно	к крану питательной коробки	Авторов
207	—	19	водопробного-*33*	водопробного—*13*	Корректора т. Шапиро
233	—	24	электромагнит *С*	электромагнит *С'*	Корректора т. Бовшовской
235	—	17	не завсист	не зависит	Корректора т. Шапиро
244	—	25	$P=\frac{1}{2}Wh^2\frac{1-\sin\alpha}{1+\sin\alpha}$	$P=\frac{1}{2}Wh^2\frac{1+\sin\alpha}{1-\sin\alpha}$	Авторов
261	2	—	$R=\frac{Ch_2+Hh_1}{(2)\,L}$	$R=\frac{Ch_2+Hh_1}{nL}$	Авторов
265	12	—	$a=\frac{d\sqrt{2}}{2}$	$a=\frac{d\sqrt{3}}{2}$	
265	17	—	$q_2=p\quad l\frac{d\cdot\sqrt{2}}{2}$	$q_3=p\cdot l\frac{d\cdot\sqrt{3}}{2}$	Авторов
265	Рис. 430		D	H_1	Авторов
266	12	—	$C_1=\frac{QV^2}{gR\sqrt{3{,}6^2}}$	$C_1=\frac{QV^2}{gR\cdot 3{,}6^2}$	Авторов
282	20	—	$V'=8\,030\cdot\cos 65°=$ $=7\,275$ *кг*	$V'=8\,030\sin 65°=$ $=7\,275$ *кг*	Авторов
282	22	—	$V''=1422{,}5\cos 75°20'=$ $=1\,375$ *кг*	$V''=1422{,}5\sin 75°20'=$ $=1\,375$ *кг*	Авторов
285	—	1	$z=\frac{1}{}\frac{aH^2+bd^2}{aH+bd}$	$z=\frac{1}{2}\cdot\frac{aH^2+bd^2}{aH+bd}$	Типографии
291	2	—	$J_y=2\left(\frac{b^3h}{12}+hbl^2\right)+$ $+4\,(J_y'+f_{e2}{}^2)$	$J_y=2\left(\frac{b^3h}{12}+hbl^2\right)+$ $+4\,(J_y'+fl_2{}^2)$	Корректора т. Бовшовской
291	7	—	$y'=11{,}21$ *см*⁴	$J_y'=11{,}21$ *см*⁴	Типографии
295	—	24	в точке *О*	в точке O_1	Авторов
299	—	16	$K_{см}=\frac{P}{\delta d}\frac{1\,823}{2{,}4\quad 1{,}2}=$ $=636$ *кг/см*²	$K_{см}=\frac{P}{\delta d}=\frac{1\,823}{2{,}4\cdot 1{,}2}=$ $=633$ *кг*	Авторов
301	—	13	$P_1'=2P_0''=1\,845\cdot 2=$ $=3\,690$ *кг*	$P_1'=2P_2''=1\,845\cdot 2=$ $=3\,690$	Авторов

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Страница	Строка		Напечатано	Должно быть	По чьей вине опечатки
	сверху	снизу			
319	4	—	$M_2b = -\frac{q}{4}(b^3+c^3) - $ $- M_3(2a+3c)$	$M_2b = -\frac{q}{4}(b^3+c^3) - $ $- M_3(2b+3c)$	Корректора т. Шапиро
319	5	—	$M_2b + \left[\frac{q}{4}\left(\frac{a^3+b^3}{b}\right) - \cdots\right.$	$M_2b + $ $+\left[-\frac{q}{4}\left(\frac{a^3+b^3}{b}\right) + \cdots\right.$	Авторов
319	7	—	$+\frac{q}{4}\left(\frac{a^3+b^3}{a}\right)(2b+3c) =$	$+\frac{q}{4}\left(\frac{a^3+b^3}{b}\right)(2b+3c) =$	Корректора т. Шапиро
320	Подпись под рисунком		Рис. 482 б.	Рис. 481б.	Авторов
320	—	22	$R = R_3 + q\frac{2}{2}$	$R = R_3 + q\frac{l}{2}$	Корректора т. Шапиро
323	2	—	$R_0 = \frac{ql_1^3 - M_1}{2l_1^3}$	$R_0 = \frac{ql_1^2}{2l_1} - \frac{M_1}{l_1}$	Авторов
330	—	4	$\sigma = \frac{p_1 R}{2\sigma}$	$\sigma = \frac{p_1 R}{2\delta}$	
331	5	—	$p = \frac{Wh^3}{2} \cdot \frac{1-\sin\alpha}{1+\sin\alpha}$	$p = \frac{Wh^3}{2} \cdot \frac{1+\sin\alpha}{1-\sin\alpha}$	Авторов
			$(h-b)(H^3-h^3)$	$W = \frac{(a-b)(H^3-h^3)}$	Авторов

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Страница	Строка		Напечатано	Должно быть	По чьей вине опечатки
	сверху	снизу			
319	4	—	$M_2b = -\frac{q}{4}(b^3 + c^3) - M_3(2a + 3c)$	$M_2b = -\frac{q}{4}(b^3 + c^3) - M_3(2b + 3c)$	Корректора т. Шапиро
319	5	—	$M_2b + \left[\frac{q}{4}\left(\frac{a^3 + b^3}{b}\right) - \cdots\right.$	$M_2b + \left[-\frac{q}{4}\left(\frac{a^3 + b^3}{b}\right) + \cdots\right.$	Авторов
319	7	—	$+\frac{q}{4}\left(\frac{a^3+b^3}{a}\right)(2b+3c) =$	$+\frac{q}{4}\left(\frac{a^3+b^3}{b}\right)(2b+3c) =$	Корректора т. Шапиро
320	Подпись под рисунком		Рис. 482 б.	Рис. 481б.	Авторов
320	—	22	$R = R_3 + q\frac{2}{2}$	$R = R_3 + q\frac{l}{2}$	Корректора т. Шапиро
323	2	—	$R_0 = \frac{ql_1^2 - M_1}{2l_1^2}$	$R_0 = \frac{ql_1^2}{2l_1} - \frac{M_1}{l_1}$	Авторов
330	—	4	$\sigma = \frac{p_1 R}{2\sigma}$	$\sigma = \frac{p_1 R}{2\delta}$	
331	5	—	$p = \frac{Wh^3}{2} \cdot \frac{1 - \sin\alpha}{1 + \sin\alpha}$	$p = \frac{Wh^3}{2} \cdot \frac{1 + \sin\alpha}{1 - \sin\alpha}$	Авторов
			$(b - b)(H^3 - h^3)$	$W - \frac{(a - b)(H^3 - h^3)}$	Авторов

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ
УСТРОЙСТВО ВАГОНОВ

Стр.

Предисловие 7

РАЗДЕЛ I
ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВАГОННОМ ПАРКЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЕГО

1. Введение 9
2. Общее понятие об устройстве вагонов . 10
3. Условия, влияющие на устройство вагона 12
4. Разделение вагонов по назначению 14
5. Основные экономические характеристики вагонов 16
6. Исторический очерк развития вагоностроения 16
7. Современный вагонный парк 20
8. Задачи реконструкции вагонного парка 23

РАЗДЕЛ II
КОЛЕСНЫЕ ПАРЫ И БУКСЫ

А. Колесные пары

9. Составные части колесной пары 24
10. Оси 25
11. Колесные центры и колеса 27
12. Бандажи 31
13. Укрепление бандажей на ободе колеса 32

Б. Буксы

14. Подразделение букс по конструкции и по способу смазки 34
15. Разъемные буксы 34
16. Цельные буксы 37
17. Самосмазывающиеся буксы 40
18. Подшипник 43
19. Буксы с роликовыми подшипниками 45

РАЗДЕЛ III
РЕССОРЫ, ТЕЛЕЖКИ И СВОБОДНОУСТАНАВЛИВАЮЩИЕСЯ ОСИ

А. Рессоры

20. Назначение рессор и основные понятия 48
21. Системы рессорного подвешивания 50
22. Подвесные рессоры 50
23. Двойные и тройные рессоры 52
24. Рессорные подвески . 53
25. Эллиптические рессоры 54
26. Спиральные пружины 55

Б. Свободноустанавливающиеся оси

27. Установка осей под вагонами 57
28. Независимые и связанные свободноустанавливающиеся оси . 58

В. Тележки

29. Назначение и классификация тележек 60
30. Тележки без люльки 61
31. Люлька 64

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Стр.

32. Тележки с люлькой 66
33. Пятник и скользуны 71
34. Трехосные тележки 73

РАЗДЕЛ IV

РАМА ВАГОНА, ЕЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И ТОРМОЗ

А. Рама

35. Назначение и классификация вагонных рам . 74
36. Рама без хребтовой балки 2- и 3-осных вагонов 75
37. Рама 2-осного вагона с хребтовой балкой 78
38. Рама тележечных вагонов 80
39. Шпренгель 80
40. Сварные и литые рамы 81

Б. Буфера и упряжь

41. Назначение буферов 83
42. Устройство буфера и размеры его 84
43. Назначение тяговых и сцепных приборов и подразделение их 86
44. Сквозной неупругий тяговой прибор . . 87
45. Несквозной упругий тяговой прибор . 88
46. Стяжки 89
47. Способы сцепления стяжек 91

В. Тормоз

48. Общее понятие о торможении 93
49. Одностороннее и двустороннее торможение 94
50. Части рычажной передачи . 96
51. Тормозные колодки 98
52. Ручной привод . . 99
53. Воздушный тормоз . 100

РАЗДЕЛ V

АВТОСЦЕПКА

54. Автосцепка, как одно из мероприятий реконструкции транспорта . 101
55. Преимущества автосцепки 103
56. Принцип устройства автосцепки 103
57. Условия, которым должна удовлетворять автосцепка 105
58. Американская автосцепка . . 106
59. Автосцепка Виллисона . 110
60. Автосцепка Шарфенберга . . . 111
61. Прочие заграничные автосцепки 113
62. Советские автосцепки 113
63. Автосцепки ИРТ-3 115
64. Упряжные аппараты 117
65. Особенности автосцепки пассажирских вагонов 119
66. Переход с винтовой сцепки на автоматическую . 120

РАЗДЕЛ VI

ГРУЗОВЫЕ ВАГОНЫ

67. Типы крытых грузовых вагонов . . . 122
68. Кузов вагонов малой подъемной силы 125
69. Кузов большегрузного вагона . 126
70. Пол и крыша грузового вагона 130
71. Двери и люки . . 131
72. Тормозная площадка 133
73. Несъемные приспособления 133
74. Платформы . . . 134

РАЗДЕЛ VII

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ВАГОНЫ

75. Полувагоны 141
76. Хопперы 143
77. Гондола 148
78. Думпкар 151
79. Изотермические вагоны 153
80. Изотермические вагоны с принудительной циркуляцией и механическим охлаждением 158

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Стр.

81. Цистерны 159
82. Устройство резервуара цистерн . 162
83. Сливные устройства цистерн . 163
84. Вагоны для взрывчатых веществ . 164
85. Вагоны для живности 165
86. Вагоны-теплушки 167
87. Вагоны для хозяйственных надобностей дороги . 167

РАЗДЕЛ VIII

ПАССАЖИРСКИЕ ВАГОНЫ

88. Типы пассажирских вагонов . 168
89. Обрешетка кузова 170
90. Кузов пассажирского вагона 172
91. Двери 174
92. Окна 175
93. Внутреннее убранство . 176
94. Вентиляторы . 178
95. Уборные 180
96. Жесткие советские вагоны 180
97. Мягкие » » 184
98. Багажные вагоны 188
99. Почтовые вагоны 189
100. Вагоны-рестораны 190
101. Санитарные вагоны . 190
102. Служебные вагоны . 191
103. Моторные вагоны 191
104. Автомотрисы . 194

РАЗДЕЛ IX

ОТОПЛЕНИЕ ВАГОНОВ

А. Простые системы отопления

105. Классификация систем отопления . 197
106. Печное отопление 198
107. Отопление гретым воздухом . 199
108. Водяное отопление 200
109. Действие водяного отопления 201
110. Устройство самостоятельного парового отопления высокого давления . 203
111. Действие парового отопления . 207
112. Центральное паровое отопление . 209

Б. Усовершенствованные системы отопления

113. Недостатки простых систем отопления . 211
114. Паровое отопление низкого давления 212
115. Паровоздушное отопление . 213
116. Пароводяное отопление 216
117. Аккумуляторное отопление . 218
118. Электрическое отопление . 218

РАЗДЕЛ X

ОСВЕЩЕНИЕ ВАГОНОВ

А. Свечное и газовое освещение

119. Сравнение существующих систем освещения 220
120. Свечное освещение . . . 221
121. Газокалильное освещение 222
122. Устройство газокалильного фонаря . 223
123. Действие газокалильного освещения . 226

Б. Электрическое освещение

124. Существующие системы электрического освещения 226
125. Осевое освещение 228
126. Внутреннее оборудование вагонов 230
127. Динамомашины и аккумуляторы . 231
128. Система Броун Бовери . . . 232
129. Система Викарино . 233
130. Система Герца . . . 234
131. Система Розенберга 235
132. Прочие системы освещения 237
133. Основные положения оборудования вагонов СССР электрическим освещением 237
134. Обслуживание электрического освещения 238

НБ УДУХТ (ДІТ)

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

РАСЧЕТ ЧАСТЕЙ ВАГОНОВ

РАЗДЕЛ XI

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ВАГОН И РАСЧЕТ ЧАСТЕЙ ВАГОНА

	Стр.
134. Силы, действующие на вагон	240
а) Общая часть . . .	240
б) Центробежная сила.	242
в) Сила инерции	243
г) Сила ветра	243
д) Влияние силы буферного удара .	244
е Давление груза на стенки вагона	244
ж) Вертикальные динамические силы	244
135. Габариты подвижного состава и вписывание вагонов в кривые	244
136. Определение геометрических размеров вагона	257
137. Расчет вагонных осей	259
138. Расчет вагонных тележек	268
а) Расчет тележки товарного вагона . . .	268
б) Расчет тележки пассажирского вагона	272
139. Схемы тормозных рычажных передач и их расчет	293
140. Расчет рессор и пружин . . .	302
а) Расчет листовых рессор . .	302
б) Расчет спиральных пружин	307
141. Рамы и их расчет .	315
142. Кузова и их расчет .	320
143. Расчет котла цистерны .	330
144. Расчет деталей платформы	331
145. Электросварные швы	334
146. Расчет отопления вагонов и вентиляции	338

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая книга «Курс вагонов» является учебником и составлена по программе техникумов вагонного хозяйства. Книга вместе с тем может служить и практическим пособием при повышении квалификации работников, уже занятых на производстве.

В первой части книги дается описание конструкций вагонных частей и устройства различных типов грузовых и пассажирских вагонов, отопления и освещения их. Во второй части излагаются способы расчета вагонных частей и приводятся отдельные конкретные примеры расчетов.

Первая часть настоящего курса — «Устройство вагонов»—представляет переработанное второе издание учебника М. А. Короткевича «Устройство вагонов», а вторая часть — «Расчет частей вагонов»,—составлена К. Н. Толвинским и И. М. Артюхиным.

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

УСТРОЙСТВО ВАГОНОВ

РАЗДЕЛ I

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВАГОННОМ ПАРКЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЕГО

1. Введение

Гигантский рост промышленности Советского Союза, развитие сельского хозяйства на базе коллективизации и строительства совхозов из года в год увеличивают в огромной степени потребности страны в транспорте вообще и железнодорожном в частности. Рост перевозок как грузовых, так и пассажирских, наблюдающийся на наших дорогах в годы восстановления и реконструкции, по своим темпам оставляет далеко позади темпы роста перевозок в дореволюционной России и в передовых капиталистических странах Европы и Америки. В довоенной России ежегодный прирост грузооборота составлял 5—6%, максимум 13% (в 1906 г.), в САСШ за 16 лет, предшествовавших кризису, грузооборот возрос только на 21%, за последние же два года кризиса, охватившего весь капиталистический мир, перевозки по железным дорогам дают резкое понижение. У нас же, наоборот, имеет место неуклонный рост грузооборота. Грузовые перевозки 1932 года превосходят довоенные в два с половиною раза, а по сравнению с 1928 годом составляют 181,3%. Рост пассажирских перевозок СССР с 1923 года по 1930 год составляет в среднем в год 24,3%, а в 1932 году перевезено в 2,5 раза больше, чем в 1928 году. В то же время в САСШ и Западной Европе наблюдается снижение пассажирских перевозок, причем в САСШ они снизились на 48%. В годы промышленного подъема капиталистические страны не знали таких темпов роста ж.-д. перевозок, какой наблюдается в СССР. Увеличение грузовой работы железных дорог САСШ в течение 13 лет (с 1900 по 1913 г.) составило всего 78%.

Дальнейшее развертывание индустриализации страны, рост механизированного социалистического земледелия и дальнейший рост всего народного хозяйства СССР вызовет еще большее развитие перевозок[1]. Высокие темпы развития перевозок и необходимость овладения ими обусловили реконструкцию ж.-д. транспорта и в том числе вагонного парка. Реконструкция, начавшаяся в первом пятилетии, должна быть закончена во втором пятилетии.

В резолюции XVII конференции ВКП(б) сказано, что «Основной и решающей хозяйственной задачей второй пятилетки является завершение реконструкции всего народного хозяйства, создание новейшей технической базы для всех отраслей народного хозяйства». Отсюда вытекают ответственнейшие задачи, которые предъявляются к реконструируемому транспорту, являющемуся нераздельной органической частью социалистической индустриализации. В постановлениях июньского пленума ЦК ВКП(б) эти задачи формулируются так:

1) коренное техническое перевооружение транспорта, его реконструкция на основе новейших достижений науки и техники и в соответствии с реконструкцией других отраслей народного хозяйства;

2) социалистическая рационализация работы транспорта, максимальная мобилизация внутренних ресурсов на выполнение перевозок.

Установки пленума ЦК ВКП(б) в отношении реконструкции транспорта, подтвержденные XVII съездом ВКП(б), как известно, намечены в направлении электрификации железных дорог, введения мощного подвижного состава, 50—60-тонных вагонов, автосцепки, автотормозов, автоблокировки, механизации погрузочно-разгрузочных работ, переоборудования тяговых устройств, реконструкции верхнего строения пути и т. д.

---

[1] XVII съезд ВКП(б) установил рост грузооборота ж.-д. транспорта с 1932 г. по 1937 г. на 80%.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Вагоностроительное производство, обслуживая потребности железнодорожного городского и промышленного транспорта в подвижном составе, развивается в соответствии с требованиями транспорта.

В связи с ростом перевозок стоит рост потребности в вагонах. Однако, не одно только увеличение количества вагонов требуется для удовлетворения этой потребности.

Социалистическая реконструкция транспорта и промышленности ставит вагоностроительному производству задачи создания новых типов и конструкций вагонов. Высокоразвитая социалистическая промышленность и коллективизированное сельское хозяйство требуют разнообразных типов вагонов, удовлетворяющих условия перевозки отдельных грузов в целях наилучшей сохранности их и удобной погрузки и выгрузки.

Развитие пассажирских перевозок и повышенные требования к ним в отношении гигиенических условий и удобств для пассажиров выдвигают перед вагоностроением задачи создания нового типа пассажирского вагона, удовлетворяющего требованиям социалистического транспорта. Электрификация железнодорожного транспорта вызывает необходимость постройки моторных вагонов. Развитие городского транспорта выдвигает необходимость колоссального увеличения парка трамвайных вагонов и создания парка метрополитенных вагонов.

Вме сте с этим реконструируемое хозяйство требует и повышения качества продукции вагоностроительного производства. Одной из задач реконструкции транспорта является повышение скорости движения поездов. В связи с этим в конструкцию вагонов вносятся усовершенствования, увеличивающие их прочность, уменьшающие сопротивление движению и повышающие плавность хода.

Разрешение задач, стоящих перед советским вагоностроением в отношении реконструкции вагонного парка, естественно вызывает реконструкцию самого вагоностроительного производства. Для осуществления стоящих перед ним задач вагоностроение перестраивает свою техническую базу, свои методы и организационные формы работы. Существующие вагоностроительные заводы реконструируются. Строятся новые вагоностроительные заводы: Нижнетагильский гигант, рассчитанный на выпуск 54 000 грузовых вагонов в год, и Казанский завод, рассчитанный на выпуск 5 000 пассажирских вагонов.

В технику производства вагонов широко внедряется электросварка и применение литых и штампованных конструкций. Производственные процессы механизируются и автоматизируются на основе электрификации.

Таким образом, во втором пятилетии перед советским вагоностроением стоят две задачи: а) создать новые типы вагонов и новую технологическую основу их изготовления (электросварка, штамповка, литые колеса, литые тележки) и б) обеспечить количественное удовлетворение потребности железнодорожного транспорта в новых вагонах, отвечающих требованиям социалистического хозяйства.

Изучение конструкции вагонов в связи с задачами реконструкции транспорта составляет задачу курса «Устройство вагонов».

2. Общее понятие об устройстве вагонов

Устройство вагонов зависит от назначения их, от условий работы и от устройства рельсового пути, по которому они движутся. Поэтому имеется много конструкций вагонов, однако основные принципы их устройства одинаковы и отчасти общи с принципами устройства всякого экипажа. Эти основные принципы сводятся к тому, чтобы вагон постоянно находился в состоянии устойчивого равновесия, обладал достаточной плавностью хода и был бы настолько прочен во всех своих частях, чтобы полностью обеспечивалась безопасность движения.

Вагон состоит из следующих основных частей: кузова, рамы, упряжных и сцепных приборов, рессорного подвешивания и колесных пар с буксами. Кузов прочно укрепляется на раме или составляет одно целое с нею и вместе с нею упруго опирается на колесные пары при посредстве рессор. Колесной парой называется ось с насаженными на нее колесами. В зависимости от числа колесных пар, находящихся под вагоном, бывают вагоны 2-осные, 3-осные, 4-осные и 6-осные. Имеются вагоны и с бо́льшим числом осей. Колесные пары 2- и 3-осных вагонов устаналиваются под вагонами независимо одна от другой, в 4-осных вагонах колесные пары связаны попарно между собою.

НВ УДИТ (ДІІТ)

Связь между колесными парами 4-осных вагонов осуществляется либо посредством рам, насаживаемых на колесные пары и называемых тележками, либо посредством соединения между собою рессор, опирающихся на колесные пары. В первом случае 4-осный вагон называется вагоном на тележках, а во втором—вагоном на связанных свободно устанавливающихся осях.

Рассмотрим схему устройства 2-осного товарного вагона (рис. 1 и 1а). Кузов *А*, служащий для помещения груза, прочно укреплен на раме *Б*. Рама, являясь основанием для кузова, воспринимает вертикальную нагрузку от него, а также горизонтальное усилие тяги, приводящее вагон в движение. Рама посредством подвесок *В* и рессорных серег *Г* опирается на концы рессор *Д*, которые своей средней частью опираются на буксы *Ж*, надетые на шейки колесной оси. Такие рессоры называются подвесными. Все рессоры вагона в совокупности с их серьгами и подвесками называются рессорным подвешиванием.

Буксы представляют коробку, служащую вместилищем для смазочных материалов и подшипника *З*. Подшипник *З* (рис. 2) лежит на осевой шейке *Г*, охватывая ее на некоторой части ее поверхности, и передает на нее воспринимаемые от буксы и рессор давление кузова и рамы. Трущиеся поверхности подшипника и шейки смазываются

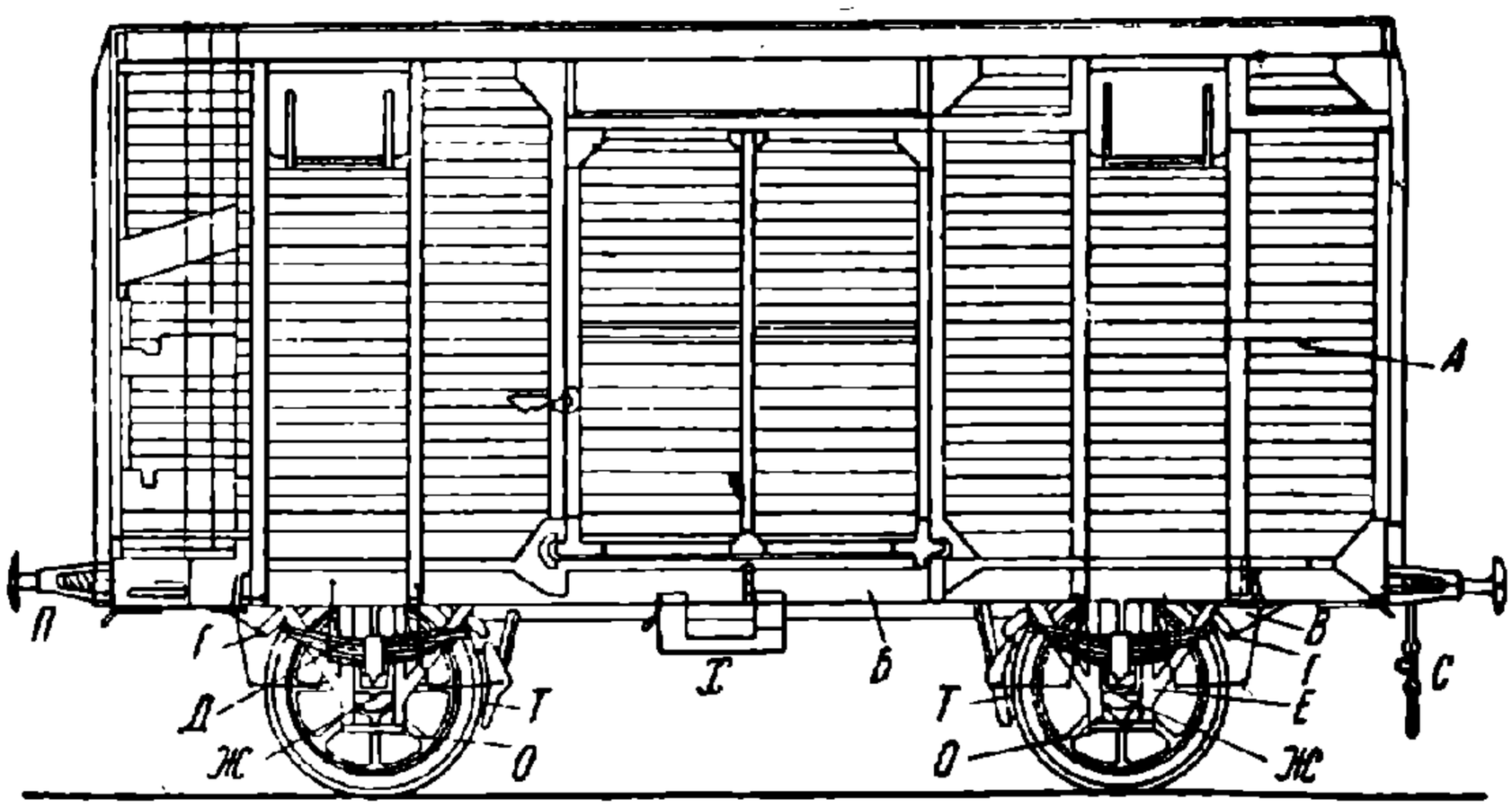


Рис. 1.

маслом, находящимся в нижней части буксы. На боковых поверхностях буксы имеются направляющие пазы, которыми она устанавливается между буксовыми лапами *Е*, прикрепленными к раме *Б*. Концы лап стянуты буксовыми струнками *О* (рис. 1).

Рама вагона имеет по своим торцовым сторонам буфера *П* (по два на каждом конце), представляющие упругие упоры, которыми вагоны соприкасаются между собою при соединении их в поезде. В раме же укрепляются тяговые приборы, заканчивающиеся по обоим концам вагона крюком и стяжкою *С* или автосцепкой, при помощи которых вагоны сцепляются один с другим.

Вагон снабжается тормозными приборами, служащими для остановки поезда и регулирования его хода. Тормоза применяются ручные и пневматические. Действие тех и других заключается в том, что тормозные колодки *Т*, приводимые в действие тягами, соединенными при ручном тормозе с тормозным винтом, а при пневматическом (рис. 1) с тормозным цилиндром *Х*, прижимаются к колесам и, развивая трение, задерживают их движение.

Вагон на тележках легче проходит по кривым частям рельсового пути, чем 2-осный вагон, так как рама с кузовом опирается на тележки только в двух опорах, около которых она свободно вращается. Это дает возможность вагоны на тележках делать более длинными. Кроме того, вагоны на тележках имеют более спокойный ход.

Рама грузового вагона (рис. 3) опирается на тележку *А* при помощи пятника *Б*, пятник соединяется с поперечным брусом *Д*, давление передается от вагона через пятник и через попе ечный брус на рессоры, опирающиеся на соответствующие брусья боковой рамы *Е*, боковая рама тележки своими концами опирается на буксы *В*, сидящие на шейках оси.

РГБУ УДУИТ (ДИИТ)

Тележки для тяжелых вагонов делаются на 3 осях и более.

Пассажирские вагоны отличаются от грузовых устройством кузова, внутренним оборудованием и рессорным подвешиванием. Они делаются так же, как и грузовые, на подвесных рессорах с независимыми осями и на тележках, но рессоры в пассажирских вагонах ставятся более упругие для придания вагону плавного хода. В тележках пассажирских вагонов давление от пятника и поперечного бруса передается на буксы и осевые шейки через две или три системы рессор.

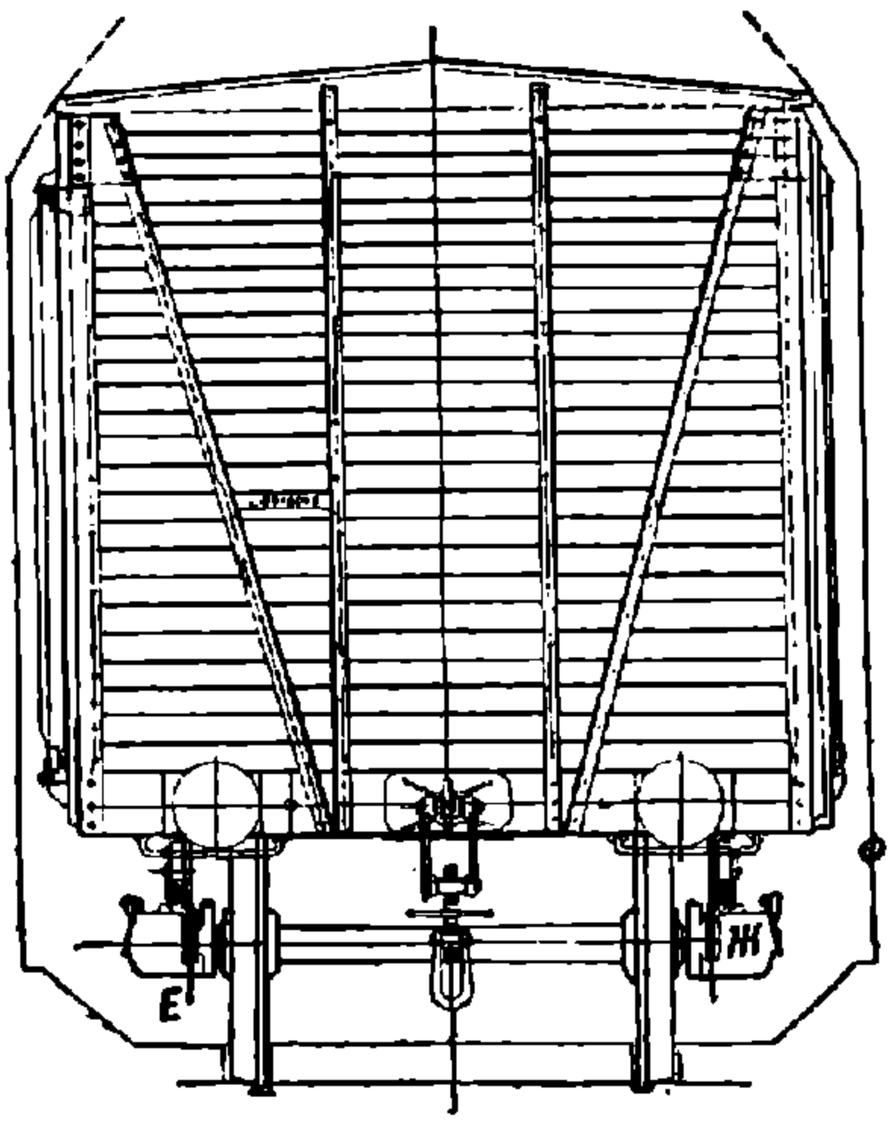


Рис. 1а.

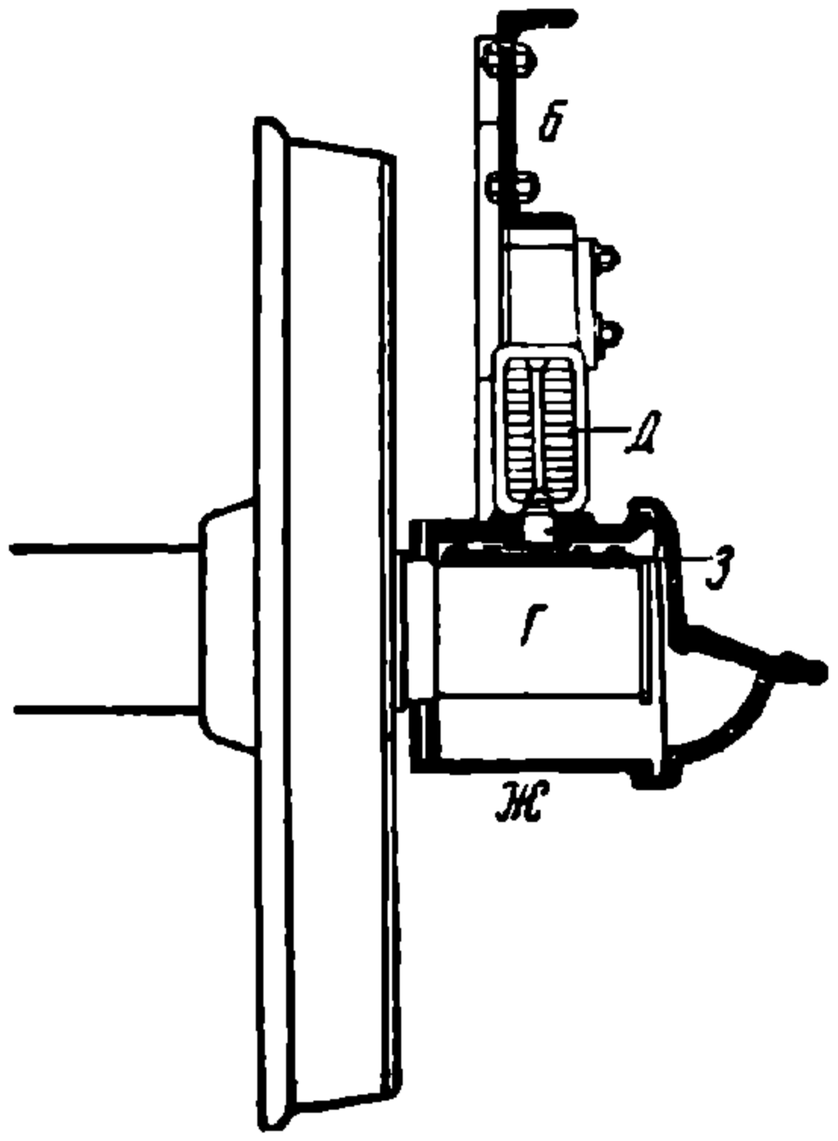


Рис. 2.

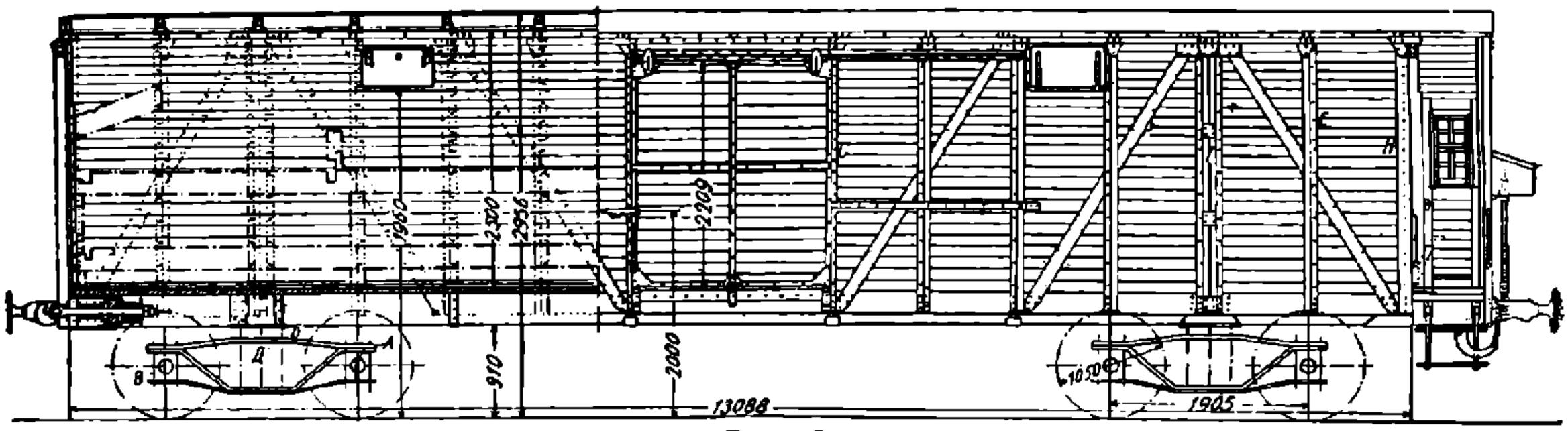


Рис. 3.

Конструкции вагонных частей, вагонных тележек, рессорного подвешивания, рам, кузовов весьма разнообразны и зависят от рода и назначения вагонов, а также от конструктивных соображений, изменяясь и совершенствуясь по мере развития железнодорожной техники. В дальнейшем будут рассмотрены существующие конструкции вагонов и их частей.

3. Условия, влияющие на устройство вагона

Устройство вагона и его отдельных частей, помимо условий прочности и конструктивных соображений, должно удовлетворять ряд требований, вытекающих из условий движения вагона по рельсовому пути. Из этих требований главнейшими являются следующие:

1. Вагон по своей ширине и высоте не должен превышать установленных предельных размеров по габариту.

2. Устройство ходовых частей вагонов должно соответствовать условиям движения по рельсовому пути, причем вагон должен без затруднения проходить кривые допускаемых минимальных радиусов.

НВ УДУЗТ (ДІІТ)

3. Вес вагона должен находиться в соответствии с прочностью рельсового пути.

4. Вагон должен обладать достаточной устойчивостью и плавностью хода.

5. Ширина вагона, а также и высота его ограничиваются размерами габарита подвижного состава[1].

Постройка всех гражданских сооружений и мостов жел. дор. производится также с таким расчетом, чтобы выступающие наружные части вагона не задевали зданий, сигнальных знаков и т. д.

До 1932 г. существовал габарит подвижного состава для всех дорог СССР нормальной колеи (рис. 420).

В 1932 г. установлено три габарита подвижного состава:

1. Для подвижного состава, обращающегося в международном сообщении (рис. 421).

2. Для подвижного состава, обращающегося по всей сети железных дорог СССР (рис. 422).

3. Для подвижного состава, обращающегося на замкнутых направлениях наших дорог (рис. 423).

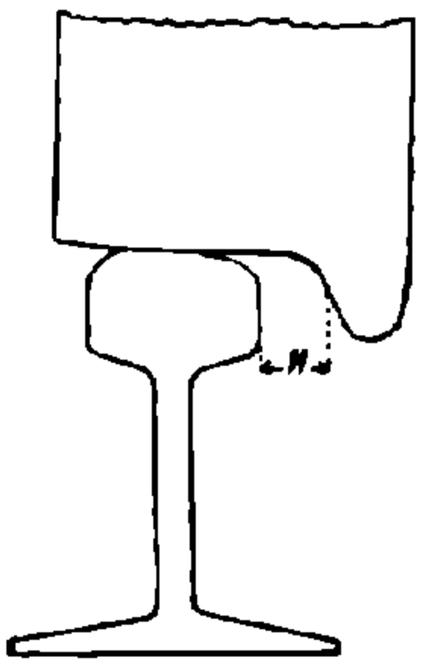


Рис. 4.

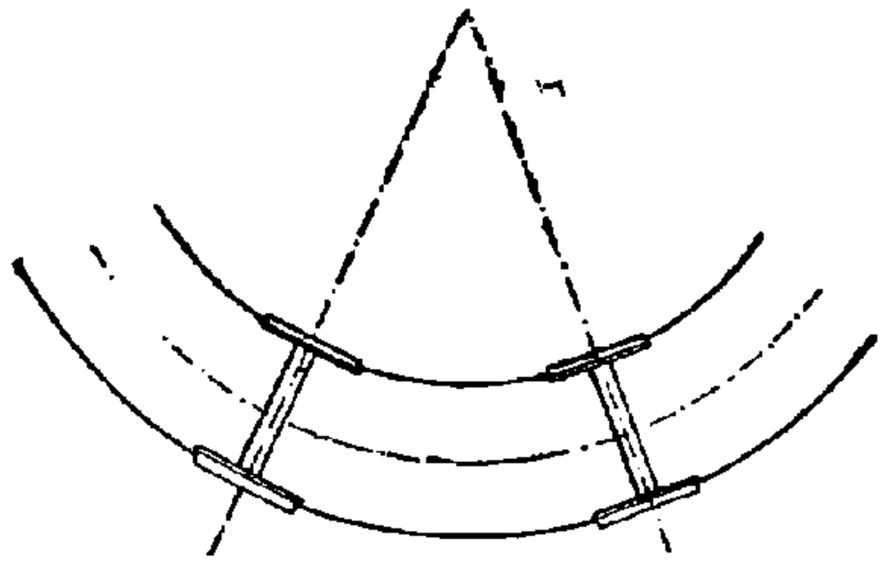


Рис. 5.

Наибольшая ширина подвижного состава, согласно вышеуказанным габаритам, может быть от 3 150 до 3 600 *мм*. Ни одна часть подвижного состава не должна выходить за пределы установленного габарита.

Помимо этого к конструкции вагонов предъявляются экономические требования в отношении наиболее выгодного использования их для перевозок. Относительно экономических требований сказано ниже.

Ширина железнодорожной колеи магистрального значения на дорогах СССР принята 1 524 *мм*, считая между внутренними гранями головок рельса.

Для возможности движения вагонов по рельсовому пути колеса их снабжаются гребнями с одной стороны, а поверхность катания делается конической. Колеса насаживаются наглухо на оси. Осевые шейки, воспринимающие нагрузку рамы и кузова, располагаются снаружи колес.

Колесные оси устанавливаются под прямым углом к продольной оси вагона, причем допускается возможность некоторого отклонения в обе стороны от этого положения, а также небольшое перемещение вдоль колесной оси. Чтобы такое перемещение было возможно, необходимо иметь зазоры *И* (рис. 4) между рельсом и гребнем колеса; таким путем можно избежать заклинивания колесной оси между рельсами.

При движении по прямому пути оси вагона приблизительно сохраняют взаимно параллельное положение, на кривой же части пути они стремятся занять положение в направлении радиуса кривой (рис. 5). Это возможно при наличии зазоров между гребнем и рельсом, а также зазоров между буксами и буксовыми лапами.

В вагонах на тележках прохождение кривой облегчается тем, что рама вагона имеет возможность вращаться вокруг шкворневого пятника тележки, представляющего опору для рамы. Поэтому осям тележки не требуется придавать особой подвижности

---

[1] О габаритах подвижного состава см. ниже в гл. «Расчет частей вагонов», стр. 240, там же — рис. 420, 421 и 422.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

по отношению к раме тележки, и они устанавливаются неизменно по отношению к ней.

Возможность свободного прохождения кривых частей пути, или, как говорится, возможность в п и с ы в а н и я в к р и в ы е, зависит, с одной стороны, от кривизны, пути, т. е. от радиуса закругления его, а с другой стороны—от длины подвижного состава или, точнее, от расстояния между осями крайних его колес. Чем больше это расстояние и чем меньше радиус закругления, тем затруднительнее вписывание в кривые. Расстояние между осями крайних колес называется б а з о ю подвижного состава.

Длина 2- и 3-осных вагонов зависит от базы вагона, так как выступающие за крайние оси концы вагона ограничены определенными пределами, зависящими от условия устойчивости вагона.

База нашего нормального товарного 2-осного крытого вагона—3,8 *м*, 2- и 3-осных пассажирских вагонов—от 5 до 9 *м*. Вагоны на независимых осях с базою более 9 *м* не строятся. Более длинные вагоны должны делаться с поворотными тележками.

Расстояние между шкворнями тележек в наших пассажирских вагонах—12—18 *м*.

Подвижной состав при движении своем оказывает разрушающее влияние на путь. Это влияние тем больше, чем больше н а г р у з к а н а о с ь и чем с большей скоростью движется подвижной состав. Поэтому между нагрузкой на ось подвижного состава, скоростью движения его и состоянием пути существует зависимость, нарушение которой влечет за собою расстройство пути. При определенных скоростях движения нагрузка на ось не должна превосходить некоторых пределов, зависящих от состояния пути. Для наших магистральных дорог предельная нагрузка для грузового подвижного состава составляла 18 *т* на ось и для пассажирского 14 *т* на ось. Теперь она повышена для грузовых вагонов на замкнутых направлениях до 20,5 *т*. В зависимости от этого исчисляется допускаемый вес подвижного состава. Так, например, наибольший вес 4-осного товарного вагона считая вместе собственный вес вагона и вес груза в нем, т. е., иначе говоря, вес брутто, не должен превышать 82 *т*.

Для мостов основную роль играют нагрузка на погонный метр пути и расстояние между осями, так как близкостоящие оси создают в мостовых пролетах повышенные напряжения, что вредно отзывается на прочности моста, поэтому установлено для вагонов предельное давление на погонный метр пути.

Вагоны, назначенные для обращения по всей сети жел. дор., не должны превышать давления на погонный метр пути в 6,5 *т*. На замкнутых направлениях, где уложены усиленные типы рельсов, допускаются давления на погонный метр пути до 8 *т*.

Реконструкция жел.-дор. транспорта предусматривает укладку рельсов усиленного типа, допускающих нагрузку на погонный метр пути до 10—12 *т*.

4. Разделение вагонов по назначению

По назначению своему вагоны разделяются на две основные группы: вагоны пассажирского и вагоны грузового парка.

К вагонам пассажирского парка относятся пассажирские вагоны с мягкой и жесткой отделкой (мягкие и жесткие), служебные, рестораны, почтовые, багажные, для заключенных, вагоны-паровики.

Вагоны пассажирского парка имеют внутреннее устройство и отделку в зависимости от их назначения: они снабжаются устройствами отопления, освещения и вентиляции.

Вагоны для перевозки пассажиров разделяются на две основные категории: 1) вагоны п р и г о р о д н о г о с о о б щ е н и я и 2) вагоны д а л ь н е г о с л е д о в а н и я. Эти две категории отличаются одна от другой главным образом внутренним устройством. В вагонах пригородного сообщения, в которых пассажир находится сравнительно короткое время, устраиваются только лишь жесткие сидения для пассажиров и полки для багажа, а в вагонах дальнего следования устраиваются для пассажиров спальные приспособления.

К вагонам грузового парка относятся вагоны, служащие для перевозки грузов.

Одни вагоны используются для перевозки всяких грузов, а другие только для отдельных родов грузов, требующих особых условий перевозки или выгрузки. Первая группа вагонов называется обыкновенными вагонами, ее составляют крытые вагоны, платформы и полувагоны. Вторая группа называется специальными вагонами; ее

НВ УДИТ (ДІІТ)

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

современных вагонов составляет 50 и более тонн. Изображенные на рисунках 6 и 7 старинный и современный товарные вагоны дают ясное представление о разнице в их устройстве и размерах.

Требования большей продуктивности работы и удобства при погрузке и выгрузке, а также сохранности грузов во время перевозок вызвали устройство специальных вагонов для перевозки скоропортящихся грузов—нефти, керосина, бензина, скота и т. д.

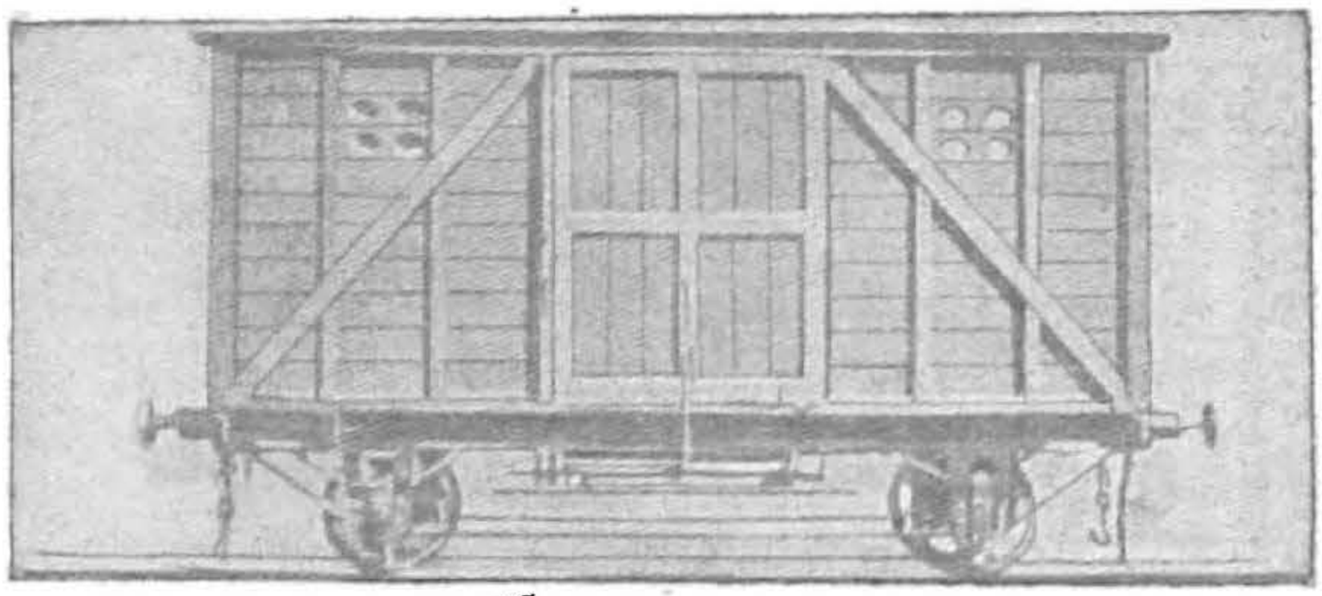


Рис. 6.

При следовании пассажиров на большое расстояние чрезвычайно важное значение имеет внутреннее устройство вагона. Находясь продолжительное время в вагоне, пассажир должен быть поставлен в такие условия, чтобы путешествие не причиняло вреда его здоровью и чтобы он не испытывал неудобств и тягот от путешествия. Эти условия всецело зависят от внутреннего устройства вагонов. Если пассажир имеет удобное место, не испытывает тряски, если он дышит чистым воздухом, а не задыхается в духоте, в табачном дыму и аммиачном запахе, если он не обречен на сиденье в темноте или полумраке от начала сумерок до утреннего рассвета, то это делает путешествие совсем не тягостным. Перечисленные условия создаются надлежащим устройством пассажирских вагонов, отоплением их, освещением и вентиляцией.

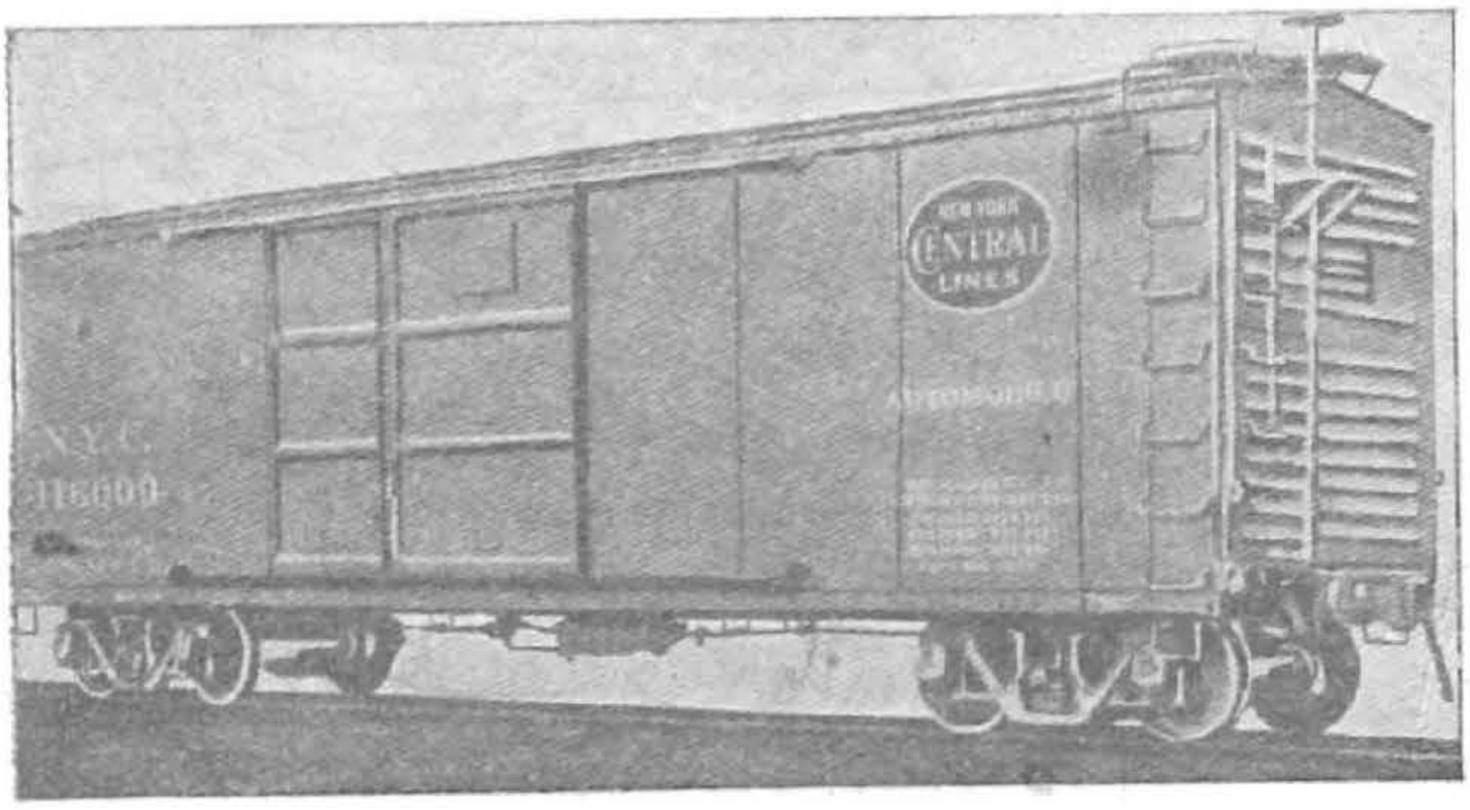


Рис. 7.

В старинных пассажирских вагонах удобств для перевозки пассажиров не предусматривалось; они строились даже без отопления и вентиляции. С течением времени устройство пассажирских вагонов совершенствовалось и размеры их увеличивались. В пассажирских вагонах новейшего типа пассажирам предоставляются всевозможные удобства, облегчающие их следование на дальние расстояния. В то же время и вместимость вагонов увеличилась примерно в 2—3 раза по сравнению со старинными вагонами. На рисунках 8 и 9 показаны для сравнения два пассажирских вагона: один—современный, а другой—постройки 60-х годов.

Первые пассажирские вагоны появились в России с открытием б. Царскосельской жел. дор., в 1838 г. Они были ввезены из Англии, но слово «вагон» тогда еще не существовало, и они назывались «дилижансами», а лучшие из них по отделке—«каретами». Общий вид их показан на рис. 10, на котором изображен поезд Царскосельской дороги. Вагоны имели места только для сидения, а багаж мог помещаться на крыше. Среди вагонов были и платформы, но они предназначались не для грузов, а для постановки на них колясок и карет, в которых проезжали их владельцы, как изображено на рис. 10.

Собственно пассажирские вагоны появились с открытием б. Николаевской (ныне Октябрьской), жел. дороги. Пассажирские вагоны б. Николаевской жел. дор. строились в России. Большинство из них—на Александровском заводе в 1847—1850 гг. и, кроме того, на существовавших в то время в Петербурге и Москве двух заводах, приступивших к постройке вагонов. Все первые вагоны б. Николаевской жел. дор. были восьмиколесные, на двухосных тележках. Они были низки и тесны, не имели отопления, вентиляции и уборных.

3054

РБ УДУНТ (ДИТ)

В 1865—1870 г. одновременно с широким железнодорожным строительством на новые дороги стали поступать заграничные (западно-европейские) вагоны. Все заграничные пассажирские вагоны были трехосные, за редким исключением. Но они уже имели уборные и отопление, и по примеру их были перестроены и вагоны б. Николаевской жел. дор.

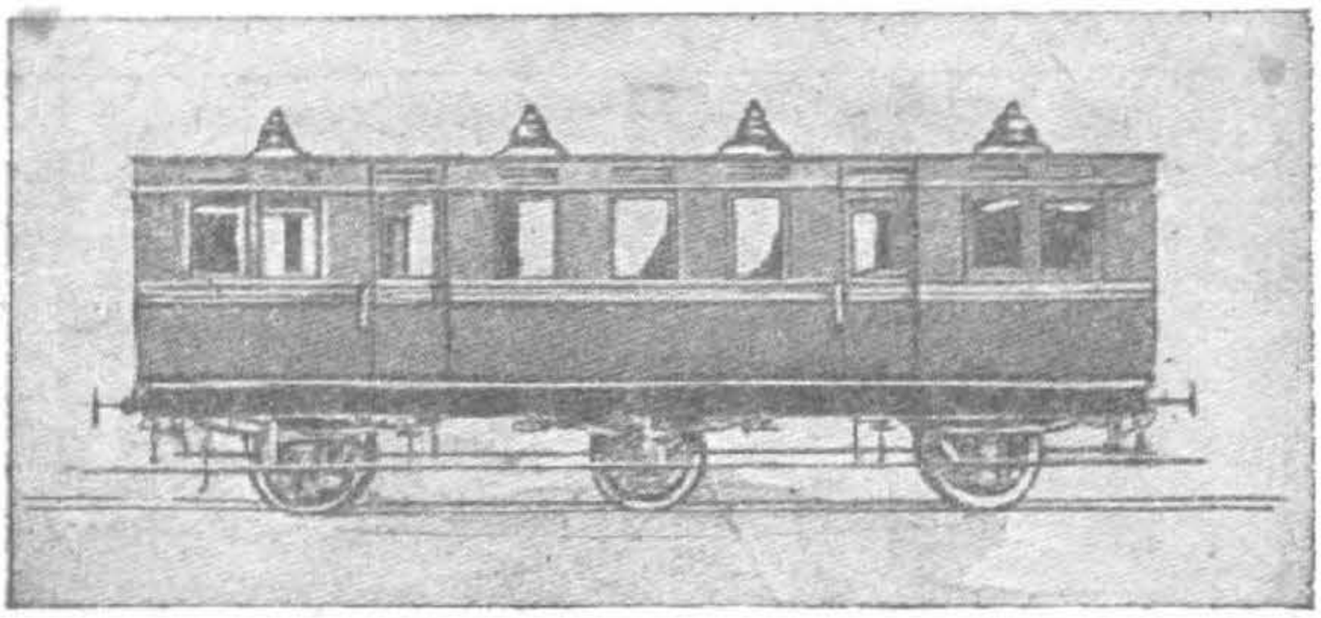


Рис. 8.

Усиление движения и затруднения в получении нового подвижного состава из-за границы вызвали в 1880—1890 гг. увеличение постройки вагонов в России.

В целях увеличения безопасности движения с 1879—1880 гг. начали вводиться автоматические воздушные тормоза.

К этому же времени относится введение отопления всех пассажирских вагонов сначала обыкновенными печами, а затем устройством водяного и парового отопления. Свечное освещение на некоторых дорогах было заменено газовым. Тогда же стали вводить подъемные спинки диванов для образования спальных верхних мест.

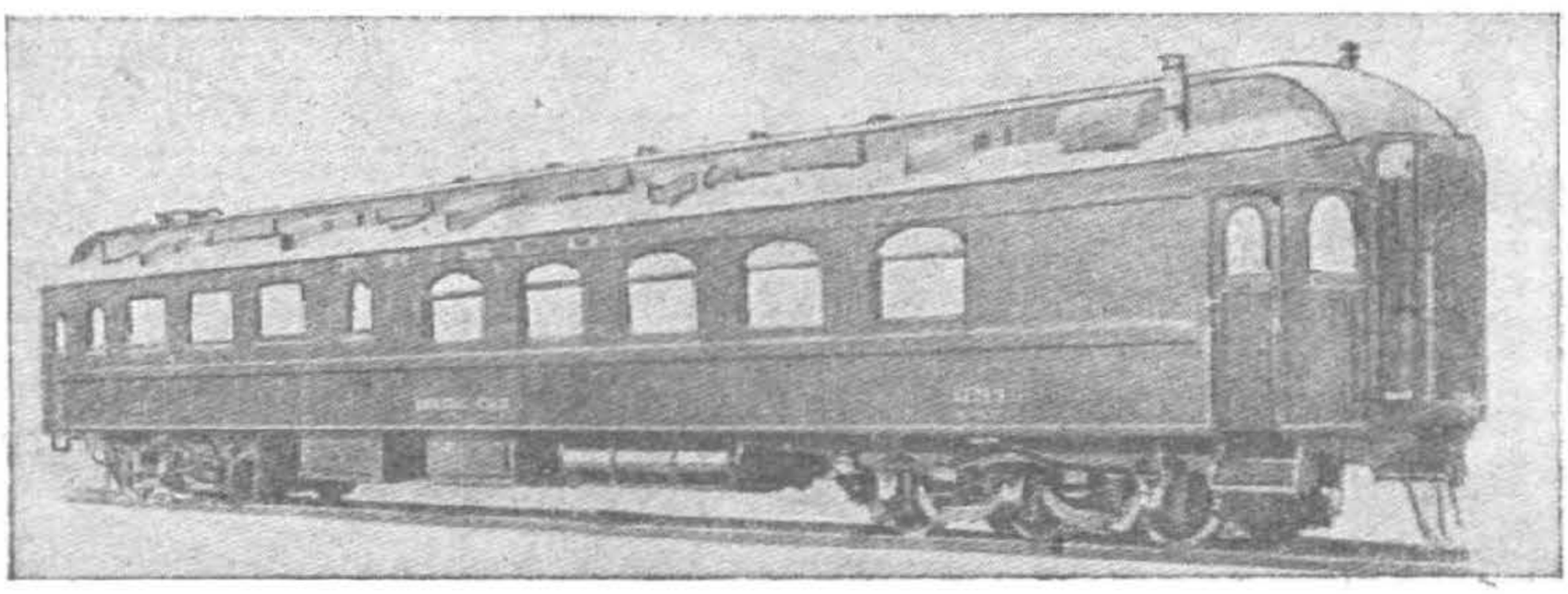


Рис. 9.

Дальность беспересадочных сообщений, необходимость предоставления больших удобств пассажирам и большая населенность вагонов привели к тому, что пассажирское вагоностроение, начиная с 1895 года, было направлено к постройке четырехосных пассажирских вагонов, за небольшими сравнительно исключениями.

Товарные вагоны первой дороги были двухосные и разделялись на крытые и платформы.

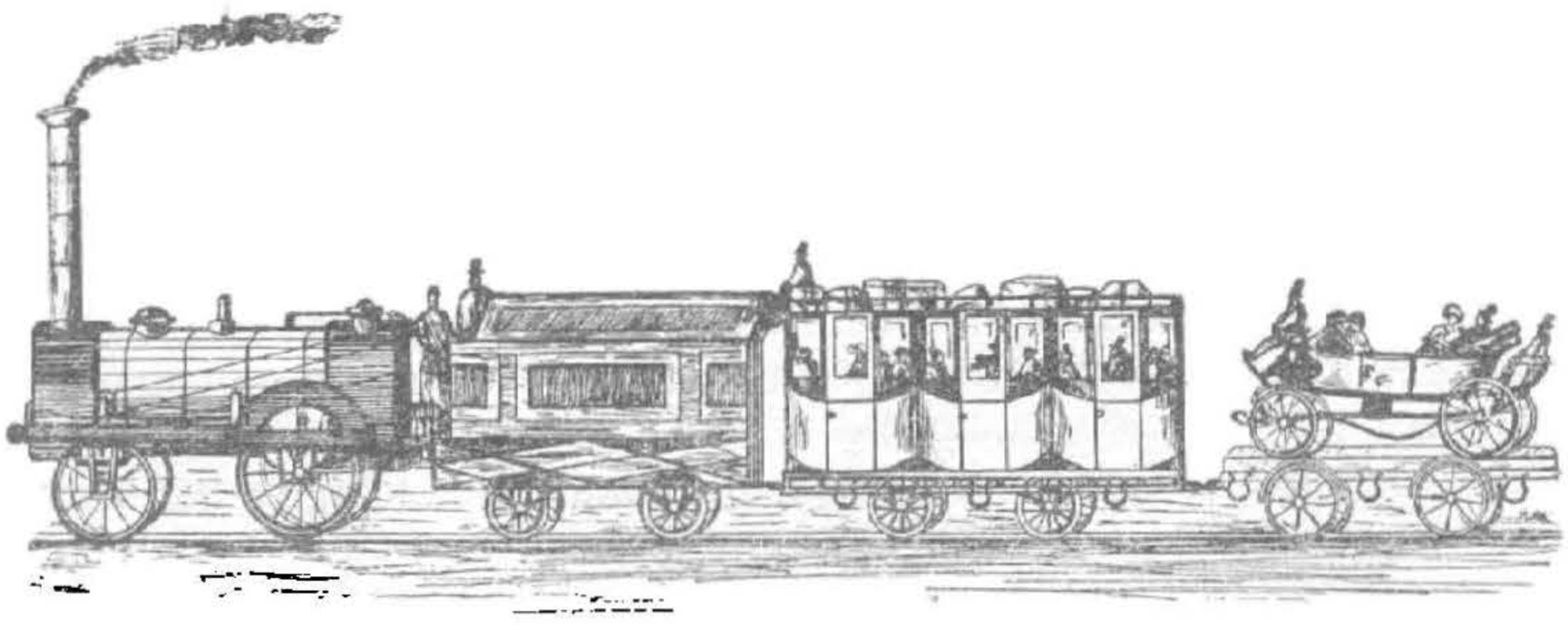


Рис. 10.

Вагонный товарный парк б. Николаевской (ныне Октябрьской) дороги был построен в Александровских мастерских этой дороги в 1843—1847 гг. в количестве до 2 000 крытых и 580 платформ. Позже к ним прибавилось 36 скотских специальных вагонов. Все вагоны были 8-колесные, сплошь деревянные, с чугунными колесами.

НВ УДИИТ (ДІІТ)

Подъемная сила их была 540 и 610 пуд. (9 и 10 *m*), а тара крытых вагонов почти равнялась грузу, вмещающему в них.

В 70-х годах, с развитием постройки новых линий, началось поступление заграничных двухосных товарных вагонов с той же подъемной силой, но тара их была значительно меньше: около 360 пуд. (6 *m*). Преимущества таких вагонов заставили переделать все 4-осные вагоны в 2-осные, что было произведено в 1865—1870 гг.

Постройка дорог вызвала развитие товарного вагоностроения, так же, как и пассажирского, на русских заводах и в мастерских жел. дорог. Тогда же установились более или менее однообразные размеры крытых вагонов и платформ, которые привели к созданию в позднейшем (в 90-х годах) так называемых «н о р м а л ь н ы х т и п о в» крытого вагона и платформы. Размеры эти таковы:

а) расстояние между колесными осями	3 810 *мм*
б) ширина внутри кузова	2 743 *мм*
в) длина кузова внутри	5 841 — 6 426 *мм*
г) высота в середине кузова	2 337 *мм*

В те же годы было установлено соотношение в вагонном парке между количеством тормозных вагонов и нетормозных, которое принято 1 : 5. Тормоза делались разнообразные, с помещением тормозильщика в совершенно закрытом тамбуре с застекленными дверями, либо в открытом сидении наверху крыши.

Нормальный тип крытого вагона (так же как платформ и цистерн) носил универсальный характер, однако условиям перевозки некоторых грузов не удовлетворял. Поэтому дороги стали вырабатывать специальные вагоны для грузов, но постройка специальных вагонов не получила развития.

Нормальный тип товарного вагона и платформы был разработан в тот момент, когда было осознано преимущество большей емкости вагонов. Поэтому вскоре после постройки нормальных вагонов подъемной силы в 10 *m* последняя была повышена до 12,5 *m* почти без всяких переделок. После этого нагрузка подвергалась еще двум увеличениям: 1) до 15 *m* и 2) до 16,5 *m*. В своих деталях вагон также подвергся целому ряду технических улучшений.

В начале 900 годов Екатерининская дорога приобрела некоторое количество трехосных товарных вагонов подъемной силы 25 *m*, что почти вдвое превышало подъемную силу товарных вагонов того времени. Однако, трехосные товарные вагоны оказались опасными для движения, вследствие частых сходов с рельсов и перестали применяться для перевозки груза.

В то же время Московско-Казанская ж. д. сконструировала и построила 4-осные вагоны на свободноустанавливающихся осях подъемной силы 30 *m*. Они оказались пригодными к эксплоатации.

Юго-Западные дороги приобрели 4-осные товарные вагоны с двойной емкостью кузова 36,5 *m*, но в них оказался целый ряд конструктивных недостатков и они очень мало работали.

Владикавказская и Московско-Казанская ж. д. построили значительные количество 4-осных цистерн емкостью 30 *m*, оказавшихся вполне пригодными и с успехом работающими.

Юго-Восточные дороги сделали несколько 4-осных вагонов-цистерн подъемной силой в 32,1 *m*. В отношении использования веса и объема эти цистерны оказались весьма целесообразными и продолжают работать до настоящего времени.

Для Екатерининской ж. д. были заказаны угольные 4-осные полувагоны системы Годфеллау и Кушман на трубчатых швеллерах, с подъемной силой 30 *m*. Вагоны работали, но конструкция их оказалась слаба.

Для той же дороги были построены 4-осные полувагоны системы Фокс-Арбеля подъемной силы 2 200 пудов (36 *m*). Они оказались вполне пригодными, но имеют некоторые неудобства при погрузке и слабые тележки.

Во время войны 1914—17 гг. в виду крайнего недостатка в подвижном составе было приобретено в Америке значительное количество саморазгружающихся угольных четырехосных полувагонов подъемной силы 50 *m* и крытых подъемной силы 40 *m*, а после войны—цистерны подъемной силы 30 *m*.

НВ УДУНТ (ДНТ)

Наконец, после революции у нас построены крытые товарные вагоны подъемной силы 20 *т* и 50 *т*. В 1933 г. начали строить большегрузные платформы подъемной силы 50 *т* и транспортеры подъемной силы 70 *т*. Строятся цистерны подъемной силы 50 *т*, изотермические вагоны подъемной силы 25 *т*. В настоящее время строятся саморазгружающиеся вагоны хоппер и гондола подъемной силы 60 *т*, думкар подъемной силы 40 *т*, цистерны для битумов подъемной силы 50 *т*.

История нашего вагоностроения может быть разбита на четыре периода, из которых первые три соответствуют трем периодам развития довоенного русского ж.-д. строительства, а четвертый—годам империалистической войны и революции. Впервые сооружение вагонов в России началось в 1844 г. В первый период, с 1844 г. по 1864 г., было построено всего 96 пассажирских вагонов и 3 015 товарных. Во второй период, в 60-х и начале 70-х годов, когда были построены железные дороги, идущие от Москвы на восток, строилось в год до 250 пассажирских вагонов и до 5 000 товарных. В третий период, в 90-х годах, когда была создана целая сеть новых железных дорог, строилось в год около 1 000 пассажирских вагонов и около 25 000 товарных. Во время империалистической войны постройка вагонов в начале значительно возросла (в 1915 г. построено 1 828 пассажирских вагонов и 36 525 товарных), но затем, с 1916 г., катастрофически падает и сходит на-нет в годы гражданской войны. Война значительно изменила географическое расположение вагоностроительной промышленности, отодвинув ее от северозападных и западных границ в глубь страны и сократив самое число заводов. После революции работа на вагоностроительных заводах стала возобновляться и быстро возрастать.

В настоящее время постройкой вагонов заняты следующие заводы: Красный Профинтерн, Калининский, Мытищинский, имени Егорова, имени Урицкого, имени «Правды», Крюковский, Усть-Катавский, Сормовский, Свердловский. Выпуск вагонов с заводов за последние годы характеризуется следующими цифрами:

Тип вагона	1930	1931	1932	Тип вагона	1930	1931	1932
Товарные 20-тон. .	5 534	3 350	—	Платформы .	992	3 943	12 050
» 50-тон. .	3 494	878	—	Пассажирские 14-метр. .	8	88	1 316
Изотермические .	310	1 003	2 350	Пассажирские 20-метр. .	149	828	
Цистерны . .	—	1 327	3 350	Пассажирские мягкие .	—	2	25
Хоппера 25-тон. .	—	906	900	Рестораны . .	—	—	100
» 60-тон. .	—	—	1 750				

В довоенной России постройкой грузовых вагонов занимались 15 заводов. Одни из них отошли к Польше и Латвии, другие перешли на другие виды машиностроения. В настоящее время из них осталось только 7 заводов, которые занимаются вагоностроением. Пассажирским вагоностроением занималось прежде 12 заводов, а в настоящее время только 3 завода. Однако, выпуск вагонов из этих заводов больше, чем был в дореволюционное время. Тем не менее он недостаточен при современных темпах развития перевозок. В виду этого, как сказано выше, старые заводы реконструируются и, кроме того, строятся новые вагоностроительные заводы-гиганты: в Нижнем Тагиле—для грузовых вагонов, рассчитанный на годовую производительность в 54000 вагонов, и в Казани—для пассажирских вагонов, рассчитанный на выпуск 5 000 вагонов в год.

7. Современный вагонный парк

Доставшийся нам после революции железнодорожный парк товарных вагонов характеризуется малой подъемной силой вагонов, слабостью их кузовов и недостаточным количеством специальных вагонов. Вагоны большой подъемной силы, так назы-

НБ УДУГТ (ДІІТ)

ваемые большегрузные, составляли незначительный процент в общем количестве товарных вагонов. Преобладающим по количеству является 2-осный вагон нормального типа подъемной силы 16,5 *т*. Существуют еще вагоны подъемной силы и в 15 *т*, но они не обращаются в прямом сообщении, а служат для местных перевозок во внутреннем сообщении и для хозяйственных надобностей используются в небольшом количестве.

Помимо вагонов ненормального типа старой постройки, имеются на наших дорогах и другие 2-осные крытые вагоны, отличающиеся по своей конструкции от нормального типа. Таковы: 1) вагоны Брейдшпрехера, служившие в прежнее время исключительно для бесперегрузочных перевозок в заграничном сообщении, 2) вагоны, бывшие финляндских железных дорог, 3) вагоны, бывшие германских и австрийских жел. дорог, оставшиеся в небольшом количестве от времен империалистической войны, 4) 20-тонные вагоны канадской (американской) постройки и 5) 20-тонные вагоны, построенные нашими заводами.

Вагоны ненормального типа старой постройки имеют различные размеры рамы и кузова, но они меньше вагона нормального типа. Вагоны Брейдшпрехера имеются такой же длины, как и нормальные, и той же подъемной силы, но большая часть их длиннее вагонов нормального типа (от 7 046 до 8 800 *мм*) при подъемной силе в 16,5 *т* и таре от 7,1 до 10,5 *т*. Вагоны постройки финляндских железных дорог, принадлежащие нашей сети, имеют длину рамы 7 046 *мм*; обрешетка, остов кузова их железные, вследствие чего тара вагона выше, чем нормального, а именно: от 7,9 до 9 *т*. Вагоны, бывшие германских и австрийских дорог, также длиннее нормальных, и тара их выше при той же подъемной силе.

Вагоны 20-тонные канадской постройки и постройки наших заводов различаются по длине и высоте. Длина кузова канадских вагонов—6 950 *мм* и высота—2 350 *мм*, а длина вагонов нашей постройки—6 600 *мм* и высота—2 500 *мм*.

Необходимо еще отметить вагоны, построенные по типу нормальных, но с железными стойками. Такие вагоны имеются в небольшом количестве. Подъемная сила их та же, что и нормального вагона, а тара выше на 0,5—1 *т*.

Вагоны 20-тонные поступили в наш парк уже после революции, но в большей мере парк пополнился в пореволюционное время большегрузными крытыми вагонами, которые до революции имелись на некоторых дорогах только в единичных экземплярах, не считая большегрузных вагонов, поступивших в значительном количестве из Америки во время империалистической войны. В числе большегрузных крытых вагонов, имевшихся в жел.-дор. парке до империалистической войны, были только вагоны Московско-Казанской дороги на свободноустанавливающихся осях подъемной силы 33 *т* и вагоны Фокс-Арбеля (четырехдверные) подъемной силы 37 *т*.

Дореволюционный парк платформ, подобно парку крытых вагонов, состоял преимущественно из двухосных платформ нормального типа длиною 9,2 *м* подъемной силы 16,5 *т* и из платформ ненормального типа меньшей длины подъемной силы 15 *т* и ниже. Было некоторое количество 2-осных платформ и более длинных, чем нормальные, предназначавшихся для перевозки леса, в том числе платформы Брейдшпрехера для перевозки леса за границу. Во время империалистической войны в парк поступили 4-осные платформы постройки Русско-балтийского завода подъемной силы 45 *т* и американской постройки такой же подъемной силы. После революции парк платформ пополнился 2-осными платформами подъемной силы 20 *т* с высокими бортами и—опрокидными 4-осными платформами типа Думпкар подъемной силы 40 *т*.

Помимо перечисленных платформ, имеются в единичных экземплярах низкосидящие 4 и 6-осные платформы, предназначенные для перевозки тяжелых высоких предметов, и короткие турникетные платформы, снабженные в центре пола поворотным приспособлением, на которое опирается концами длинный предмет, перевозимый на двух платформах.

Дореволюционный парк полувагонов состоял из 2-осных деревянных полувагонов подъемной силы 12,5 *т*, 2-осных железных угольных полувагонов с откидной стенкой подъемной силы от 10 до 16,5 *т*, 4-осных полувагонов Годфелау-Кушман постройки 1901 г. подъемной силы 30 *т* и 4-осных полувагонов Фокс-Арбеля постройки 1905 г. подъемной силы 37 *т*. Во время империалистической войны парк полувагонов пополнился американскими саморазгружающимися полувагонами типа гондола подъем-

УДУНТ (ДНТ)

ной силы 50 *m*, а в последние годы—саморазгружающимися полувагонами типа хоппер подъемной силы 60 *m* постройки наших заводов.

Дореволюционный парк изотермических вагонов был весьма скуден. Для перевозки скоропортящихся грузов приспособлялись обыкновенные крытые вагоны. В числе изотермических вагонов большую часть составляли 2-осные малой подъемной силы и небольшое количество—4-осные вагоны Московско-Казанской дороги подъемной силы 23 *m*. Во время империалистической войны парк изотермических вагонов был пополнен вагонами, построенными на рамах 2-осных платформ длиною 9,2 *м* подъемной силы 9,84 *m*. После революции в парк поступило большое количество 4-осных изотермических вагонов подъемной силы 25 *m*.

В дореволюционном парке цистерн имелись 2 и 4-осные. 2-осные цистерны отличаются чрезвычайным разнообразием размеров и устройством деталей в виду того, что большинство 2-осных цистерн, входящих в состав современного парка, принадлежали в дореволюционные годы частным железным дорогам и частным предприятиям. Все 2-осные нефтяные цистерны можно разделить на две группы: нормальные и ненормальные. Нормальные цистерны были построены для казенных железных дорог. Все они одной конструкции и одинаковых размеров. Подъемная сила их 14,5 *m*, объем резервуара 15,5 $м^3$, длина резервуара 5,9 *м*. Рама цистерны железная. Ненормальные цистерны строились частными железными дорогами и предприятиями. Они имеют различную подъемную силу—до 15 *m*—и отличаются между собою и от нормальных цистерн размерами, формою резервуаров и способом укрепления их. Рамы многих ненормальных цистерн деревянные. 4-осные цистерны имелись двух типов: 1) Московско-Казанской и Северо-Кавказской дорог подъемной силы 27 *m* и 2) Юго-Восточной дороги подъемной силы 38 *m*.

После революции парк цистерн пополнился 4-осными цистернами германской постройки англо-германского типа подъемной силы 28 *m* и 4-осными цистернами подъемной силы 50 *m* постройки наших заводов.

Из прочих специальных типов вагонов в дореволюционном парке были вагоны для перевозки крупного и мелкого скота, для перевозки лошадей, для перевозки птицы, пороховые и для взрывчатых веществ, для перевозки светильного газа, для перевозки серной кислоты, дезинфекционные камеры. Эти вагоны имелись в единичных экземплярах.

Сравнивая наш современный парк грузовых вагонов с западно-европейским и северо-американским, можно отметить, что в отношении западно-европейского наш парк отличается относительно большим числом большегрузных вагонов и преобладанием процента крытых вагонов. В западно-европейских странах не наблюдается стремление к повышению подъемной силы вагонов а, преобладание открытых вагонов против крытых объясняется тем, что в виду сравнительно небольших расстояний перевозки большинства грузов совершаются там на открытом подвижном составе. Что же касается северо-американского парка грузовых вагонов, то в нем все вагоны большегрузные, 4-осные со средней грузоподъемностью 41 *m*. У нас же средняя грузоподъемность вагона 18 *m*. При этом максимальный вес товарного поезда в Америке 14—16 тыс. *m*. Скорость тяжелых товарных поездов в Америке равна скорости наших пассажирских; весь подвижной состав снабжен автосцепкой и автотормозами; рельсовый путь и мосты рассчитаны для тяжелых нагрузок в 32 *m* на ось.

В американском парке грузовых вагонов имеется большое разнообразие типов, вызванное стремлением к широкому приспособлению вагонов к разнообразным грузам. Кроме обычных стандартных типов крытых вагонов и платформ, в состав американского парка входят вагоны для перевозки автомобилей, для перевозки цемента, песка, для перевозки мебели, платформы для перевозки трансформаторов, саморазгружающиеся полувагоны и т. п.

Наш парк пассажирских вагонов дореволюционного времени состоял из 2 и 4-осных жестких вагонов дальнего следования, длиною 12 и 14 *м*, 2-осных жестких вагонов пригородного сообщения длиною 14 *м*, 3-осных мягких вагонов дальнего следования длиною 12,6 *м*, 4-осных жестких вагонов дальнего следования длиною 18 *м*, таких же мягких вагонов, 4-осных жестких и мягких вагонов длиною 20 *м*, 4-осных вагонов пригородного сообщения длиною 22 *м*, 4-осных спальных вагонов прямого сообщения (бывш. Международного общества), 4 и 6-осных вагонов-ресторанов, 2, 3 и 4-осных багажных вагонов, 2, 3 и 4-осных почтовых вагонов, 2, 3 и 4-осных служебных и дру-

НЕТУ УДУНТ (ДІІТ)

гих специальных вагонов. Кроме перечисленных типов имеются единичные вагоны и других типов и размеров. В пореволюционное время парк пассажирских вагонов пополнился 2-осными вагонами пригородного и дальнего сообщения длиною 14 *м*, 4-осными вагонами дальнего сообщения, жесткими и мягкими длиною 20,2 *м*. Увеличивающийся рост пассажирских перевозок вызвал создание новой конструкции пассажирского вагона, жесткого, длиною 27 *м*, причем в 1934 г. будут строиться вагоны длиною в 25 *м*—временно до завершения реконструкции наших заводов.

В связи с улучшением бытовых и экономических условий рабочего класса СССР транспорту предъявлены требования о создании нового типа мягкого вагона, дающего максимальные удобства пассажиру. В 1934 г. намечается выпуск таких вагонов по типу вагонов «Микст», с хорошим оборудованием и отделкой, преобладанием 2-местных купе, и 4-осных вагонов для электротяги.

По сравнению с западно-европейскими наши вагоны не уступают в отношении удобства и плавности хода, а в некоторых случаях и превосходят их. По сравнению же с американскими вагонами они в значительной своей части также не менее удобны, но значительно отличаются от них. Стандартный вагон в Америке имеет 88 мест. Длина его 24 *м*. Жестких вагонов там не существует. Вагоны делятся только на спальные и неспальные. Спальные места располагаются вдоль вагона. У спальных вагонов сиденья выдвижные. Кроме обычных пассажирских вагонов, в состав американских поездов включаются специальные вагоны-рестораны, вагон для курения, снабженный библиотекой и письменными столами, а также вагон для обозревания местности. Этот вагон обычно идет в хвосте поезда. Он имеет вращающиеся во все стороны кресла, расположенные вдоль продольных стен, и открытый балкон за торцовой стеной.

Парк пассажирских вагонов Сев. Америки состоит наполовину из 4-осных и наполовину из 6-осных вагонов. В Западной Европе 6-осные вагоны мало распространены; только в Англии их имеется около 4,5 тыс., в Германии около 230, а в остальных странах—единицы.

8. Задачи реконструкции вагонного парка

Индустриализация страны, коллективизация сельского хозяйства и бурные темпы роста всего народного хозяйства, создавая мощные грузовые потоки на ж.-д. транспорте, вызывают необходимость реконструкции вагонного парка в целях обеспечения транспорта удобными средствами перевозок в необходимом и достаточном количестве. Подвижной состав должен быть приведен в соответствие с увеличивающимся весом поездов, растущей скоростью движения, с составом перевозимых грузов.

Конструкция вагона должна дать возможность повысить его нагрузку и увеличить скорость движения. Вместе с тем необходимо создавать специальные вагонные конструкции для перевозки отдельных родов грузов. Эти специальные конструкции должны иметь целью либо наибольшую сохранность грузов, как, например, для скоропортящихся грузов и для живности, либо облегчение и ускорение погрузки и выгрузки, как, например, для навалочных, насыпных и громоздких грузов.

Для перевозки угля и руды для металлургических гигантов Урала и Донбасса нужны вагоны, обеспечивающие быстроту разгрузки. Такие вагоны уже строятся нашими заводами по типу хоппер и гондола подъемной силы 60 *т* и по типу Думпкар подъемной силы 40 *т*. Вместе с этим должна развиться постройка большегрузных крытых вагонов для обеспечения перевозок сельскохозяйственных грузов, постройка вагонов для перевозки скота и птицы, постройка изотермических вагонов для перевозки скоропортящихся грузов, постройка цистерн для перевозки молока. Развитие химической промышленности требует создания парка цистерн для перевозки кислот и других химических грузов. Развитие нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности вызывает необходимость усиления парка нефтяных, бензиновых, битумных и других цистерн. Потребности гигантского строительства ставят на очередь создание конструкций мощных транспортеров для перевозки тяжелых громоздких предметов. Развитие автомобильных и воздушных сообщений требует специальных вагонов и платформ для перевозки автомобилей и самолетов.

НЕ УДУТ (ДНТ)

Короче говоря, вагоностроение должно вестись в направлении приспособления транспорта к условиям страны с высокоразвитыми социалистической промышленностью и социалистическим сельским хозяйством и выпускать на железнодорожную сеть новые мощные грузовые вагоны, которыми будут заменяться отжившие свой век так называемые «нормальные» вагоны.

Что касается пассажирского вагоностроения, то задачи его сходны с задачами грузового вагоностроения. Рост пассажирских потоков, находящийся в связи с ростом социалистического хозяйства, предъявляет настоятельные требования к увеличению числа пассажирских поездов, к увеличению составов поездов и повышению вместимости пассажирских вагонов.

Вместе с этим и в равной мере предъявляются требования предоставления пассажирам максимальных удобств в вагоне. Такая установка разрешается путем реконструкции существующего типа жесткого пассажирского вагона. Намечается удлинение вагона с максимальным использованием габарита. Существующий 4-осный жесткий вагон 18 *м* длины имеет 42 места для лежания и тару в среднем 38—42 *т*, а 20-метровый—46 мест для лежания и тару в среднем 45 *т*. Реконструированный вагон будет иметь вместимость в 54—56 мест для лежания при таре 52—56 *т*. При этом вагон будет разделен на купе и будет допускать возможность переделки его в мягкий без сложных переустройств.

Для пригородных поездов неэлектрифицированных линий намечаются 4-осные вагоны типа существующих на электрифицированных линиях и такой конструкции, чтобы впоследствии возможно было использовать их при переходе на электротягу в качестве прицепных вагонов.

Отопление составов пассажирских поездов в перспективе намечено централизованное от паровоза. Освещение составов будет производиться от паровоза посредством установленного на нем турбогенератора.

В связи с реконструкцией вагонного парка вводятся новые типы колес, ставятся роликовые подшипники, улучшается рессорное подвешивание, винтовая стяжка заменяется автосцепкой, товарные вагоны оборудуются автотормозами, в конструкцию тормозов вносятся усовершенствования.

РАЗДЕЛ II

КОЛЕСНЫЕ ПАРЫ И БУКСЫ

А. Колесные пары

9. Составные части колесной пары

Колесная пара состоит из оси с насаженными на нее двумя колесами. Колеса насаживаются на ось в холодном состоянии на гидравлическом прессу под сильным давлением и сидят на ней неподвижно (рис. 11). Давление, под которым насаживаются колеса на ось, составляет от 40 до 120 *т*.

Колесо состоит из к о л е с н о г о ц е н т р а *а* и бандажа *б*. Бандаж надевается на обод колесного центра в горячем состоянии. Съемный бандаж (рис. 12) делается с той целью, чтобы предохранить обод колеса от изнашивания и иметь возможность применять для бандажей более твердый и прочный материал, чем материал колесного центра. Однако, делают колеса и без бандажей, причем для того, чтобы придать ободу надлежащую твердость, его подвергают особой обработке, о которой будет сказано ниже.

Наружная поверхность бандажа, которая соприкасается с рельсом, называется п о в е р х н о с т ь ю к а т а н и я. Поверхность катания имеет коническую форму и снабжена г р е б н е м, расположенным с внутренней стороны рельсов. Расположение гребней с внутренней стороны рельсов противодействует сходу колес с рельсов.

Если бы поверхность бандажа была цилиндрическая, то при движении вагона по кривому пути колеса одной оси катились бы одинаковым диаметром как по наружному рельсу пути, так и по внутреннему. В виду того, что наружный рельс закругления длиннее внутреннего, колесо, катящееся по внутреннему рельсу, проходило бы свой путь скорее колеса, катящегося по наружному, более длинному рельсу, и опережало

НТБ УДУЗТ (ДИИТ)

бы его. Так как оба колеса насажены неподвижно на одну ось и, следовательно, каждое в отдельности катиться не может, то колесо, катящееся по длинному рельсу и отстающее от другого колеса, должно частью катиться по рельсу, а частью скользить по нему для того, чтобы выравняться с другим колесом.

Такое явление, во-первых, вызвало бы неплавное движение поезда, во-вторых, повело бы к быстрому износу бандажа и головки рельса и, наконец, к более быстрому расстройству пути. Во избежание этого поверхность бандажа

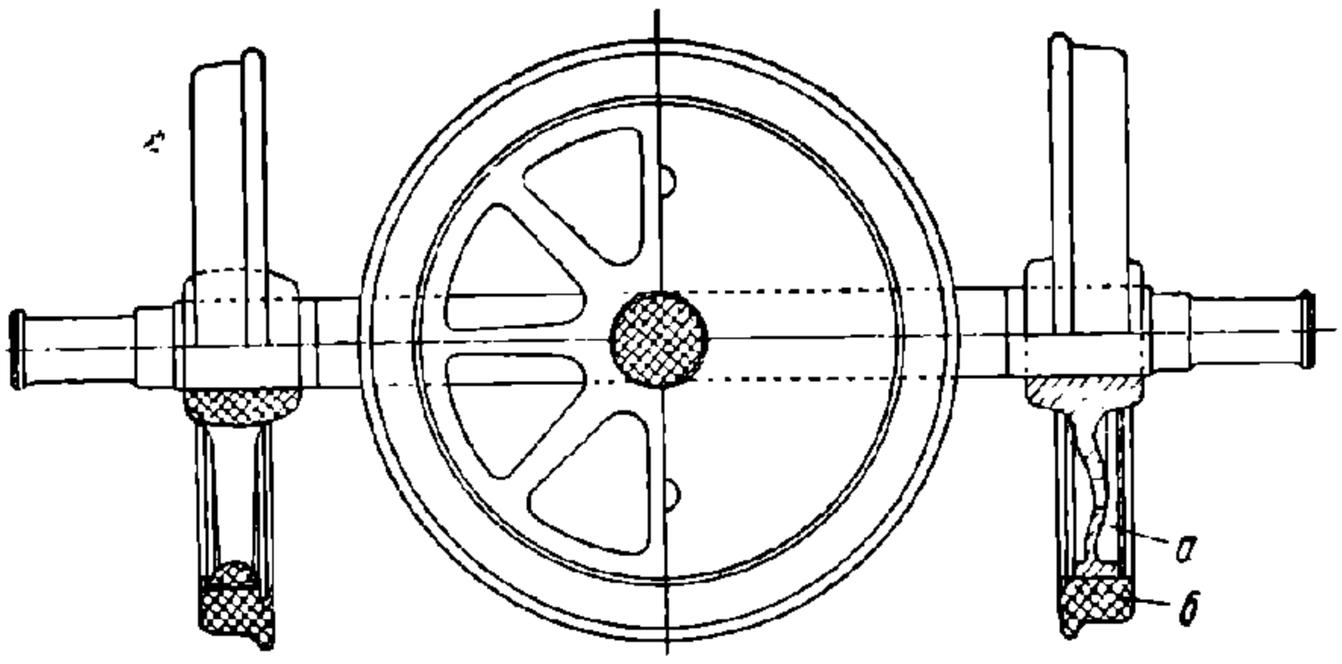


Рис. 11.

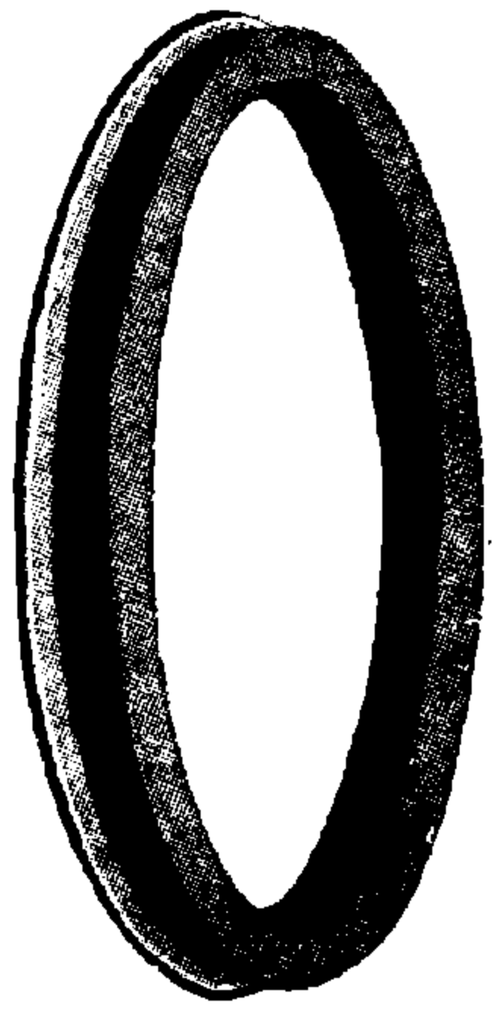


Рис. 12.

обтачивается конически по практически установленному профилю. В таком случае находящийся в движении вагон, переходя с прямого пути на кривой и встречая препятствие в наружном рельсе кривого пути, будет стремиться перекатиться через рельс наружу, как указано стрелками (рис. 13). Однако, гребни колес, катящихся по наружному рельсу, упираясь в него, не позволяют вагону выкатиться наружу и итти по прямому направлению. Поэтому при движении вагона по кривому пути колеса, катящиеся по наружному (более длинному) рельсу, прижимаясь гребнями к головке рельса, будут катиться по нему большим своим диаметром, а колеса противоположной стороны вагона будут катиться по внутреннему более короткому рельсу меньшим своим диаметром. Вследствие этого колеса, катящиеся по наружному рельсу, а также колеса, катящиеся по внутреннему рельсу, будут проходить свой путь одновременно, не забегая одно вперед другого.

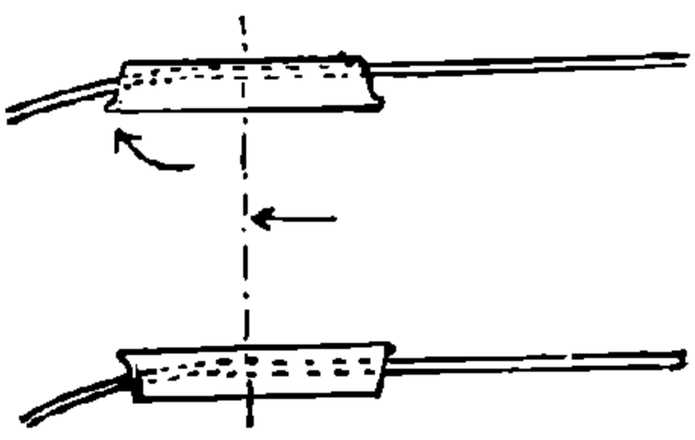


Рис. 13.

10. Оси

Оси изготовляются из стали высокого качества путем прокатки и проковки.

Часть оси *а* (рис. 14), на которой сидит колесо, называется подступичной частью, часть *б*, на которую опирается подшипник, называется осевой шейкою. Шейки располагаются по концам оси, т. е. снаружи колес. Переход от шейки к подступичной части, т. е. часть *в*, называется предподступичной частью. Часть оси между подступичными частями называется средней частью.

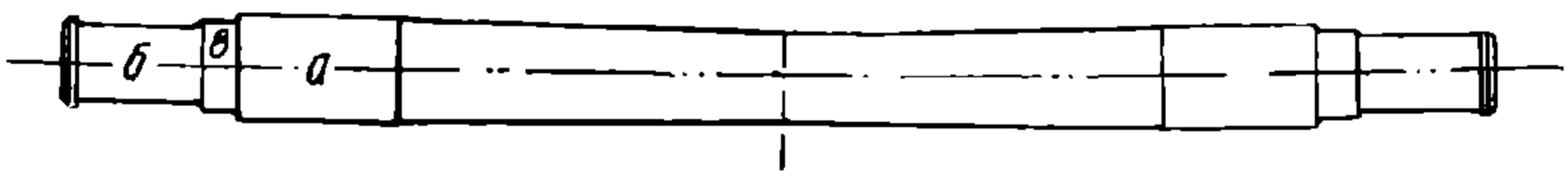


Рис. 14.

Шейки вагонных осей (рис. 15) ограничены двумя буртиками *и* и *к*, называемыми галтелями. Галтель *и* у наружного края оси называется передней, а галтель *к* у предподступичной части—задней. Диаметр переднего буртика делается одинаковым с диаметром предподступичной части. Высота галтели делается от 10 до 15 *мм*.

Галтели шейки служат для ограничения перемещения подшипника вдоль оси при боковых колебаниях кузова во время хода вагона; через галтели передаются раме

НБ УДУНТ (ДНТ)

и кузову вагона толчки от ударов гребней колес о рельсы при проходе закруглений и стрелок. В осях наших вагонов закругления обеих галтелей делались одинаковыми, но у осей большегрузных вагонов делают по американскому образцу радиус закругления задней галтели *н* больше, чем передней *и*. Вместе с этим между подшипником и задней галтелью делается зазор в два раза больше, чем у передней г а л т е л и. Благодаря этому подшипник не набегает на заднюю галтель при своем перемещении вдоль оси и удары гребней о рельсы передаются только через передние галтели.

Ось, перед насадкой на нее колесных центров, обтачивается на токарном станке. Для того, чтобы ось можно было правильно установить на станке, на торцах ее высверливаются отверстия, называемые ц е н т р а м и (рис. 15). Размеры центров у всех осей должны быть одинаковыми, чтобы возможно было на всех колесно-токарных станках беспрепятственно обтачивать любую колесную пару.

Находящиеся в настоящее время под вагонами железных дорог СССР колесные пары имеют оси следующих типов: нормальные товарные, усиленные товарные, товарные типа 1927 г., пассажирские нормальные, пассажирские типа 1927 г. и американские. Эти оси различаются размерами шейки, диаметром подступичной и средней частей.

Нормальная ось введена в 1892 г. одновременно с введением нормального типа товарного вагона подъемной силы в 750 пуд. (12,5 *т*). До этого же времени существовали оси разных типов и размеров. Нормальные оси могут ставиться только под такие вагоны, у которых нагрузка на ось брутто не превышает 10 *т*, т. е. под самые маломощные вагоны.

С повышением в 1908 г. подъемной силы товарных вагонов до 16,5 *т* введены для нормальных товарных вагонов усиленные оси. Диаметр шейки усиленной оси увеличен на 5 *мм* против нормальной, т. е. дан 105 *мм* вместо 100, при той же длине в 170 *мм*. Диаметр предподступичной части оставлен одинаковым как в нормальной, так и усиленной оси (120 *мм*). Диаметр подступичной и средней частей усиленной оси на 10 *мм* больше, чем у нормальной оси: у нормальной, диаметр подступичной части 135 *мм* и средней—126 *мм*, а у усиленной подступичная часть—145 *мм* и средняя—136 *мм*.

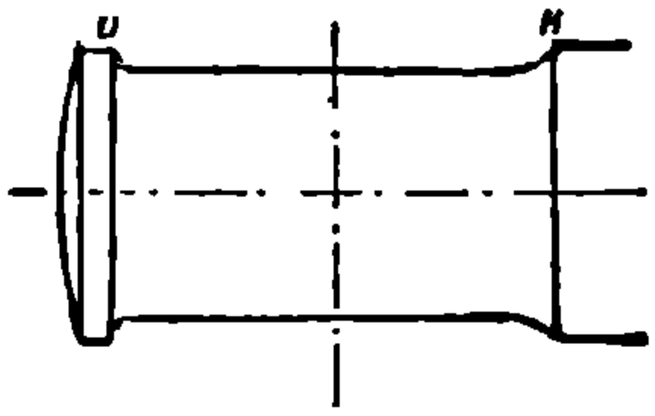


Рис. 15.

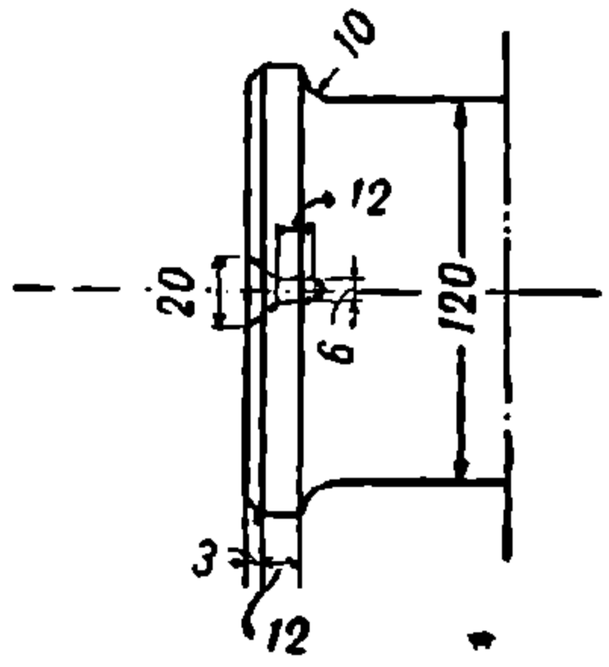


Рис. 15а.

С 1927 г. введена для нормальных товарных вагонов подъемной силы в 16,5 *т* ось с диаметром шейки 110 *мм*, предподступичной части 125 *мм*, подступичной части 155 *мм* и средней части оси 140 *мм*.

Усиленные товарные оси подкатываются под товарные вагоны, у которых нагрузка брутто на ось не выше 12,5 *т*, и под пассажирские, у которых нагрузка на ось не выше 10 *т*.

Пассажирские нормальные колесные пары установлены как тип, обязательный для всех дорог к подкатке под вагоны в 1909 г. До этого времени каждая железная дорога ставила под пасссажирские вагоны такие оси, какие находила нужным или возможным, в виду чего оси пассажирских вагонов имелись многих типов. Нормальная пассажирская ось характеризуется следующими размерами: диаметр шейки 115 *мм* при длине 210 *мм*, диаметр предподступичной части 35 *мм*, подступичной части—155 *мм*, средней части—145 *мм*.

Пассажирская ось так же, как и усиленная товарная, рассчитана на нагрузку брутто 12,5 *т*. Пассажирские оси ставятся также под товарные вагоны с нагрузкой на ось до 16 *т*.

С постройкой в настоящее время новых 2-осных пассажирских вагонов с нагрузкой на ось брутто до 14 *т* введен в 1927 г. второй (усиленный) тип пассажирских осей с подступичной частью в 165 *мм*, шейки диаметром 120 *мм* и длиною 210 *мм* и средней частью в 155 *мм*.

Для большегрузных товарных вагонов и для пасажирских вагонов с нагрузкой 14 и более тонн применяются оси американского типа, значительно превосходящие по размерам оси всех прочих типов. Размеры их следующие: диаметр шейки 140 *мм* при длине в 254 *мм*, диаметр предподступичной части 168 *мм*, подступичной—178 *мм* и сред-

НТБ УДУНТ (ДІП)

ней—150 *мм*. Эта ось рассчитана на нагрузку 18 тонн брутто под товарными вагонами.

Размеры осей, примененных на наших дорогах, приведены в следующей таблице (в *мм*):

Типы осей	Расстояние между серединами	Диаметр шейки	Длина шейки	Диам. предподступичн. части	Диам. подступичной части	Диаметр средней части	Вес обточен. оси в тоннах
Нормальная . .	2 114	100	170	120	135	126	—
Усиленная . . .	2 114	105	170	120	145	136	0,23
Товарная 1927 г.	2 114	110	170	125	155	140	—
Пассажирская—нормальная	2 114	115	210	135	155	145	0,29
Пассажирская—типа 1927 г.	2 114	120	210	140	165	155	—
Американская	2 036	140	254	168	178	150	0,37

Эти размеры новых осей во время службы шейки осей изнашиваются, вследствие чего их приходится обтачивать. При обточке диаметр шейки уменьшается, а длина ее увеличивается. Оси, находящиеся в службе под вагонами, не должны иметь размеров меньших тех предельных, которые для них установлены в зависимости от условий прочности. Для того, чтобы дать возможность обточить шейки при их износе и повреждении, диаметр шейки новых осей делается примерно на 12—20% больше допускаемого предельного.

11. Колесные центры и колеса

По устройству средней части колесные центры делятся на спицевые и дисковые. Спицевые центры в свою очередь делятся на железные кованые (рис. 16) и литые стальные (рис. 17). На наших дорогах до 1900 **г.** наибольшее распространение имели железные кованые центры. Первоначально железные колеса делались с чугунными ступицами, но в виду недостаточной прочности чугунной ступицы и расшатывания в ней спиц изготовление таких колес было прекращено. В 900-х годах стали входить в употребление на наших дорогах спицевые колеса из литой стали. Изготовление таких колес проще и дешевле, почему они вытеснили колеса железные кованые.

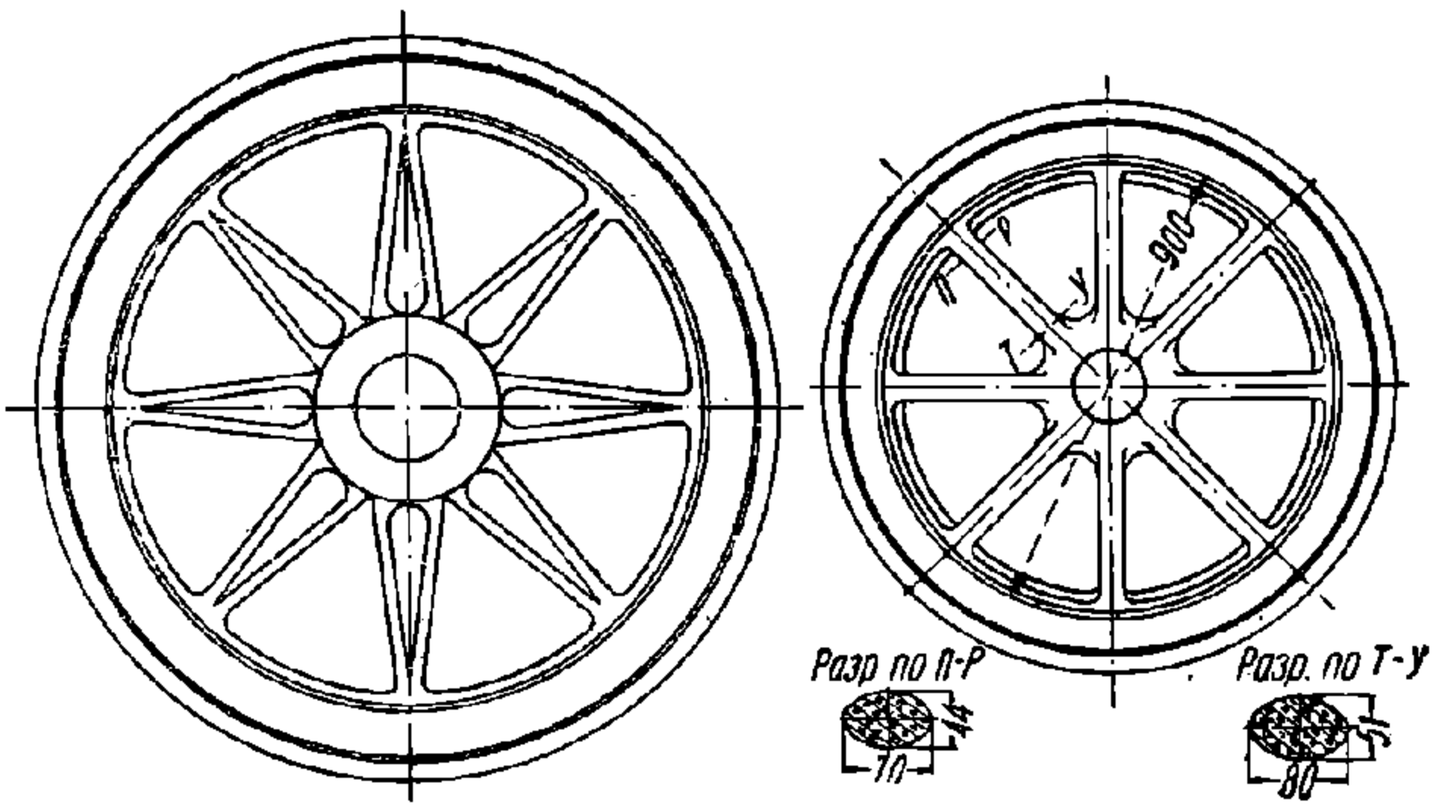


Рис. 16. Рис. 17.

Одновременно со спицевыми колесами получили применение дисковые вальцованные колесные центры. Дисковые центры обладают большей прочностью и служат дольше спицевых. Кроме того, при движении вагонов дисковые колеса испытывают меньшее сопротивление воздуха и поднимают меньше пыли. В виду этих качеств дисковые колеса в последнее время получили преимущественное распространение.

Железные кованые колесные центры (рис. 16) изготовляются из специального прокатного фасонного железа путем сваривания под гидравлическим прессом. Спицы этого центра имеют в сечении прямоугольную форму. Ширина спиц одинакова с шириною обода, т. е. 82 *мм*, а толщина спиц 19 *мм*; толщина обода 25 *мм*.

Литые спицевые колеса (рис. 17) отливаются из мартеновской или бессемеровской стали в формах и затем отжигаются в специальных печах.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Спицы литого стального центра делаются овальной формы и несколько утоняются в направлении от ступицы к ободу, причем большая ось поперечного сечения спиц расположена параллельно оси колеса. Число спиц и размеры их поперечного сечения находятся в зависимости от нагрузки. У осей большегрузных вагонов с нагрузкой на ось до 20,5 *т* колеса имеют 11 спиц, а у остальных осей—8 спиц.

Дисковые вальцованные колесные центры изготовляются из литых стальных болванок. Отлитая болванка проковывается в плоскую шайбу и после пробивки отверстия в ступице прокатывается на особых валках (рис. 18), после чего на прессу ей придается окончательная форма колеса. Диск этих колес делается волнистым для сообщения ему большей эластичности при толчках вдоль оси.

В последнее время начинают изготовлять дисковые колесные центры из перлитового чугуна. В состав этого чугуна входит углерод (от 2,5 до 3,2%), кремний (от 1,3 до 2,2%), марганец (от 0,3 до 1,22%), фосфор (не более 0,3%), сера (не более 0,25%). Перлитовый чугун обладает свойствами хорошего сопротивления изгибу и растяжению, большой вязкостью, малой истираемостью, благодаря чему он должен дать хорошие результаты в применении к колесным центрам.

Описанные колесные центры применяются с надетыми на них стальными бандажами. Широкое и даже исключительное распространение имеют такие колеса в Зап. Европе. В Америке же получили большое распространение колеса безбандажные,

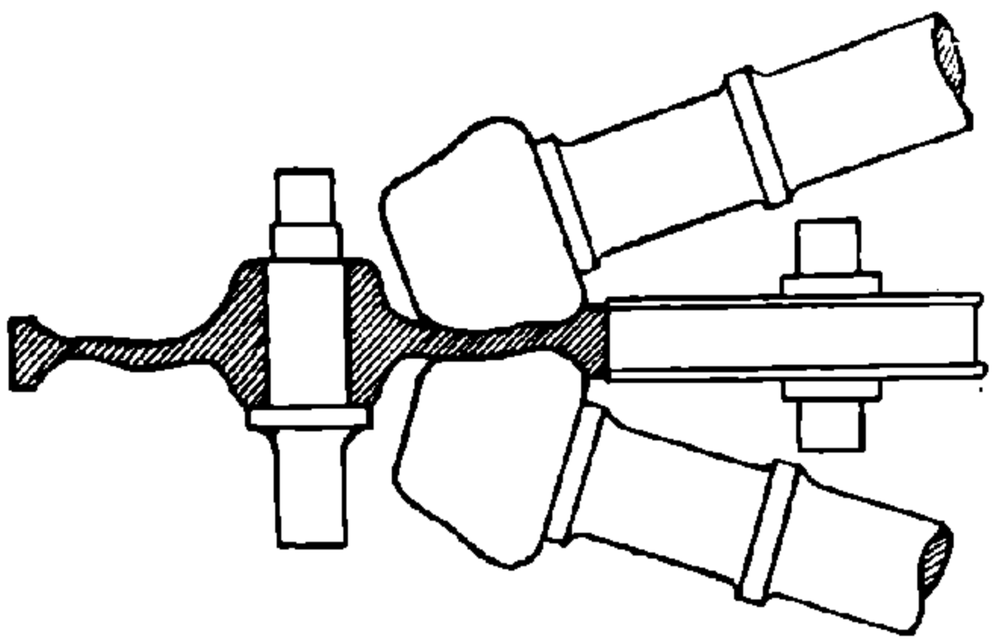


Рис. 18.

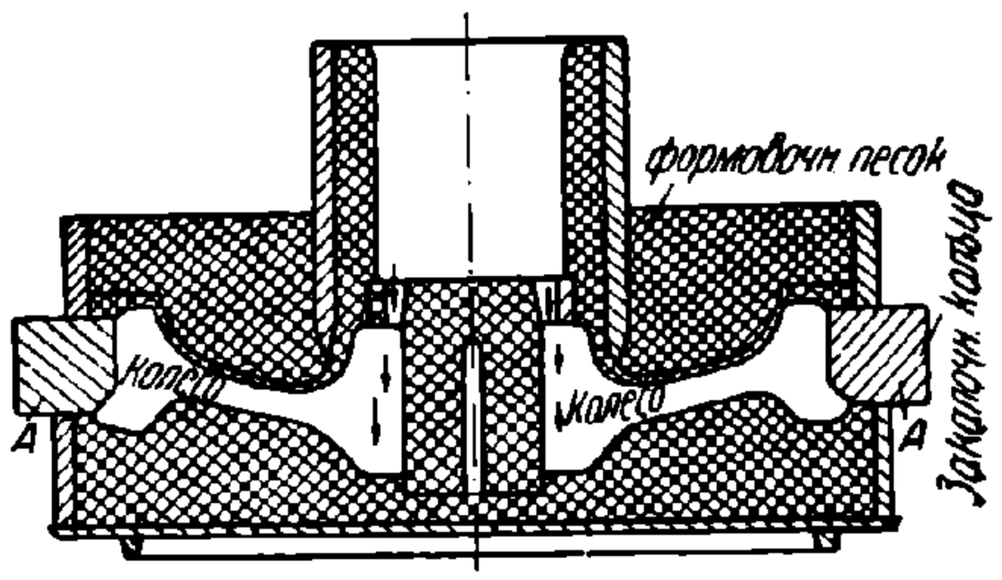


Рис. 19.

т. е. такие, на которые бандажи не надеваются; эти колеса имеют обод такой же формы, как и бандажи. Благодаря особым способам изготовления поверхность катания колеса получает большую твердость, чем обыкновенный стальной бандаж. Безбандажные колеса начинают широко применяться и на наших дорогах, являясь одним из элементов реконструкции вагонного парка.

Безбандажные колеса имеются: чугунные литые, стальные литые и стальные цельнокатанные.

Чугунные колеса Гриффина (рис. 19) отливаются в опоках, снабженных закалочным кольцом *А*, обточенным изнутри по профилю поверхности катания колеса. Расплавленный чугун, приходя в соприкосновение со стенками закалочного кольца *А*, быстро охлаждается, вследствие чего отбеливается на некоторую глубину; во всем же остальном теле колеса, окруженном формовочною землею, плохо проводящей тепло, происходит нормальный процесс, и здесь остается серый чугун.

Глубина отбеленного слоя составляет от 11 до 25 *мм* у основания гребня и от 13 до 32 *мм* посредине поверхности катания. Поверхность этого колеса имеет такую твердость, что его не берет резец, так что обтачивать его нельзя.

В состав чугуна, из которого изготовляются колеса Гриффина, входит углерод 3,35% (из которых не более 0,9% соединенного углерода), марганец не менее 0,5% фосфор не более 0,35% и сера не более 0,14%. Колеса Гриффина в последние годы начали изготовляться на наших заводах и ставятся под грузовые вагоны. На рис. 19 и 19а изображено колесо в том виде, как оно изготовляется в настоящее время, а на рис. 20—колесо прежней конструкции, т. е. с полостью у втулки. Конструкция на рис. 19 более проста для изготовления и на практике оказалась более прочной, так как не дает трещин, которые нередко появляются у колес (рис. 20) в том месте диска, где он разделяется на две части.

НБ УДУХТ (ДІІТ)

Производство чугунных литых колес с закаленным ободом возникло в Америке в начале второй половины прошлого столетия, но значительно распространилось только в начале настоящего столетия. Из Америки производство чугунных литых колес с закаленным ободом перешло в Европу. Распространение на наших дорогах колеса Гриффина получили с 1916 г., когда были заказаны в Америке большегрузные товарные вагоны с такими колесами.

На ряду с колесами Гриффина в последние годы начали применяться стальные литые колеса Девиса и стальные цельнокатанные (или вальцованные) без бандажа.

Стальные литые колеса Девиса (рис. 21) отливаются из стали в опоке, вращающейся с такой скоростью, что первые порции металла отбрасываются к периферии благодаря центробежной силе. В тот же момент в струю расплавленного металла вводится под давлением порошкообразный ферромарганец, который увлекается к ободу и образует вокруг него богатый марганцем слой, вследствие чего поверхностный слой обода приобретает значительную твердость.

После отливки колесо отжигается, затем правится под гидравлическим

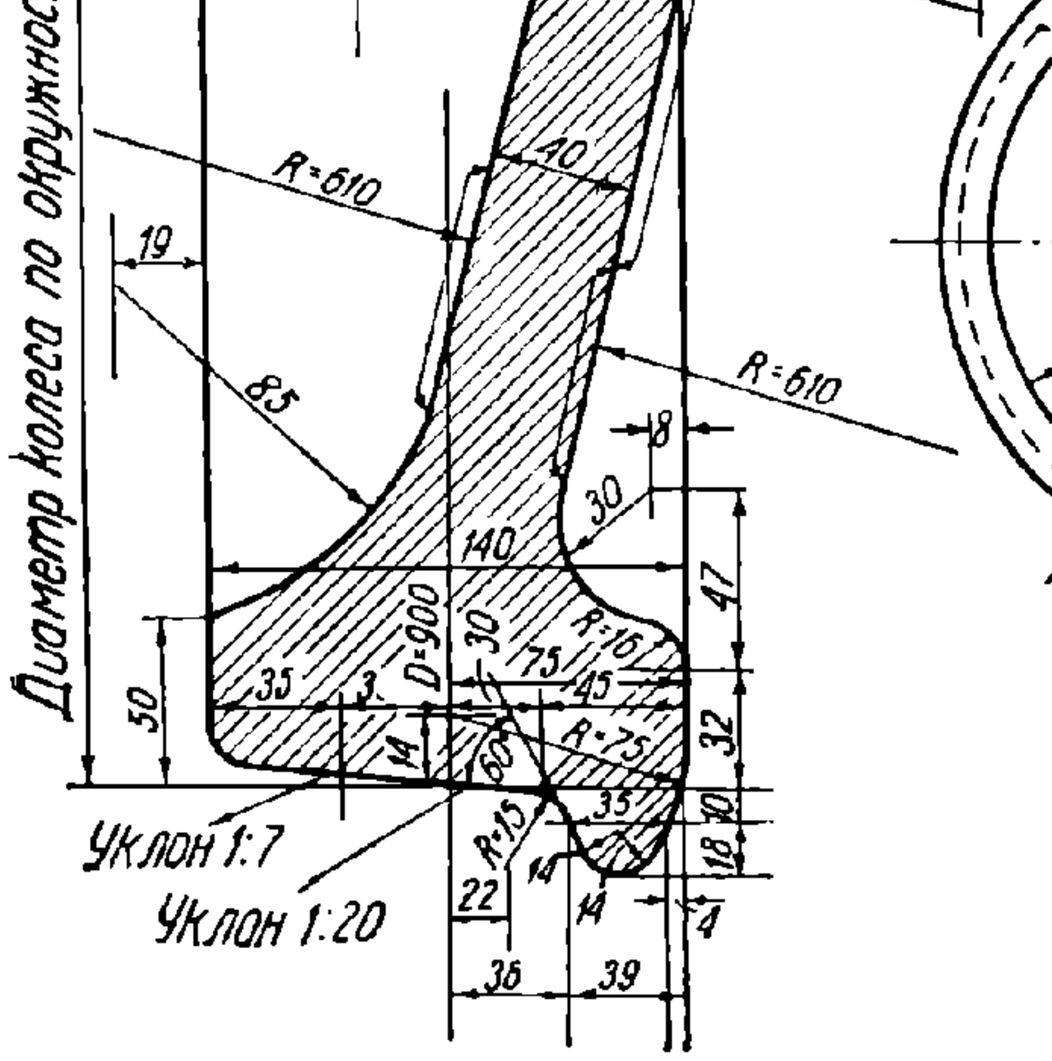
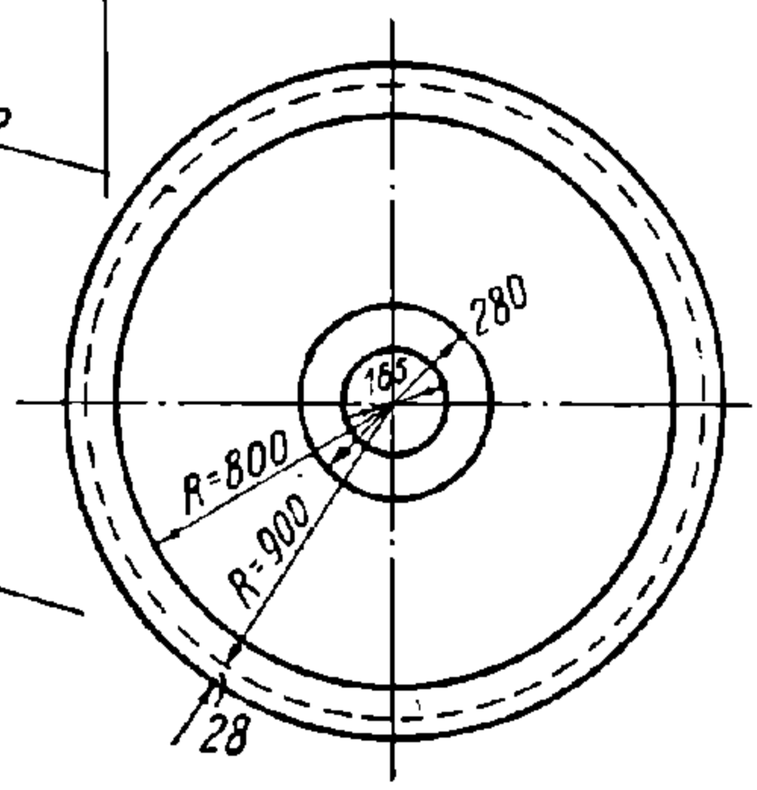


Рис. 19а.



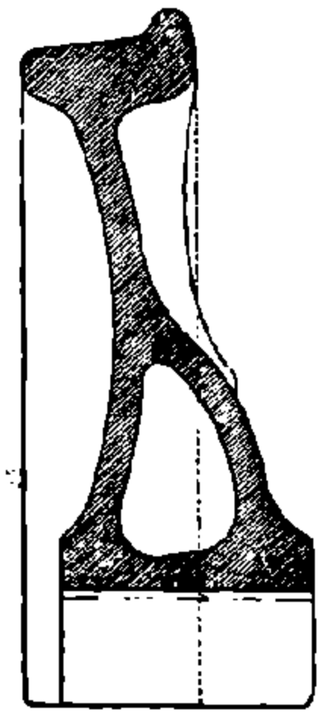


Рис. 20.

прессом и очищается. Поверхность катания его выравнивается на шлифовальном станке для придания ей надлежащего профиля. Наконец производится закалка обода.

Колеса Девиса в Америке отливаются из стали, в состав которой входит углерод от 0,33 до 0,38% и марганец от 1,6 до 1,8%. Колеса Девиса на наших дорогах имеются под частью большегрузных вагонов американского типа.

Стальные цельнокатанные колеса изготовляются из марганцевой стали с высоким содержанием марганца—от 0,60 до 0,95%, углерода—от 0,65 до 0,85% и кремния—от 0,1 до 0,3%.

Они прокатываются в валках соответствующей формы (рис. 22) подобно тому, как вальцованные безбандажные колеса, но с той разницей, что ободу при прокатке придается профиль и форма бандажа.

В Америке цельнокатанные колеса применяются двух типов: 1) с толстым ободом (65 *мм*), допускающим обточку в эксплоатации в случае износа, и 2) легкие колеса с тонким ободом (32 *мм*); эти колеса не обтачиваются в случае износа, а заменяются новыми. По американским данным продолжительность службы колес первого типа соответствует пробегу около 500 000 *км*, а второго—около 246 000 *км*.

НВ УДУНТ (ДИТ)

Сравнивая между собою колеса Гриффина, Девиса и цельнокатанные, необходимо указать, что колеса Девиса гораздо прочнее и легче колес Гриффина, но они значительно дороже и изготовление их сложнее. Цельнокатанные колеса отличаются от остальных высокой прочностью и меньшим весом. Они получили распространение в Америке под тяжелыми вагонами с грузоподъемностью свыше 60 *т*, а также под пассажирскими вагонами. У нас по плану реконструкции вагонного парка предусмотрено введение этих колес под пассажирскими вагонами.

Толщина диска у колес, находящихся на наших дорогах, указана в таблице, приведенной ниже.

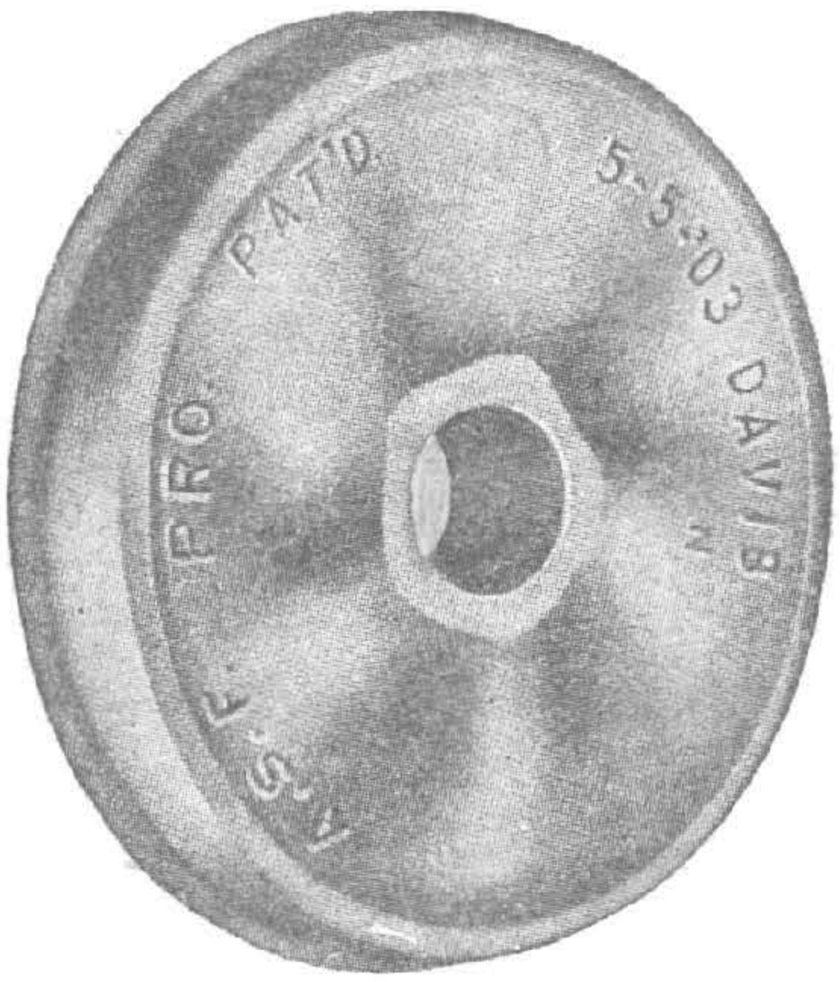


Рис. 21.

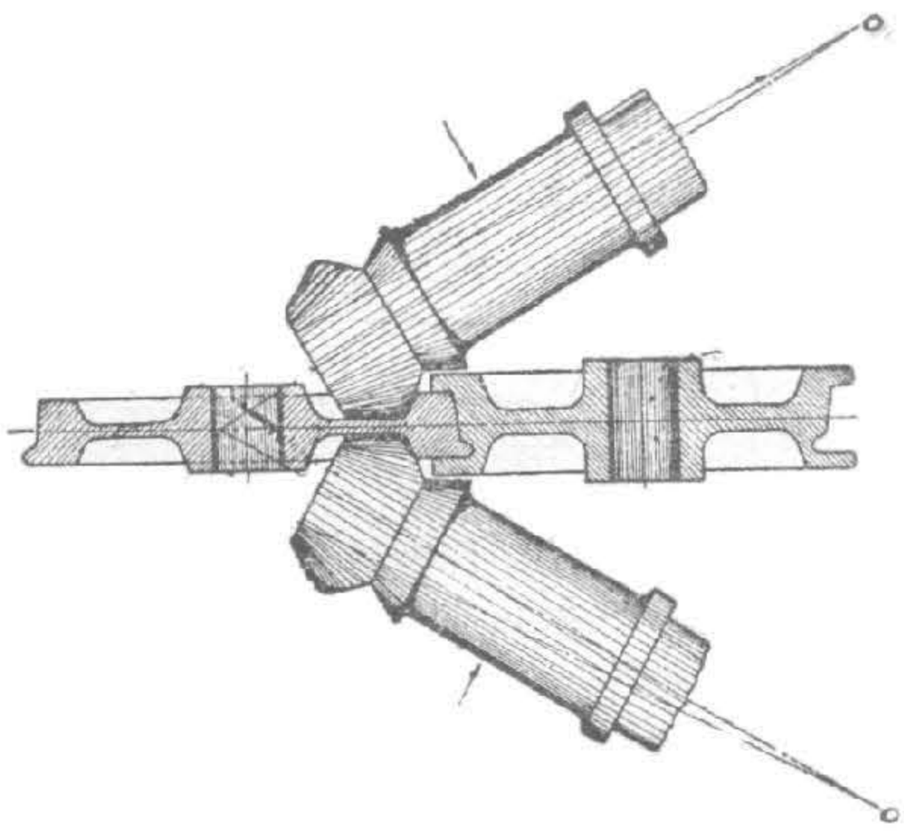


Рис. 22.

Ширина обода у всех колесных центров одинакова и равна 82 *мм*. У колес же Девиса, Гриффина и цельнокатнных ширина обода 130 *мм*, т. е. равна ширине бандажа.

Таблица центров и бандажей

№№ по порядку	Отверстие втулки	Центр							Бандаж			Примечание
		наружный диаметр втулки	длина втулки	Сечение спиц: у обода	Сечение спиц: у ступицы	наружный диаметр	число спиц	вес (*кг*)	наружный диаметр	вес (*кг*)	вес ската (*кг*)	
1	137	246	200	19—82	19—82,0	700	8	105	850	205	866	Кованный спицевой
2	145	275	203	44—70	51—82,5	700	8	139	850	204	970	Стальной литой
3	145	275	203	44—70	51—82,5	900	8	162	1 050	257	1 087	Диск. и стальн. литой
4	155	275	203	44—70	51—82,5	900	8	197	1 050	257	1 216	То же
5	155	275	190	17	25	900	Диск	197	1 050	257	1 197	—
6	165	285	203	44—70	51—82	900	8	171	1 050	257	1 211	—
7	178	310	203	37—70	40—90	900	11	230	1 050	257	1 340	Стальной литой для большегр. вагонов
8	190	320	205	22	29	900	Диск	261	1 050	257	1 462	—
9	190	320	205	—	—	900	»	261	1 050	257	1 465	—

Колесные центры делаются у нас диаметром 900 *мм*, так что вместе с надетым бандажем диаметр нового колеса получается 1 050 *мм*. Планом реконструкции транспорта предусмотрено введение у нас колес меньшего диаметра. Безбандажные колеса изготовляются в настоящее время диаметром 900 и 950 *мм*. Уменьшение диаметра колес дает значительное сбережение металла на изготовление их. Колесо диаметром 1 000 *мм* весит 441 *кг* (по теоретическим подсчетам), а колесо диаметром 900 *мм* для той же оси—380 *кг*, следовательно—разница в весе на одном колесе равна 61 *кг*.

Однако, с другой стороны, уменьшение диаметра колеса вызывает увеличение износа рельсов, увеличение сопротивления поезда, увеличение расхода топлива на паровозе

НВ УДЗИТ (ДІІТ)

и увеличение скорости вращения шейки оси. Последнее вызывает усиленный расход смазочных материалов и требует введения улучшенных подшипников, хорошо сопротивляющихся нагреванию при увеличенных скоростях вращения оси.

Колеса насаживаются на ось под сильным гидравлическим давлением—от 40 до 120 *т*. Величина давления зависит от диаметра оси, причем установлено от 400 до 700 *кг* на каждый миллиметр диаметра подступичной части. Для прочной посадки колеса на ось ступица растачивается на 0,25—0,35 *мм* меньше подступичной части оси.

12. Бандажи

Бандажи должны изготовляться из стали высокого качества (углеродистой), обладающей достаточной твердостью и вязкостью. Чем тверже бандаж, тем меньше его износ, а с увеличением вязкости бандажной стали уменьшаются случаи лопания бандажей. Наилучшей является тигельная сталь, но она дорога, поэтому обыкновенно применяется более дешевая бессемеровская или мартеновская сталь. Для каждого бандажа отливается отдельная болванка, которая предварительно проковывается во всех направлениях, затем ей придается форма шайбы, в которой посредине пробивается дыра; после этого шайба развальцовывается в специальных валках соответственного профиля и получает форму бандажа требуемых размеров.

Бандажу придают на соответствующих станках правильную круглую кольцевую форму с конической поверхностью катания и гребнем с одной стороны. По изготовлении бандажи отжигаются в специальных отжигательных печах.

Бандаж делают такой ширины, чтобы при перемещении колесной пары по закруглениям она не могла сойти с рельсов, когда гребень одного бандажа прижимается вплотную к наружному рельсу, а гребень другого бандажа отходит от внутреннего рельса. Расстояние между головками рельсов равняется на прямом пути 1 524 *мм*, а на закруглениях радиуса 200 *мм* оно уширяется на 23 *мм* и, следовательно, составляет 1 547 *мм*. Расстояние между внутренними гранями бандажей составляет 1 437 *мм*. Если обозначить толщину гребня через *е*, то возможное наибольшее перемещение колесной пары поперек пути на закруглении составит

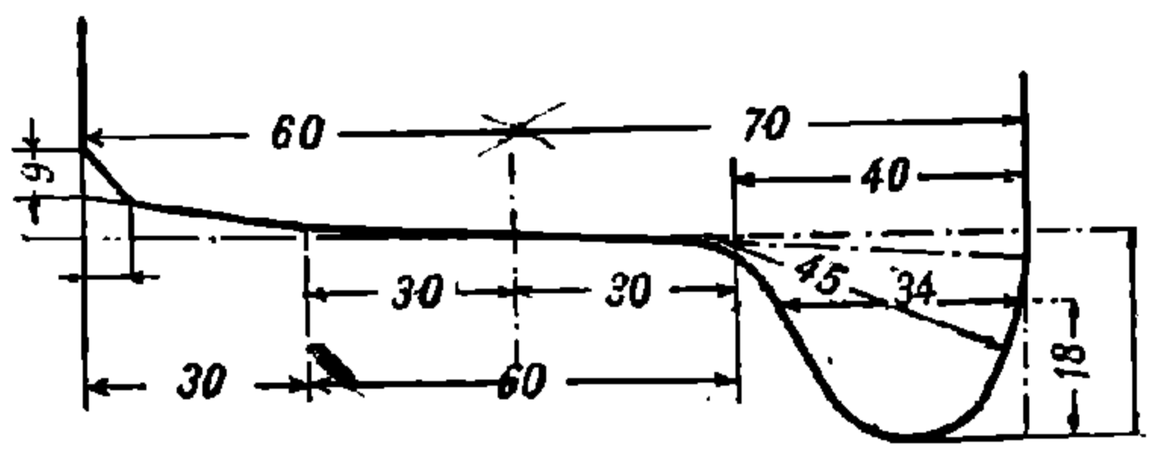


Рис. 23.

$$1\,547-(1\,437+e).$$

При этом перемещении бандаж должен оставаться на рельсе и соприкасаться с ним на некоторой длине. Опорная поверхность бандажа должна быть не менее половины ширины головки рельса, которая на наших дорогах равняется 70 *мм*. Допустив, что опорная поверхность должна быть не менее 40 *мм*, получим ширину бандажа, равной

$$a = 1\,547 - (1\,437 + e) + 40.$$

При наименьшей допускаемой толщине гребня бандажа $e = 22$ *мм* ширина бандажа должна быть не менее 128 *мм*. На наших дорогах ширина бандажа установлена в 130 *мм*.

Поверхность катания бандажа (рис. 23) имеет наклон в $^1/_{20}$ от гребня до линии, расположенной в расстоянии 30 *мм* от края, и в $^1/_7$ от этой линии до края. Двойная коничность делается в виду того, что поверхность катания у наружного края работает только при проходе закруглений очень малого радиуса, а потому обычно не изнашивается; кроме того, у наружного края часто образуется так называемый накат, при котором первоначальный диаметр у наружного края увеличивается и конусность уменьшается.

Новые бандажи имеют толщину в 75 *мм*. Эта толщина установлена с таким расчетом, чтобы возможно было обтачивать бандажи в случае износа их. Износ бандажей выражается в виде местных углублений, называемых выбоинами, или в виде равномерного проката по всей окружности обода. Кроме того, в службе бандажей наблюдаются иногда случаи ослабления их на ободе колеса, а также лопанье

НВ УДУТ (ДИТ)

(поломки). Лопанье и ослабление чаще случается у более тонких бандажей, поэтому установлена минимальная толщина, ниже которой бандажи не допускаются в службу.

Бандажи вагонов, обращающихся в пассажирских поездах, должны быть после обточки не тоньше 30 *мм*, а в службе толщина их, за вычетом выбоин и проката, может допускаться до 27 *мм* по кругу катания; для товарных вагонов наименьшая толщина после обточки установлена в 25 *мм*, а в службе—в 22 *мм* по кругу катания.

Однако, под пассажирские вагоны из опасения ослабления не следует допускать подкатку колесных пар с бандажами тоньше 35 *мм*.

Большое значение в отношении безопасности движения вагонов имеют размеры гребня бандажа.

На наших дорогах установлена толщина гребня в 33 *мм* на расстоянии 18 *мм* от его вершины. Гребень должен быть такой высоты, чтобы препятствовал сходу колеса с рельсов на кривых путях и при вхождении на стрелку. С другой стороны, при большой высоте гребня могут срезаться гребнем болты рельсовых скреплений.

В службе гребень изнашивается. Предельный износ гребня допускается до толщины в 22 *мм* на расстоянии 18 *мм* от его вершины. Ниже этого размера гребень представляет опасность при вхождении колеса на стрелку, так как острый гребень при соприкосновении с острием пера стрелки легко входит на него.

13. Укрепление бандажей на ободе колеса

Для насадки на колесный центр внутренняя поверхность бандажа растачивается так, чтобы внутренний диаметр его был меньше наружного диаметра колесного центра на величину от 0,75 до 1,25 *мм*. Отношение разности диаметров бандажа и обода к диаметру обода называется **натягом** и принимается около $^1/_{1000}$, т. е. на 1 *м* диаметра около 1 *мм*.

После расточки бандаж нагревают в особой печи до температуры около 400° Ц.

Нагретый бандаж кладется на плиту гребнем кверху и в него опускают колесный центр, который вследствие расширения бандажа свободно входит в него. При остывании бандаж сокращается и прижимается к ободу. Для большей надежности насадки бандажа, а также для удержания его на ободе в случае, если он ослабнет или лопнет, бандаж скрепляется с ободом помощью колец. В настоящее время применяются следующие основные способы:

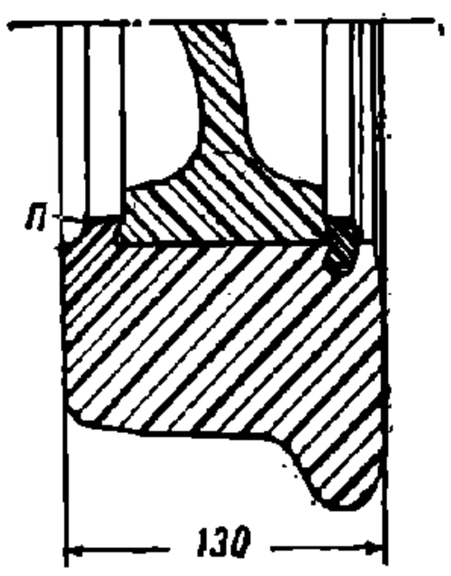


Рис. 24.

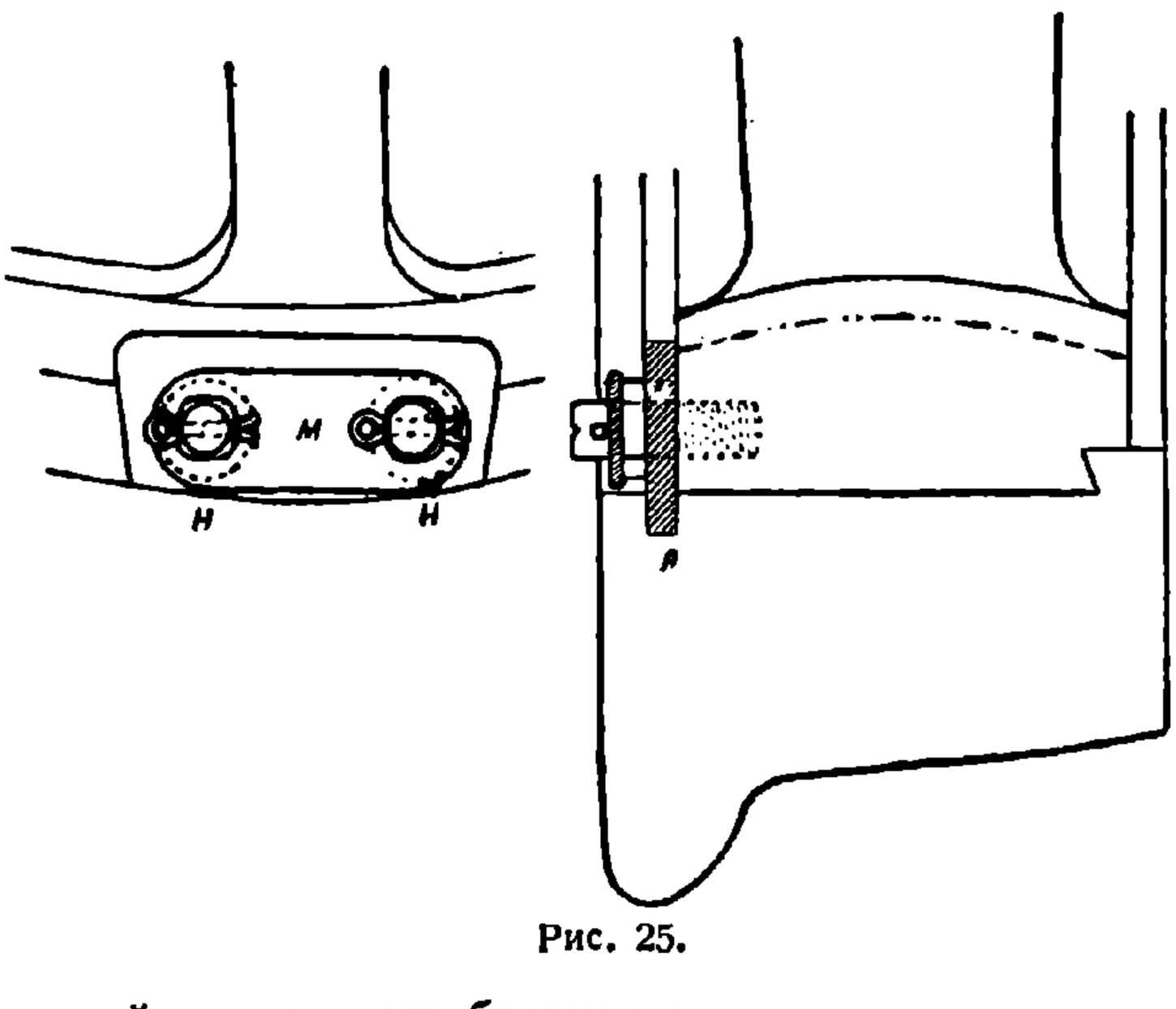


Рис. 25.

1) При расточке внутренней поверхности бандажа с одного края оставляется выступ, которым он при насадке на обод упирается в боковую грань обода, а у противоположного края бандажа протачивается канавка, в которую загоняется кольцо, образующее упор с противоположной стороны обода. Такой способ встречается на наших дорогах в двух видах: русско-германский (рис. 24) и коломенский (рис. 25).

2) В бандаже делаются выточки с внутренней стороны с обоих краев и скрепление бандажа с ободом производится двумя кольцами скобообразного сечения, которые соединяются между собою заклепками (рис. 26) или болтами (рис. 27). Этот способ называется способом Манзеля.

НВТ УДУТ (ДІІТ)

В прежнее время бандаж укреплялся болтами, ввинченными в обод и входящими в бандаж на некоторую глубину ненарезанной частью (рис. 28). Этот способ на практике оказался ненадежным, так как болты срезались при сдвиге бандажа вследствие ослабления и не препятствовали сходу его с обода. Кроме этого, ослабление обода колеса и бандажа отверстиями для болтов способствовало образованию трещин. Поэтому болтовое скрепление бандажей у нас оставлено много лет назад.

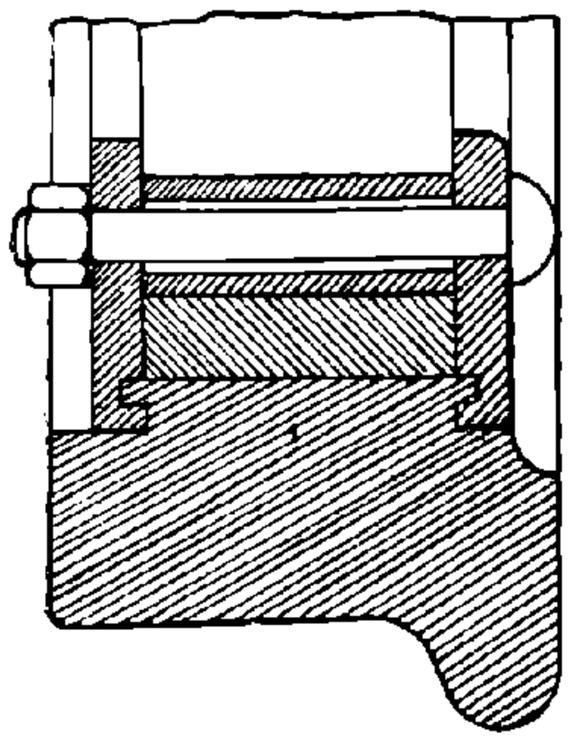


Рис. 26.

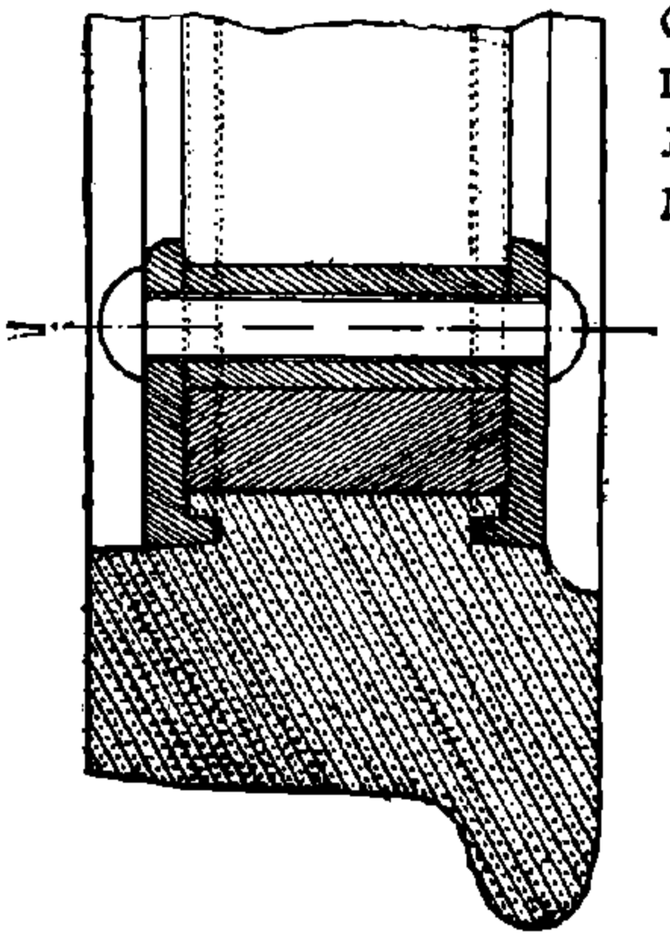


Рис. 27.

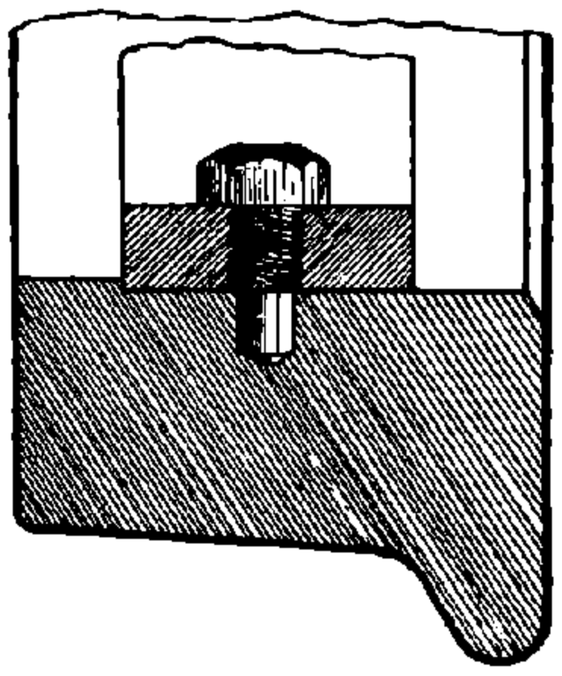


Рис. 28.

На наших дорогах в настоящее время применяется исключительно русско-германский способ укрепления бандажей, но еще имеется не мало колесных пар, на которых бандажи укреплены по способу Манзеля или коломенскому.

По русско-германскому способу ободу колеса придается обточкой некоторое уширение в его наружной поверхности, а на внутренней поверхности бандажа делается заплечик *П* в 60° к внутренней поверхности. С противоположного края бандажа на той же поверхности протачивается желобок с наклонными стенками под углом 60° (рис. 29). Немедленно после насадки бандажа на обод, пока бандаж еще горячий, в желобок бандажа вводится разрезное кольцо, имеющее ширину в два раза больше, чем глубина желобка. Это кольцо зажимается в желобке посредством ударов по кромке бандажа. Затем ударами молотка или нажатием ролика на выступающую из желобка часть кольца прижимают ее к ободу. Выступ бандажа препятствует сдвигу его в одну сторону, а нажимное кольцо—в другую. Этот способ, как показала практика, дает наилучшую гарантию прочного соединения колеса с ободом и дешевле других.

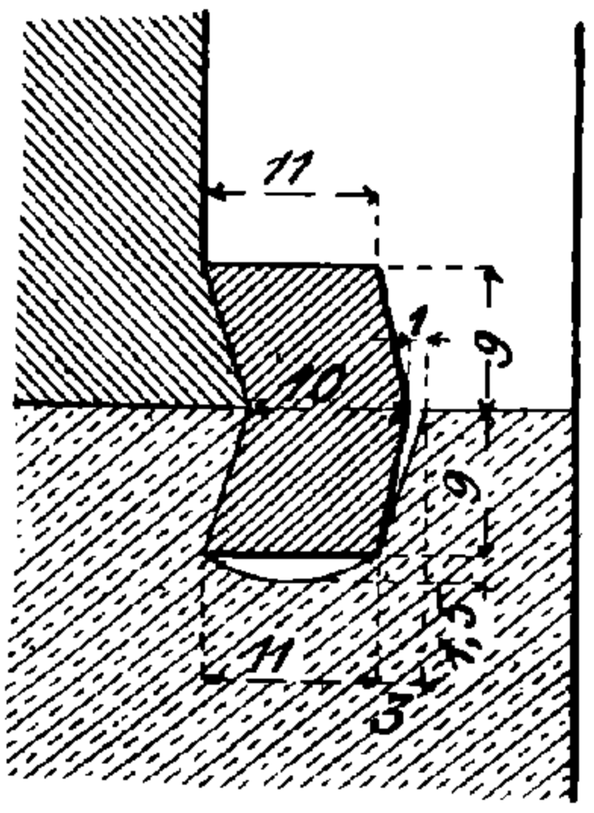


Рис. 29.

При укреплении бандажей по способу Манзеля в бандаже с обеих сторон делаются кольцевые выточки. В выточки входят круговые выступы фасонных цельных колец, которые притачиваются к боковым поверхностям бандажа и обода и укрепляются заклепками и распорными трубками—по две между спицами (рис. 28). Этот способ дороже русско-германского и требует точной работы по пригонке колец.

В этот способ укрепления бандажей внесено некоторое изменение б. Русско-балтийским заводом (в Риге), значительно облегчающее его и заключающееся в том, что скрепляющие кольца делаются плоскими и в них вытачиваются круговые углубления, в которые входят соответственные выступы, сделанные в бандаже. Кольца скрепляются между собою не заклепками, а болтами с распорными трубками (рис. 28). Скрепление болтами удобнее для осмотра и разборки, чем заклепками. Кроме того, болты допускают подтягивание в случае ослабления.

Укрепление бандажей по манзелевскому типу встречается у нас на спицевых колесных центрах.

Укрепление бандажей по способу Коломенского завода состоит в том, что плоское зажимное кольцо *Л* вгоняется плотно в соответствующий желобок, выточенный

НБ УДУИТ (ДИТ)

в бандаже, причем оно должно плотно приставать к ободу (рис. 27). Кольцо делается разрезным; в промежуток между его концами вставляют клин, который укрепляется двумя шпильками *H*, ввертываемыми в обод. Шпильки снабжены круглыми заплечиками и квадратами, на которые надевается общая планка (пряжка) *M* с вырезами для квадратов, предупреждающая ослабление шпилек. Пряжка укрепляется шплинтами, пропускаемыми через концы шпилек. Для возможности применения этого способа необходимо, чтобы обод колеса имел достаточную толщину для помещения в нем шпильки.

Б. Буксы

14. Подразделение букс по конструкции и по способу смазки

Букса представляет собою коробку, которая служит для содержания необходимого количества смазки, для постановки приборов для подачи смазки под подшипник, для защиты поверхности шейки подшипника и смазки от загрязнения и атмосферных осадков, а также для того, чтобы передавать давление от рессорного подвешивания и рам тележек и ограничивать перемещение колесных пар вагона.

В соответствии с назначением буксы она должна удовлетворять следующим требованиям:

1) Обеспечивать надлежащую плотность во всех своих соединениях для того, чтобы не попадали в нее пыль, песок, дождь, снег и не вытекала смазка, и в то же время давать свободный и удобный доступ для осмотра подшипника и шейки в эксплоатационных условиях.

2) Быть достаточно прочной для того, чтобы воспринимать давление и удары от буксовых лап, от балансиров тележки и различных толчков при движении вагона.

Устройство букс весьма разнообразно; существует большое число типов их, которые можно разделить на следующие две группы в зависимости от устройства их корпуса:

1. Буксы разъемные, состоящие из двух половин—верхней и нижней, соединяющихся при помощи болтов или скобы.

2. Буксы цельные, имеющие цельный корпус и крышку на шарнире или на болтах.

Кроме того, буксы различаются и способом подвода смазки к осевым шейкам. В этом отношении буксы можно подразделить следующим образом:

1. Буксы с нижней смазкой, у которых смазка подводится к нижней части шейки помощью подбивки или щеток и при вращении шейки увлекается под подшипник. Этот тип букс наиболее распространен и применяется на наших дорогах на всех пассажирских вагонах и на товарных вагонах новых типов.

2. Буксы с нижней и верхней смазкой. В этих буксах в верхней части имеется масленка, из которой смазочное масло посредством фитиля поступает через отверстия в подшипнике на осевую шейку. Нижняя же смазка осуществляется так же, как и в предыдущем типе букс.

Верхняя и нижняя смазка применяется на наших дорогах у разъемных букс.

3. Буксы самосмазывающиеся, т. е. такие, у которых смазка подводится к шейке автоматически при вращении оси посредством различных механических приспособлений.

Помимо перечисленных типов букс, в последнее время начинают применяться буксы с роликовыми подшипниками, представляющие собою совершенно особый тип конструкции и по способу смазки.

15. Разъемные буксы

Букса этого типа применяется на наших нормальных товарных вагонах. Она состоит из двух частей (рис. 30)—верхней и нижней, соединенных между собою двумя болтами, пропущенными через ушки и закрепленными сверху гайками и контргайками. Для предупреждения вращения болта при завинчивании гайки головка его закладывается в соответствующий паз, имеющийся в ушке нижней части буксы. При затягивании болтов края нижней части буксы входят в паз краев верхней части, образуя соединение, препятствующее прониканию пыли и разбрызгиванию смазки.

НБ УДУИТ (ДІІТ)

Отверстия в ушках верхней части буксы делаются круглыми, а в нижней—прямоугольными, благодаря чему при повороте ослабленного болта на 90° его головка свободно проходит через нижнее ушко, позволяя опустить нижнюю часть буксы для осмотра шейки, подшипника и подбивки.

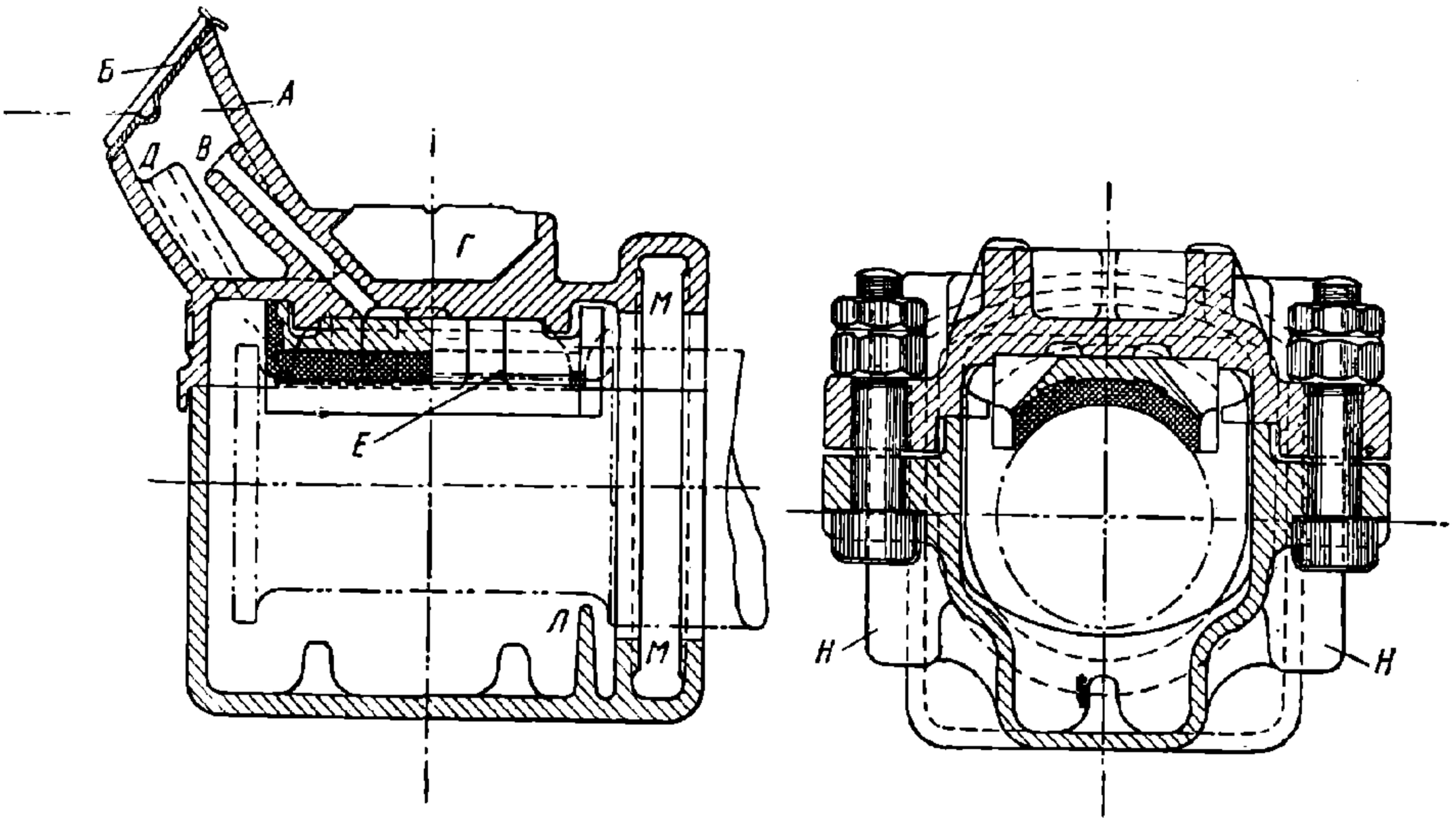


Рис. 30.

Смазка заливается в буксу через масленку *А*, закрывающуюся крышкой *Б*. В масленке имеется два канала *В* и *Д*. В канал *В* вставляется фитиль, состоящий из шерстяной пряжи и проволоки, для подачи смазки на спинку подшипника; на спинке подшипника имеются два желобка *Е*, отводящие смазку к боковым стенкам его, по которым смазка в виде капель стекает на шейку и при вращении ее увлекается под подшипник. Канал *Д* служит для наливания смазки в нижнюю часть буксы; поэтому уровень смазки в масленке надо поддерживать на соответствующей высоте.

Нижняя часть буксы заполняется подбивкой, состоящей из шерстяных или бумажных концов. Для удерживания подбивки на месте служат приливы на дне буксы.

В нижней части буксы перед круговым пазом *М* делается ребро *Л*, служащее загородкой для смазки и подбивки.

В верхней части буксы имеется расточенное круглое углубление (гнездо), в которое входит кольцевая заточка спинки подшипника и которое не дает подшипнику возможности перемещаться в буксе. Сверху букса имеет гнездо *Г* для хомута рессоры, а по бокам два ребра *Н*, называемые прирамниками, в которые входит буксовая лапа. Эти ребра служат для направления буксы в буксовой лапе и для ограничения перемещения колесной пары относительно рамы вагона.

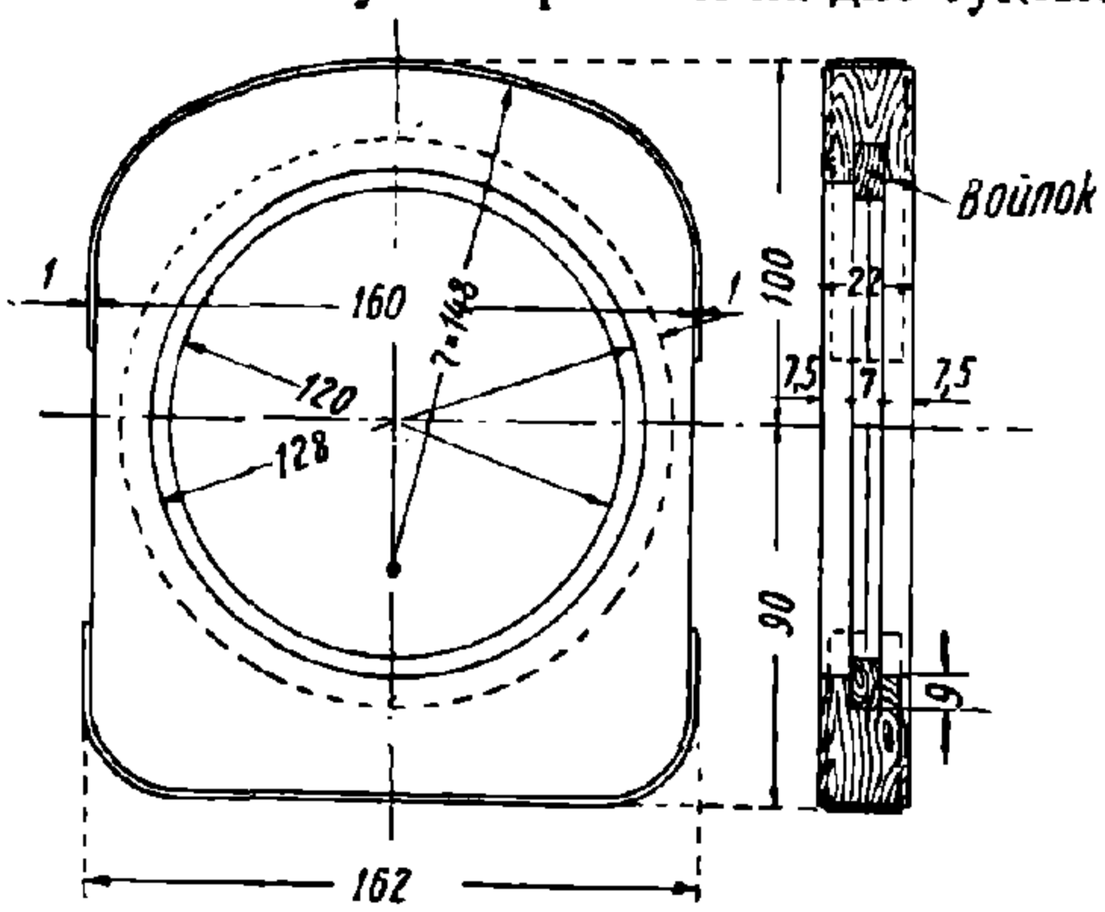


Рис. 31.

В задней части буксы имеется круговой паз *М*, в который вставляется шайба для образования затвора, предупреждающего проникновение пыли в буксу и вытекание смазки через отверстие в задней части. Буксовая шайба старой конструкции—большей частью деревянная, обитая войлоком, либо деревянная с войлочной набивкой (рис. 31). Шайба надевается на предподступичную часть оси и должна плотно прилегать к ней.

НВ УДУИТ (ДІТ)

Описанный тип буксы называется нормальным типом № 1. Кроме этого типа, встречаются еще иногда буксы типов № 2 и 3, имевшие прежде широкое распространение.

Букса типа № 2 (рис. 32) отличается от типа № 1 тем, что верхняя часть буксы не имеет масленки и смазка наливается в буксу через отверстие *и*, закрываемое пробкой, причем смазка попадает только в нижнюю часть буксы.

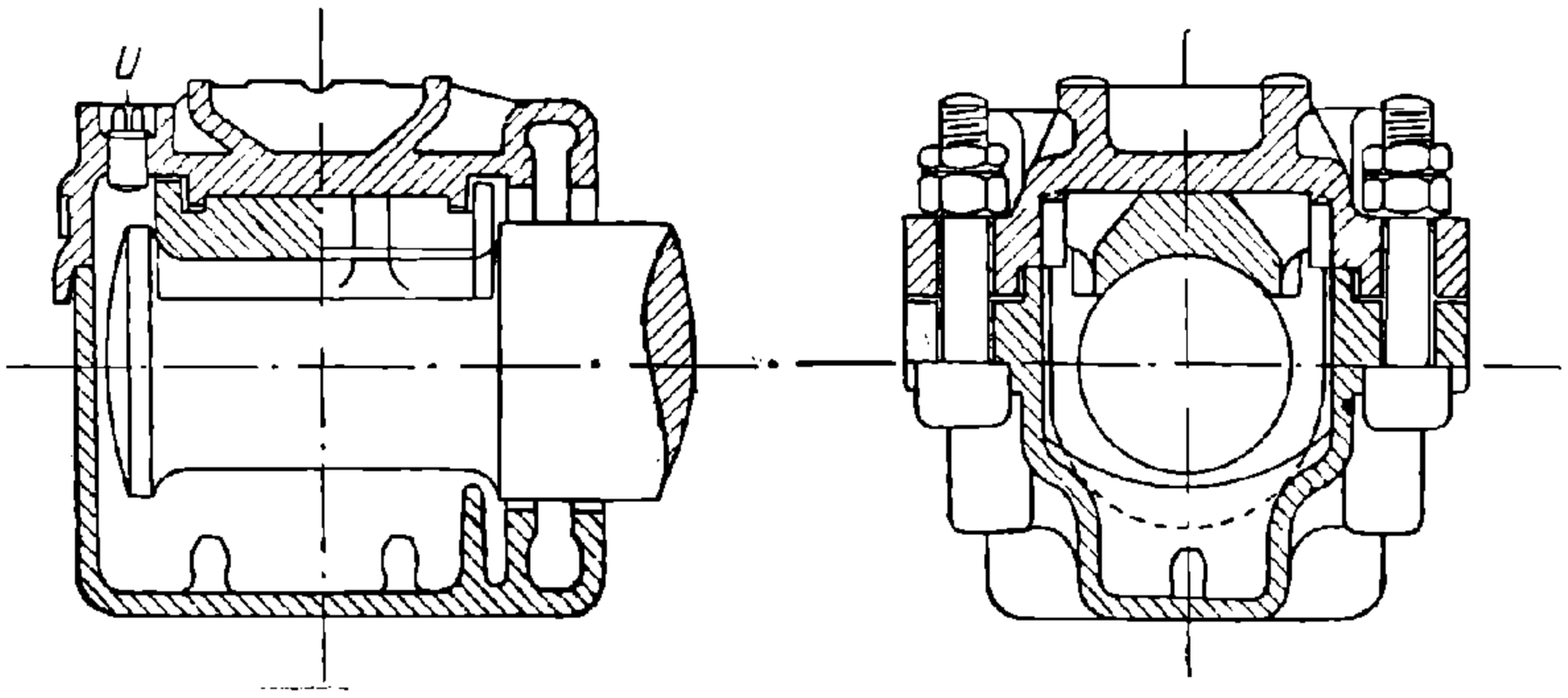


Рис. 32.

Букса типа № 3 (рис. 33) отличается от буксы типа № 1 способом соединения верхней и нижней частей. Нижняя часть буксы № 3 соединяется с верхней при помощи хомута *а*, подвешенного на цапфах *б* к верхней части буксы; хомут имеет нажимной болт *в*, который своим концом упирается в гнездо нижней части буксы и прижимает ее к верхней части. В верхней части буксы имеется масленка такого же устройства, как и у буксы типа № 1.

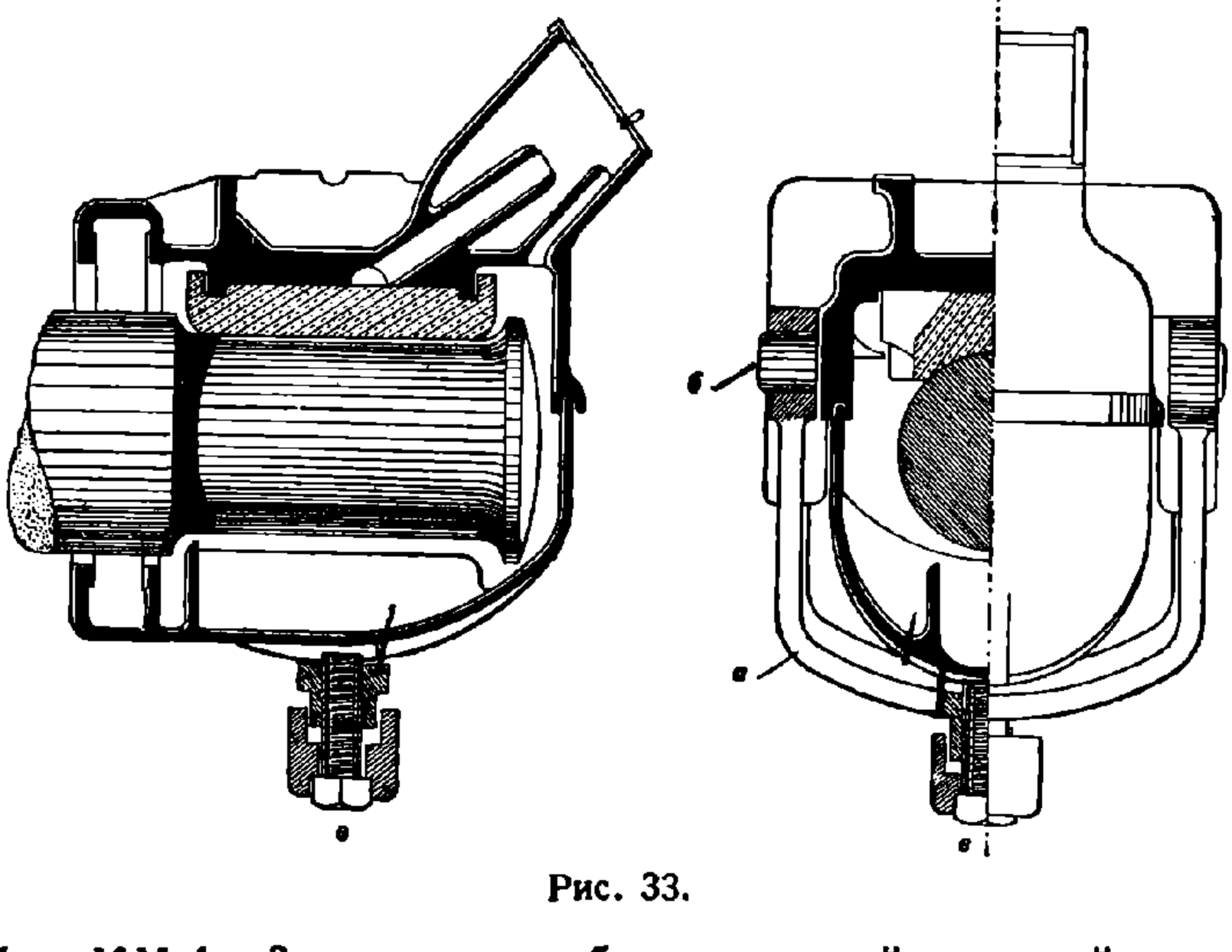


Рис. 33.

Типы букс №№ 1 и 3 представляют буксы с нижней и верхней смазкой, а буксы типа № 2—только с нижней смазкой.

Разъемные буксы обладают весьма существенными недостатками, вследствие которых они на вновь строящихся вагонах не применяются. Недостатки эти следующие:

1) От толчков во время хода вагона и особенно в случаях появления на бандажах выбоин болты, соединяющие верхнюю и нижнюю части буксы, ослабевают вследствие самопроизвольного отвинчивания гаек. Это нарушает плотное соединение нижней части с верхней и в дальнейшем, при повороте болтов на 90°, нижняя часть буксы падает на буксовую струнку. В результате неизбежно горение буксы. Этот недостаток на практике наблюдается весьма часто, особенно в поездах с большими скоростями,

НВ УДИТ (ДІІТ)

почему разъемные буксы оказались совершенно непригодными для пассажирских вагонов.

2) При постановке нижней части буксы на место возможно неплотное прилегание подбивки к шейке, которое нельзя своевременно обнаружить, следствием чего является недостаточная смазка шейки и горение букс.

3) Для осмотра подшипника и подбивки необходимо отнимать нижнюю часть буксы, что сопряжено со значительной потерей времени.

4) Недостаточная герметичность в стыках между верхней и нижней частями буксы, вследствие чего возможно загрязнение смазки и подбивки.

Разъемные нормальные буксы изготовляются чугунными литыми.

16. Цельные буксы

На рис. 34 дан общий вид цельной буксы. Здесь *а*—крышка, которая показана в закрытом виде, *б*—направляющий паз, образуемый двумя прирамниками *в*, *г*—гнездо для рессорного хомута, *д*—верхнее отверсие буксового затвора, через которое закладывается буксовая шайба. На рис. 35 изображена цельная букса с открытой крышкой. Она отличается от предыдущей отсутствием направляющих пазов. Вместо направляющих пазов здесь имеются приливы *е* с отверстиями для болтов. Первая букса охватывает своими направляющими пазами буксовые челюсти тележки, а вторая укрепляется болтами в раме тележки. Это различие зависит от конструкции тележки и будет рассмотрено в разделе о тележках.

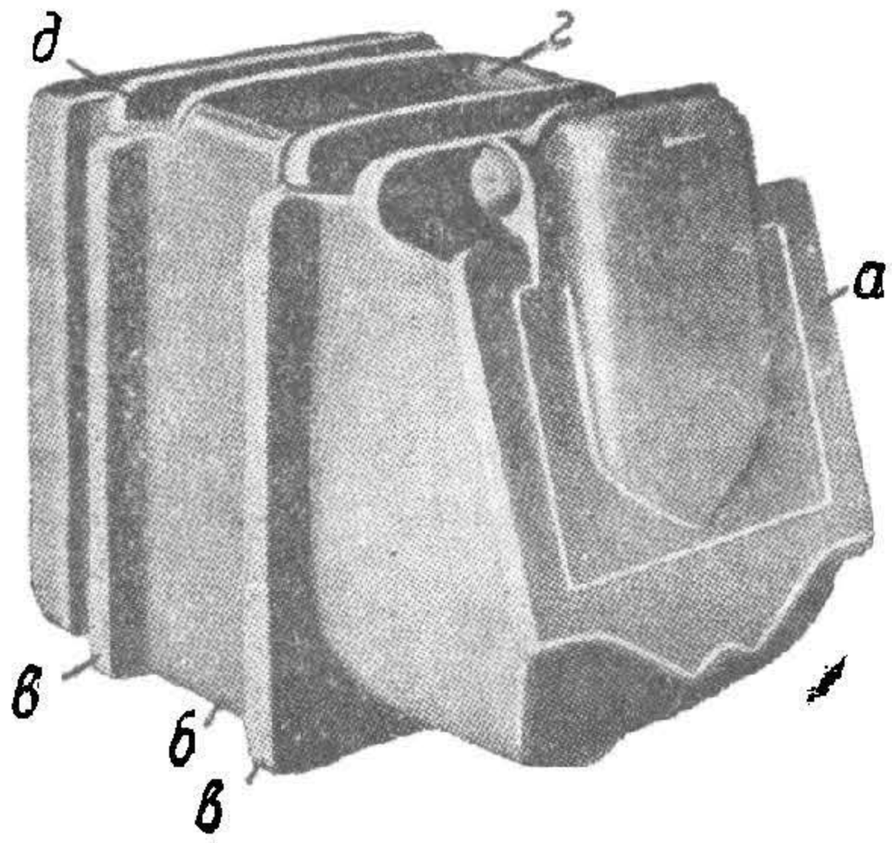


Рис. 34.

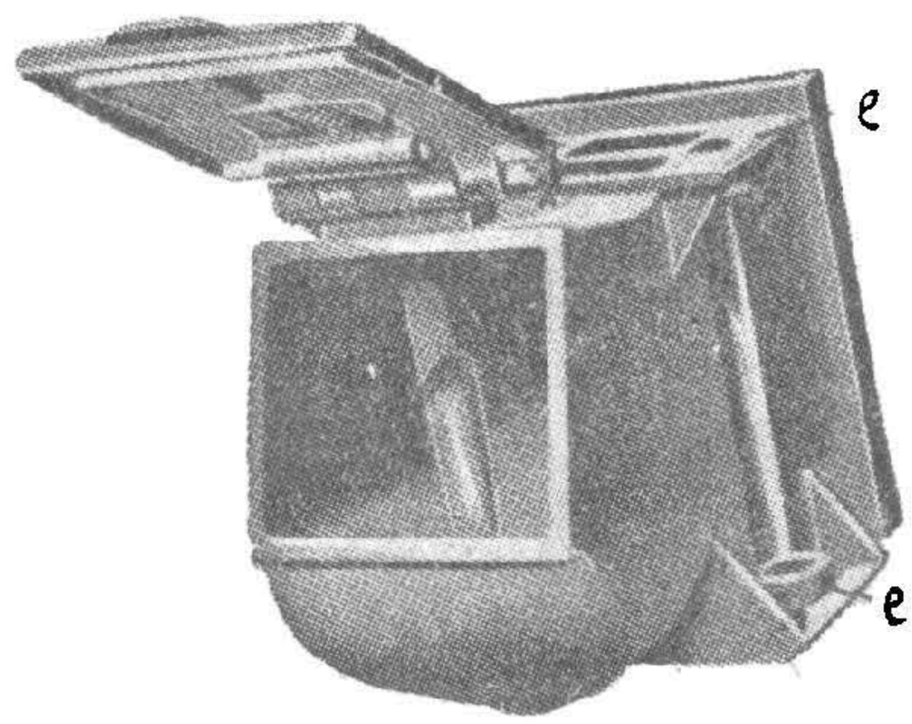


Рис. 35.

На рис. 36 изображена букса, примененная на наших товарных двухосных вагонах подъемной силы 20 *т*. Букса эта имеет широкое отверстие, закрываемое крышкой *З*, прижимаемой пружиной *К*; в задней части имеется кольцевой паз *Л* для буксовой шайбы. Стенка нижней части буксы с наружной стороны имеет утолщение *М* с рифленой поверхностью, сделанное для того, чтобы можно было домкратом приподнять буксу, когда необходимо вынуть подшипник. Боковые стенки букс около направляющих пазов усилены вертикальными и горизонтальными ребрами *Н*, чтобы при ударах буксы о буксовую лапу избежать повреждений.

На рис. 37 изображена букса, примененная в первоначальных тележках Пульмана и выходящая уже из употребления.

Крышка *В* этой буксы—отъемная и закрепляется болтом *Б*, поставленным против центра осевой шейки; болт *Б* удерживается помощью якорной лапы *Н*, упирающейся в соответствующие выступы в корпусе буксы. Головка болта имеет прямоугольный выступ, на который насаживается бронзовая упорная скоба *К*. Назначение этой скобы—уменьшать перемещение буксы, а следовательно, и перемещение тележки вдоль шейки при износе галтелей у подшипника. На практике же обнаружилось, что при проходе стрелок и крестовин с большой скоростью получаются настолько сильные удары шейки оси в упорную скобку, что корпус буксы или крышка его повреждаются.

В виду этого недостатка описанная букса была заменена буксой, изображенной на рис. 38.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Крышка *а* этой буксы укреплена к боковому приливу *б* болтом, около которого может вращаться, и прижимается к пазам отверстия буксы нажимной планкой *г*. Хвост этой планки надет на болт и удерживается спиральной пружиной, которая по мере ослабления нажимается гайкой. Для открывания буксы крышка несколько приподнимается рукояткой *ж*

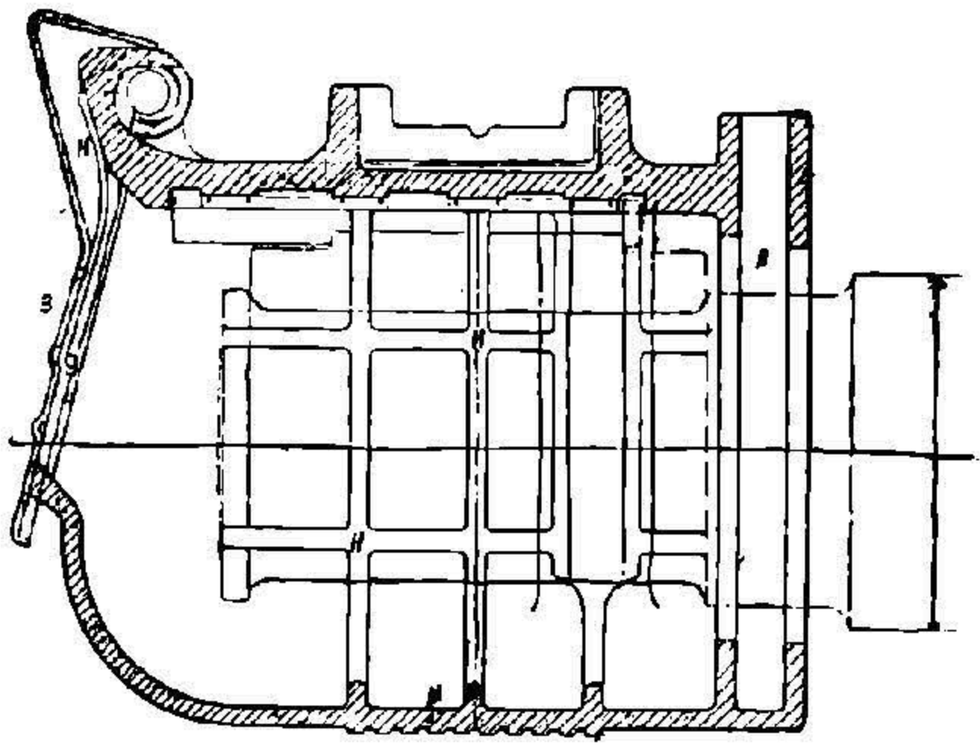


Рис. 36.

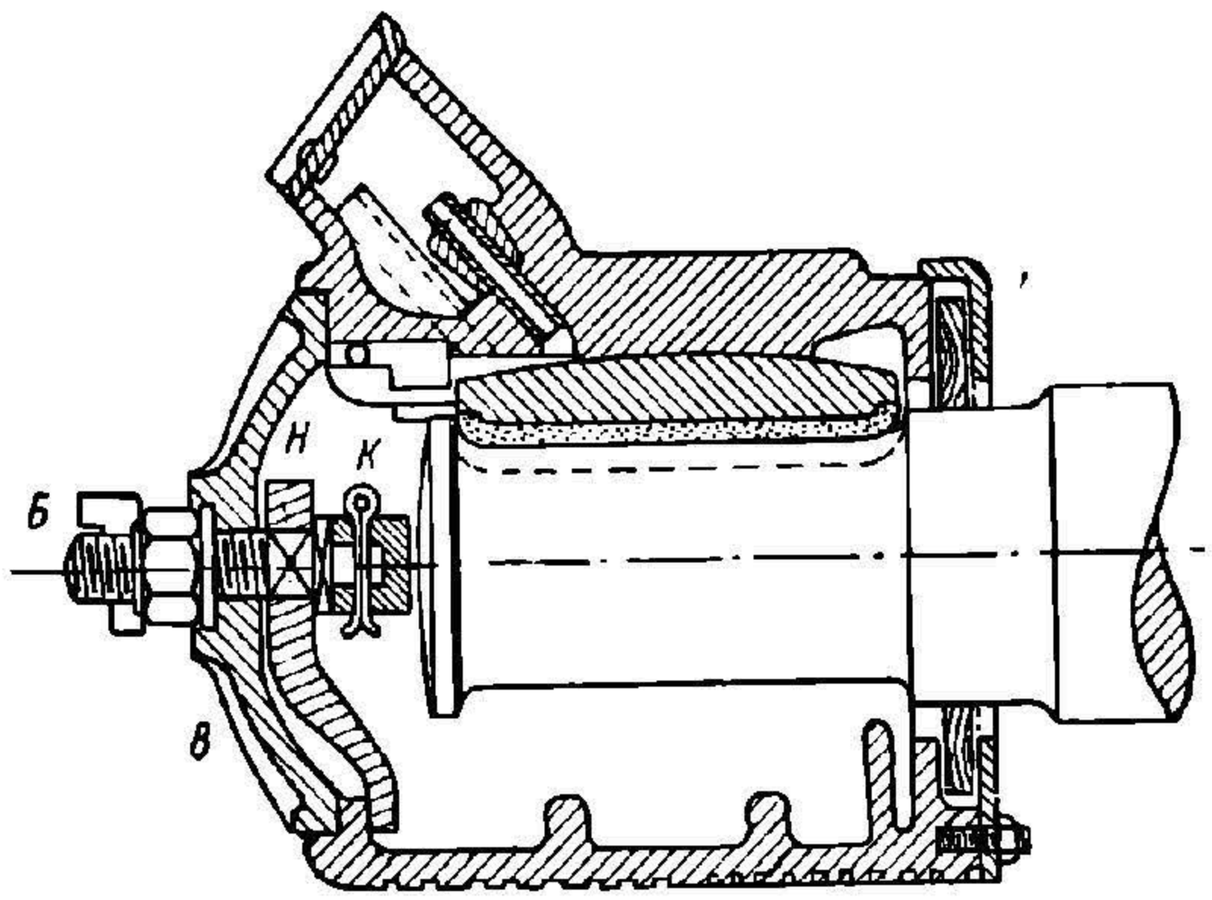


Рис. 37.

и отводится кверху. Заливка смазки в буксу производится через то же отверстие. Крышка легко открывается и дает возможность осматривать подшипник, но она

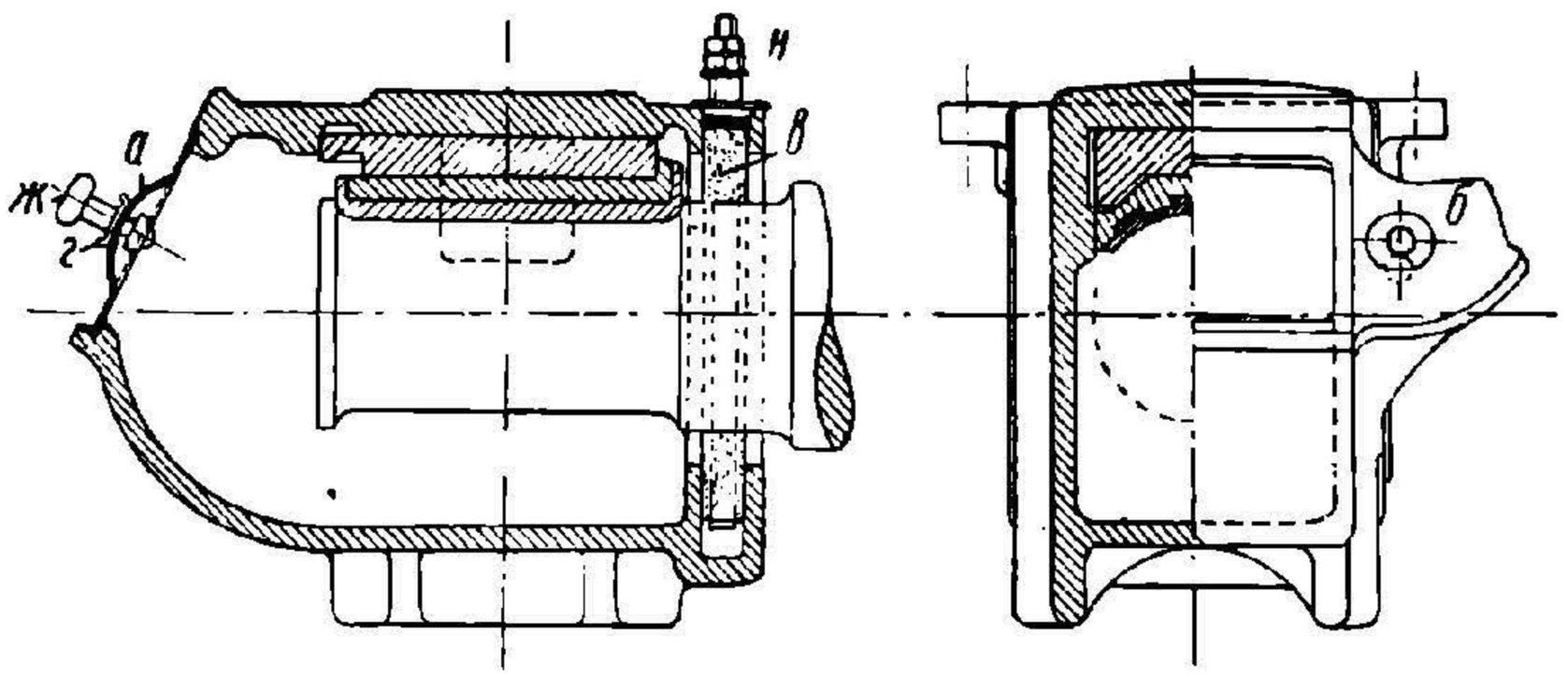


Рис. 38.

имеет недостаток, заключающийся в том, что при ослаблении пружины крышка от толчков выходит из пазов и свешивается книзу, открывая доступ пыли в буксу.

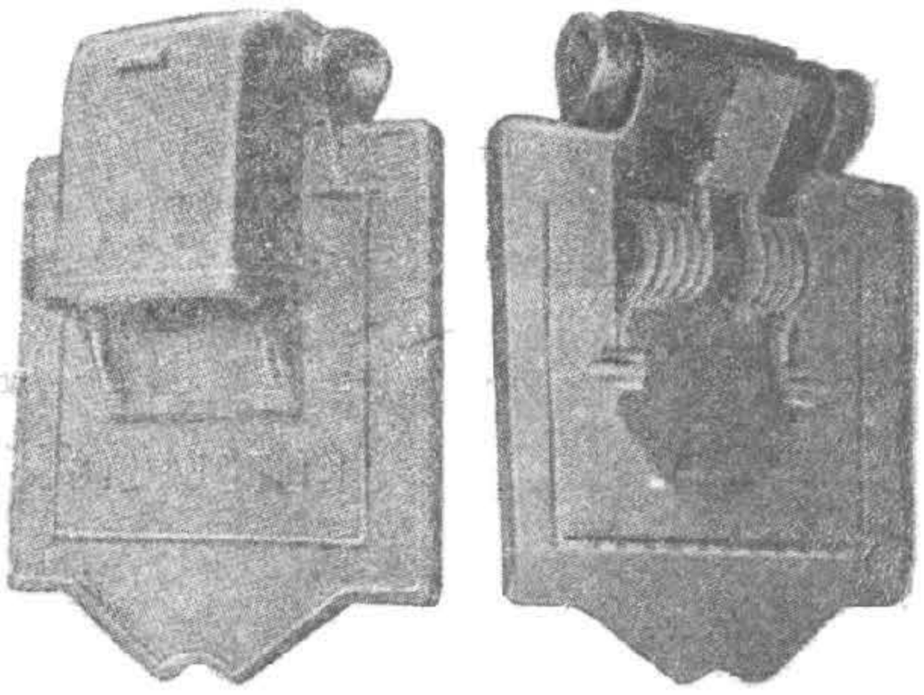


Рис. 39.

Цельные буксы изготовляются как чугунными, так и стальными литыми. Толщина стенок чугунных букс делается около 13 *мм*, а стальных около 8 *мм*. Боковые и верхняя стенки ее обычно утолщаются. У букс наших пассажирских вагонов толщина верхней стенки (спинки) 24 *мм*, а боковых—14 *мм*. Верхняя стенка утолщается в виду того, что она воспринимает давление от рессор или от балансира тележки.

В конструкции буксы большое значение имеет плотность прилегания крышки и удобство ее закрывания и открывания. Это достигается посредством пружин, которыми снабжаются шарниры крышек. На рис. 36 и 38 показаны крышки наших букс, а на рис. 35, 39, 40, 49, 54—крышки американских букс, различающиеся устройством пружин. Действие пружин видно из рисунков.

Задний затвор цельных букс отличается от затвора раздвижных букс тем, что он закладывается в буксовое гнездо предварительно постановки буксы на ось. На рис. 41 изображен буксовый затвор (пылевая шайба) нашей нормальной буксы.

НВ УДУЦТ (ДІІТ)

Она представляет собою войлочную шайбу с хомутом *з*, на который сверху надета планка *и*, нажимаемая на шайбу посредством распорных трубок и гаек *к*. Хомут укрепляется в буксовом гнезде планкой *м*.

Применяются также войлочные шайбы и без хомута, но в таком случае они обшиваются юфтовой кожей, причем отверстие в коже делается меньшего диаметра, чем головка оси, и шайба ставится внатяг в размоченном состоянии.

На рис. 42 изображен один из типов затворов, применяемых в американских буксах. Он состоит из двух железных шайб, между которыми проложен асбестовый шнур *а*, укрепленный кольцами *б*.

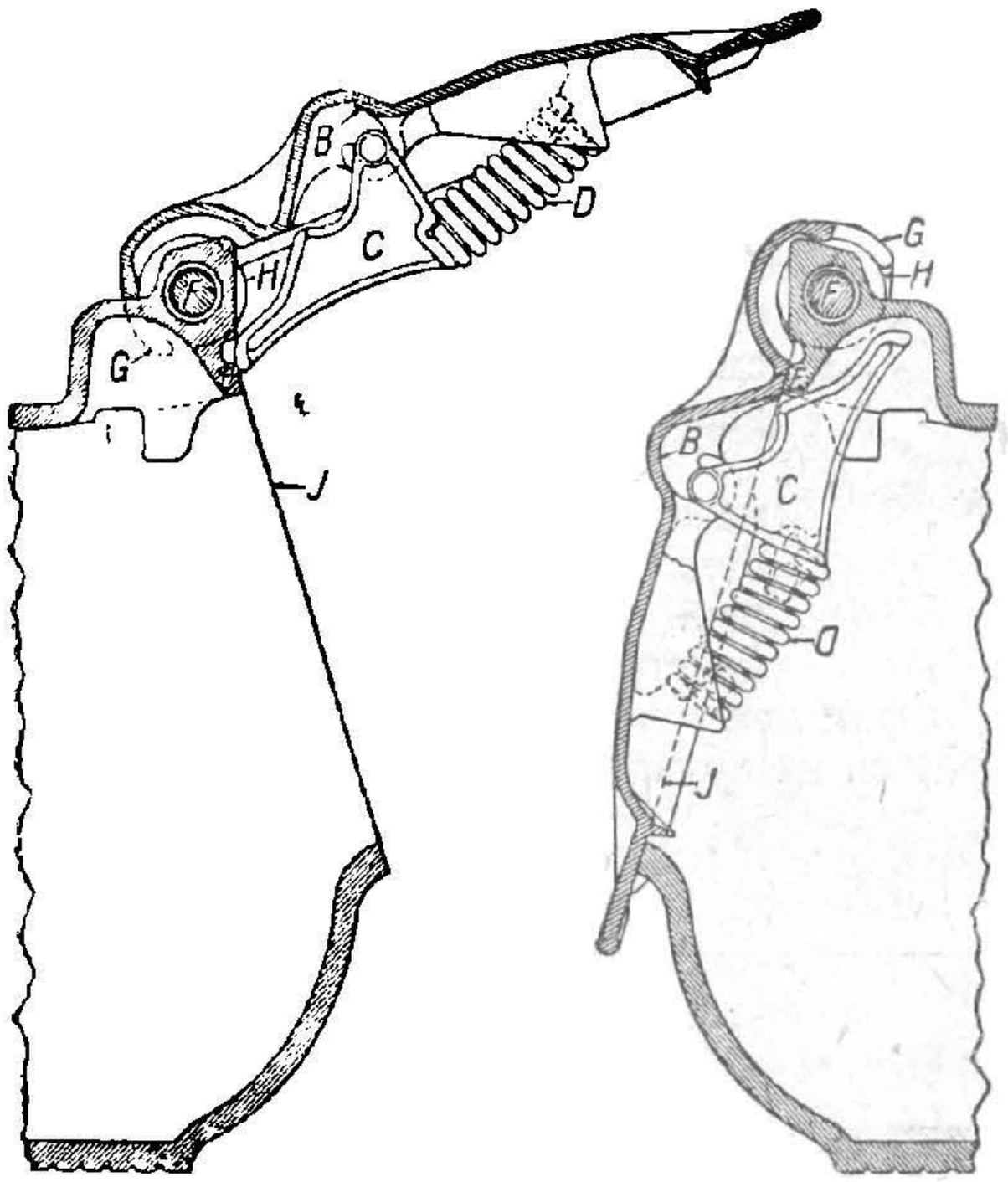


Рис. 40.

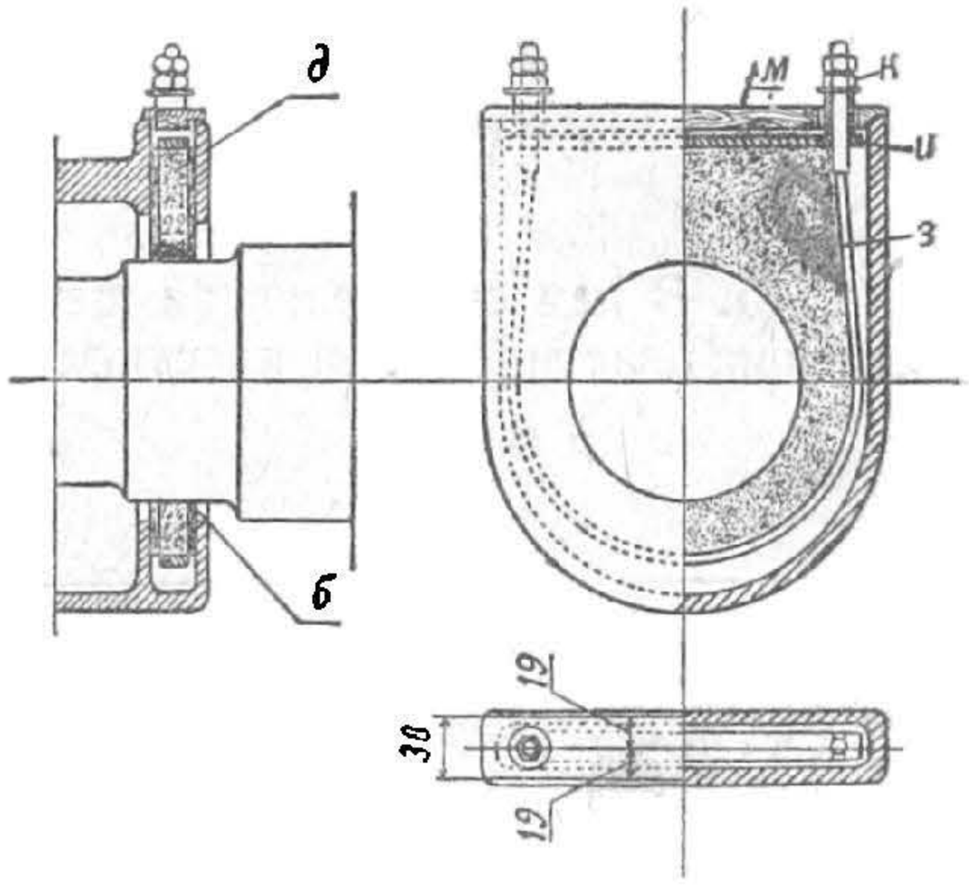


Рис. 41.

Плотность прилегания буксовой шайбы к осевой шейке имеет чрезвычайно важное значение для предохранения от вытекания из буксы смазочного масла и, следовательно, для обеспечения правильности смазывания осевой шейки. Не менее важное значение имеет правильное положение подбивки, посредством которой смазочное масло подается из нижней части буксы на осевую шейку. Подбивка должна делаться из чистых хлопчатобумажных концов, представляющих отход прядильного производства. Она укладывается в буксу так, как показано на рис. 43. В заднюю часть буксы ставится скрученный из концов и намо-

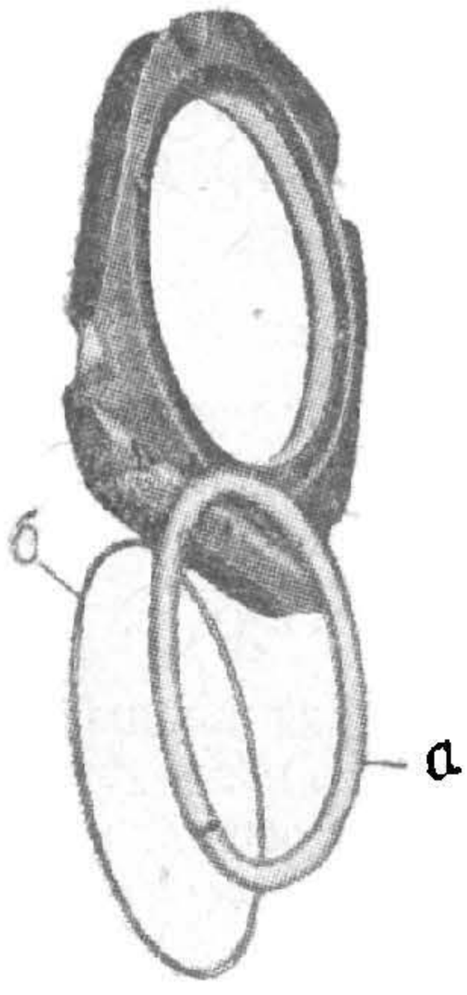


Рис. 42.

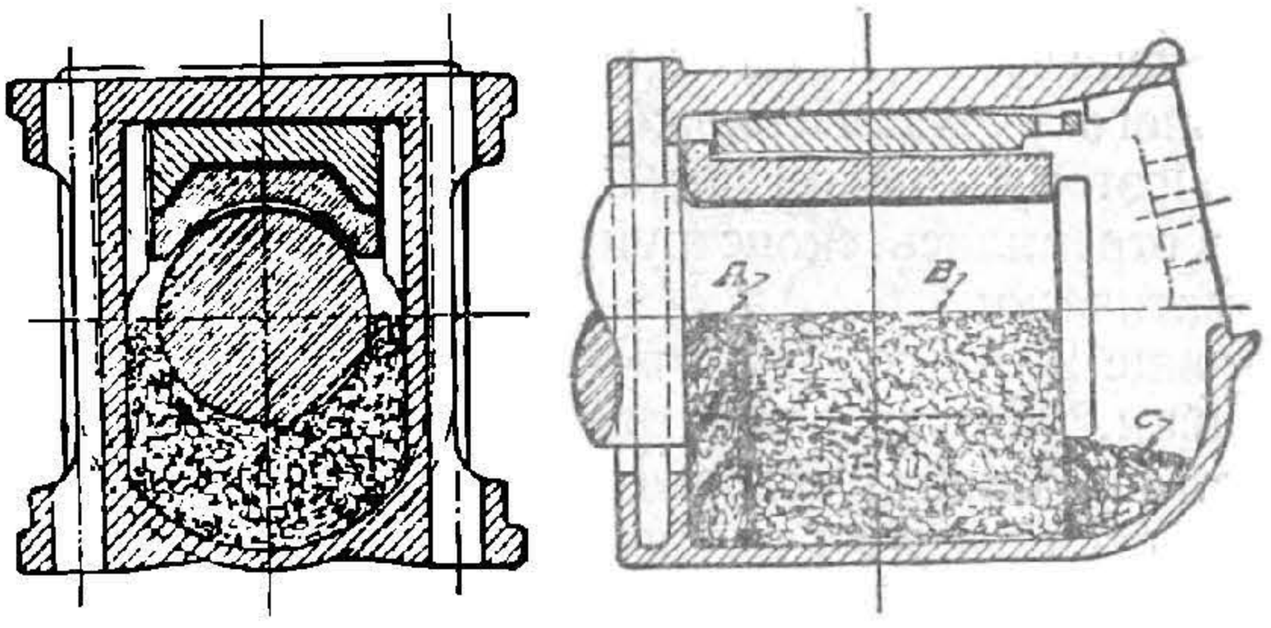


Рис. 43.

ченный в смазке жгут *A*, который увеличивает герметичность буксового затвора. Нижняя часть буксы заполняется подбивкой *B* так, чтобы жгут *A* был прижат к задней стенке буксы, а в переднюю часть буксы ставится тампон *C* из тех же концов для предохранения подбивки от загрязнения в случае неплотности крышки. Отдельные волокна подбивки не должны соприкасаться с подшипником, так как в против-

НВ УДИТ (ДІТ)

ном случае они могут быть увлечены под подшипник при вращении шейки и вызвать нагревание буксы.

Недостаток подбивки концами состоит в том, что при движении вагона подбивка уплотняется, отстает от шейки и не подает смазку к подшипнику. Зимою нити и волокна примерзают к шейке, попадают на подшипник и вызывают грение букс.

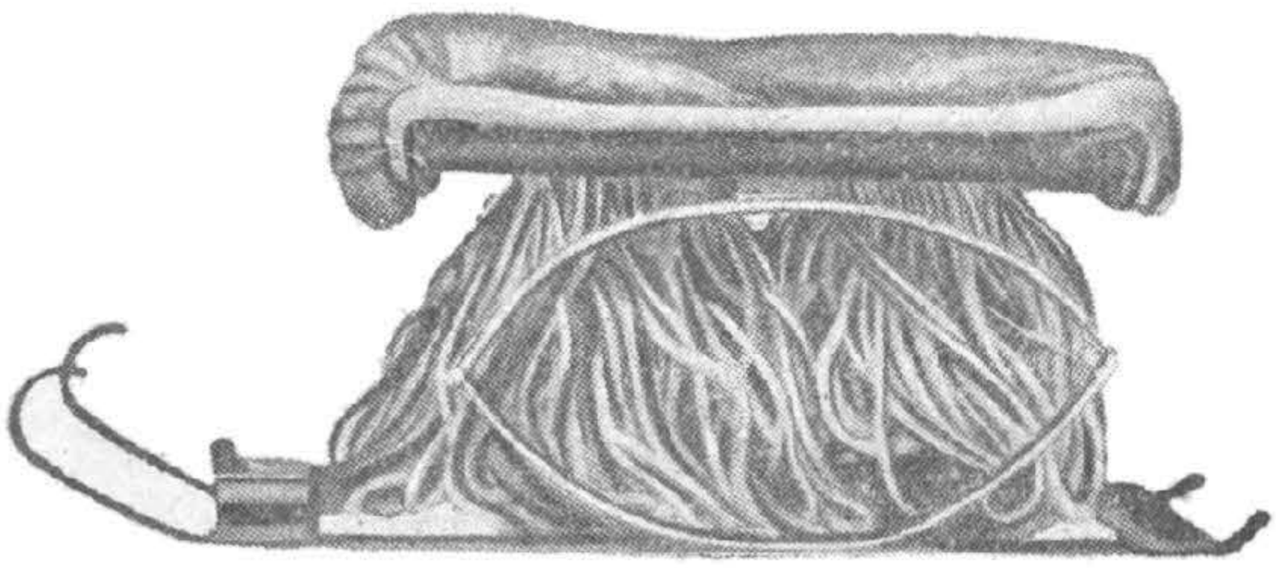


Рис. 44.

На некоторых германских дорогах вместо подбивки применяют щетки (рис. 44), устанавливаемые в нижней части буксы таким образом, что верхняя поверхность щетки касается шейки, а отходящие от щетки фитили подают к ней смазку. Щетка пружиной удерживается в должном положении.

На наших дорогах с 1933 г. начинают применять для вагонных букс вместо подбивки смазывающий прибор ИРТ (Института реконструкции тяги), изображенный на рис. 45. В нем смазывающая щетка *1* с фитилями укладывается на подкладке *2*, лежащей на пластине *3*. Эта пластина опирается на пружины *12*, которые установлены

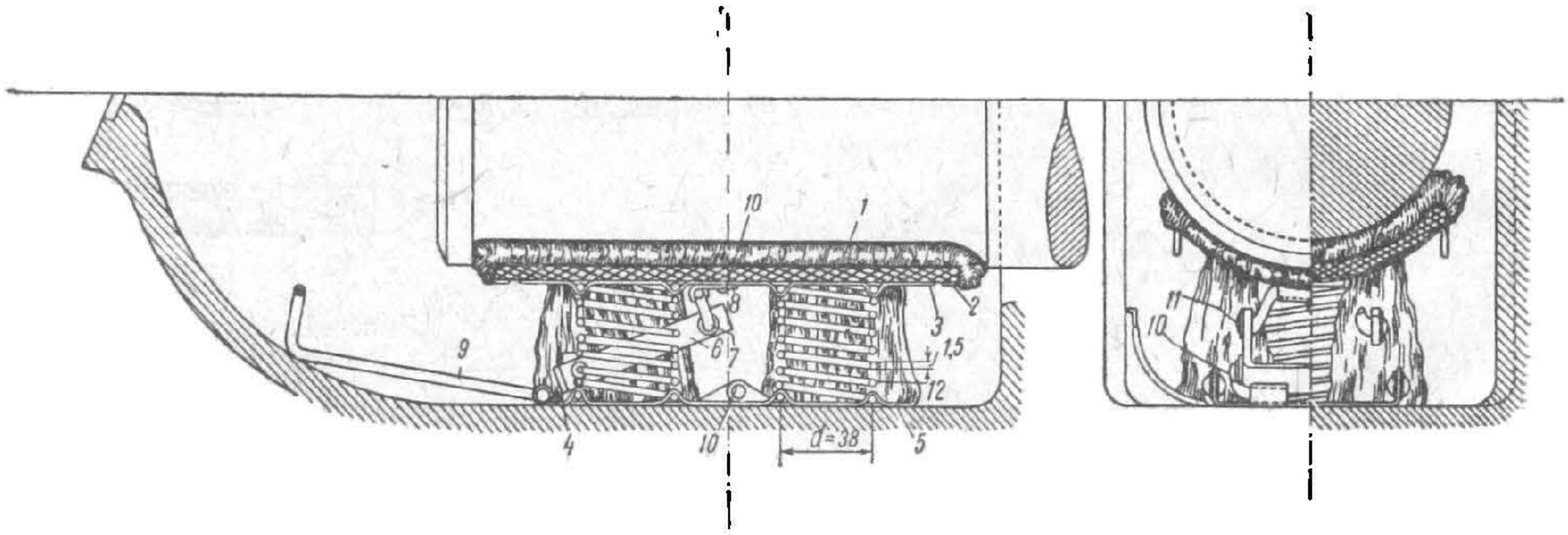


Рис. 45.

на нижних пластинах *4* и *5*. Нижняя и верхняя пластины связаны между собой шарнирно посредством скоб *6* и *7*, петли *8* и заклепок *10* и *11*. Для вынимания прибора из буксы служит ручка *9*.

17. Самосмазывающиеся буксы

Подбивка буксы, какого бы хорошего качества она ни была, требует постоянного внимательного ухода. Периодически необходимо ее осматривать, уплотнять или добавлять. Поэтому в целях упрощения ухода за буксой и возможности обходиться без смазчиков стремились сконструировать приспособление для смазки шейки, работающее автоматически.

В конце 900-х годов Шот-Четеном была предложена самосмазывающаяся букса без подбивки, которая после ряда усовершенствований представляется в следующем виде (рис. 46). Смазка подводится диском *А*, прикрепленным к торцу осевой шейки и вращающемся вместе с шейкой; диск подхватывает снизу смазку и переносит ее на приемник *Б*, откуда смазка стекает на спинку подшипника. Часть смазки под влиянием центробежной силы не попадает на приемник *Б*, отбрасывается к потолку буксы и стекает по стенкам частью на спинку подшипника, а частью вниз буксы. Добавка смазки производится через отверстие *О* в крышке *В*, закрывающееся крышкой на пружине с прокладкой кожи. Крышка *В* укрепляется помощью скобы и болта *К*. Приемник *Б* может быть поднят или опущен посредством установочного болта *Х*. Для предупреждения вытекания смазки из буксы и проникновения в нее пыли, кроме деревянного затвора *Г*, имеется еще предохранитель *Л*, прижимаемый пружиной *М*.

НТБ УДУТ (ДІІТ)

В последние годы в Германии появилась букса «Изотермос» фирмы Пенгауз, испытывавшаяся также на некоторых наших дорогах. Конструкция буксы построена на том же принципе, что и буксы Шот-Четена. В ней (рис. 47) на дне имеются перегородки *Б*, образующие сообщающиеся между собою камеры, сделанные для отстаивания и охлаждения масла, стекающего с осевой шейки. Наклонная плоскость *В* предохраняет заднюю часть буксы от заливания ее маслом при толчках, а по каналу *О* масло стекает в нижнюю часть буксы. К торцу осевой шейки прикрепляется винтами *И* разбрызгиватель *Г*, имеющий вид двуплечного рычага и погруженный нижней своей частью в масляный резервуар *Р*. На заточку предподступичной части оси надевается в горячем состоянии маслоуловительный воротник *М*, который предохраняет от проникновения масла в заднюю часть буксы. Масло, подхватываемое разбрызгивателем *Г*, частью стекает с капельника *К*, частью отбрасывается под влиянием центробежной силы на поверхность потолка, снабженную улавливающими каналами *Д*. Отсюда оно стекает на спинку подшипника *Е* и по каналам *Ж*, имеющимся в нем, попадает через отверстия *З* на осевую шейку. Буксовая шайба *Л*, поставленная в паз *Н*, сделана из войлока, обшитого кожей. Буксовая крышка *А* ставится на кожаной прокладке *Т* и укрепляется шпильками.

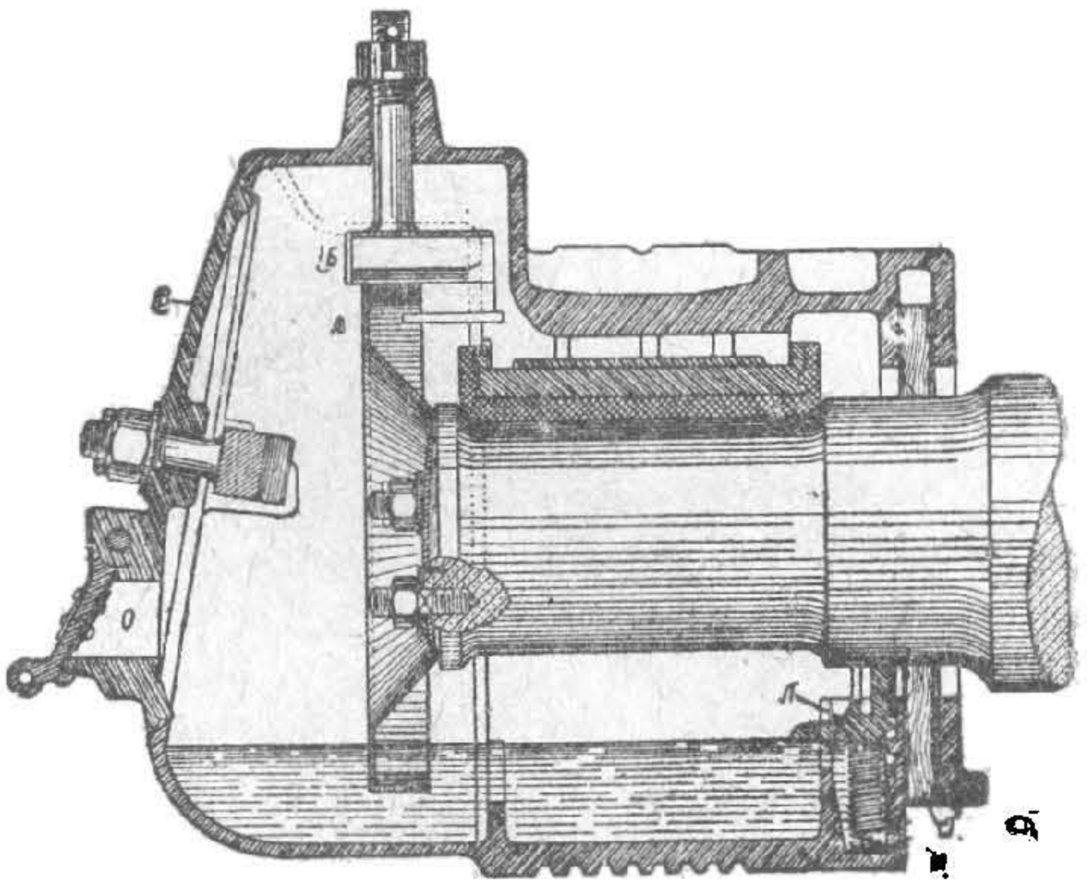


Рис. 46.

Букса «Изотермос» по сравнению с буксой Шот-Четена имеет более простую конструкцию; в ней отсутствует приемник, улавливающий смазку; она имеет более надежное устройство предохранительного воротника *М* и заднего затвора. Кроме того, в буксе «Изотермос» благодаря большему числу каналов в подшипнике может быть достигнута более обильная смазка шейки. Конструкции букс с подачей смазки посредством двухплечного рычага или диска имеют существенный недостаток. При малых скоростях движения (5—10 *км/час.*) смазка на подшипник не подается, так как сила тяжести захваченной смазки больше, чем центробежная сила, развиваемая диском или рычагом при малых скоростях движения.

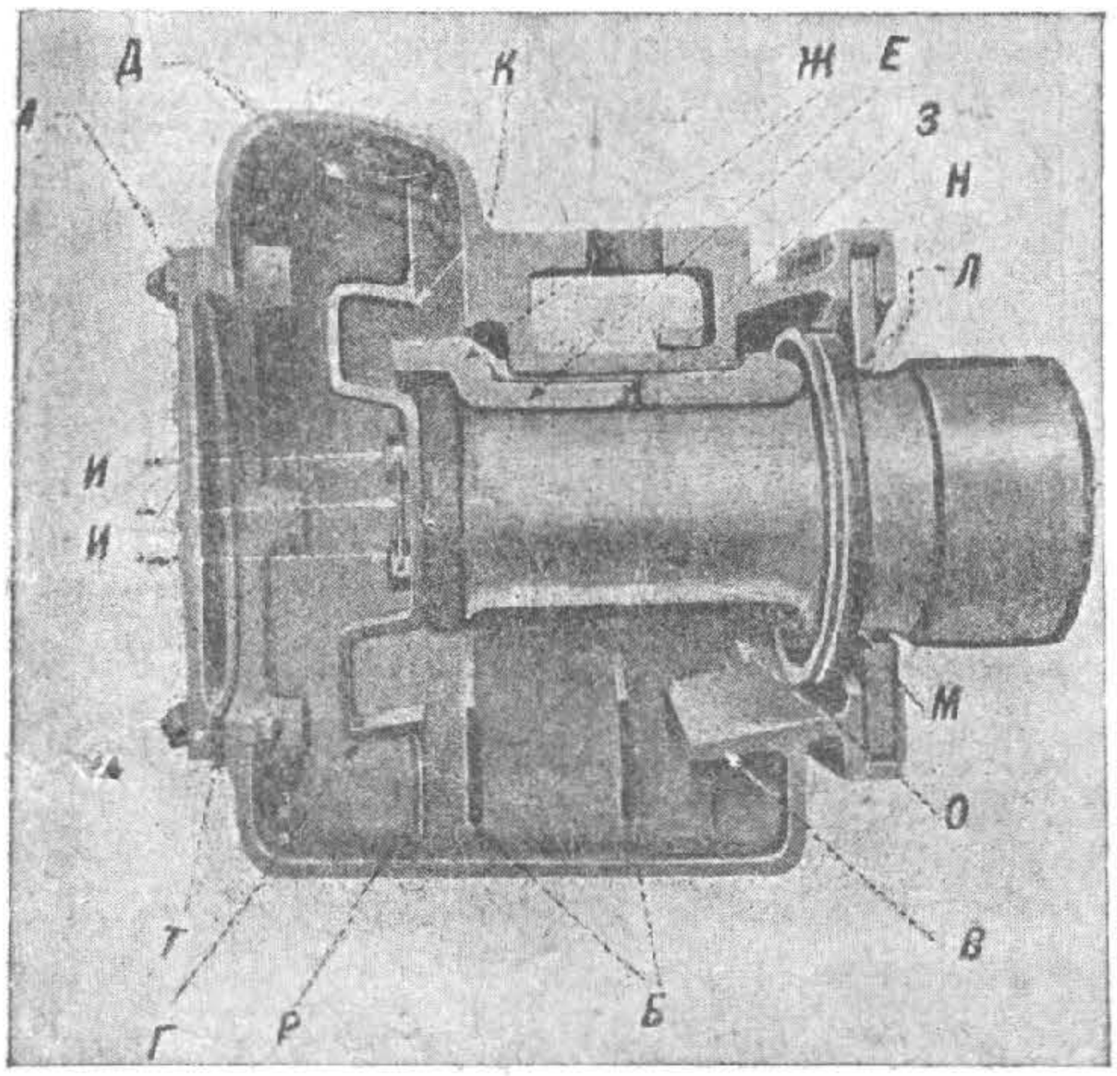


Рис. 47.

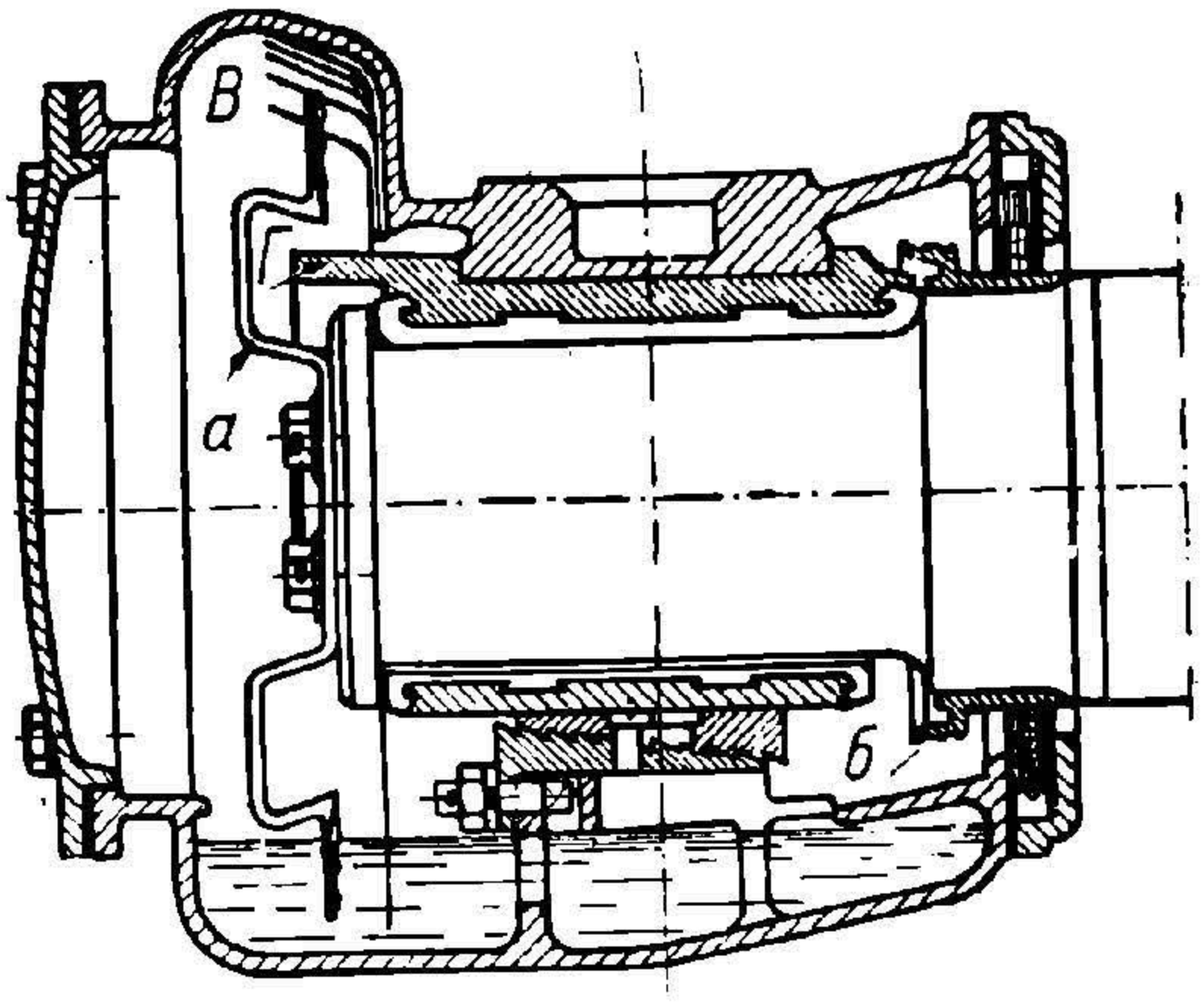


Рис. 47а.

В последних конструкциях самосмазывающихся букс с подачей смазки сверху, например, буксы Пенгауза (фиг. 47а), применяют второй подшипник, укрепленный на дне

НБ УДИИТ (ДИТ)

буксы. Этот подшипник нагрузки от груза не воспринимает, а служит дополнительной ванной, в которой задерживается смазка, стекающая с верхнего подшипника, и дополнительно смазывает шейку, и к тому же нижний подшипник удерживает верхний от подскакивания и смещения.

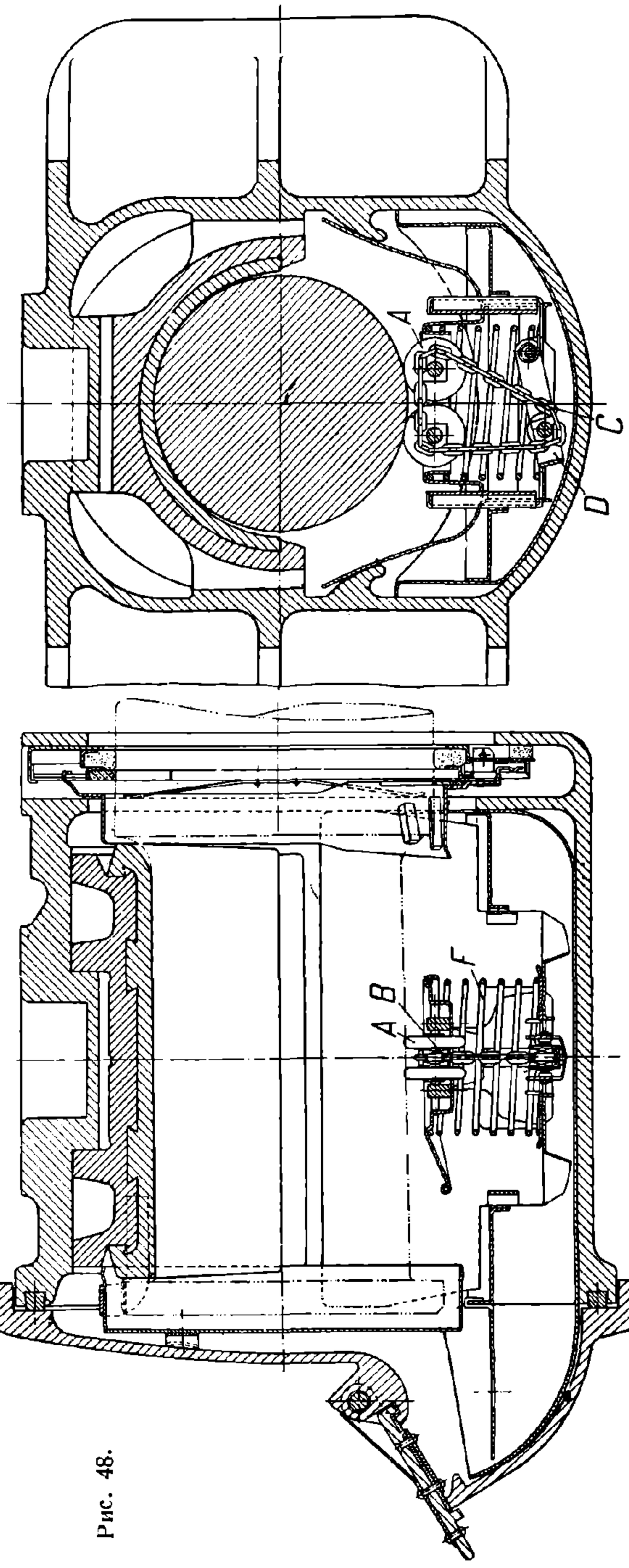


Рис. 48.

Самосмазывающиеся буксы при тщательном изготовлении и сборке их могут работать весьма исправно более или менее продолжительное время, но при износе каких-либо частей этих приборов или при случайных повреждениях действие смазочных приборов прекращается и грение подшипника становится неизбежным. Кроме этого, загустевание смазки зимою, сбивание ее в пену при больших скоростях и загрязнение при продолжительной работе вредно отражается на исправной работе подшипников и может привести к грению букс.

На германских дорогах применялся и дал хорошие результаты смазывающий прибор Шнейдера, изображенный на рис. 48. Он состоит из двух пар роликов *A*, на оси которых насажены звездочки *B*. Такая же звездочка посажена на скобу *D*, отжимаемую книзу пружиной. Все звездочки охватываются цепочкой *C*. Пружина *F* прижимает ролики *A* к осевой шейке и поддерживает цепочку в натянутом состоянии. Вращаясь, осевая шейка заставляет вращаться ролики и перемещать цепочку, которая при своем движении отбрасывает на шейку масло, захватываемое ею в нижней части буксы. Этот прибор можно установить во всякой буксе, но он весьма сложен и в случае ослабления пружины не подает смазки.

Все типы самосмазывающихся букс массового распространения не получили, с одной стороны, в силу того, что стоимость их примерно в два раза выше стоимости букс с обыкновенной подбивкой. С другой стороны, применение этих букс затрудняется сложностью их конструкции и ненадежностью их работы в зимнее время, а также при малых скоростях движения.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

18. Подшипник

Составную часть буксы представляет подшипник, служащий для передачи давления от верхней стенки буксы на осевую шейку. Расположение подшипника в буксе видно на рис. 30 и 49. На рис. 30 букса разъемная; в ней на подшипник непосредственно опирается верхняя стенка буксы. На рис. 49 букса цельная; в ней между подшипником *А* и верхней стенкой *В* буксы находится вкладыш *С*. Вкладыш (рис. 50) ставится с целью облегчить выемку подшипника из буксы без выкатки оси из-под вагона.

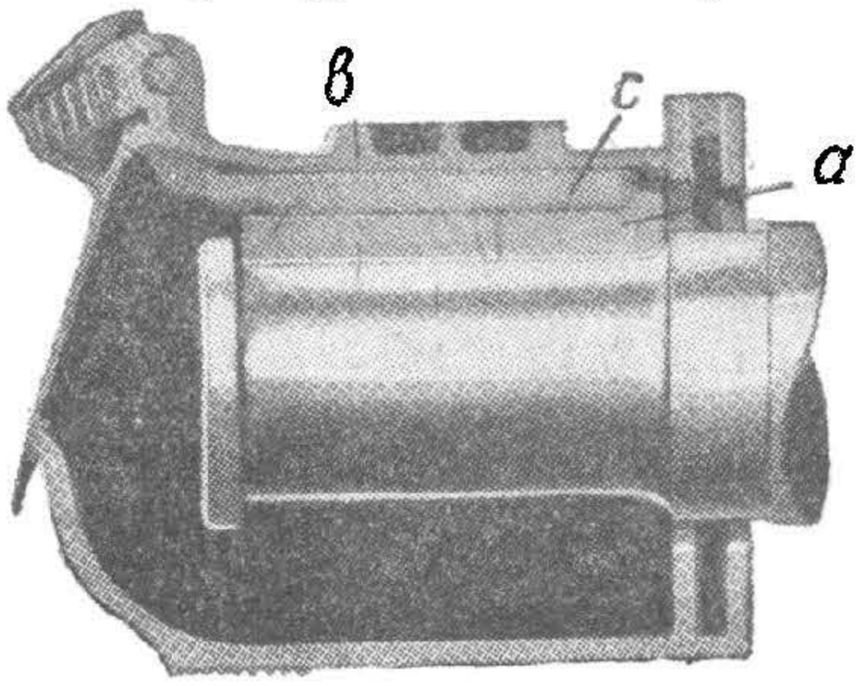


Рис. 49.

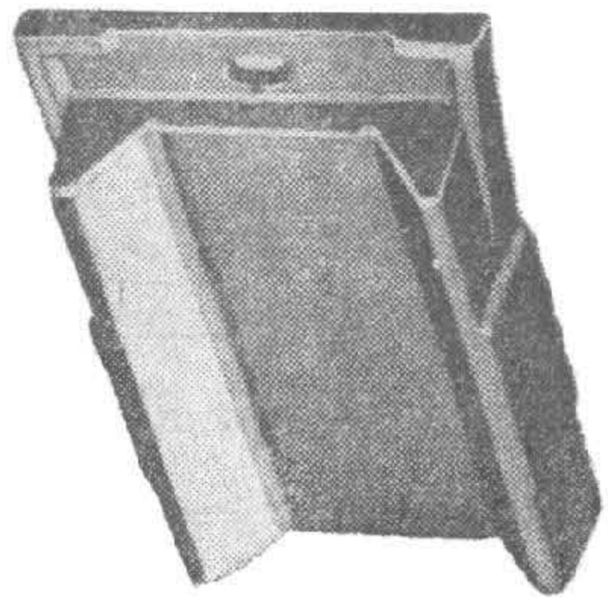


Рис. 50.

Подшипники делают бронзовые, чугунные или стальные. Лучший материал для подшипников—бронза, но чугунные и стальные подшипники ставят в целях сбережения цветных металлов.

Давление от подшипника на шейку должно равномерно передаваться по всей ее поверхности, для чего подшипник должен плотно прилегать к шейке.

На рис. 51 изображен прежний подшипник буксы нормального товарного вагона из ковкого чугуна. В верхней части подшипник имеет боковые ребра *Д*, верхние грани которых находятся в одной плоскости с верхней гранью самого подшипника, имеющей круглое очертание. Этими гранями подшипник входит в соответственное круглое углубление (гнездо), сделанное в верхней части буксы и вследствие этого устанавливается таким образом, что ось подшипника всегда совпадает с осью шейки, и перекоса его не должно быть.

Подшипник охватывает шейку на $^1/_3$ ее окружности. В случае увеличения дуги охвата, края подшипника при срабатывании соскабливают смазку, получаемую шейкой снизу, со стороны подбивки. Для предупреждения этого, а также в целях избежания защемления шейки подшипником при нагреве края подшипников закругляются, как показано на рисунке.

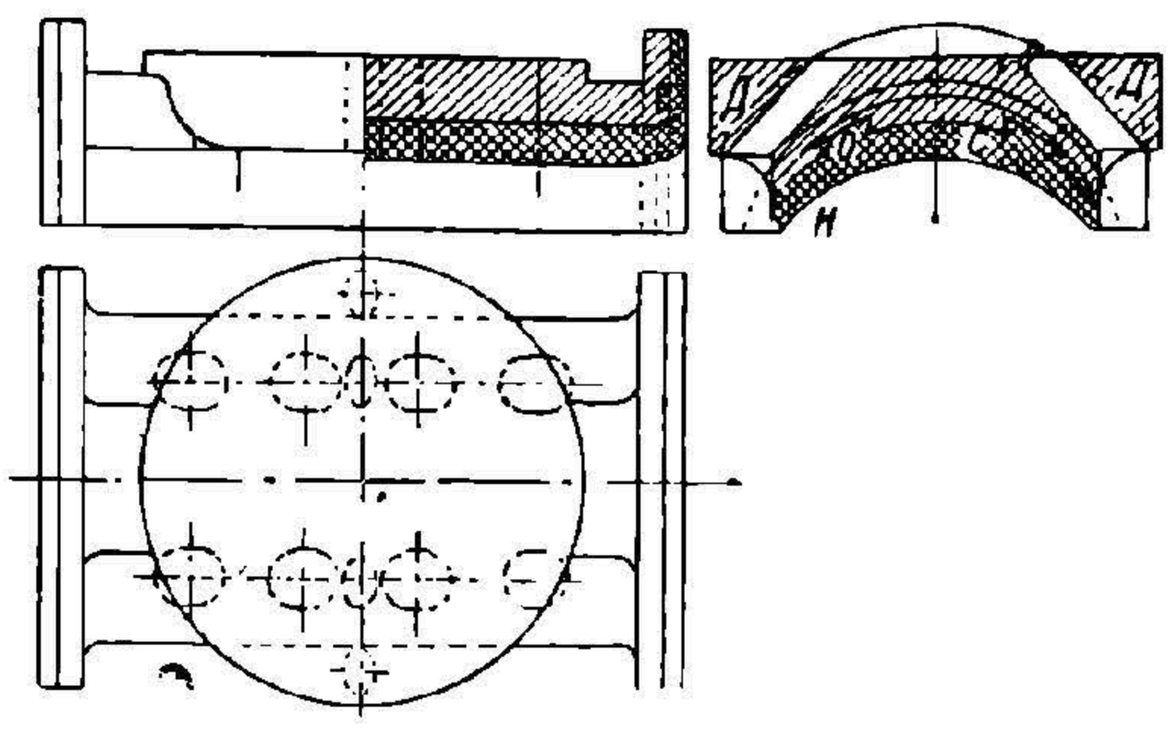


Рис. 51.

Для уменьшения трения подшипника по осевой шейке подшипник заливается бабитом, представляющим мягкий сплав[1]. На рис. 51 заливка обозначена буквою *Н*. Для прочности заливки в подшипнике после расточки высверливаются в шахматном порядке углубления *О* диаметром около 15 *мм*. После заливки подшипник опиливают и пришабривают к шейке.

В случае применения подшипников из ковкого чугуна на внутреннюю поверхность их при отливке ставится бронзовая пластинка так, чтобы она выступала на поверхность подшипника. Затем подшипник заливается бабитом так же, как бронзовый. Чугунные подшипники недостаточно прочны, а потому для вагонов большой подъемной силы непригодны. Для большегрузных же вагонов, а также для вагонов подъемной силы в 20 *т* в последнее время стали делать стальные литые или железные

[1] Поверхность бабита, рассмотренная под микроскопом, состоит из отдельных кристалликов, между которыми несколько ниже их расположены мягкие частицы бабита. На последних размещается смазка, а кристалики служат площадками соприкосновения с шейкой.

НБ УДУНТ (ДНТ)

штампованные подшипники. На рис. 52 изображен штампованный подшипник. По изготовлении корпуса *А* подшипника в него заливается бронзовая пластинка *В*, а затем производится обычная заливка бабитом.

В цельных буксах наших пассажирских вагонов верхняя поверхность подшипников *а* (рис. 53) гладкая и имеет трехгранную форму буртиком *г* у одного торца. Она,

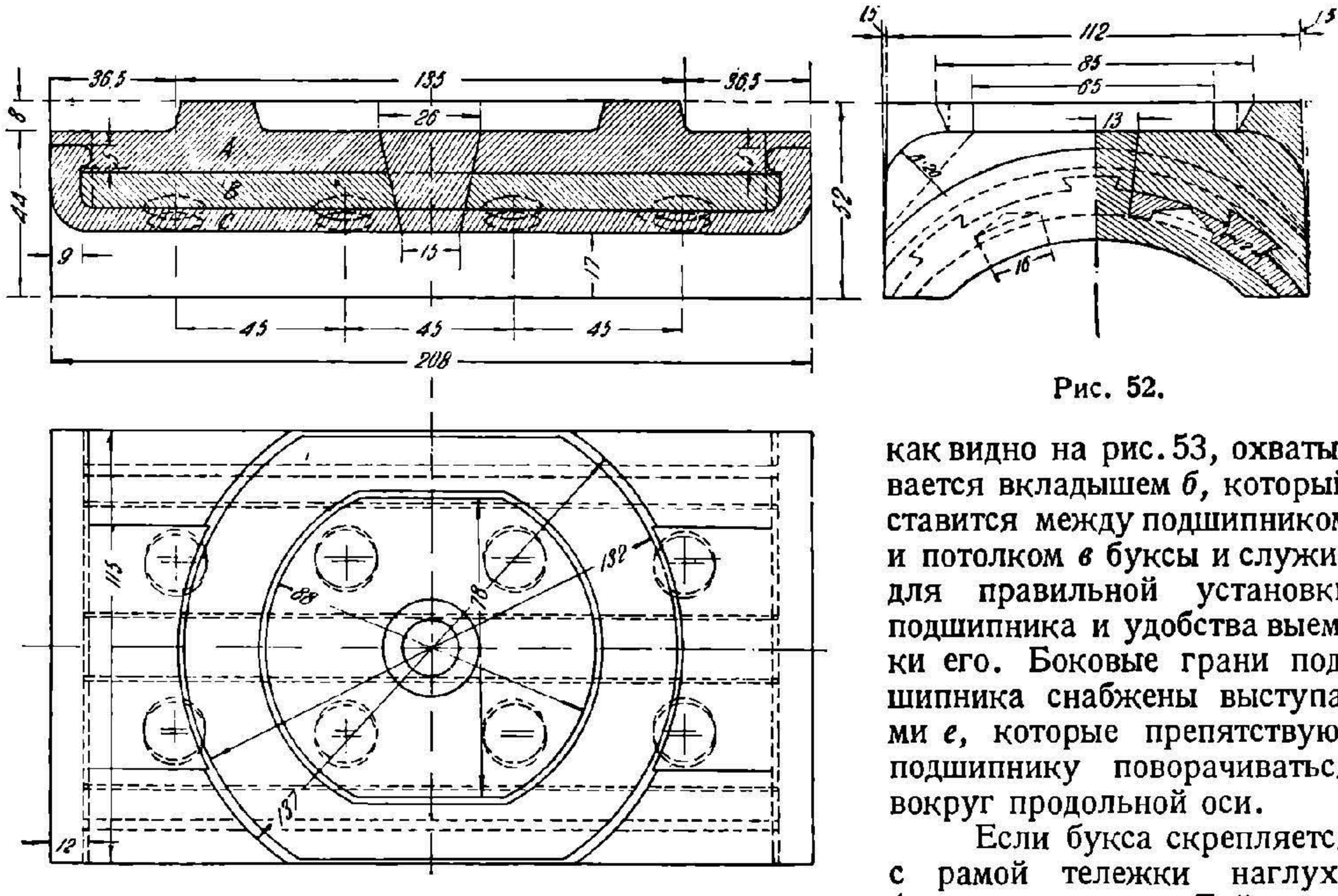


Рис. 52.

как видно на рис. 53, охватывается вкладышем *б*, который ставится между подшипником и потолком *в* буксы и служит для правильной установки подшипника и удобства выемки его. Боковые грани подшипника снабжены выступами *е*, которые препятствуют подшипнику поворачиваться вокруг продольной оси.

Если букса скрепляется с рамой тележки наглухо (как в тележках Даймонда, описанных в разделе «Тележки»), то верхнюю поверхность вкладыша делают цилиндрической, как показано на рис. 54. Это дает возможность некоторого свободного перемещения подшипника в случае перекоса рамы тележки. Если же букса свободно установлена в раме тележки, то верхнюю поверхность вкладыша делают плоской и она плотно прилегает к верхней стенке буксы.

В цельных буксах германских железных дорог (рис. 48) вкладышей не ставят, но подшипники снабжены поперечными ребрами, которыми они соприкасаются с верхней и боковыми стенками буксы и удерживаются от перемещения в буксе.

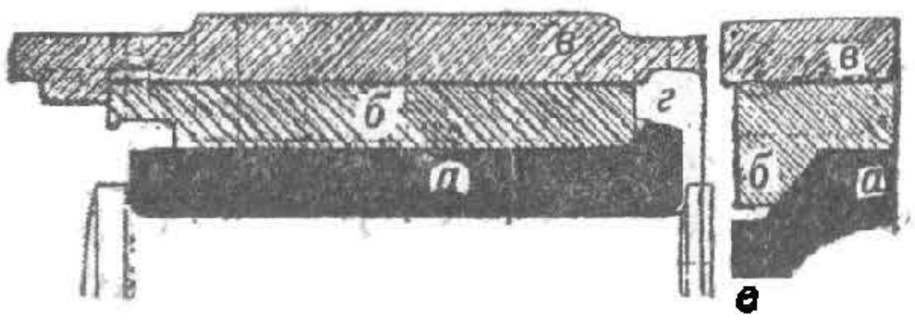


Рис. 53.

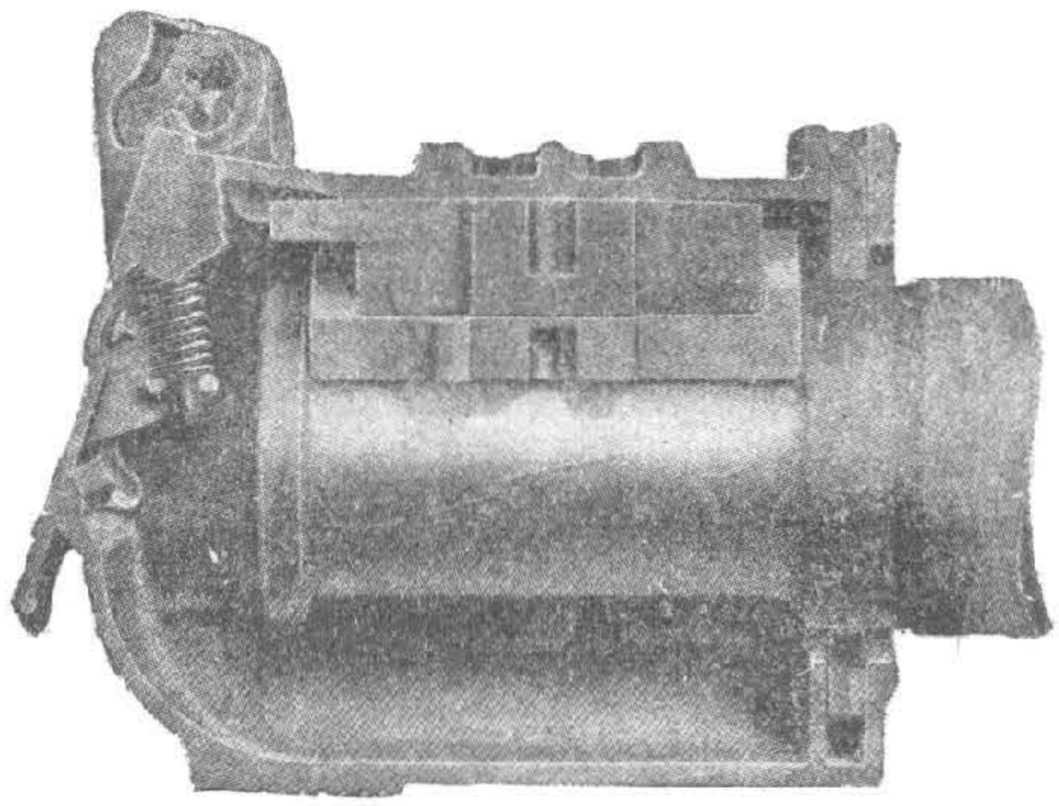


Рис. 54.

Для обеспечения возможности перемещения (разбега) подшипника вдоль шейки подшипник делается на наших дорогах обычно на 2-3 *мм* короче шейки.

Для заливки подшипников наших вагонов применялся бабит следующих составов:

Род вагонов	Олово	Сурьма	Медь	Свинец	Примеси
Пассажирские	11,5—12,5	14—16	2,75—3,25	71,65—67,75	0,5
Грузовые	—	16—18	1,3—1,75	72,2—79,75	0,5

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Этот бабит при нагревании до температуры 180—200° Ц размягчается, а при более высокой температуре плавится, поэтому в последнее время у нас начали применять для заливки вагонных подшипников кальциевый бабит, в состав которого входят свинец, кальций (0,75—1,1%), натрий, (0,7—1%). Этот сплав выдерживает продолжительное нагревание и расплавляется при температуре около 600° Ц. При сильном нагревании подшипника, когда смазка в буксе начинает уже кипеть и дымиться, этот бабит остается еще неповрежденным.

После заливки подшипника этим сплавом не требуется пришабривать подшипник к шейке. Заливка производится в особых формах.

На наших дорогах наименьшая допускаемая толщина бронзовых подшипников для пассажирских вагонов установлена в 20 *мм*, а товарных—15 *мм*. Новые подшипники изготовляются для пассажирских вагонов толщиною в 25 *мм*, считая вместе с заливкою бабитом, и для товарных—27 *мм*.

Толщина вкладышей цельных букс наших вагонов такая же, как и подшипников, т. е. 25 *мм*.

19. Буксы с роликовыми подшипниками

Увеличение скорости движения поездов вызывает стремление уменьшить сопротивление движению поездов и создать наиболее благоприятные условия работы осевых шеек, являющихся самой ответственной частью вагона. Это стремление привело к переходу от подшипников скольжения к подшипникам качения, т. е. к роликовым подшипникам. В число мероприятий по реконструкции транспорта входит замена подшипников скольжения роликовыми подшипниками, что уже частично и осуществляется на наших дорогах.

Первые роликовые подшипники появились в Швеции в 1911 г.

Сначала были применены шариковые подшипники к вагонным буксам, но этот опыт оказался неудачным, так как шарики при тех размерах, которые допускаются вагонными буксами, не выдерживают больших давлений, получающихся как от нагрузки на осевые шейки, так и от ударов, возникающих от толчков при движении поезда и трогании его с места. Поэтому перешли к роликовым подшипникам, результаты опытов с которыми оказались вполне благоприятными.

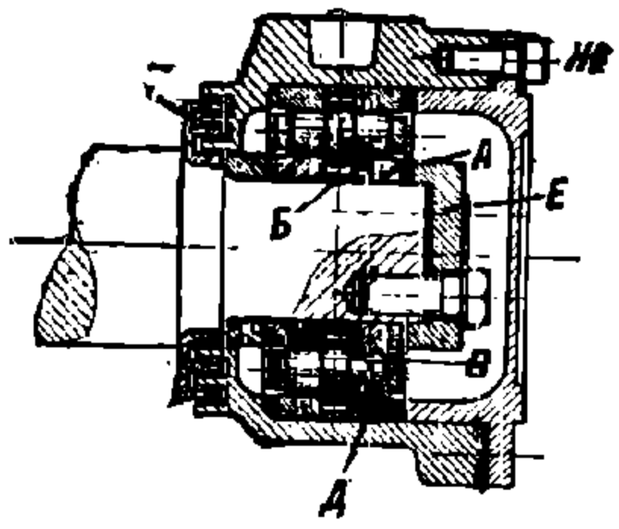


Рис. 55.

Одна из первых конструкций роликовых подшипников (Иегера в Эльберфельде) представлена на рис. 55. На осевую шейку плотно пригоняется стальная втулка *А* с выемкой *Б* посредине по всей окружности. Вокруг втулки уложены ролики *В* таким образом, что кольцевые выступы роликов входят в выемку *Б* втулки. Снаружи ролики охватываются втулкой *Д*, плотно входящей в буксовую коробку и имеющей такую же кольцевую выемку, как втулка *А*. С торцовой стороны шейки втулка *А* соприкасается с шайбой *Е*, укрепленной шпильками, а с противоположной стороны—со втулкой *Г*, напрессованной на предподступичную часть оси и снабженной кольцевым гребнем с желобками. В эти желобки входят выступы задней части буксовой коробки, образуя лабиринтный затвор, обеспечивающий непроницаемость буксы. Спереди букса закрывается крышкой, укрепляемой шпильками.

При вращении оси втулка *А* катится по роликам, вызывая их вращение.

Будучи простыми по конструкции, описанные роликоподшипники обладают существенными недостатками, заключающимися в том, что при некотором перекосе буксы ролики, имея цилиндрическую поверхность, ущемляются и трение катания переходит в трение скольжения при более неблагоприятных условиях, чем в обыкновенных подшипниках.

Применение первых роликоподшипников выявило те основные задачи, которые должны быть разрешены при разработке конструкции роликоподшипников, а именно: 1) установление правильного направления роликов и устранение возможности трения между ними и 2) восприятие осевого давления в одном и другом направлении.

Эти задачи были удачно разрешены конструкцией подшипников *SKF*, в которых достигнуты самоустанавливаемость роликов и восприятие осевого давления в обоих направлениях. В этих подшипниках роликам придана сферическая поверхность,

НТБ УАУЖТ (ДИТ)

причем разработано два типа букс: 1) с двумя подшипниками на каждой шейке и 2) с одним подшипником.

Букса с двумя подшипниками применяется преимущественно для пассажирских вагонов или вообще для вагонов, обращающихся с большими скоростями. Как видно из рис. 56, роликоподшипники установлены на конических втулках *а*, насаженных на шейку и закрепленных на ней гайкой *б*. Подшипник состоит из внутренней *в* и наружной *г* стальных закаленных втулок и из среднего кольца *д* с ячейками для удержания роликов. Ролики *е* имеют слегка бочкообразную форму, у которой одно донце больше другого. Большим донцем ролики обращены к среднему кольцу с ячейками, к которому и прижимаются благодаря этому при вращении. Выточки на внутреннем кольце в точности соответствуют боковой поверхности ролика и наклонены симметрично к оси вращения шейки. Наружное кольцо с внутренней стороны расточено по сферической поверхности, по которой могут катиться ролики, образуя угол с осью шейки.

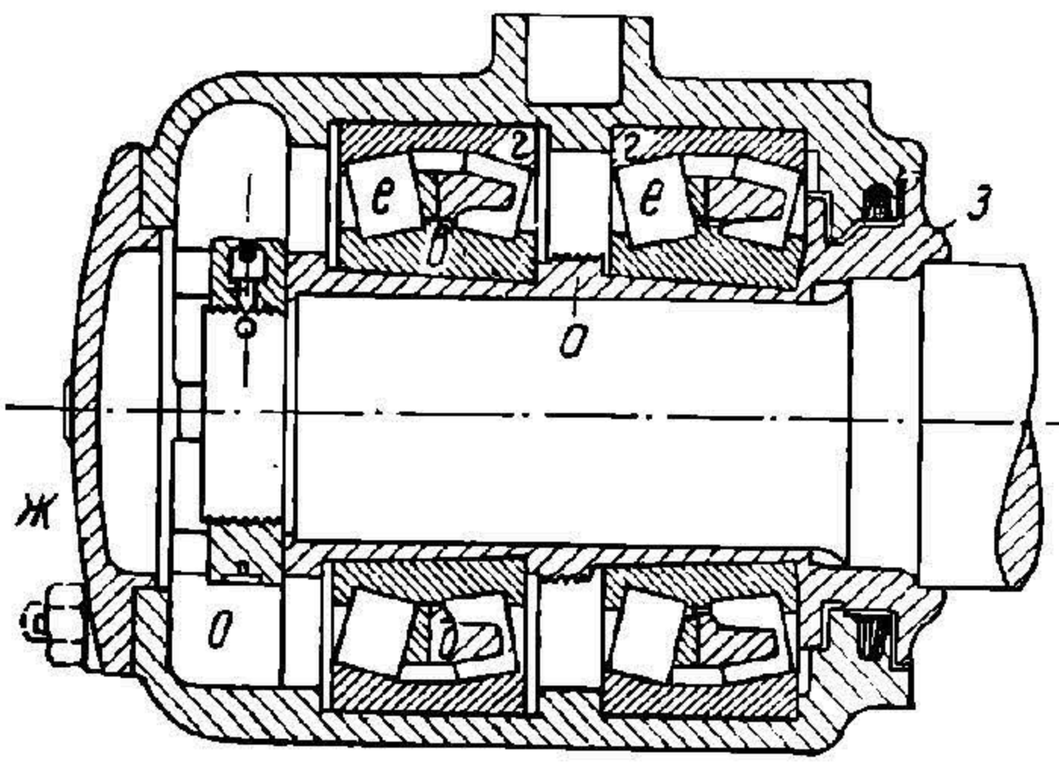
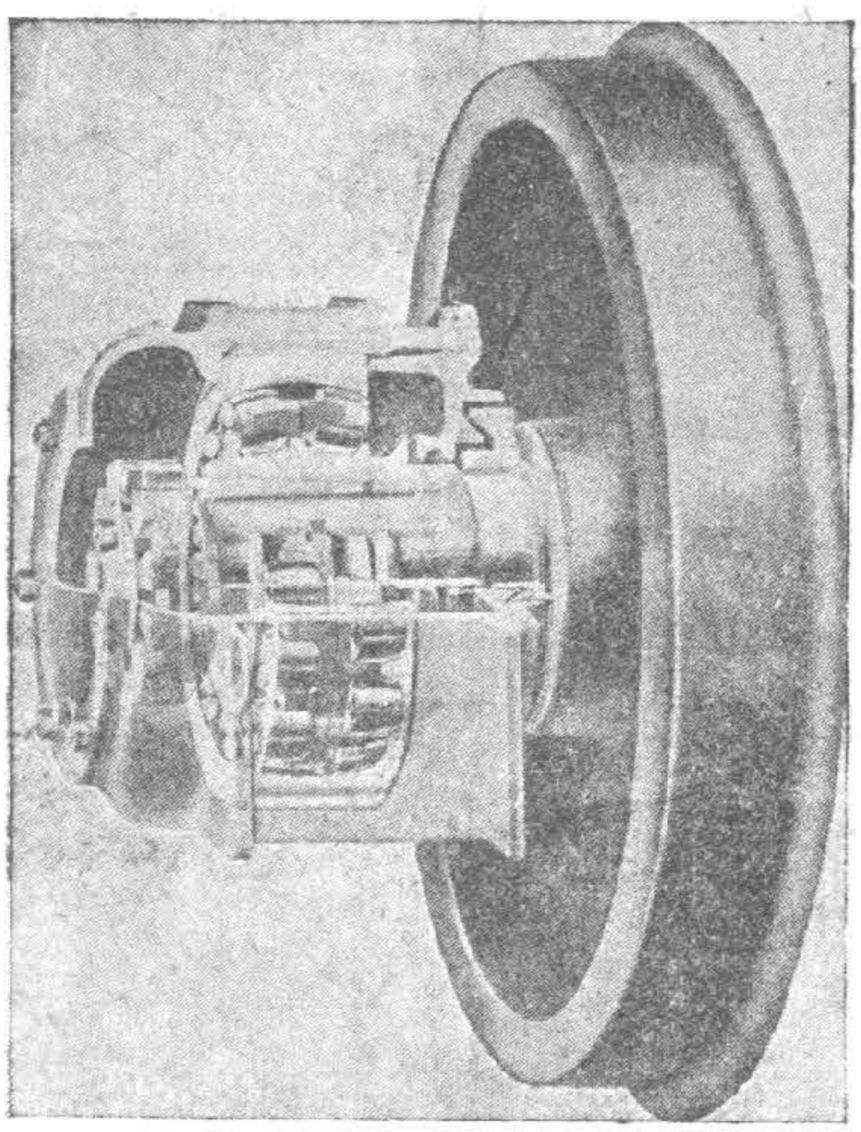


Рис. 56.

Букса состоит из двух половин, разделенных по горизонтальной линии и соединенных между собою четырьмя болтами. С передней стороны букса снабжена крышкой *ж*. Буксовый затвор *з*, насаживаемый наглухо на ось, состоит из комбинации лабиринтного соединения и уплотнения войлочным кольцом. В дне буксы устроен канал, проходящий вдоль буксы под наружными кольцами подшипников и служащий для распределения смазки по различным частям буксы. Внутренние втулки подшипника насажены на ось с тугой прессовой пригонкой, препятствующей перемещению внутренней втулки по шейке.

Подобные же буксы устраиваются с одним роликоподшипником. На рис. 57



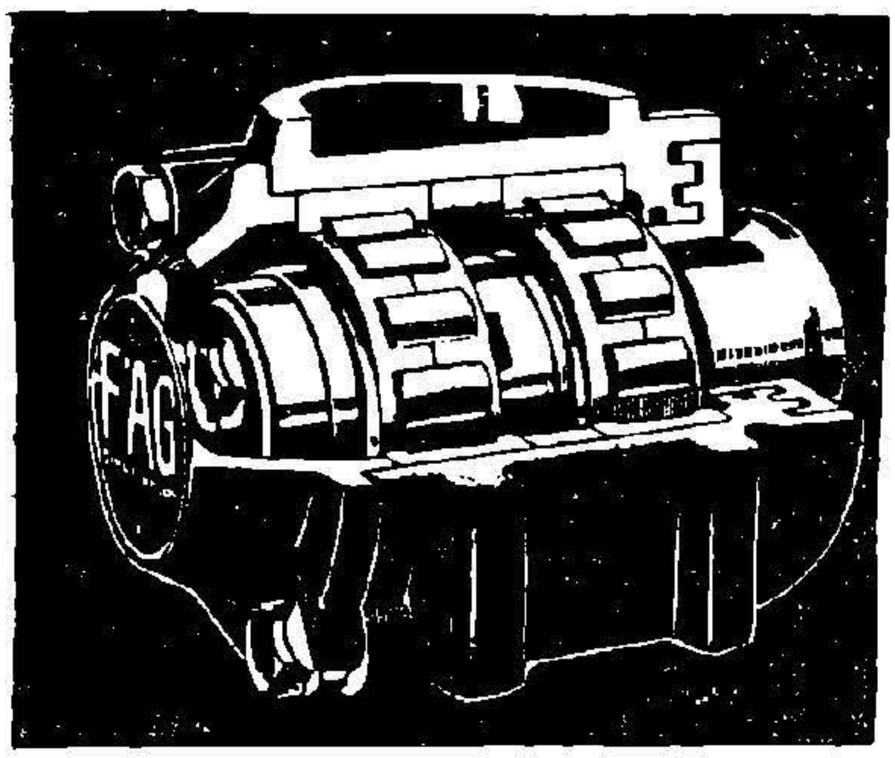


Рис. 58.

изображен роликовый подшипник (эскаэф) SKF, заключенный для возможности рассмотрения его в прозрачную буксу.

У нас роликовые подшипники *SKF* применены в вагонах электрифицированных дорог.

После удачных опытов применения шведских роликоподшипников *SKF* появились в Германии роликовые подшипники Фишера и в Америке—подшипники Тимкена. Букса с роликовым подшипником Фишера показана на рис. 58. Подшипник состоит из двух рядов цилиндрических роликов, заключенных в обоймы. Снаружи ролики охватываются кольцами, вделанными в корпус буксы. На осевую шейку, так же, как и в

НТБ УАДИ (ДГТ)

случае подшипника SKF, надевается стальная втулка, по которой катятся ролики при вращении шейки. На рис. 58а показана другая конструкция буксы с цилиндрическими роликами.

В буксе Тимкена (рис. 59) ролики имеют слегка коническую форму. Они расположены в два ряда с наклоном в противоположные стороны, причем более широкие основания их обращены во внутрь. Ролики помещаются во втулке (рис. 60) и охватываются снаружи кольцом. Внутренняя втулка *а* надевается на шейку оси непосредственно и упирается в заплечик задней галтели, между тем как в подшипниках SKF на осевую шейку предварительно запрессовывается стальная втулка. Коничность роликов способствует устранению жесткой передачи боковых усилий от шейки оси на раму тележки.

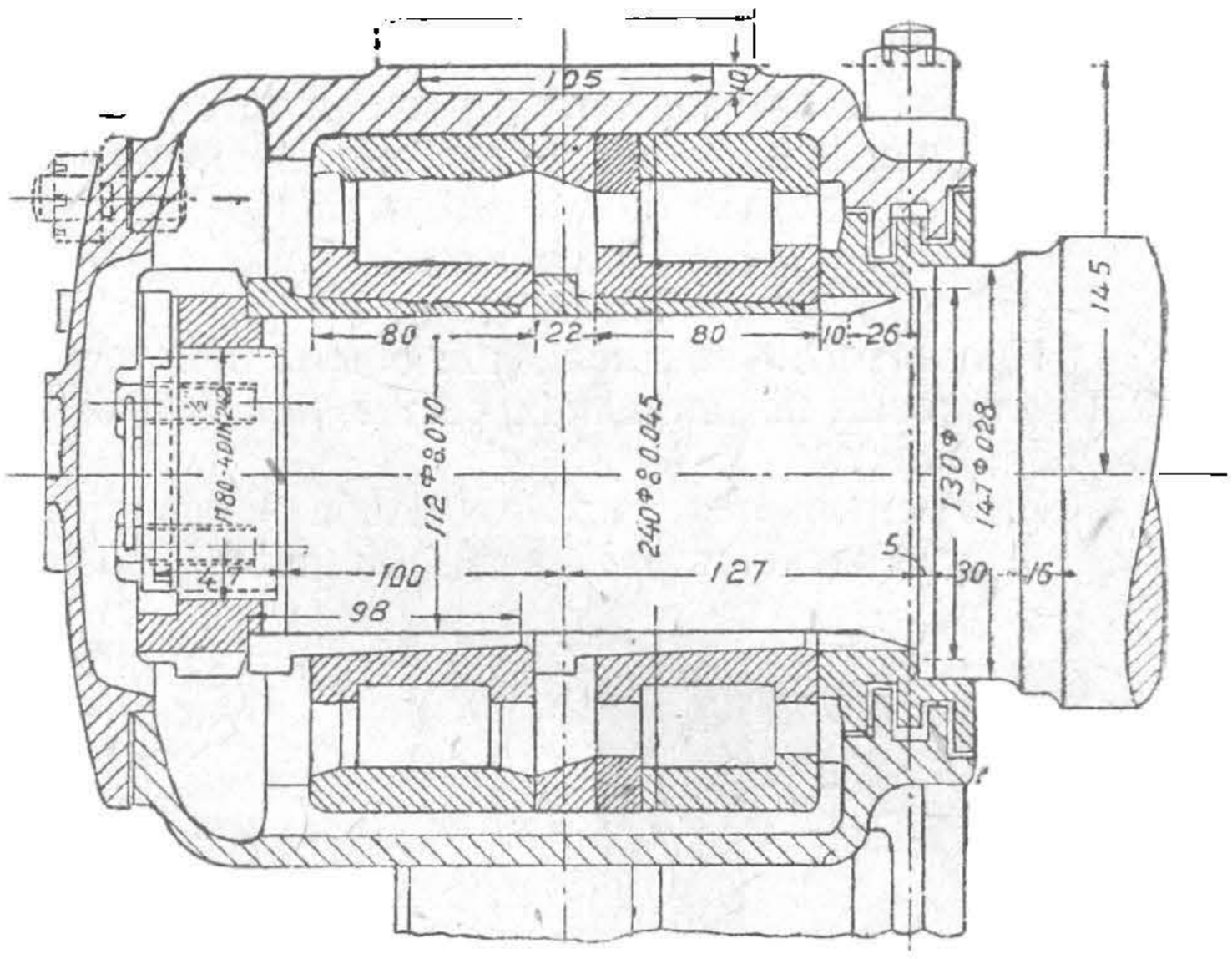


Рис. 58а.

Ролики для роликоподшипников изготовляются из твердой хромоникелевой или хромомарганцевой стали.

Помимо устройства букс с роликовыми подшипниками, в Америке встречается (пока в виде опыта) применение роликов между ступицей колеса и осью, т. е. ось делается неподвижной, а колесо вращается вместе с муфтой, насаженной на ось. На рисунке 61 изображено такое устройство. Здесь буквою *А* обозначена муфта, надетая свободно (с зазором) на ось, *Б*—кольцо, запрессованное на подступичной части оси, *В*—обойма с роликами, *Г*—кольцо, запрессованное в муфте, *Д*—букса с подшипником скольжения.

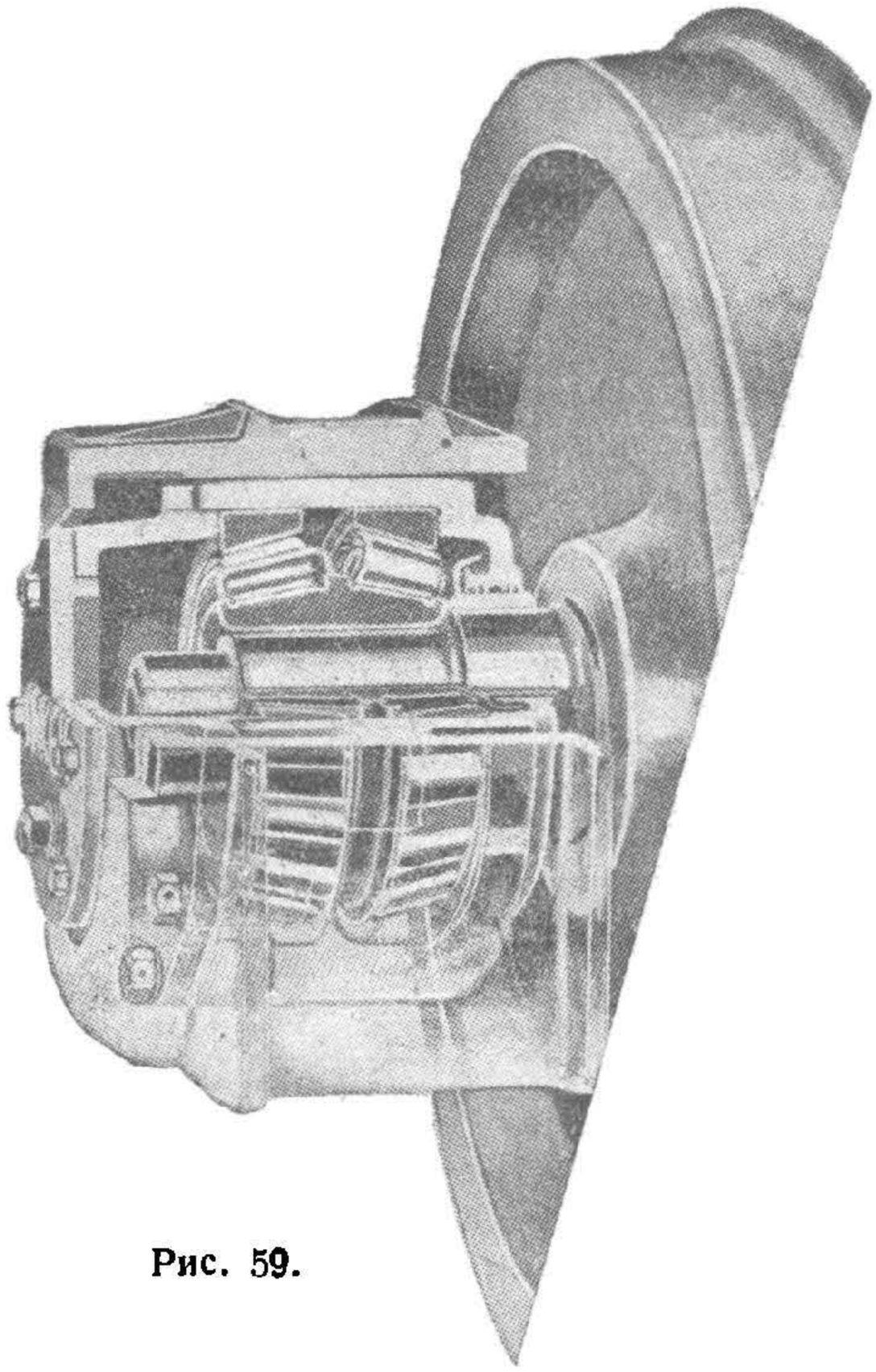


Рис. 59.

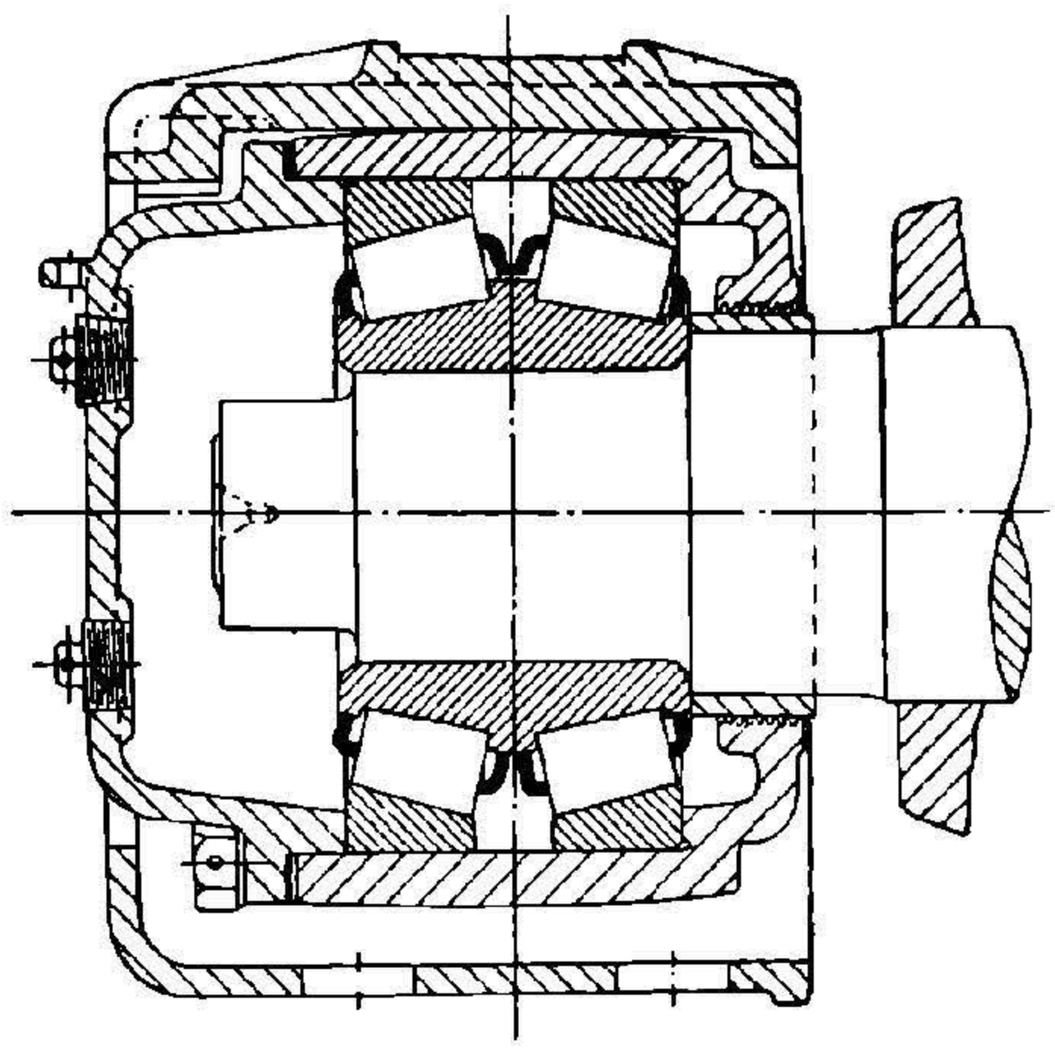


Рис. 60.

Такое устройство применяется с целью устранения необходимости заменять колесные оси при переходе с подшипников скольжения на роликовые подшипники, но оно слишком сложно и требует наличия подшипников двух родов: и роликовых и

НТБ УДУНТ (ДИТ)

скольжения. Подшипники скольжения в этой конструкции служат для передачи давления от осевой шейки корпусу буксы.

Эксплоатация вагонов на роликовых подшипниках как на наших железных дорогах, так и на заграничных показала значительное преимущество роликовых подшипников перед скользящими. Эти преимущества сводятся к следующему:

1. Уменьшается сопротивление движению поезда (по заграничным данным):
при скорости в 30 *км/час* на 18%
» » » 60 *км/час* на 12%
» » » 70 *км/час* на 8%

Кроме того, как показали опыты при трогании поезда с места, сопротивление при роликовых подшипниках составляет только 15% сопротивления при скользящих подшипниках.

2. Уменьшается расход топлива паровозами до 12%.
3. Уменьшается расход смазки на 80% по сравнению со скользящими.

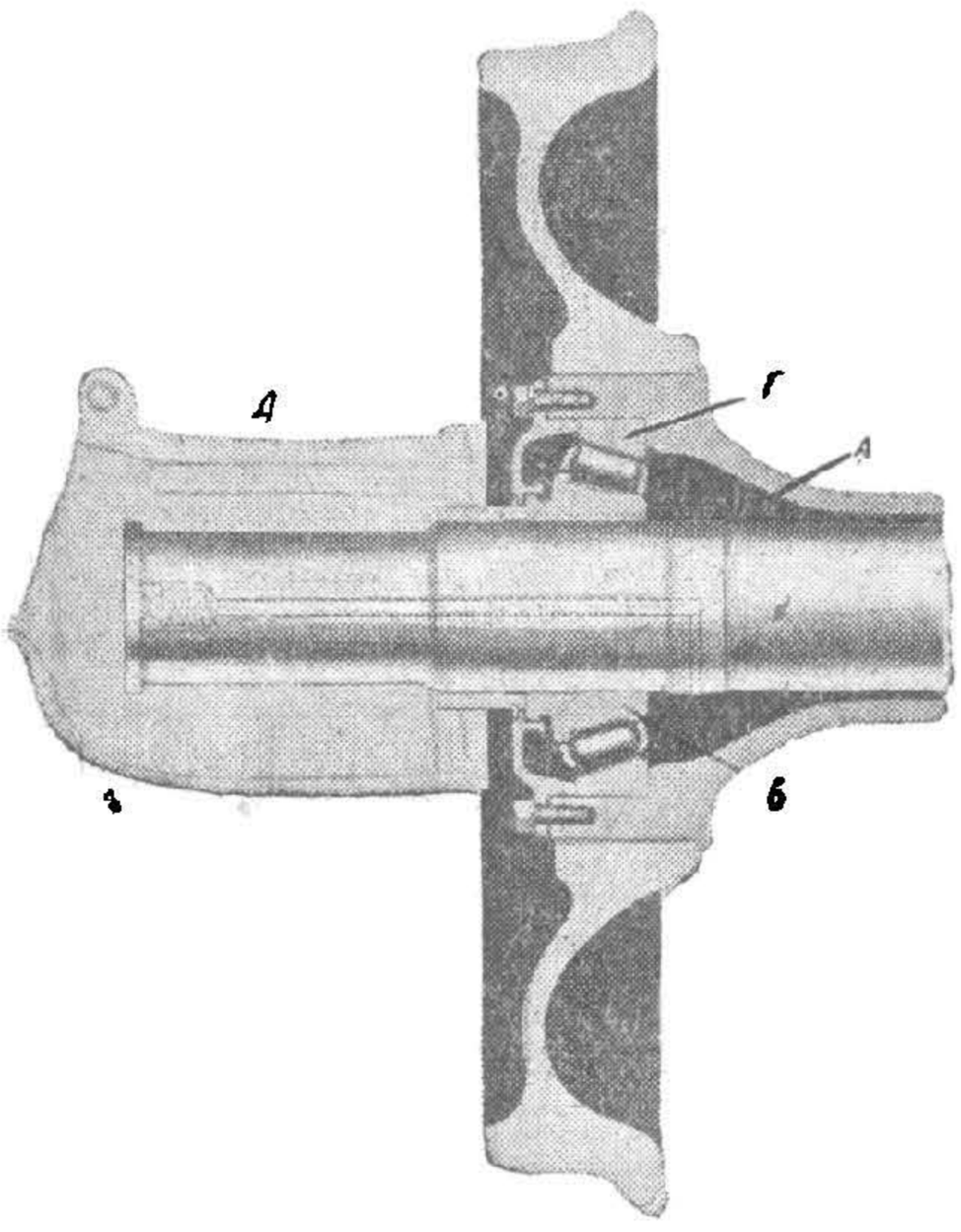


Рис. 61.

4. Отпадают расходы, связанные с непрерывным обслуживанием при скользящих буксах.

5. Почти совершенно исключается горение букс и сокращаются все расходы, связанные с этим злом при скользящих подшипниках.

К недостаткам роликовых подшипников относится:

1) высокая стоимость;

2) роликовые подшипники требуют высокосортной стали;

3) роликовые подшипники более чувствительны к толчкам, возникающим во время движения вагона от неровностей пути, выбоин на поверхности катания бандажей и от ударов в поперечном направлении вагона.

Наблюдение за работой роликовых букс показывает, что величина коэфициента трения практически почти не зависит от скорости вращения цапфы, температуры и смазки. Коэфициент трения при практических подсчетах можно принимать от 0,003 до 0,001, в то время как в скользящих подшипниках коэфициент трения колеблется от 0,01 до 0,006.

Смазка в роликовых буксах имеет совершенно иное значение, чем в скользящих, так как коэфициент трения качения не уменьшается при смазке, а, наоборот, увеличивается. Сила трения совершает работу на деформацию соприкасающихся поверхностей (роликов и обойм), поэтому смазка в роликовой буксе является посторонним телом, на перемещение которого надо затратить некоторую работу. Смазка роликовых букс служит только для того, чтобы предохранить ролики от ржавления.

РАЗДЕЛ III

РЕССОРЫ, ТЕЛЕЖКИ И СВОБОДНОУСТАНАВЛИВАЮЩИЕСЯ ОСИ

А. Рессоры

20. Назначение рессор и основные понятия

Рельсовый путь, по которому движется подвижной состав, имеет неровности, вызываемые наличием стыков между рельсами, неточной укладкой рельсов, неравномерным износом их и другими обстоятельствами. С другой стороны, поверхность катания бандажей не всегда бывает правильна и, кроме того, на ней имеются прокат и выбоины. Все это создает толчки и удары, испытываемые вагонами. Для поглощения

НЕ УДАЛЯТЬ (ДПТ)

их устраивают рессоры, представляющие упругие части, посредством которых рама вагона соединяется с колесными парами. Поглощая удары и толчки, рессоры предохраняют от них раму и кузов вагона. Благодаря этому они сообщают плавность движению вагона и способствуют сохранению его от преждевременного износа. В то же время, передавая упруго давление от кузова и рамы вагона на колесные пары, рессоры предохраняют и рельсовый путь от преждевременного износа, вызываемого ударами вагона, которые происходят при прохождении неровностей пути.

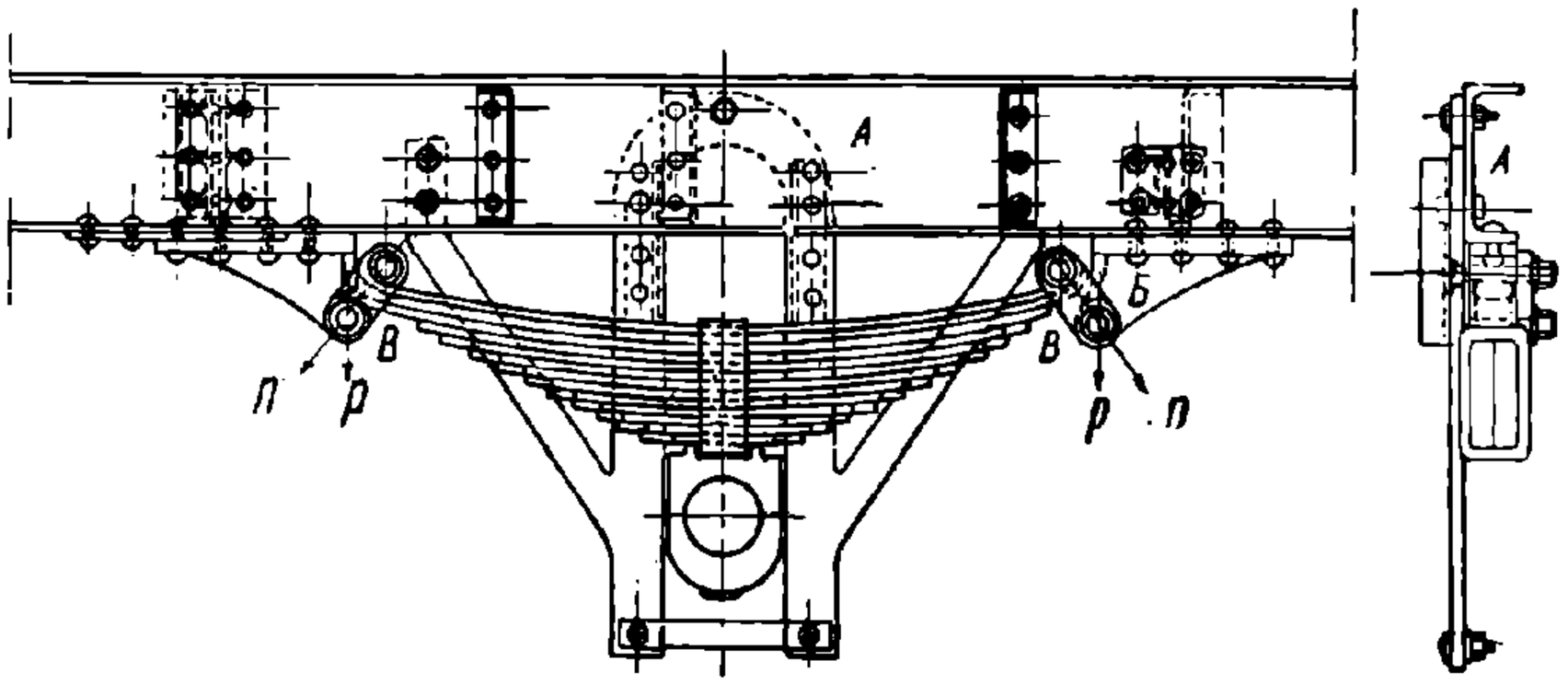


Рис. 62.

Соединение рессор с вагонной рамою называется р е с с о р н ы м п о д в е ш и в а н и е м. Простейшее рессорное подвешивание изображено на рис. 62. К раме *А* вагона прикреплены державки *Б*, соединенные посредством серег *В* с концами рессоры. Давление *Р* от кузова и рамы вагона, передается через державки и рессорные серьги, как показано на рисунке стрелками *П*. Эти силы, действующие на концы рессоры, производят отгибание концов рессор.

Рессора, воспринимая мгновенную силу удара, прогибается, причем при прогибе напряжение ее в листах постепенно возрастает. Вследствие этого давление рессоры на подвески будет увеличиваться постепенно. Таким образом, посредством рессор мгновенная сила удара превращается в постепенное действие силы. Кроме того, рессора получает удар в одной точке—в месте соединения ее с буксой, а передает на две подвески, причем на каждую подвеску передается сила, уменьшенная в два раза.

При изготовлении рессоры листы ее выгибают по дуге круга, так что она в свободном состоянии имеет изогнутую форму, как показано на рис. 63. Расстояние *АБ* между центрами ушков рессоры называется хордою рессоры, а расстояние *С* от хорды до верхнего листа рессоры—ф а б р и ч н о ю с т р е л о ю. Таким образом, фабричною стрелою называется та стрела, которая придается рессоре при ее изготовлении. Находясь под действием груза, рессора выпрямляется. Чем больше груз, действующий на рессору, тем больше приближаются к горизонтальному положению ее листы. При этом хорда рессоры увеличивается, а стрела уменьшается. Та стрела, которую рессора получает под действием груза называется с т р е л о ю п р о г и б а рессоры. Когда листы рессоры примут горизонтальное положение, показанное пунктиром на рис. 63, то стрела прогиба станет равной нулю. Разность между фабричной стрелой и стрелою прогиба называется п р о г и б о м р е с с о р ы. Чем больше груз, действующий на рессору, тем больше ее прогиб и тем меньше становится стрела прогиба ее.

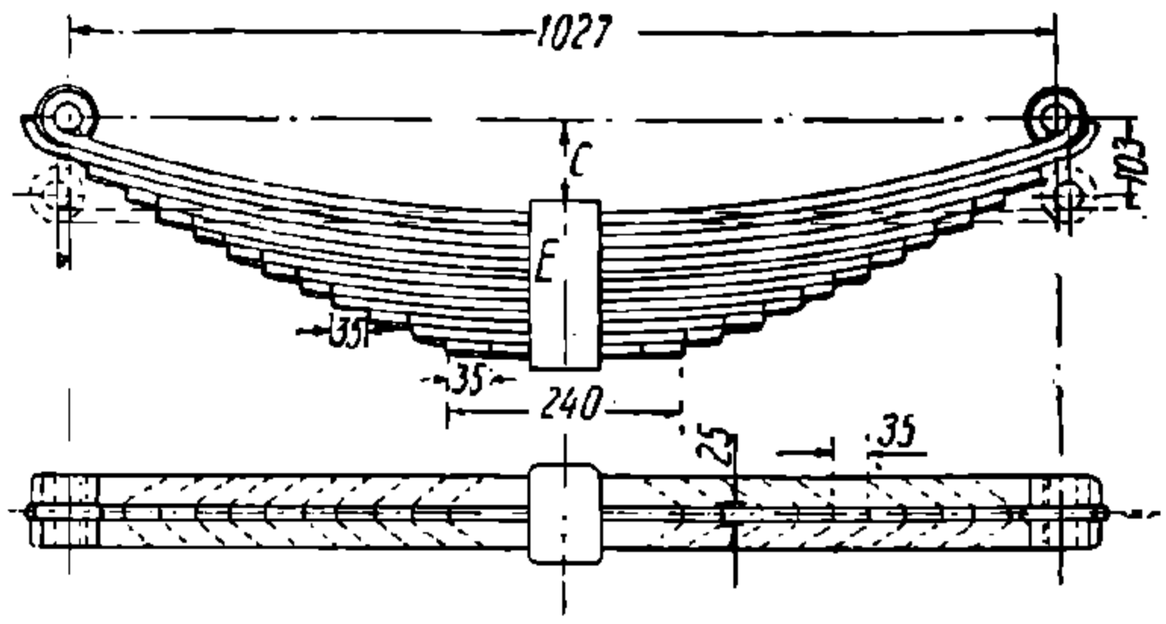


Рис. 63.

Прогиб, который получает рессора под груженым вагоном, находящимся в покое, зависит от величины груза и от качества стали, из которой изготовлена рессора. При движении вагона рессора получает еще дополнительный прогиб от толчков и ударов, испытываемых колесными парами вагона. Величина этого дополнительного прогиба не постоянна: она изменяется в зависимости от силы удара. Общий прогиб рес-

ГВ УДИТ (ДИТ)

соры, получаемый ог груза в спокойном состоянии и от ударов во время движения, не должен быть в совокупности больше фабричной стрелы рессоры. Иначе говоря, рессора не должна прогибаться дальше горизонтального положения листов.

Чем больше прогиб рессоры, т. е. чем больше разность между фабричной стрелою и стрелою прогиба в разных рессорах при действии одного и того же груза, тем мягче рессора.

21. Системы рессорного подвешивания

В изображенном на рис. 62 рессорном подвешивании вес вагона передается от рамы на колесные пары через одну систему рессор с жесткими подвесками. Это подвешивание называется одиночным. Такое подвешивание применяется в товарных и багажных вагонах; в пассажирских же вагонах оно встречается редко, так как при этом ход вагона очень жесткий.

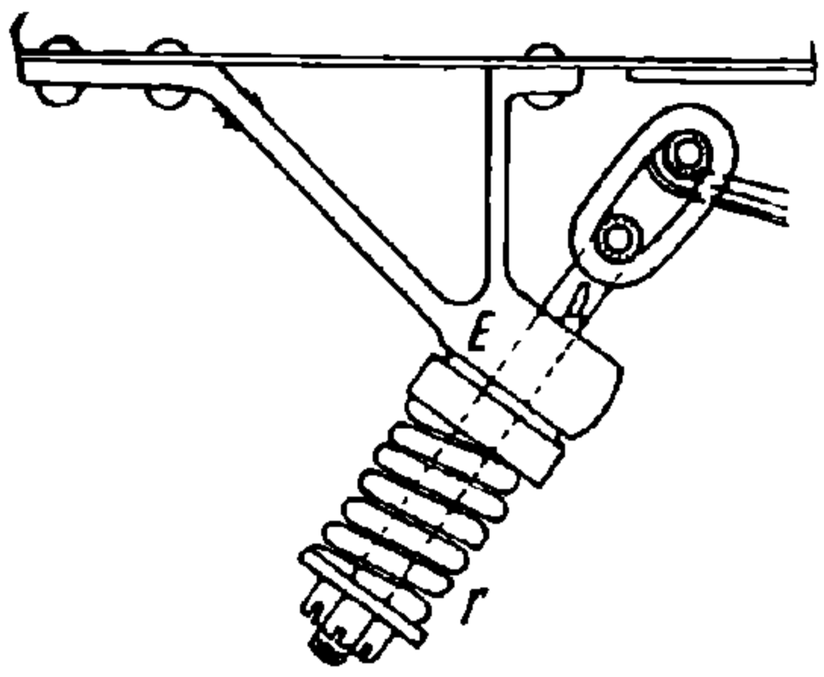


Рис. 64.

Для увеличения мягкости хода вагона применяется двойное и тройное подвешивание. Двойное подвешивание в двух и трехосных вагонах достигается применением рессорных подвесок со спиральными пружинами (рис. 64). В этом случае давление от рамы и кузова вагона передается через державки *Е* на спиральные пружины *Г*, представляющие подвешивание с натяжным болтом *Д*, конец которого снабжается спиральной пружиной *Г*, закрепленной на болте корончатой гайкой с шайбой, а от последних через болт *Д* — на концы листовых рессор. Таким образом, одну систему рессор представляют спиральные пружины, а другую—листовые подвесные рессоры.

В вагонах тележечных двойное и тройное подвешивание осуществляется сочетанием эллиптических, подвесных и спиральных рессор. Эллиптические рессоры имеют овальную форму и помещаются между двумя рядами деревянных брусьев *А* и *В*, образующих так называемую люльку (рис. 65). Люлька посредством подвесок *Е* подвешивается к поперечным балкам рамы тележки, а рама *Р* через посредство спи-

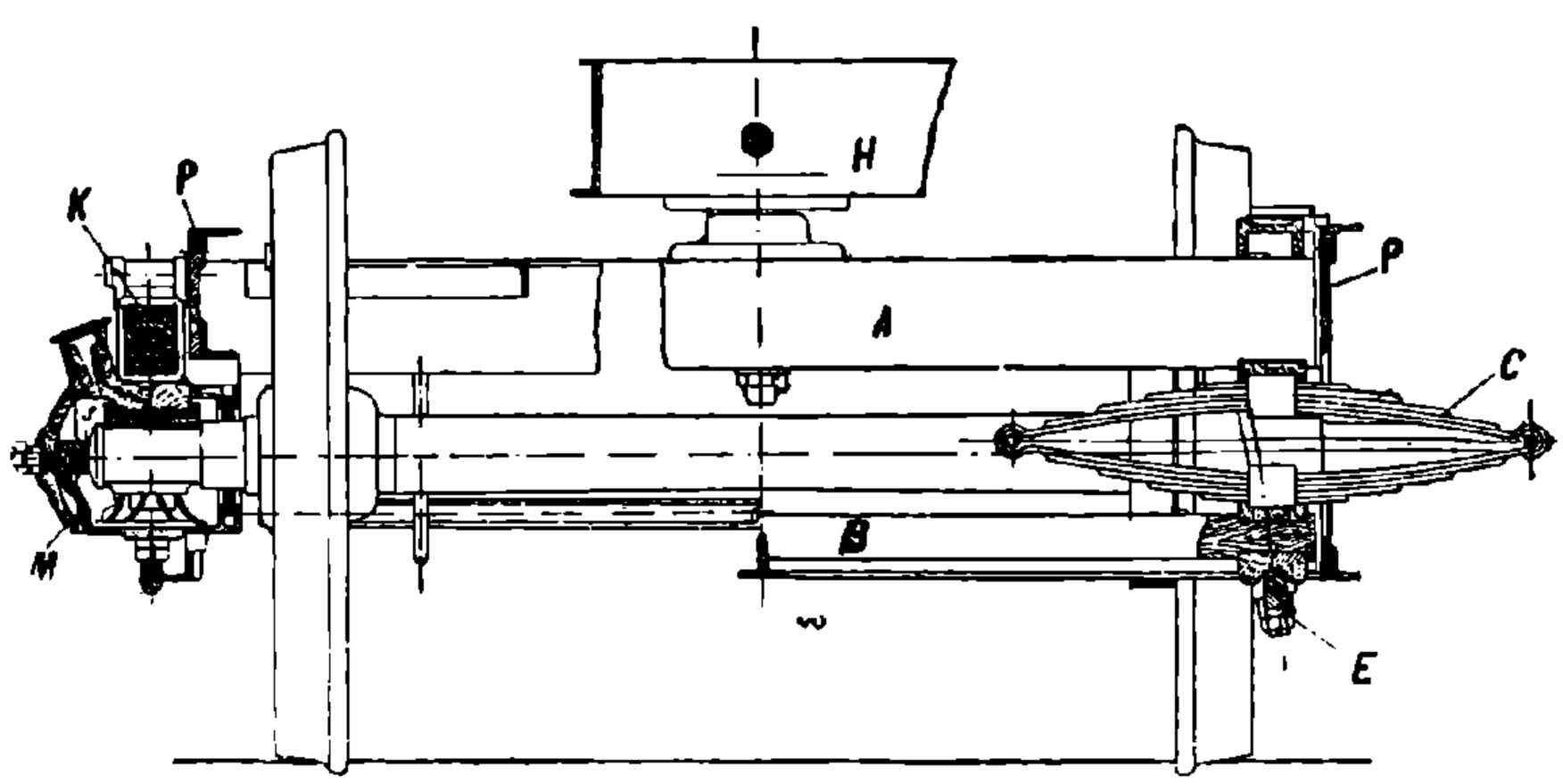


Рис. 65.

ральных или подвесных рессор *К* опирается на буксы *М*. Рама вагона *Н* опирается на верхний брус *А* люльки, от которого давление через эллиптические рессоры передается на нижний брус *В*, от последнего через подвески *Е*—на раму тележки, а от рамы через рессоры—на буксы.

22. Подвесные рессоры

Подвесные рессоры (рис. 63) состоят из нескольких выгнутых по дуге круга листов прямоугольного поперечного сечения, плотно пригнанных один к другому и схваченных посредине туго надетым хомутом *Б*, так что рессора представляет как бы одно целое. Концы верхнего листа имеют загибы, образуя ушки (рис. 66), и соединяются

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

посредством валиков с подвесными сережками *B* (рис. 62), через которые передается на рессору вес кузова вагона; своею серединою рессоры опираются на верхнюю часть буксы. Иногда вместо ушков по концам верхнего листа образуются утолщения, которые захватываются крючком рессорной подвески.

Для того, чтобы рессора представляла достаточное сопротивление срезывающему усилию действующей в конце ее нагрузки, второй сверху лист заходит за ушки рессоры.

Концы рессорных листов обрезаются по трапеции (рис. 63), так как такая форма представляет более устойчивую опору для лежащих над ними листов. Концы имеют не одинаковую толщину: в широком конце трапеции она равна толщине листа, а к узкому постепенно уменьшается. Это делается с той целью, чтобы придать трапецевидным оконечностям ту же гибкость, как и в остальной части рессорного листа.

Для рессор применяется специальная ж е л о б ч а т а я сталь, имеющая в поперечном разрезе форму, представленную на рис. 67. Такая форма придается рессорной стали для того, чтобы предотвратить сдвиг листов в сторону при игре рессор. Для изготовления рессор сталь разрезается на куски разной длины соответственно размерам отдельных листов рессоры. Концы самого длинного (верхнего) листа загибают, а концы остальных листов, за исключением второго, обрезают сверху по форме трапеции. В каждом листе посредине просверливается отверстие для шпильки.

Затем листы нагревают, выгибают при помощи штампов или шаблонов по одному радиусу и подгоняют один к другому таким образом, чтобы между листами оставался зазор, величина которого постепенно умень-

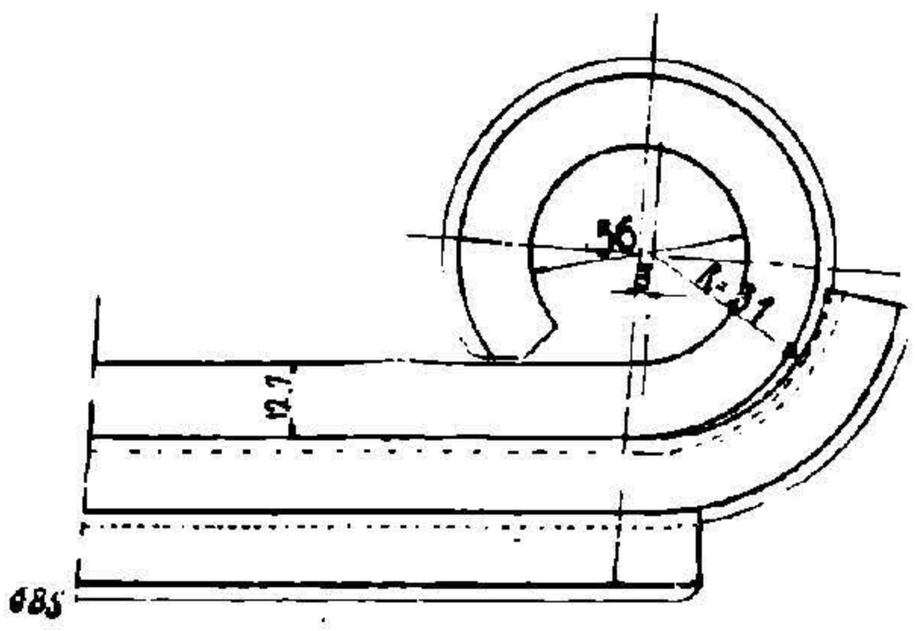


Рис. 66.

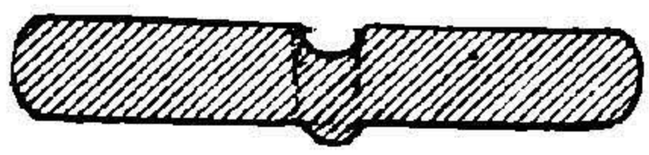


Рис. 67.

шается от верхнего длинного листа к нижнему короткому. Стрелу рессоры при этом делают на 12 *мм* выше фабричной, учитывая осадку под прессом. После этого производится закалка и отпуск листов.

Выправив ударами молотка те листы, которые повело при закалке, промазывают подготовленные и прилаженные листы смесью сала, масла и графита, соединяют их шпилькой и подвергают давлению пресса, после чего листы должны плотно сесть один на другой. Потом проверяется стрела рессоры.

На выверенную рессору надевают хомут в горячем состоянии и обжимают его прессом. Хомут изготовляется либо из полосового железа путем сварки, либо из цельного кольца развальцовкою его до требуемых размеров.

После насадки хомута, пока он еще горяч, рессора погружается в бак с водою. Такой способ изготовления не всегда дает плотную насадку хомута на рессору, вследствие чего бывают случаи сдвига его. В Германии насадка хомутов производится холодным способом. На коренной лист под хомут вводится обстроганная на конус планка из рессорной стали. Между хомутом и планкой загоняется клин концы которого разводятся наподобие чеки для того, чтобы во время работы рессоры он не смог сдвинуться с гнезда.

Изготовленная рессора подвергается испытанию, которое заключается в том, что рессора с заранее измеренною стрелою подвергается действию груза. После снятия груза усадка рессоры не должна быть более 3% от прогиба под нагрузкою. При вторичном обжатии рессоры тем же грузом не должно получаться дополнительной усадки.

После испытания на прогиб (усадку) производится испытание многократной нагрузкой путем качания. Рессора нагружается грузом, и ей сообщается 25 качаний, после чего не должно обнаруживаться добавочной усадки.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

23. Двойные и тройные рессоры

Обладая достаточной гибкостью, рессоры должны быть в то же время и прочными. Но гибкость рессоры тем больше, чем она тоньше, а прочность рессоры, наоборот, тем больше, чем рессора толще. Так как рессора состоит из отдельных листов, наложенных один на другой, то, чтобы увеличить прочность рессоры, нужно увеличить число листов или сделать их толще. Однако, как то, так и другое увеличивает их жесткость. Можно еще усилить рессору, сделав ее шире; но ширину можно увеличивать только немного, так как широкую рессору трудно расположить на буксе и укрепить

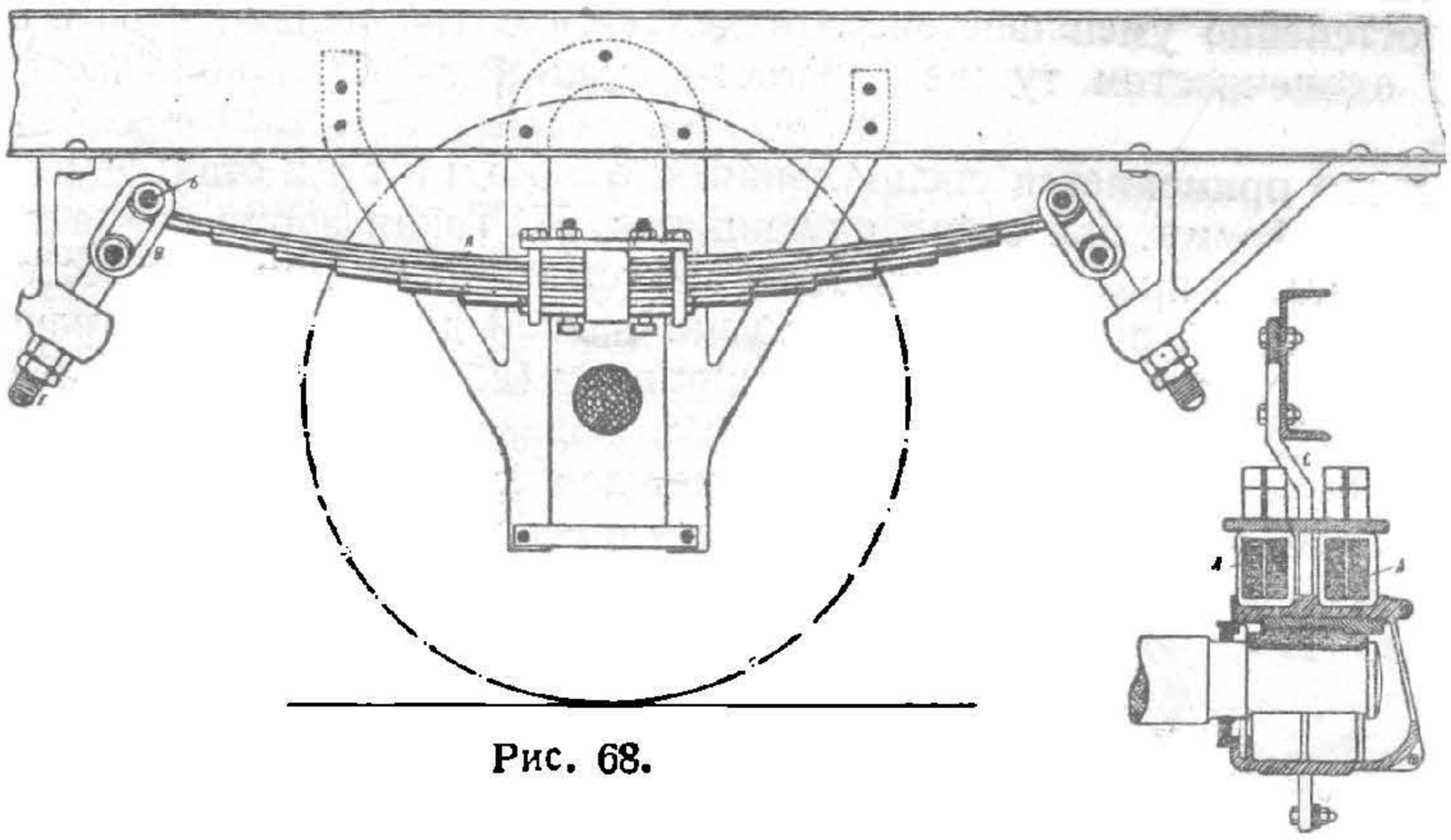


Рис. 68.

в рессорных державках. Поэтому в тех случаях, когда нужно усилить прочность рессор и в то же время сохранить их гибкость, прибегают к устройству двойных и тройных рессор, т. е. вместо одной толстой рессоры над каждой буксой ставят две или три более тонких рессоры, соединенные вместе.

Двойные и тройные рессоры бывают двух родов: 1) д в у х- и л и т р е х р я д н ы е, в которых составляющие рессоры расположены горизонтально, и 2) д в у х- и л и т р е х я р у с н ы е, в которых составляющие рессоры располагаются вертикально.

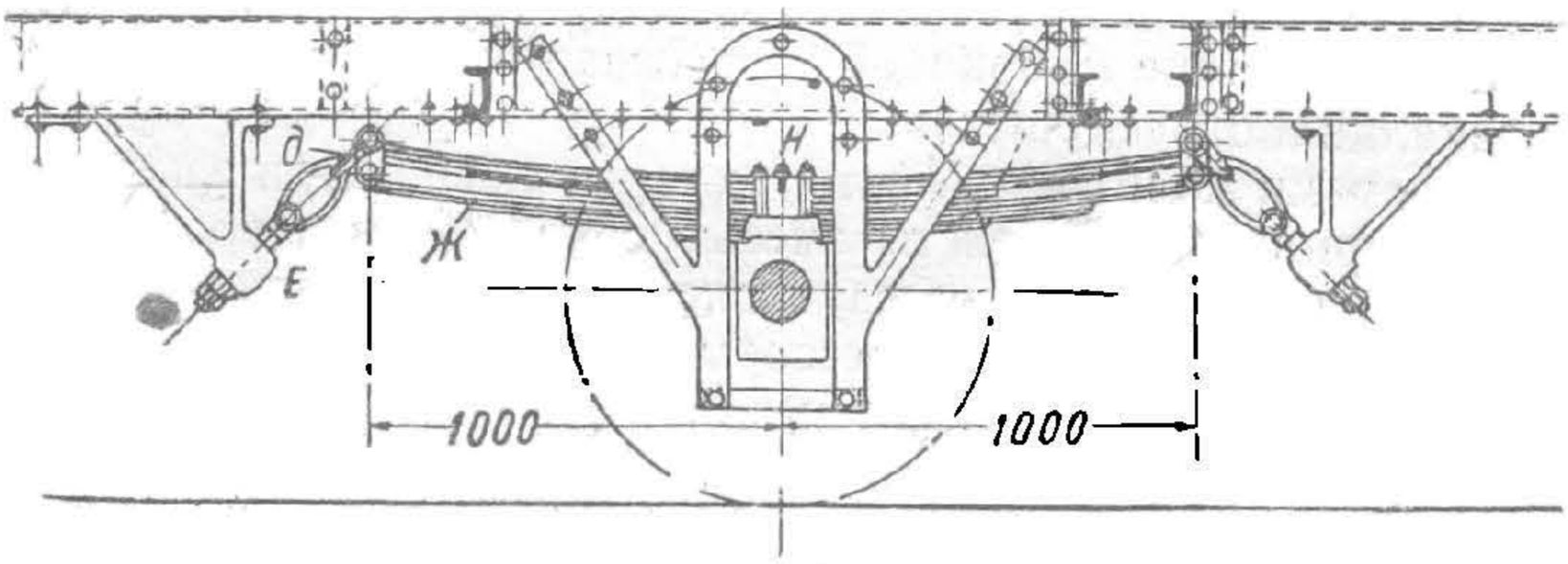


Рис. 69.

На рис. 68 представлена двухрядная рессора, состоящая из двух тонких рессор *А*, которые соединены по концам общими валиками *Б*, проходящими через концевые ушки рессор. На валики надеты овальные кольца *В*, которые служат как для удержания концов рессор на должном расстоянии один от другого, так и для передачи усилия на подвески помощью натяжных болтов *Г*. Каждая рессора снабжена отдельным хомутом. На буксе они располагаются таким образом, что одна из них находится с наружной стороны буксовой лапы *С*, а другая—с внутренней. Каждая рессора несет только половину груза, приходящегося на буксу, поэтому она может быть гораздо тоньше, нежели одиночная рессора. Для надлежащего прикрепления рессор к буксе хомуты их охватываются ребордами соответствующих гнезд, имеющихся на верхней поверхности буксы, а, кроме того, сверху нажимаются планкою *Д* на болтах *Е*.

На рис. 69 представлена двухярусная рессора, состоящая из двух рессор *ж*. Через концевые ушки ресссор проходят валики, на которые надеты с обеих сторон соединяющие их серьги *д*. Рессоры скрепляются одним общим хомутом *н*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

24. Рессорные подвески

Подвешивание листовых рессор к раме вагона или тележки бывает трех родов: 1) на глухих подвесках, 2) с натяжным болтом и 3) пружинное.

Глухое подвешивание, изображенное на рис. 62 и применяемое обычно в грузовых вагонах, представляет собою шарнирное соединение концов рессоры с рессорной державкой *Б* посредством пары планок *а* (рис. 70), носящих название рессорной серьги. Соединение конца рессоры с серьгой и серьги с державкой

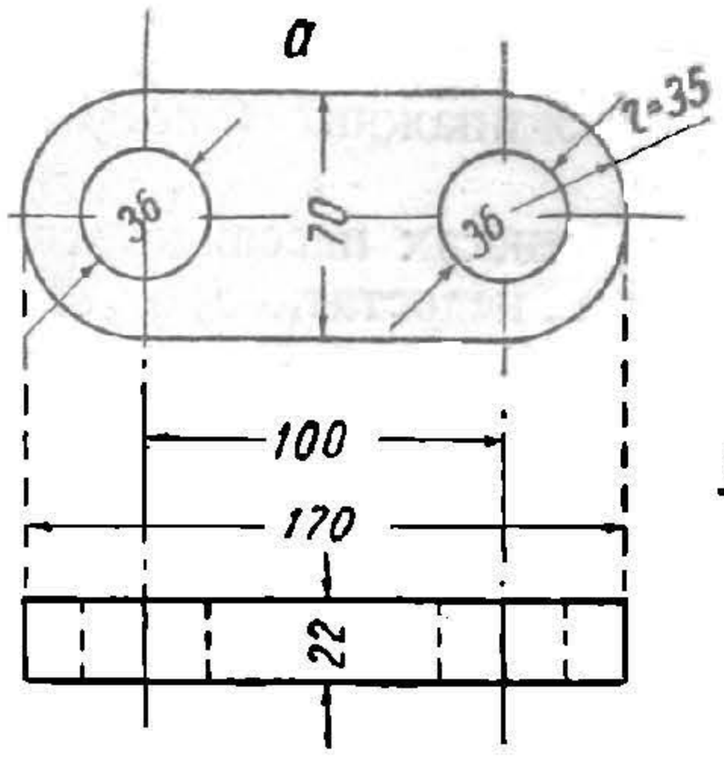
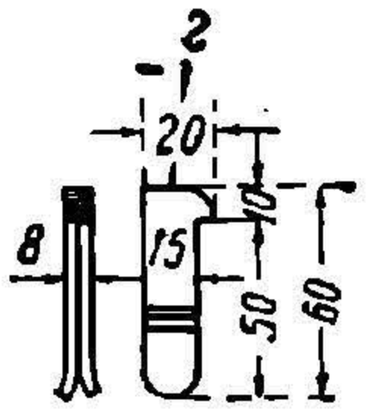


Рис. 70.



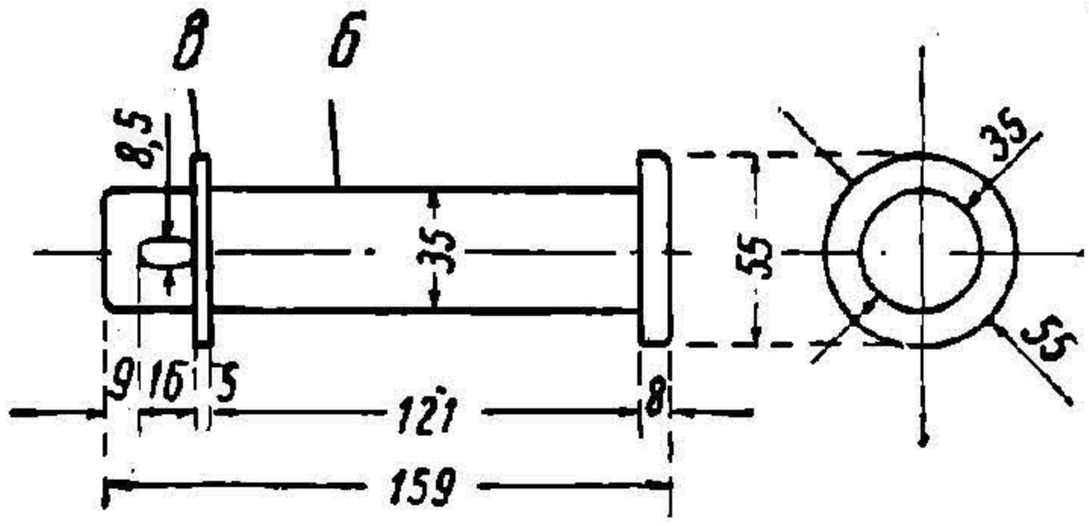


Рис. 71.

производится помощью стальных валиков *б*, имеющих с одной стороны головку, а с другой укрепляемых шайбою *в* и шплинтом *г* (рис. 71). Державка *а*, называемая также рессорной подвеской, изготовляется из полосового железа или штампуется и прикрепляется в вагонной раме заклепками.

Подвешивание с натяжным болтом (рис. 69) заключается в том, что через кулак *Е* рессорной державки пропускается упорный болт, оканчивающийся либо проушиной, либо крюком. В первом случае упорный болт, соединяется с концом рессоры посредством колец скобы и валиков. Такое подвешивание применяется в 2 и 3-осных пассажирских вагонах. Упорный болт дает возможность, изменяя натяг его, регулировать стрелу прогиба рессоры и тем поднимать или опускать раму вагона.

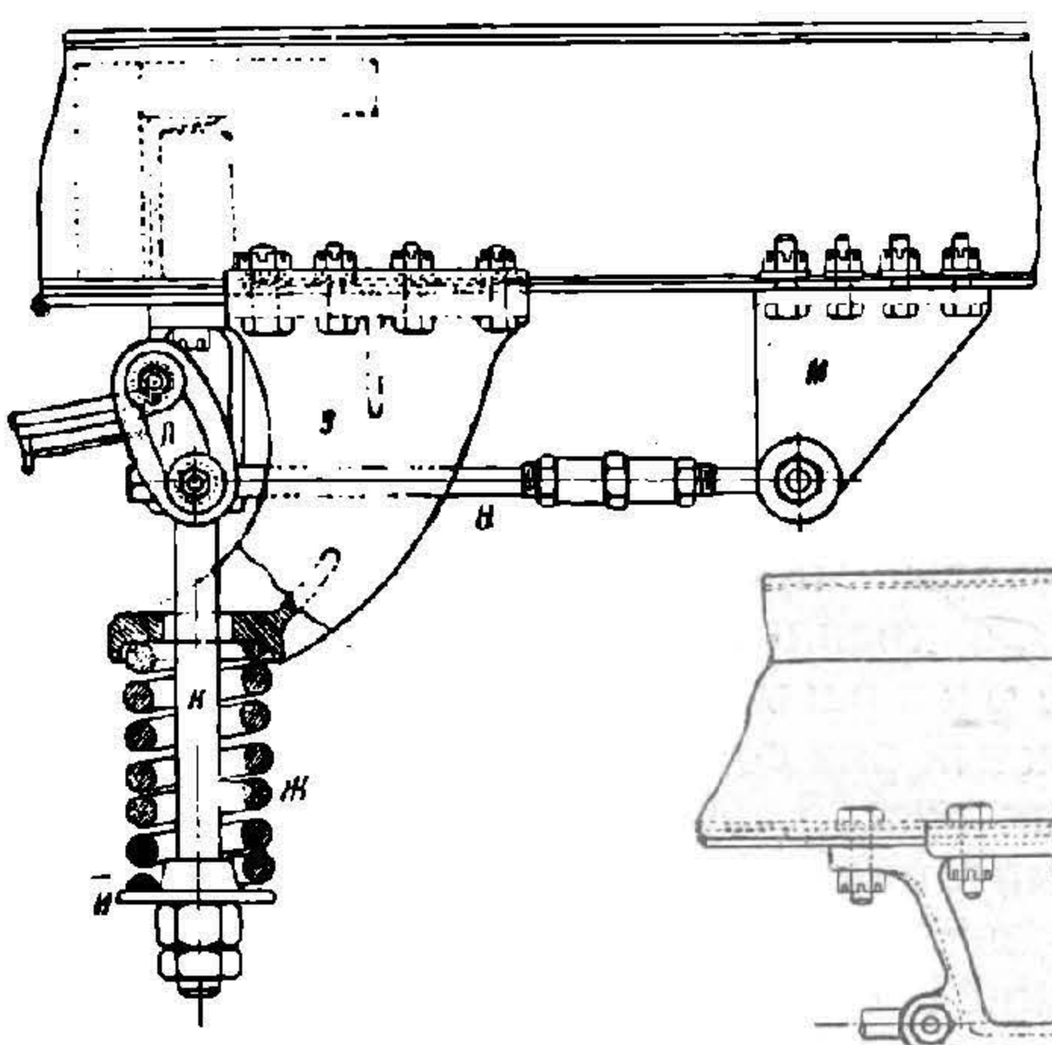


Рис. 72.

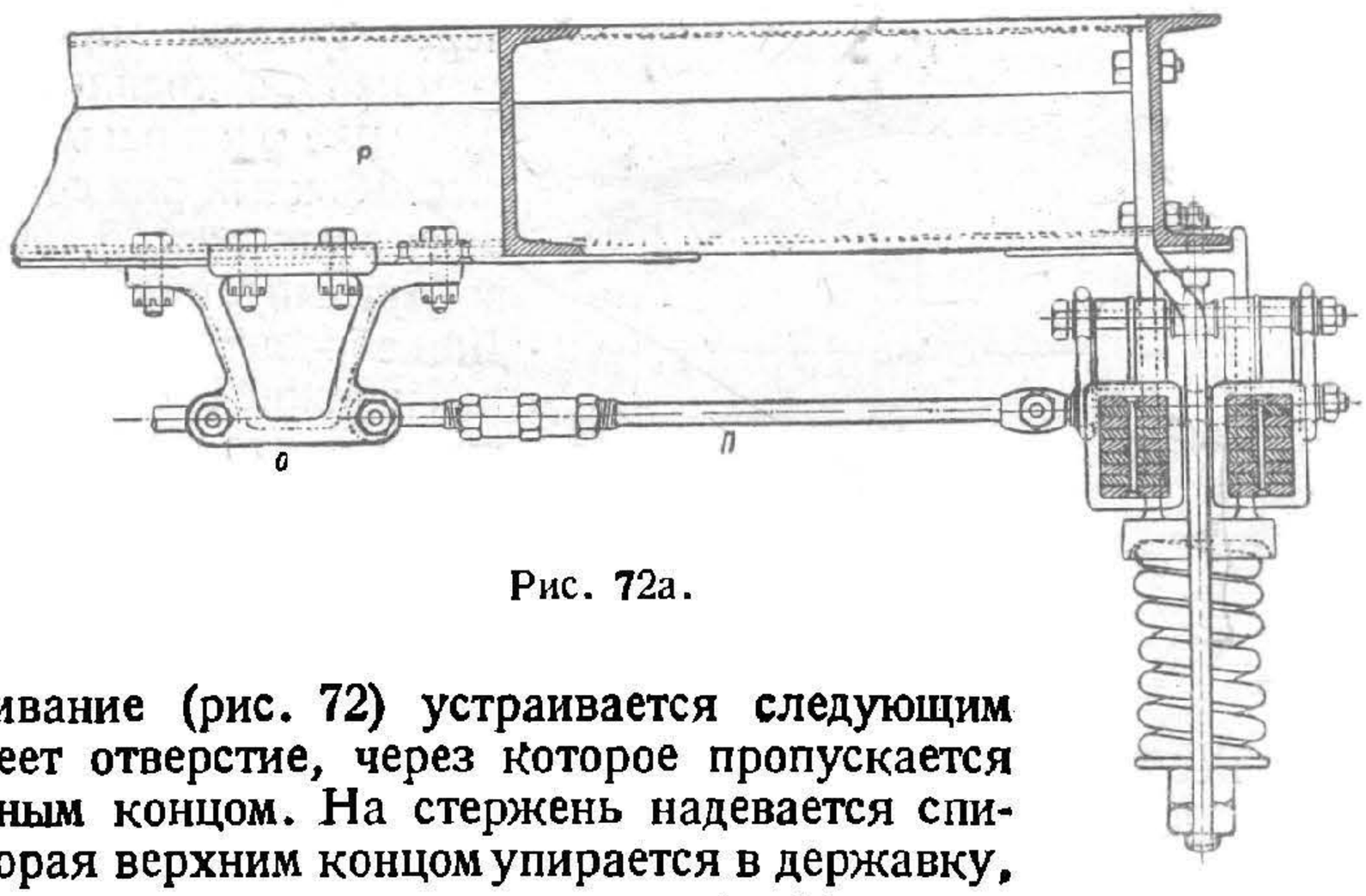


Рис. 72а.

Пружинное подвешивание (рис. 72) устраивается следующим образом. Державка *З* имеет отверстие, через которое пропускается стержень *К* с завинтованным концом. На стержень надевается спиральная пружина *Ж*, которая верхним концом упирается в державку, а нижним—в шайбу *И*, укрепленную на завинтованном конце стержня гайкой и контргайкой. Верхний конец стержня имеет проушину, в которую входит валик, охватываемый рессорной серьгой *Л*. Для направления вертикального стержня и удержания его от перекоса в державке он соединяется посредством тяги *Н* со скобой *М*, прикрепленной неподвижно к раме вагона. Кроме того, для устранения

НБ УДУНТ (ДІІТ)

поперечных колебаний валики рессорных серег крайних осей соединены посредством проушин и тяг *П* с подвесками *О*, неподвижно укрепленными на средине поперечных брусьев *Р* вагонной рамы рис. 72а.

25. Эллиптические рессоры

Эллиптические рессоры, применяемые в тележках пассажирских вагонов, имеются следующих типов: Клиффа (рис. 73), шарнирные, или экипажные (рис. 74), Брауна (рис. 75) и Галахова (рис. 76).

Рессоры К л и ф ф а имеются в большом количестве в тележках пассажирских вагонов наших дорог, но уже выходят из употребления в виду их недостатков, о которых будет сказано ниже. Рессора Клиффа состоит из 5 рядов *О*. Каждая рессора

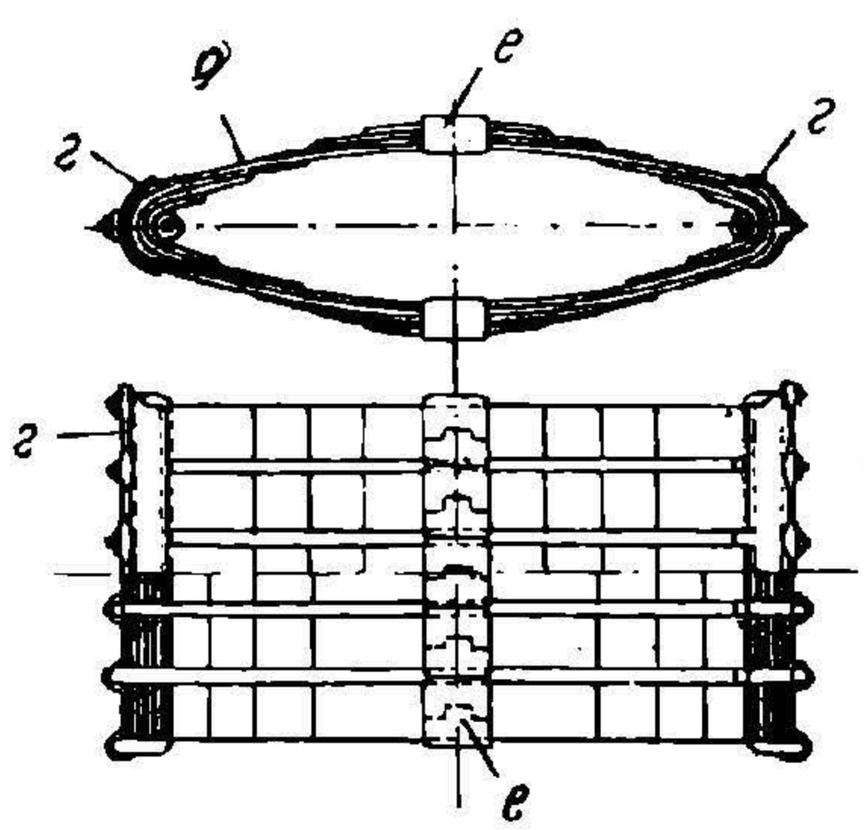


Рис. 73.

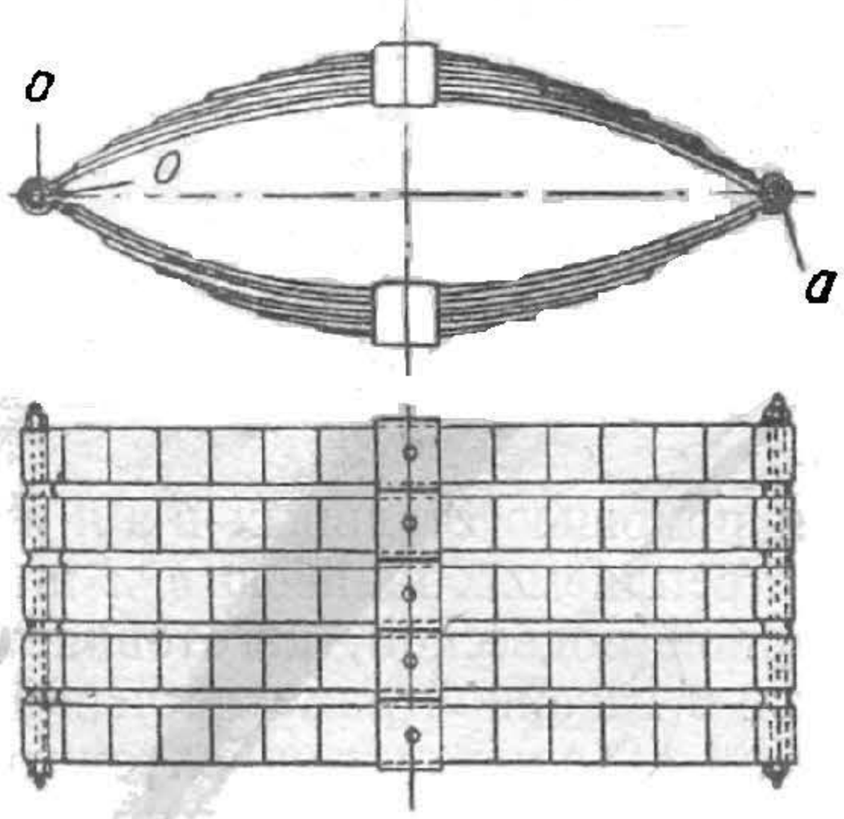


Рис. 74.

представляющая один ряд в комплекте, образуется одним основным цельным (заварным) листом *д*, имеющим форму эллиптического кольца, на которое снаружи—сверху и снизу—наложены рессорные листы разной длины. Накладные листы каждого рода соединяются с основным листом хомутами *е*, подобно тому, как и в подвесных рессорах. Такие же листы, выгнутые по форме основного, заложены внутри с обоих боков основного и схвачены с ним хомутом *г*, о б щ и м д л я в с е г о к о м п л е к т а. Укрепление хомута производится пропущенными через него болтами с ушками, через которые проходит загнутый по концам стержень, закрепленный в хомуте гайками.

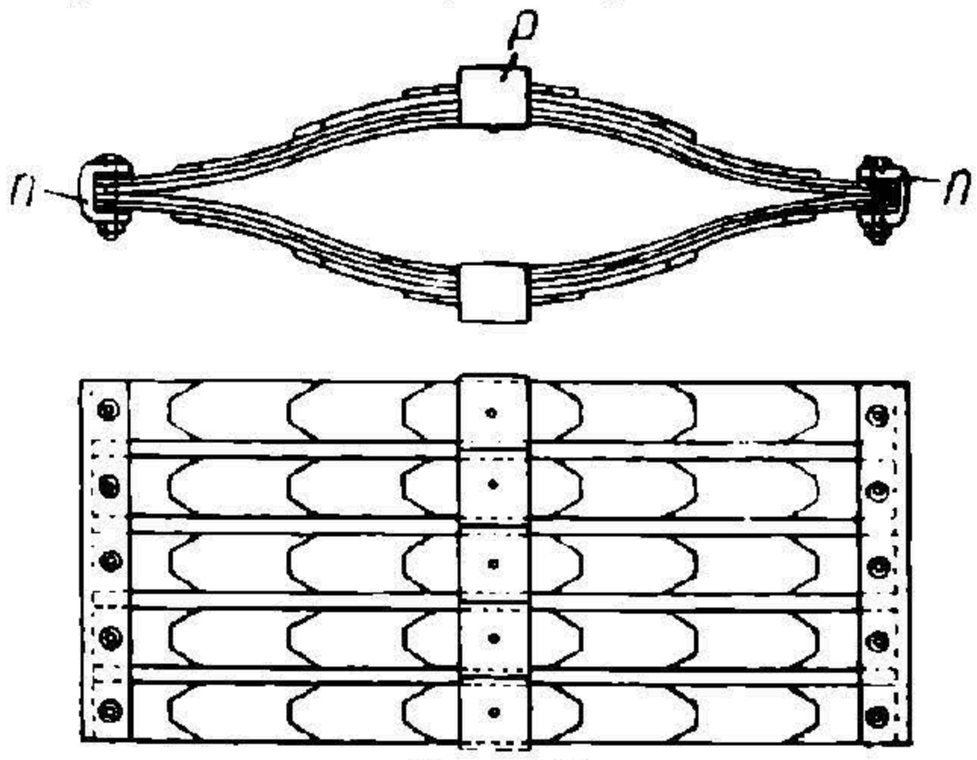


Рис. 75.

Ш а р н и р н ы е рессоры имеются 4 и 5-рядные. Каждый ряд состоит из двух обыкновенных подвесных рессор, обращенных друг к другу вогнутыми сторонами и соединенных шарнирами. Для образования шарниров длинные листы верхней и нижней рессоры делаются с ушками *а* таким образом, что одно ушко охватывается другим. Во внутренние ушки всех рядов вкладывается с каждой стороны по одному валику *о*, общему для комплекта. На валики между рядами надеты прокладочные кольца. Верхняя и нижняя рессоры каждого ряда охватываются хомутом.

Рессора Б р а у н а (рис. 75) впервые применена в 1903 г. на Северо-Западных дорогах, а затем благодаря простоте ее конструкции и прочности распространилась и на других наших дорогах. Она состоит из пяти рядов. Каждый ряд образуется двумя рессорами, обращенными одна к другой выгнутыми сторонами. Концы этих рессор соприкасаются по плоскости и соединены скобообразным хомутом *п*, охватывающим все концы одной стороны комплекта. Концы рессор скрепляются с хомутом болтами. Таким образом термической обработки концов рессоры не требуется. Рессоры каждого ряда состоят из четырех основных (длинных) листов и наложенных на них сверху и снизу листов разной длины, которые соединяются хомутами *Р* с основными листами.

НТБ УДУЖТ (ДІІТ)

Рессоры Г а л а х о в а или полушарнирные (рис. 76) появились только в 1909 г. и благодаря простоте своей конструкции получают широкое распространение. Каждый ряд этой рессоры состоит из верхней и нижней половин, представляющих обыкновенные рессоры, обращенные одна к другой своей выгнутою стороною. Как верхняя, так и нижняя половины своими концами привертываются к общим для всего комплекта планкам *л* и *н*. Болты *к*, которыми концы рессор прикрепляются к соединительным планкам (рис. 77), имеют конические головки. Концы болтов, выходящие из гаек, несколько расклепываются во избежание отвертывания гаек. Пара планок *л* одной половины рессор имеет желобки, пара планок *н* другой половины имеет соответственные гребни, так что верхняя половина свободно накладывается на нижнюю. Для предохранения от бокового сдвига посредине желобчатых планок прикрепляются на заклепках вкладыши *с*, которые входят в соответственные вырезы в гребнях других планок.

Из 4 описанных типов рессор, применяемых в наших вагонах, наибольшей гибкостью обладают рессоры шарнирные и Галахова, затем следуют Клиффа и Брауна. Прогиб от нагрузки в 1 *т* в шарнирных рессорах 16 *мм*, в рессорах Галахова—15 *мм*, Клиффа—7,8 *мм*, Брауна—7,5 *мм*. Прогиб рессор Галахова превышает в два раза

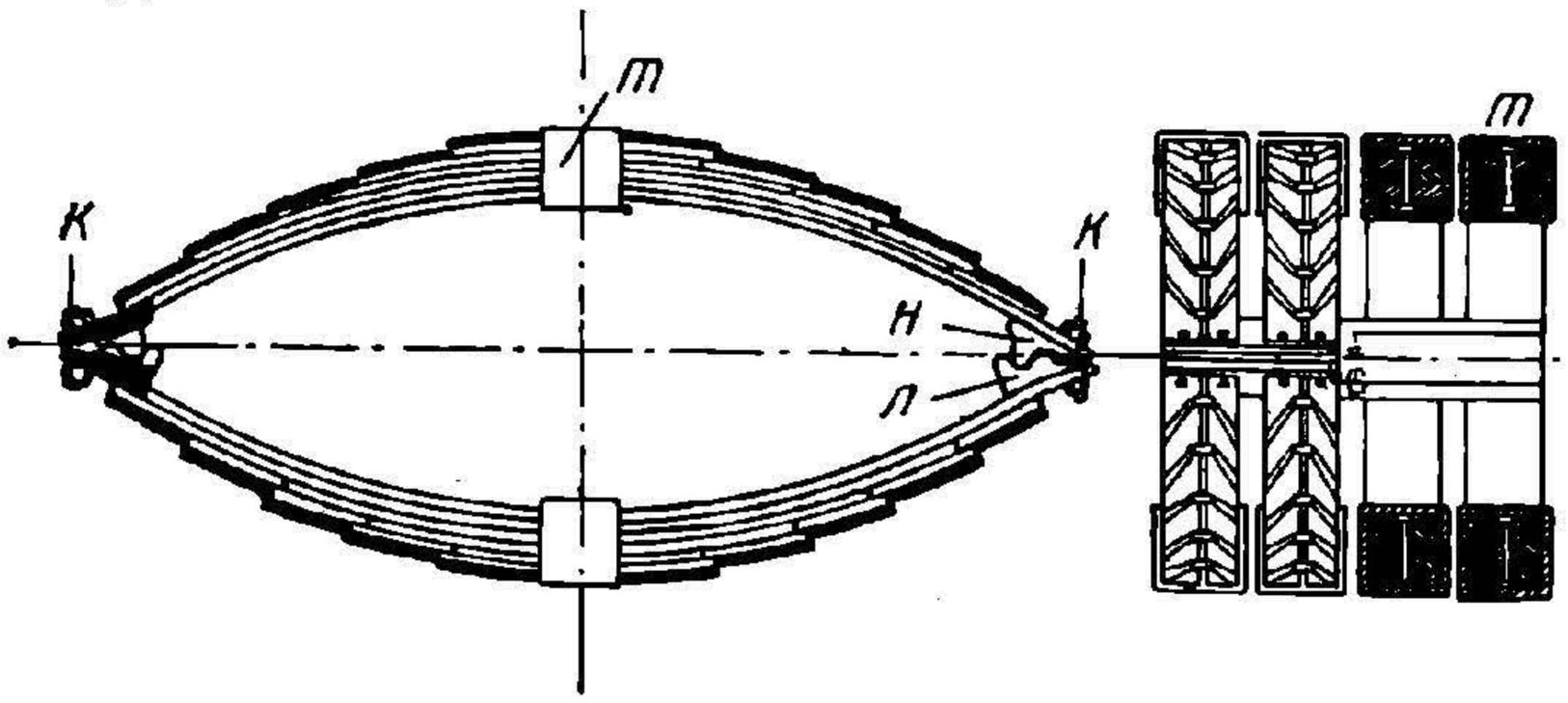


Рис. 76.

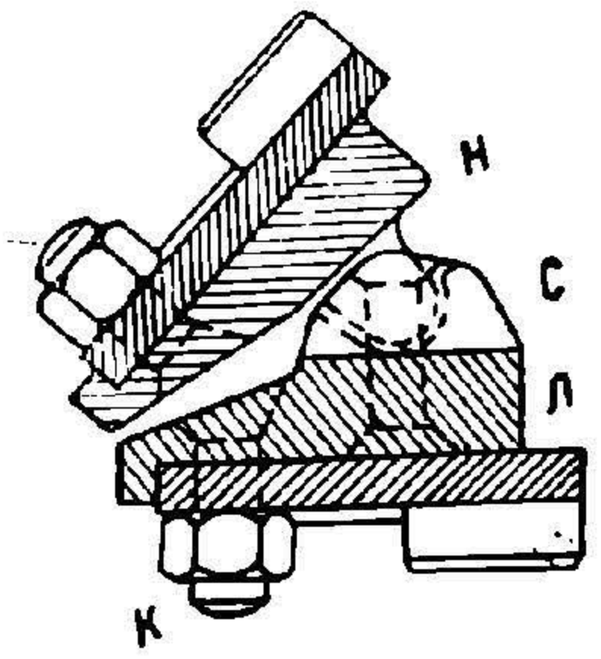


Рис. 77.

прогиб рессор Клиффа и Брауна. Это объясняется тем, что в рессорах Галахова концевые соединения удобоподвижны, вследствие чего влияние трения в них доведено до минимума. С рессорами Галахова могут конкурировать лишь хорошие шарнирные рессоры, но в последних при загибании концевых ушков требуется сильное нагревание стали, отчего качество ее ухудшается.

Рессоры Клиффа и Брауна по гибкости почти одинаковы. Рессоры Клиффа бывают и более гибкие, чем Брауна, но они обычно оказываются слабыми под тяжелыми вагонами и дают трещины.

Что касается прочности рессор, то в этом отношении слабее всех рессоры Клиффа. В этих рессорах под тяжелыми пассажирскими вагонами нередко случаются поломки.

Рессора Брауна более прочна и проста по конструкции, чем рессора Клиффа, но способ закрепления концов рессор может вызвать неравномерность прогиба их под действием одного и того же груза, хотя бы они были сделаны из однородной стали.

В конструкции шарнирных рессор слабое место представляет изготовление концевых ушков, требующее повторных нагреваний стали, вызывающих повреждение металла, вследствие чего нередко происходят поломки ушков шарнирных рессор.

В рессоре Галахова устранены конструктивные недостатки, имеющие место в других рессорах, и достигнута простота соединения верхней и нижней половин рессор, допускающая свободное снятие одной части с другой.

26. Спиральные пружины

Спиральные пружины, применяемые в вагонных тележках для передачи давления от рамы на буксы и в подвесках листовых рессор, встречаются следующих типов:

а) цилиндрические пружины из стали прямоугольного сечения (рис. 78) и круглого сечения (рис. 79),

б) конические пружины из стали круглого сечения (рис. 80),

в) конические пружины из стали прямоугольного сечения (рис. 81 и 82).

НБ УДУНТ (ДГТ)

Цилиндрические пружины круглого сечения являются наиболее распространенными. Они применяются как в тележках, так и в подвесках рессор. Цилиндрические пружины прямоугольного сечения применяются главным образом или почти исключительно в тележках для передачи давления от рамы на буксы.

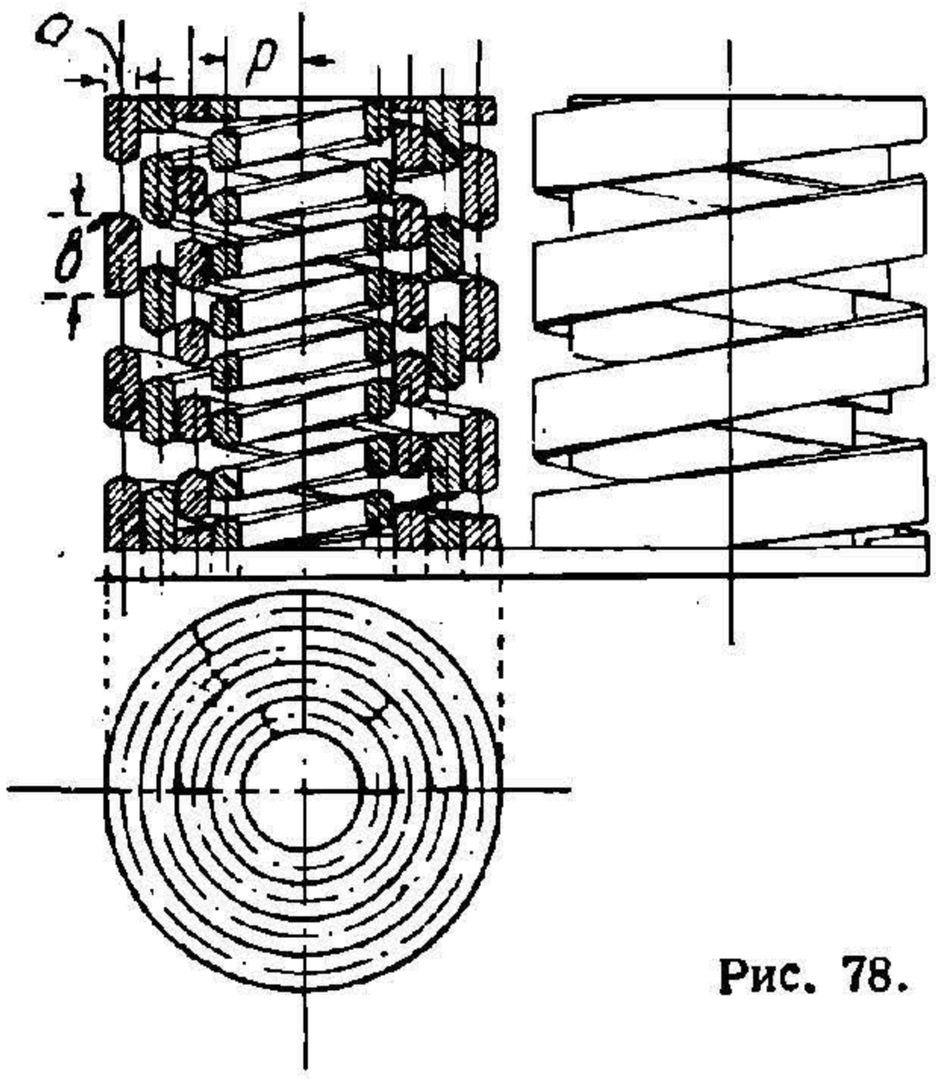


Рис. 78.

Цилиндрические пружины в зависимости от нагрузки, действующей на них, делаются с одной спиралью, с двумя, тремя или четырьмя, т. е. однорядные, двухрядные и четырехрядные.

Эти спирали должны обладать одинаковой гибкостью. Кроме того, для устранения возможного зажима одной спирали между завитками другой следует производить завивку пружин, вставляемых одна в другую в противоположных направлениях, с небольшим зазором между ними.

Пружины из стали круглого сечения, применяемые в тележках, делаются двухрядными, а пружины из стали прямоугольного сечения, применяемые в тележках — четырехрядными. Конические пружины из стали круглого и прямоугольного сечения делаются только однорядными.

Каждая спираль характеризуется размерами поперечного сечения стали, из которой она сделана, радиусом ее витка и количеством витков. Эти величины зависят от нагрузки, воспринимаемой пружиной.

На рис. 78 изображена пружина, состоящая из 4 спиралей; толщина и ширина поперечного сечения стали, из которой сделана наружная спираль, обозначена буквами *а* и *в*, а радиус витка внутренней спирали—буквою *р*.

Гибкостью спиральной пружины, так же, как и листовой подвесной рессоры, считается прогиб ее под нагрузкою в 1 *т*. Прогиб пружины зависит от толщины стали, от числа витков пружины и от радиуса витков. При одной и той же нагрузке прогиб пружины тем меньше, чем толще сталь, из которой она сделана, и тем больше, чем больше число витков и радиус их.

Спиральные пружины изготовляются из гладкой полосовой или прутковой стали соответствующего поперечного сечения.

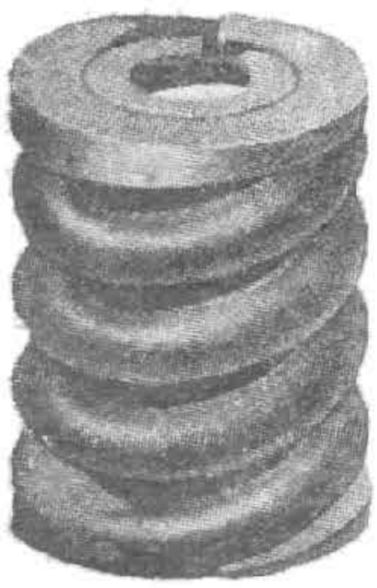


Рис. 79.

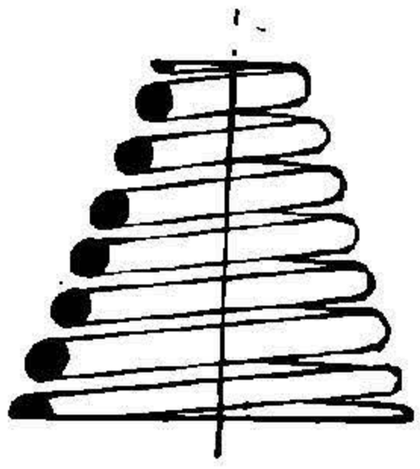


Рис. 80.

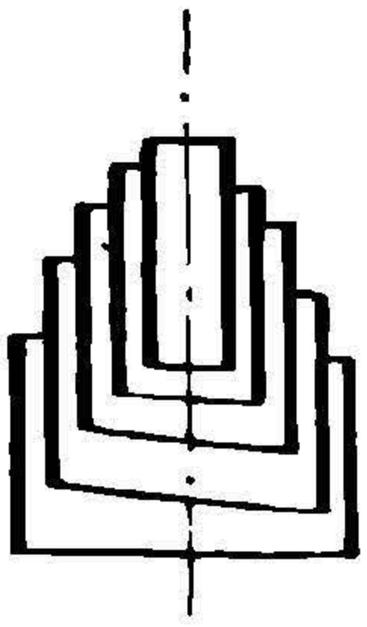


Рис. 81.

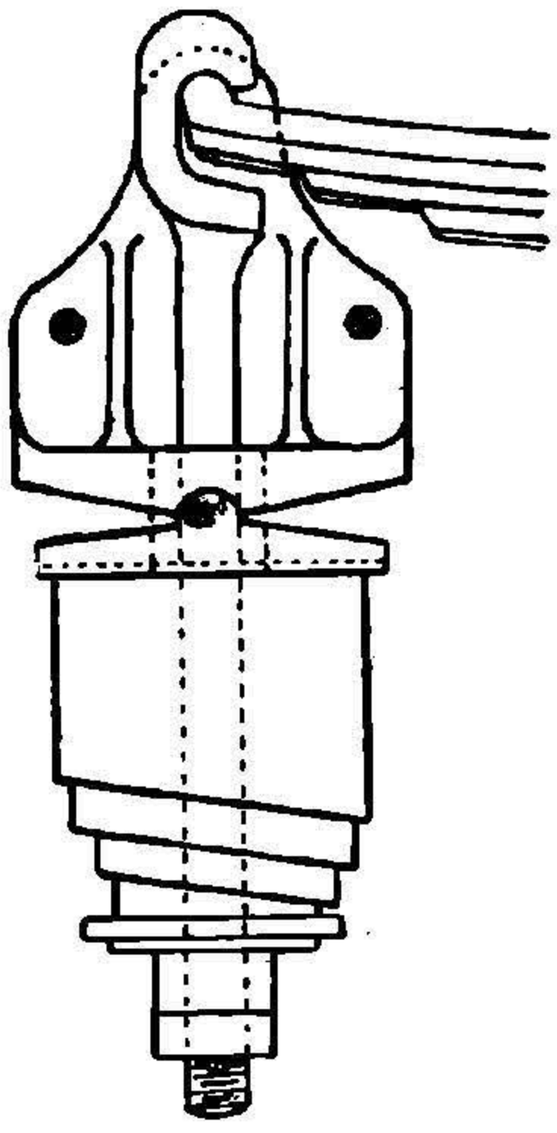


Рис. 82.

Сталь нарезается в холодном состоянии. Концы стальных прутков нагреваются и оттягиваются. Когда оба конца прутка оттянуты, он подвергается нагреванию и затем завивается на специальном станке. После завивки концы завитков заделываются и устраняются могущие получиться перекосы пружины. После завивки пружина закаляется и затем отпускается.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

По изготовлении спиральная пружина испытывается двукратным обжатием ее до полной осадки. После вторичного обжатия пружина не должна давать добавочной усадки.

Б. Свободноустанавливающиеся оси

27. Установка осей под вагонами

Как известно, вагоны делают с 2, 3, 4 и 6 колесными парами. Число колесных пар зависит от длины и веса вагона. Чем тяжелее и длиннее вагон, тем больше колесных пар приходится под ним ставить. Так как рельсовый путь, по которому движется вагон, не всегда прямой, а имеет закругления, причем эти закругления бывают довольно крутые (малого радиуса), в особенности на станционных путях, то необходимо так устанавливать колесные пары под вагонами, чтобы прохождение кривых происходило без затруднений.

Способ установки колесных пар зависит от расстояния между ними. Если колесные пары жестко соединить с рамою вагона, то прохождение вагона по кривым частям пути возможно только в том случае, если расстояние между осями колесных пар не большое (примерно 2,5—3 *м*). При большем же расстоянии между осями необходимо предоставлять им возможность некоторого перемещения вдоль и поперек вагона.

Колесные пары вагонов с малой базой так устанавливаются под вагоном, что буксовые лапы вагонной рамы входят в боковые пазы букс, как изображено на рис. 83. На этом рисунке представлена букса в плане и буксовая лапа (в разрезе) 2-осного товарного вагона. Боковые пазы буксы так охватывают лапу *Т*, что между нею и ребрами *Р*, называемыми п р и р а м н и к а м и, остается небольшой зазор, равный 3 *мм* с каждой стороны, а между внутренней гранью лапы и корпусом буксы имеется зазор в 4,5 *мм*. Такая установка колесных пар называется ж е с т к о й. В этом случае колесные пары с буксами при движении вагона направляются буксовыми лапами. Вертикальные перемещения букс, вызываемые игрою рессор, также направляются лапами.

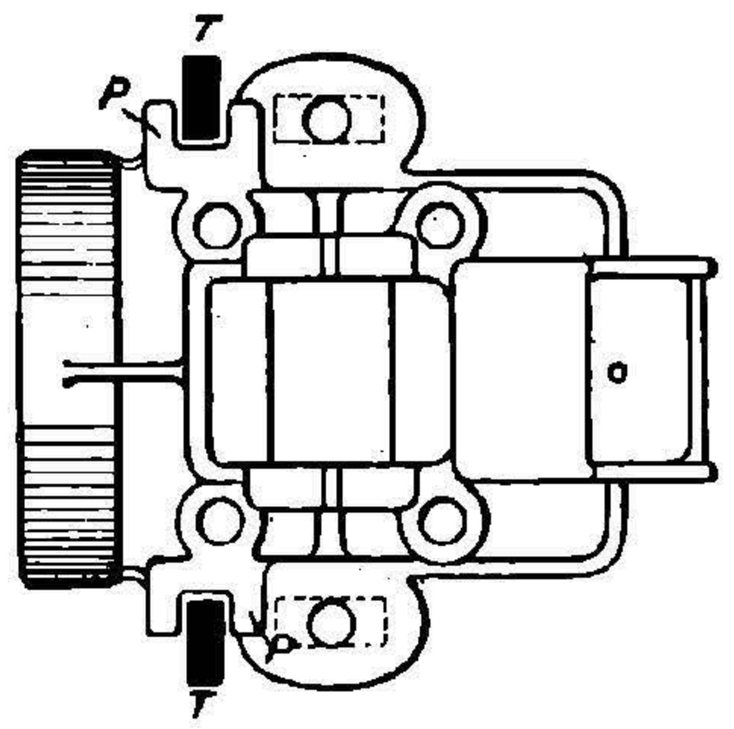


Рис. 83.

Если расстояние между колесными осями, т. е. база вагона, более 4 *м*, то даже при самой точной сборке небольшая величина зазоров между буксами и лапами имеет последствием почти постоянное нажатие букс на осевые лапы. В кривых частях пути колесные пары, не имея возможности устанавливаться радиально, т. е. по направлению радиуса кривой, буксуют и набегают гребнями бандажей на рельсы, причем изнашивают как гребни, так и рельсы. Вместе с этим значительно увеличивается и сопротивление движению поезда.

Для устранения этого недостатка зазоры между буксами и лапами увеличивают настолько, чтобы не могло произойти прикосновения даже при самых больших отклонениях оси. Колесные пары с такой установкой называются с в о б о д н о у с т а н а в л и в а ю щ и м и с я.

Свободноустанавливающиеся оси применяются в 2, 3, и 4-осных вагонах, но 4-осные вагоны редко делаются на свободноустанавливающихся осях. Обычно они устраиваются на двух 2-осных тележках.

В вагонных тележках расстояние между колесными осями не велико (не более 2—2,5 *м*), и для свободного прохождения кривых частей пути не требуется, чтобы буксы могли перемещаться в буксовых лапах. В виду этого пазы букс тележек прилегают к лапам по всей своей ширине. Таким образом, буксовые лапы в тележках служат для направления буксы при движении вагона и удерживают колесные пары в параллельном между собою положении. Большие зазоры здесь не допускаются во избежание хлябания и перекоса букс. Величина зазоров делается не более 1,5—2 *мм* в сумме вдоль и поперек оси. Во время службы тележки зазоры увеличиваются вследствие износа, но во всяком случае они не должны быть более 5-6 *мм* поперек оси и 7-8 *мм* вдоль оси.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

28. Независимые и связанные свободноустанавливающиеся оси

Особенность свободноустанавливающихся осей заключается в том, что они благодаря большим зазорам между буксами и лапами не встречают препятствий к тому, чтобы принять радиальные направления на кривом пути, а при выходе из кривой на прямую возвращаются в прежнее нормальное положение; к последнему их принуждает соответственное устройство рессорных подвесок.

Действие этих осей основано на том, что при входе вагона в кривую переднее наружное колесо касается своею ребордою наружного рельса. Вследствие этого, катясь по большему кругу своей поверхности, чем второе колесо той же пары, наружное

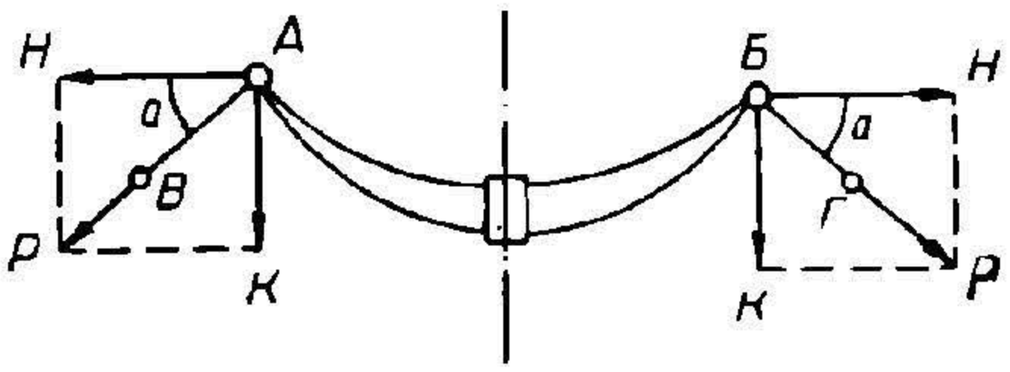


Рис. 84.

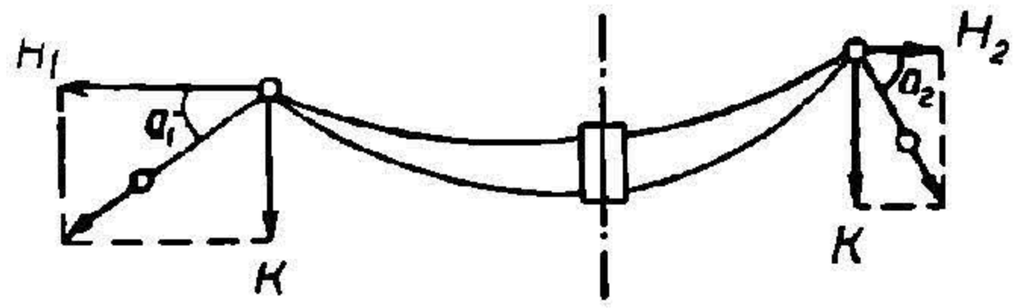


Рис. 85.

колесо забегает вперед относительно второго и этим приводит самую ось колесной пары в радиальное положение: задняя ось, наоборот, забегает внутренним колесом и становится под углом в противоположном направлении. Таким образом, сама коничность бандажей заставляет оси при больших зазорах между буксами и лапами располагаться на кривой в радиальном направлении, при котором сопротивление проходу по кривой меньшее.

При входе в кривую ось вместе с буксами передвигается в буксовой раме, т. е. приближается к одной ее ветви и удаляется от другой. Вследствие этого рессора, будучи увлечена буксою, принимает такое положение, что подвески ее получают неодинаковый наклон. При выходе же оси из кривой рессорные подвески становятся в прежнее положение и заставляют через рессору вернуться в прежнее нормальное положение и буксу и колесную пару.

То усилие, которое заставляет колесную пару по выходе из кривой стать в нормальное положение, называется **возвращающей силой**. Эта сила представляет равнодействующую горизонтальных усилий, действующих на ушки рессоры.

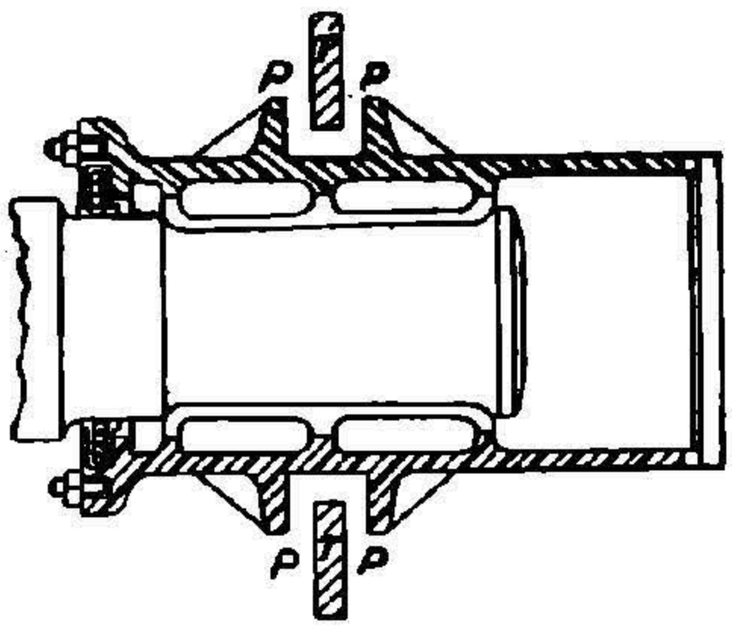


Рис. 86.

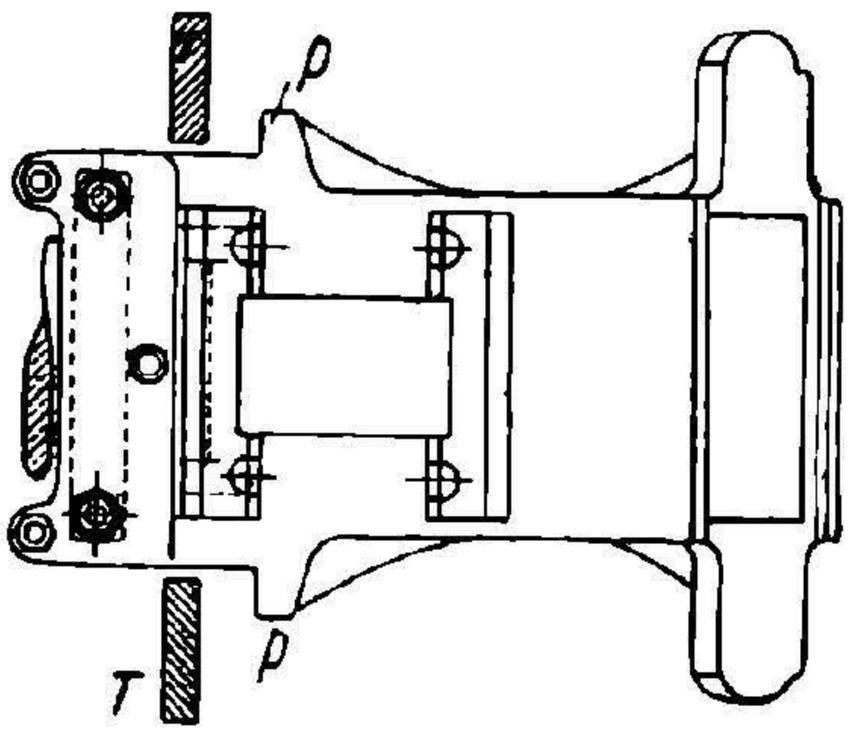


Рис. 87.

Предположим, что вагон находится на прямом пути и его рессоры находятся в положении, изображенном на рис. 84, где *АВ* и *БГ*—рессорные серьги. Обозначим силы, действующие на концы рессоры и направленные по оси серьги через *Р*, а углы, образуемые осями серег с горизонтальной линией, через *а*.

Разложим силу *Р* по двум направлениям: горизонтальному и вертикальному. Вертикальные силы *К* стремятся рессору выпрямить, а горизонтальные силы *Н* действуют на концы ее в противоположных направлениях. Сила $H = P \cos a$.

На прямом пути углы наклона *а* серег равны между собою; следовательно, обе горизонтальные силы, приложенные к ушкам серег, тоже равны. Так как они при этом направлены прямо противоположно, то они уравновешиваются между собою. Когда

НВ УДУЕТ (ДІІТ)

вагон находится на кривой, то положение рессоры изменяется. Углы наклона ее серег становятся неодинаковыми. На рис. 85 изображено положение рессоры в тот момент, когда вагон находится в конце кривой. Углы наклона серег стали a_1 и a_2, причем угол a_2 больше угла a_1, и горизонтальные силы, действующие на концы рессор, тоже стали неравны. Обозначим силу, действующую на левую серьгу, через H_1, а правую—через H_2. Тогда $H_1 = P \cos a_1$ и $H_2 = P \cos a_2$. Так как $\cos a_1$ больше $\cos a_2$ то, следовательно, H_1 больше H_2. Теперь силы H_1 и H_2 не уравновешиваются взаимно. Их равнодействующая равна их разности $H_1 - H_2$ и направлена в сторону H_1. Эта равнодействующая и является той возвращающей силой, которая заставляет колесную пару при выходе вагона из кривой стать в нормальное положение. Таким образом, возвращающая сила.

$$E = H_1 - H_2 = P(\cos a_1 - \cos a_2).$$

Чем больше разность между углами наклона рессорных серег во время нахождения вагона на кривой, тем больше возвращающая сила. Углы наклона серег зависят от длины их. В вагонах на самоустанавливающихся осях рессорные серьги делаются длинными и составными из нескольких звеньев, как показано на рис. 69.

На наших дорогах свободноустанавливающиеся оси применены под длинными 2-осными пассажирскими вагонами (14 и 11-метровыми) и под некоторыми 3-осными вагонам.

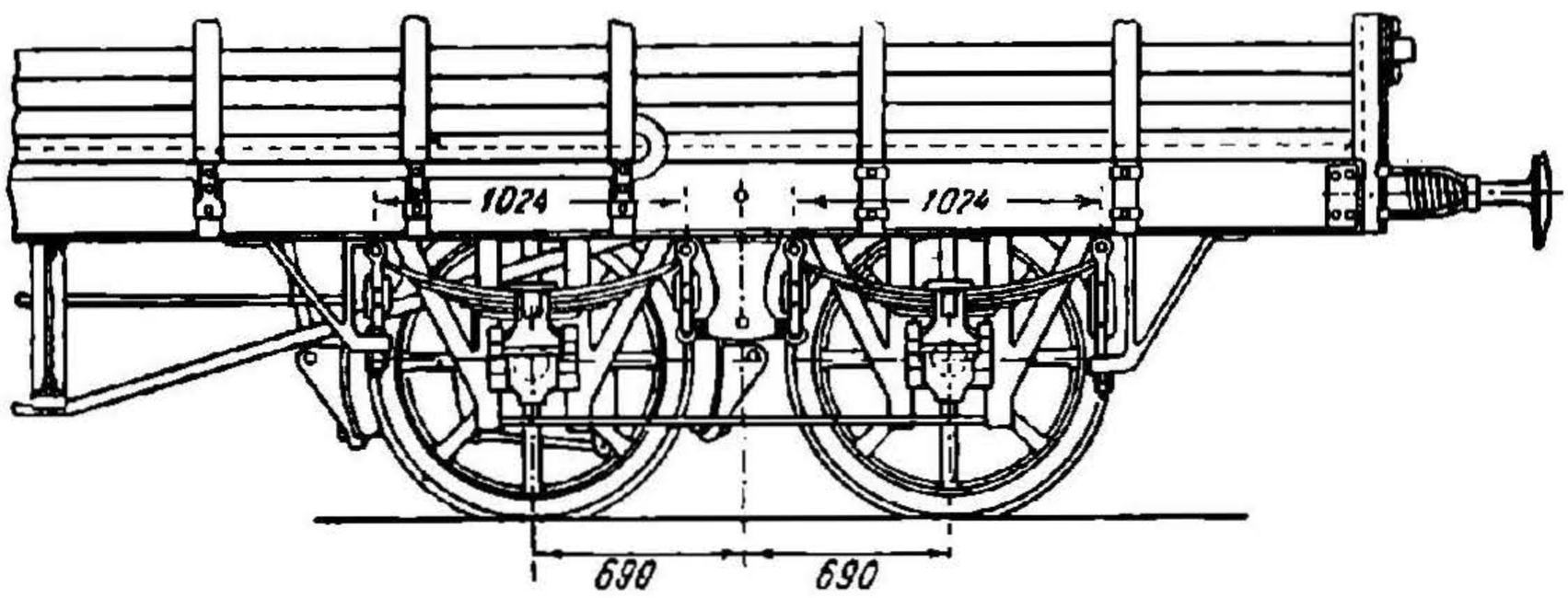


Рис. 88.

На рис. 86 изображена в плане букса свободноустанавливающихся колесных пар 2-осных вагонов. Между буксовой лапой T и буксовыми прирамниками P имеются зазоры в 15 *мм* с каждой стороны, а между внутренней гранью буксовой лапы и корпусом буксы зазор составляет 17 *мм*. Благодаря таким большим зазорам букса не соприкасается с лапой при прохождении кривых частей пути.

На рис. 87 изображена в плане букса свободноустанавливающихся колесных пар 3-осных вагонов. В этой буксе совершенно отсутствует задний прирамник, а между передним прирамником и буксовой лапой зазор составляет для крайних осей 14 *мм*, а для средней—31 *мм*. Зазор между внутренней гранью лапы и корпусом буксы для средней оси составляет 5 *мм*, а для крайних—23 *мм*.

Описанные оси, устанавливаются независимо одна от другой, но существуют также оси, при которых радиальное направление одной из них вызывает надлежащее радиальное направление и другой. Такие оси называются связанными или зависимыми свободно устанавливающимися осями. В Германии существует большое разнообразие конструкции с осями второй группы. На наших дорогах связанные свободноустанавливающиеся оси не нашли применения, за исключением Московско-Казанской дороги, на которой в 90-х годах прошлого столетия было построено несколько вагонов подъемной силы 30 *m*, длиною 11,6 *м* с зависимыми свободноустанавливающимися осями (рис. 88). На американских дорогах свободноустанавливающиеся оси не применяются, так как там все вагоны на тележках.

Как видно из рисунка, в этой конструкции четыре свободноустаналивающиеся оси соединены попарно таким образом, что смежные концы рессор двух рядом стоящих колесных пар имеют подвески, прикрепленные к концам общего для них балансира, следовательно—отклонение подвесок одной рессоры вызывает соответственное отклонение подвесок и другой рессоры. Направляющими вагон в кривых частях пути являются средние оси; крайним же осям обеспечена возможность отклонения путем

НБ УДУНТ (ДІІТ)

соответственного увеличения поперечных и продольных зазоров между буксами и лапами.

Букса должна быть соединена с рессорой неизменно, чтобы отделение одной от другой или передвижение одной относительно другой было невозможно.

Букса имеет только наружный заплечик, пазы же для лапы отсутствуют. Рессорные подвески состоят из скоб и цепных звеньев. Скобы подвешиваются к изогнутому кронштейну, прикрепленному к раме вагона.

Вагоны на связанных самоустанавливающихся осях имеют менее спокойный ход, чем вагоны на тележках. У тележечного вагона удары колес о рельсы передаются кузову ослабленными через шкворневой пятник тележки, а у нетележечного удар каждого колеса о рельс передается через раму непосредственно кузову, вследствие чего кузов вагона во время движения получает быстро следующие друг за другом толчки, создающие тряский ход и шум. Но зато тара 4-осных вагонов на связанных свободноустанавливающихся осях гораздо меньше, чем тара таких же вагонов на тележках. Так, например, пассажирские 18-метровые вагоны на тележках имеют тару 40 *т*, а такие же вагоны на связанных свободноустанавливающихся осях 30—31 *т*. Однако такие вагоны непригодны для больших скоростей движения

В. Тележки

29. Назначение и классификация тележек

Тележка представляет собою ходовую часть вагона и состоит из рамы и колесных пар, соединенных с рамою рессорами. Рама тележки воспринимает давление от кузова и рамы вагона и передает его на оси. Тележки бывают 2-осные и 3-осные. У нас 3-осные тележки встречаются как исключение, 2-осные же тележки имеют широкое распространение.

Тележки, в зависимости от их устойства, можно разделить на две основные группы: 1) тележки с люлькой и 2) тележки без люльки. В тележках без люльки давление от рамы и кузова вагона передается непосредственно на раму *А* тележки, а от рамы—через рессоры *Е* на буксы *В* и колесные оси, как показано на схеме 89. В тележках с люлькой давление от кузова и рамы вагона воспринимается прежде всего люлькой, которая подвешена к раме тележки, а затем от люльки, через ее подвески, передается на раму тележки. На рис. 89а изображена схематически в разрезе тележка с люлькой. Люлька состоит из двух брусьев *Б* и *Г*, между которыми лежат эллиптические рессоры *З*. Люлька подвешена при помощи подвесок *К* к раме *А* тележки. Рама через рессоры *Е* опирается на буксы *В*. Давление от кузова и рамы вагона передается через пятник на верхний брус *Б* люльки и через эллиптические рессоры *З*—на нижний брус *Г* и на раму тележки, а от рамы через рессоры *Е*—на буксы.

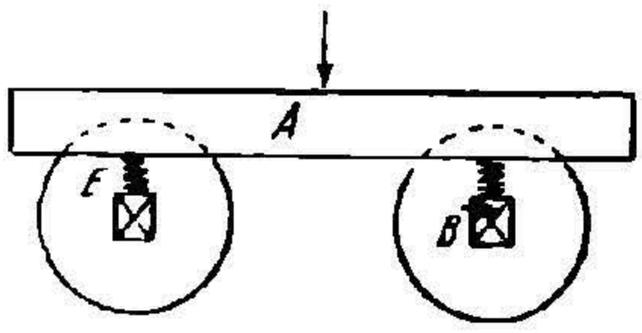


Рис. 89.

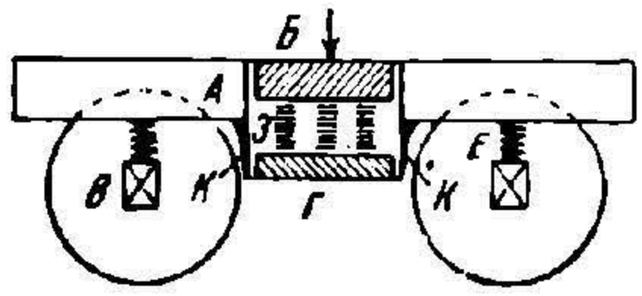
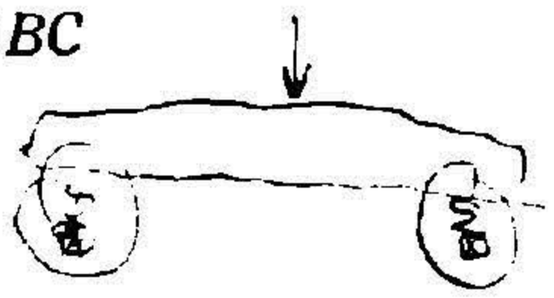


Рис. 89а.

Тележки без люльки обычно бывают одиночного подвешивания, а тележки с люлькою—двойного и тройного подвешивания, т. е. в тележках без люльки передача давления от кузова и рамы вагона на колесные пары передается через одну систему рессор, а в тежелках с люлькой—через две или три системы рессор.

Для того чтобы уяснить влияние тележки на плавность хода вагона, предположим, что вагон на тележках проходит по пути, имеющему неровность h (рис. 90). Когда переднее колесо опустится на величину этой неровности, то рама тележки из горизонтального положения переместится в положение *АС*; при этом шкворневой пятник *Е*, а с ним и передняя часть кузова вагона опустятся на величину *ДЕ*.

Из $\triangle ABC$



$$\frac{DE}{BC}=\frac{AE}{AB}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Так как

$$AE = \frac{1}{2} AB,\ BC = h,$$

то

$$DE = \frac{1}{2} h.$$

Таким образом, при прохождении неровностей пути вагон на тележках испытывает их в половинном размере. Если же тележка имеет люльку, т. е. если шкворневый пятник опирается на рессоры, то влияние неровностей пути сказывается на кузове еще в меньшей степени. В случае же прохождения неровностей пути 2-осным вагоном опускание колеса на высоту неровности h вызывает опускание кузова в точках, расположенных над колесной осью на ту же величину h; следовательно, сотрясения кузова вагона нетележечного будут в два раза больше, чем вагона на тележках. Чем больше скорость движения, тем ощутительнее сотрясения, вызываемые неровностями пути. Поэтому с увеличением скорости движения поездов необходимо переходить с 2-осных и 3-осных вагонов на тележечные вагоны, как обладающие более плавным ходом.

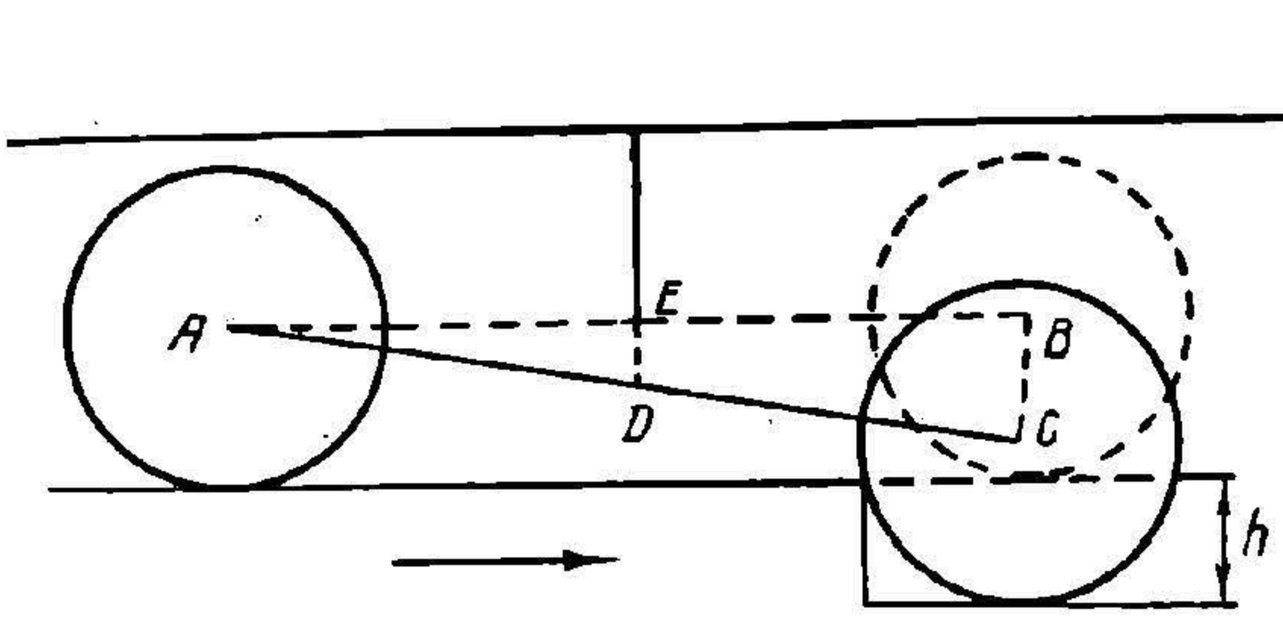


Рис. 90.

30. Тележки без люльки

На рис. 91—95 изображены тележки без люлек одиночного подвешивания. Первая из них (рис. 91 и 92) представляет тележку у п р о щ е н н о г о, иначе называемого с и б и р с к о г о т и п а; здесь четыре листовые рессоры, подвешенные к раме тележки, передают давление непосредственно на буксы. Рессоры подвешиваются при помощи серег и валиков к кронштейнам, которые приклепываются к раме тележки. Хомутами своими рессоры опираются на буксы. Буксы помещаются в буксовых лапах рамы.

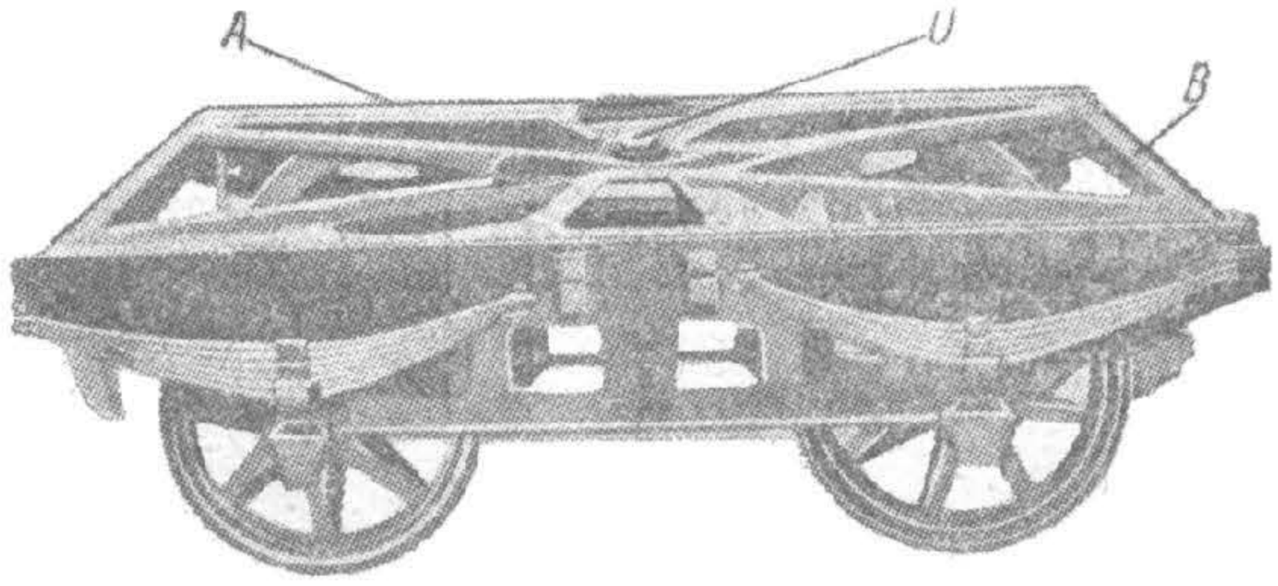


Рис. 91.

Эта тележка первоначально ставилась под пассажирские вагоны, но впоследствии оставлена только под багажными вагонами, в виду того, что она не дает надлежащей плавности хода, требуемой для пассажирских вагонов, и, кроме того, по своей конструкции слаба для тяжелых пассажирских вагонов. Имея лишь одну систему подвесных рессор, она уменьшает только вертикальные удары и толчки, передаваемые кузову, горизонтальные же удары и толчки, возникающие при прохождении вагоном кривых частей пути, воспринимаются почти целиком.

Из рисунков видно, что р а м а т е л е ж к и у п р о щ е н н о г о т и п а состоит из двух продольных балок *АИЗ* листового железа, двух концевых поперечных балок *В* из железа коробчатого профиля, средней поперечной балки *Н*, состоящей из двух брусьев коробчатого профиля, соединенных сверху и снизу накладками из листового железа, и из четырех диагональных балок *Е* из углового железа. Балки соединены между собою косынками из листового железа и заклепками.

На втором рисунке (93) изображена т е л е ж к а Ф о к с -А р б е л я, в ней давление от кузова передается на поперечный брус *Б* рамы, который скреплен с продольными брусьями *А*. Продольные брусья опираются на буксы, но не листовыми

НБ УДУНТ (ДИИТ)

рессорами, а спиральными. Спиральные рессоры *В* располагаются непосредственно над буксами, упираясь нижней частью в последние, а верхней—в кронштейны *Г*, прикрепленные к раме тележки. Эти тележки применены под товарными вагонами Фокс-Арбеля подъемной силой 30 *т*, но они оказались неудачными и в настоящее время не ставятся под вагонами. Главный недостаток их заключается в том, что продольные листы рамы изгибаются таким образом, что верхней полкой повертываются внутрь тележки, а нижней—наружу. Это происходит оттого, что спиральные пружины расположены не в буксовых вырезах рамы, а сбоку их.

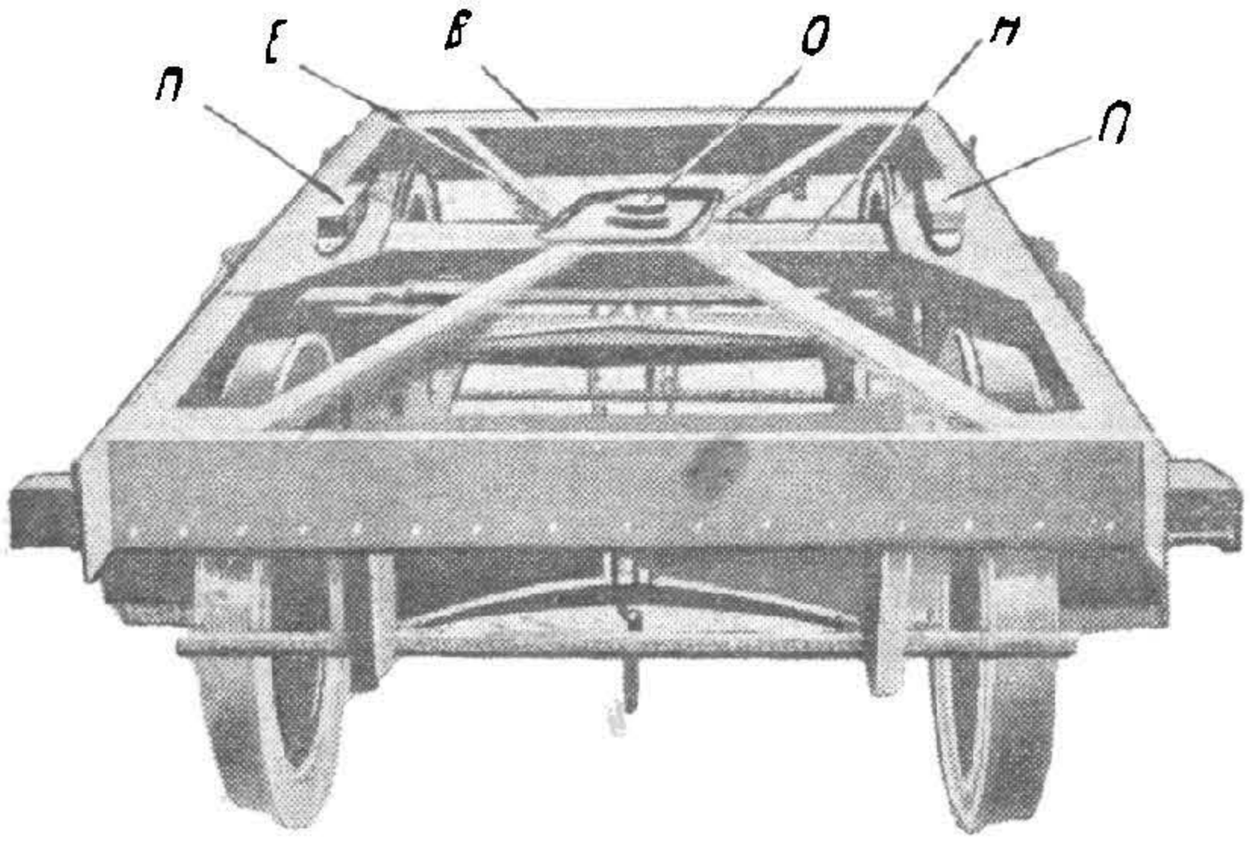


Рис. 92.

Изображенная на рис. 94 американская тележка типа Даймонд состоит из двух боковых рам (боковин), в которых болтами жестко укреплены буксы (рис. 95). Боковые рамы состоят из трех брусков *А*, *Б*, *В*, называемых поясами. Средний пояс *Б* является главным, передающим давление на буксы. Пояса верхний и нижний в средней части скреплены распорными колонками с пропущенными через них болтами. Внизу боковые рамы соединены между собою корытообразной поперечиной *Г*. На этой поперечине

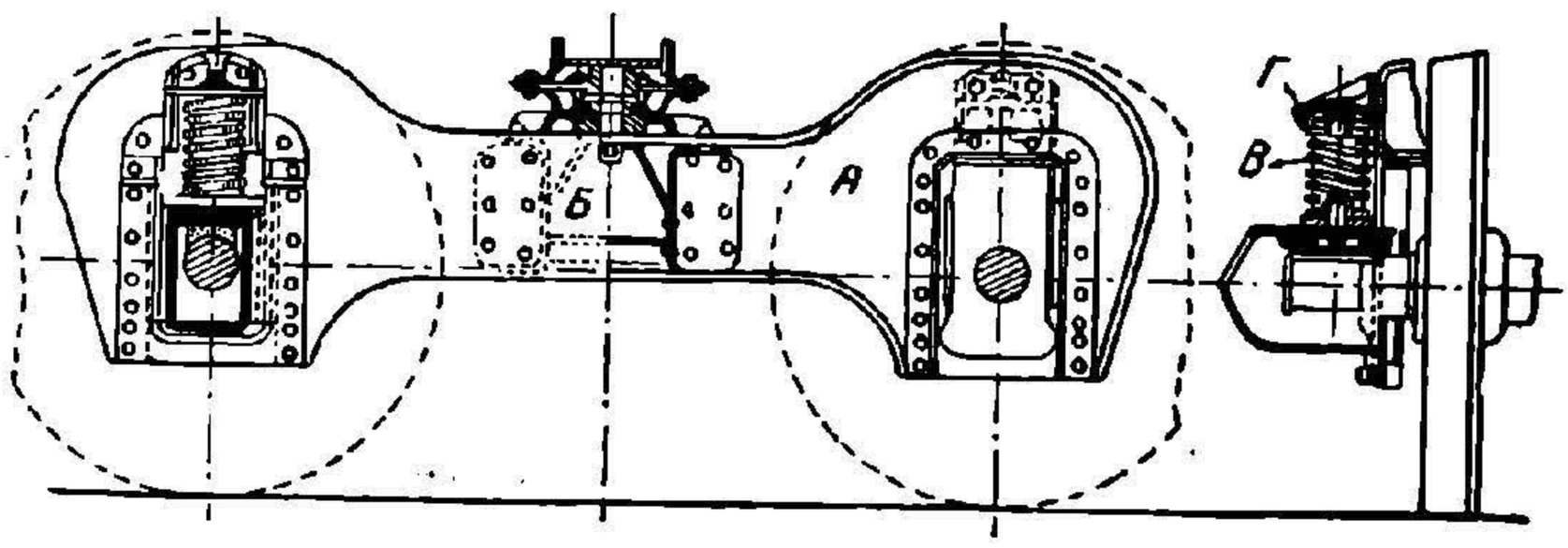


Рис. 93.

по обоим концам ставятся патроны, на которых установлены спиральные пружины, соединенные в группы по пяти или четыре двойных пружин (рис. 96). На пружинах лежит своими концами поперечный надрессорный брус *Е*, изображенный отдельно на рис. 97. Надрессорный брус воспринимает через шкворневый пятник давление рамы вагона и кузова и передает его пружинам. Пружины нажимают на средний пояс *Б* боковой рамы, через который давление передается на буксы.

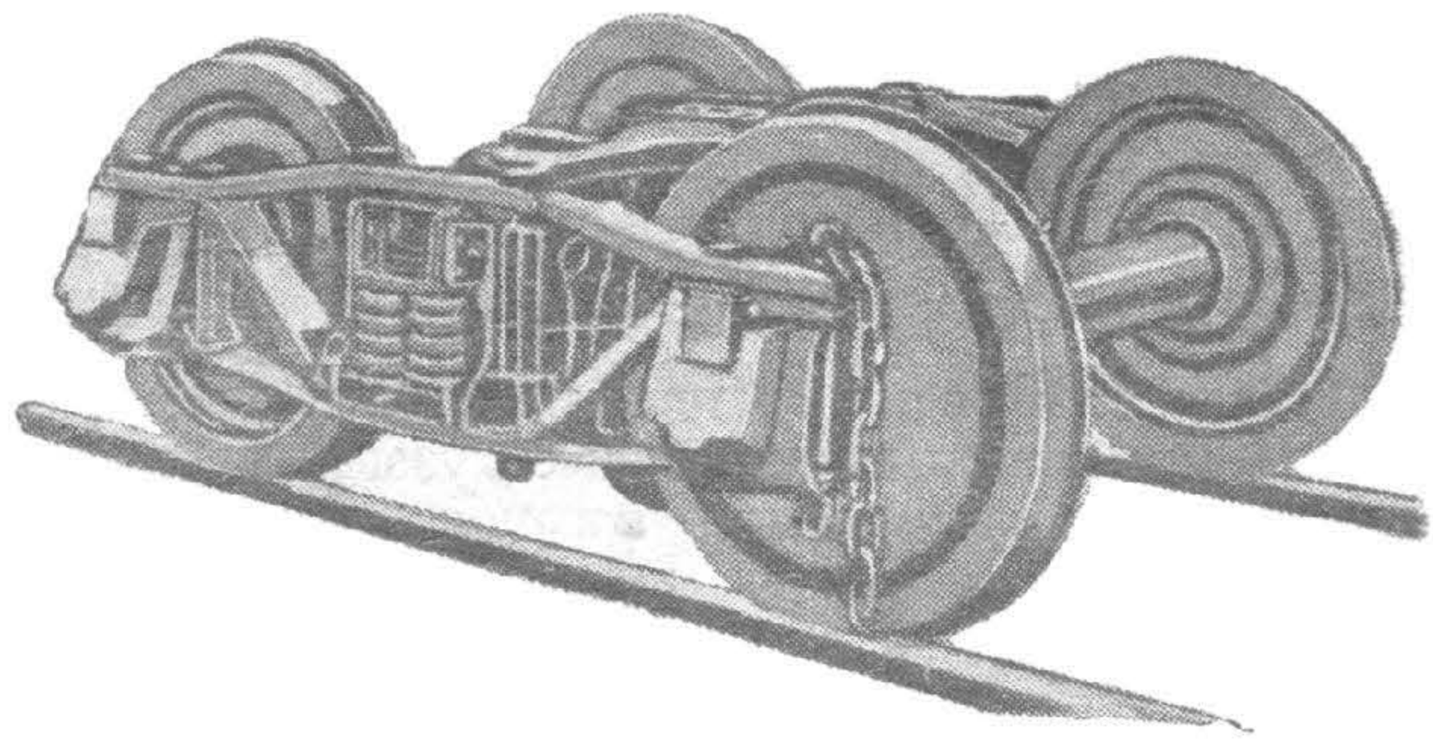


Рис. 94.

Надрессорный брус делается железным штампованным, уширяющимся в средней своей части, или сварным из листового железа. По концам брус снабжен деревянными подушками клинообразной формы, которыми он опирается на патроны пружин. Между верхней поверхностью надрессорного бруса и верхним поясом боковой рамы оставляется зазор в 50 *мм*, позволяющий свободно перемещаться надрессорному брусу на пружинах. Этот же зазор дает возможность свободно перемещаться в вертикальном напра-

НТБ УДУЗТ (ДІІТ)

влении боковым рамам при прохождении тележки по неровностям пути и по рельсовым стыкам. Так как боковые рамы соединены наглухо с буксами, то все толчки, воспринимаемые колесами и буксами, передаются рамам, вызывая колебательные движения их в вертикальном направлении.

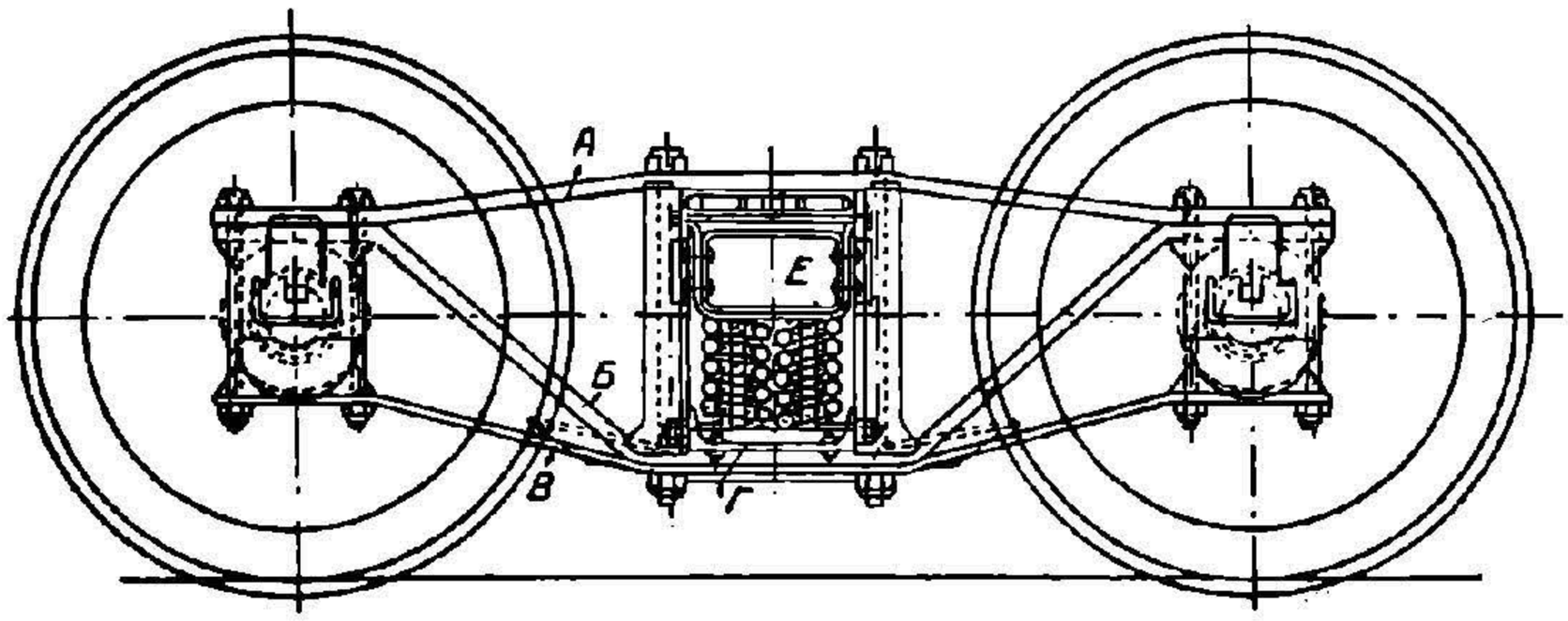


Рис. 95.

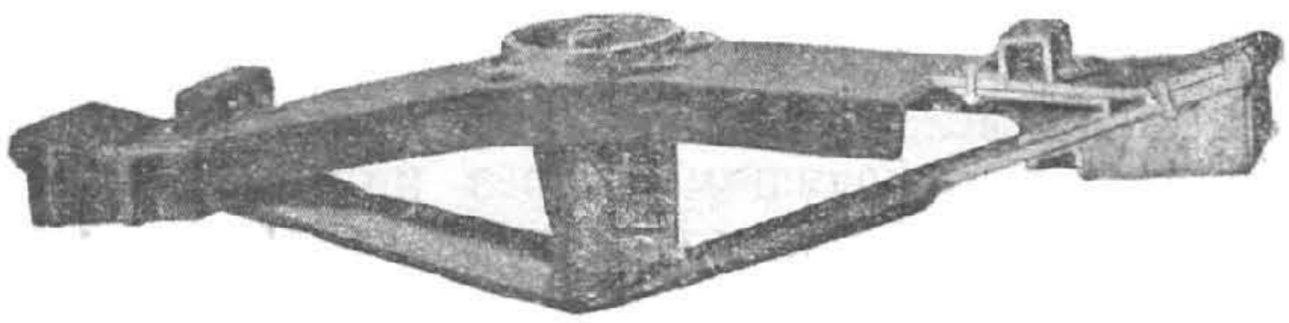


Рис. 97.

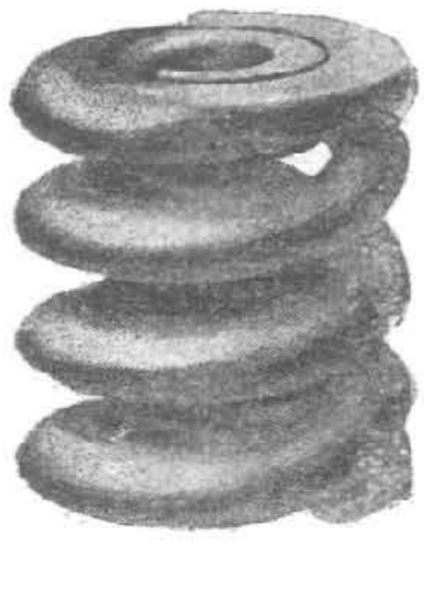


Рис. 96.

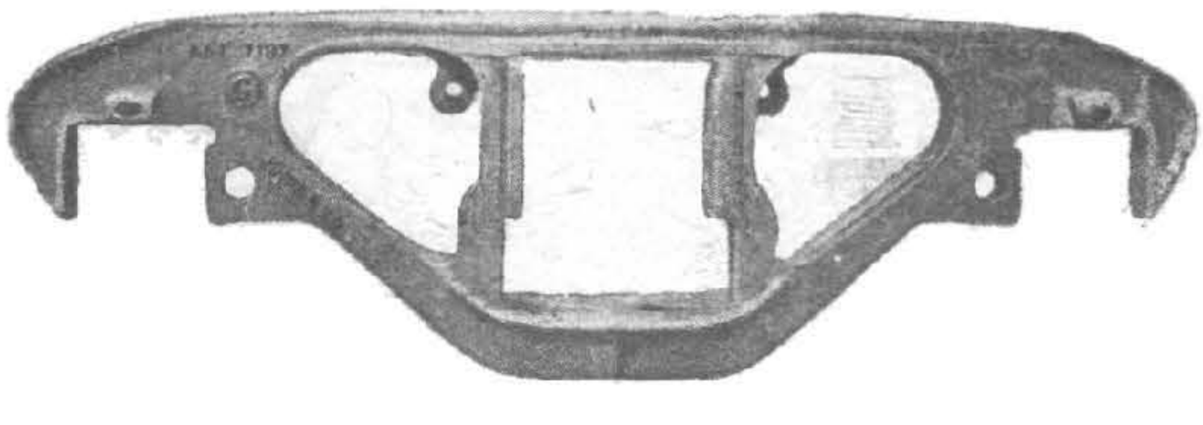


Рис. 98.

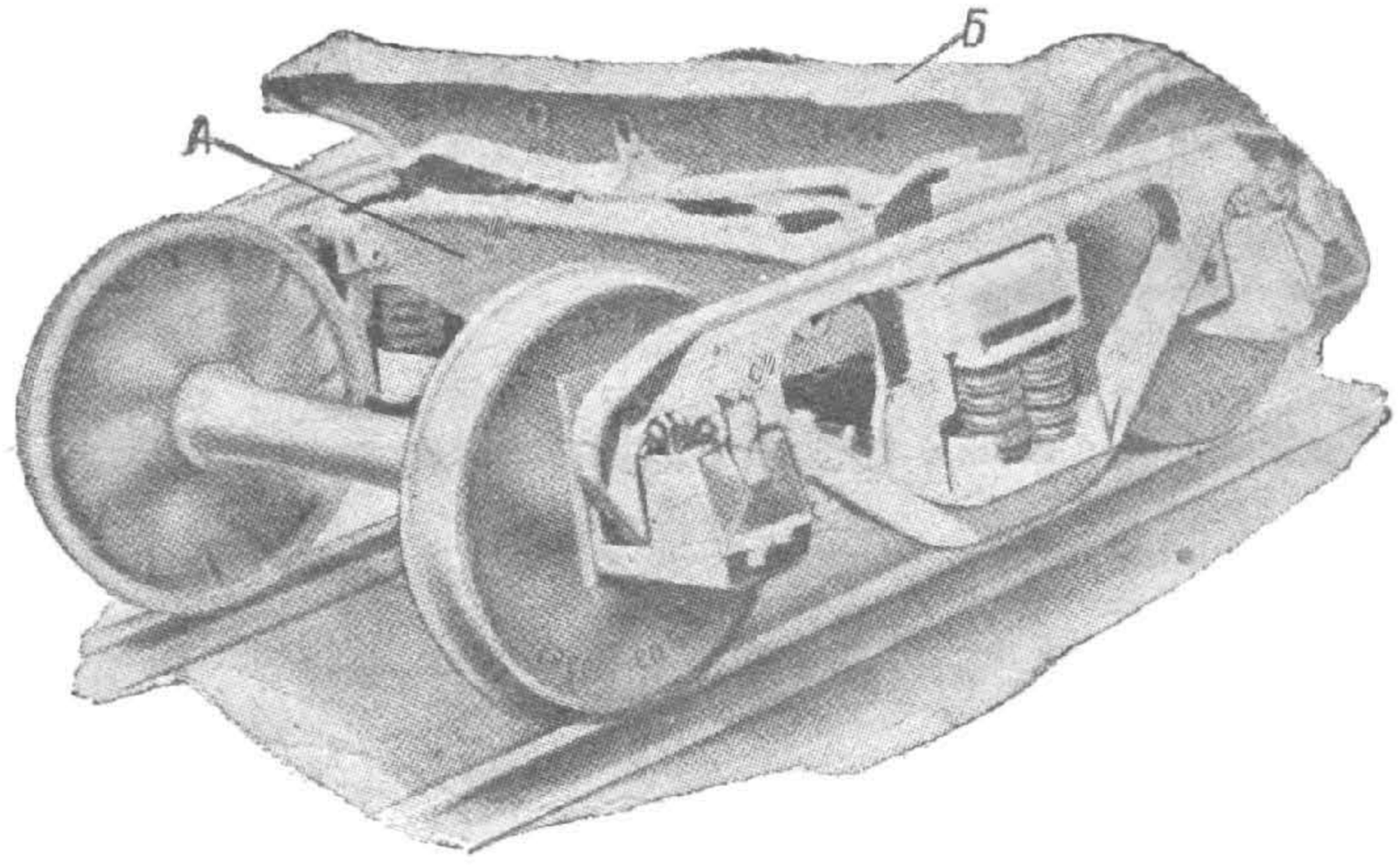


Рис. 99.

Тележки Даймонд получили у нас исключительное распространение под грузовыми вагонами. По плану реконструкции вагонного парка предположено введение литых стальных рам в тележках Даймонд. Образец такой рамы представлен на рис. 98, а на рис. 99 изображена тележка с литыми рамами, причем здесь же показана шкворневая балка *Б* рамы вагона, опирающаяся на надрессорный брус *А*. На американских до-

НВ УДУП (ДИТ)

рогах нашли применение рамы, отлитые вместе с буксами (рис. 100). Такая конструкция значительно упрощает изготовление рам тележек, но она неудобна в том отношении, что в случае необходимости сменить колесную пару нужно разбирать тележку.

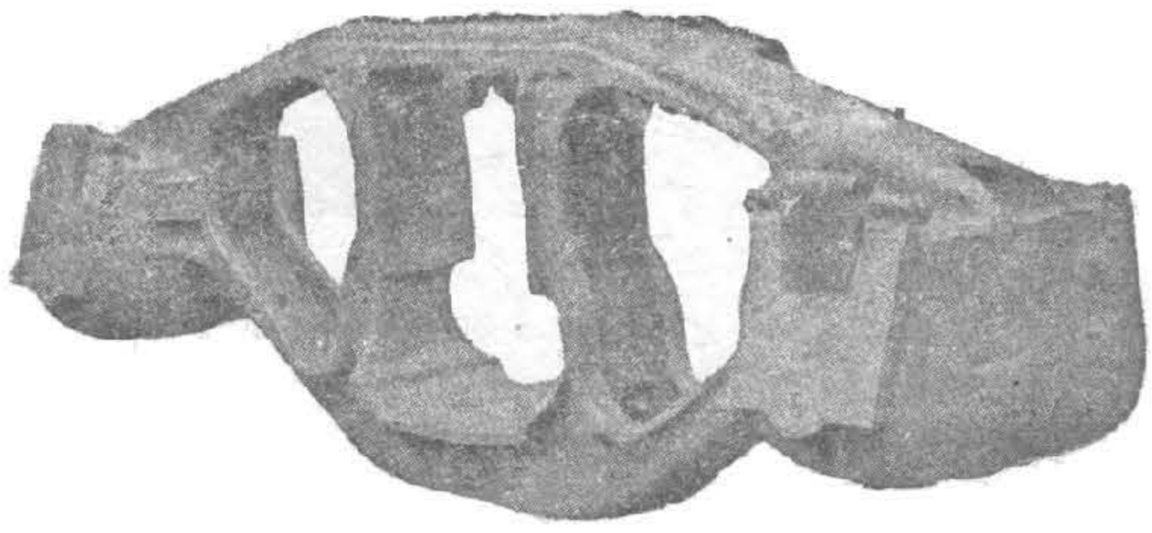


Рис. 100.

31. Люлька

Люлька имеет назначение упруго передавать давление от кузова вагона на раму тележки через посредство рессор. Кроме того, люлька устраняет жесткую передачу кузову боковых толчков от ударов гребней колес о рельсы. Благодаря люльке достигается более плавный ход вагона, ибо всякое поперечное передвижение тележки передается на кузов ослабленным действием люльки. Люлька состоит из двух деревянных брусьев—н а д р е с с о р н о г о *А* и п о д р е с с о р н о г о *Б*, между которыми располагаются эллиптические или спиральные рессоры *В*. Надрессорный брус *А* обычно делается из трех дубовых балок с двумя железными прокладками в промежутках между ними (рис. 101). Балки соединяются между собою горизонтальными болтами, проходящими через них насквозь, причем в надрессорном брусе в виду его большей толщины болты расположены в два ряда.

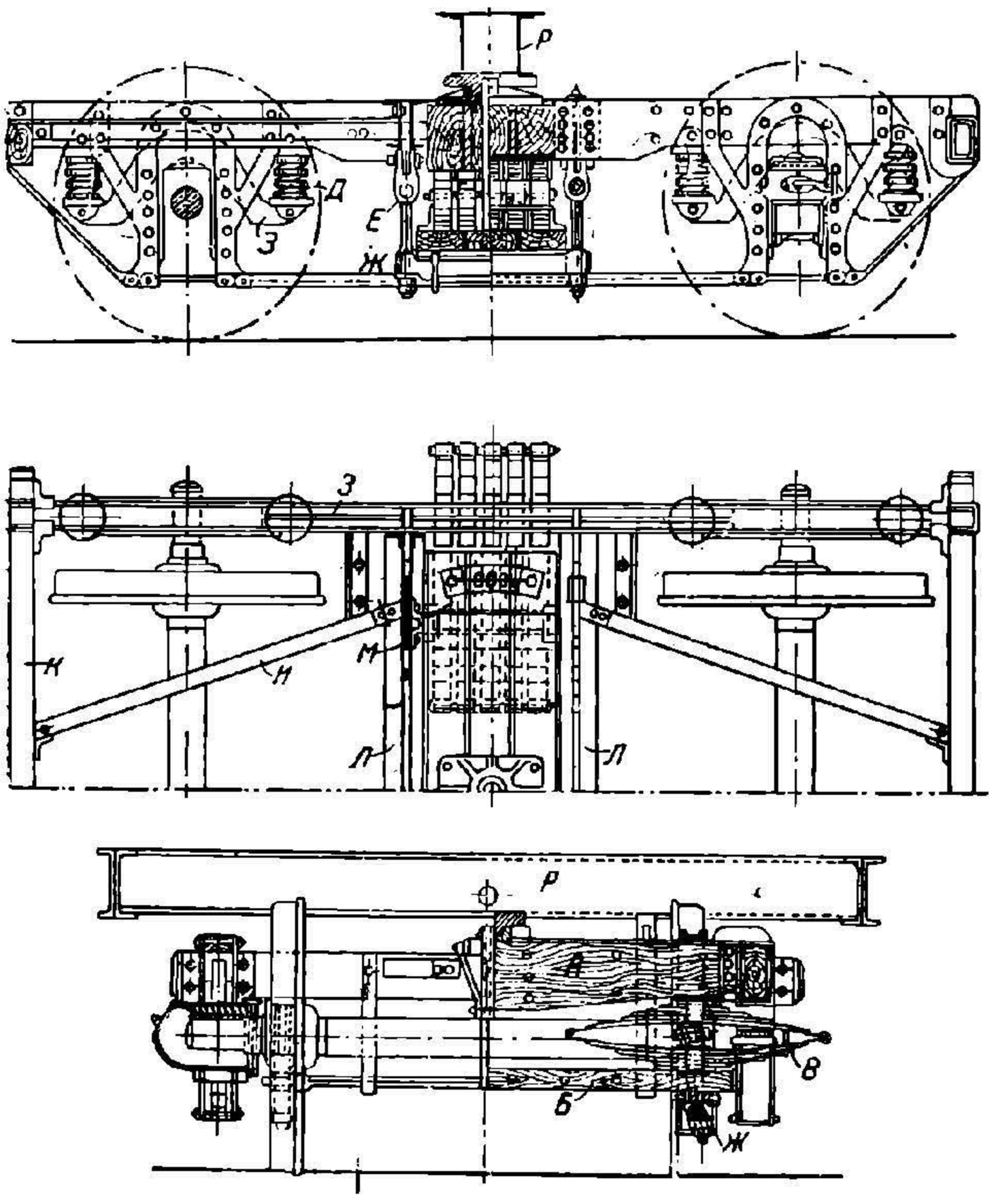


Рис. 101.

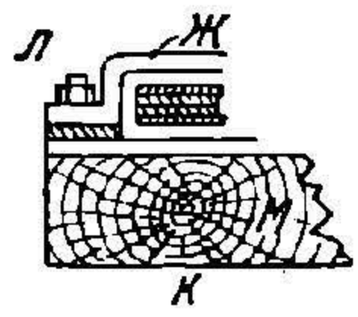


Рис. 102.

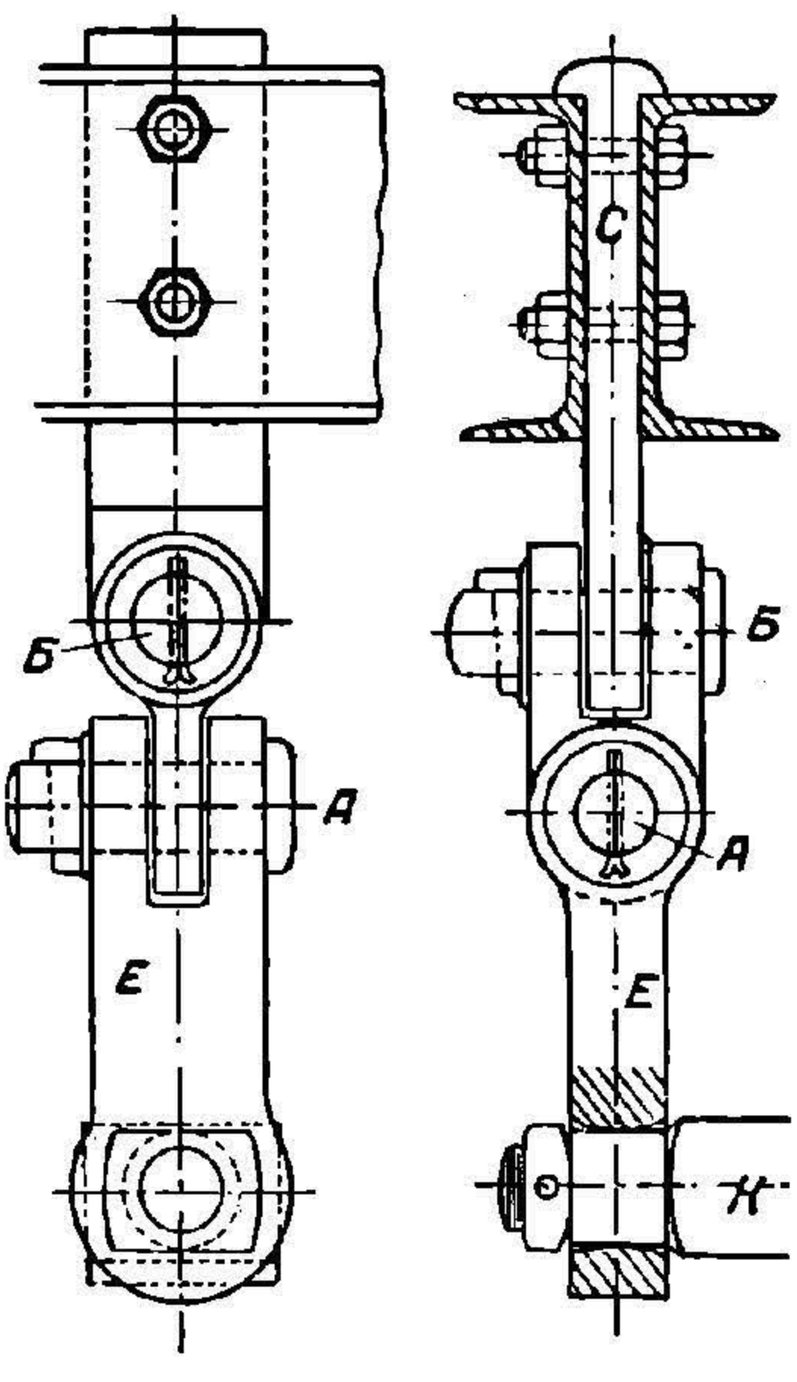


Рис. 103.

Подрессорный брус Б имеет такое же устройство, но соединительные болты расположены в один ряд.

Эллиптические рессоры *В*, состоящие из нескольких рядов, располагаются по обоим концам брусьев почти во всю ширину их. Для укрепления рессор в верхнем

ГБ УДУНТ (ДІІТ)

и нижнем брусьях вблизи краев делаются зарубки, в которые закладываются железные или чугунные подкладки, служащие ложем для рессорных хомутов. Кроме того, нижние хомуты рессор охватываются железной полосой *Ж* (рис. 102), прикрепленной болтами *Л* к подрессорному брусу *К* и опорной балке.

Люлька тележки подвешена нижним подрессорным брусом к поперечным балкам рамы посредством наклонных подвесок *Е* (рис. 101). Конструкция подвесок должна обеспечивать свободное качание подрессорного бруса с рессорами и надрессорным брусом поперек тележки и перемещение подрессорного бруса в направлении вдоль тел ежки.

Благодаря люлечному подвешиванию, удары гребней колес о рельсы воспринимаются тележкой. Так как масса тележки не велика по сравнению с массой вагона, то сила удара получается меньше. Следовательно, люлька не только смягчает передачу боковых ударов кузову, но и уменьшает силу этого удара во столько раз, во сколько масса всего вагона больше массы тележек, т. е. $\frac{P}{2} : p$, где P—тара вагона, а p—тара тележки. Это обстоятельство значительно облегчает прохождение вагона с люлечным подвешиванием по закруглениям пути при больших скоростях и делает движение вагона более безопасным.

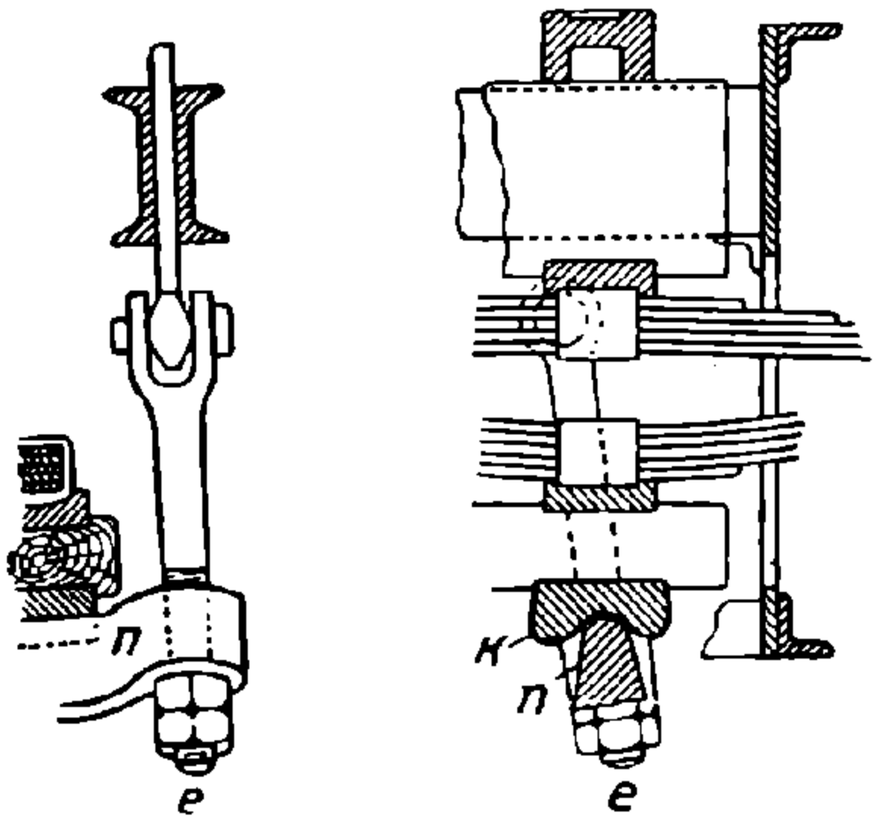


Рис. 104.

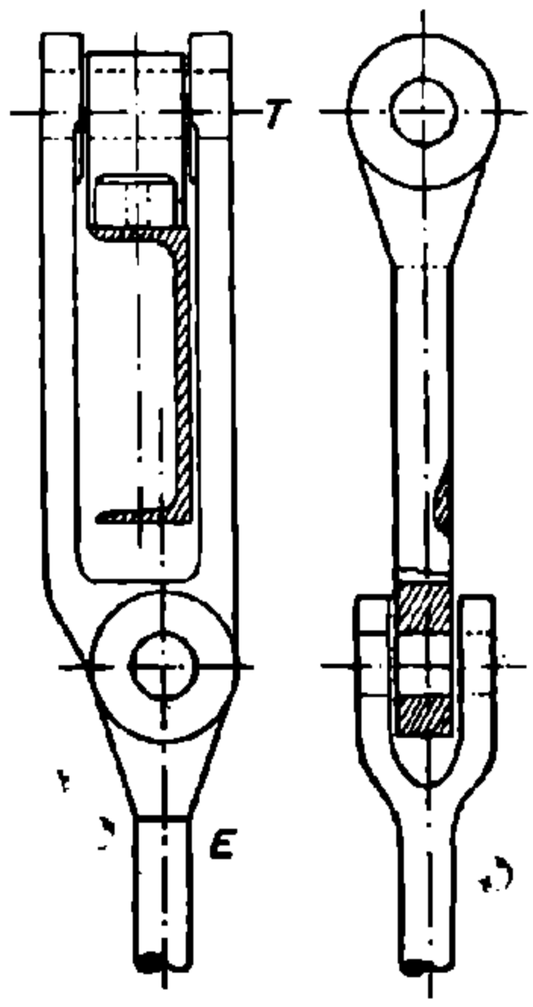


Рис. 105.

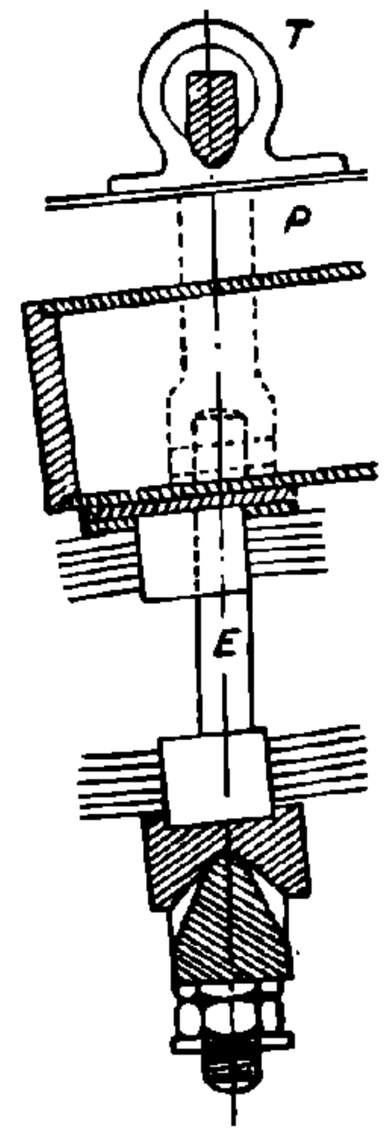


Рис. 106.

Подвешивание люльки устраивается двояко: 1) опорная балка *К*, поддерживающая подрессорный брус, заканчивается цапфами, на которые надеваются втулки подвесок *Е* (рис. 103), 2) опорная балка *k* по всей ширине подрессорного бруса опирается на нож *п*, имеющий по концам проушины, в которые входят стержни *е* подвесок, закрепляемые гайками (рис. 104). В первом случае подвески глухие, а во втором—допускают натяг благодаря наличию натяжного болта. При глухих подвесках опорная железная балка *К* подрессорного бруса имеет прямоугольное сечение, утолщенное в средней части, при подвесках с натяжным болтом—поперечное сечение опорной балки корытообразной формы, а нож *п* треугольной формы (в поперечном сечении), причем он делается стальным.

Подвески с натяжным болтом имеют преимущество перед глухими подвесками в том отношении, что гайками натяжных болтов можно регулировать высоту люльки над рельсами, а вместе с тем и возвышение буферов над рельсами.

Подвески, как глухие, так и с натяжными болтами, должны делаться с двумя шарнирами *А* и *Б* (рис. 103), из которых один позволяет подвеске качаться в направлении продольной оси вагона, а другой—в перпендикулярном направлении. При старых конструкциях подвесок с одиночным шарниром (рис. 104) наблюдались случаи обрыва подвесок вследствие их перегиба в плоскости параллельной направлению движения из-за отсутствия возможности к а ч а н и я люльки в этом направлении при торможении вагона и других случаях изменения скорости движения.

Под гайки натяжного болта *е* ставят специальные шайбы с уступом, дающим возможность болту свободно качаться при перемещении люльки вдоль вагона.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Для предотвращения ущемления стержня подвески отверстия в проушинах ножа делаются коническими, причем верхнее отверстие большего диаметра, чем нижнее.

Ножу необходимо придавать такую конструкцию, чтобы линия приложения сил давления на нее была ниже точек опоры. В противном случае получается неустойчивое положение ножа на опорах. Малейший толчек опрокидывает нож, подвергая изгибу натяжной болт, который со временем перетирается и обрывается, что и наблюдалось в первоначальных конструкциях тележек Фетте.

Соединение люлечных подвесок с поперечными балками рамы тележки встречается трех типов: 1) хвостовик *С* подвески укрепляется между двумя балками заклепками или болтами (рис. 103), 2) верхние проушины каждой пары подвесок насаживаются на горизонтальный вал, лежащий в двух подшипниках, помещенных на поперечных балках тележки, или каждая подвеска подвешивается на отдельном валике (рис. 105), 3) верхние проушины подвесок *Е* опираются на ножи *Т*, установленные на поперечных балках *Р* тележки и качающиеся в направлении, перпендикулярном продольной оси вагона (рис. 106). Последний тип обладает преимуществом перед двумя предыдущими в виду его подвижности и применяется в тележках последних конструкций.

Длина подвесок и угол наклона их имеют существенное влияние на плавность хода вагона. При коротких подвесках с большим наклоном кузов вагона быстрее приходит в состояние покоя после боковых толчков тележки, но зато толчки передаются от тележки к кузову более жестко. При длинных подвесках с малым углом наклона боковые толчки ослабляются, но кузов приобретает излишнюю подвижность, имеющую характер боковой качки.

32. Тележки с люлькой

Тележки двойного подвешивания с люлькою имеются на наших дорогах четырех типов: Пульмана (рис. 107 и 107а), Фетте (рис. 101), безбалансирная и русско-балтийская.

Тележка Пульмана (рис. 107 и 107-а), являющаяся самой распространенной под нашими пассажирскими вагонами, появилась впервые на российских дорогах еще в конце 70-х годов прошлого столетия, причем в течение всего времени ее существования внесен ряд усовершенствований в конструкцию ее деталей. Про-

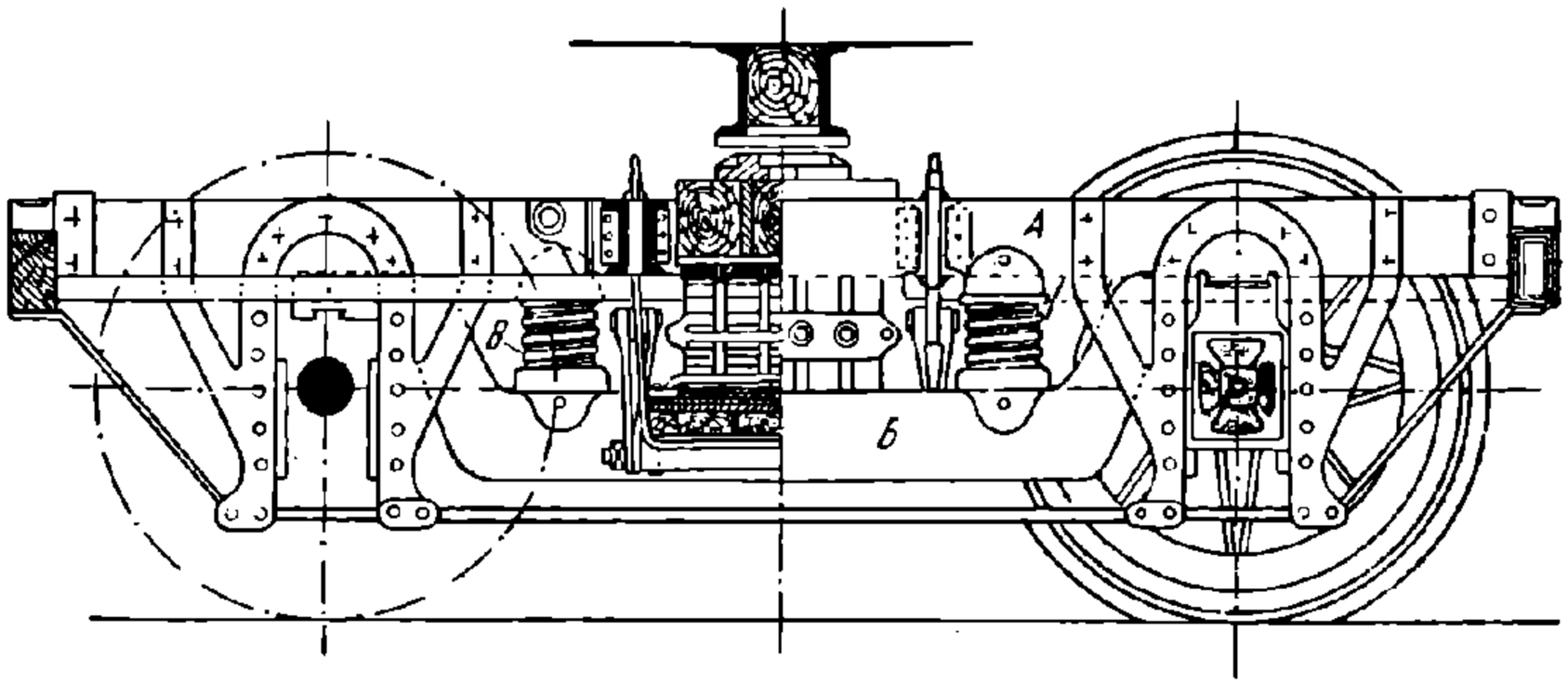


Рис. 107.

дольные балки *А* рамы тележки лежат на спиральных рессорах *В*, которые передают давление на буксы через посредство балансиров *Б*, опираясь на них нижними частями. Балансиры устраиваются по одному на каждые две буксы одной стороны, причем балансир опирается на буксы своими концами.

Спиральные рессоры устанавливаются между чугунными тарелками (рис. 108): нижней, прикрепляемой к балансу, и верхней, прикрепляемой к продольному брусу рамы тележки. Балансиры делаются стальными со стальными же вкладышами в местах прилегания балансиров к буксам.

Рама тележки состоит из двух продольных деревянных брусьев, на которые наложены с обеих сторон железные полосы. Эти армированные брусья соединены угольниками с концевыми брусьями *К*. Продольные брусья связаны между собою двумя парами железных балок *Л* коробчатого сечения. Концевые брусья *К*

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

связаны со средними поперечными балками диагональными брусьями из углового железа. Поперечные балки *Л* служат для подвешивания люльки на 4 двухшарнирных глухих подвесках. В тех же балках укреплены две предохранительные скобы сделанные из полосового железа и служащие для удержания люльки в случае обрыва подвесок.

Буксовые лапы отковываются отдельно, прикрепляются болтами или заклепками к продольным брусьям и связываются струнками между собою (рис. 109).

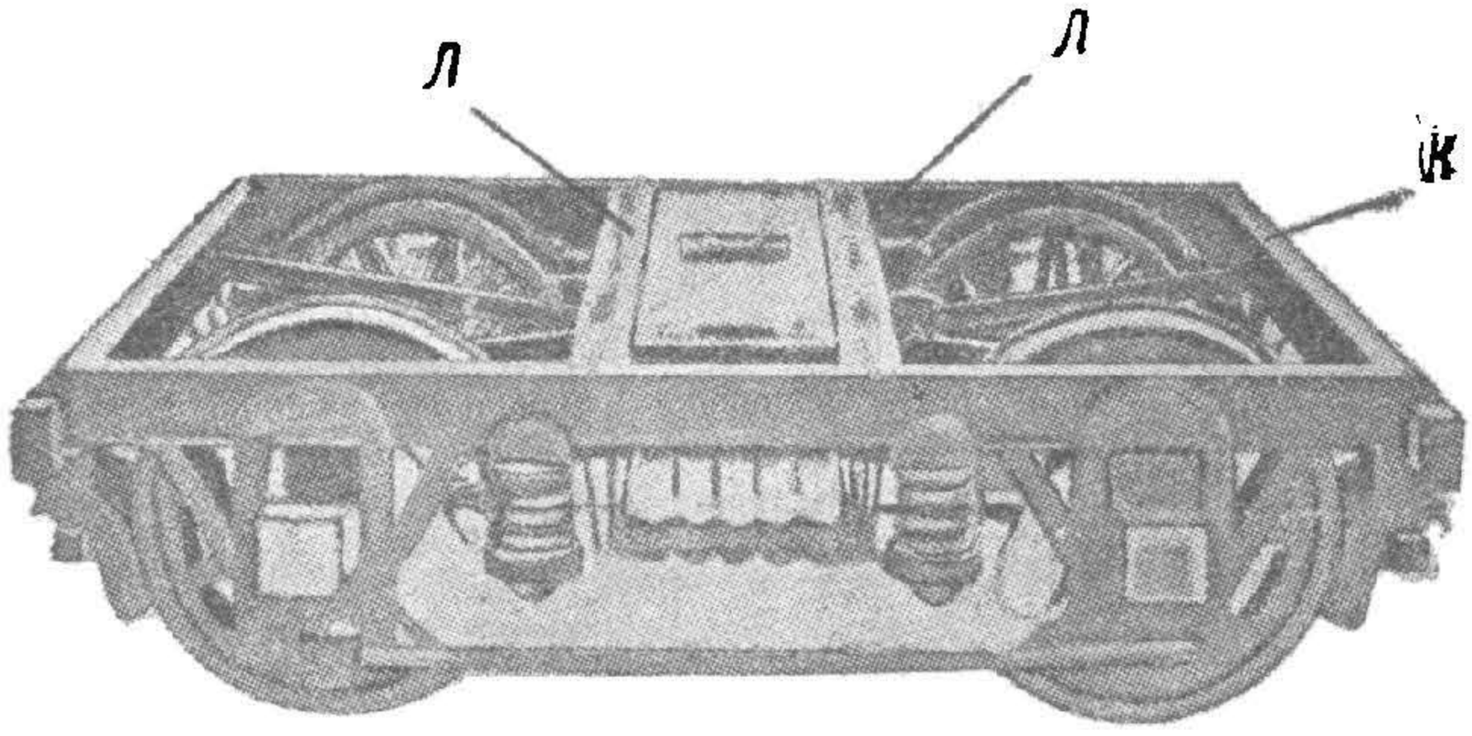


Рис. 107а.

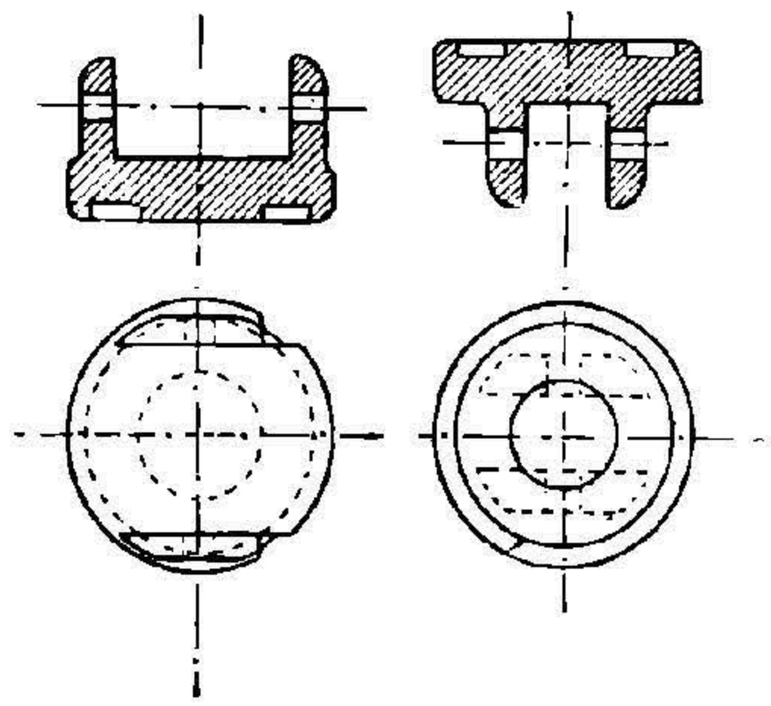


Рис. 108.

Высота буксового выреза должна быть такова, чтобы было возможно свободное относительное перемещение буксы вдоль лап по вертикальному направлению, вызываемое упругой игрой рамы на рессорах.

В тех случаях, когда буксовые лапы приклепываются к раме тележки, они делаются двойными, т. е. прикрепляются с обеих сторон к продольному брусу тележки, и между лапами укрепляются челюсти *б* со щеками для помещения буксы. Челюсти должны делаться из мягкого чугуна, они укрепляются болтами. Лапы внизу имеют уширение для постановки болтов, укрепляющих подбуксовую струнку *п* и длинную струнку *р*, которая соединяет две соседние лапы для сохранения неизменного расстояния между ними и придания жесткости лапам.

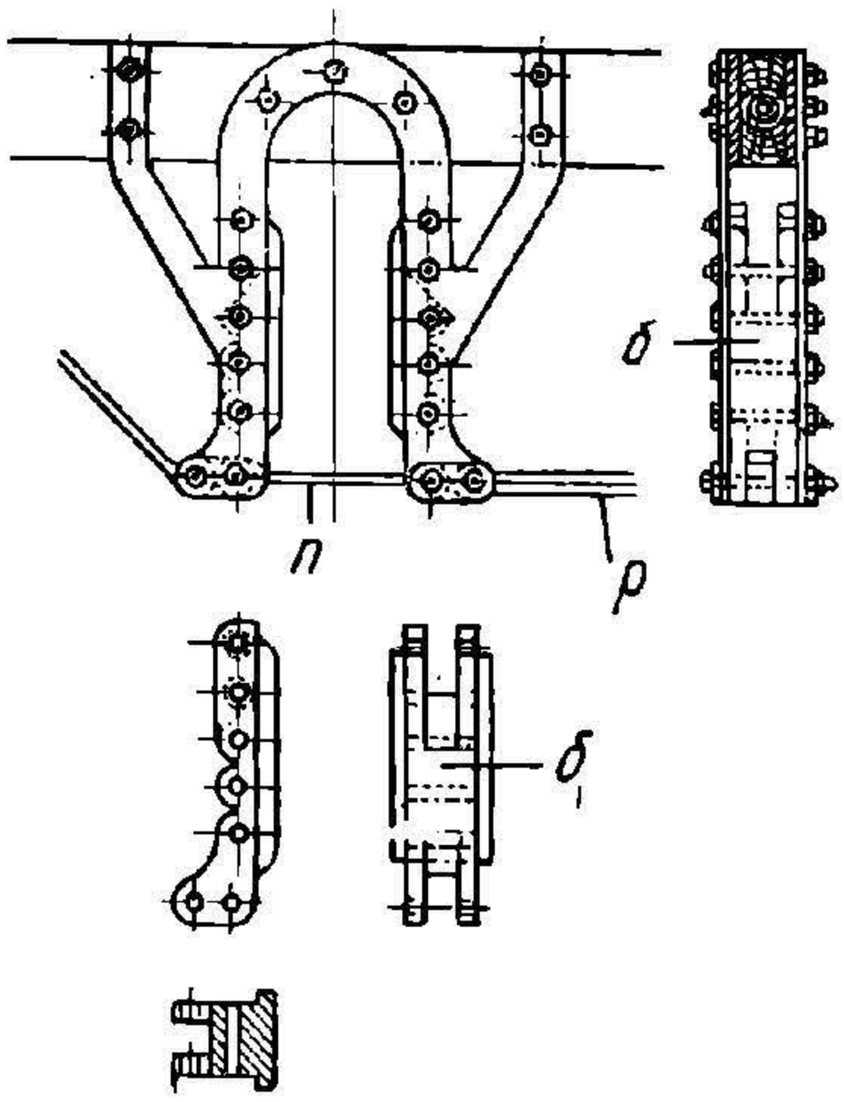


Рис. 109.

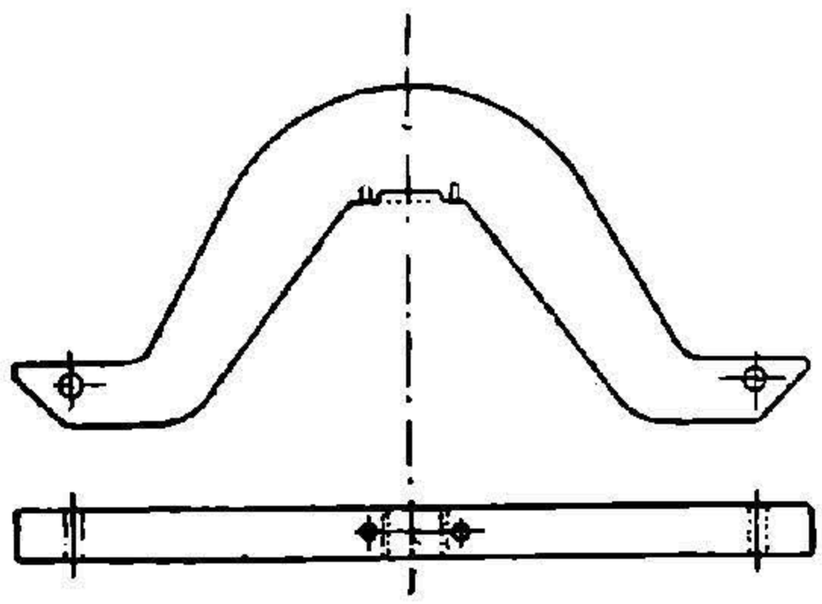


Рис. 110.

Тележка Фетте (рис. 101), получившая распространение при постройке 20-метровых пассажирских вагонов, отличается от тележки Пульмана главным образом тем, что в ней поставлены отдельные балансиры *З* (рис. 110) на каждую буксу со спиральными рессорами *Д* по концам их.

Это обеспечивает равномерное давление рессор по обеим сторонам осевой шейки надлежащее положение балансира и соприкасание полными поверхностями буксовых щек с пазами буксы, а следовательно, уменьшает износ этих поверхностей. Благодаря постановке отдельных балансиров на каждую буксу в тележке Фетте увеличено число опор тележечной рамы до восьми и увеличено расстояние между крайними точками

НТБ УДИТ (ДИТ)

опоры рамы тележки на балансире по сравнению с тележкой Пульмана (вместо 980 *мм*—3 220 *мм*). Эти обстоятельства придают раме тележки большую устойчивость и обеспечивают более спокойный ход.

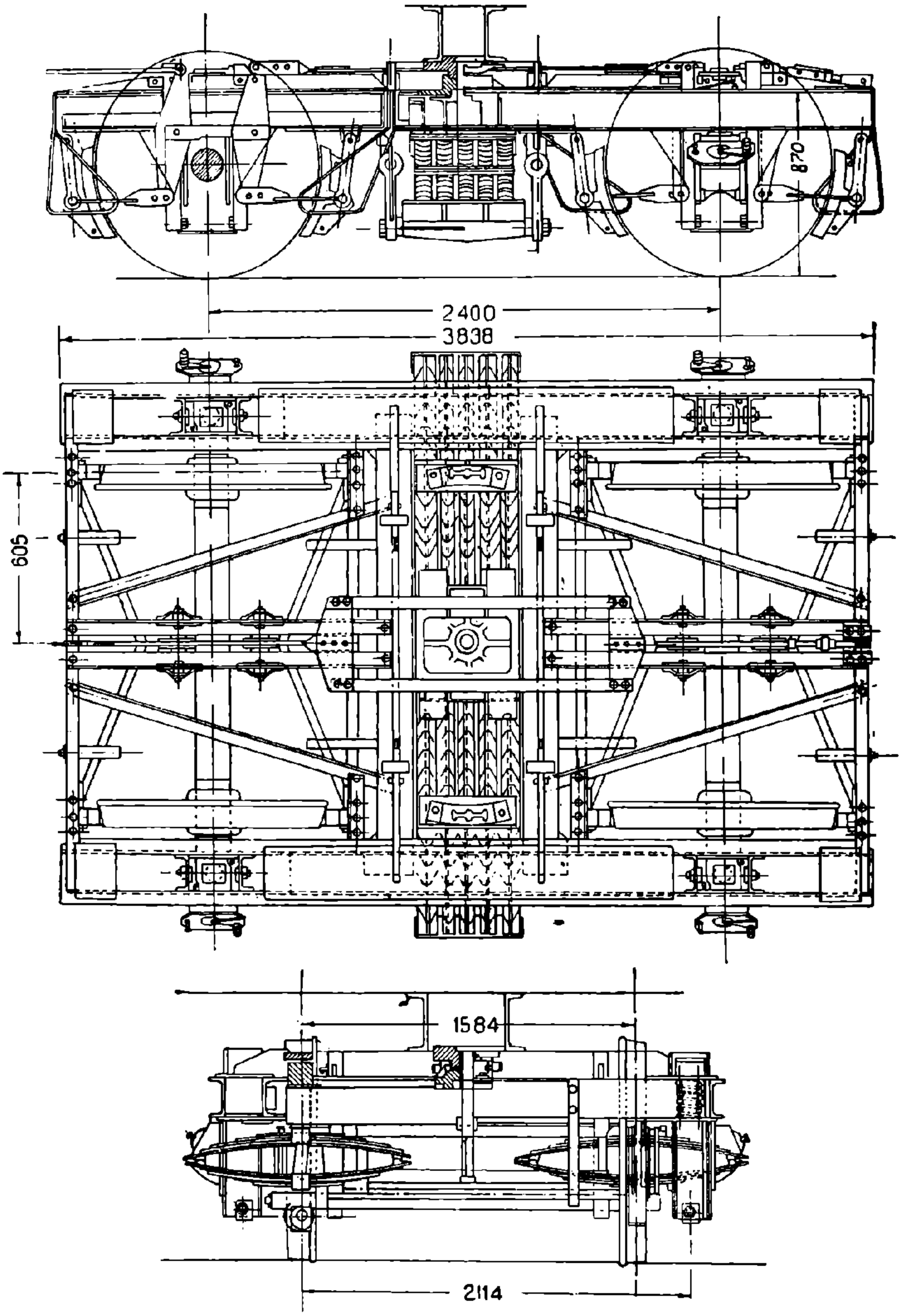


Рис. 111.

В виду уменьшения веса балансиров облегчается, в случае повреждения, смена их и рессор.

Рама тележки Фетте схожа с рамой тележки Пульмана, несколько отличаясь от нее лишь размерами составных частей.

Безбалансирная тележка системы завода имени Егорова изображена на рис. 111. Рама ее состоит из железных балок коробчатого профиля высотою

НБ УДУНТ (ДІІТ)

180 *мм*. Боковины рамы состоят из двух балок, соединенных накладками. Поперечные и концевые брусья и буксовые лапы сделаны из таких же балок. Все балки рамы соединены между собою посредством электросварки. Люлька тележки устроена так же, как и в тележках Пульмана и Фетте. Рессоры в ней системы Галахова. Буксовые рессоры поставлены непосредственно над буксами. Над каждой буксой имеется по одной двойной спиральной пружине из круглой стали. Пружины помещаются между балками боковин.

Достоинства этой тележки заключаются в уменьшении тары по сравнению с тележками Фетте и Пульмана и в отсутствии громоздких балансиров. Применение электросварки для изготовления тележки облегчает и удешевляет работу.

Эта конструкция сварной тележки оказалась в эксплоатации довольно жесткой на ходу, во многом уступающей по плавности хода тележке Фетте. Работа спиральных пружин, стоящих над буксами, находится в очень невыгодных условиях, так как пружины, помимо вертикальных усилий, воспринимают на себя еще и горизонтальные силы, появляющиеся при торможении. Происходит частая поломка пружин. Доступ для осмотра надбуксовых пружин совершенно невозможен в условиях эксплоатации, что является большим недостатком.

К основным недостаткам пассажирских тележек Пульмана и Фетте относится:

1. Недостаточные зазоры между балансирами и рамой тележки.

2. Малый зазор служит причиною заедания при повороте тележки, а также и обезгруживания оси от ударов балансира о раму тележки, вследствие чего бывают случаи схода с рельсов тележки.

3. Невозможность регулирования зазоров, когда произойдет осадка спиральных пружин.

4. Большая высота подпятника тележки от головки рельса.

5. Для получения надлежащей высоты буферов приходится устанавливать ось буферов ниже нейтральной оси боковых продольных балок, вследствие чего получается изгиб свешивающихся частей рамы вагона при буферных ударах.

6. Получаются прогибы шкворневой балки вследствие высоких напряжений из-за малой высоты ее.

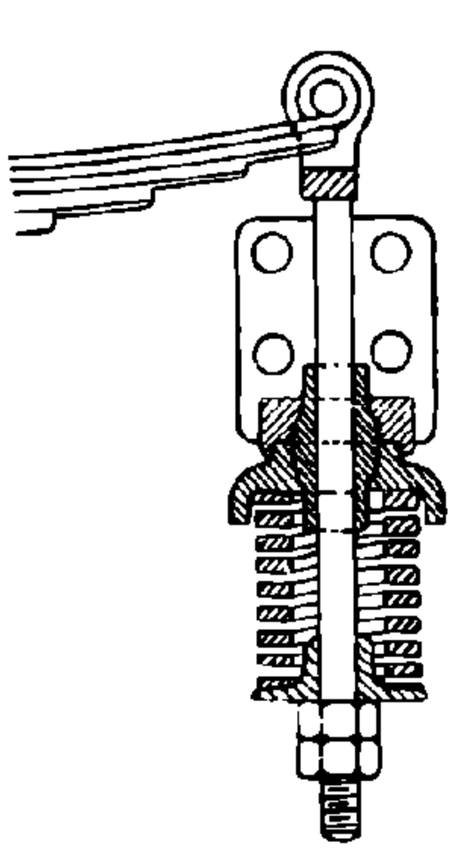


Рис. 112.

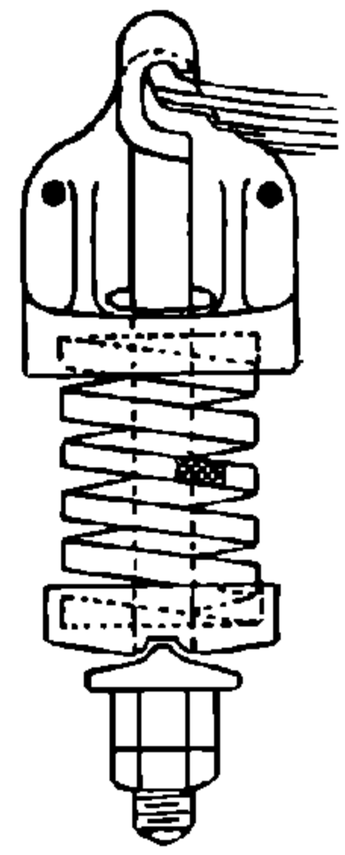


Рис. 113.

7. Дополнительные нагрузки на шейку оси от тяжелых балансиров, лежащих непосредственно на буксах.

Тележки русско-балтийские имеют двойное подвешивание с люлькой и подвесными рессорами. По общему устройству рамы и ее подвешивания они сходны с упрощенными тележками сибирского типа, отличаясь от них наличием люльки. Отдельными дорогами были внесены в этот тип тележек различные конструктивные изменения, из которых необходимо отметить конструкцию Московско-Казанской дороги. Особенность ее составляют подвесные горизонтальные трехрядные рессоры, из которых две по пяти листов помещаются снаружи рам, а третья внутри.

Тележки двойного подвешивания с подвесными рессорами не получили широкого распространения, но они послужили прототипом для тележек тройного подвешивания, причем жесткие подвески подвесных рессор были заменены подвесками пружинными.

Пружинные подвески устраиваются следующих типов. Концы рессор соединяются посредством валиков и проушины (рис. 112) или посредством скоб (рис. 113) со стержнями, пропущенными через втулки кронштейнов, прикрепленных к раме тележки. Концы стержней снабжены спиральными пружинами, установленными между тарелками и регулируемыми гайками.

Иногда встречаются вместо спиральных цилиндрических пружин конические типа буферных пружин, но они более жесткие и менее эластичные, чем спиральные. Постановка подвесок с крючьями вместо проушин и валиков сильно облегчает смену—в случае надобности—пружин, подвесок и рессор.

НТБ УДУНТ (ДНТ)

Тележки тройного подвешивания также имеют подвесную люльку эллиптическими рессорами, передающими нагрузку от кузова вагона на раму тележки, а передача давления от рамы тележки на буксу происходит через листовые рессоры и подвесные спиральные пружины.

Первые конструкции тележек тройного подвешивания, появившиеся на русских казенных дорогах с 1897 г., оказались неудачными и несоотвествующими ожи-

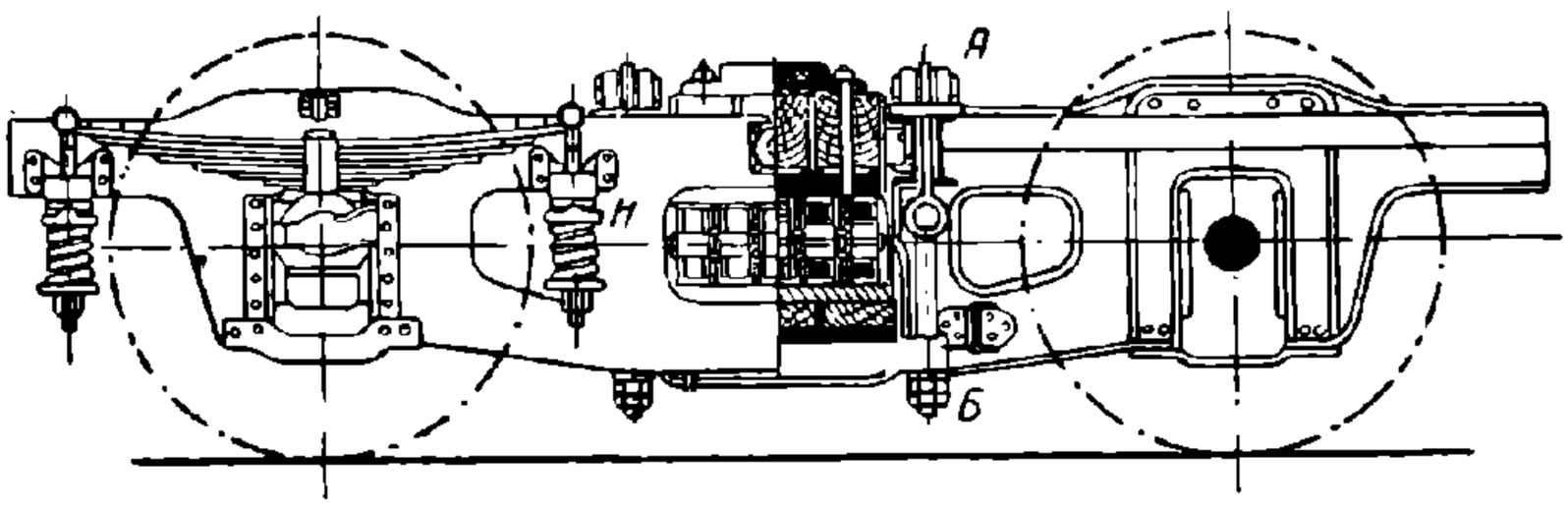
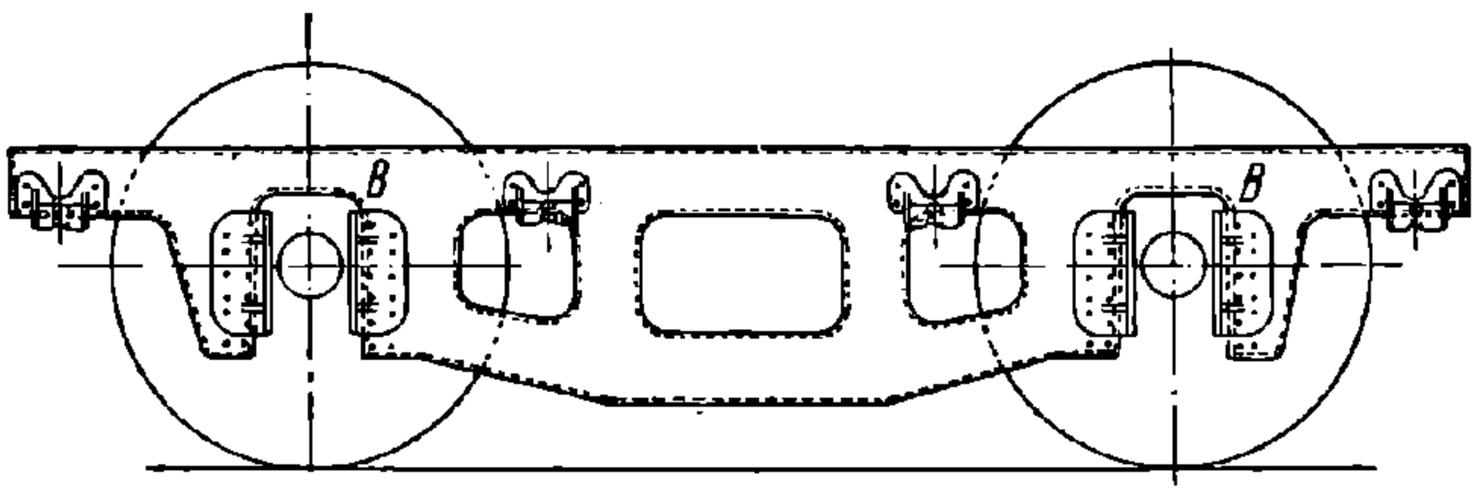


Рис. 114.

давшейся от них службе. Впоследствии многие детали были переконструированы, и в конце концов выработаны конструкции тележек, оказавшиеся вполне удовлетворительными в службе под тяжелыми вагонами курьерских и скорых поездов. Одна из таких конструкций изображена на рис. 114.

Продольные части рамы тележки штампованные, поперечные и концевые балки—железные, коробчатого сечения.



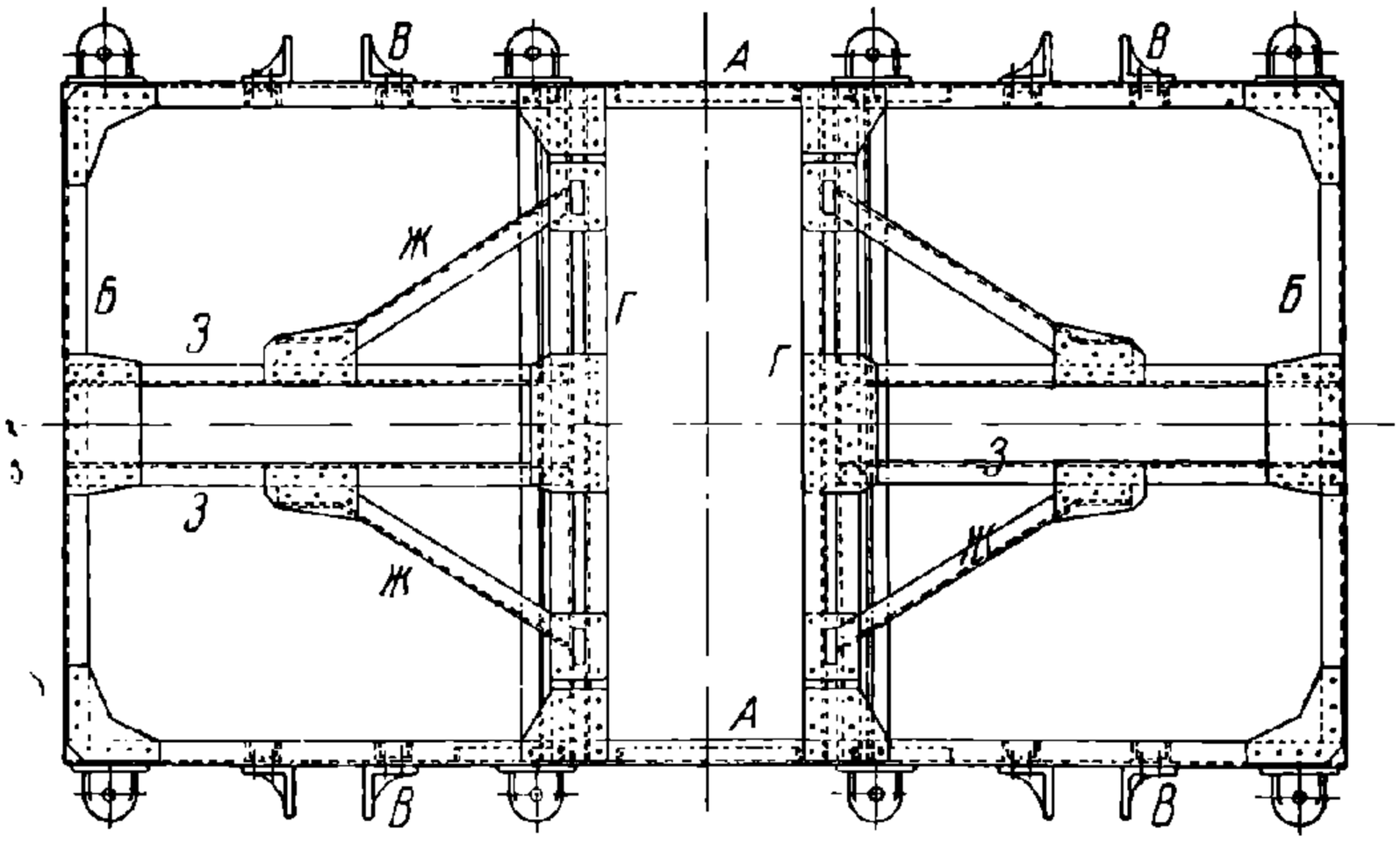


Рис. 115.

Рама, изображенная на рис. 115, состоит из двух продольных балок *А* листового железа и двух поперечных концевых балок *Б*. В продольных балках сделаны вырезы для буксовых направляющих *В*. Балки *А* посредине между собою соединены 2 поперечными балками *Г* коробчатого сечения. Эти балки раздвинуты настолько, чтобы между ними было возможно подвесить люльку. Для придания раме жесткости поставлены диагональные балки *Ж* и продольные балки *З*.

Балки рамы скреплены между собою косынками из листового железа и заклепками.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Буксовые лапы образуются соответственными вырезами в раме тележки. К вертикальным сторонам вырезов приклепываются железные угольники *В* (рис. 115), образующие буксовые челюсти, к которым привинчиваются чугунные буксовые наличники.

Люлька подвешена на подвесках с натяжными болтами *Б*.

Подвески поставлены на ножи *А*, качающиеся в плоскостях, перпендикулярных направлению движения вагона; таким образом, центр качания люлечных подвесок перенесен из-под поперечных рамных скреплений и помещен над этими укреплениями. Подвески надбуксовых рессор сделаны с упорными шайбами с зубьями (рис. 112).

Эта тележка обладает высокой плавностью хода и благодаря прочной конструкции может работать под очень тяжелыми вагонами.

Для пассажирского вагона реконструктивного типа длиною 25 *м* запроектирована тележка тройного подвешивания системы Герлица (рис. 116); подобная тележка применена на германских железных дорогах. Особенность этой тележки составляет то, что люлечные эллиптические рессоры заменены подвесными из листовой стали, обращенными книзу коренным листом.

Хомут рессоры служит опорою для надрессорного бруса люльки. Концы рессоры подвешены к раме тележки и передают на нее давление от надрессорного бруса. Для

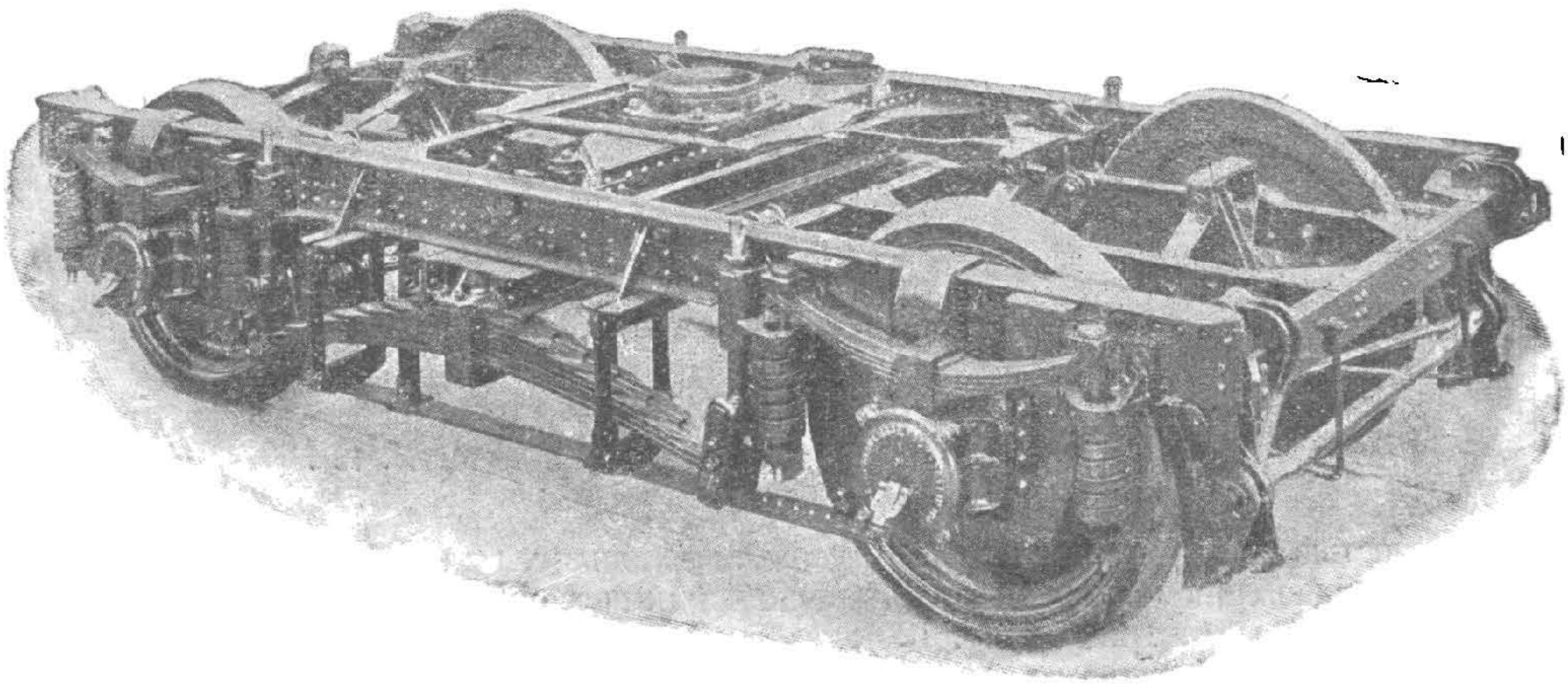


Рис. 116.

передачи давления от рамы на буксы служат листовые рессоры с вертикальными пружинными подвесками.

Применение в тележках двойного и тройного подвешивания разнородных рессор, т. е. эллиптических, спиральных и подвесных, способствует достижению плавного хода, так как благодаря тому, что у отдельных рессор получается различное число колебаний, вызываемых толчками, происходит более быстрое затухание колебаний кузова.

33. Пятник и скользуны

Если тележка не имеет люльки, то на среднем поперечном брусе *Н* рамы тележки (рис. 91 и 92) устраивается подпятник *О* и расположенные по бокам его два нижних скользуна *П*. Если тележка имеет люльку, то те же части укрепляются на верхней поверхности надрессорного бруса. В подпятник входит пята, укрепленная на поперечном так называемом шкворневом брусе рамы вагона или болстере *Б*, а нижние скользуны ложатся на верхние скользуны, расположенные на том же шкворневом брусе (рис. 99).

Пята и подпятник, составляющие так называемый шкворневой пятник, должны иметь такую конструкцию, которая допускала бы свободное вращение при всяком положении тележки относительно рамы вагона. Опорной поверхности пятника придается плоская или криволинейная форма. На рис. 117 изображен плоский пятник,

ПВ УДИИТ (ДИТ)

а на рис. 118 криволинейный. Слева изображена пята, укрепляемая на шкворневом брусе рамы, а справа—подпятник, укрепляемый на поперечном брусе тележки или на надрессорном брусе ее. Через центр *О* пяты и подпятника проходит круглый штырь—

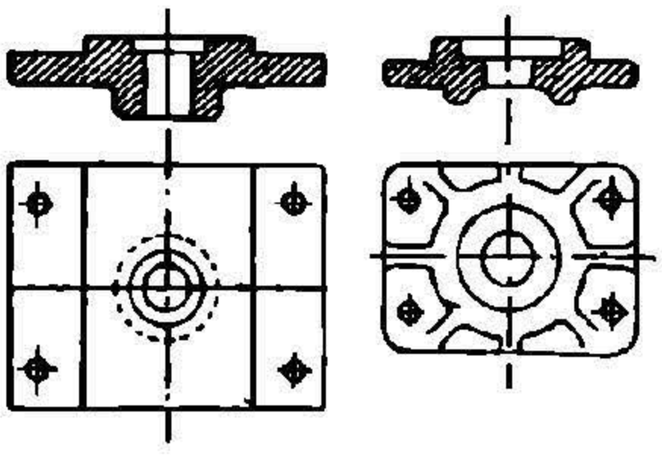


Рис. 117.

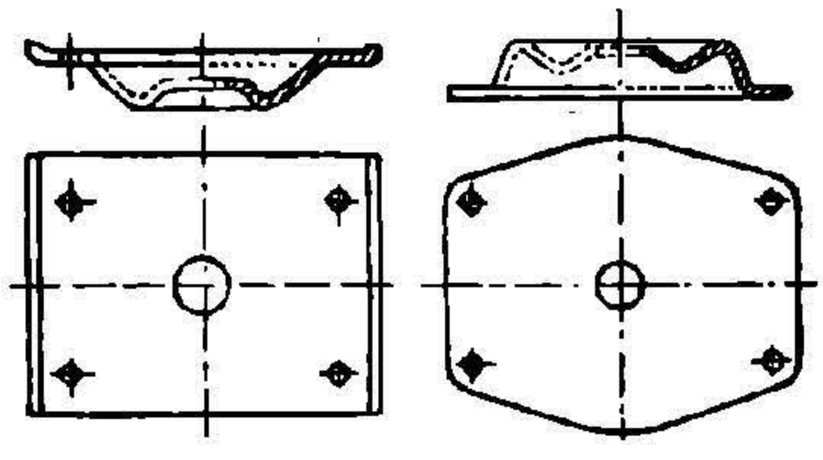


Рис. 118.

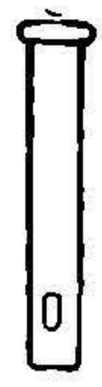


Рис. 119.

шкворень (рис. 119), служащий осью вращения тележки по отношению к раме вагона.

Пятник с криволинейной опорной поверхностью обеспечивает подвижность тележки относительно кузова во время хода поезда; пятник же с плоской опорной

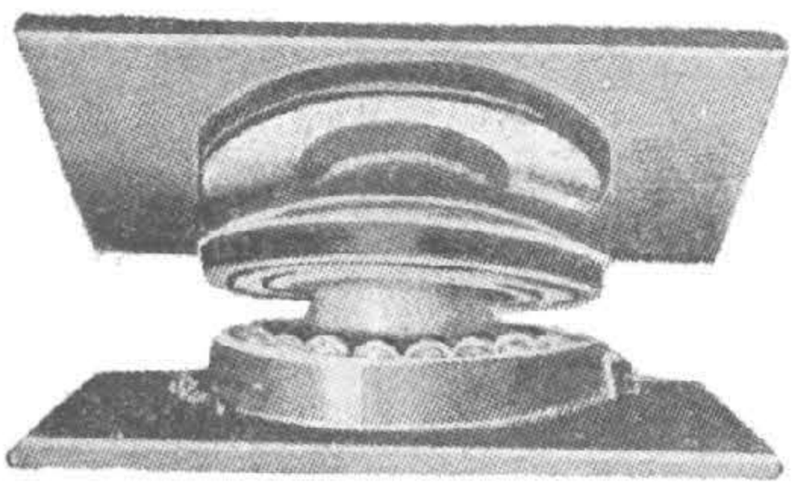


Рис. 120.

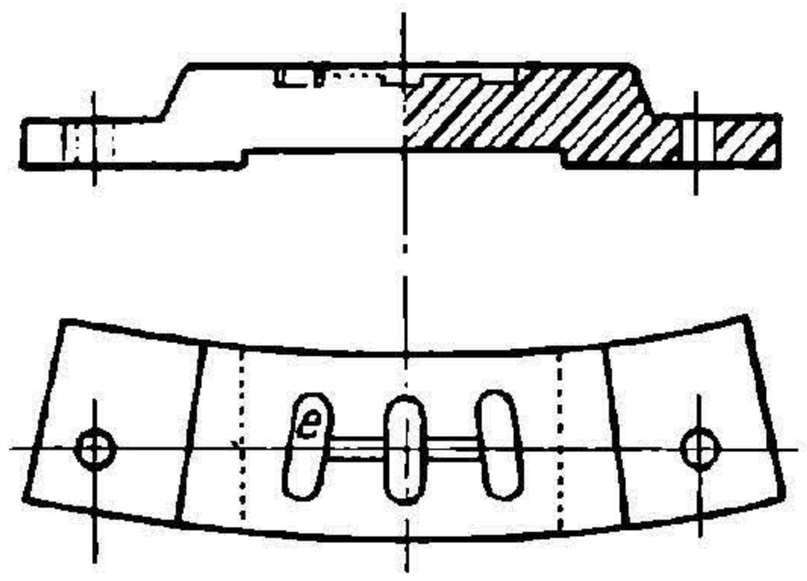


Рис. 121.

поверхностью в случае наклонения кузова на скользуны способствует возвращению его в первоначальное положение. В американских пассажирских вагонах встречаются также шариковые пятники (рис. 120).

Скользуны обычно устанавливаются на одной вертикальной оси с хомутами люлечных рессор. Они делаются чугунными дугообразной формы, образуемой радиусом,

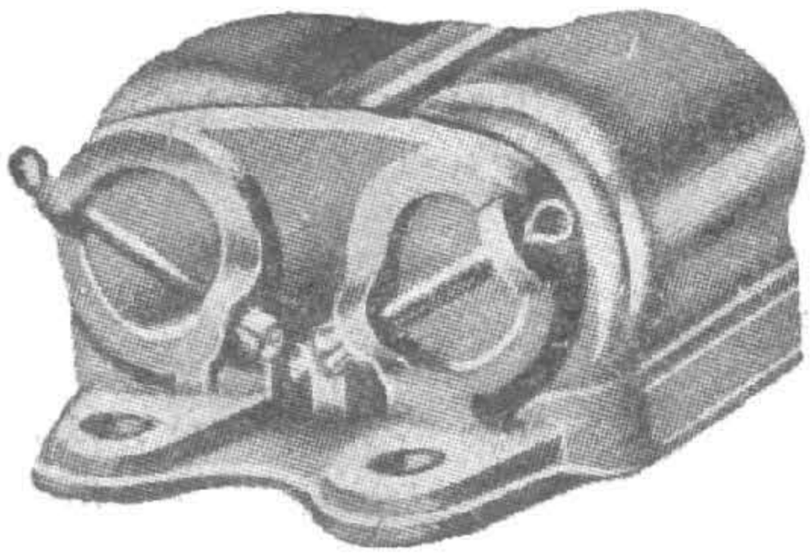


Рис. 122.

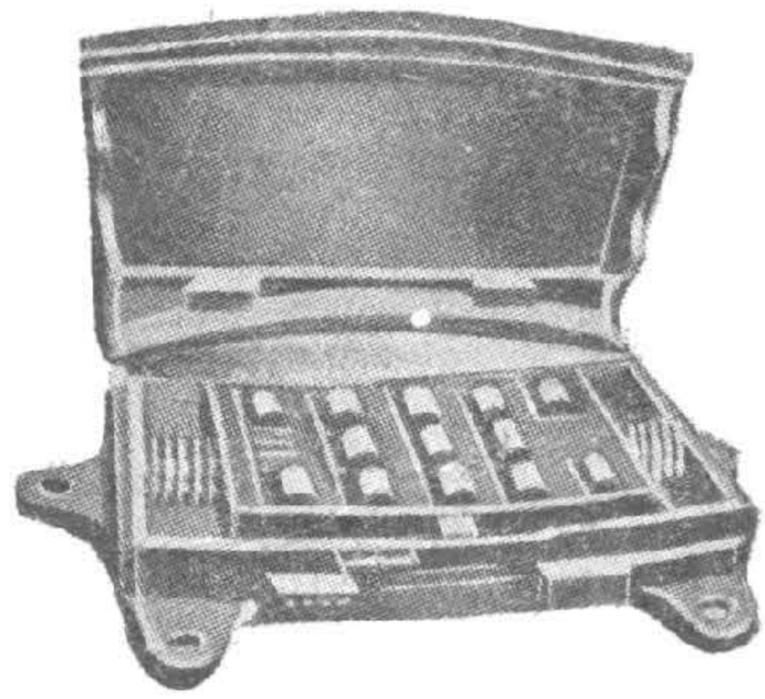


Рис. 123.

равным расстоянию их до центра пятника (рис. 121). Назначение скользунов—предохранять кузов вагона откачки около шкворня и для разгрузки самого шкворня, так как последствием такой качки явился бы изгиб и излом шкворня. При горизонтальном положении кузова вагона между верхним и нижним скользунами должен быть небольшой зазор (1—1,5 *мм*) для облегчения повертывания тележки вокруг пяты. А при наклонении кузова скользуны одной стороны соприкасаются между собою. Скользуны

НТБ УДМТ (ДІІТ)

должны быть всегда по возможности разгружены, иначе они могут защемиться (особенно при недостаточной смазке) и препятствовать повертыванию тележки, что может вызвать сход с рельсов на кривых.

В американских конструкциях тележек применяются роликовые скользуны в целях устранения заедания скользунов при проходе вагонов на закруглениях. Роликовые скользуны делаются с одним или двумя большими роликами, вращающимися на осях или цапфах (рис. 122), либо с несколькими мелкими (рис. 123). В наших новых тележках также ставят роликовые скользуны с одним или двумя роликами (рис. 124), свободно катающимися.

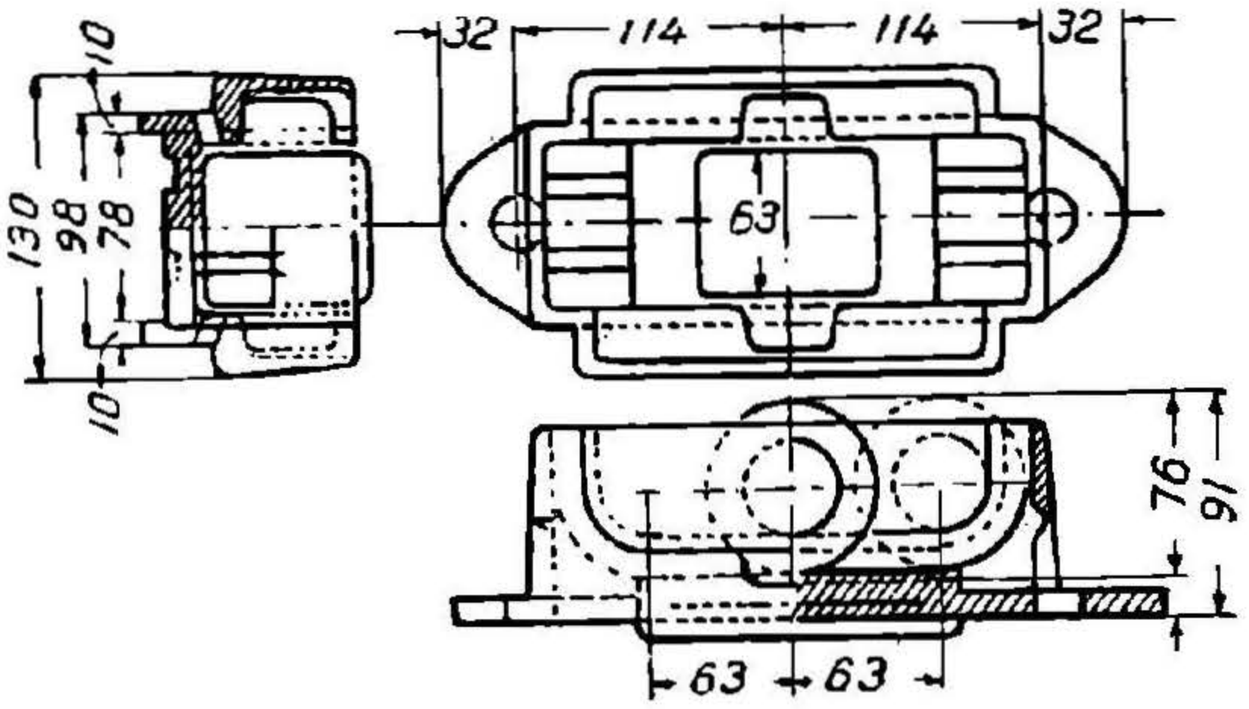


Рис. 124

Для смазывания трущихся поверхностей пятников и скользунов устанавливаются масленки на швеллерном брусе вагона и от них проводятся трубки к пятнику и скользунам. Для удержания смазки на поверхности плоских скользунов делаются углубления.

34. Трехосные тележки

Возрастание веса вагонов и повышение в связи с этим нагрузки на ось свыше допускаемых пределов вызвало необходимость применить для тяжелых вагонов 3-осные тележки. Они наиболее распространены в Англии и Америке, но встречаются

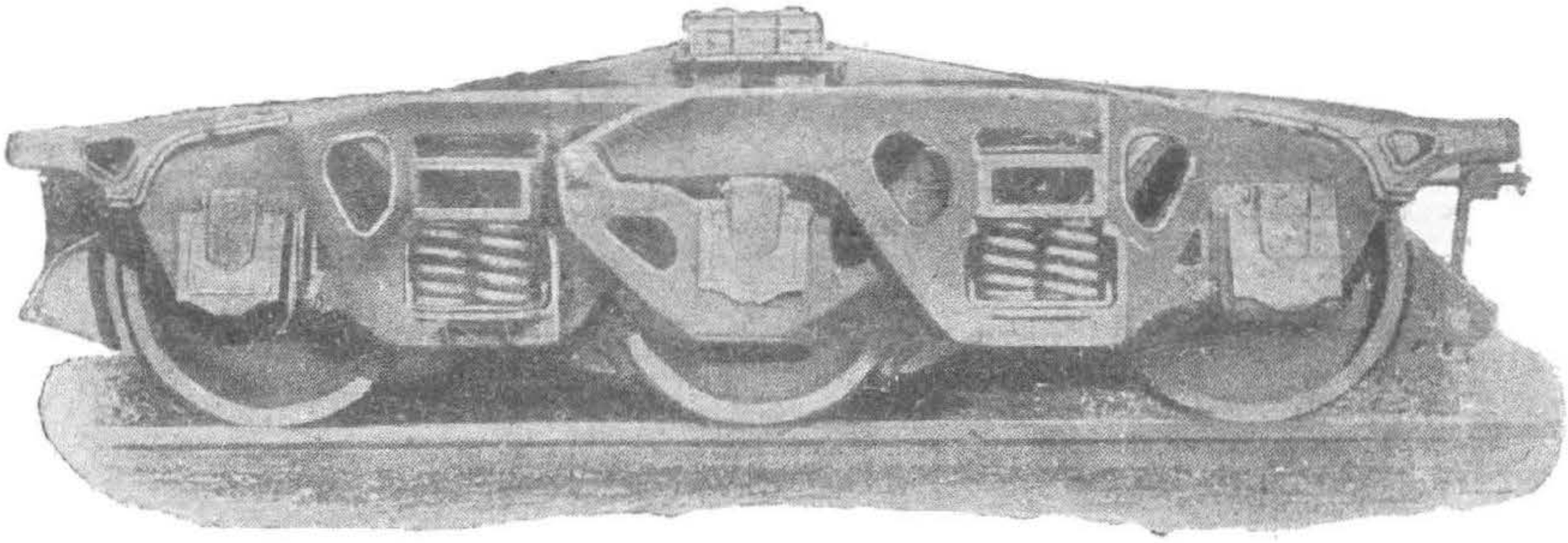


Рис. 125.

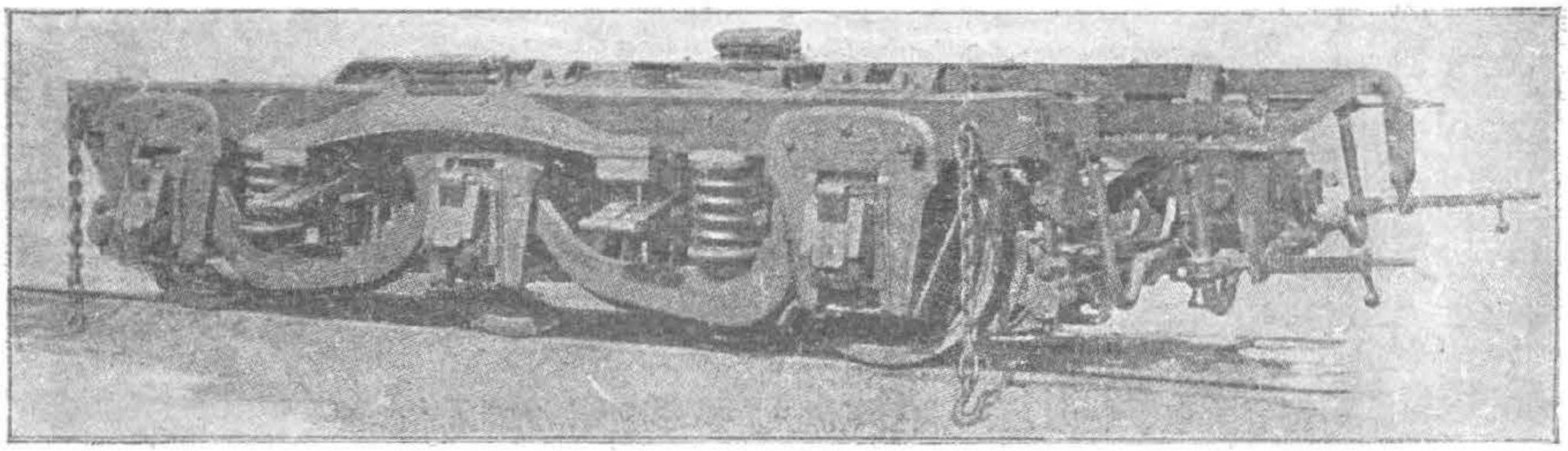


Рис. 126.

также в Германии и во Франции под тяжелыми товарными вагонами и специальными пассажирскими. На наших дорогах имеются лишь отдельные случаи применения 3-осных тележек.

НЕ УДУМТ (ДИТ)

Трехосные тележки, подкатываемые под товарные вагоны в Америке, представляют преимущественнов идоизмененный тип тележки «Даймонд» (рис. 125). Продольные рамы литые и состоят из двух частей, соединенных шарнирно над средней осью.

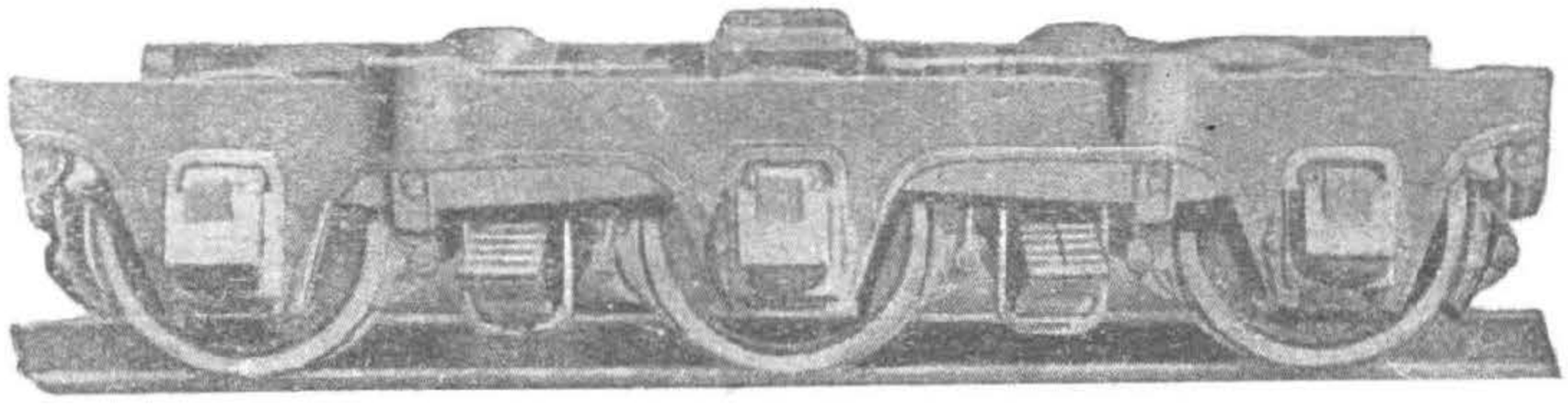


Рис. 126а.

Спиральные рессоры расположены в каждой из частей рамы таким образом, что конечная ось нагружается $\frac{2}{3}$, а средняя $\frac{1}{3}$ нагрузки, воспринимаемой каждой группой рессор. Надрессорные брусья связаны между собою двумя продольными балками, на которых укреплен поперечный подушечный брус с подпятником и скользунами.



Рис. 127.

Трехосные тележки пассажирских вагонов изображены на рис. 126 и 126а. В этих тележках две люльки подвешены к поперечным балкам между средней и крайними осями. На люльки опирается брус, несущий подпятник (рис. 127). Давление от рамы тележки на буксы передается в одной тележке листовыми рессорами, а в другой через спиральные рессоры и балансиры. Балансир, несущий спиральную рессору, нагружает конечную ось $\frac{2}{3}$, а среднюю $\frac{1}{3}$ своей нагрузки, вследствие чего давление осей одинаково.

РАЗДЕЛ IV

РАМА ВАГОНА, ЕЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И ТОРМОЗ

А. Рама

35. Назначение и классификация вагонных рам

Рама служит основанием для кузова вагона и представляет собою систему скрепленных между собою балок, образующих прямоугольник, ограниченный двумя продольными и двумя концевыми поперечными балками. Продольные боковые балки делаются из коробчатого железа и называются боковыми ш в е л л е р а м и, а поперечные концевые балки называются б у ф е р н ы м и б р у с ь я м и. Вес кузова вагона и его нагрузки передается вместе с рамой через рессоры на осевые буксы, установленные в осевых лапах. Осевые или буксовые лапы прикрепляются к раме параллельно одна другой и дают возможность раме вагона во время движения перемещаться на рессорах в вертикальном направлении относительно колесных пар. На вагонной раме укрепляются детали для подвески тормозов, а также тяговые и ударные приборы, служащие как для соединения вагонов между собою, так и для смягчения ударов при их столкновении. Рамы вагонов – в зависимости от наиболее характерных признаков их конструкции—можно разделить на два основных типа: 1) рама с хребтовой балкой (рис. 128) и 2) рама без хребтовой балки (рис. 128а) В раме без хребтовой

НТБ УДУЗТ (ДІІТ)

балки главные брусья—боковые швеллера *а* и буферные брусья *б*; они воспринимают тяговые и ударные усилия. В раме с хребтовой балкой главными балками, воспринимающими большую часть тяговых и ударных усилий, являются хребтовые *в*.

Помимо этого, в зависимости от устройстве тяговых и ударных приборов, рамы можно разделить на следующие типы:

1. Рама со сквозной упряжью и двумя буферами, не приспособленная под автосцепку (рис. 129, 131, 134).

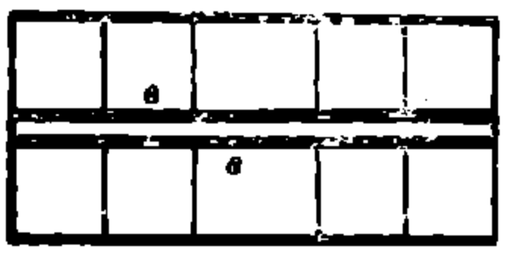


Рис. 128.



Рис. 128а.

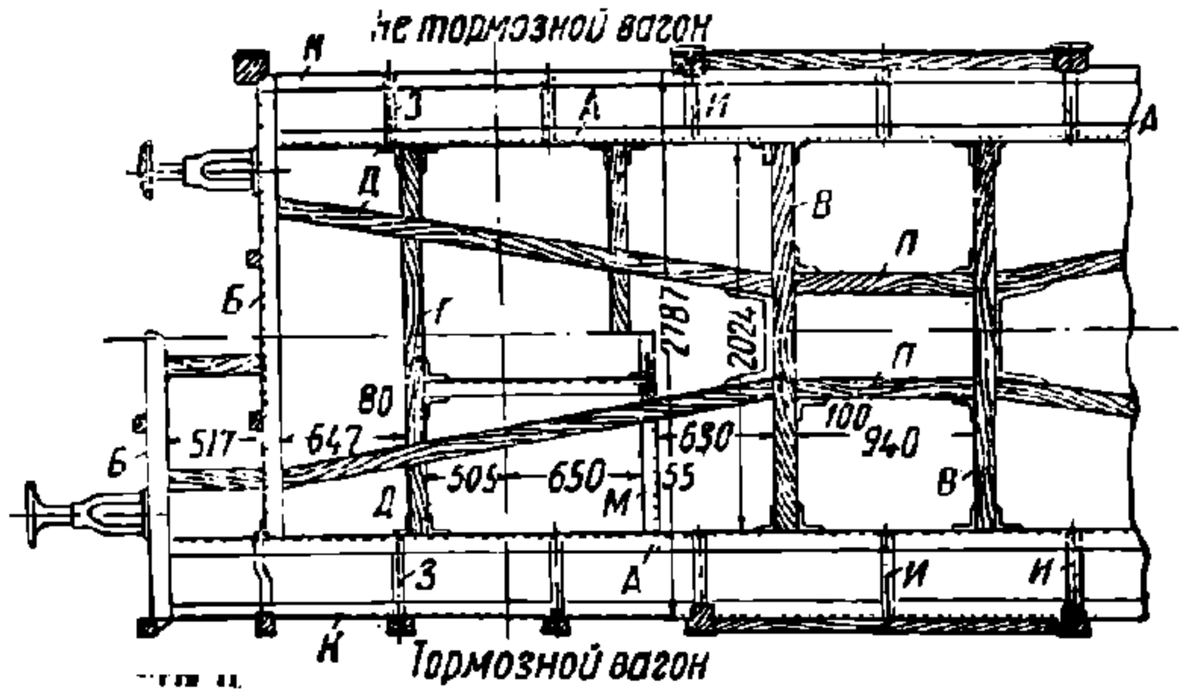


Рис. 129.

2. Рама с хребтовыми балками, приспособленная под автосцепку, и с двумя буферами (рис. 132,135).

3. Рама с хребтовыми балками с автосцепкой и без буферов.

В раме без хребтовых балок основные усилия воспринимают на себя боковые продольные балки.

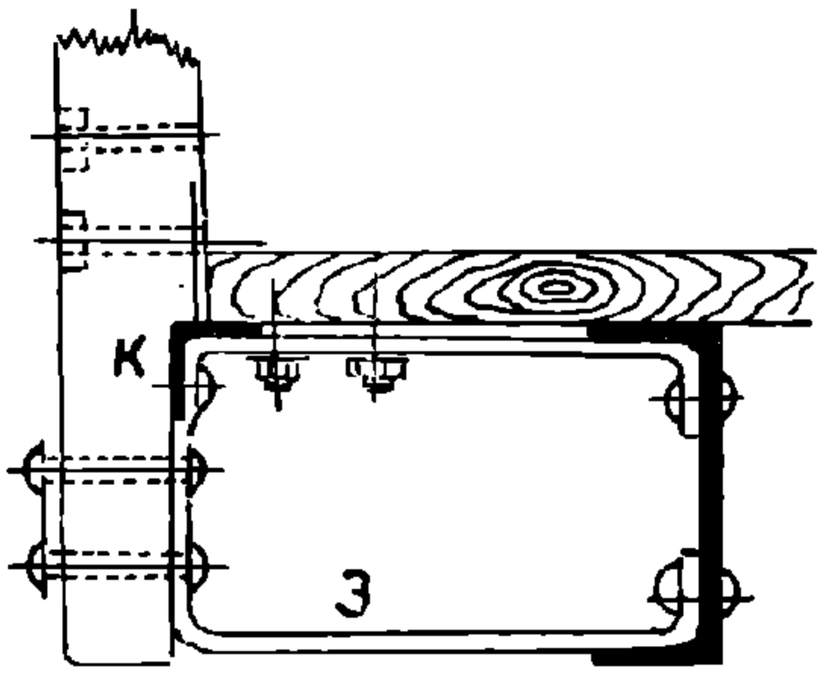


Рис. 130.

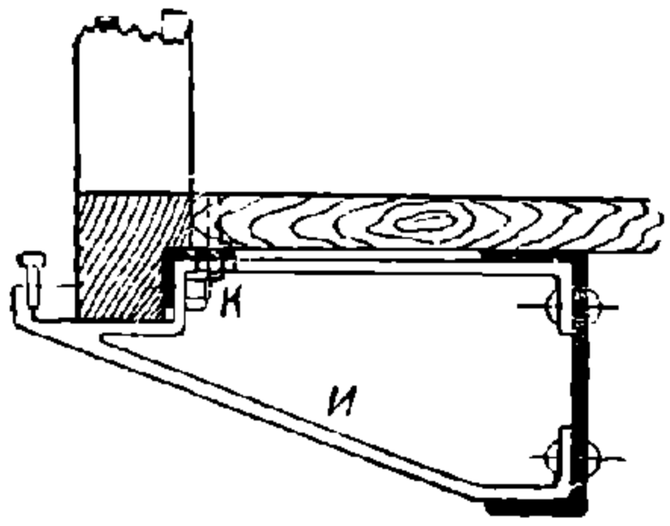


Рис. 130а.

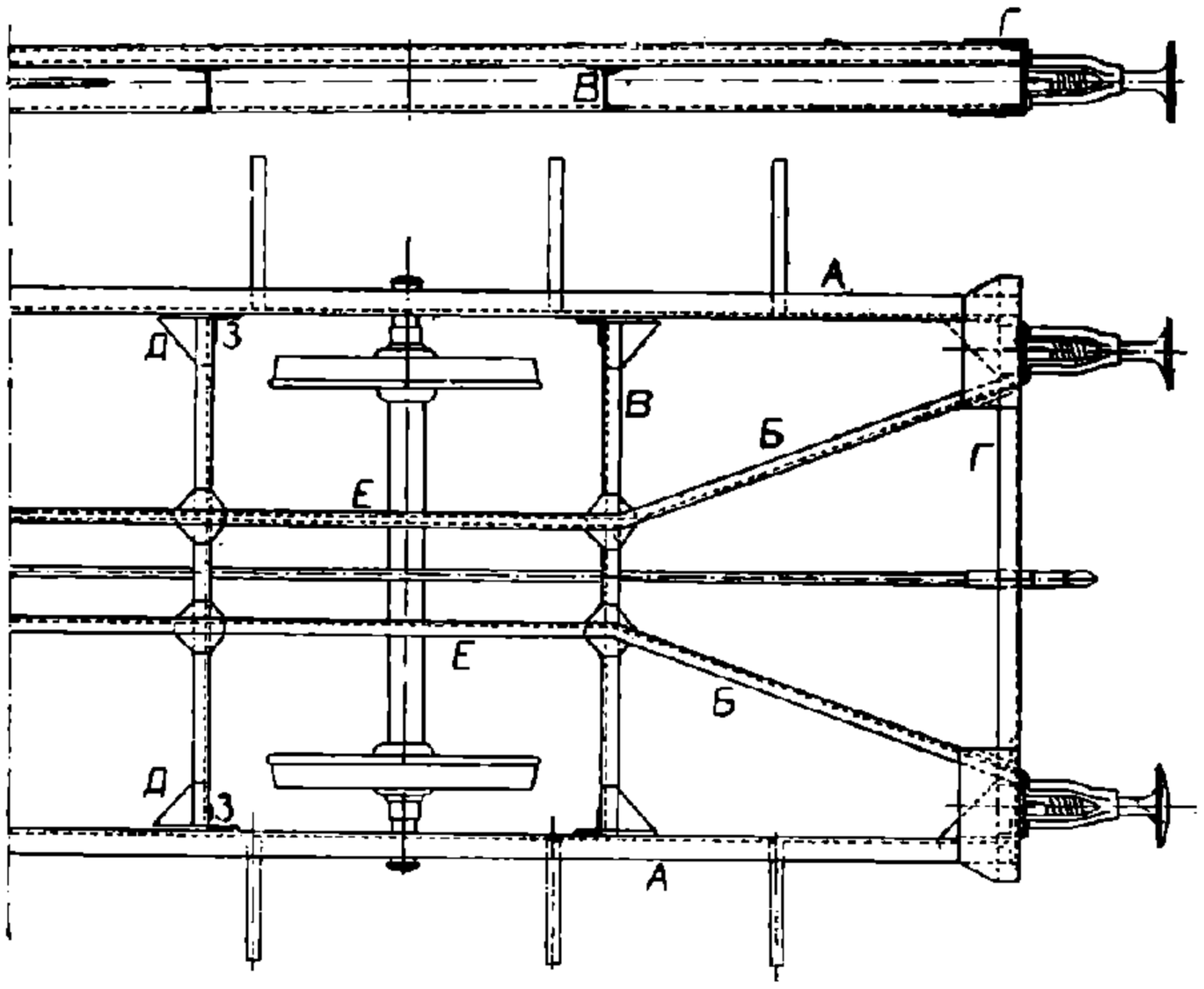




Рис. 131.

В рамах, имеющих хребтовые балки и автосцепку без наличия буферов, все основные усилия (тяговые и ударные) воспринимаются хребтовыми балками.

Конструкция рамы зависит также от устройства ходовых частей, и в этом отношении рамы можно разделить на две группы:

1) рамы с подвеской рессор к наружным швеллерам (2 и 3-осные вагоны и 4-осные нетележечные) и

2) рамы вагонов с тележками.

НЕ УДУНГ (ДГТ)

Основным конструктивным отличием рам тележечных вагонов является наличие у них шкворневых брусьев (рис. 135) или так называемых болстеров. Болстер служит для укрепления шкворневого пятника и скользунов, при посредстве

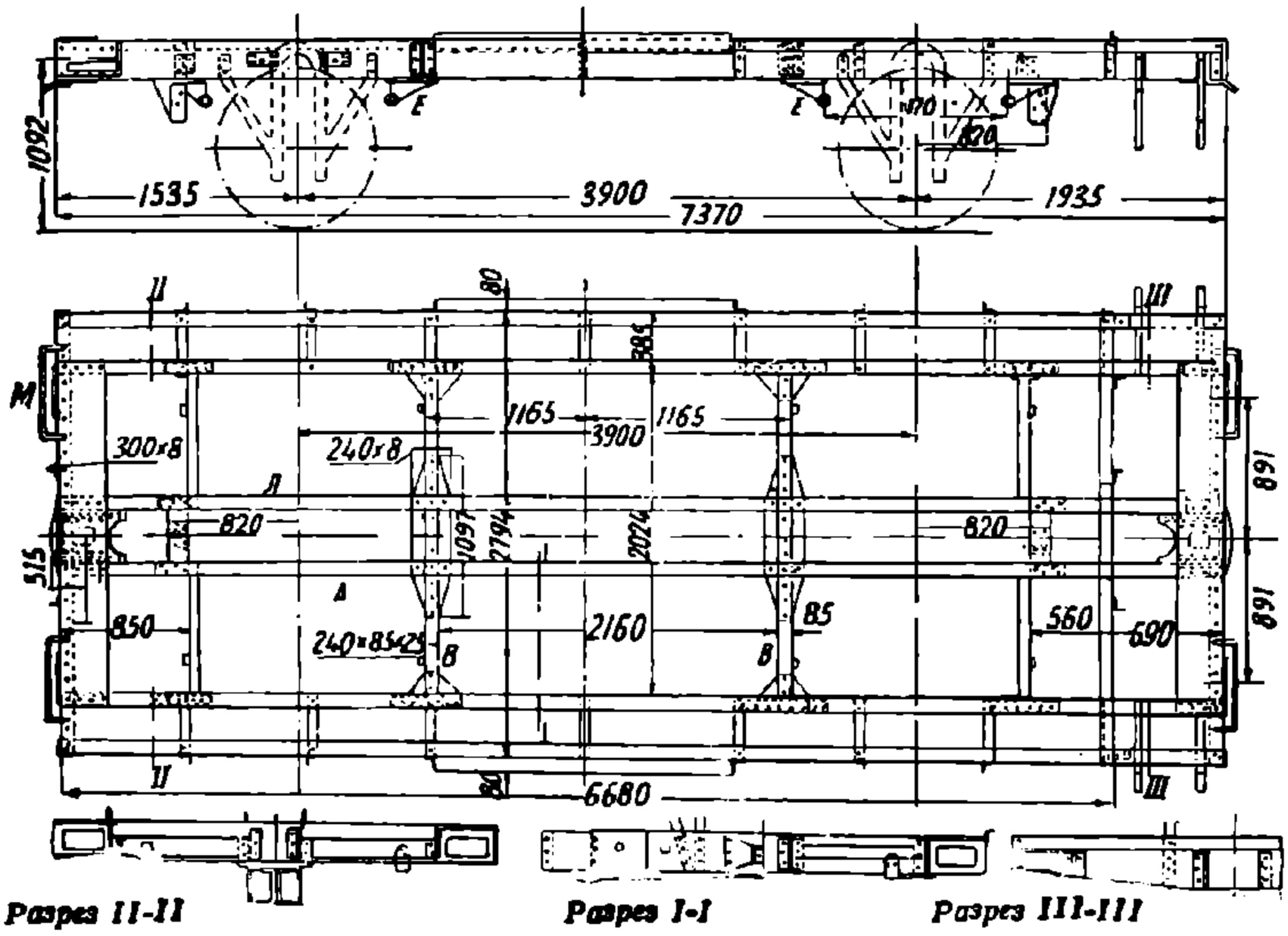


Рис. 132.

которых рама опирается на тележки. Кроме того у рам 2- и 3-осных вагонов имеются буксовые лапы, прикрепленные к боковым швеллерам, а у рам тележечных вагонов буксовых лап нет, так как они устроены в тележках.

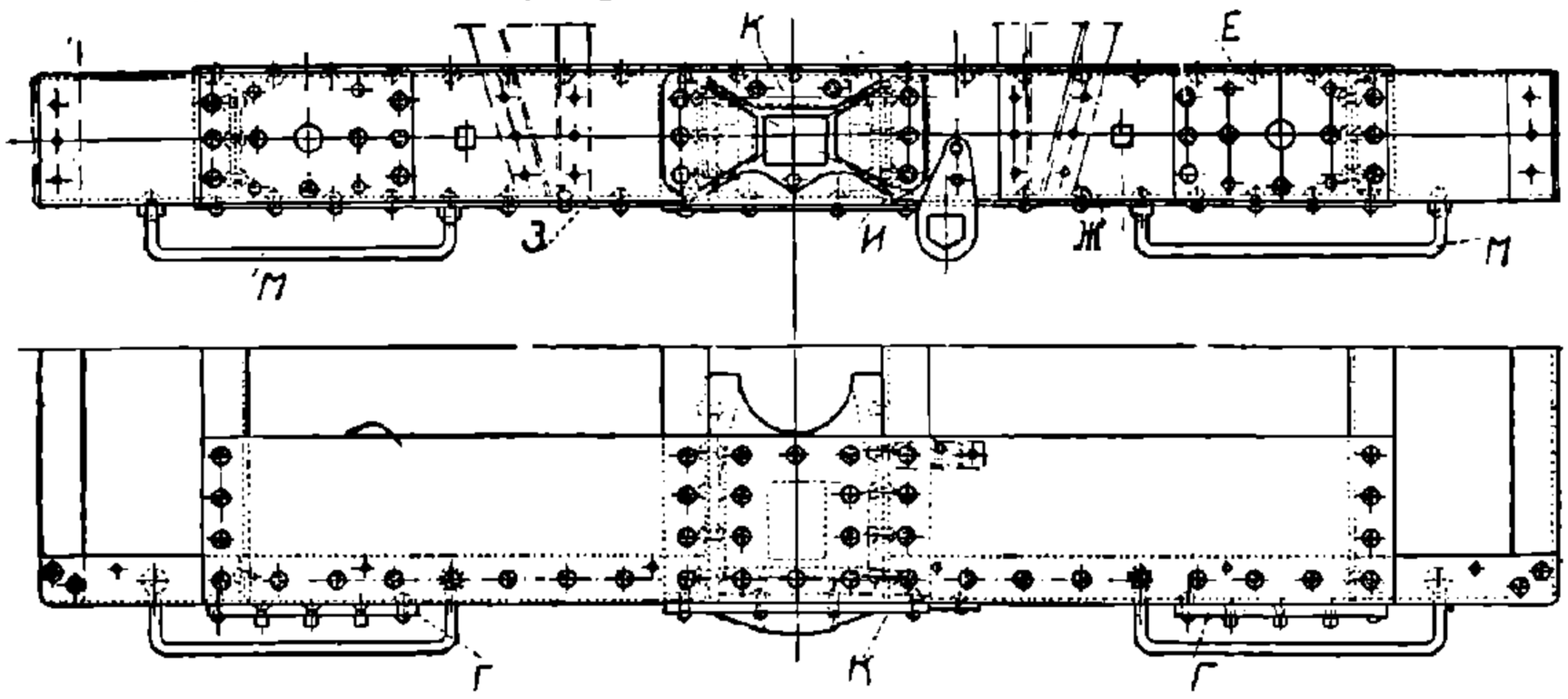


Рис. 133.

Рамы первоначально строились деревянными, но с увеличением подъемной силы вагонов и веса поездов прочность таких рам оказалась недостаточной. Поэтому постепенно стали переходить на железные рамы с деревянными внутренними частями, а затем на рамы, сделанные исключительно из железа.

36. Рама без хребтовой балки 2- и 3-осных вагонов

Примером такой рамы может служить рама нашего товарного вагона нормального типа, у которой рамные брусья частью железные, частью деревянные. Эта рама изображена на рис. 129: в верхней части для нетормозного вагона, а в нижней—для тормозного. Два боковых швеллера *А* сделаны из корытного железа, высотою 240 *мм*. Буферные брусья *Б* устроены из железа того же профиля и размера. Кроме этих брусьев, рама имеет два поперечных *В* и два продольных *П* аппаратных бруса, четыре поперечных промежуточных *Г* и четыре диагональных бруса *Д*. Поперечные промежуточные и диагональные, а также продольные брусья тягового аппарата делаются из дубового дерева.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Швеллера скрепляются с поперечными брусьями при помощи угольников. Соединение швеллеров с буферными брусьями производится при помощи таких же угольников и треугольных накладок (косынок), которые ставятся снизу на заклепках. Аппаратные продольные брусья соединяются с поперечными без шипов, при помощи железных угольников с отогнутыми полками, которые охватывают брусья снизу на половину их толщины.

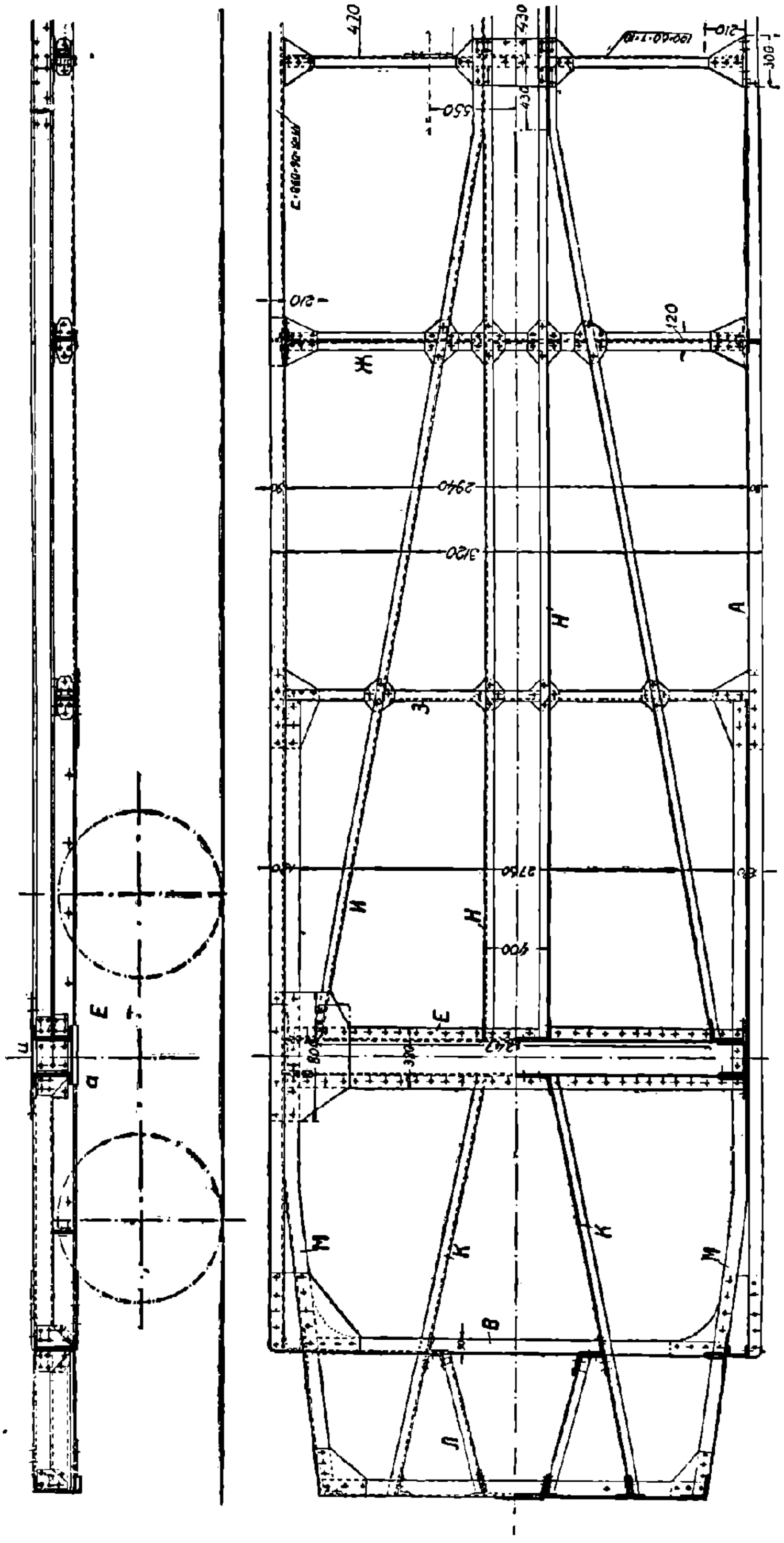


Рис. 134.

С наружной стороны рамы к швеллерам приклепаны железные четырех угольные кронштейны *З*, сделанные из полосового железа размером 50 × 12 *мм* и служащие для укрепления стоек кузова (рис. 130). Посредине длины швеллера имеются кронштейны *И* треугольной формы, которые поддерживают дверной порог (рис. 130 а). На кронштейнах установлены железные балочки *К* углового профиля размером 67 × 67 × 6 *мм*, являющегося нижним обвязочным брусом кузова.

Рамы смешанного типа, т. е. с железными и деревянными частями, имеют тот коренной недостаток, что деревянные брусья со временем от усушки сокращаются в своих размерах как по длине, так и в ширину, между тем как железные брусья сохраняют свои размеры. Последствием этого явления получается ослабление болтов, неплотное прилегание в стыках и потеря жесткости в узловых соединениях.

Железная рама 2-осного пассажирского вагона изображена частично на рис. 131. Она состоит из двух швеллеров *А*, двух железных буферных брусьев *Г*, из коробчатого железа, ряда поперечных балочек *В*, диагоналей *Б* по концам рамы и двух продольных легких балок *Е*, служащих для укрепления пола. Поперечные балочки и диагонали делаются также из коробчатого железа. Швеллера скрепляются с поперечными брусьями при помощи угольников *З*. Скрепление швеллеров с буферными брусьями производится тоже при помощи угольников и накладок (косынок) *Д*, соединяемых заклепками.

НБ УДУНТ (ДНТ)

37. Рама 2-осного вагона с хребтовой балкой

На рис. 132 изображена железная рама двухосного товарного вагона подъемной силы 20 *т*. Она состоит из двух продольных средних балок *А* и *А* коробчатого профиля размером 240×85×9,5 *мм*, расположенных одна от другой на расстоянии 327 *мм*. Эти балки, называемые хребтовыми, составляют основную часть рамы. Они соединены между собою по концам упорными коробками *а*, служащими для помещения тягового прибора, а в средней части—железными балками *б* коробчатого профиля, скрепленными с ними посредством угольников. Боковые швеллера *Б* представляют железные балки коробчатого профиля размером 240×85×9,5 *мм*. Они скреплены с хребтовыми балками двумя средними промежуточными балками *В* и *В* коробчатого профиля размером 240×8×59,5 *мм*, двумя крайними промежуточными балками *Г* и *Г* коробчатого профиля размером 120×55×7 *мм* и двумя буферными брусьями *Д* и *Д* коробчатого профиля размером 240×85×9,5 *мм*. Промежуточные балки скрепляются с хребтовыми и боковыми швеллерами угольниками, а средние промежуточные, кроме того, накладками и косынками, располагаемыми снизу балок.

Буферные брусья (рис. 133) так же, как и промежуточные, делаются не цельными, а из двух частей. Одним концом они скрепляются при помощи угольников с хребтовою балкою, а другим—с боковым швеллером. Вдоль всего буферного бруса сверху

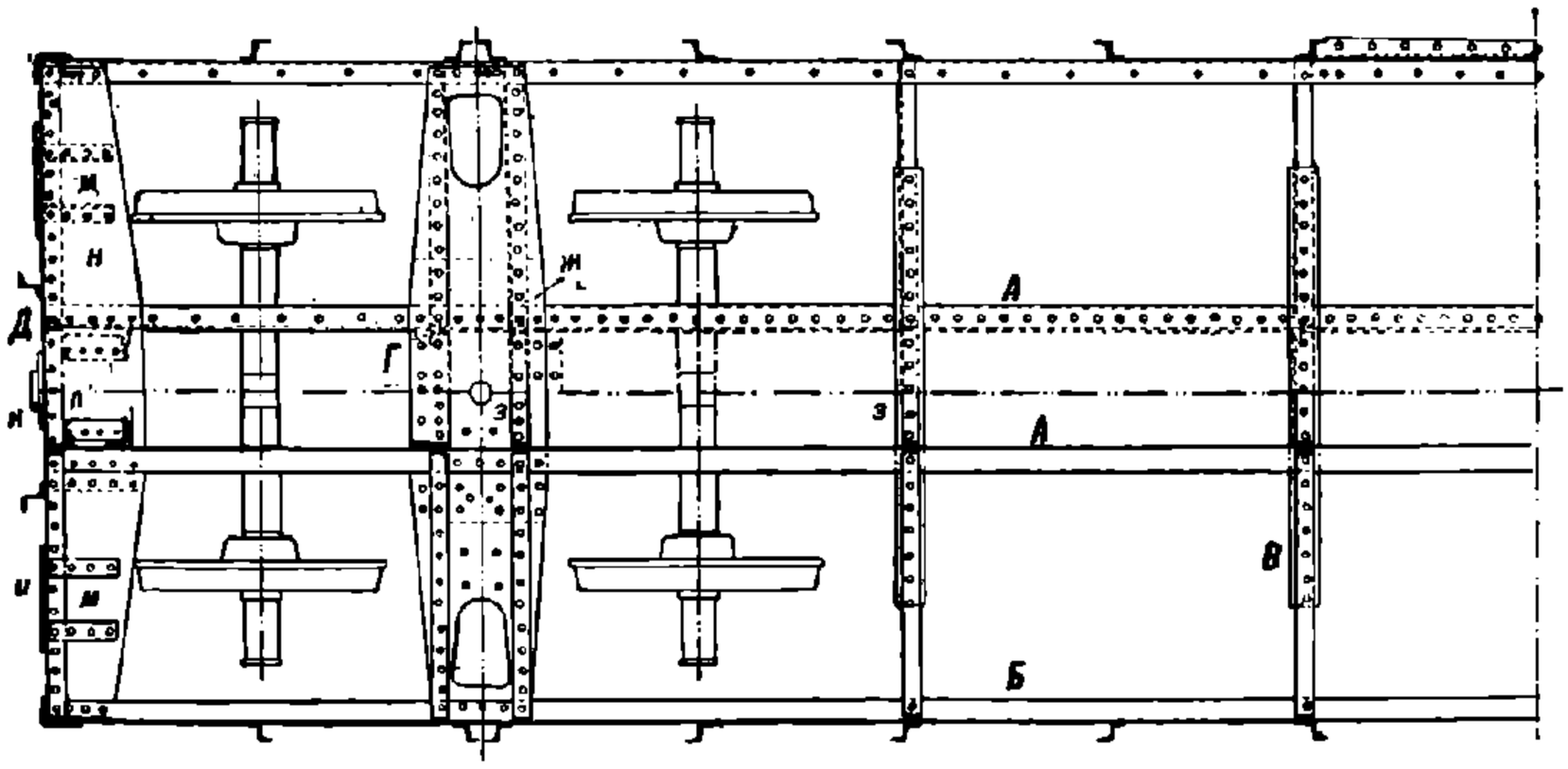


Рис. 135.

ставится железный лист *Е* (накладка) толщиною 8 *мм*, шириною 300 *мм* и длиною 2194 *мм* таким образом, что он перекрывает верхние полки и хребтовых и боковых балок. На нижнюю полку буферного бруса ставятся три накладки такой же ширины и толщины. Две из них, крайние *Ж* и *З*, перекрывают соединения буферной балки с хребтовой и с боковыми, а средняя *И* перекрывает снизу и соединение буферной балки с хребтовой и промежуток между хребтовыми балками. С передней стороны буферной балки промежуток между хребтовыми балками закрывается направляющей шайбой *К* тягового аппарата. Эта же шайба перекрывает и соединение буферных балок с хребтовыми. В местах постановки буферов балки усилены накладками *Г*.

К боковым швеллерам *Б* (рис. 132, разрез II—II) прикреплены кронштейны *л* из полосового железа, служащие для укрепления стоек и обвязочного угольника кузова.

С внутренней стороны боковых швеллеров укреплены на болтах буксовые или осевые лапы, сделанные из полосового железа толщиною 19 *мм*. В средней своей части лапы усилены двумя приварными планками.

Для подвешивания к раме рессор к нижним полкам боковых швеллеров с боков буксовых лап прикрепляются на заклепках рессорные державки *Е*.

Спереди буферных брусьев под буферами к нижней полке прикрепляются поручни *М*, за которые можно держаться при производстве сцепки вагонов.

38. Рама тележечных вагонов

Изображенная на рис. 134 часть железной рамы 4-осного пассажирского вагона длиною 18 *м* бывшего нормального типа состоит из двух боковых продольных швеллеров *А* коробчатого профиля размером 260×90×10 *мм*, двух буферных брусьев *Г*

НВ УДУТ (ДІІТ)

такого же профиля размером 300×100×11 *мм*, двух концевых поперечных балок *В*, размером 260×90×10 *мм*, двух средних поперечных брусьев *Ж*, состоящих каждый из двух балок коробчатого профиля размером 140×60×7 *мм*, четырех поперечных одиночных брусьев *З* коробчатого профиля размером 140×60×7 *мм*, двух шкворневых балок *Е*, служащих для передачи нагрузки от веса кузова и рамы на тележки и сделанных из двух швеллеров профиля 240×85×9,5 *мм*. Брусья шкворневой балки склепаны между собою с помощью накладок *а* и *и* из листового железа, поставленных на верхние и нижние полки их. С боковыми швеллерами шкворневые балки соединены помощью угольников и косынок. Также соединены с боковыми швеллерами и поперечные балки. Между шкворневыми балками поверху поперечных балок уложены две продольные балки *Н* коробчатого профиля размером 100×50×6 *мм* и четыре диагональные балки *И* такого же профиля. Продольные и диагональные балки скрепляются со шкворневыми и поперечными посредством заклепок и накладок.

Так как в сечении, проходящем через шкворневую балку, боковые швеллера подвержены наибольшему изгибающему моменту от веса свешивающейся части рамы и кузова, то это сечение усилено постановкой с внутренней стороны рамы второго швеллера, склепанного с наружным заклепками, поставленными в вертикальных полках. Кроме того, концевой и буферный брусья скреплены со шкворневой балкой двумя диагональными брусьями *К*, а между концевыми и буферными брусьями поставлены раскосы *Л*. Как те, так и другие брусья сделаны из коробчатого железа размером 120×55×7 *мм*.



Рис. 136.



Рис. 137.

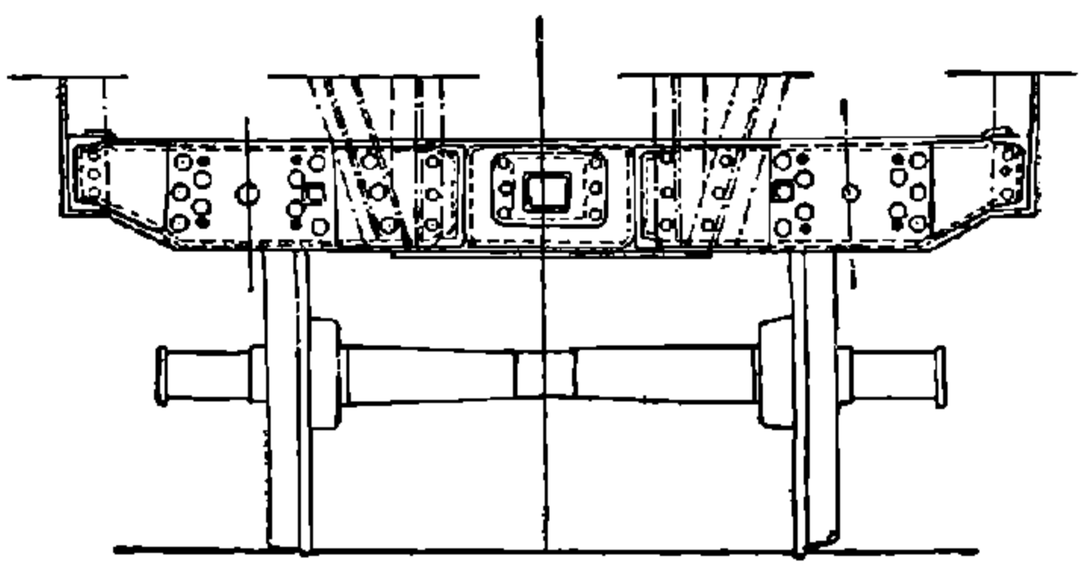


Рис. 137а.

Между продольными балками в середине рамы помещается тяговой аппарат, от которого отходят к обоим буферным брусьям тяговые стержни, оканчивающиеся крюками, расположенными за брусьями.

На шкворневом брусе укреплены пята и скользуны, которые упираются на подпятник и скользуны тележки.

На рис. 135 изображена половина рамы с хребтовой балкой товарного 4-осного вагона на тележках. Эта рама отличается от предыдущей, помимо хребтовой балки, тем, что не имеет диагональных брусьев, и тем, что поперечные брусья *В*, шкворневые балки *Г* и буферные брусья *Д* не цельные, а состоят из двух частей. Каждая часть этих брусьев располагается между хребтовой балкой *А* и боковым швеллером *Б*, скрепляясь с ними угольниками и накладками. Хребтовые балки в местах соединения с поперечными брусьями скрепляются между собою железными листами *з* с отогнутыми под прямым углом бортами. Эти укрепляющие листы называются диафрагмами. В местах соединения хребтовых балок с шкворневыми брусьями поставлены две диафрагмы *з* и накладки *ж* на шкворневый брус и хребтовую балку сверху и снизу во всю ширину рамы между боковыми швеллерами.

Хребтовые балки сделаны коробчатого профиля размером 300×100×11 *мм*; расстояние между ними, так же, как и в раме 2-осного вагона, 327 *мм*. Это расстояние установлено для всех рам с хребтовой балкой одинаковое для того, чтобы возможно было тяговой прибор делать одного размера для всех рам. Тяговой прибор у рам с хребтовой балкой ставится между брусьями этой балки у обоих ее концов.

Боковые швеллера рамы—коробчатого профиля размером 240×85×9,5 *мм*.

Шкворневой брус состоит, как сказано выше, из двух половин. Каждая половина (рис. 136) состоит из двух штампованных листов *п* толщиною 8 *мм*, с отогнутыми бортами. Штампованный лист имеет форму трапеции. Меньшей стороной трапеции—шириною 200 *мм*—он приклепывается к боковому швеллеру посредством своего отогнутого

НВР УДУЗТ (ДІІТ)

борта, а большей стороной—шириною 300 *мм*—к хребтовой балке, тоже посредством отогнутого борта. Сверху и снизу эти листы соединяются между собою накладками *т* толщиною 8 и 12 *мм*.

Буферные брусья этой рамы (рис. 135, 137) состоят из двух выштампованных железных листов *у* толщиною 8 *мм*, с отогнутыми бортами. Вертикальными бортами они приклепываются к хребтовой балке и боковым швеллерам, а к горизонтальным бортам сверху и снизу приклепываются накладки *н* (рис. 135) из листового железа толщиною 8 *мм*. В местах постановки буферов между верхней и нижней накладками *н* ставятся выштампованные листы *м*, образующие вместе с накладками коробку, а на буферный брус спереди ставится накладка *и*, представляющая поддон для буфера. Между хребтовыми балками ставится также выштампованный железный лист (рис. 137) *л* с отверстием для пропуска стержня тягового крюка. Это отверстие прикрывается шайбой *К* тягового крюка (рис. 137а).

39. Шпренгель

В случае длинных рам швеллера их под нагрузкой могут прогибаться. Для того, чтобы предотвратить прогиб швеллеров, применяют приспособление, подпирающее снизу швеллер. Это приспособление называется ш п р е н г е л е м. Шпренгель простейшего устройства представляет круглый железный стержень *а* (рис. 138), изогнутый под углом. Концами своими он укрепляется в башмаках *б*, приклепанных к швеллеру, а серединой поддерживает к о л о н к у или стойку *в*, на которую опирается ш в е л л е р рамы вагона. Такой шпренгель применяется на платформах.

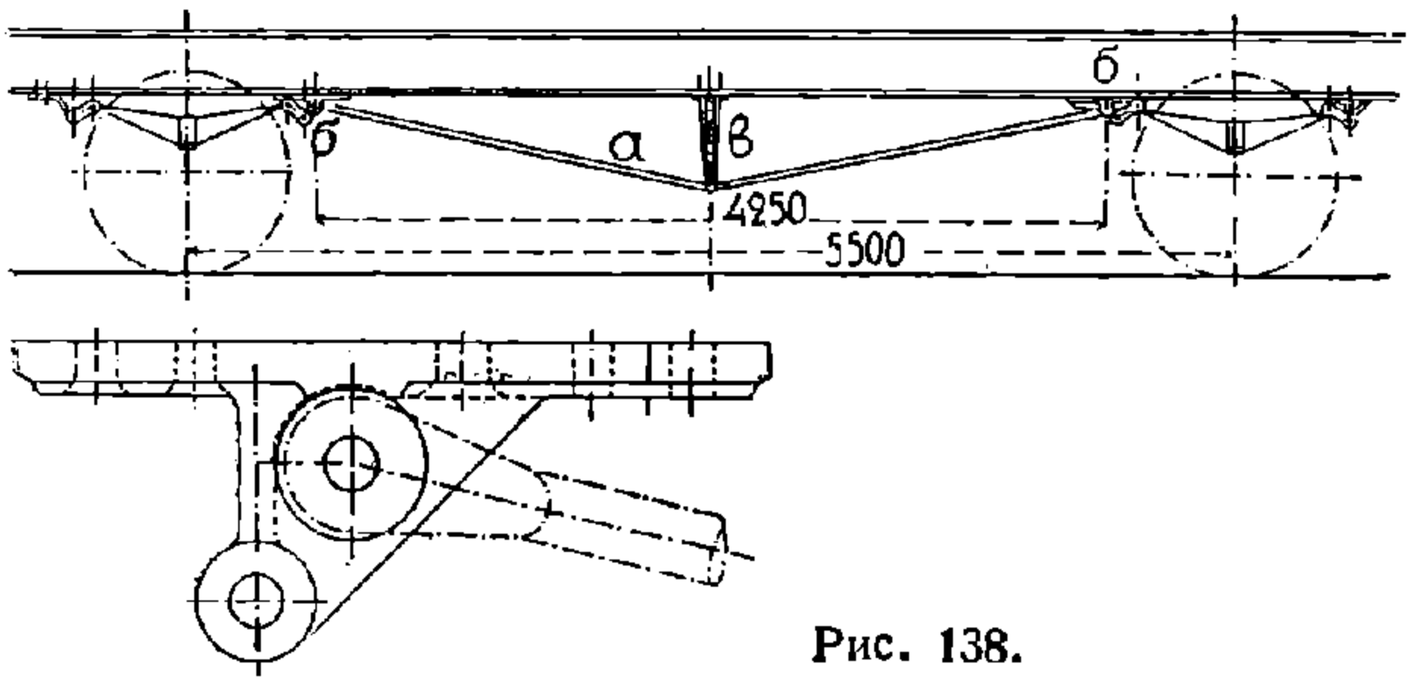


Рис. 138.

На длинных пассажирских вагонах ставят шпренгель более сложной конструкции, показанный на рис. 139. Этот шпренгель имеет две боковых струнки *е*, одну среднюю *д*, называемую з а т я ж к о й, и две колонки *г*.

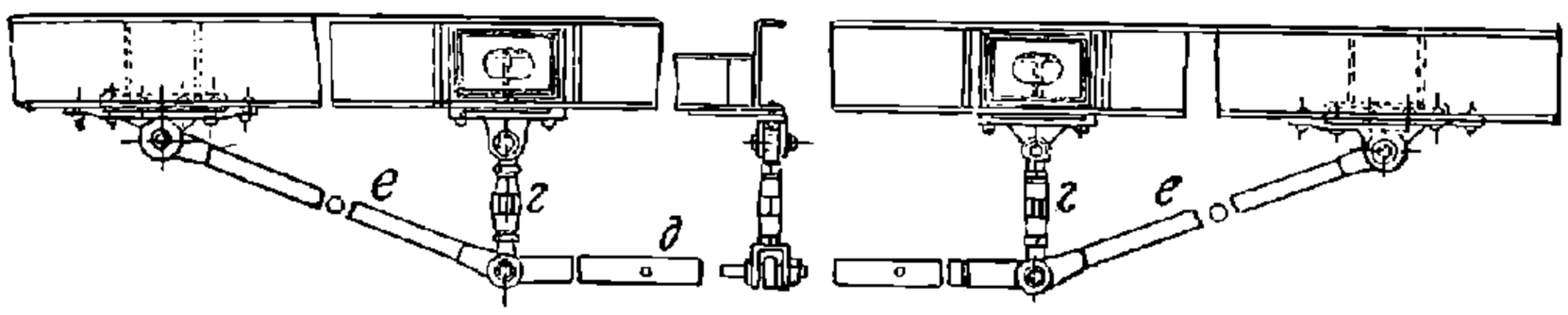


Рис. 139.

Колонки состоят из двух частей, соединенных между собою стяжной гайкой с правой и левой резьбой. Повертывая гайку, можно регулировать высоту колонок и таким образом выравнивать швеллер в случае его прогиба.

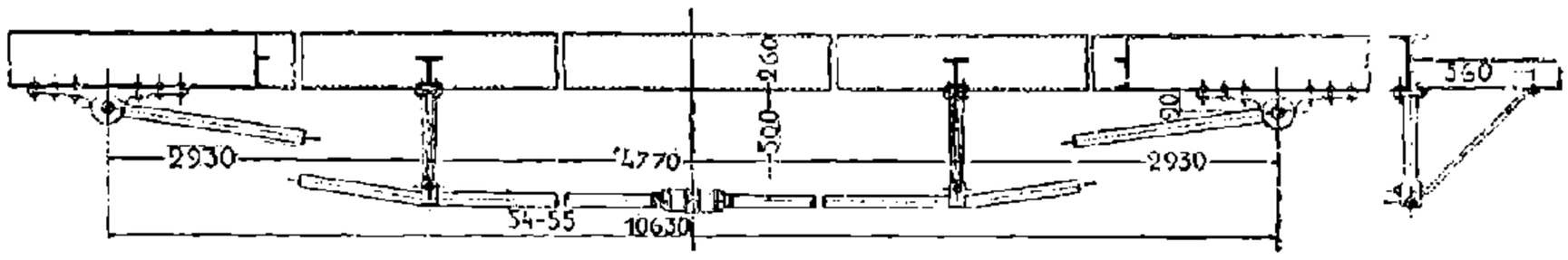


Рис. 140.

В некоторых конструкциях шпренгелей колонки делают постоянной высоты, без стяжных гаек, а струнки или затяжку шпренгелей делают составными, соединенными стяжными гайками (рис. 140). Регулировка шпренгеля при такой конструкции и выравнивание швеллера производятся путем изменения длины шпренгельных струнок.

У рам с хребтовыми балками шпренгеля ставятся либо на боковых швеллерах, либо на хребтовых балках или на тех и на других одновременно, в зависимости от того,

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

при каком расположении шпренгеля можно получить меньший вес и большую прочность рамы.

В замен постановки шпренгелей иногда применяется усиление балок в средней части. Боковые и хребтовые балки делают штампованными или клепанными с постепенным увеличением ширины их от концов к середине. Такая конструкция применяется в имеющихся на наших дорогах американских вагонах и вагонах Фокс-Арбеля. Преимущество этой конструкции в сравнении со шпренгельной заключается в том,

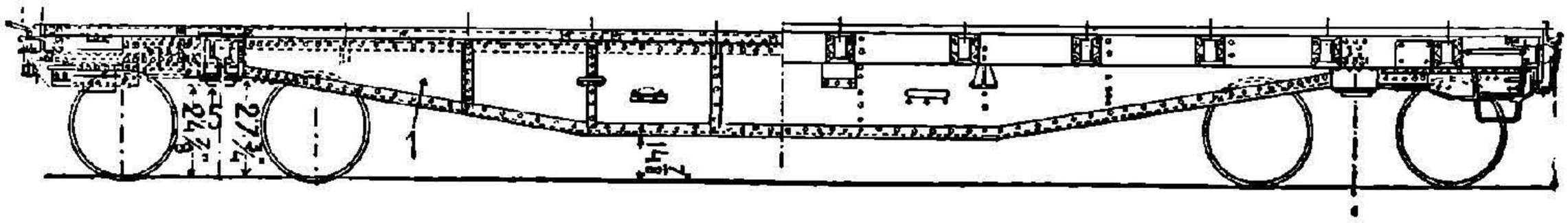


Рис. 141

что при происшествии с поездами шпренгеля часто повреждаются, причем груженый товарный вагон с поврежденными шпренгелями нельзя ни поднять ни передвигать, а надо его перегружать. Повреждение балок, усиленных в средней части, случается чрезвычайно редко.

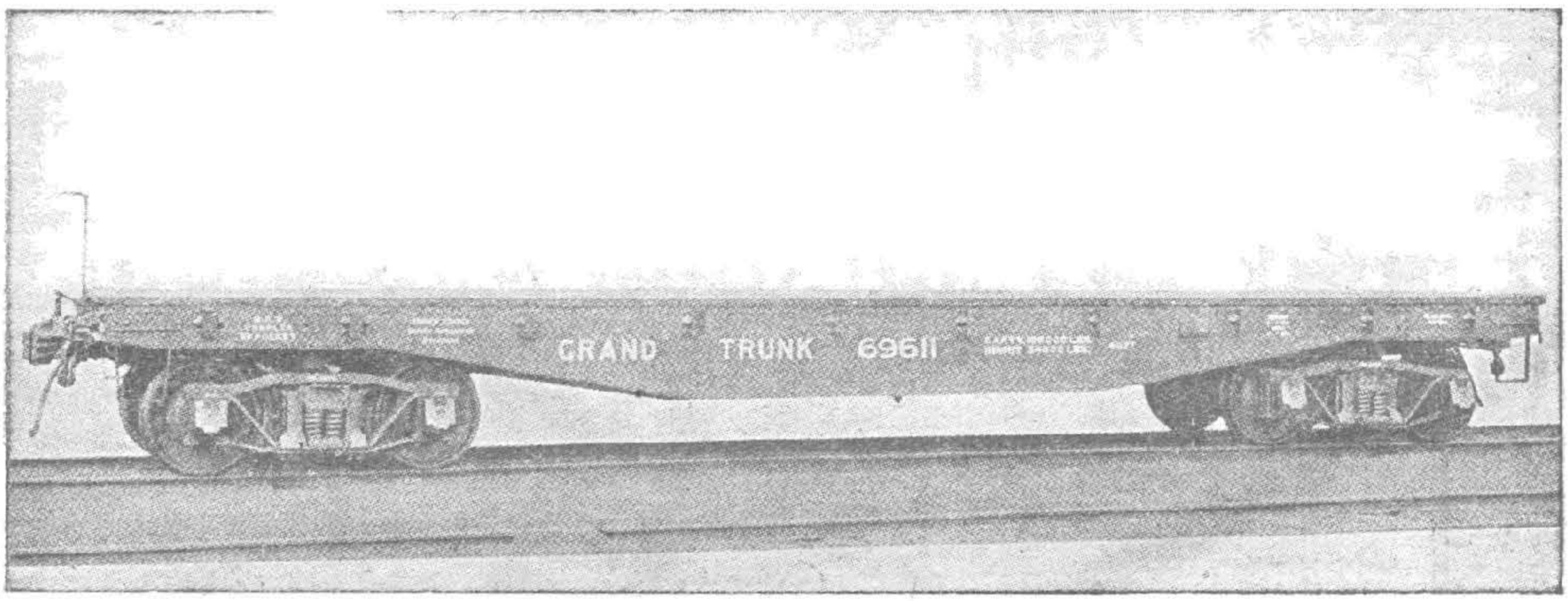


Рис. 142.

На рис. 141 и 142 показаны рамы американских большегрузных платформ подъемной силы 40 и 50 *m*, у которых боковые швеллеры и хребтовые балки сделаны утолщенными в средней части. У первой из них балки клепаные, а у второй—штампованные.

40. Сварные и литые рамы

В последние годы стала получать широкое распространение электросварка при постройке вагонов вообще и вагонных рам в частности. У нас электросварка в применении к вагоностроению принята как основной технологический процесс во второй пятилетке, так как реконструкция вагонного парка должна быть проведена на базе электросварки. Применение электросварки дает экономию в металле и облегчение веса вагонной конструкции. В настоящее время наши вагоностроительные заводы уже перешли на электросварку при изготовлении вагонных рам. В некоторых случаях рамы изготовляются полностью сварными, в других—частично. В этом отношении наши заводы переходят на высшую техническую ступень, обгоняя Зап. Европу и Америку, которым условия капиталистического хозяйства не позволяют внедрять электросварку в вагоностроении нашими темпами, несмотря на очевидную выгодность этого метода.

В конце 1931 г. производились на наших вагоностроительных заводах сравнительные испытания сварных и клепаных рам, причем результаты испытания получились вполне благоприятные: ни в сварных соединениях, ни в основном металле повреждений не наблюдалось.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Электросварка дает возможность получать профиля такой формы, которой в клепаных конструкциях, изготовляющихся из прокатных сортов железа, нельзя достичь. Отсутствие дыр для заклепок позволяет применять балки меньшего поперечного сечения, что дает экономию металла 12—15%. Кроме этого, электросварка ускоряет процесс изготовления рам.

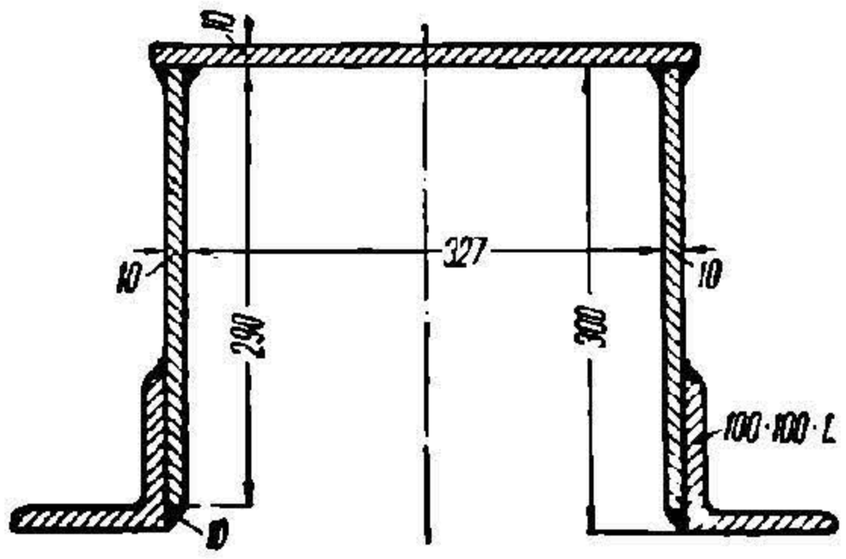


Рис. 143.

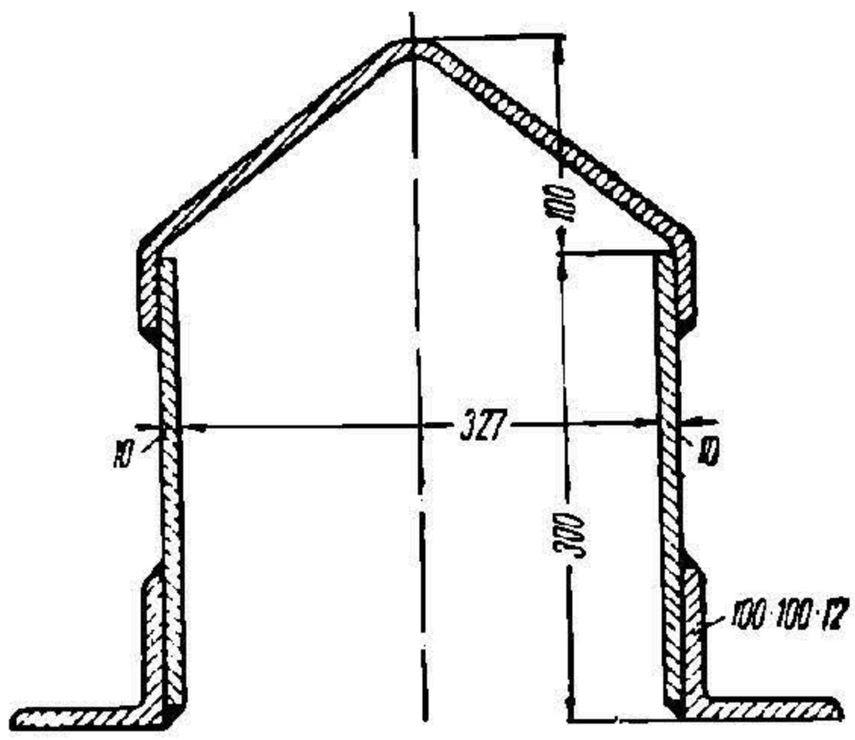


Рис. 144.

У вагонных рам клепаной конструкции хребтовая балка делается из двух швеллеров профиля 30, поперечное сечение которых увеличивается постановкой накладки сверху. Если же для усиления недостаточно накладок сверху, то усиливаются нижние пояса постановкой накладок или угольников. С введением у нас электросварки хребтовые балки начали делать сваренными из широкополосного и углового железа, как показано в поперечном разрезе на рис. 143. Электросварка же дала возможность сделать профиль хребтовой балки ва-

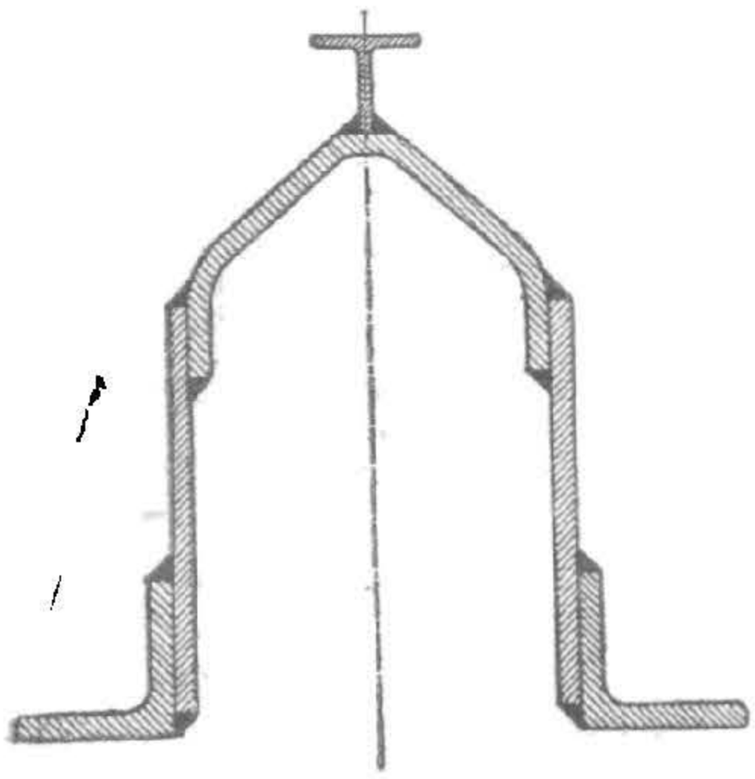


Рис. 145.

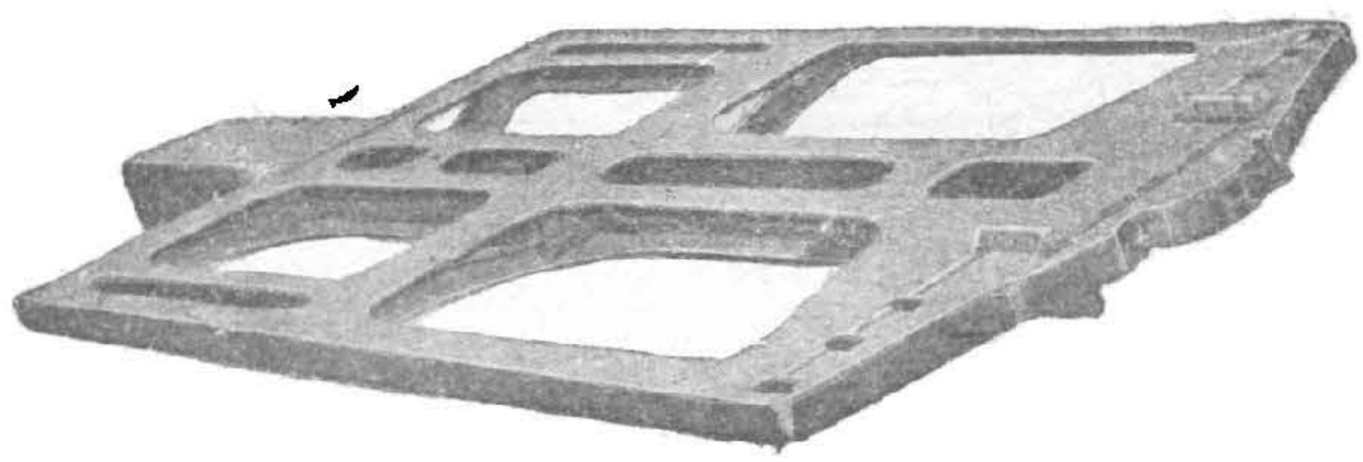


Рис. 146.

гона-хоппера не одинаковым по всей длине, а двух видов, в зависимости от конструкции кузова. В консольных частях балка имеет поперечное сечение, показанное на рис. 143, а в средней части, где расположены бункера хоппера, поперечное сечение имеет вид, изображенный на рис. 144. У вагонов-гондол хреб-

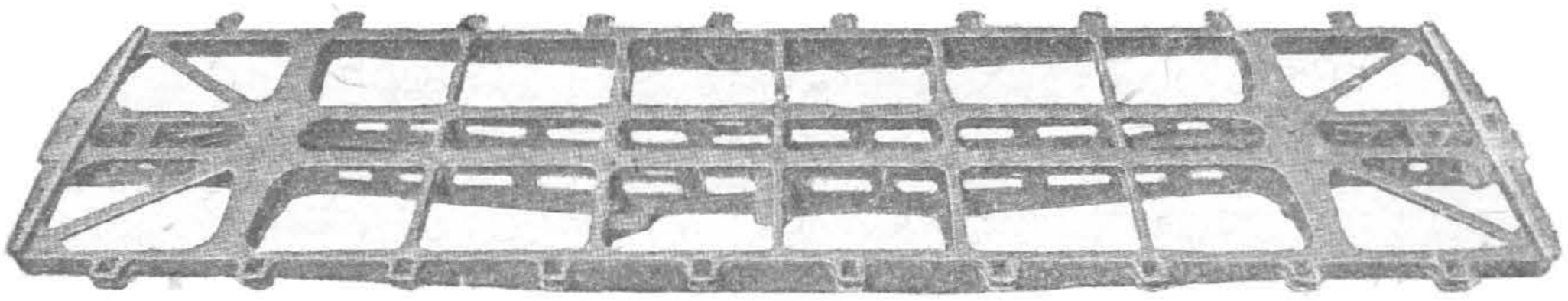


Рис. 147.

товая балка благодаря применению электросварки получила фасонный профиль (рис. 145), являющийся целесообразным в зависимости от конструкции кузова этого вагона и выгодным в отношении сбережения металла. Верхний пояс *А* хребтовой балки для уменьшения его ширины сделан из тавра сечением $75 \times 75 \times 8$ *мм*, верхняя накладка *Б*—штампованная, вертикальные стенки *В*—из широкополосного железа размером 290×10 *мм* и нижний пояс—из углового железа $100 \times 100 \times 12$ *мм*.

НТБ УДУМТ (ДІІТ)

В американском вагоностроении электросварка применяется также при постройке вагонных рам в целях упрощения методов изготовления их и придания большей прочности тем частям, которые испытывают большие усилия и подвергаются наибольшему износу. Однако, наряду с электросваркой там практикуется применение литых частей в вагонных рамах и изготовление целиком литых рам. Так, например, применяются рамы клепаной конструкции с литыми буферными брусьями, которые легко заменяются в случае повреждений. Некоторые вагоны имеют отлитые консольные (концевые) части рам (рис. 146), а среднюю часть (между шкворневыми балками)—клепаную. Встречаются целиком литые рамы, подобные изображенной на рис. 147. Однако, целесообразность применения литых рам и их частей оспаривается некоторыми американскими специалистами в виду трудности и дороговизны ремонта.

Б. Буфера и упряжь

41. Назначение буферов

Для смягчения ударов, передаваемых от одного вагона к другому при замедлении хода или остановке поезда, а также при производстве маневров с вагонами, служат упругие буфера, прикрепляемые болтами к концевым поперечным брусьям вагона, называемым поэтому буферными. На европейских дорогах обыкновенной колеи ставят на каждом буферном брусе по два буфера, а на вагонах узкоколейных дорог—по одному буферу.

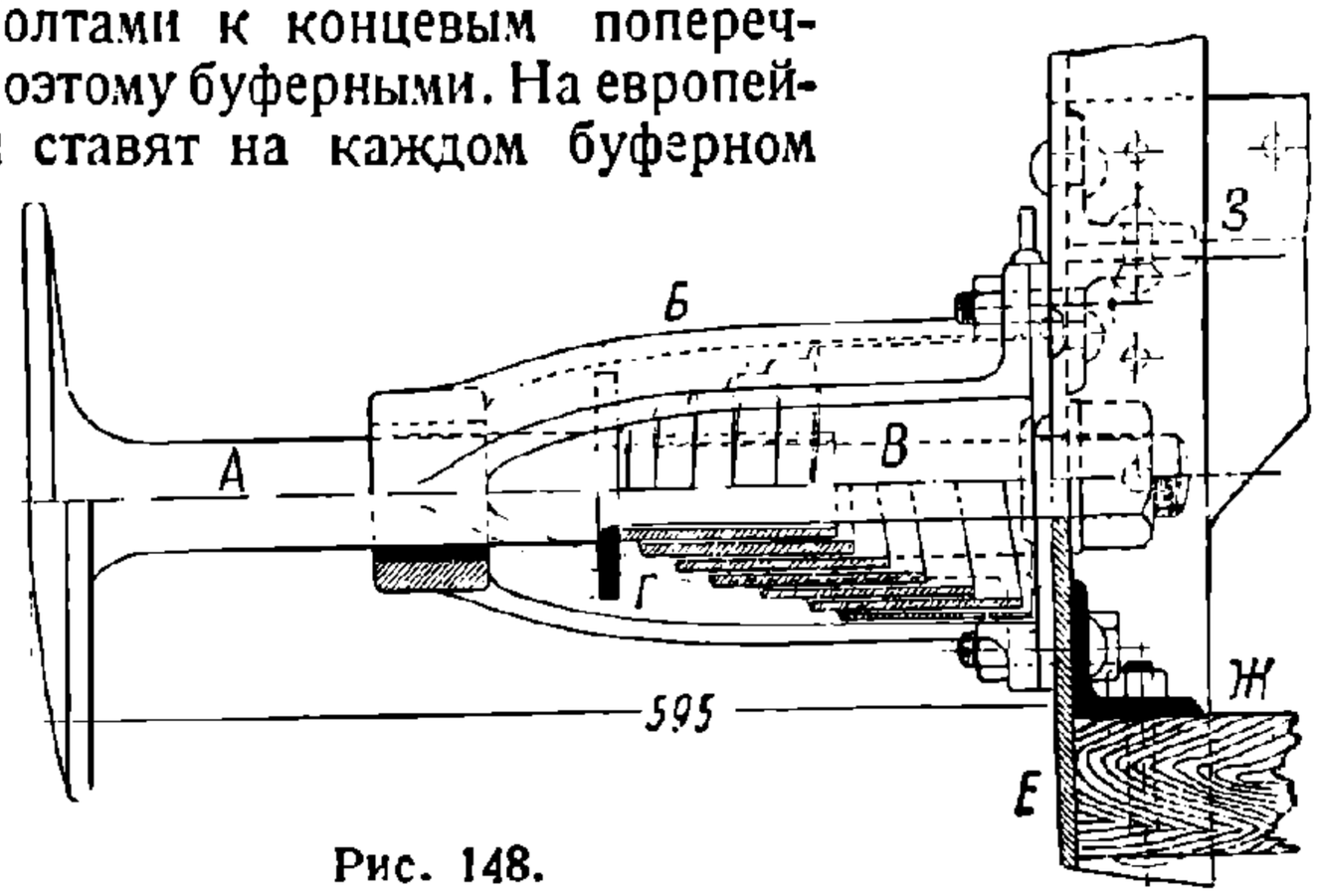


Рис. 148.

Действие буфера заключается в том, что тарелка (рис. 148), сидящая на стержне *А*, воспринимает удар от буферной тарелки другого вагона, передает его через шайбу *Г*, сидящую на стержне, на пружину *В*, которая помещается в стакане *Б*. Сжимаясь, пружина смягчает силу удара.

Один из буферов каждой стороны вагона ставится с выпуклой тарелкой (левый), а другой—с плоской (правый), так что при соединении вагонов плоская тарелка одного касается выпуклой тарелки

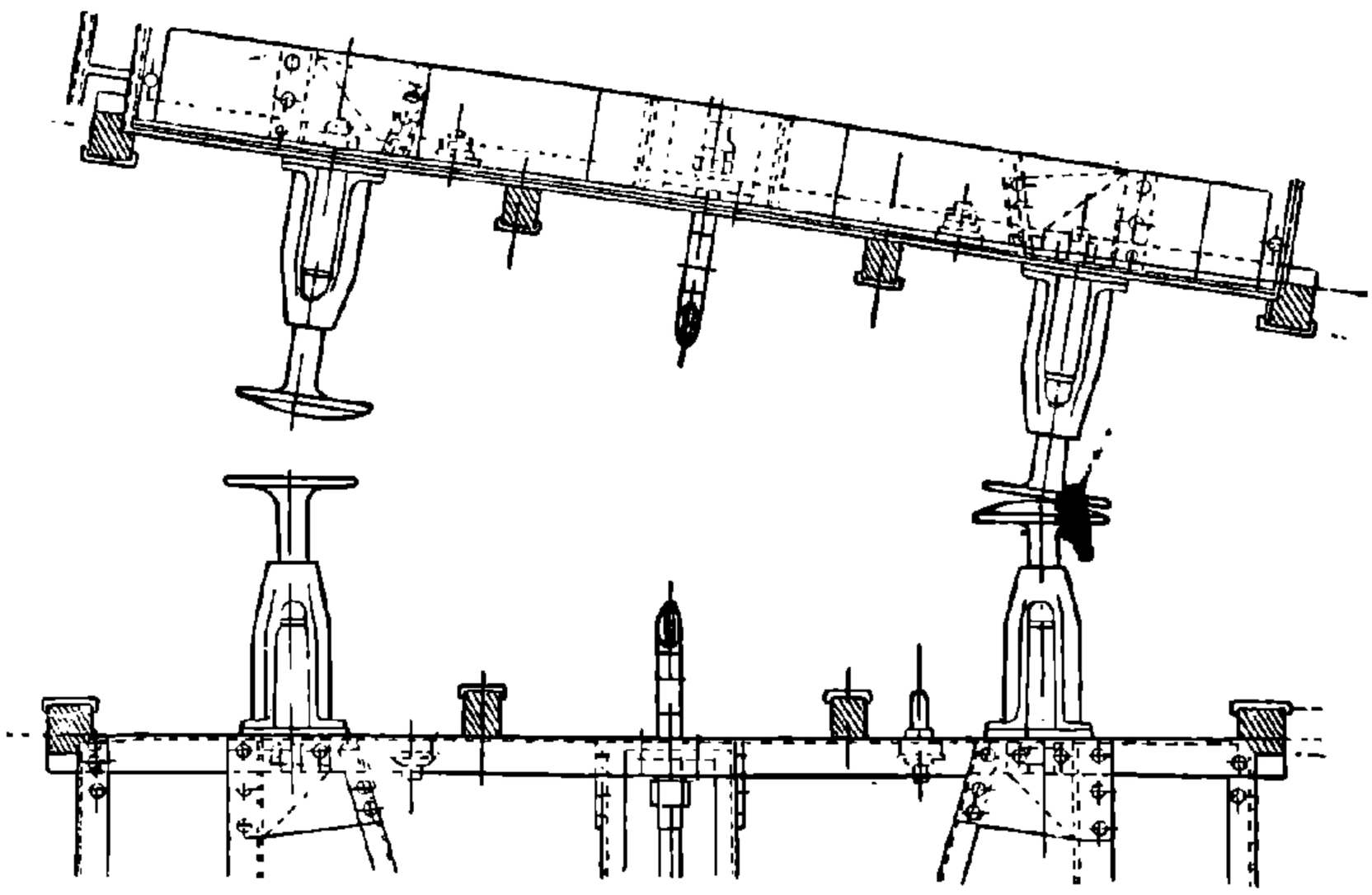


Рис. 149.

другого. Это делается с той целью, чтобы дать возможность соприкасающимся поверхностям тарелок перемещаться одной по другой, когда на закруглениях смеж-

НБ УДУНТ (ДНТ)

ные вагоны располагаются не по прямой линии, а под углом, и буфера одной стороны расходятся, а противоположной — сжимаются (рис. 149). Этим предупреждается отламывание краев тарелок, что было бы неизбежно, если бы обе соприкасающиеся тарелки были плоские.

Для правильной работы буферов центры тарелок буферов двух смежных вагонов должны совпадать. Однако, вследствие большей или меньшей нагрузки вагонов, разной толщины бандажей и подшипников, точного совпадения центров буферных тарелок часто не бывает. Так как при значительном отклонении центров от совпадения тарелки одного вагона могут, — от толчков или от каких-либо других причин — зацепить за тарелки другого вагона, то установлено, что разница в высоте центров буферных тарелок двух смежных вагонов, находящихся в поезде, не должна превышать 100 *мм*.

42. Устройство буфера и размеры его

Изображенный на рис. 148 буфер применяется на наших дорогах. Стакан *Б* этого буфера делается лапчатый, открытый (рис. 150). В отверстие стакана вставляется чугунная втулка (зачерненная на рисунке), через которую проходит стержень *А*. Стержень делается заодно с тарелкой. В части стержня, ближайшей к тарелке, диаметр больше, нежели в остальной части, проходящей через пружину и через отверстие в буферном брусе. На конец стержня навинчивается гайка. Пружина ставится между шайбой *Г*, надеваемой на стержень, и поддоном, укрепляемым под стаканом при постановке его на буферный брус. Однако, иногда буферный стакан ставится без поддона, и тогда пружина упирается непосредственно в буферный брус *Е*. Буферный стакан укрепляется на буферном брусе болтами.

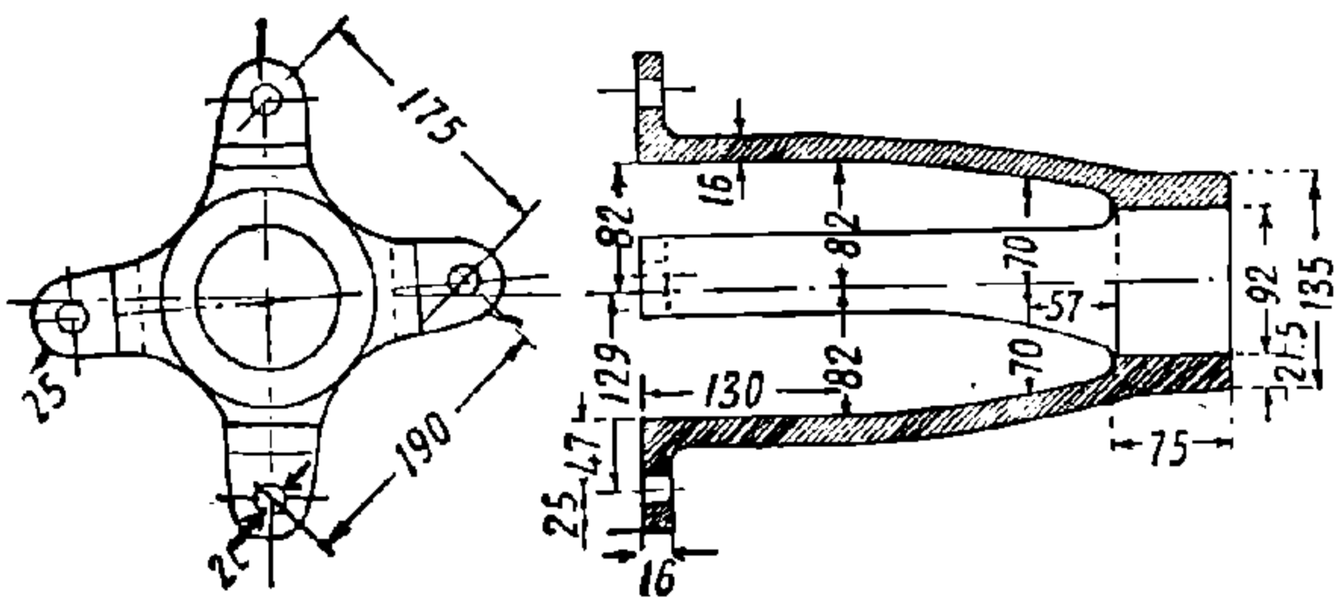


Рис. 150.

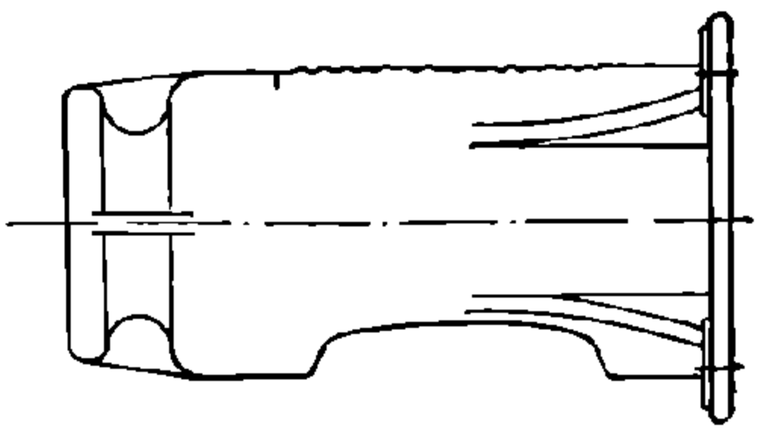


Рис. 151.

В последние годы начинают входить в употребление литые буферные стаканы (рис. 151) колоколообразной формы, с вырезом в н и з у для осмотра пружин. Эти стаканы отличаются б о л ь ш е й прочностью по сравнению с лапчатыми, поэтому их ставят на большегрузных вагонах.

На в а г о н а х СССР имеются буфера трех т и п о в: н о р м а л ь н ы е, у с и л е н н ы е и а м е р и к а н с к и е. Нормальные и усиленные буфера различаются только лишь размерами стержня и пружины. Усиленными буферами стали заменять нормальные при повышении подъемной силы вагонов.

Американские буфера поставлены на большегрузных вагонах. Они отличаются от нормальных и усиленных размерами всех частей, в том числе и тарелками большего диаметра. Кроме того, в американских буферах пружины не из полосовой стали, как в других буферах, а из круглой стали и двойные (рис. 152).

Лапчатые буферные стаканы делаются коваными, железными, а колоколообразные—литыми стальными; стержни и тарелки изготовляются из литого железа. Пружины в нормальных конструкциях—из листовой стали, а в американских вагонах—из круглой стали. Пружины ставятся в стакан в несколько сжатом состоянии. Величина сжатия пружины в этом случае называется н а т я г о м.

Размеры буферов вагонов СССР приведены в нижеследующей таблице в *мм*:

Вес буфера в собранном виде 60—70 *кг*, буфер большегрузных вагонов весит около 106 *кг*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Тип буфера	Диаметр тарелки	Диаметр стержня	Диаметр хвостовика	Толщина и ширина пружины	Высота пружины в свободном состоянии	Натяг пружины при постановке	Высота пружины при полной осадке	Толщина стенки стакана	Общая длина буфера
Нормальный . .	340	60	45	7/127	255	13	127	15	595
Усиленный . . .	340	70	45	7/152	250	8	152	16	595
Американский .	450	76	48	33/19	295	6	232	13	595

Листовые пружины—конические, выдерживают нагрузку в 3,5 *т*. Спиральные цилиндрические пружины из круглой стали, употребляемые в буферах для большегрузных вагонов, выдерживают нагрузку 8,5 *т*.

После двукратного обжатия пружины не должны давать остающихся деформаций.

В Германии применяются фрикционные буфера. Фрикционный буфер состоит из двух цилиндрических гильз, входящих одна в другую; к наружной гильзе прикрепляется тарелка, давление от тарелки передается через стержень и нажимную шайбу на пружину.

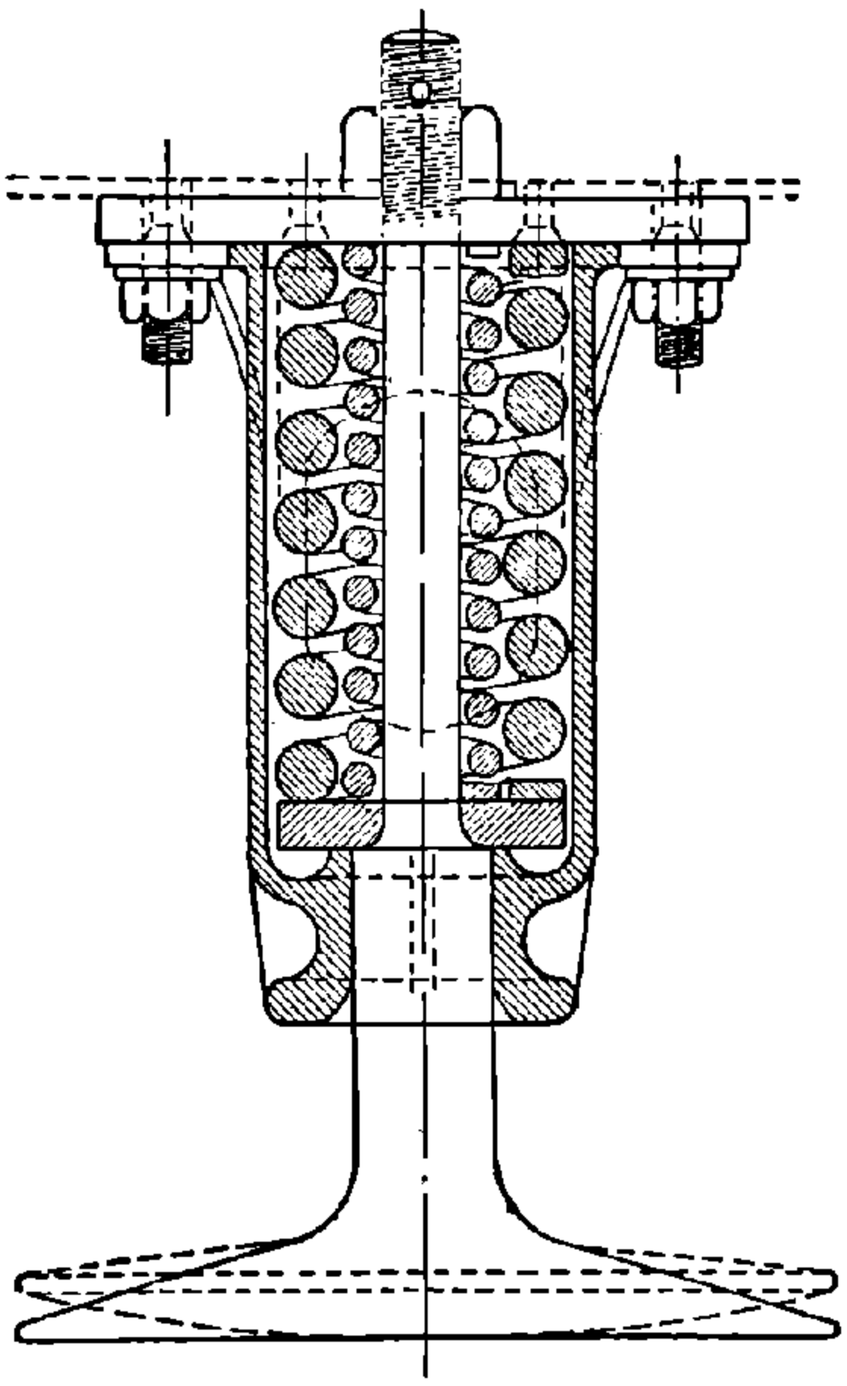


Рис. 152.

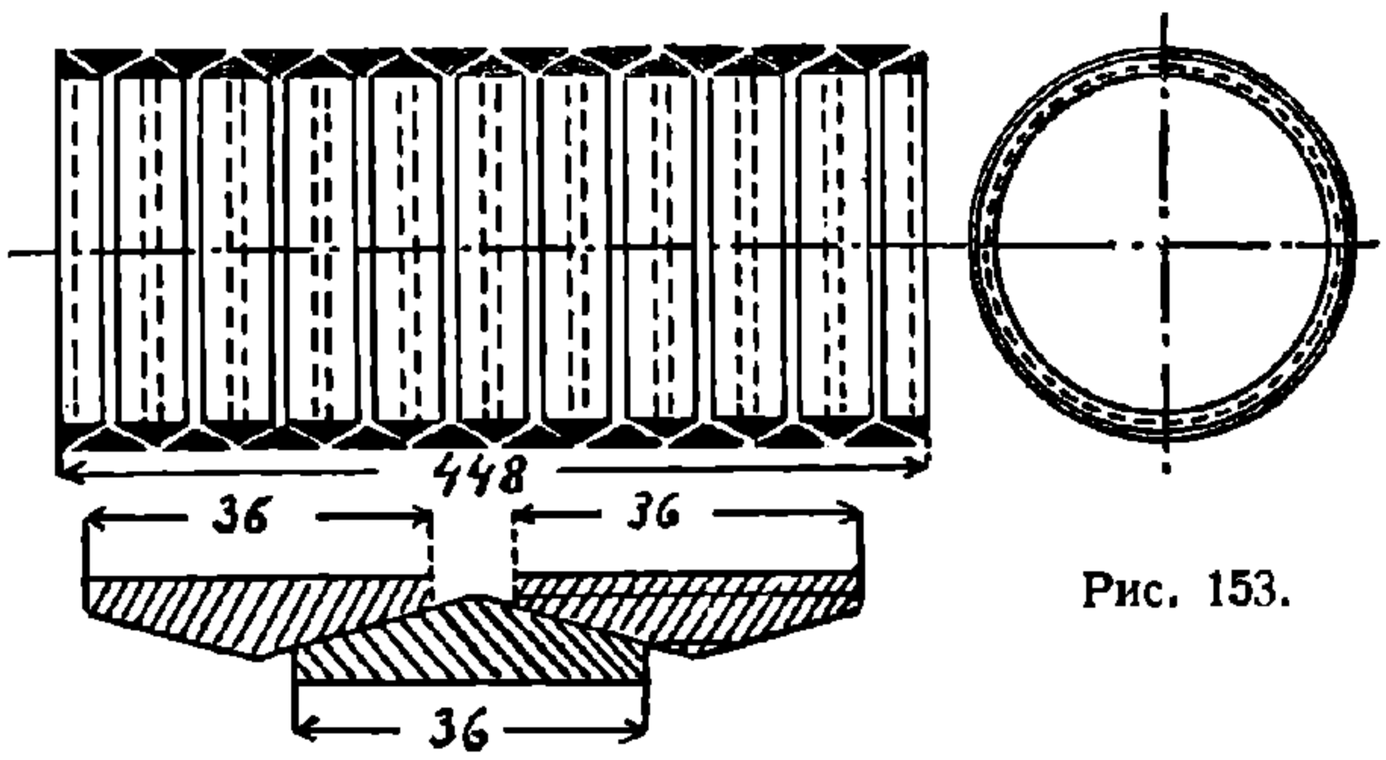


Рис. 153.

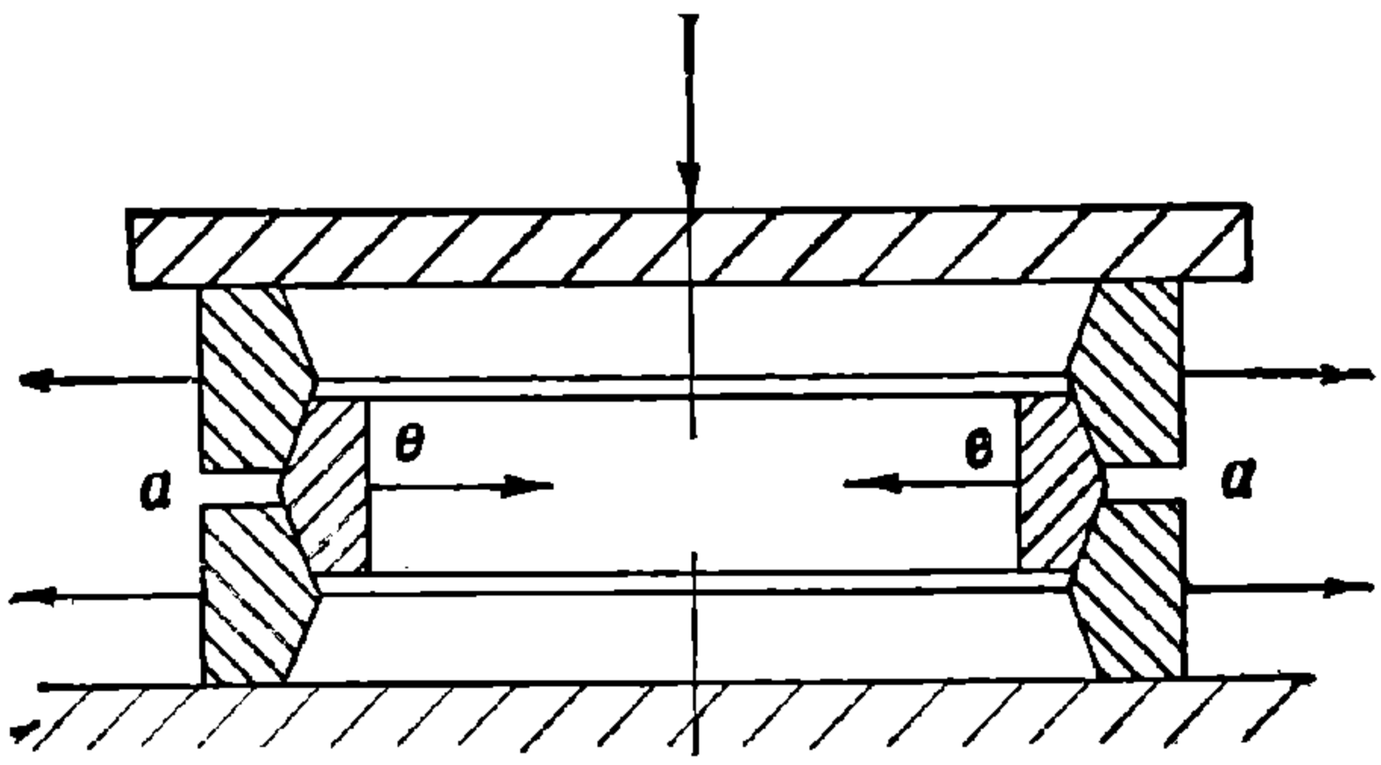


Рис. 153а.

Вместо спиральной пружины поставлена кольцевая цилиндрическая (рис. 153).

Основное усилие воспринимают на себя два ряда стальных колец треугольного сечения, обращенных один к другому вершинами.

Работа происходит за счет трения колец (рис. 153а). Размер германских буферов: общая длина—650 *мм*; диаметр гильзы - 208 *мм*, наружный; диаметр тарелки—450 *мм*; внешний диаметр колец=160 *мм*; внутренний диаметр колец—136 *мм*; ширина кольца 34 *мм*; диаметр стали для спиральной пружины—20 *мм*; толщина стенок гильзы — 6 *мм*.

НВ УДУНТ (ДНТ)

43. Назначение тяговых и сцепных приборов и подразделение их

Соединение вагонов в поездах производится посредством сцепных и тяговых приборов. Посредством этих же приборов передается вагонам и сила тяги паровоза. Тот прибор, которым производится собственно сцепление вагонов, называется стяжкою или сцепкою, а тот прибор, посредством которого тяговое усилие паровоза передается на раму вагона, называется тяговым прибором. Стяжки и тяговой прибор вместе называются упряжью.

В вагонах первоначальной постройки сцепное приспособление состояло из крюка и цепи в несколько звеньев, укреплявшихся на буферных брусьях вагонов. Затем это жесткое соединение было заменено упругим (рис. 154), в котором хвост крюка соединялся хомутом горизонтальной листовой упиравшейся рессоры концами в буферные стержни. Крюки смежных вагонов сцеплялись посредством скоб, снабжавшихся винтовыми стяжками. Такие приборы применялись на русских ж. д. до 80-х годов прошлого столетия, но с увеличением подъемной силы вагонов и необходимости разгрузить раму от больших тяговых усилий перешли к сквозной упряжи, которая состоит из сплошной железной тяги с крюками на концах, проходящей под вагоном и передающей через пружину тяговое усилие раме вагона (рис. 155). В настоящее время в виду дальнейшего повышения подъемной силы вагона сквозная упряжь является слабой, усиление ее по конструктивным соображениям невозможно, а потому при постройке новых вагонов стали снова применять несквозную упругую упряжь, но совершенно иной конструкции, нежели та, которая применялась первоначально.

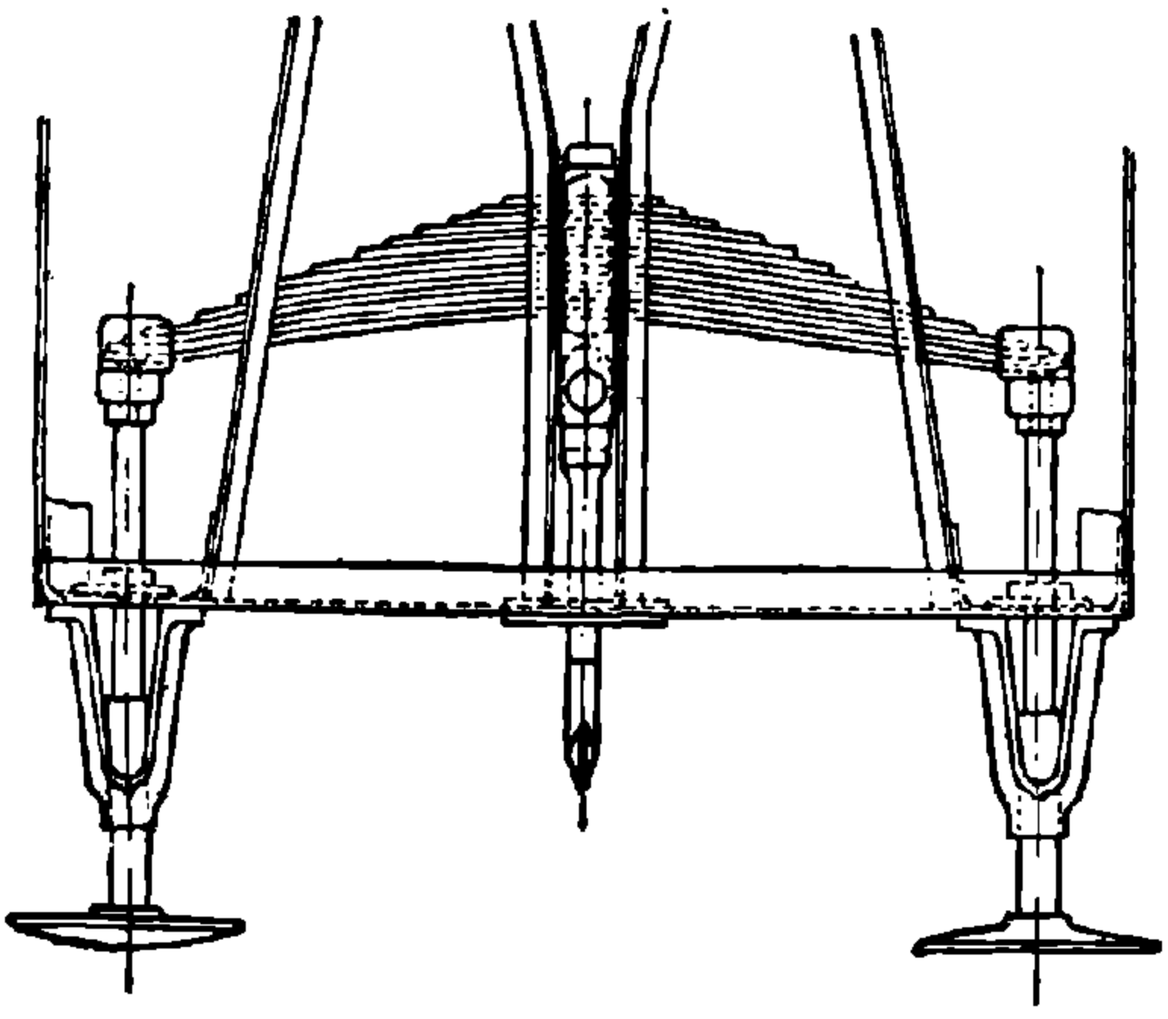


Рис. 154.

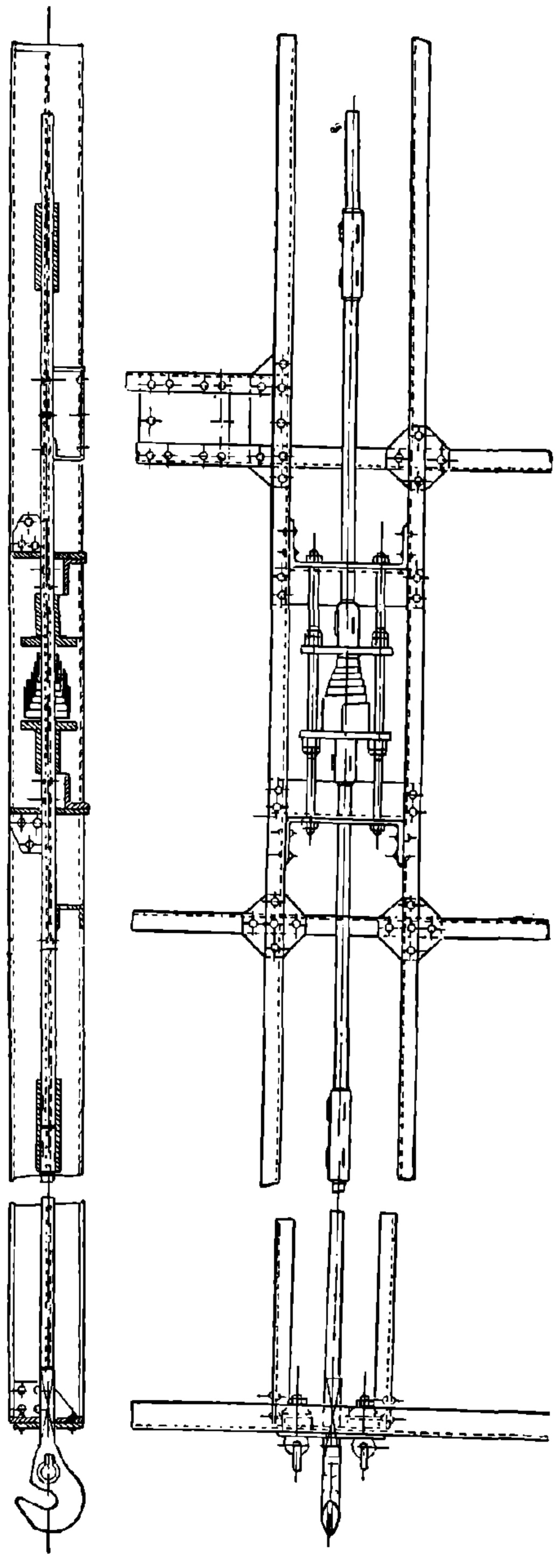


Рис. 155.

НБ УДУХТ (ДІІТ)

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

вается отдачей пружин. При этом длина поезда увеличится. Растяжение поезда, следующее за его сжатием, вызывает большое усилие в тяговых приборах. Это усилие в несквозной упряжи вызывает перемещение тягового крюка с его стержнем. При перемещении стержня тягового крюка пружина его сжимается и смягчает происходящий при этом удар.

В случае сквозной неупругой упряжи растяжение поезда, происходящее вслед за сжатием его, вызывает сильное напряжение в стержнях тягового прибора, так как стержни эти не могут перемещаться на столько, на сколько перемещаются стержни тягового крюка несквозной упряжи. Стержни сквозного тягового прибора, будучи соединены растянутыми стяжками, представляют жесткую неупругую тягу. Тяговые пружины во всех вагонах поезда, за исключением первого и последнего вагона, не могут оказать влияния на увеличение длины этой тяги.

Сжатие же тяговой пружины первого и последнего вагона возможно на 80 *мм* каждого или на 160 *мм* вместе. Между тем буфера каждого вагона допускают сжатие на $2 \times 80 = 160$ *мм*; следовательно, поезд, состоящий из 40 вагонов, при сжатии буферов может укоротиться на $40 \times 160 = 6\,400$ *мм*. При прекращении нажатия буферов вследствие отдачи буферных пружин, т. е. вследствие их стремления выпрямиться, поезд должен был бы удлиниться на 6 400 *мм*, но тяговые приборы его позволяют удлиниться только на 160 *мм*. Это обстоятельство вызывает напряжение в стержнях тяговых приборов, которое иногда бывает столь велико, что происходит обрыв частей упряжи.

Таким образом при сквозной неупругой упряжи тяговое усилие и отдача буферных пружин вызывают сильные напряжения в частях упряжи, а при несквозной упругой упряжи эти усилия поглощаются пружинами упряжи и передаются на раму. В этом заключается преимущество несквозной упряжи по сравнению со сквозной, и поэтому наши новые вагоны строятся с несквозной упряжью, но при этом приходится делать более сильные рамы вагонов.

46. Стяжки

Соединение крюков двух смежных вагонов производится винтовыми стяжками. Винтовая стяжка (рис. 158) состоит из винта *А* (имеющего правую и левую нарезку), снабженного двумя винтовыми гайками *Б* с цапфами, на которые надеты скобы *В*. Одна из скоб проходит через проушину тягового крюка, а другая служит для надевания на крюк соседнего вагона. Для предупреждения схода гаек с винта на концы винта надеваются шайбы и концы расклепываются. При вращении винта в одну сторону скобы сближаются, а при вращении в обратную сторону удаляются одна от другой. Для вращения винта служит рукоятка *Г*, проходящая через ушко, насаженное на винт.

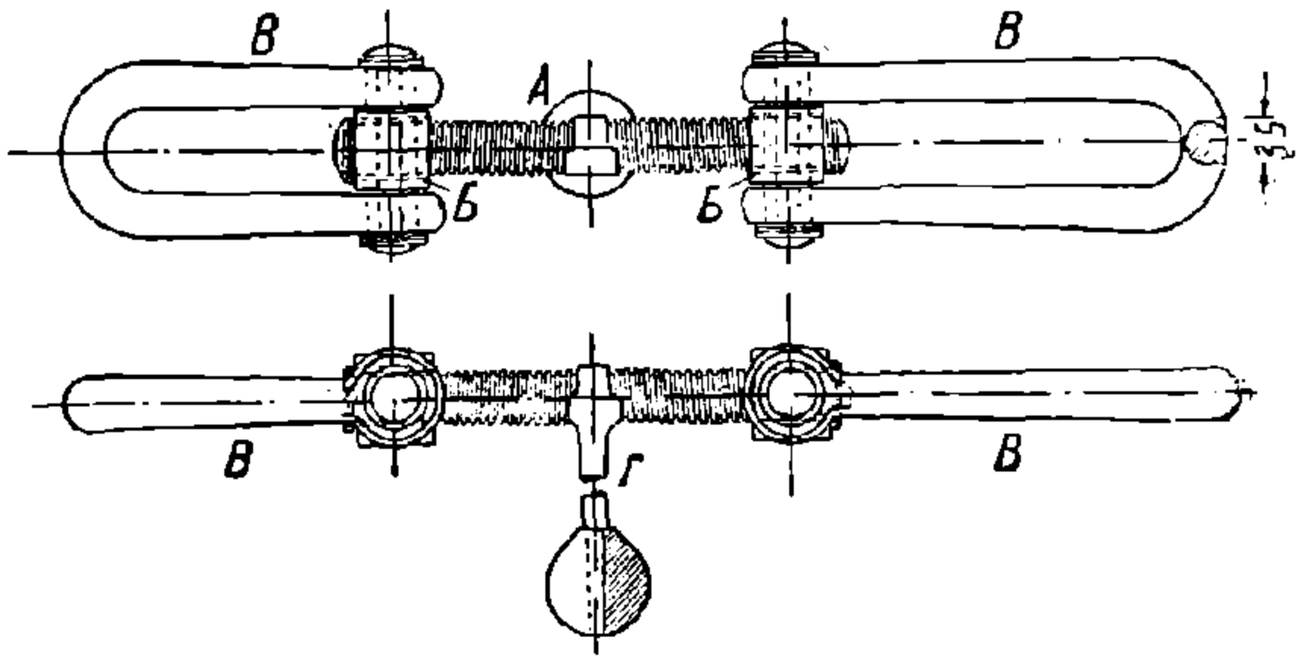


Рис. 158.

На наших дорогах существуют винтовые стяжки 5 типов, различающихся размерами винтов и скоб, а также формою скоб. Разнообразие типов стяжек вызвано так же, как и типов тяговых крюков, постепенным усилением их в зависимости от увеличения силы тяги паровоза и веса поездов. В 1892 г. одновременно с установлением типа нормального товарного вагона была установлена нормальная стяжка, изображенная на рис. 158. Затем в 1898 г. появилась стяжка Уленгута, (рис. 159), допускающая двойное сцепление вагонов и отличающаяся от нормальной стяжки тем, что короткая скоба, вставленная в проушину крюка, заменена парой серег *Д*, висящих на изогнутом валике *Е* в проушине крюка и расставленных так

НВ УДУТ (ДИТ)

широко, что между ними помещается скоба стяжки соседнего вагона. Концы валика *Е* входят в проушины запасных тяг *Ж*, пропущенных через буферный брус и снабженных на концах толстыми резиновыми шайбами *З* для смягчения резкого дергания.

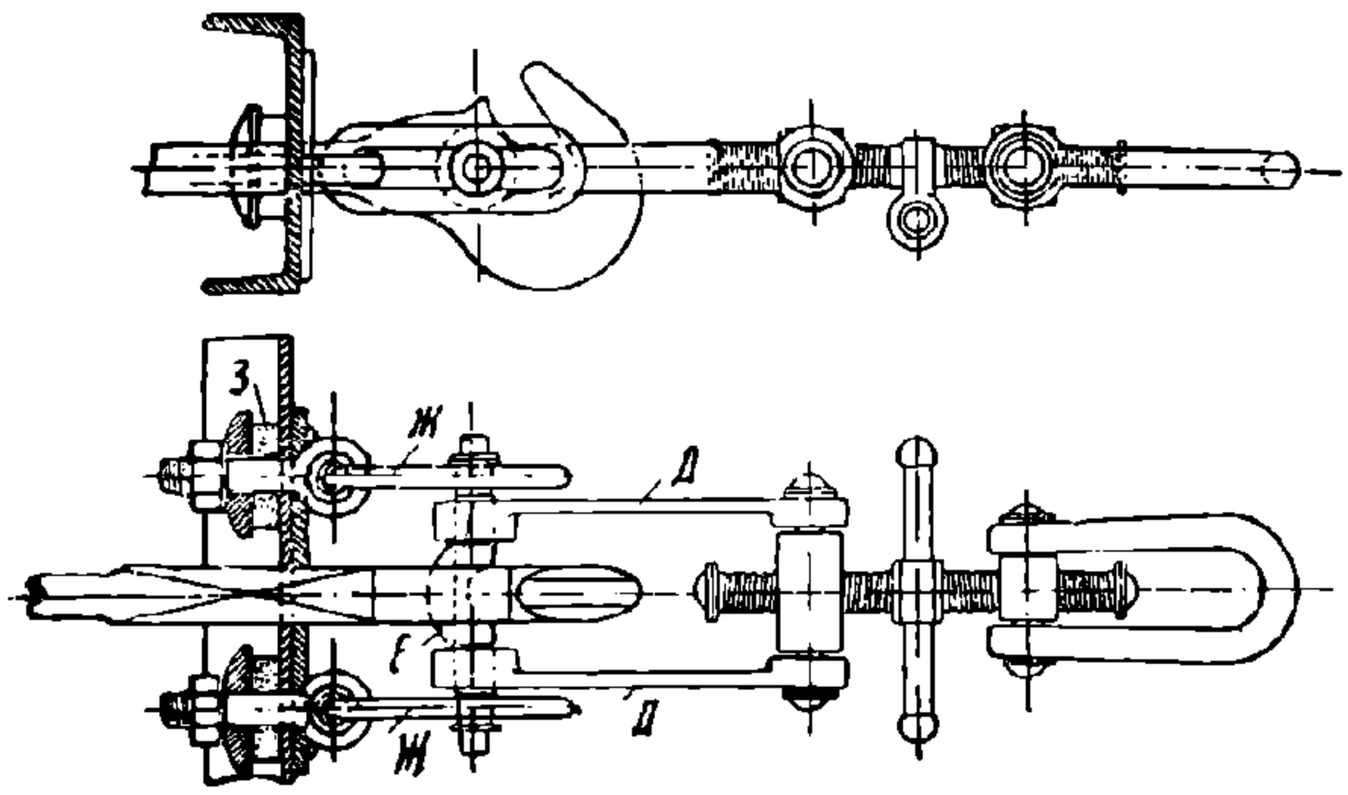


Рис. 159.

Стяжка Уленгута почти на 50% тяжелее нормальной, но рассчитана на то же тяговое усилие в 12,3 *т*, что и нормальная стяжка.

Появление на сети более сильных товарных паровозов и увеличение числа разрывов поездов побудило к усилению упряжи, и в 1905 г. была введена усиленная стяжка одновременно с усилением тягового крюка. Усиленной стяжке (рис. 160) придана та же форма, что и нормальной стяжке, но размеры ее рассчитаны на усилие в 16 *т* для товарных вагонов, в виду чего вес ее увеличился против нормальной стяжки на 40%. Конструкция ее неудобна тем, что не допускает двойного сцепления.

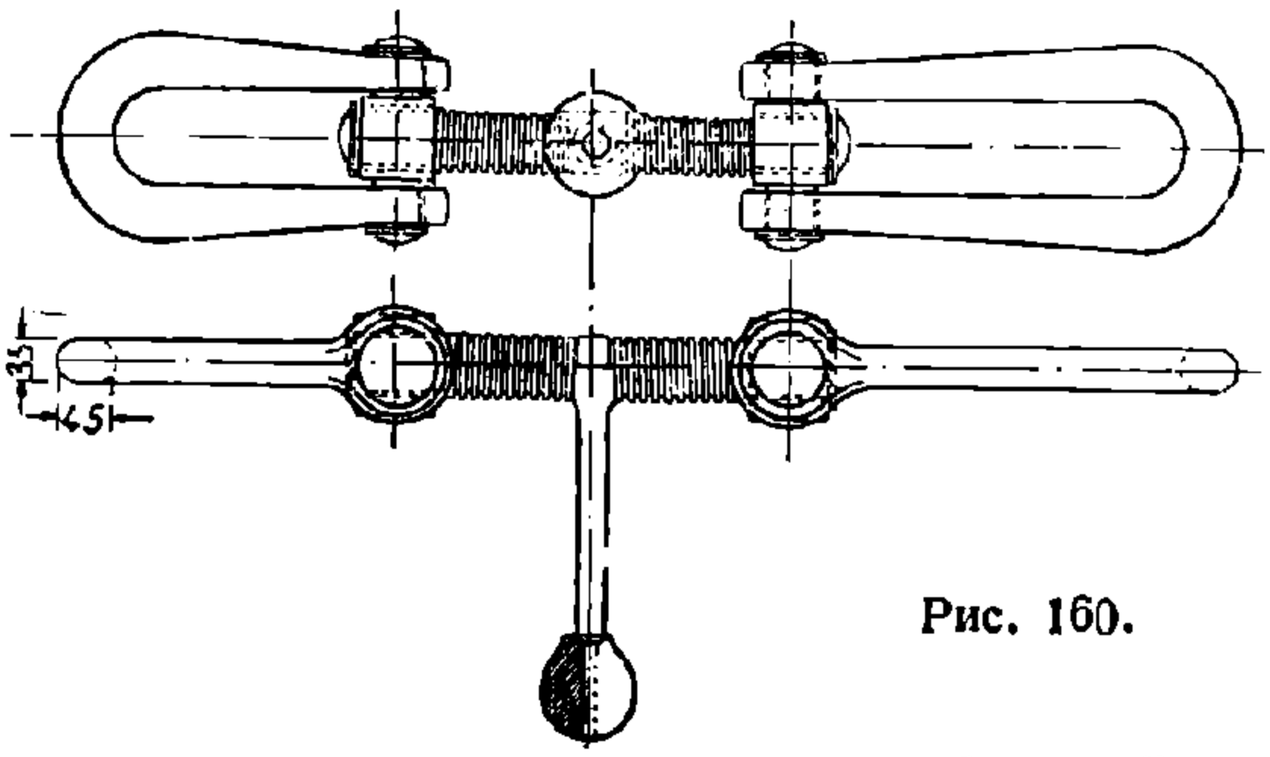


Рис. 160.

Объединенная стяжка (рис. 161) отличается от уленгутовской тем, что в ней отсутствуют запасные тяги, а размеры соответствуют размерам усиленной стяжки, так как она рассчитана на то же тяговое усилие в 16 *т*, что и стяжка усиленная. Так же, как в стяжке Уленгута, через проушину в головке крюка проходит изогнутый валик *Е*, на цапфы которого надеты серьги *Д*, укрепленные гайками *И* со шплинтом; другие концы серег укрепляются на цапфах гайки *Б* при помощи колец *К* со шплинтами. Скоба *Л* укрепляется на другой гайке такими же кольцами. Рукоятка *М* свободно проходит через ушко втулки *Н*, надеваемой на винт в горячем состоянии. Объединенная стяжка допускает двойное сцепление как с такой же стяжкой, так и со всеми остальными. Расстояние между серьгами в ней больше, чем в стяжке Уленгута. Вес объединенной стяжки на 88% больше веса нормальной стяжки.

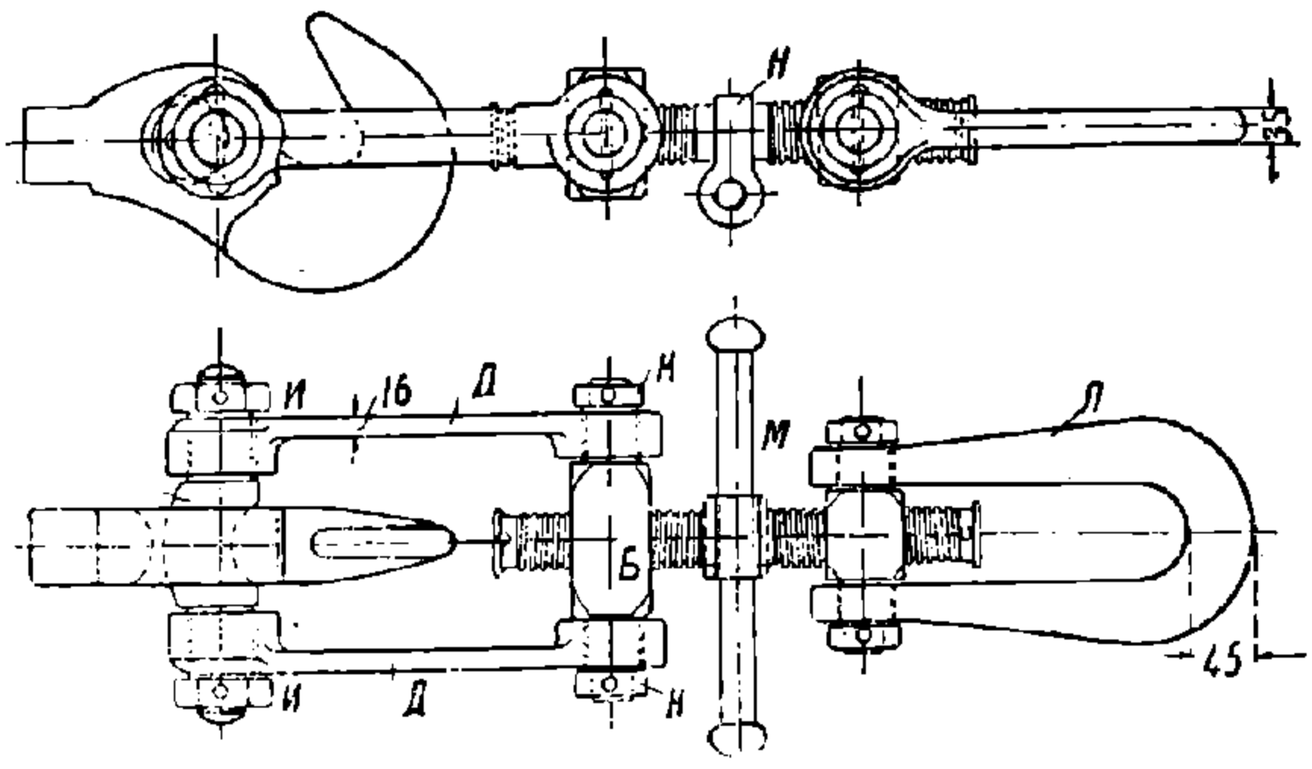


Рис. 161.

В 1916 г. объединенная стяжка была переконструирована так же, как и тяговой крюк, причем новая стяжка получила наименование нормальной стяжки 1916 г. (рис. 162). Переконструировка дала облегчение веса стяжки на 20—30% по сравнению с объединенной. Стяжка этого типа была поставлена на товарных вагонах, построенных в Америке для русских ж. д. в 1914—15 гг.

Переконструирование объединенной стяжки в нормальную 1916 г. выразилось главным образом в замене изогнутого валика, проходящего через проушину крюка, прямым валиком *П*, в уменьшении диаметра стяжного винта, в облегчении размеров

НТБ УДИИТ (ДИИТ)

скобы *Л* и в сближении серег *Д*. Вследствие последнего обстоятельства эта стяжка не допускает двойного сцепления с усиленной, уленгутовской и объединенной. В 1933 году сконструирована усиленная стяжка Институтом реконструкции тяги (ИРТ), сходная несколько со стяжкой 1916 года.

Тип стяжки	Расчетное усилие в *т*	Вес в *кг*	Диаметр внутренней нарезки винта	Диаметр наружной нарезки винта
Нормальная	12,3	20,5	37	45
Уленгута	12,3	32	37	45
Усиленная	1[illegible]	29	45	53
Объединенная	16	33	45	53
Нормальная 1916 г.	16	27—31	37	45
Усиленная ИРТ	16	—	45	53

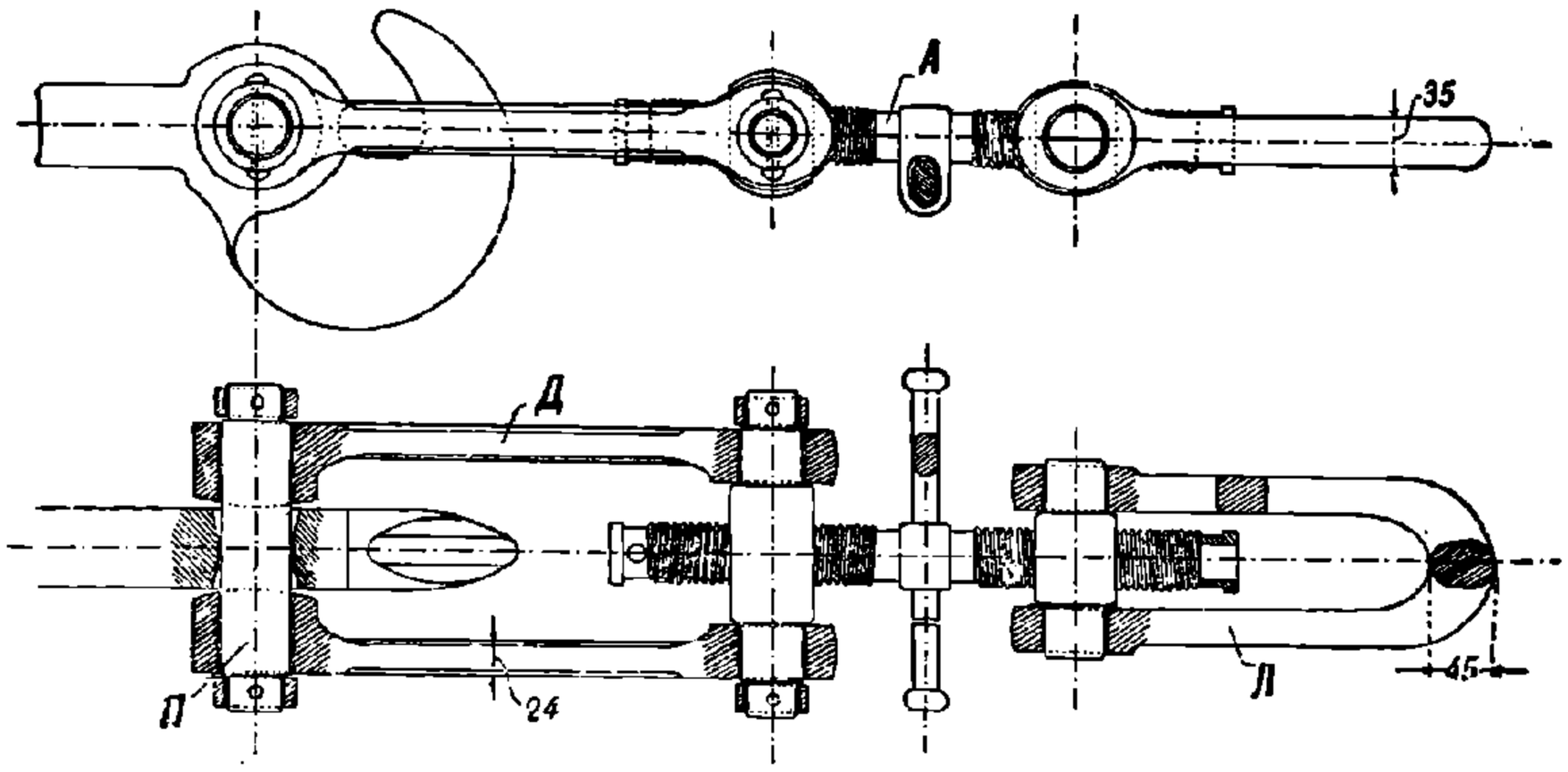


Рис. 162.

47. Способы сцепления стяжек

На новых вагонах СССР ставятся стяжки о б ъ е д и н е н н о г о типа, но на старых вагонах существуют стяжки всех перечисленных типов.

Сцепление вагонов, имеющих стяжки разных типов, должно производиться так, чтобы работала более сильная стяжка.

В тех случаях, когда должна р а б о т а т ь объединенная стяжка или стяжка Уленгута, должно быть произведено двойное сцепление вагонов, т. е. такое, в котором сцепление производится двумя стяжками, хотя работает лишь одна. Другая стяжка при этом является запасною и начинает работать только тогда, когда первая оборвется (рис. 163).

Если работать должна усиленная или же нормальная стяжка, а также в тех случаях, когда двойного сцепления нельзя произвести, должно быть произведено одиночное сцепление. При этом другая нерабочая стяжка подвешивается на крючок на буферном брусе (рис. 164) или забрасывается назад за верхний уступ ее же крюка (рис. 165) Усиленную стяжку забросить на ее крюк невозможно, поэтому при сцеплении усиленной стяжки с усиленною и при отсутствии крючка на буферном брусе нерабочую стяжку разрешается набрасывать поверх рабочей стяжки.

Из четырех типов вагонных стяжек могут быть следующие сечетания:

1. Если на одном из вагонов объединенная стяжка, а на другом любая из четырех стяжек то рабочею должна быть объединенная стяжка и сцепление поэтому должно быть двойное (рис. 163 и 166).

2. Если на одном из вагонов усиленная стяжка, а на другом усиленная, уленгутовская или нормальная, то рабочею должна быть усиленная стяжка и сцепление поэтому должно быть одиночное (рис. 164 и 165).

НБ УДУТ (ДИТ)

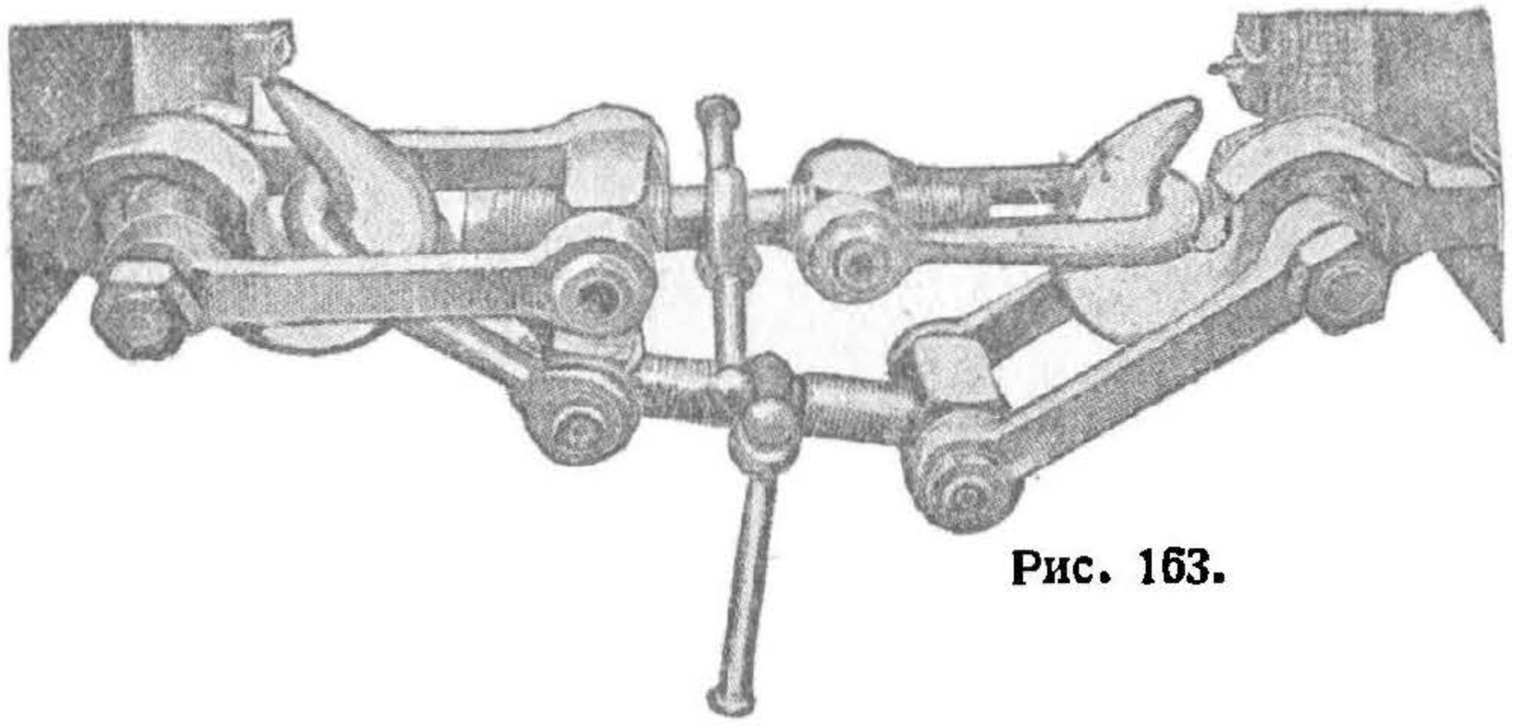


Рис. 163.

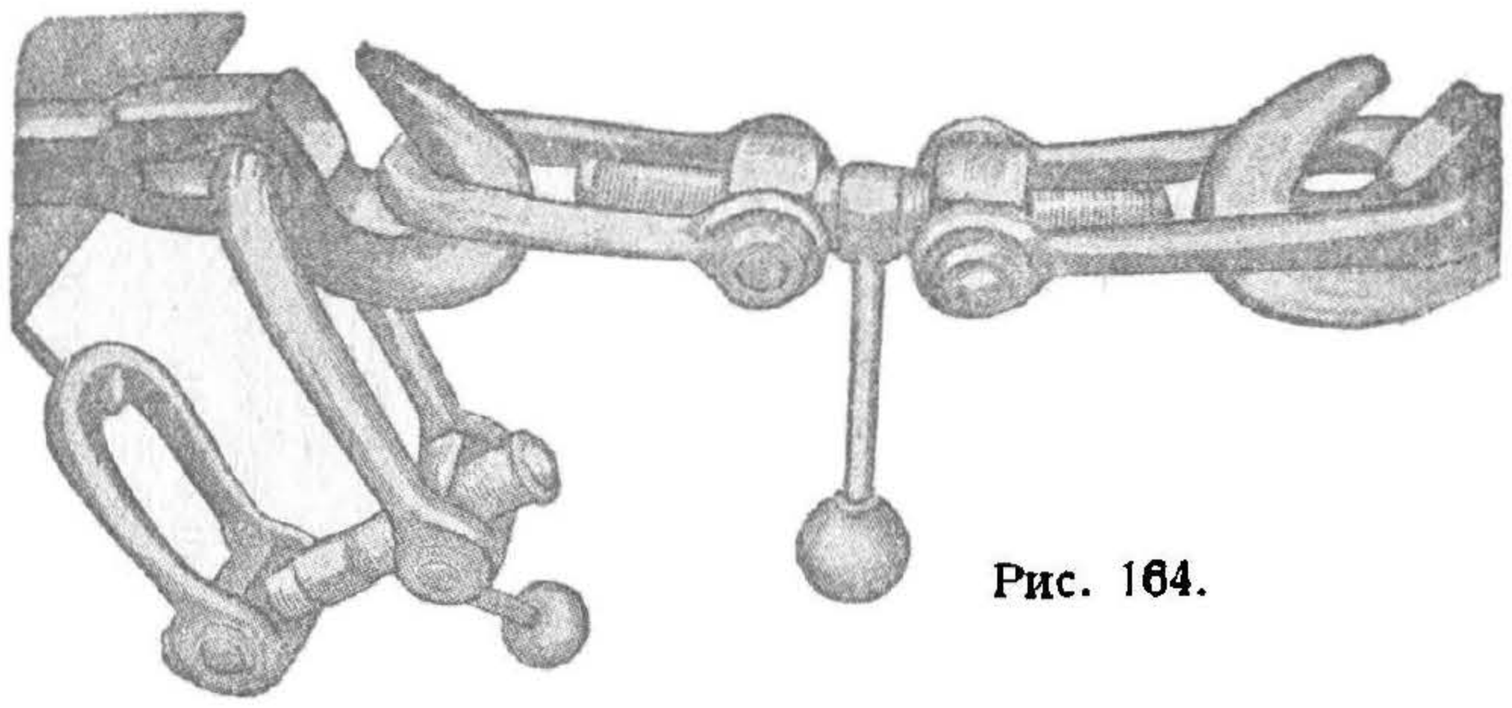


Рис. 164.

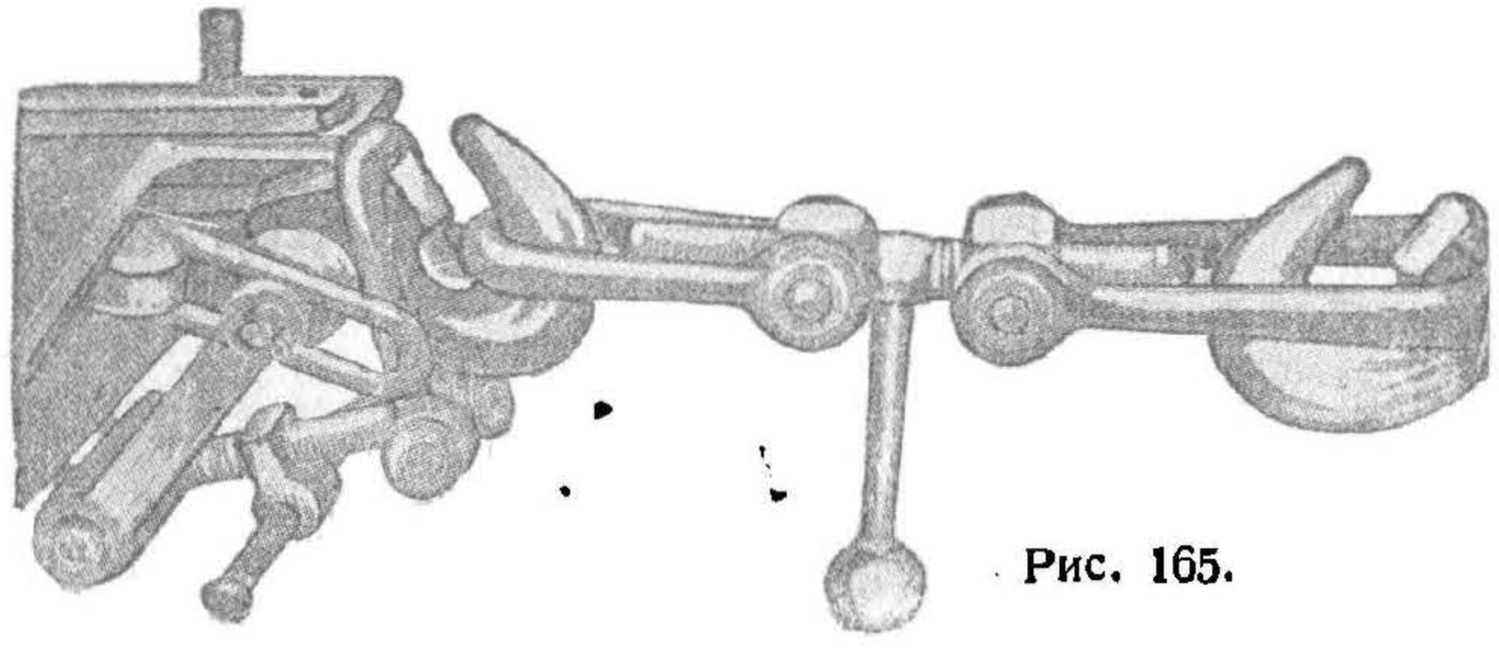


Рис. 165.

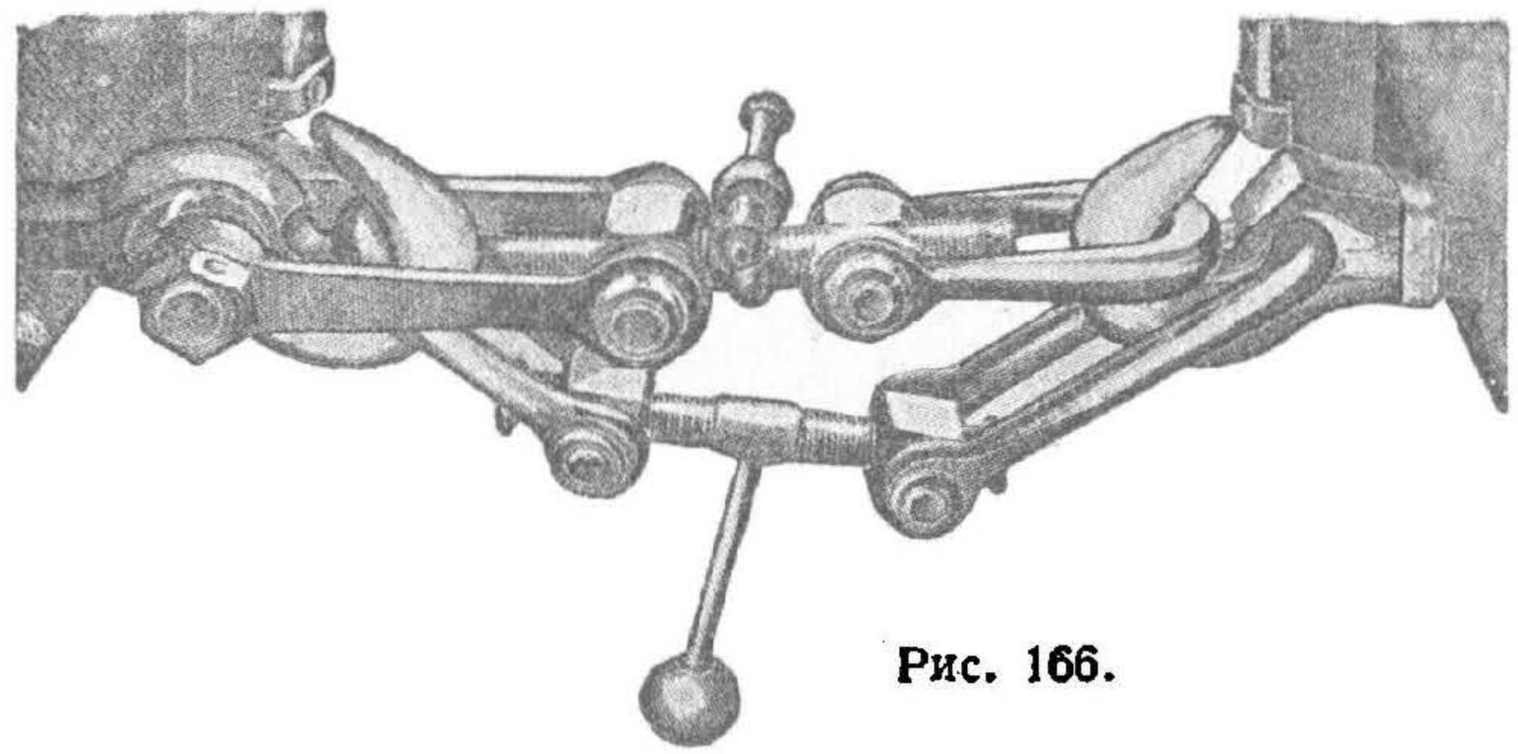


Рис. 166.

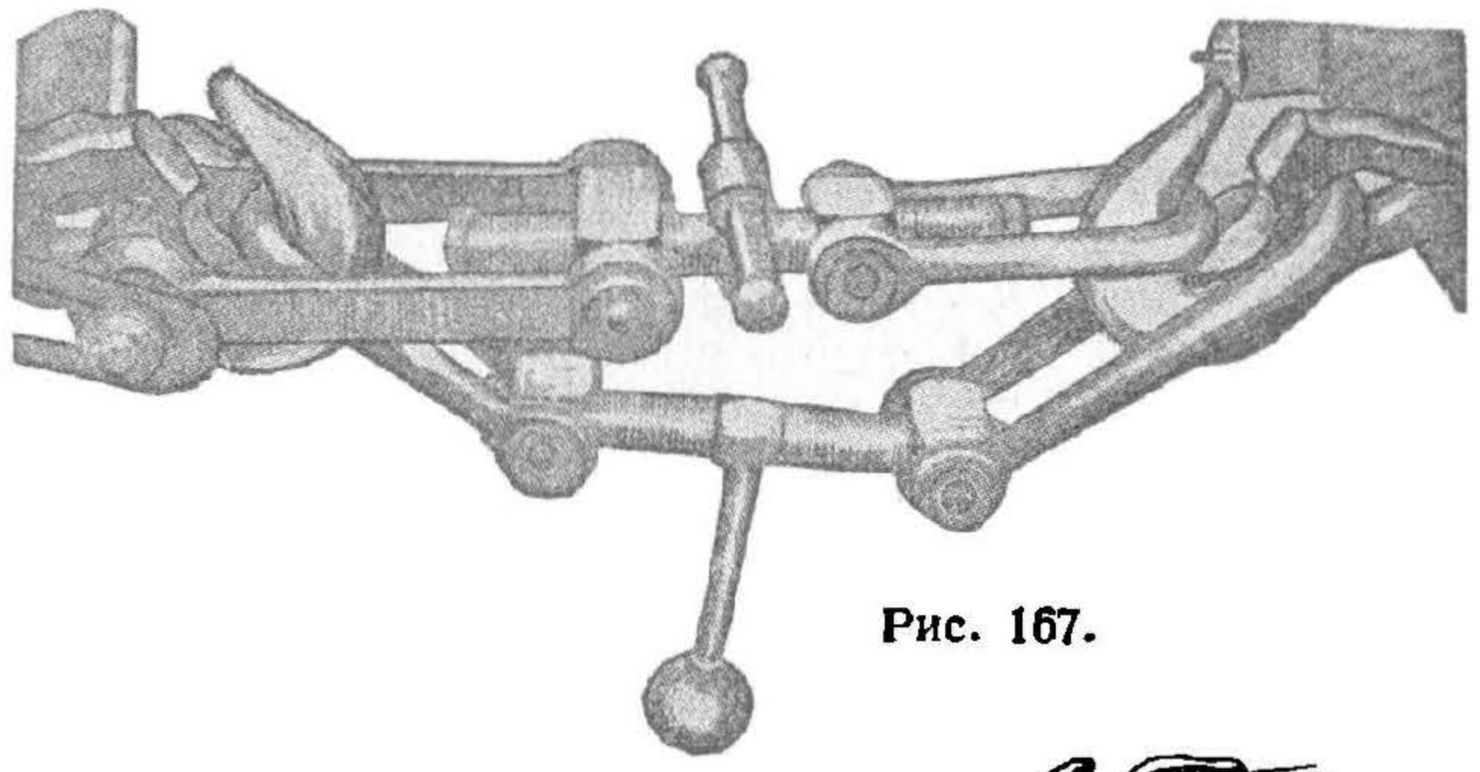


Рис. 167.

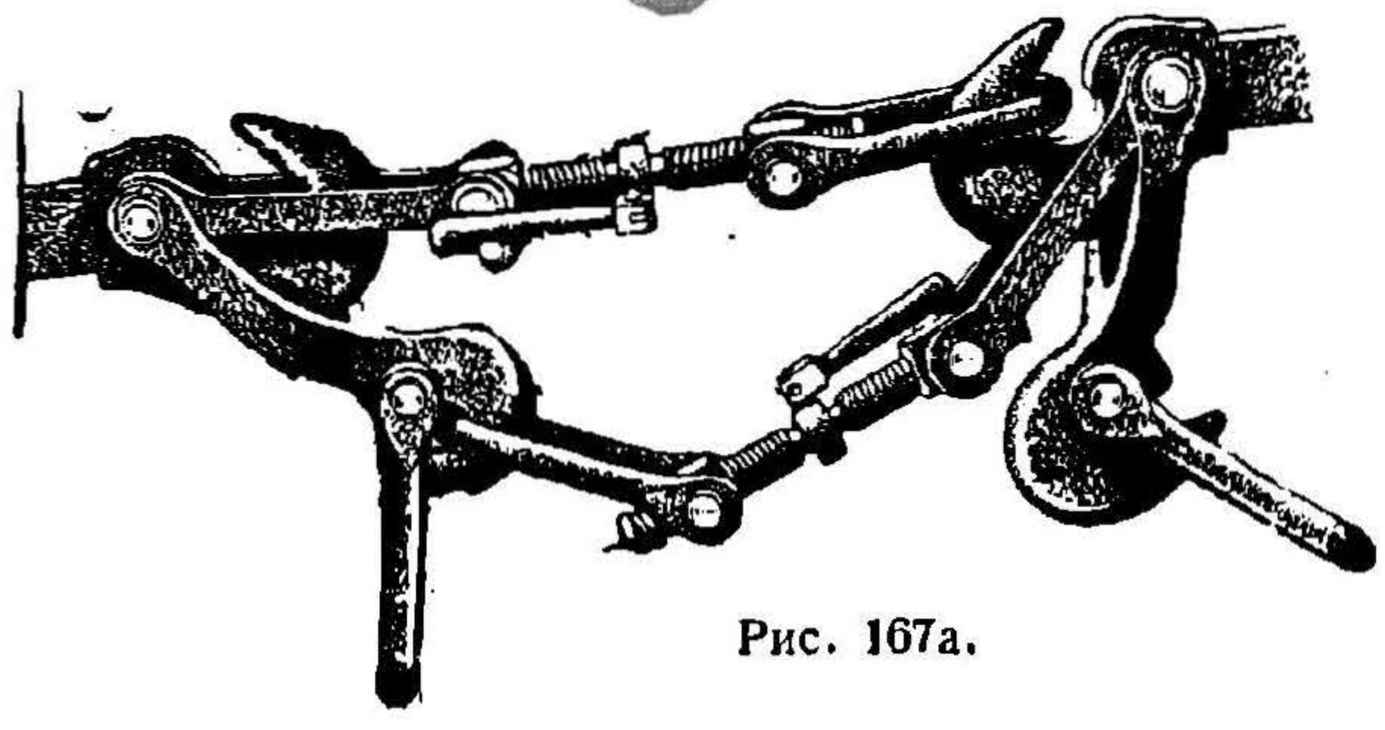


Рис. 167а.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

3. Если на одном из вагонов стяжка Уленгута, а на другом уленгутовская или нормальная, то рабочею стяжкою должна быть уленгутовская и сцепление должно быть двойное (рис. 167).

4. Если на обоих вагонах стяжка нормальная, то сцепление должно быть одиночное.

На германских и польских железных дорогах двойное сцепление осуществляется иначе.

В нормальной германской стяжке (рис. 167а) серьги настолько сближены, что продеть скобу стяжки между серьгами нельзя. Для двойного сцепления на валике стяжки подвешен на серьгах второй крюк, который сцепляется с нерабочей стяжкой. При обрыве первой стяжки усилие передается на запасную вследствие большого разгона ударом. Валик в этой стяжке работает в худших условиях, чем наши, вследствие увеличения его длины при запасном сцеплении.

В. Тормоз

48. Общее понятие о торможении

Для безопасности движения поездов необходимо иметь такие приспособления, которые позволяли бы быстро останавливать поезд. Такими приспособлениями являются тормоза. Сущность устройства тормозов заключается в том, что к вращающимся колесам подвижного состава прижимаются бруски, называемые т о р м о з н ы м и к о л о д к а м и, вследствие чего возникает сильное трение между колодками и бандажами колес. Благодаря трению движение поезда замедляется, а затем и прекращается. Кроме того, тормоза служат для уменьшения скорости хода поезда, когда это требуется условиями движения, например—при следовании по уклону, по мостам и т. п. При стоянке же вагонов на станционных путях тормозами пользуются для предупреждения движения вагона вследствие ветра или толчка.

Сила, вызывающая торможение вагона, т. е. сила трения колодки о бандаж колеса, называется т о р м о з н о й с и л о й. Тормозная сила направлена в сторону, противоположную вращению колеса. как показано стрелкою *А* на рис. 168.

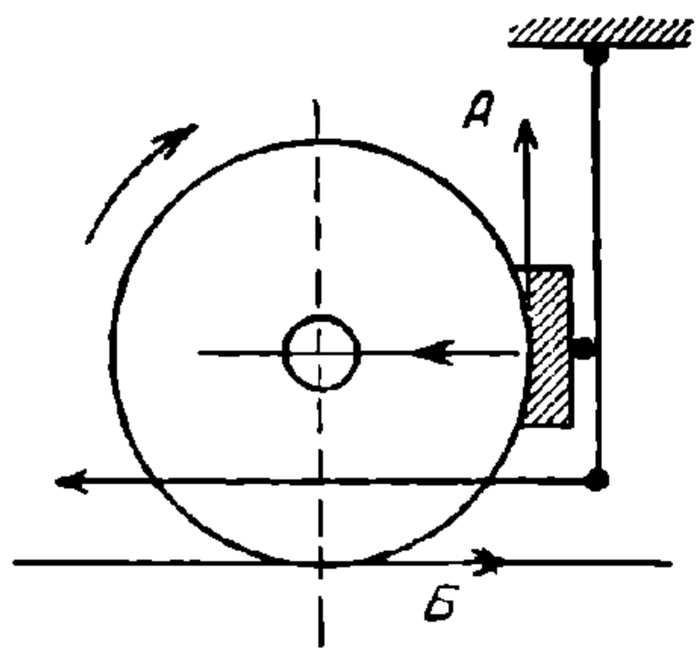


Рис. 168.

При движении колеса между поверхностью катания его и рельсом возникает трение, вызывающее с и л у с ц е п л е н и я, благодаря которой колесо не скользит по рельсу, а катится. Сила сцепления колеса с рельсом изображена на рис. стрелкою *Б*. Если при торможении вагона тормозная сила *А* превзойдет силу трения *Б*, то колесо перестанет катиться, а будет скользить по рельсу. Скольжение же колес по рельсу вызывает образование по кругу катания колеса плоских мест, называемых л ы с к а м и или в ы б о и н а м и, о которых говорилось в главе о колесных парах. Поэтому следует так регулировать тормозную силу, чтобы она не превосходила силы трения между колесом и рельсом.

Коэфициент трения *к* есть величина непостоянная, он зависит от рода материала, от состояния трущихся поверхностей и от скорости движения. При уменьшении скорости вагона величина коэфициента *к* возрастает, следовательно—с и л а н а ж а т и я к о л о д о к д о л ж н а у м е н ь ш а т ь с я п р и з а м е д л е н и и с к о р о с т и д в и ж е н и я в а г о н а перед моментом остановки. Несоблюдение этого условия в момент перед остановкой поезда может вызвать скольжение колес по рельсам при вполне исправных тормозах.

Сила сцепления колеса с рельсом равняется давлению колеса на рельс, умноженному на коэфициент трения между бандажем и рельсом. Если обозначить давление колеса на рельс через *Р*, как показано на рисунке, а коэфициент трения через ϕ, то сила сцепления колеса с рельсом:

$$Б = P\phi.$$

Коэфициент трения между колодкой и бандажем и коэфициент трения между колесом и рельсом мало разнятся один от другого. Например, коэфициент трения между

НБ УДУНТ (ДІТ)

колодкой и бандажом бывает от 0,2 до 0,08, а коэфициент трения между колесом и рельсом—от 0.24 до 0.38. В виду этого и для того, чтобы тормозная сила не превосходила силы сцепления колеса с рельсом, необходимо, чтобы сила нажатия колодки на бандаж была меньше давления колеса на рельс, т. е. T должно быть меньше P. Обыкновенно силу нажатия тормозных колодок устаналивают не выше 0.80—0,85 от давления колеса на рельс, т. е.

$$T = 0.80—0,85\ P.$$

Отношение силы нажатия колодки на бандаж к силе давления колеса на рельс, т. е. величина 0,80—0,85, называется коэфициентом торможения.

Нажатие колодок к бандажам производится помощью рычажной передачи, которая приводится в действие либо мускульной силой человека, либо усилием на штоке поршня воздушного тормозного цилиндра, расположенного под вагоном. В зависимости от этого тормоза разделяются на ручные и воздушные, называемые также автоматическими.

49. Одностороннее и двустороннее торможение

Тормоза бывают односторонние и двусторонние. При одностороннем торможении колодки *а* подвешиваются с одной стороны колес (рис. 169), а при двустороннем торможении—с обеих сторон колес (рис. 170).

При одностороннем торможении сила нажатия колодок на колеса передается на буксы и вызывает в них боковые усилия, которые расшатывают буксовые лапы. Кроме того, эти боковые усилия влияют на нагревание буксовых подшипников. При двустороннем торможении нажатия колодок взаимно уравновешиваются и на буксовые лапы не передается почти никаких дополнительных усилий. Благодаря двойному количеству колодок при двустороннем торможении на каждую колодку приходится усилие в два раза меньшее, чем при одностороннем торможении, поэтому нагревание колодок и изнашивание их при двустороннем торможении получается меньшее.

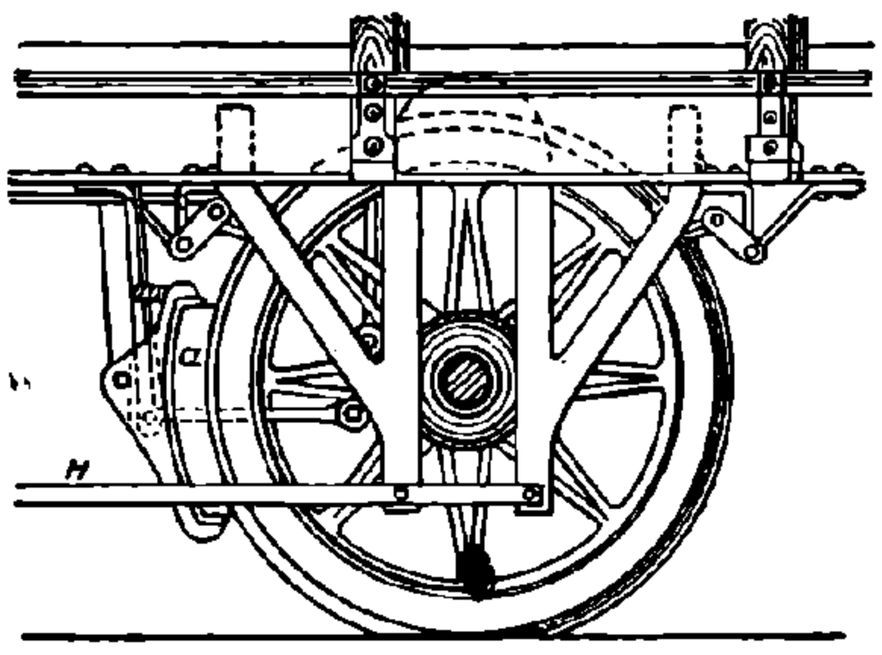


Рис. 169.

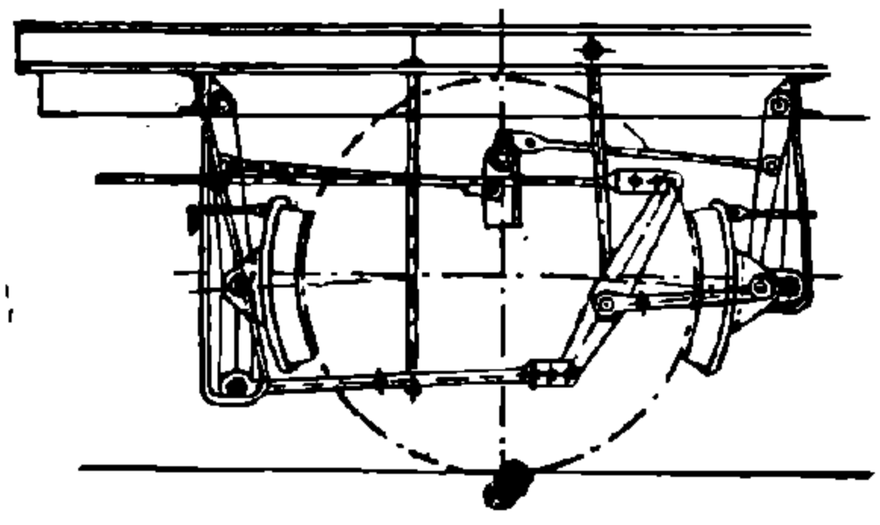


Рис. 170.

Преимущество одностороннего торможения составляет простота конструкции, меньший вес и более дешевая стоимость. Чтобы одностороннее торможение не вызывало растройства буксовых лап, ставят длинные буксовые струнки *Н*, скрепляющие между собою обе буксовые лапы с каждой стороны вагона (рис. 169).

Устройство рычажной передачи одностороннего тормоза 2-осного вагона показано на рис. 171. Колодки тормозные $А$ и $А_1$ подвешены на шарнирных подвесках *Б* к раме вагона и соединяются между собою и с вертикальными рычагами *ВГ* и *ДЕ* помощью треугольных тяг или валов *МКН*, называемых триангелями. Вертикальные рычаги *ВГ* и *ДЕ* в точках *О* и $О_1$ подвешены на подвесках к раме вагона, причем рычаг *ВГ* подвешен свободно и ось вращения его *О* может перемещаться под влиянием силы, действующей на тягу *ОЗ*. Ось вращения *О* рычага *ДЕ* помощью тяги *ОЖ* укреплена неподвижно. Тяга *ОЖ* называется поэтому мертвой тягой. Рычаги *ВГ* и *ДЕ* соединены между собою тягой *ВД*, называемой длинной тягой. Рычаг *ВГ* тягой *ОЗ*, называемой главной тягой, соединен с рычагом *И* (коротким рычаг). На валу *Р* рычага *И* насажен неподвижно кривой рычаг *Л*, называемый петухом, который помощью тяг *С* (помочей) соединяется с

НБ УДИНТ (ДИИТ)

гайкой тормозного винта. При вращении рукоятки тормозного винта гайка его поднимается, помочи *С* тянут за собою кривой рычаг *Л*, который заставляет вращаться короткий рычаг *И*. Вращаясь, короткий рычаг *И* тянет за собою влево тягу *ОЗ*. При движении тяги *ОЗ* влево движется в ту же сторону сначала точка *О* рычага *ВГ* до тех пор, пока тормозные колодки, соединенные помощью треугольного вала с точкою *Г*,

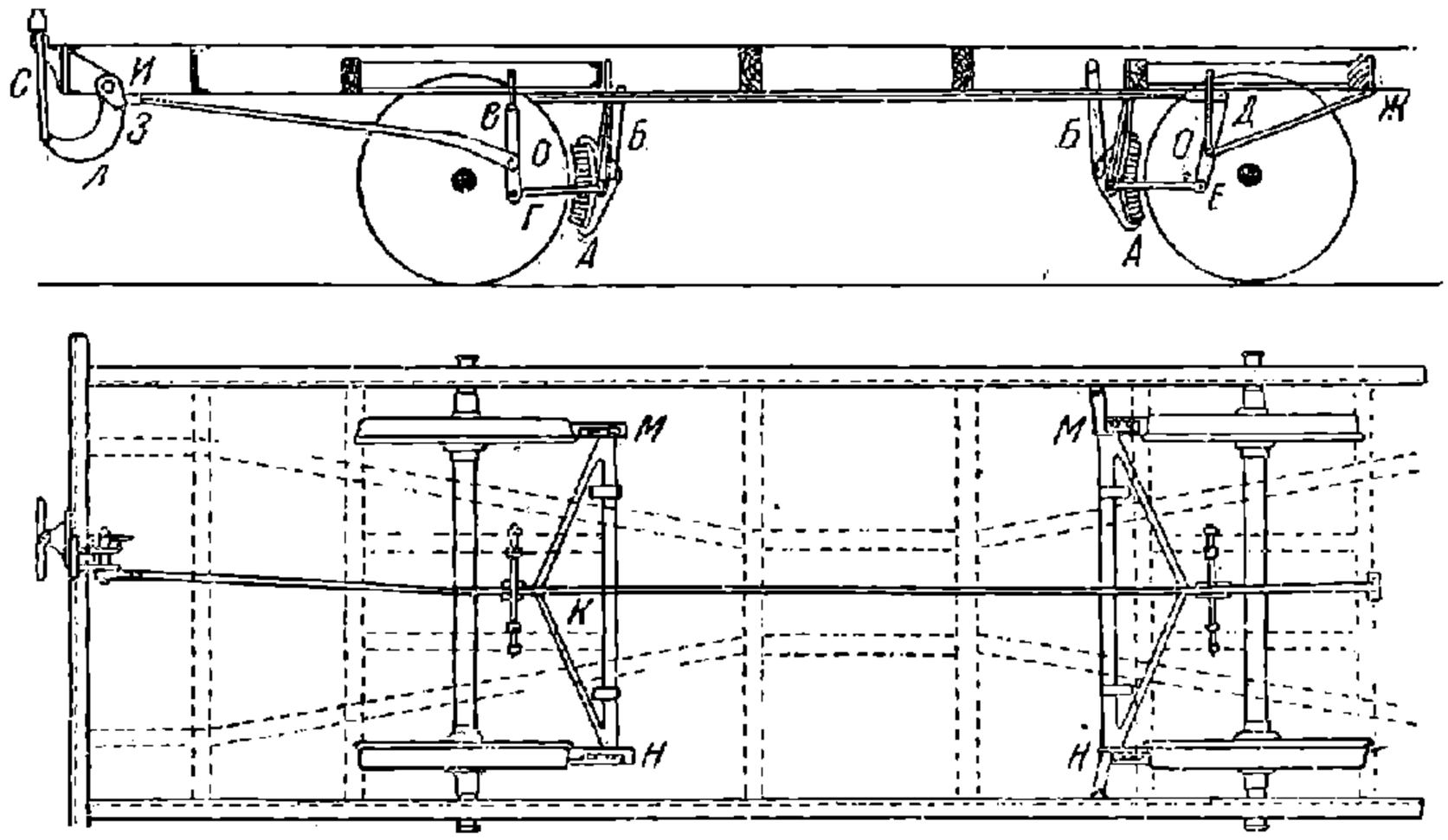


Рис. 171.

не прикоснутся к колесам этой оси. Затем точка *Г* делается неподвижною и при дальнейшем движении тяги *ОЗ* будет перемещаться точка *В* рычага *ВГ*, причем благодаря соединительной тяге *ВД* будет вращаться второй рычаг *ДЕ* около точки O_1 и тем приближать к колесам помощью другого треугольного вала вторую пару тормозных колодок A_1. При дальнейшем движении тяги *ОЗ* будет усиливаться нажатие всех колодок.

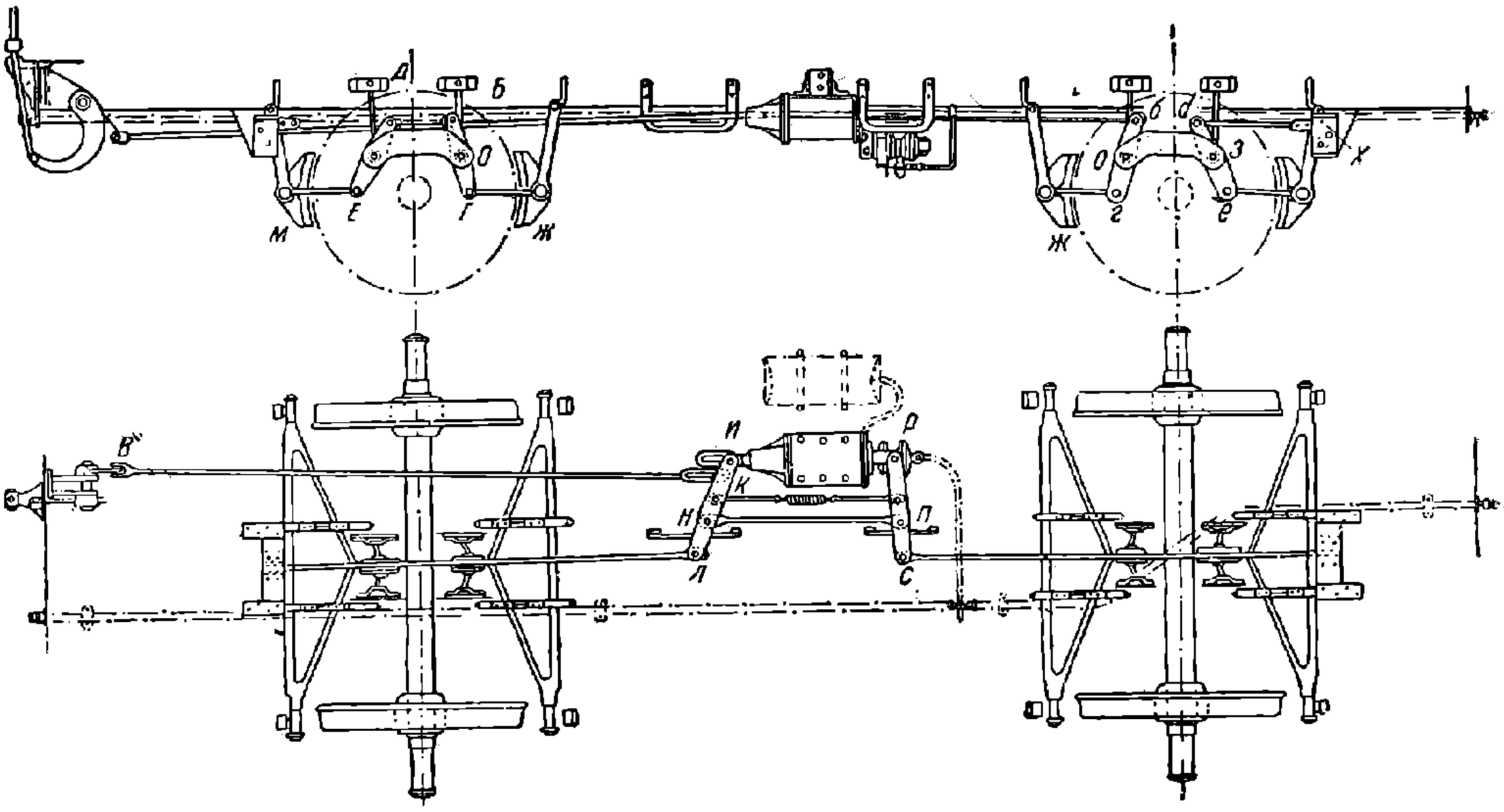


Рис. 172.

Схема рычажной передачи двустороннего тормоза 2-осного вагона изображена на рис. 172. Расположение рычагов у обеих осей—симметричное. Вертикальные рычаги имеют две мертвые точки *Ф* и *Х*. При перемещении влево тяги *ВК*, соединенной с тормозным винтом и с поршнем тормозного цилиндра, рычаг *ИЛ* начнет вращаться вокруг точки *Н*, служащей для него подвижным центром вращения, и потянет за собою вертикальный рычаг *БГ* и через соединительную тягу *ОЗ* второй вертикальный рычаг *ДЕ*.

НТБ УДУЭТ (ДИИТ)

Изменение положения горизонтального рычага *КЛ* (называемого главным рычагом) вызовет через соединительную тягу *НП*, вращение горизонтального рычага *РС*

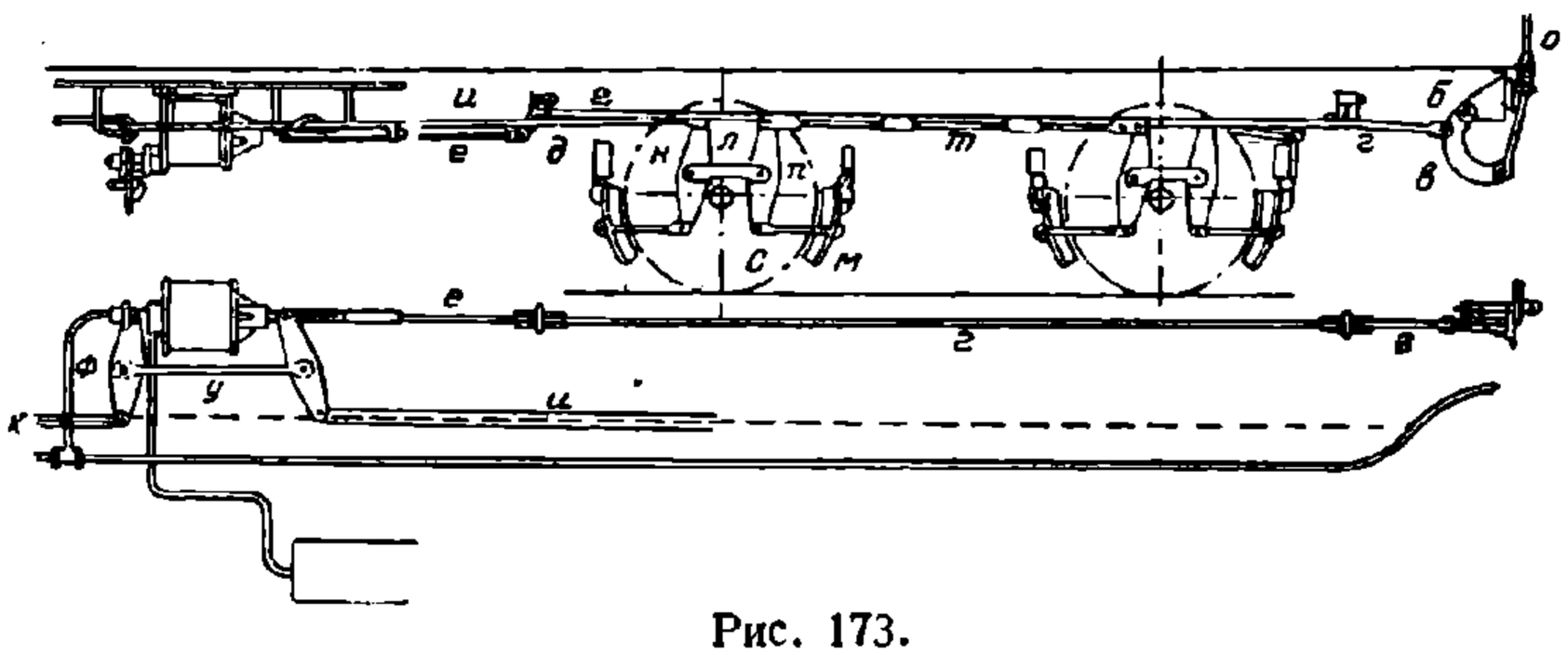


Рис. 173.

вокруг шарнира *Р*, служащего для него мертвой точкой. При вращении рычага *РС* он потянет за собою рычаг *бг* и через соединительную тягу *оз* второй вертикальный рычаг *де*. Когда колодки *Ж* и *ж* прижмутся к бандажам, вертикальные рычаги *БГ* и *бг*, вращаясь вокруг точек *Г* и *г*, сделавшихся неподвижными, потянут за собою рычаги *ДЕ* и *де*, которые, вращаясь вокруг неподвижных точек *Д* и *д*, прижмут к бандажам колодки *М* и *м*.

Пример двустороннего торможения на пассажирских 4-осных вагонах показан на рис. 173. При вращении винта *а* поворачивается около точки *б* рычаг *в*, который перемещает тягу *г*, рычаг *д*, тягу *е*, рычаг *ж*, тягу *и*, рычаг *к*, прижимает колодку *з* к бандажу колеса. В то же время перемещение тяги *л* вызывает при помощи рычага *п* и тяги *с* нажатие колодок *м* на другую сторону колеса. Одновременно с этим перемещение рычага *п* передается через тягу *т* такой же системе рычагов второго колеса. Для другой тележки перемещение рычага *ж* передается тягой *у* на рычаг *ф* и далее через тягу *х* на вертикальные рычаги колес другой тележки.

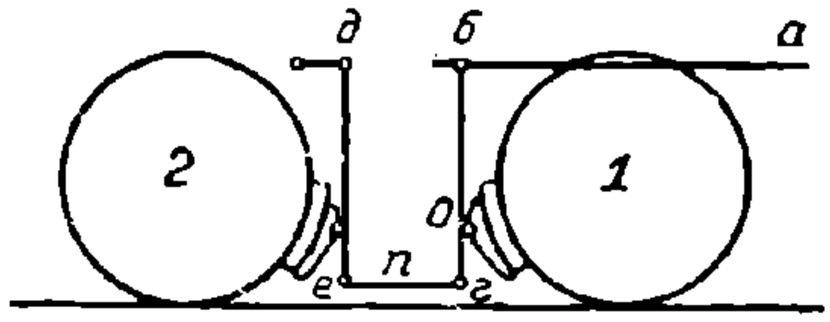


Рис. 174.

У грузовых вагонов в тележках Даймонд применяется одностороннее торможение (рис. 174).

50. Части рычажной передачи

Части рычажной передачи одностороннего тормоза составляют: вертикальные рычаги (рис. 175), подвески вертикальных рычагов (рис. 176), триангели (рис. 177), мертвая тяга, длинная или средняя передаточная тяга (рис. 178), главная тяга (рис. 179) предохранительные петли для триангелей (рис. 180).

Назначение этих частей указано в предыдущем параграфе. Из всех частей рычажной передачи наиболее сложной и трудно выполнимой является триангель. При изготовлении триангелей первоначально отковывается или штампуется вал *АБ*, затем

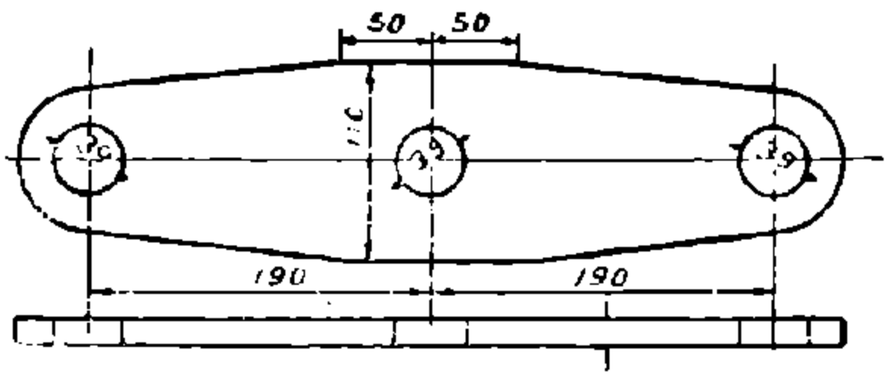


Рис. 175.

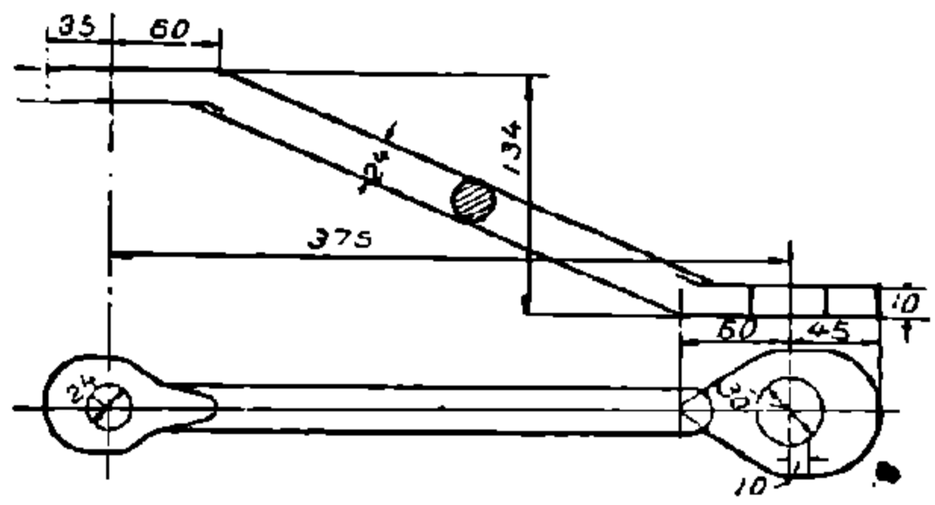


Рис. 176.

к нему привариваются струнки *АБ* и *БВ* и ушко *О*, которым триангель соединяется с вертикальным рычагом. В настоящее время вместо этой конструкции триангеля вводится более простая в изготовлении сварная конструкция. Кроме того, для 4-осных вагонов применяется триангель американского типа, отличающийся тем, что вместо поперечного вала с цапфами делается поперечина из швеллерного железа без цапф, причем башмаки наглухо надеваются на концы триангеля.

Во избежание падения частей рычажной передачи на путь при обрыве тормозных тяг или подвесок ставятся предохранительные петли или скобы, которые охватывают

НБ УДУЗТ (ДІІТ)

валы триангелей в двух местах. Предохранительные скобы изготовляются из полосового железа. Они имеют форму, показанную на рис. 180 или на рис.181. Подобные же скобы ставятся и на тормозных тягах. Предохранительные скобы укрепляются на брусьях рамы вагона, как показано на рис. 170.

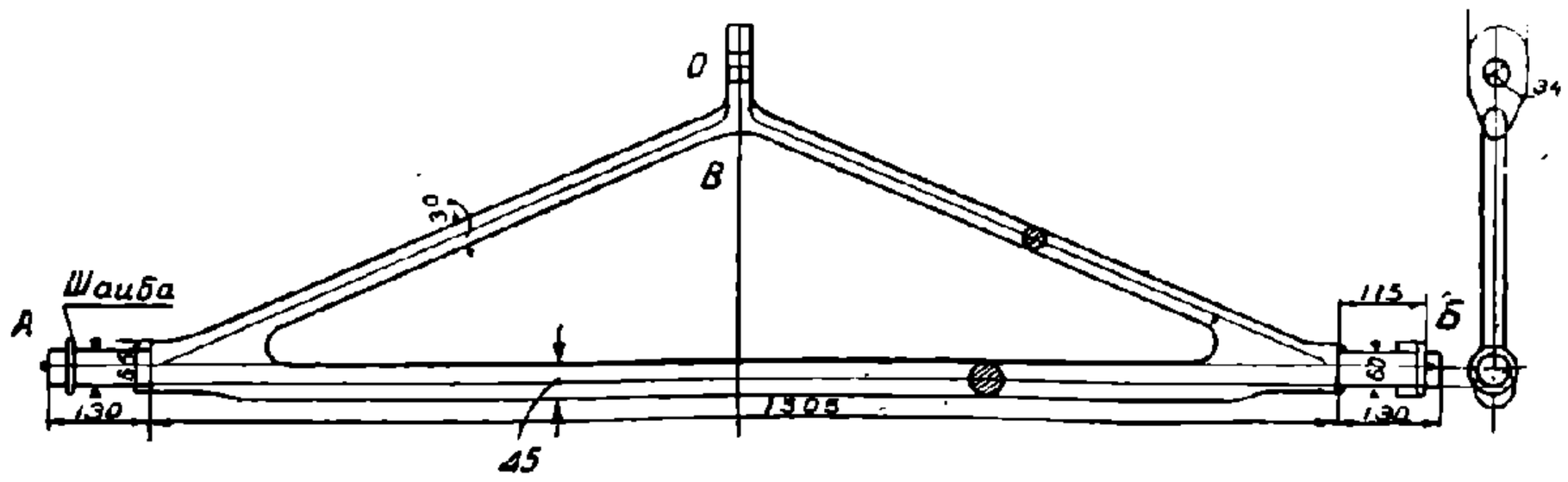


Рис. 177.

Соединение частей рычажной передачи между собою производится посредством валиков (рис. 182).

При износе тормозных колодок вертикальные рычаги отклоняются от нормального положения, вследствие чего сила нажатия колодок уменьшается и увеличивается

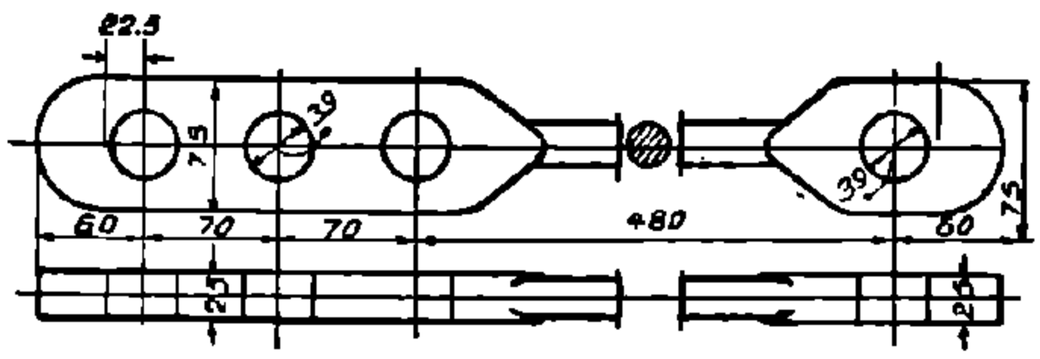


Рис. 178.

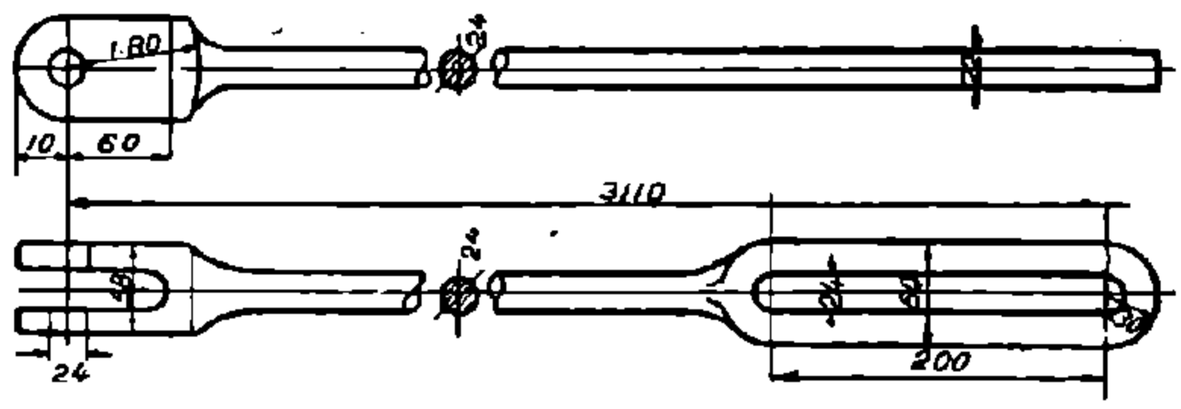


Рис. 179.

путь перемещения всех рычагов и тяг, что является недопустимым, так как гайка тормозного винта ручного тормоза и поршень автоматического тормоза имеют ограниченный ход. Для устранения вредных последствий износа колодок необходимо регулировать рычажную передачу; для этого у длинной тяги (рис. 178) сделана головка с пятью или тремя дырами. Переставляя валик рычага с дыры на дыру, можно достигнуть требуемого расположения рычагов и колодок. Для регулирования тяг, кроме головки со многими дырами, ставятся также на длинных тягах стяжные гайки.

В состав рычажной передачи двустороннего

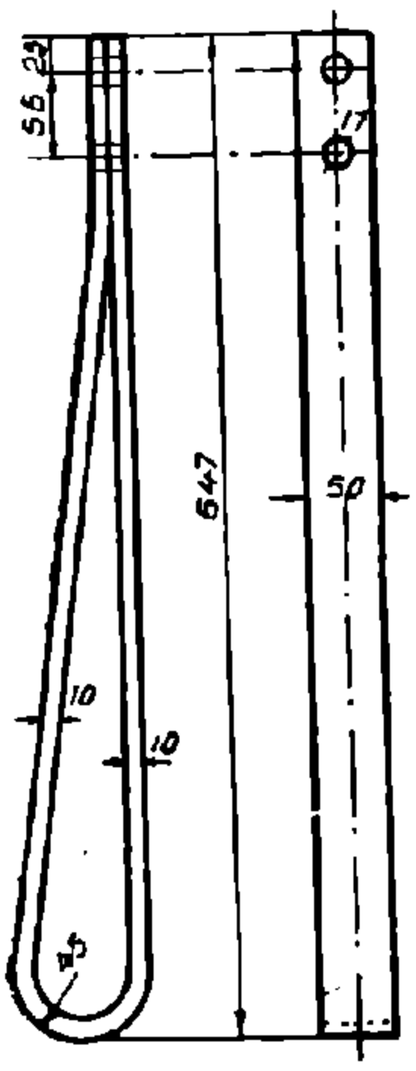


Рис. 180.

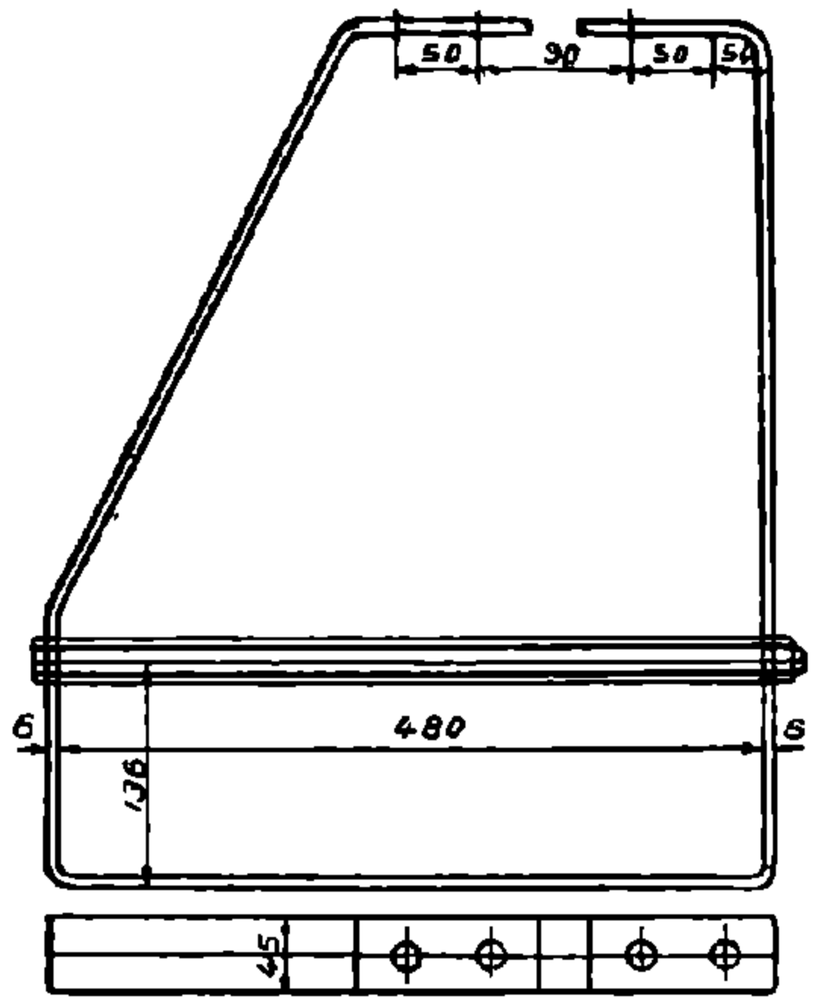


Рис. 181.

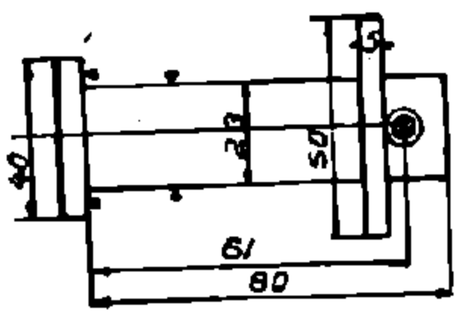


Рис. 182.

тормоза, кроме перечисленных частей, входят еще затяжка вертикальных рычагов (рис. 183) и горизонтальный рычаг (рис. 184).

Для регулирования рычажной передачи при износе колодок головки мертвых тяг также делаются многодырными, чтобы путем перестановки валиков можно было

НБ УДУНТ (ДНТ)

уменьшать длину тяг. В 1933 году многодырная головка мертвой тяги заменена винтовой нарезкой, дающей возможность регулировать зазоры между бандажами и колодкой при помощи подтягивания мертвой тяги. Этот способ упрощает обслуживание при ремонте, так как рабочему не надо подлезать под вагон, как это требовалось при старых конструкциях.

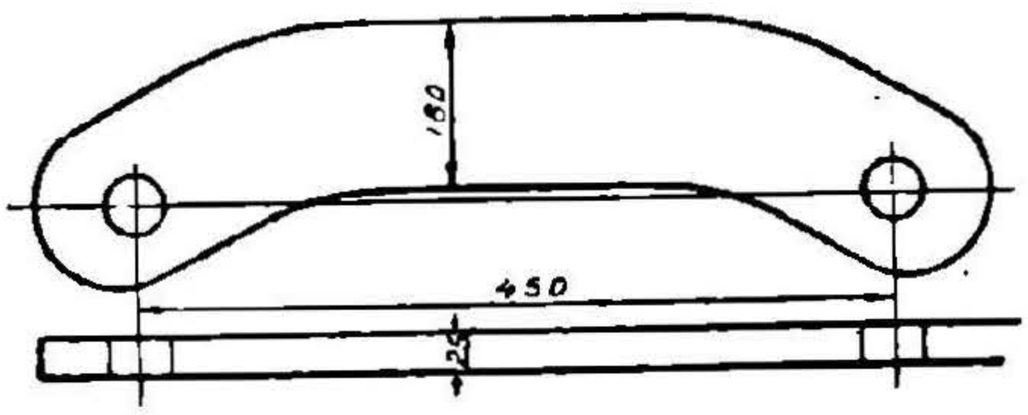


Рис. 183.

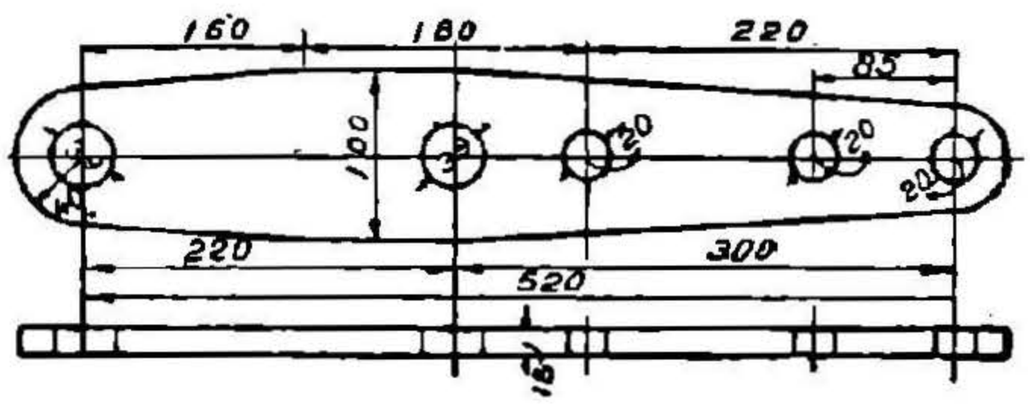


Рис. 184.

51. Тормозные колодки

Тормозная колодка нормального типа, применявшаяся до сего времени на нашем подвижном составе, изображена на рис. 185. Здесь буквою *В* обозначена колодка, а буквою *Е*—башмак ее. Колодка укрепляется в башмаке помощью двух болтов *Х* и *Ф* с квадратными головками, утопленными в тело колодки. Кроме того, колодка удерживается заплечиками башмака *З* и *Ж*.

Башмак отверстием *К* насаживается на цапфу триангеля, а отверстием *И* соединяется при помощи валика с подвеской *А*. Башмак свободен как на подвеске, так и на цапфе триангеля. Исключение представляют только тележки Пульмана, в которых башмаки наглухо насажены на триангель. Во время торможения колодка прижимается

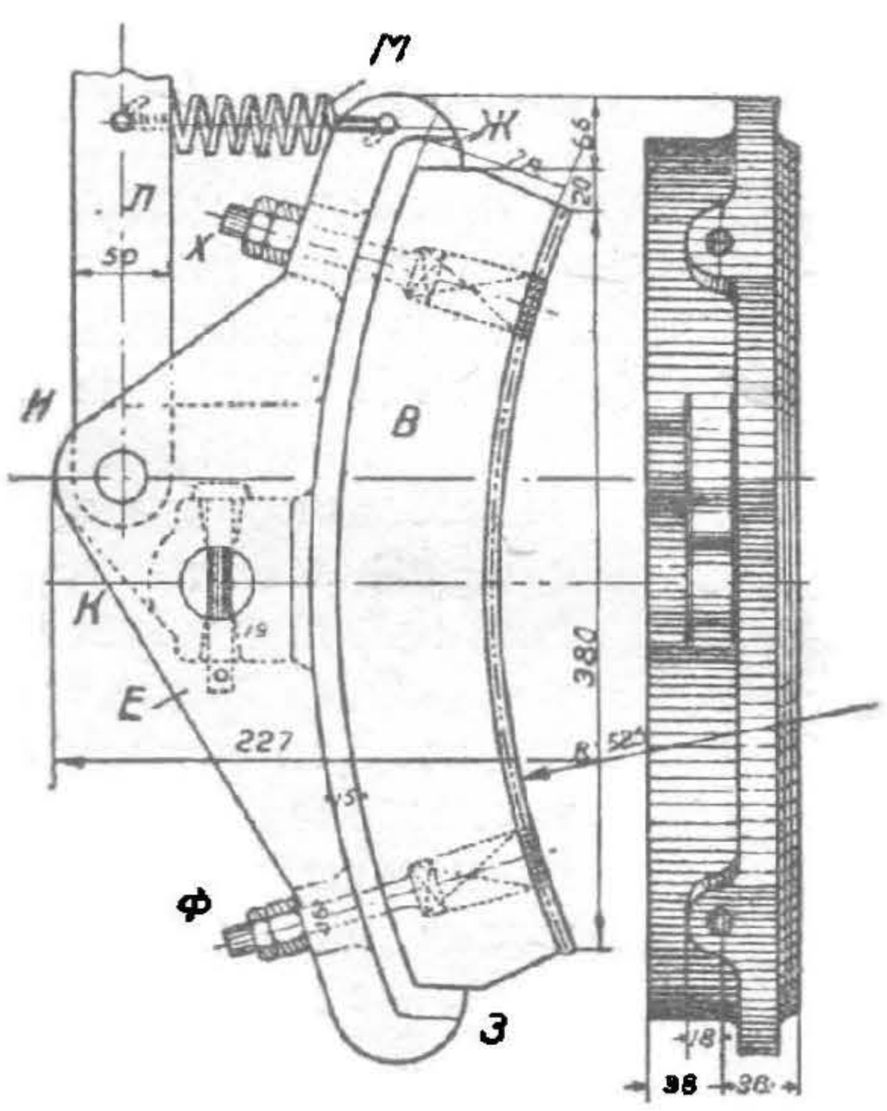


Рис. 185.

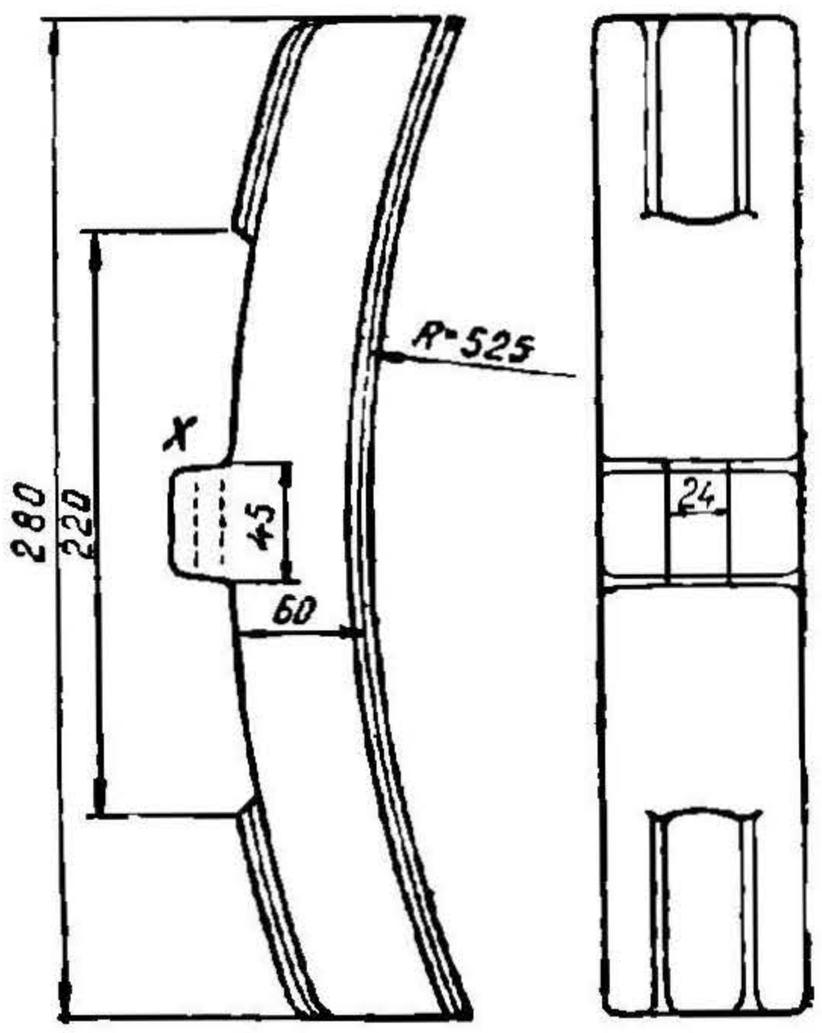


Рис. 186.

к колесу всей своей поверхностью. Чтобы колодка вследствие своей тяжести не прижималась верхней частью к колесу при отсутствии торможения, ставится пружина *М*, которая, оттягивая башмак с колодкою, не позволяет верхней части колодки опускаться и соприкасаться с колесом в незаторможенном состоянии.

Тормозные колодки делаются из чугуна. Чтобы колодка не ломалась при нажатии на бандаж во время торможения, необходимо, чтобы радиус кривизны рабочей поверхности ее был больше или равен радиусу колеса. Радиус кривизны рабочей поверхности у новых колодок обычно делается равным радиусу колеса нового бандажа, т.е. 525 *мм*.

Толщина новой колодки посередине—80 *мм*. Головки болтов настолько утоплены в теле колодки, что остается около 45 *мм* от головки болта до рабочей поверхности колодки. Следовательно, нормальная колодка может быть изношена на толщину 45 *мм*

НТБ УДУНТ (ДИИТ)

и после такого износа должна быть заменена новой. Столь слабое использование толщины нормальной колодки делает применение ее невыгодным. Поэтому в последнее время на наших вагонах стали применять тормозные колодки международного типа (рис. 186). Эта колодка соединяется с башмаком (рис. 187) помощью стального клина, изображенного отдельно на рис. 188. Колодка насаживается на башмак таким образом, что выступ ее *X* входит в гнездо башмака и закрепляется клином, входящим в жолоб. Толщина колодки—60 *мм*. Изнашивание ее допускается на 45—50 *мм*, т. е. на такую же толщину, как и более толстой нормальной колодки.

Колодки подвешиваются таким образом, что середина колодки располагается ниже центра колесной оси на 10—40 *мм*. Это делается для того, чтобы устранить влияние торможения на игру рессор.

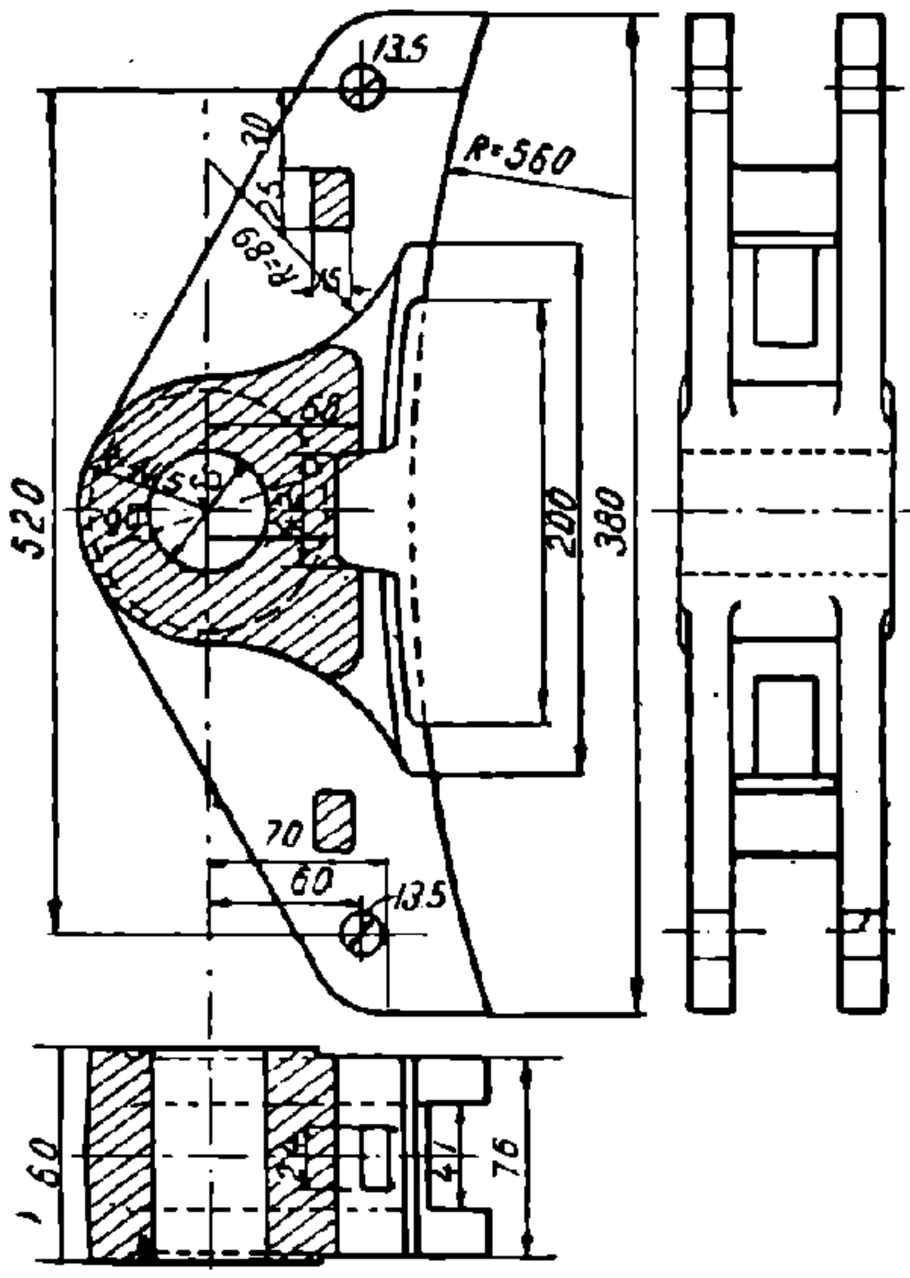


Рис. 187.

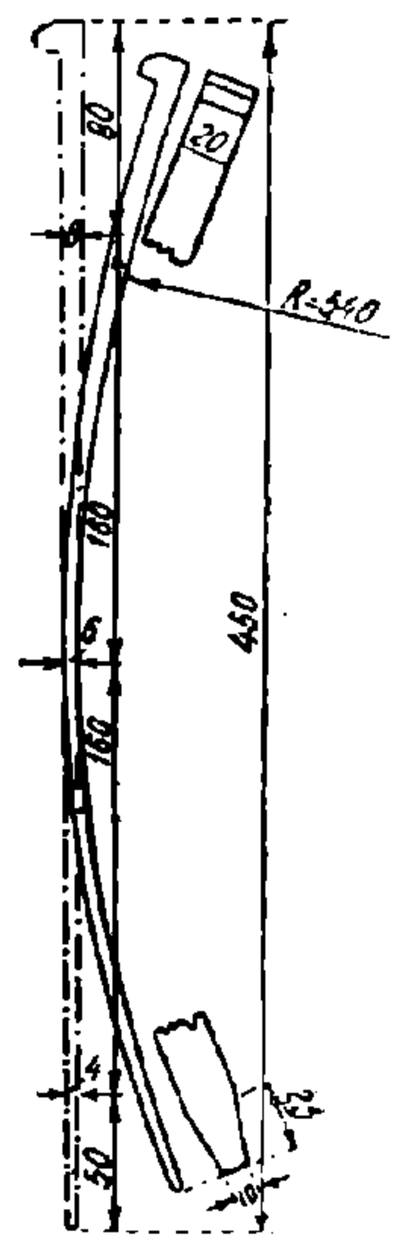


Рис. 188.

52. Ручной привод

Ручной тормоз приводится в действие вращением винта *Р*, который (рис. 189) устанавливается вертикально у концевой стенки тамбура или площадки вагона. Снизу винт опирается на пятник *Ф*, укрепленный на буферном брусе, а верхний конец его поддерживается скобою *У*. Для вращения винта на верхний конец его насаживается на квадрат рукоятка *Х*. Гайка *Ц* винта имеет две цапфы, которые помощью двух тяг *Ч* (помочей) соединяются с кривым рычагом *Ш*. Чтобы гайка *Ц* имела только поступательное движение и не вращалась вместе с винтом, она снабжена закраинами, которые при движении гайки скользят по направляющей полосе. Кривой рычаг *Ш*, называемый петухом, насаживается неподвижно своей проушиной *Э* на укрепленный в раме вагона вал, заделанный в виде квадрата в той части, на которую насаживается петух. На ту же квадратную часть вала насаживается короткий рычаг *Я*, соединяющийся другим концом с тягою *Ю*.

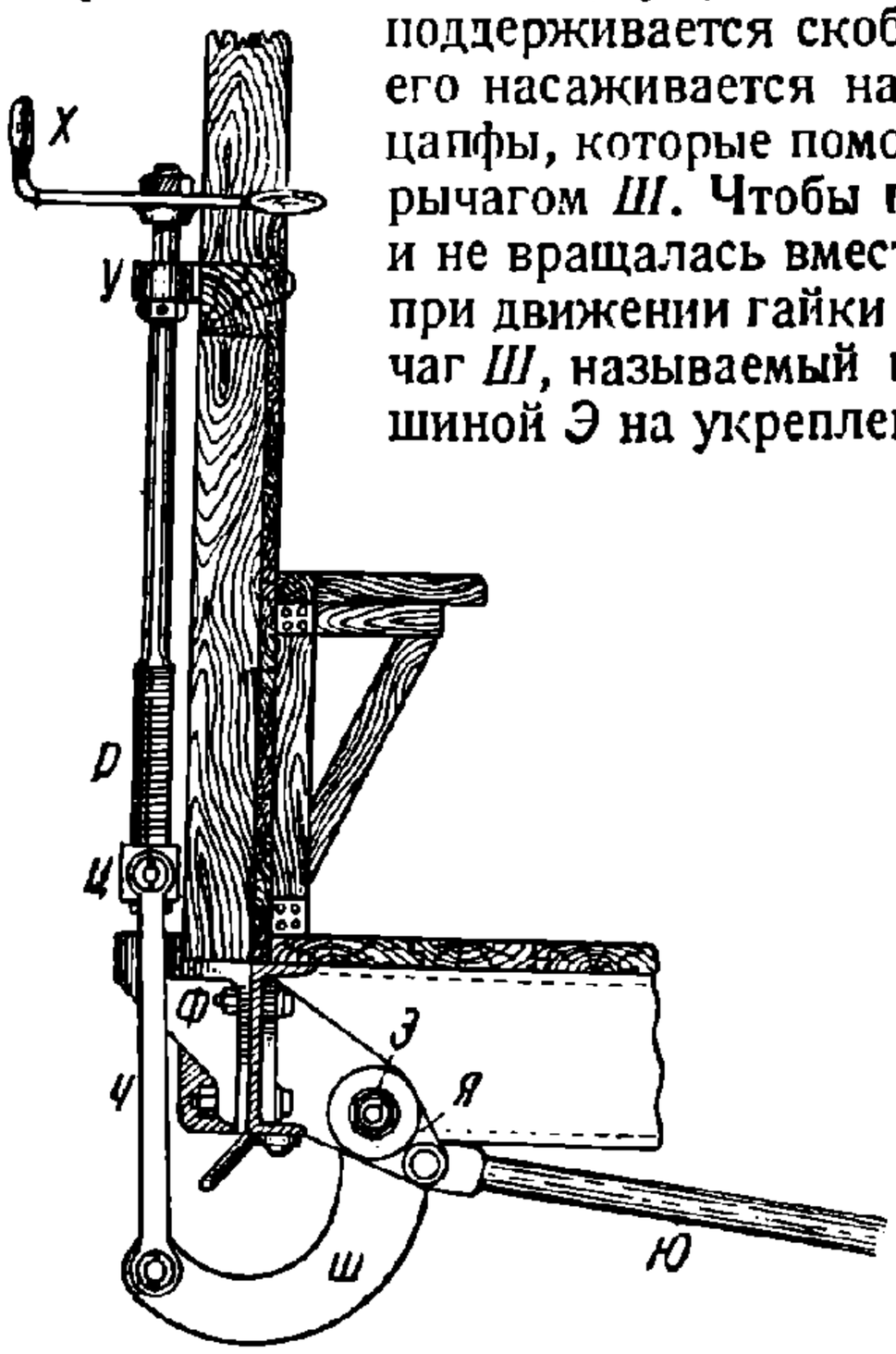


Рис. 189.

У товарных вагонов винт делается с треугольной нарезкой и для вращения снабжается рукояткой. Ход гайки *Ц* на этом винте ограничивается только нажатием колодок, поэтому при большом усилии тормозильщика возможно излишнее нажатие колодок, вызывающее скольжение колес.

У пассажирских вагонов на верхний конец винта (рис. 190) насаживается коническое зубчатое колесо *Н*, которое приводится во вращение зубчатым колесом *О*, насаженным на валу маховика *П*. Винт делается с прямоугольной резьбою. Для ограничения перемещения кверху гайки *Ц* на винт надевается контргайка *У*, служащая упором для гайки. Надлежащей установкой контргайки возможно не допускать излишнего поднятия гайки и тем устранять чрезмерное нажатие колодок, а следовательно, и скольжение колес. Движение гайки направляется полосою *С*.

НЕ УДУНГ (ДИТ)

53. Воздушный тормоз

Устройство воздушного автоматического тормоза заключается в том, что на паровозе имеется воздушный насос, служащий для получения сжатого воздуха, главный воздушный резервуар для хранения его и кран машиниста для управления тормозом. От главного воздушного резервуара по поезду идет главный воздухопровод (магистраль) *Е*. Под каждым тормозным вагоном расположены (рис. 191) запасный воздушный ре-

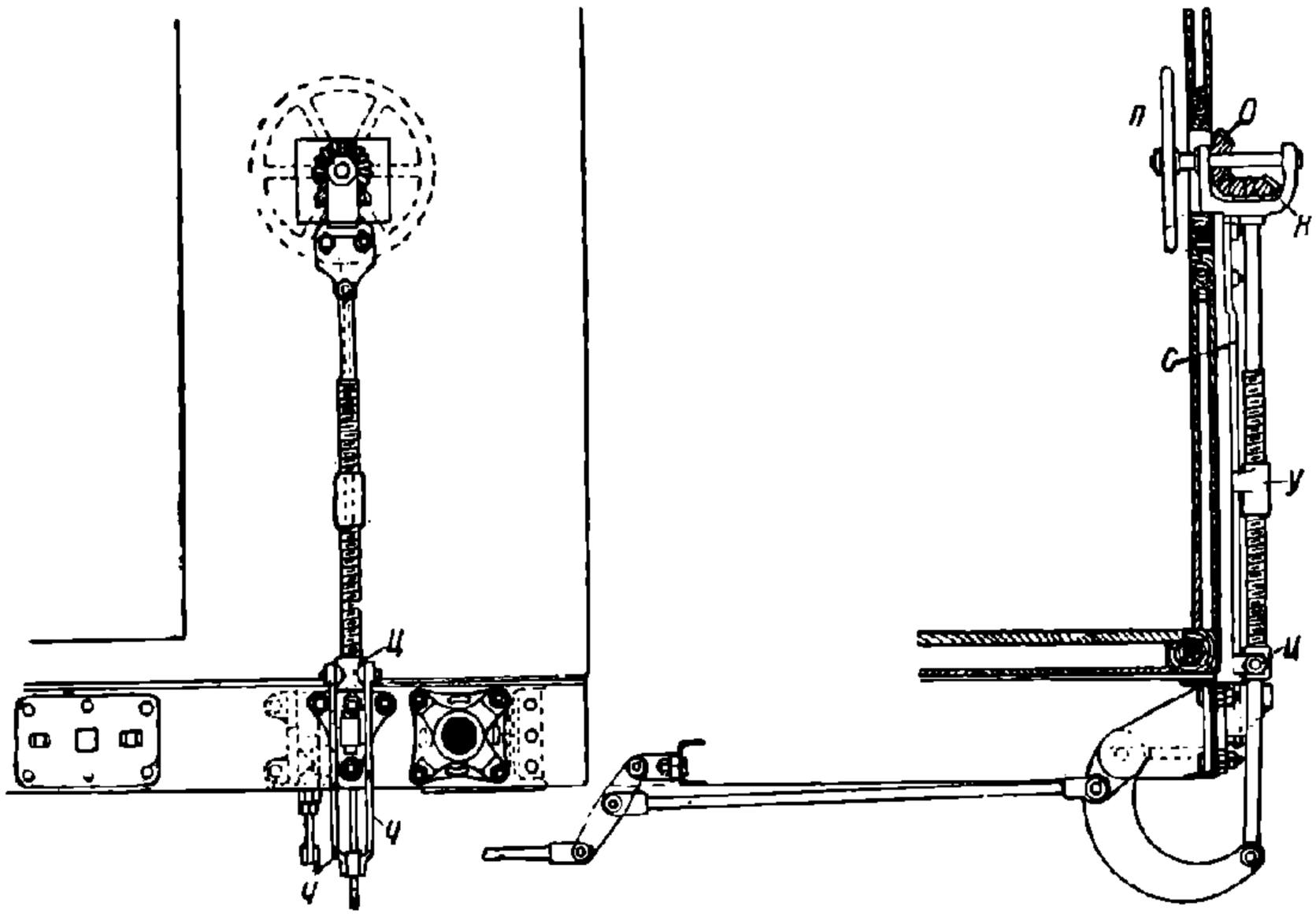


Рис. 190.

зервуар *З*, тормозной цилиндр *Ж* и воздухораспределитель *М*. От главного воздухопровода *Е* отходит ответвление *Н* к воздухораспределителю *М*, а воздухораспределитель соединяется с одной стороны трубкою *П* с запасным резервуаром, а с другой стороны непосредственно с тормозным цилиндром. Цилиндр снабжен поршнем, шток которого *К* соединен с рычажной передачей. При торможении сжатый воздух давит на поршень и, перемещая его, вызывает выход из цилиндра штока поршня. Перемещение штока передается рычажной передаче, а от нее тормозным колодкам, которые прижимаются к бандажам.

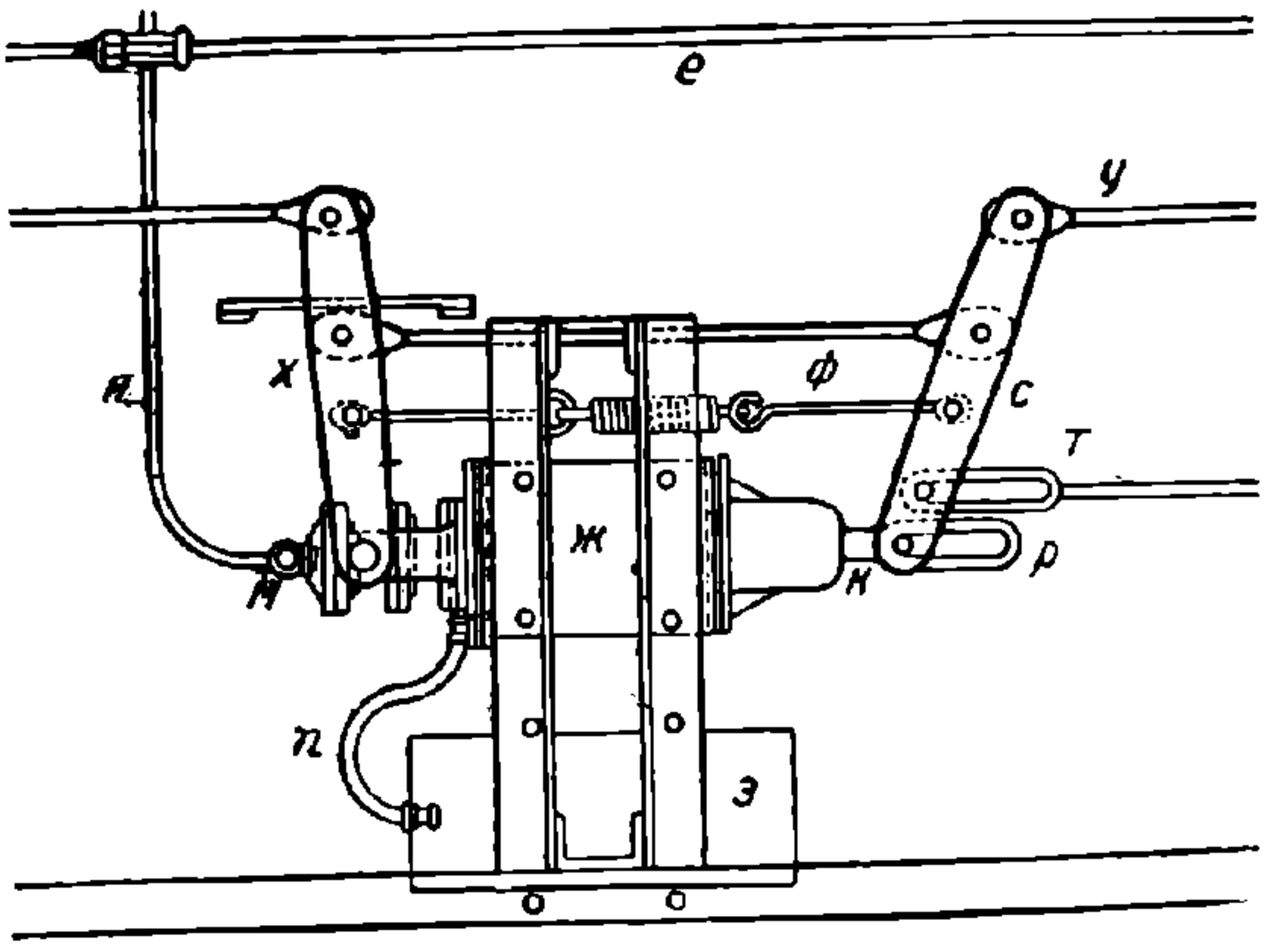


Рис. 191.

Шток поршня соединяется с той же рычажной передачей, которая служит и для ручного торможения. Для возможности независимого действия ручным тормозом шток поршня имеет вилку *Р* с длинной прорезью, которой он соединяется с горизонтальным рычагом *С*. Благодаря этой вилке поршень тормозного цилиндра остается неподвижным, когда торможение производится ручным тормозом. Горизонтальный рычаг *С* может перемещаться до конца, не вызывая перемещения штока поршня. При перемещении же штока перемещается и горизонтальный рычаг.

Горизонтальный рычаг соединяется также подвижно с длинной тормозной тягой *Т*, на конце которой тоже имеется вилка с длинной прорезью. В этой прорези может перемещаться валик, соединяющий вилку с горизонтальным рычагом, когда рычаг перемещается под давлением штока поршня тормозного цилиндра. Длинная тормозная тяга в это время остается неподвижной. Таким образом, шток поршня и длинная тор-

НБ УДИИТ (ДИИТ)

мозная тяга ручного тормоза вызывают перемещение горизонтального рычага независимо один от другого.

Другой конец горизонтального рычага соединен неподвижно с средней тормозной тягой *У*, идущей к вертикальным рычагам, и с тягой *Ф*, через которую перемещение рычага *С* передается другому горизонтальному рычагу *Х*.

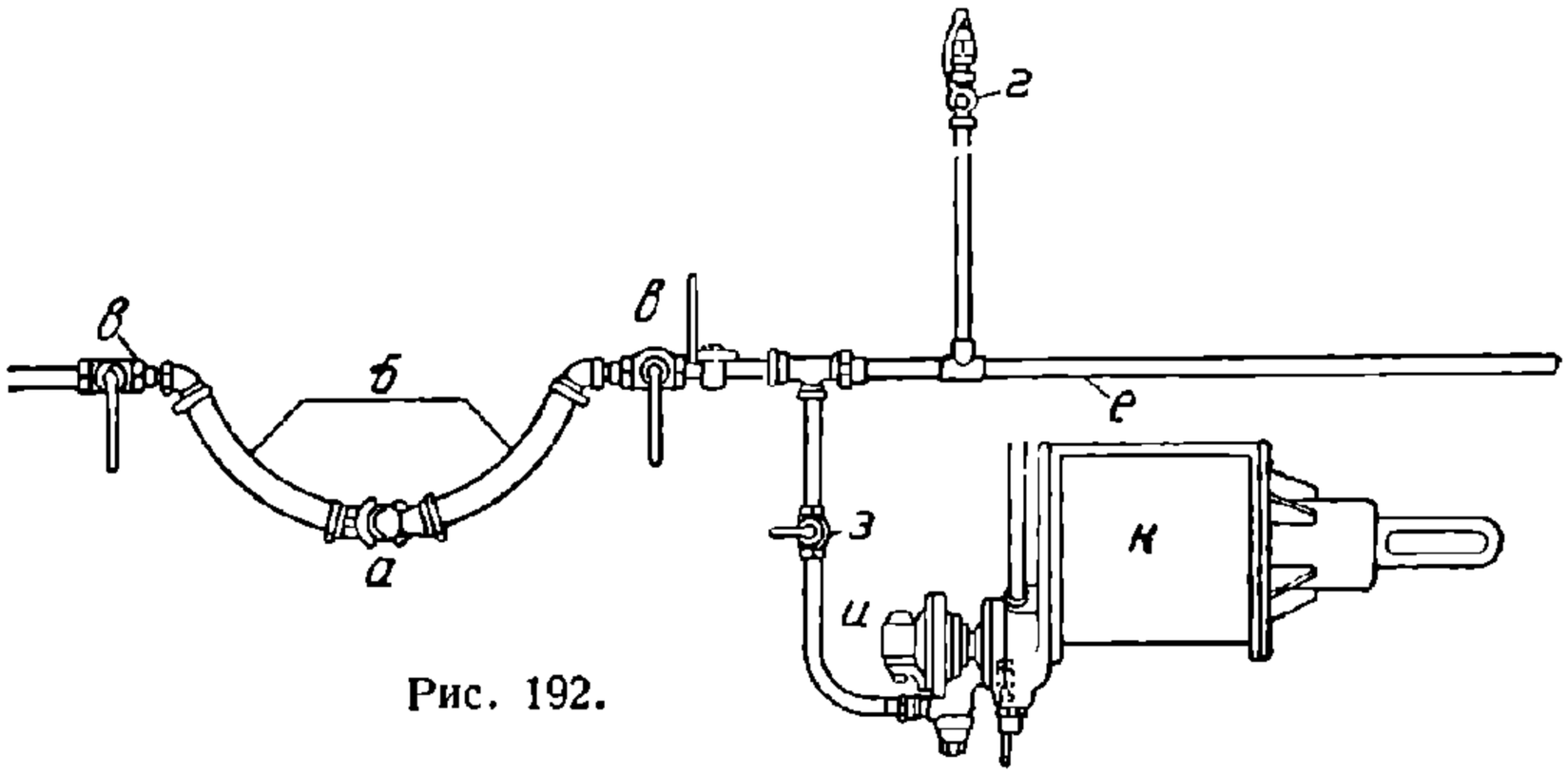


Рис. 192.

Главный воздухопровод *Е*, проходящий под вагонами, состоит из железных трубок *С* внутренним диаметром 25—30 *мм*. Между вагонами трубки соединяются резиновыми рукавами (рис. 192). Рукава одним концом укрепляются на трубке воздухопровода, а на другом конце имеют металлические соединительные головки *а*, которыми и соединяются между собою. Для соединения одна головка *д* накладывается на другую *г* (рис. 193) внутренними сторонами и поворачивается так, чтобы выступы одной зашли в соответствующие углубления другой. Для достижения плотного соединения в кольцевые канавки головок вставляются прокладные резиновые кольца *в*, которые плотно прилегают одно к другому. Когда рукава разъединены, то отверстия головок их закрываются глушилками, подвешенными на цепочке к буферному брусу вагона.

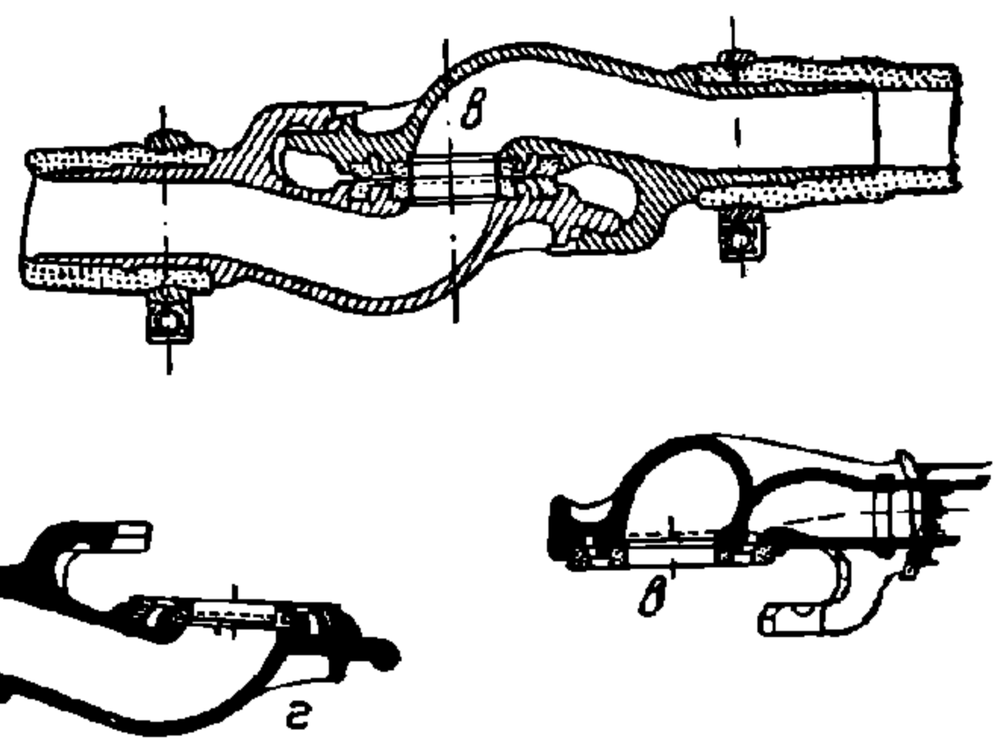


Рис. 193.

На концах воздухопровода каждого вагона устанавливаются соединительные концевые краны *в* (рис. 192), которыми воздухопровод может закрываться. Положение ручки крана, перпендикулярное к трубе, означает, что воздухопровод открыт, а положение ручки крана вдоль трубы—что воздухопровод разобщен.

От воздухопровода отходит ответвление внутрь вагона, где оно снабжается краном остановки (рис. 192), посредством которого возможно затормозить поезд в случае экстренной надобности.

РАЗДЕЛ V

АВТОСЦЕПКА

54. Автосцепка как одно из мероприятий реконструкции транспорта

Рост перевозок в связи с развитием народного хозяйства СССР вызывает необходимость увеличения составов и веса поездов и ускорения их формирования. Для увеличения веса поездов применяются более мощные локомотивы.

Мощный локомотив создает в поезде значительные растягивающие и сжимающие усилия, поэтому сцепные приборы, соединяющие один вагон с другим, будут испытывать большое напряжение. Существующие винтовые стяжки рассчитаны на тяговое

НБ УДИИТ (ДИТ)

усилие в 12—16 *m*, между тем опыт показывает, что растягивающее усилие в поезде весом 1 300 *m* достигает 30 *m*. Так как растягивающее усилие возрастает с увеличением веса поезда, то в более тяжелых поездах растягивающее усилие еще выше. Вследствие этого случаи разрывов сцепных приборов в поездах весьма часты. В дальнейшем, с увеличением на нашей сети числа сверхмощных локомотивов и большегрузных вагонов, вес поезда значительно возрастет и достигнет 3—4 тыс. *m*.

Несоответствие мощности сцепного прибора растягивающим усилиям, возникающим в поездах, вызывает необходимость замены существующих сцепных приборов более мощными и совершенными.

Усиление сцепных приборов возможно осуществить двумя путями: либо усилением существующей винтовой стяжки, либо заменой существующей сцепки мощной автоматической сцепкой. Усиление винтовой сцепки ограничено определенными пределами, так как вес сцепки не должен превышать того, который может быть поднят одним человеком. Если винтовую стяжку изготовить из материала самого высокого качества, то все же при определенной мощности вес ее может достичь такой величины, что пользование ею будет не под силу одному человеку. В виду этого единственно правильным способом усиления сцепки признан переход на сцепку автоматическую. Введение автосцепки даст возможность повысить вес поезда в настоящее время и повышать его в дальнейшем благодаря тому, что при автоматической сцепке не приходится поднимать руками сцепных приборов. Поэтому вес их не затрудняет производства сцепки.

Автоматическая сцепка соединяет вагоны между собою без применения ручной силы, для чего достаточно лишь сближения вагонов до нажатия одного на другой. Расцепка вагонов производится обычно при помощи особой рукоятки, находящейся сбоку вагонов. Таким образом, для этой операции нет надобности сцепщику становиться между вагонами. Тяговый и буферный аппараты в автосцепке соединяются в одно целое, образуя центрально-буферный аппарат, так что при автосцепке боковые буфера не нужны.

Таким образом, помимо того, что автосцепка дает возможность увеличить вес поездов, она также способствует ускорению операций по составлению поездов и сцеплению вагонов в поезде. Вместе с этим введение автосцепки заменяет ручной труд по сцеплению вагонов и делает процесс сцепки безопасным для сцепщиков.

В виду сказанного введение автосцепки является одним из основных элементов реконструкции нашего транспорта.

Автосцепка на мировой сети железных дорог имеет относительно небольшое распространение. Только на дорогах САСШ и Японии автосцепкой полностью заменена ручная сцепка, в других же странах автосцепка применяется либо в виде опытов, либо частично на некоторых дорогах, или в некоторых поездах. В вопросе введения автосцепки чрезвычайно важным обстоятельством является выбор конструкции. Конструкций автосцепок имеется много, но среди них нет таких, которые в полной мере отвечают нашим условиям. Поэтому, осуществляя введение автосцепки, мы могли использовать опыт других стран лишь в незначительной степени, в основном же нужно было итти самостоятельным путем. Конструкция автосцепки должна быть единой и сохраняться на долгие годы, так как переход с одного типа сцепки на другой сопряжен с многомиллионными затратами и большими эксплоатационными затруднениями. Поэтому, выбирая тип автосцепки, необходимо установить надолго одну определенную конструкцию, которая в дальнейшем может лишь усиливаться и совершенствоваться без нарушения основных размеров и форм.

В настоящее время конструкция автосцепки для железных дорог СССР уже выбрана (постановлением комитета реконструкции транспорта от 25 марта 1933 г.). Типовой конструкцией принята автосцепка, разработанная Институтом реконструкции тяги НКПС и названная советской сцепкойИ РТ-3. Выбору типовой конструкции предшествовала большая работа, состоявшая из следующих этапов: 1) ознакомление с заграничными конструкциями и эксплоатационными результатами работы их, 2) привлечение внимания советских изобретателей к делу введения автосцепки, 3) разработка ряда конструкций автосцепок, 4) производство испытаний отдельных конструкций автосцепок и сравнительных испытаний в эксплоатационных условиях всех автосцепок, признанных целесообразными. Первые сравнительные испытания, произведенные в 1931 г. со сцепками заграничными и советскими, показали, что советские сцепки

НБ УДУТ (ДИИТ)

в конструктивном и эксплоатационном отношениях стоят выше существующих заграничных. В виду этого было решено остановиться на советских конструкциях. После этого было произведено конструктивное усовершенствование советских автосцепок, участвовавших в испытаниях 1931 г., а затем в январе—феврале 1933 г. проведено новое сравнительное испытание в эксплоатационных условиях в тяжелых поездах автосцепок советских изобретателей. На основании тщательного изучения результатов испытаний был выбран тип автосцепки для железных дорог СССР.

55. Преимущества автосцепки

Сцепные и упряжные приборы служат для передачи вагонами тягового усилия, а также для передачи сил сжатия, возникающих в поезде. Они должны иметь следующие качества:

а) прочность, обеспечивающую сопротивление растягивающим усилиям, достигающим очень большой величины при тяжелых составах поездов и в особенности на подъемах и при трогании с места;

б) упругость, необходимую для смягчения толчков и ударов, передаваемых от тяговых приборов на раму вагона при трогании поезда с места, при резком увеличении силы тяги, при растяжке поезда на подъемах и перевалах;

в) удобство, быстроту и безопасность сцепления подвижного состава.

Этим требованиям далеко не в полной мере удовлетворяют существующие винтовые стяжки и упряжные приборы. Недостаточная прочность, недостаточная упругость, неудобство и небезопасность сцепления характеризуют их. Между тем автоматические сцепные приборы обладают всеми вышеперечисленными качествами. Кроме того, преимущества автосцепки перед ручной винтовой стяжкой заключаются в следующем;

а) полностью устраняются несчастные случаи с людьми при сцеплении вагонов;

б) ускоряется процесс сцепки и расцепки, благодаря чему значительно сокращаются маневры, а в связи с этим ускоряется оборот вагонов, а следовательно—количественно сокращается потребность в них;

в) устраняется необходимость в буферах, что дает возможность сблизить вагоны в поездном составе и таким образом уменьшить длину его;

г) усилению мощности автосцепки не ставятся пределы ее весом, так что автосцепка может быть поставлена любой мощности и дальнейшее усиление не вызывает затруднения.

56. Принцип устройства автосцепки

Автосцепка (рис. 194) состоит из сцепной головки *а*, стержня ее или бруса *б* и упряжного прибора. Основное различие между существующими типами автосцепок заключается в устройстве сцепной головки. Сцепные головки имеют разное очертание

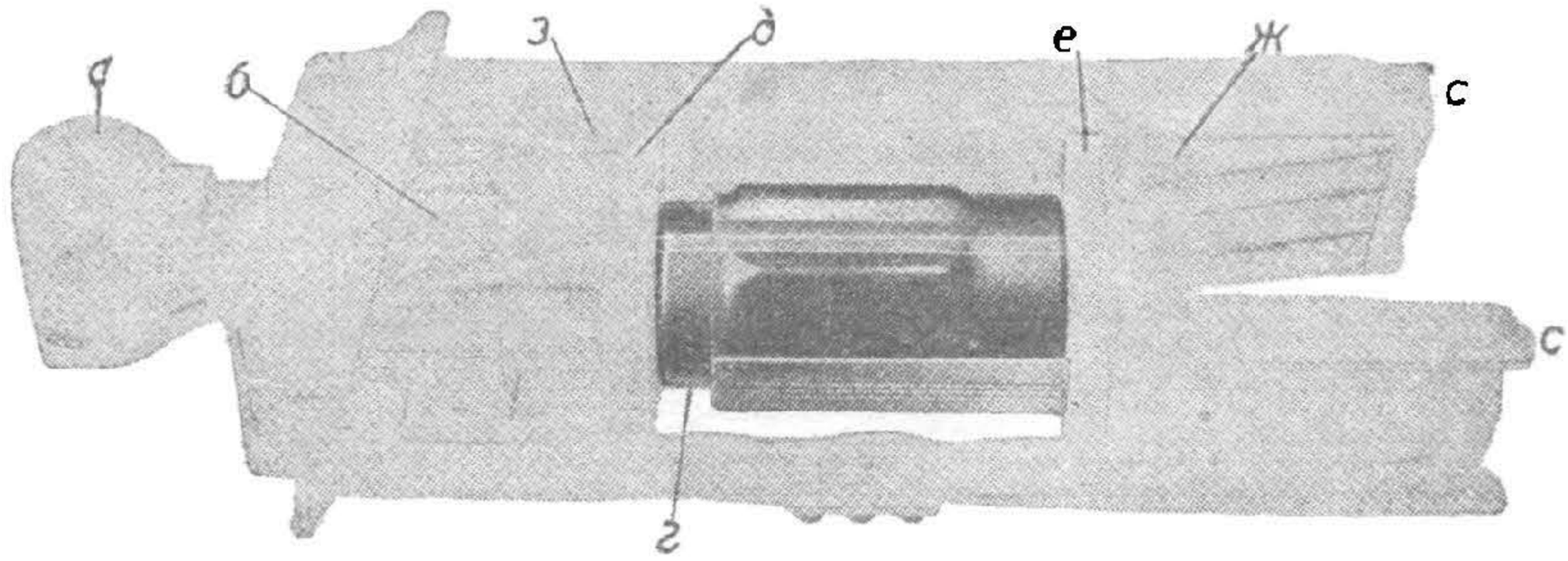


Рис. 194.

и разные механизмы, при помощи которых происходит сцепление головок. Однако, во всех типах автосцепок сцепные головки имеют такое очертание, что, будучи сцеплены, они не могут сгибаться в месте сцепления, выдерживая большие продольные усилия и удары.

НТБ УДУТ (ДИТ)

Брус *б* сцепной головки укрепляется в раме вагона при помощи упряжного прибора, в состав которого входят части, соединяющие сцепку с рамой, а также аппарат *г*, поглощающий или смягчающий удары и называемый поглотителем.

Автосцепка устанавливается в раме вагона подобно тому, как несквозной тяговый прибор. При автосцепке применяются рамы с хребтовыми балками *с*. Брус соединяется с хомутом *в*, в котором вставлены две упорные плиты *д* и *е* с зажатым между ними поглощающим аппаратом *г*. При нажатии на сцепную головку брус ее упирается непосредственно в переднюю упорную плиту и нажимает ее на поглощающий аппарат. Поглощающий аппарат сжимается и передает усилие задней плите *е*, а та нажимает на угольники *ж*, прикрепленные к хребтовым балкам, и передает через них усилие на хребтовые балки.

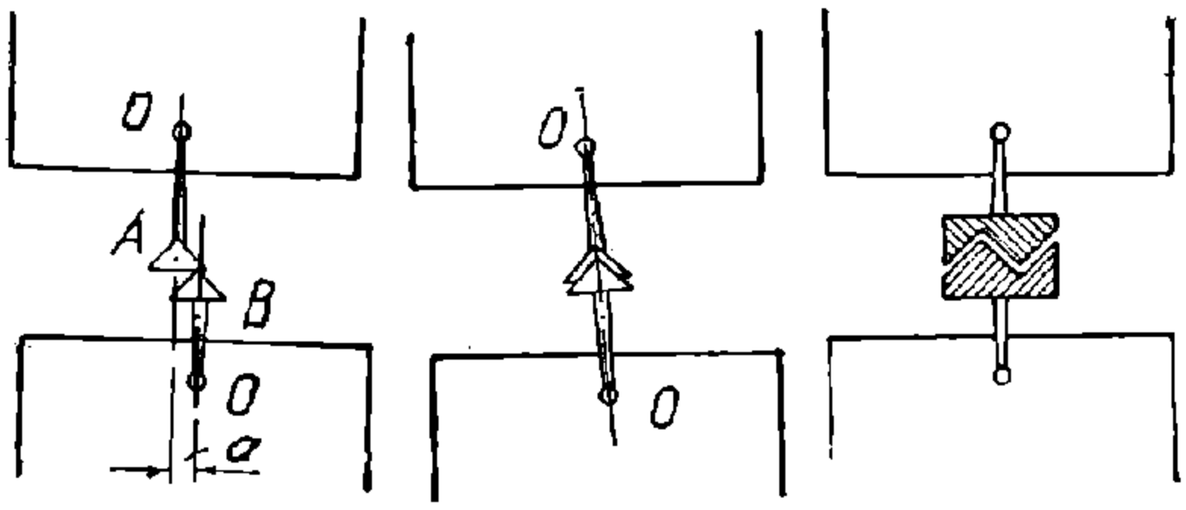


Рис. 195.

Рис. 196.

Рис. 197.

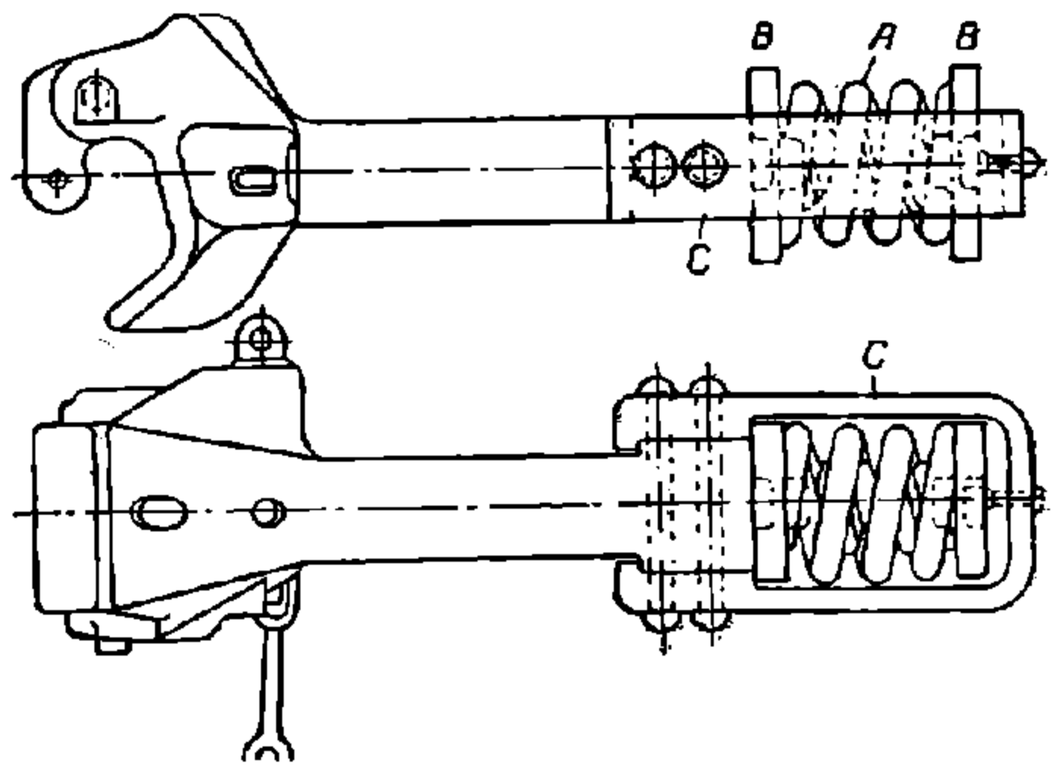


Рис. 198.

Если сцепную головку тянет другая головка, то стержень сцепки передает тяговое усилие хомуту. Хомут нажимает сзади на заднюю упорную плиту *е*. Упорная плита сжимает поглощающий аппарат *г*, который передает тяговую силу на переднюю упорную плиту *д* и далее—на передние упорные угольники *з*, прикрепленные к хребтовым балкам. Таким образом, поглощающий аппарат всегда работает на сжатие и играет роль буфера.

Хребтовая балка воспринимает как растягивающие, так и сжимающие усилия.

Соседние вагоны в поезде часто бывают смещены один по отношению к другому как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. Поэтому необходимо, чтобы

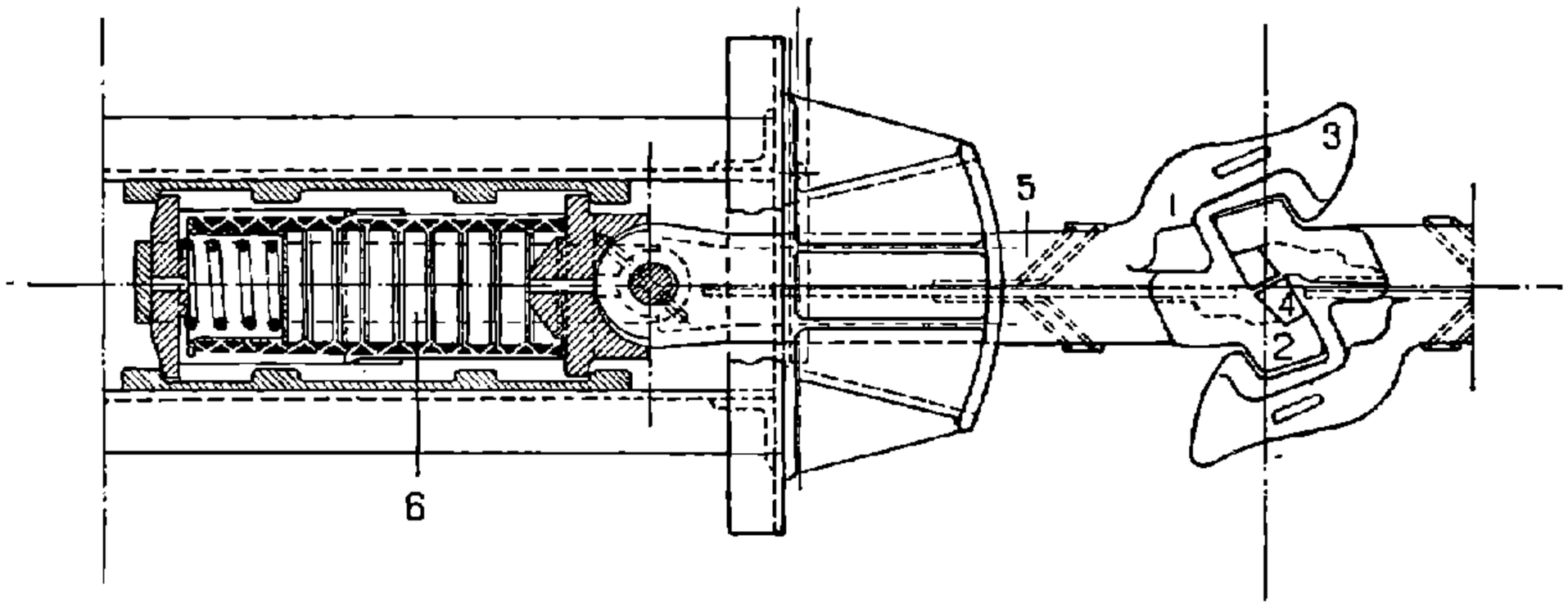


Рис. 199. *1*—головка, *2*—малый зуб, *3*—большой зуб, *4*—запорный клин, *5*—брус, *6*—поглощающий аппарат.

автосцепка обладала способностью улавливать встречную сцепку в пределах допускаемых смещений вагонов. На рис. 195 изображена схема, являющаяся неизбежной для осуществления улавливания сцепных головок. Если мы снабдим один из вагонов автосцепкой, заканчивающейся двумя наклонными друг к другу плоскостями в виде раструба *A*, а другой вагон сцепкой, заканчивающейся такими же плоскостями *B*, сходящимися навстречу первой сцепке, то в том случае, когда вагоны смещены в горизонтальной плоскости на расстояние *a*, не превышающее половины ширины раструба, сцепка *A* уловит сцепку *B*, и обе сцепки, поворачиваясь около точек *O* при соприкосновении, примут положение, указанное на рис. 196. В дальнейшем, при движении поезда, замкнутые автосцепки могут свободно поворачиваться около точек *O*. В виду того,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

что вагоны во время службы нередко поворачиваются на 180°, необходимо чтобы каждый конец вагона был снабжен сцепкой, имеющей как раструб, так и конус (рис. 197). При этом условии сцепление будет возможным и при повороте одного из вагонов на 180°.

Таким образом мы видим, что основным необходимым свойством автосцепки является ее двусторонняя симметричность.

Что касается перемещений в вертикальном направлении, то одни типы сцепных головок, не имея продольного перемещения в сцепленном состоянии, могут перемещаться в вертикальном направлении по отношению к другой сцепной головке. Другие типы головок имеют такое очертание, что в сцепленном состоянии не могут иметь никакого перемещения одна относительно другой. Последние автосцепки называются ж е с т к и м и, а первые — н е ж е с т к и м и или п о д в и ж н ы м и.

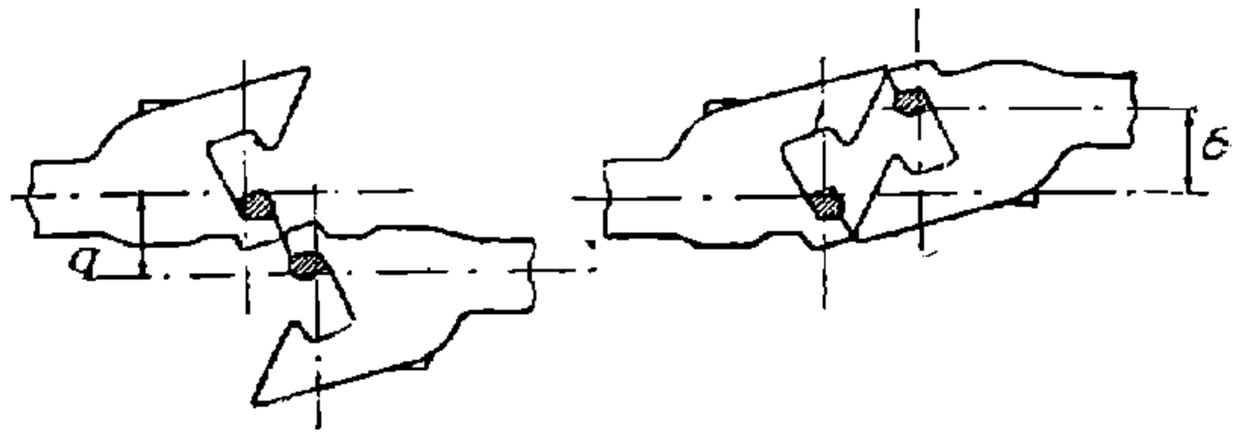


Рис. 200.

В связи с этим и для того, чтобы было возможно сцепление головок в том случае, когда продольные оси их не совпадают, стержень подвижной или нежесткой сцепки соединяется с поглощающим аппаратом посредством вертикальной чеки, дающей возможность головке отклоняться на некоторый угол от продольной оси в горизонтальном направлении. Стержень сцепки жесткого типа соединяется с упряжным прибором посредством полушарового шарнира, допускающего перемещение головки на некоторый угол как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении.

Головки автосцепок различных типов, обладая свойством двусторонней симметричности, имеют различное очертание, т. е. контур, сцепляющихся частей (рис. 198, 199). В зависимости от контура находятся габаритные размеры головок по высоте и ширине, а также пределы захвата сцепляющихся частей. П р е д е л о м з а х в а т а в горизонтальном направлении называется та величина отклонения вправо и влево одной или обеих головок от их продольной оси симметрии, при которой возможно сцепление головок. Например, для сцепной головки, изображенной на рис. 200, предел захвата в горизонтальном направлении обозначен буквами *а* и *б*. Пределом захвата в вертикальном направлении называется та величина разности в высотах от рельсов сцепных головок, при которой возможно сцепление. Предел захвата в вертикальном направлении показан на рис. 201*б* (100 *мм*).

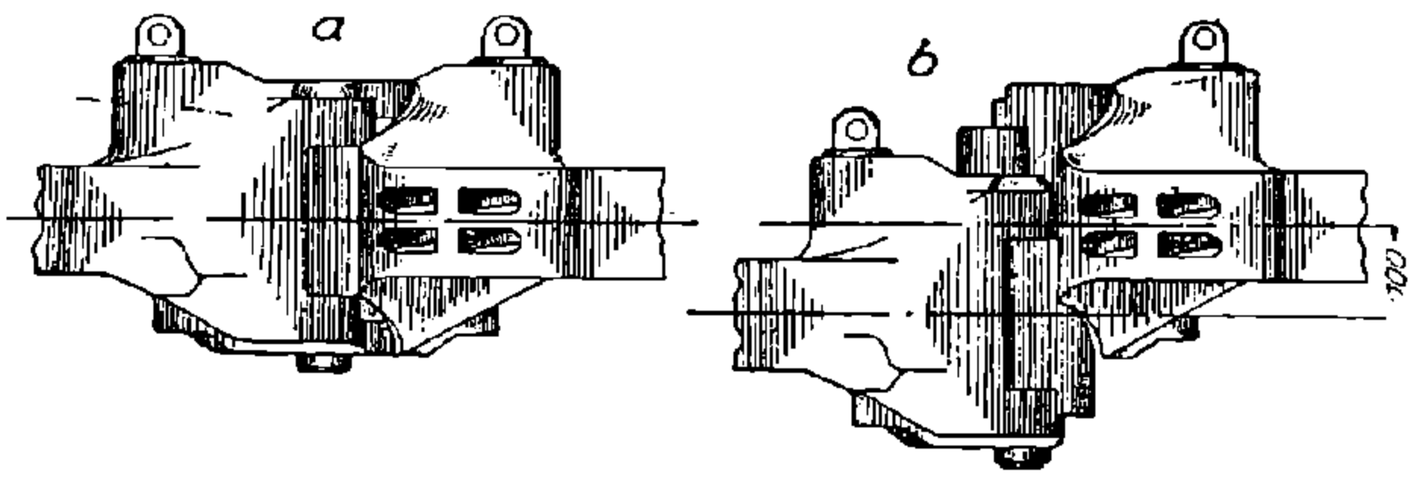


Рис. 201.

Головки автосцепок сцепляются между собою и удерживаются в сцепленном состоянии посредством так называемого з а м к а. Конструкция замка совместно с контуром головки характеризуют систему автосцепки. Существуют автосцепки различных систем, имеющие одинаковый контур, но различающиеся конструкцией замков.

Расцепление головок автосцепки производится посредством рычага, укрепленного на вагоне и соединенного с замком головки. При повороте рукоятки рычага замок становится в такое положение, при котором головки расцепляются. Рукоятка рычага находится сбоку вагона, так что для расцепления вагона нет надобности становиться между вагонами.

В дальнейшем будут рассмотрены различные конструкции существующих автосцепок.

57. Условия, которым должна удовлетворять автосцепка

Для того, чтобы автосцепка правильно работала, она должна удовлетворять определенным требованиям, находящимся в зависимости от условий работы подвижного состава. При выборе типа автосцепки для железных дорог СССР были приняты следующие требования.

НБ УДУНТ (ДІТ)

1. Автосцепка должна совмещать в себе тяговый и ударный приборы, т. е. работать без боковых буферов, должна быть простой конструкции и не требовать станковой обработки, за исключением сверления дыр. Действие автосцепки должно быть надежным при разных условиях погоды и естественной засоренности.

2. Части автосцепки, подвергающиеся большим усилиям, должны в то же время минимально изнашиваться или быть легко сменяемыми.

3. Автосцепка должна иметь временное сопротивление при растяжении 150 *т* и при сжатии 200 *т*.

4. Автосцепка должна допускать ее дальнейшее усиление с сохранением сцепляемости с менее мощными сцепками.

5. Автосцепка должна надежно работать при сохранении буферов на подвижном составе в течение переходного периода и должна допускать устройство переходного сцепного приспособления, позволяющего сцепщику безопасно, надежно и быстро производить сцепление и расцепление оборудованных автосцепкой вагонов с вагонами, оборудованными винтовой сцепкой.

6. Автоматическое сцепление груженых вагонов как между собою, так и с порожним 2-осным вагоном должно происходить без помощи человека как на прямых, так и на кривых радиуса до 135 *м* и разности уровней вагонов в 150 *мм*, при скоростях от 1 до 12 *км* в час—без подклинивания вагонов и их притормаживания.

7. Должно быть возможным сцепление вагонов на кривых радиуса до 90 *м*, причем в этом случае допускается помощь человека, а на кривых радиуса до 60 *м* должно быть возможным прохождение сцепленных вагонов без опасности их схода с рельсов и порчи автосцепного оборудования и рамы вагона.

8. При условии п. 6 в целом и п. 7 в части, относящейся к кривой 90 *м*, должно быть возможным разведение вагонов после расцепления без дергания, подклинивания их или притормаживания.

9. Должно быть возможным свободное прохождение через гребень сортировочной горки сцепленных вагонов без порчи автосцепного оборудования и рамы вагона при наименьшем из допускаемых радиусов переходной кривой.

10. Расцепление должно производиться легко сбоку с любой стороны состава, с помощью одной рукоятки.

Желательно, чтобы расцепной прибор действовал только на одну из сцепленных автосцепок.

11. Должна быть надежно обеспечена невозможность саморасцепа в составе.

12. Состояние сцепления и расцепления должно быть ясно видимо с обеих сторон состава.

13. Органы сцепления после расцепа вагонов должны сохранять состояние расцепления до развездения вагонов и должны надежно становиться в положение, готовое к новому сцеплению после разведения вагонов. Равным образом должна быть обеспечена возможность восстанавливать сцепление расцепленных вагонов без разведения их.

14. Автосцепка должна допускать возможность такой установки органов сцепления, чтобы возможно было толкать вагоны без их сцепления.

15. Органы сцепления и расцепления никогда не должны становиться в положение, при котором они могут быть поломаны.

16. Автосцепка должна допускать возможно более простое одновременное автоматическое соединение воздушных и других проводов. При этом желательно, чтобы смена частей соединения была возможной без расцепа вагонов.

17. Опасность саморасцепа во время крушения должна быть сведена до минимума

58. Американская автосцепка

Первым изобретателем автоматической сцепки был американец Джанней, получивший патент на свою сцепку в 1873 г.

Первоначальная конструкция воплощала все основные и необходимые элементы автосцепки. Тем не менее в техническом отношении она была весьма несовершенна и давала частые саморасцепы поездов. Постепенно устраняя недостатки первоначальной сцепки, Джанней в 1874 г. взял патент на автосцепку, где контур сцепляющих частей когтей и улавливающего углубления головки принял вполне рациональный вид, обусловивший наименьший износ при более надежном зацеплении. Этот контур

НБ УДУНТ (ДІІТ)

(рис. 202) был в 1888 г. признан Американской ассоциацией вагоностроителей стандартным, но только в 1893 г. правительством Соединенных Штатов был издан закон об обязательном введении автосцепки на всех железных дорогах, и сцепка Джаннея, как наиболее совершенная, получила распространение на дорогах и сохраняется до сих пор.

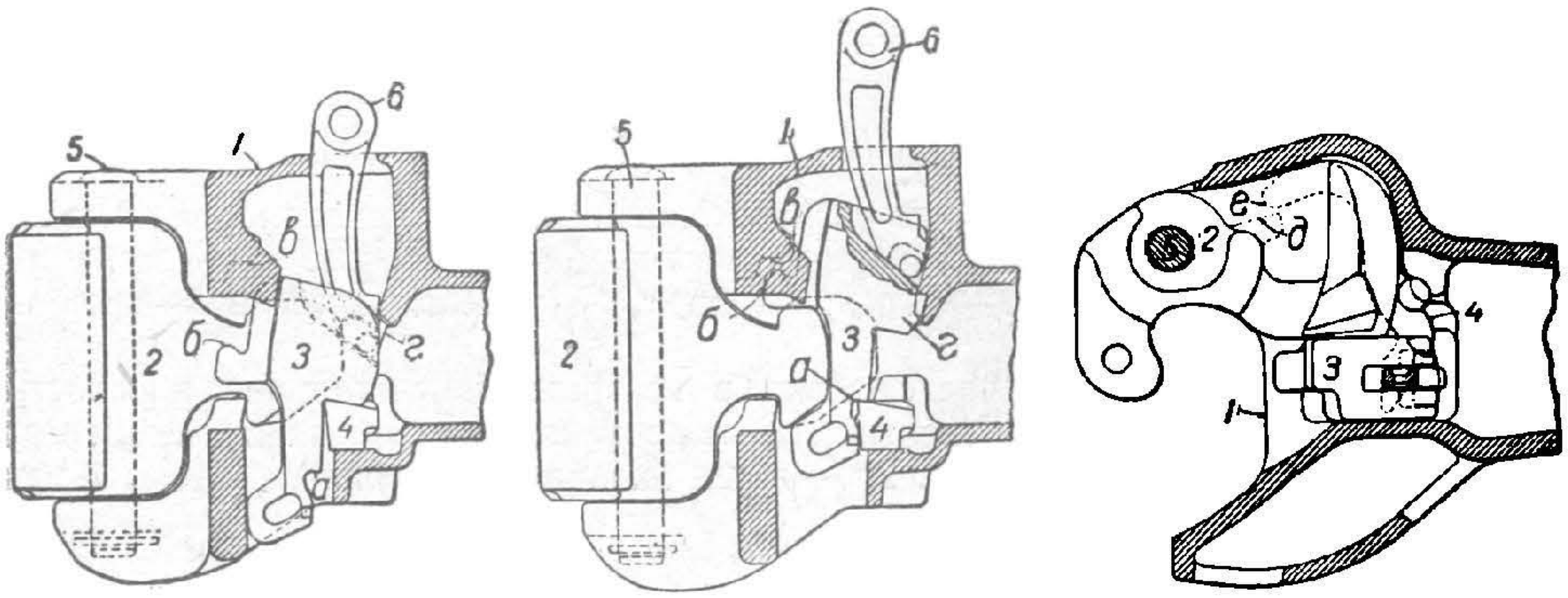


Рис. 202. *1*—корпус головки, *2*—коготь, *3*—замок, *4*—когтеоткрыватель, *5*—ось когтя, *6*—подъемник, *а*—заплечик замка, *б*—верхняя передняя часть, *в*—выступ корпуса, *г*—выступ подъемника, *д*—прилив когтя, *е*—длинное плечо когтеоткрывателя.

На рис. 202 изображена головка американской стандартной сцепки АРА—тип Д, а на рис. 203—головка типа Симплекс. Контур ее такой же, но она отличается устройством замка. Основные части сцепной головки (рис. 204): 1) корпус *к*, 2) коготь *д*

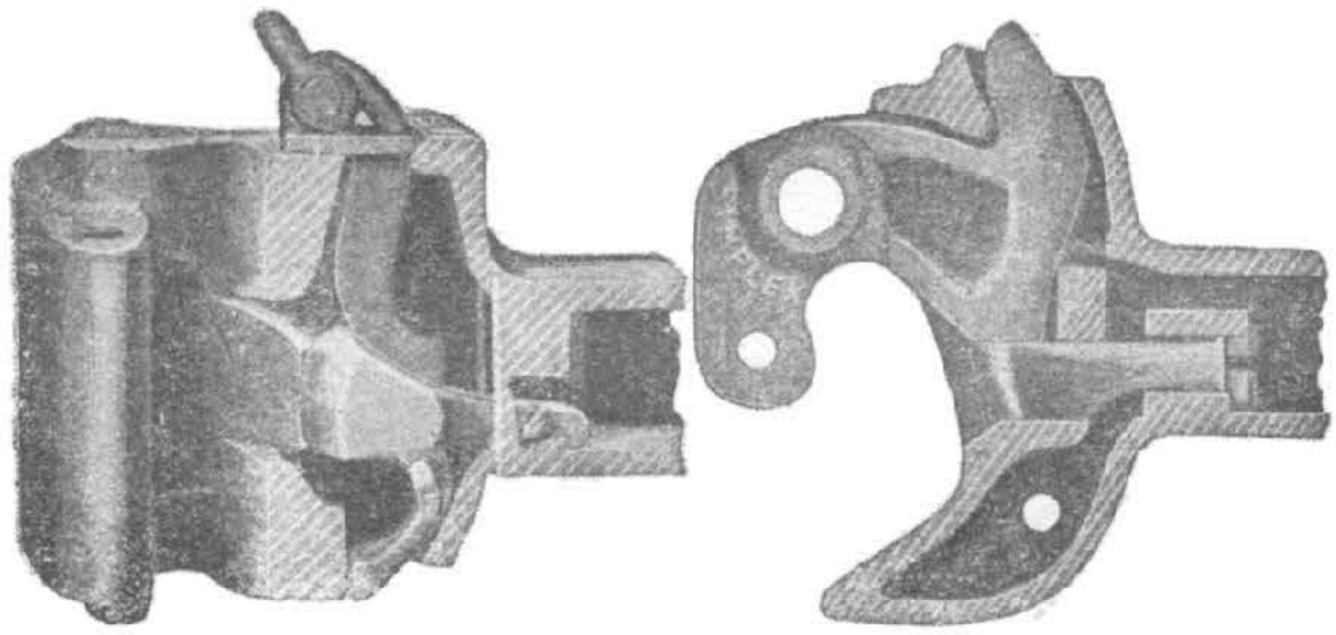


Рис. 203.

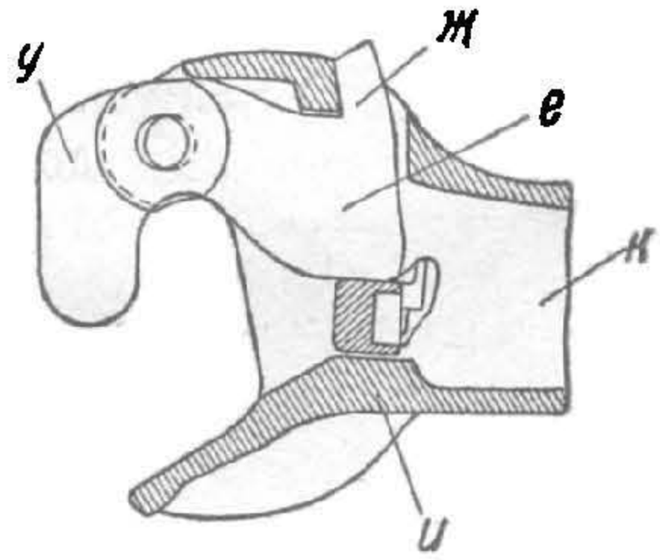


Рис. 204.

с хвостовиком *е* и его зубом *ж*, 3) замок *и*, соединенный ушком с механизмом для открывания замка. Механизм для открывания прикрепляется к буферному брусу вагона.

Когда два соседних вагона отстоят друг от друга на некотором расстоянии, то у обоих из них когти *д* сцепок находятся в раскрытом положении, как показано на



Рис. 205.

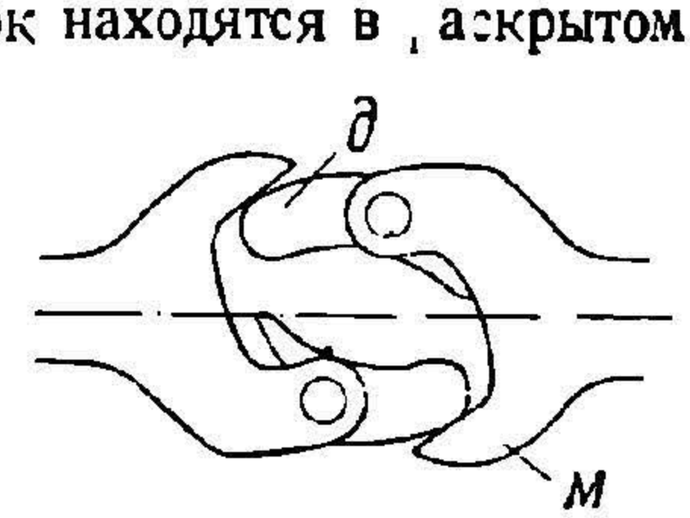


Рис. 206.



Рис. 207.

рис. 205. При приближении вагонов когти приходят в соприкосновение с частью *м* корпуса, называемой предохранителем (рис. 206), и, скользя по ней, поворачиваются около своих осей. Когда когти почти повернутся на 90°, т. е. займут перпендикулярное к оси вагона положение, то щеколда замка *и* (рис. 204) под влиянием тяжести западает за хвостовик когтя, после чего когти не могут раскрыться, и, следовательно, вагоны сцеплены (рис. 207).

НБ УДУТ (ДНТ)

Расцепка вагонов производится путем поднятия замочной щеколды для освобождения хвоста когтя, что совершается посредством поворота ручки расцепляющего механизма, на стержне которого насажен рычаг, натягивающий цепь, соединенную со щеколдою замка.

В настоящее время в Америке существует большое число конструкций автосцепок: АРА, тип Д (рис. 202), Аллайнс, Шарон, Симплекс (рис. 203) и др. Они отличаются одна от другой внутренним устройством замка, когтя и деталей, но имеют одинаковый контур когтя и впадины головки, которые являются обязательными для всех американских сцепок для возможности сцепления их между собою. По наружному виду все эти сцепки похожи одна на другую.

На рис. 208 изображена одна из распространенных автосцепок системы Аллайнс; она обладает наиболее надежным запорным механизмом. Составные части механизма головки Аллайнс: *1*—корпус, *2*—коготь, *3*—замок, *4*—когтеоткрыватель, *5*—шкворень для когтя, *6*—подъемник.

На рис. 209 изображен вид головки в разрезе вертикальной плоскостью. На рис. 210, 211, 212 изображены вертикальные продольные разрезы автосцепки в различные моменты расцепления. Рис. 210—перед началом расцепления, замок *3* нахо-

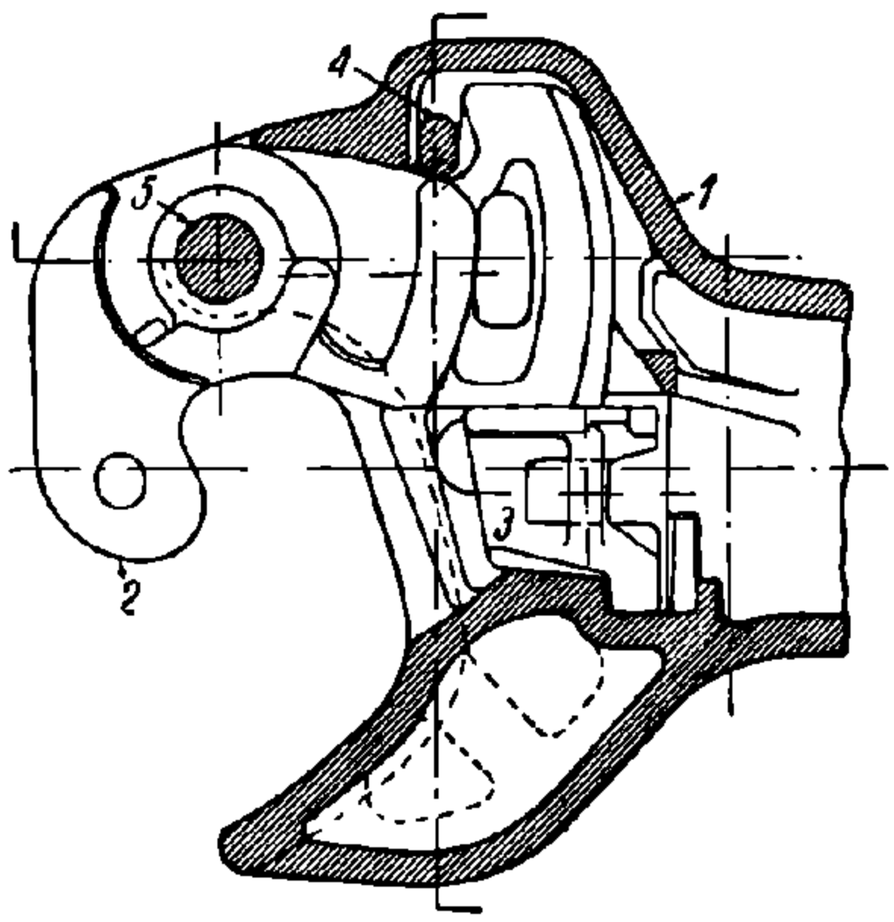


Рис. 208.

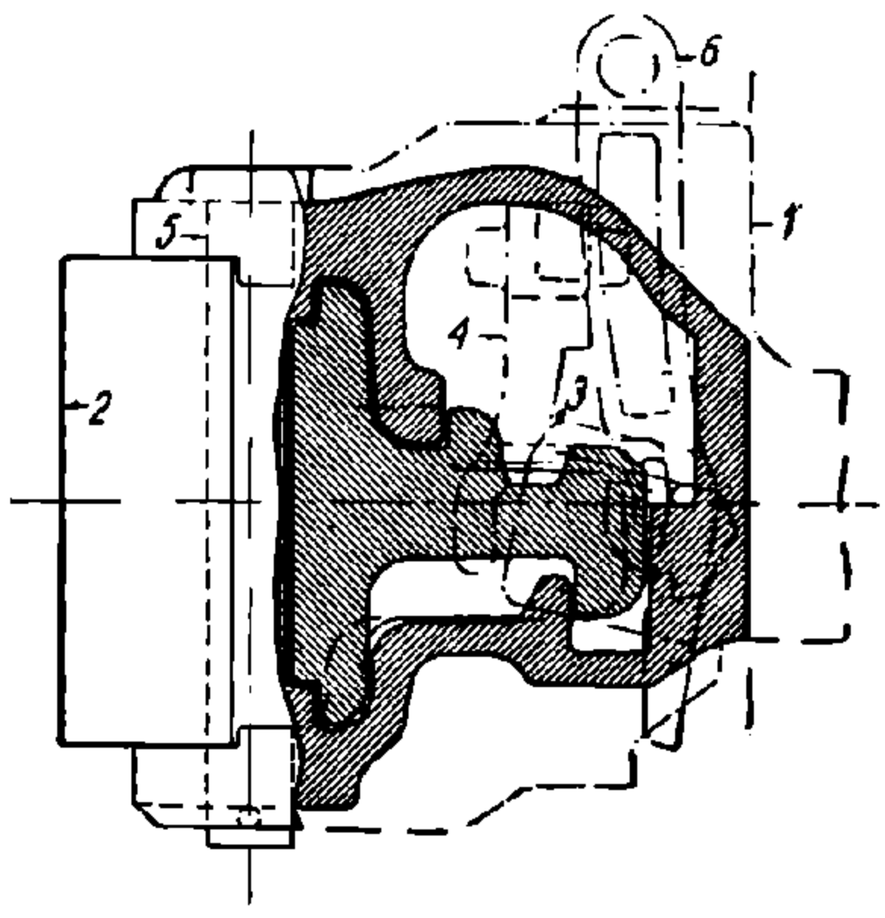


Рис. 209.

дится в нижнем положении, замыкая коготь и препятствуя повороту когтя около шкворня *5*, так как хвостовик когтя упирается в запор. Рис. 211—замок приподнят так, что своим нижним отростком становится на специальный выступ в головке; замок становится в наклонное положение благодаря эксцентрическому подвешиванию к подъемнику *6*. В этот момент хвостовик когтя свободен и может двигаться под замком. Этого вполне достаточно для расцепления вагонов, и так поступают во время маневров. Однако, коготь второго вагона остается запертым, и его необходимо также освободить и поставить в раскрытое положений, готовое для сцепки. Для этого при помощи подъемника *6* замок поднимается выше, как показано на рис. 212. В этот момент замок упирается в короткое плечо когтеоткрывателя *4* (рис. 208), вращающегося в плоскости, перпендикулярной к оси автосцепки, и своим нижним длинным плечом нажимает на хвостовик когтя, выводя его из плоскости чертежа к зрителю и поворачивая коготь около шкворня *5* в раскрытое положение (рис. 213). Замок при опускании упирается в хвостовик когтя и благодаря скошенной поверхности наклоняется вправо, причем нижний отросток замка *3* сходит до выступа головки.

Если теперь столкнуть данный вагон с другими, тоже готовыми к сцепке, то коготь начнет поворачиваться обратно, и, когда хвостовик когтя займет свое крайнее положение, замок освободится и упадет вниз.

Американские автосцепки, кроме Соединенных Штатов, распространены и в Южной Америке, Мексике, Канаде, Австралии, Японии.

Обладая большими преимуществами перед ручной сцепкой, американская автосцепка имеет все же следующие недостатки.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

1. Эксцентричность сжимающих и растягивающих усилий при разности уровней соседних вагонов, служащих причиной изгиба даже сравнительно очень мощных хвостовиков головки.

2. Необходимость на станционных кривых вручную предварительно передвигать головки, так как на кривых автоматическое сцепление без этого невозможно и без такой предварительной установки головки часто разрываются.

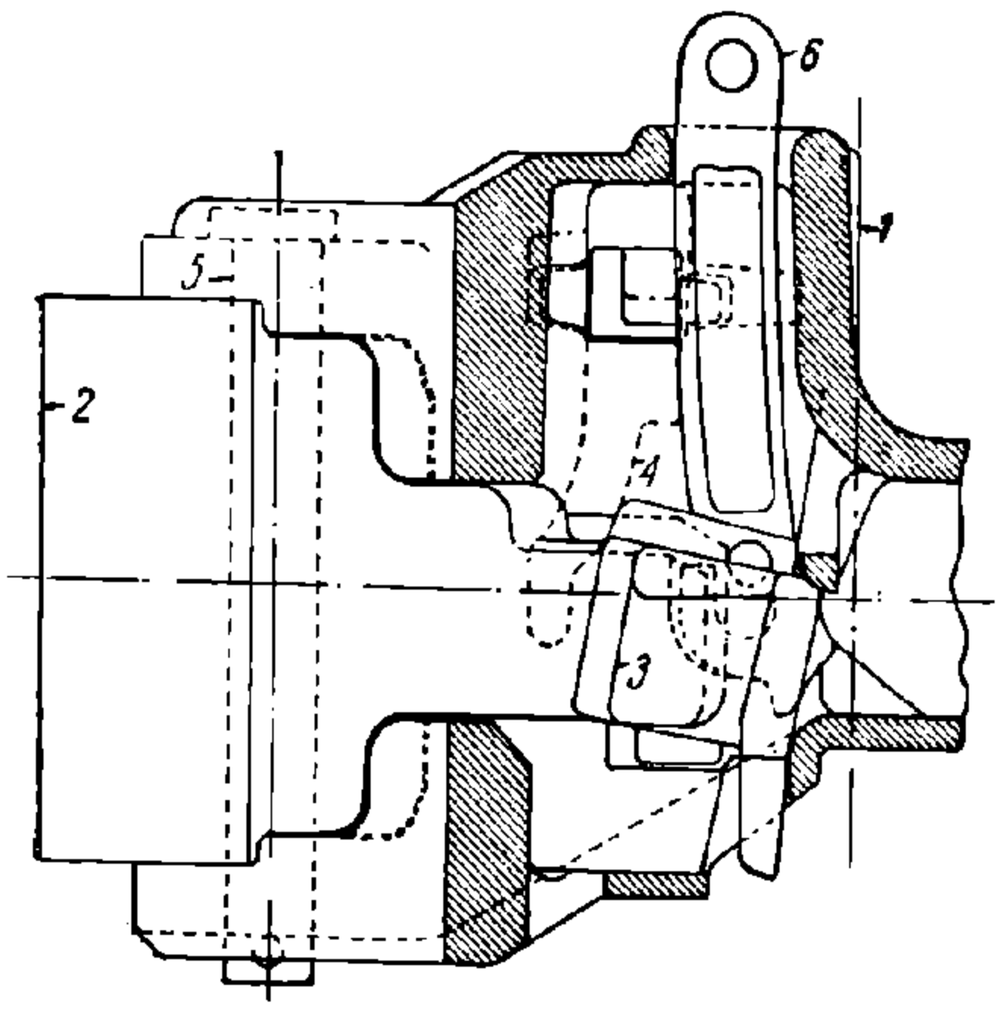


Рис. 210.

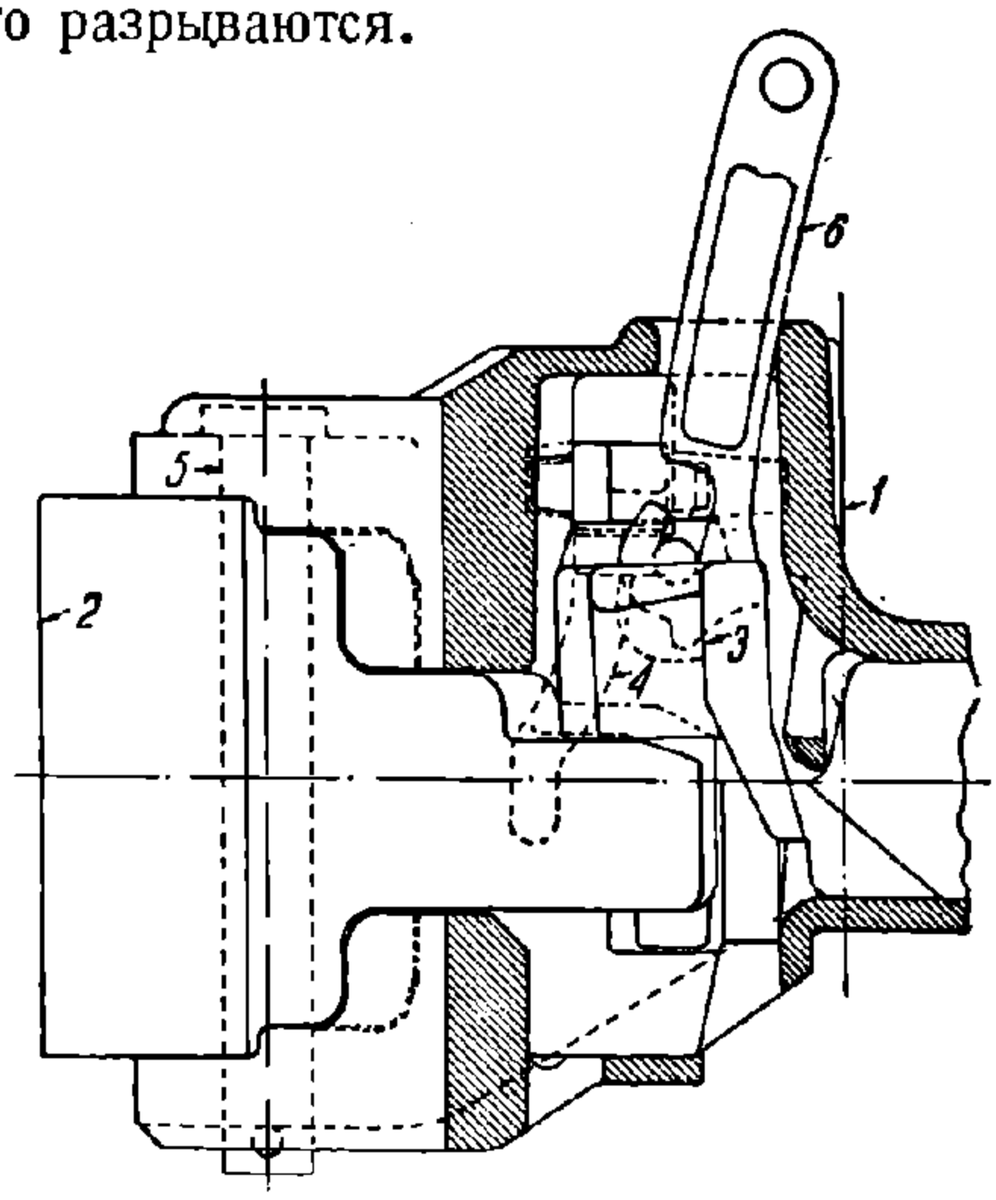


Рис. 211.

3. Необходимость после отцепки и рассортирования вагонов по путям до новой их сборки предварительно раскрыть когти, так как вагоны после отцепки не готовы для нового сцепления.

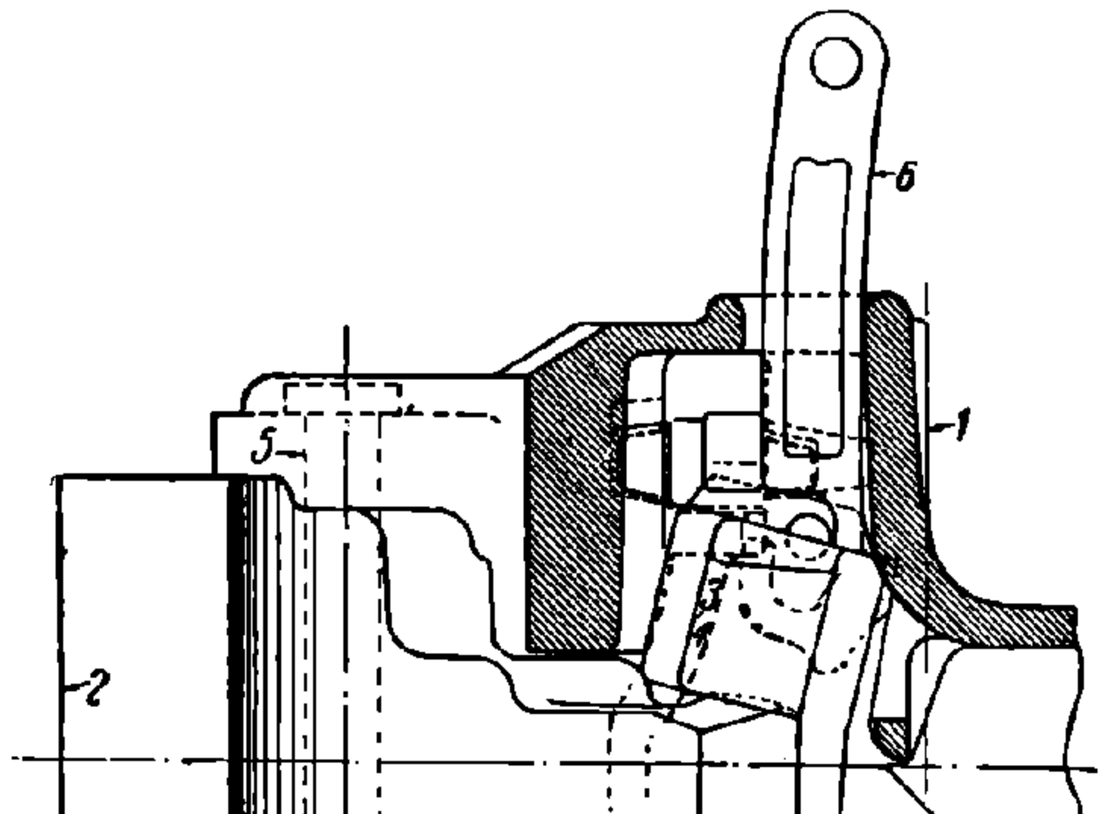


Рис. 212.

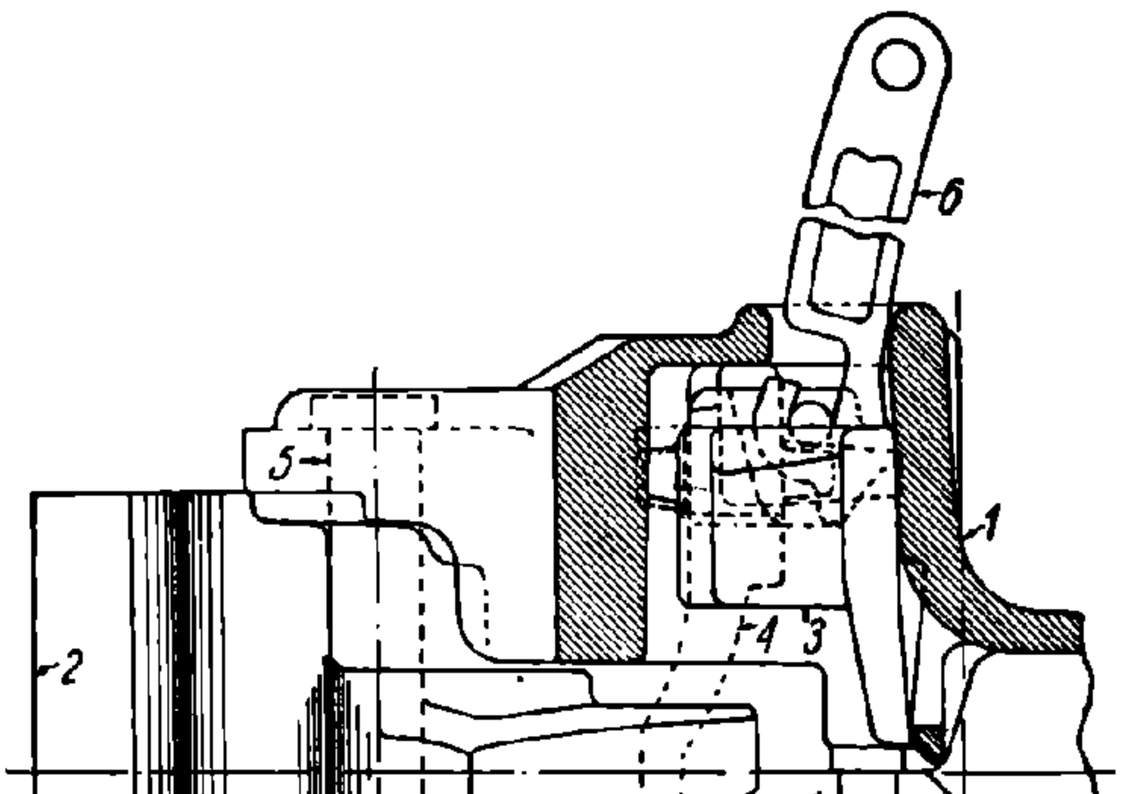


Рис. 213.

4. При значительных колебаниях вагонов в вертикальной плоскости имеют место случаи саморасцепа, т. е. одна головка выскакивает из другой. Вследствие этого во время крушений возможно нагромождение вагонов друг на друга.

5. Необходимость частой проверки контура, так как уже небольшие отклонения от него вызывают саморасцеп, в особенности на кривых.

НБ УДУНТ (ДНТ)

6. Она не вполне автоматическая, так как не всегда готова к сцеплению.

7. Она не обладает возможностью осуществить автоматическое сцепление воздухопровода.

8. Сложную форму отливки и значительное количество деталей.

Несмотря на все эти недостатки, американская сцепка на всем подвижном составе САСШ существует уже в течение 36 лет. Ряд конструкторов пытался создавать конкурирующие с американской сцепкой конструкции; в настоящее время имеется около 2 500 патентов на различные автосцепки; однако, до изобретения советских автосцепок из этого огромного количества лишь две заграничные автосцепки могли конкурировать с американской, а именно: Виллисона и Шарфенберга.

59. Автосцепка Виллисона

Автосцепка Виллисона и ее части изображены на рис. 199 и 214-29. Контур головки ее—двузубый и состоит из большого зуба, малого зуба и зева.

На рис. 215—нормальное положение. Под влиянием собственной тяжести замок *Б* находится в нижнем переднем положении. Он лежит своей нижней поверхностью *а* на наклонной плоскости корпуса *б* и удерживается крючкообразным выступом *в*, лежащим на подъемнике, и приливом *г*, опирающимся на стенку *д* корпуса (рис. 216).

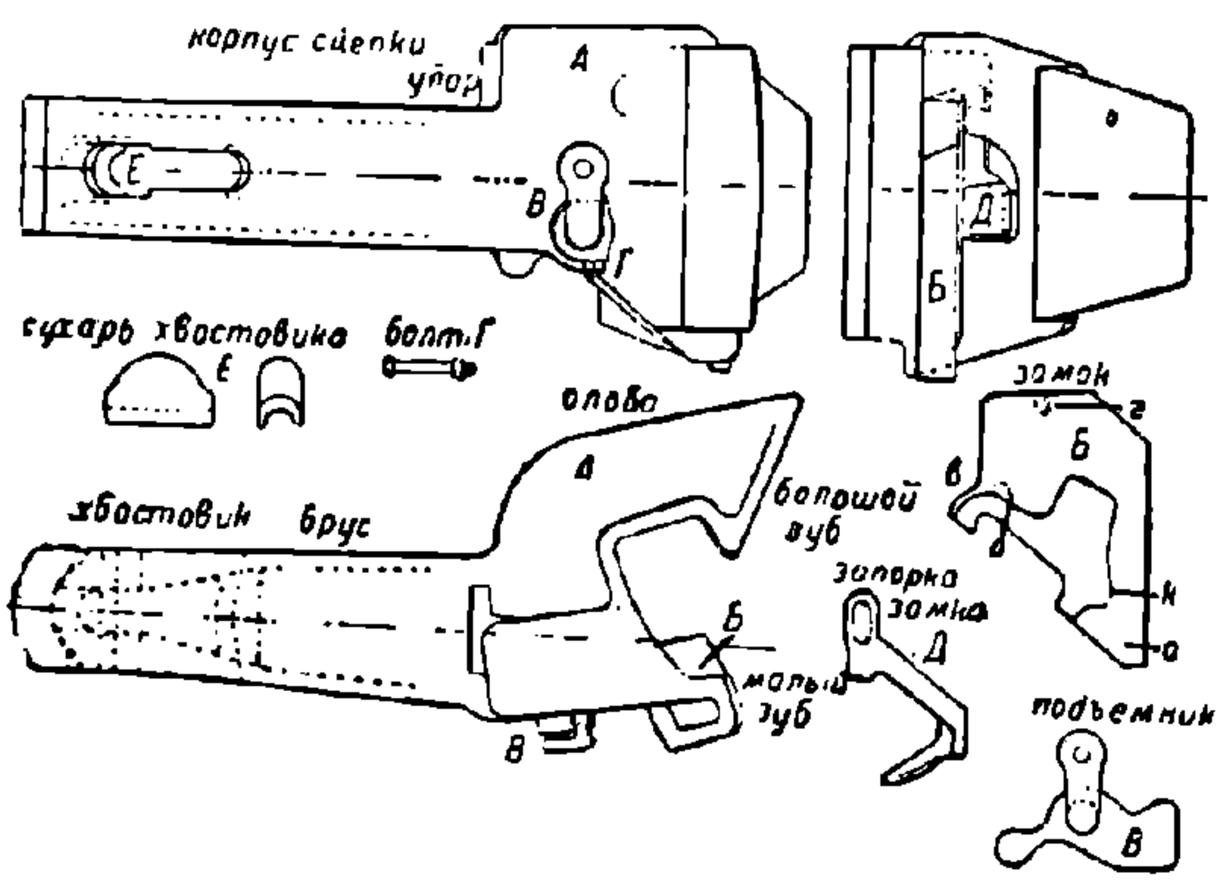


Рис. 214.

Внутренняя часть подъемника *В* (заштрихована) находится в вырезе замка и повернута тоже вперед. Запорка замка *Д* подвешена свободно на пальце *е*, прилитом к внутренней продольной стенке корпуса сцепки, и удерживается в этом положении, упираясь своей вертикальной частью *ж* в стенку *з* корпуса (рис. 218).

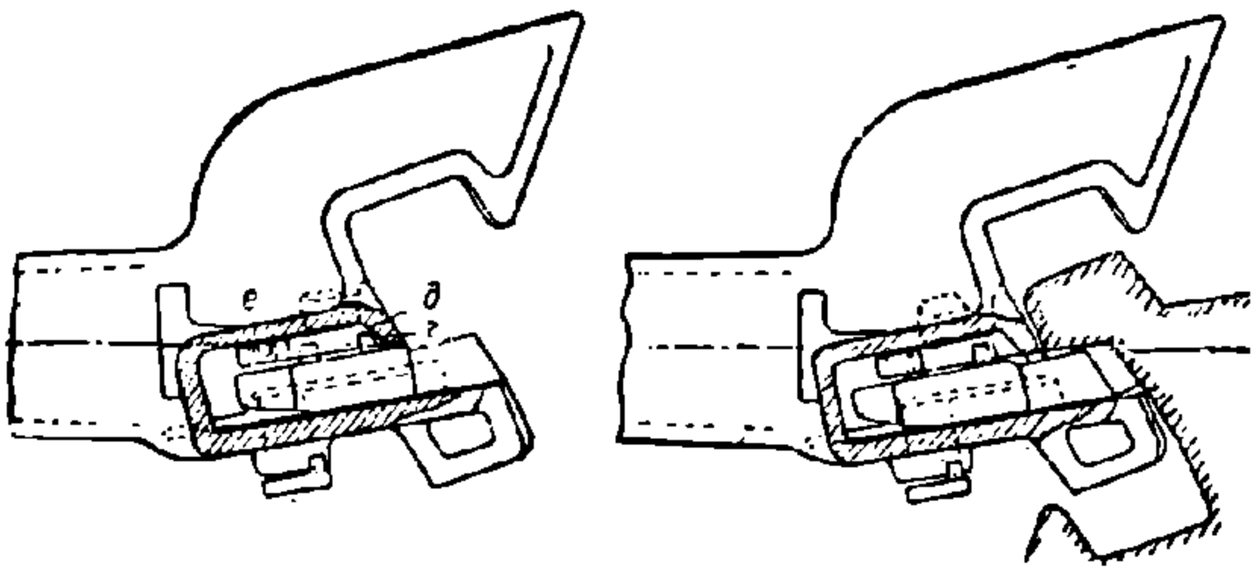


Рис. 215.

Когда при сцеплении вагонов замки сцепок ударяются друг в друга (рис. 216), они отжимаются вверх и назад по наклонным плоскостям *а* до упора в подъемник поверхностью *к* выреза и свободно возвращаются в свое исходное положение (рис. 215); когда малые зубья зацепят за большие, тогда сцепки будут сцеплены.

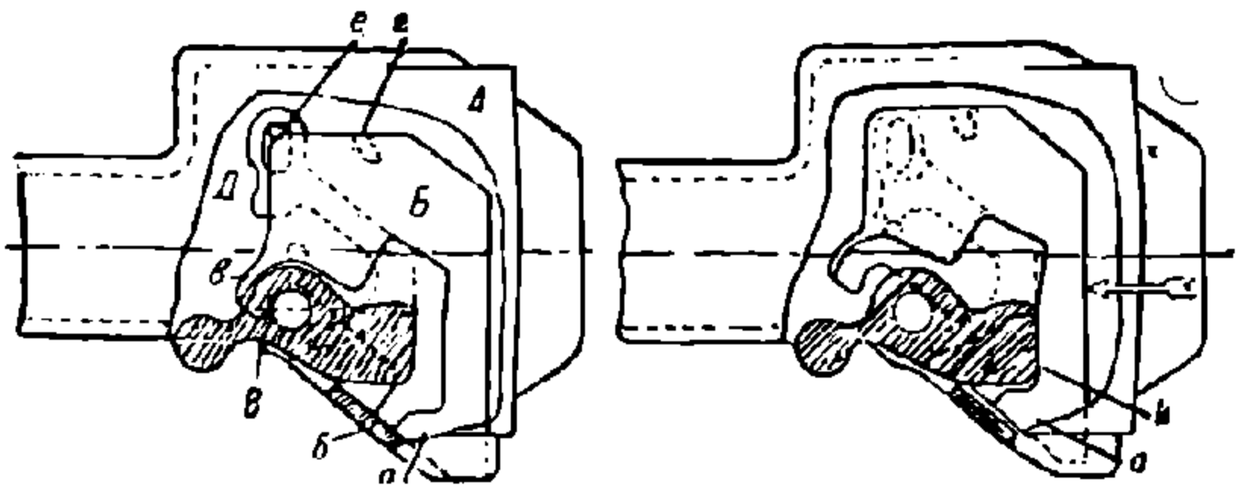


Рис. 216.

Для расцепления надо повернуть подъемник. Процесс расцепления показан последовательно на рис. 217—219. Сначала подъемник свободно повернется в вырезе замка, потом захватит его своим выступом и увлечет назад и вверх, одновременно слегка ей приподнимая. При этом палец *л* замка немного приподнимет запорку *Д* (рис. 217), пройдет под ней и запорка опустится на свое место (рис. 218). Замок поднят, вагоны могут разойтись. Если до расхождения вагонов опустить расцепной рычаг, то замок не упадет в свое нормальное положение, так как он будет удерживаться в поднятом положении (рис. 218) запоркой, которая плоскостью *ж* упирается в малый зуб другой сцепки и, нажимая выступом *м* на палец *л* замка, не пускает его вперед. Но как только вагоны начнут расходиться, запорка потеряет свой упор в малом зубе отходящей сцепки (рис. 219)

НТБ УДУТ (ДИИТ)

и замок пальцем *л* отожмет ее вниз вперед и упадет в нормальное положение (рис. 215). Как только палец *л* пройдет под запоркой, она также собственным весом вернется в нормальное положение. В нормальное же положение вернется и подъемник под действием замка и собственного веса.

Сцепка Виллисона обладает теми же достойнствами, что и американская. Что же касается недостатков, то при этой сцепке устранены недостатки американской сцепки (пп. 2, 3, 5, 6 и отчасти 8), так как здесь деталей меньше, чем в американской сцепке. Однако, в этой сцепке имеется новый недостаток; именно: если

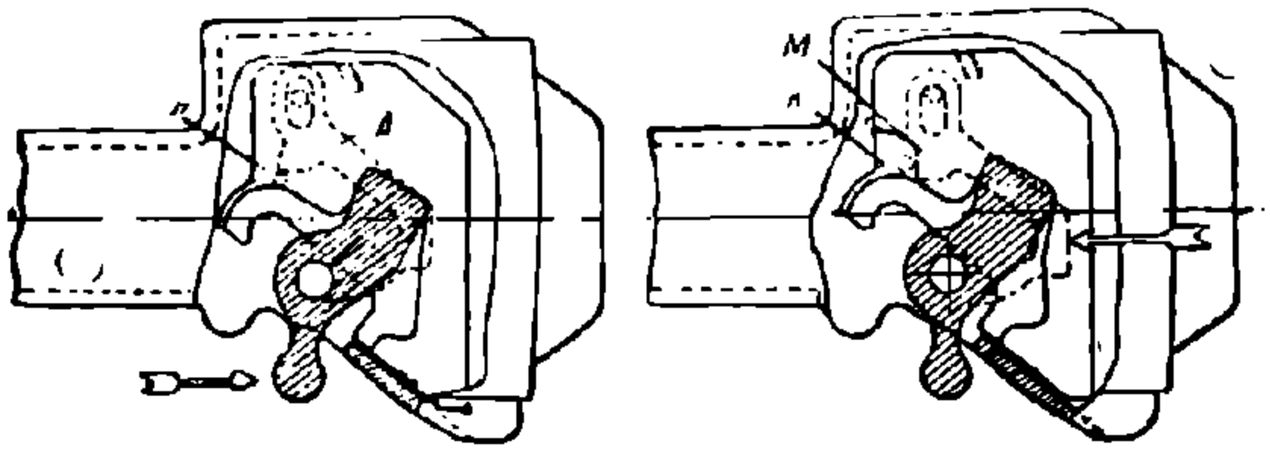


Рис. 217.

Рис. 218.

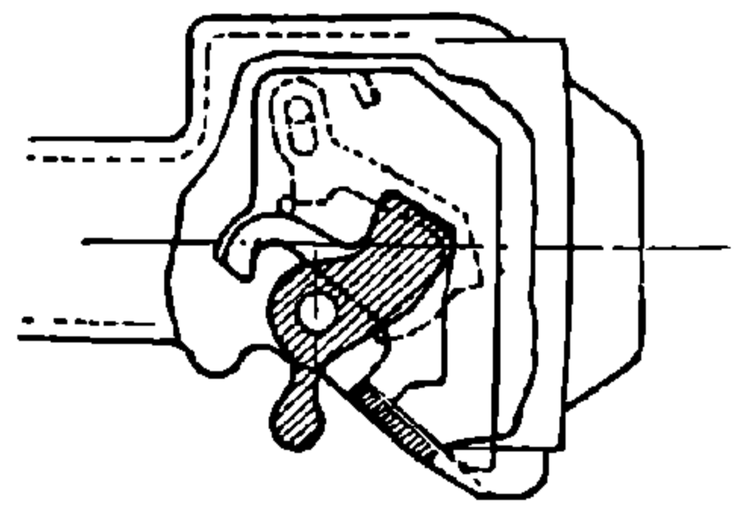
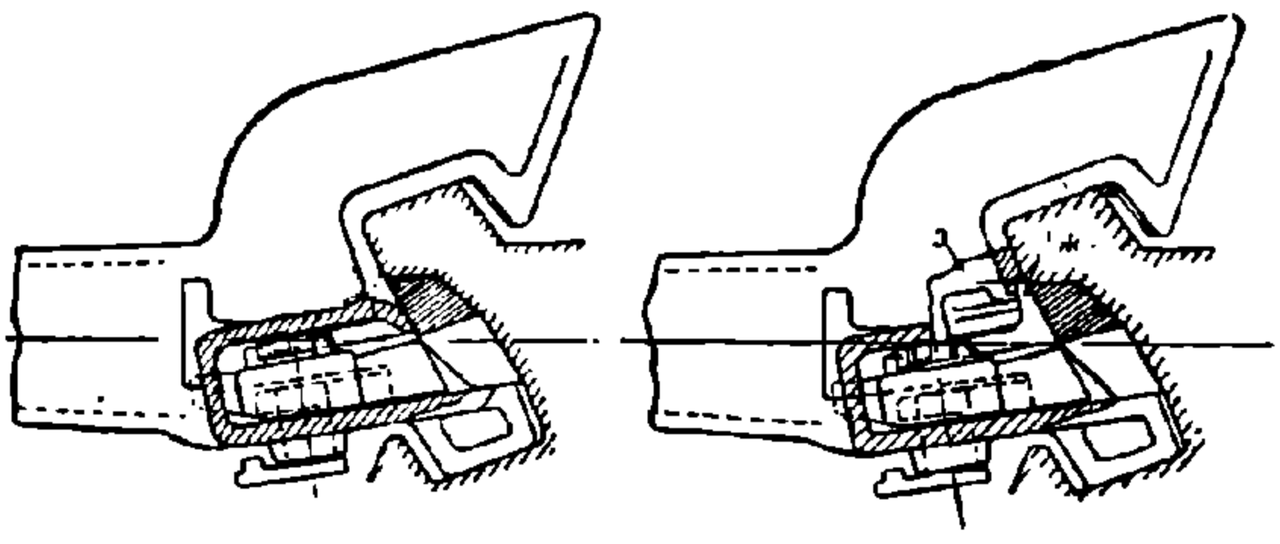


Рис. 219.



оба клина встречных головок окажутся в расцепленном состоянии, то сцепление невозможно, так как в этом положении клинья не достанут друг друга, что может быть при загрязнении механизма замков и наклонной плоскости скольжения.

Она поставлена на некоторых вагонах в Германии, где фирма Кнорр-Бремзе приобрела патент Виллисона, и на железных дорогах Индии.

60. Автосцепка Шарфенберга

На рис. 220 дан общий вид автосцепки Шарфенберга, а на рис. 221, 222, и 223 изображены горизонтальные разрезы автосцепки в различные моменты сцепления.

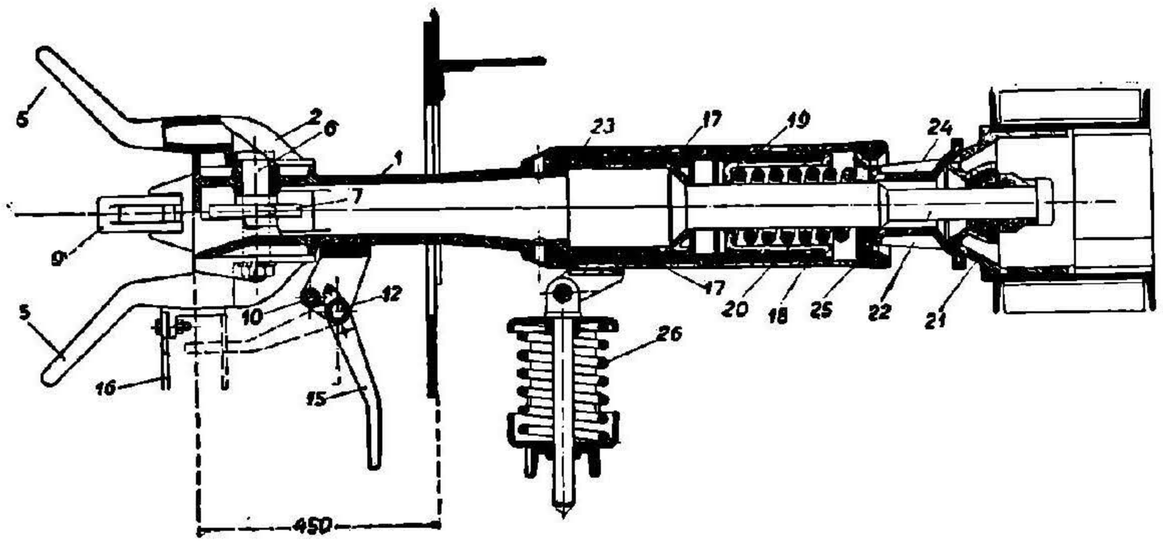
Сцепка Ш а р ф е н б е р г а состоит из бруса *1* со сцепной головкой *2*, скобы *17*, в которой помещается упряжной прибор, состоящий из кольцевой пружины *19* и спиральной пружины *18*. Сцепная головка представляет воронкообразный кожух *4* с направляющими рогами *5*, в котором находится сердечник *7*, вращающийся вокруг оси *6*. К сердечнику с одной стороны прикреплена хомутообразная застежка *9*, конец которой выступает из воронки наружу. С другой стороны в сердечнике имеется прорез *11*.

При соприкосновении двух вагонов (рис. 220) концы хомутообразных застежек *9* вдавливаются в воронки и заставляют сердечники *7* вращаться до тех пор, пока застежки не защелкнутся в прорезы, как показано на рис. 223. При вращении сердечников натягиваются прочные пружины, которые по разгрузке сердечников при защелкивании застежек приводят сердечники в первоначальное положение. Таким образом вагоны сцепляются.

Расцепка производится посредством рукоятки *13*, укрепленной сбоку вагона и связанной валом *12* с хвостовиком *14* сердечника.

Сцепка Шарфенберга относится к разряду жестких, ибо в месте соединения головок в замкнутом состоянии невозможно перемещение одной головки по другой, как в сцепках американской и Виллисона. Вследствие этого хвостовик сцепки должен быть укреплен к тяговому аппарату вагона на двух шарнирах или же при помощи шарового соединения. Вместе с тем, конечно, наружный конец сцепки должен быть подвешен на пружинно-шарнирной центрирующей системе.

НТБ УДУНТ (ДИТ)



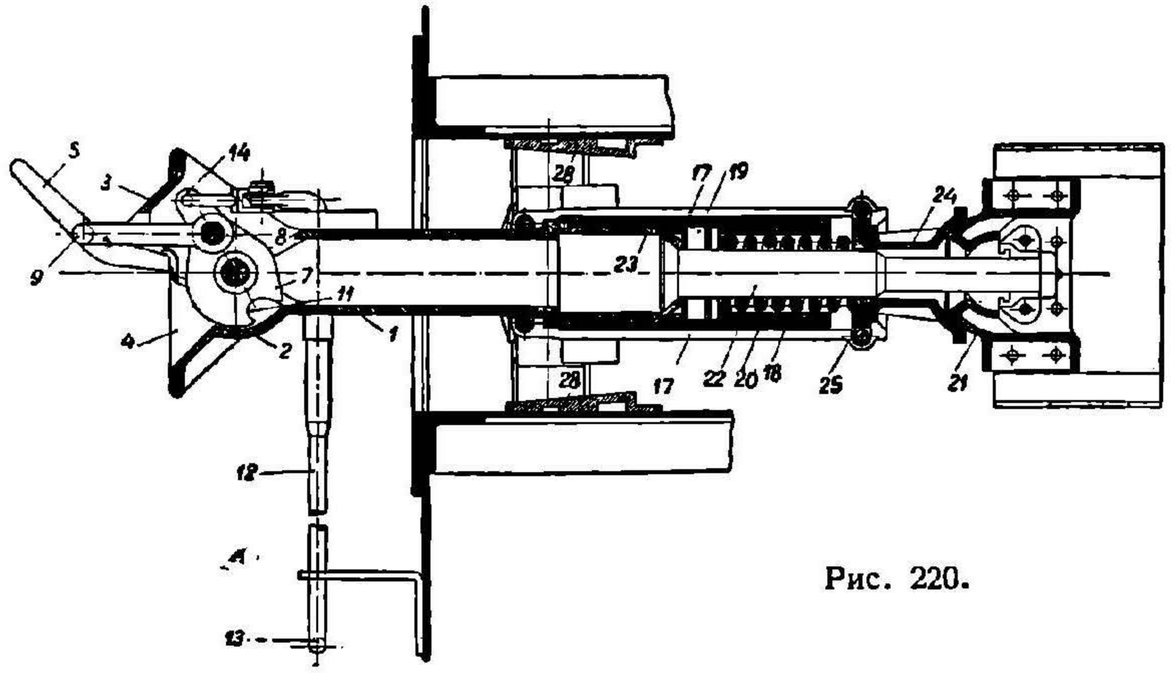


Рис. 220.

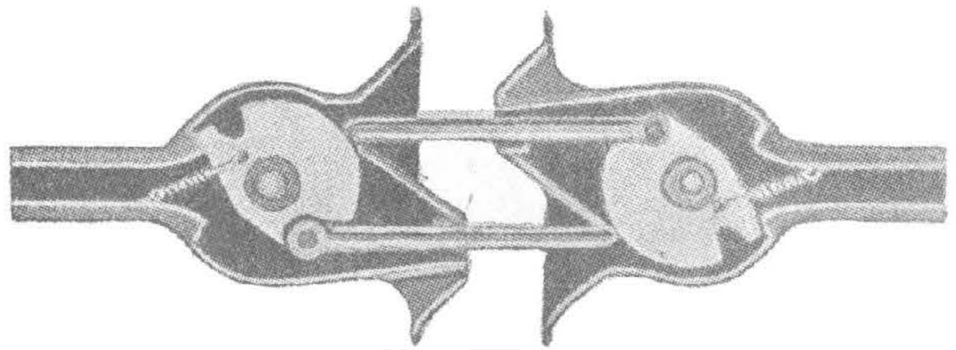


Рис. 221.

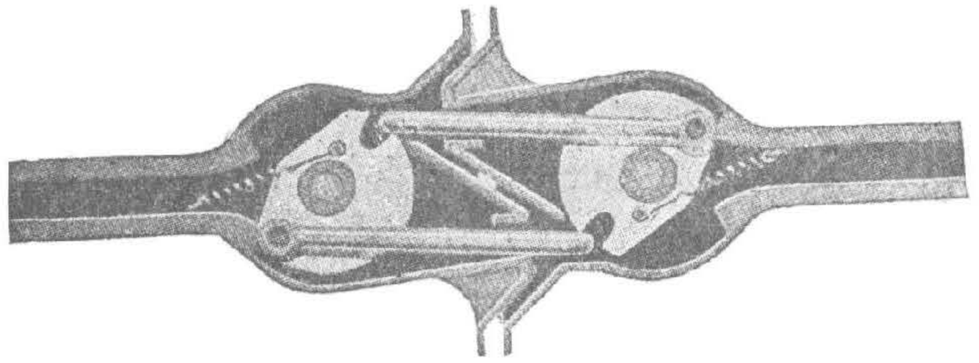


Рис. 222.

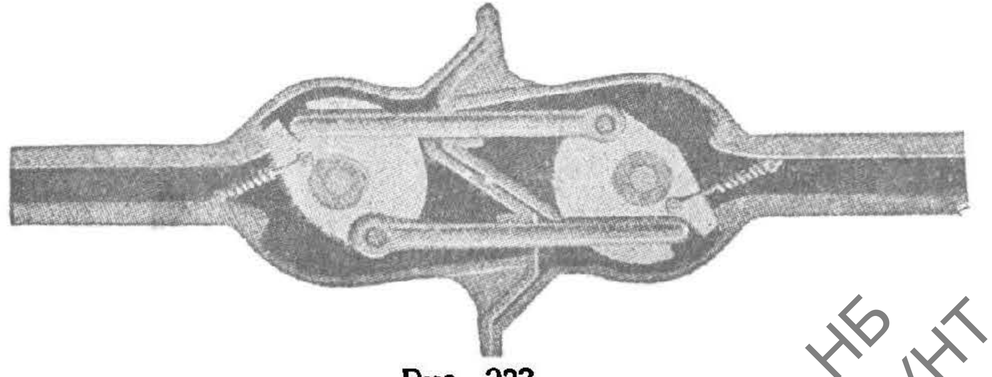


Рис. 223.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Сцепка Шарфенберга имеет все достоинства американской и, кроме того, она обладает еще следующими преимуществами:

1) в большей мере безопасна для сцепщика, так как всегда готова к сцепке и не требует вхождения между вагонами, как американская и Виллисона;

2) в большей мере препятствует нагромождению вагонов друг на друга при крушениях, ибо головки не могут соскочить одна с другой;

3) допускает одновременное автоматическое соединение воздухопровода и других проводов, так как в головках могут быть укреплены для этого соответствующие приборы;

4) допускает в вертикальном и горизонтальном направлении без вреда для головки большие смещения вагонов, чем обе предыдущие сцепки.

Что касается недостатков, то в этой сцепке устранены недостатки 1, 2, 3, 5, 6 и 7 американской автосцепки, зато она имеет свои недостатки, заключающиеся в том, что: 1) для изготовления сцепки требуется механическая обработка; 2) в ней значительное количество деталей; 3) наличие шарниров требует ухода и смазки; 4) наличие пружины делает ненадежным процесс сцепления, ибо ослабление пружины не возвратит диски в положение зацепа: кроме того, само сцепление ненадежно, ибо при лопнувших пружинах может от тряски произойти саморасцепление; однако, это случается реже, чем при американской сцепке (нужно, чтобы обе пружины лопнули); 5) невозможно усиление автосцепки, ибо при утолщении тяговых скоб и дисков усиленная сцепка не может сцепиться с предыдущей, более слабой.

61. Прочие заграничные автосцепки

В Европе автоматические сцепки появились позже, чем в Америке, хотя вопрос о применении автоматической сцепки на германских дорогах возник еще в 1873 г. Несмотря на многочисленные изобретения, только в последние годы стали применяться на заграничных железных дорогах автоматические сцепки, и то лишь в виде опытов или на отдельных видах подвижного состава. Помимо сцепок Виллисона и Шарфенберга, на отдельных дорогах Западной Европы нашли применения следующие автосцепки:

1) Кнорра, представляющая переделку автосцепки Виллисона в жесткую сцепку. Она применена в небольшом количестве экземпляров в Германии.

2) Кюртесси, являющаяся жесткой сцепкой; она применена в единичных экземплярах в Чехословакии и Германии;

3) Буаро, служащая только для передачи тяговых усилий и подвешиваемая к крюку обыкновенной упряжи; она применяется во Франции на некоторых дорогах;

4) Павиа-Казалис, примененная в Италии.

62. Советские автосцепки

После того, как на наших дорогах решен был переход на автосцепку, изобретательская мысль стала работать над конструкцией автосцепок. Первой по времени является сцепка Костлана, отличающаяся оригинальностью очертания головки и замком. На рис. 224 представлена головка в разрезе в отдельности и в сцеплении с другой головкой. Головка—полая и имеет выдающийся вперед зуб *а*, впадину *б*, карман *в*, козырек *г* и уши *д*. Карман *в* служит для помещения ролика *Б*, являющегося замком сцепки. Козырек *г* необходим для направления по оси вагона (для центрирования головок при сближении их. Уши *д* нужны лишь для переходного периода, когда одновременно с автосцепкой применяется и ручная сцепка; они служат для навешивания вспомогательной стяжки (описанной ниже), при помощи которой можно сцеплять головку автосцепки с крюком.

Ролик *Б* в нормальном положении находится внизу кармана. При сближении сцепок, когда зуб одной головки начинает входить во впадину другой головки, ролик *Б* своим ребром и плоскостью *З* встречной головки отжимается в своем кармане назад и несколько вверх по наклонной нижней плоскости *И* кармана. Когда зубья полностью войдут во впадины, для роликов освобождается место внизу карманов и они скатываются в нижнее нормальное положение. В этом положении ролики распирают головки, в виду чего плоскости *Л* не позволяют головкам разъединиться.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Для расцепления головок нужно поднять один ролик. Подъем ролика производится посредством цепи, прикрепленной к кольцу, охватывающему ролик и выходящей наружу вверх через отверстие в головке сцепки.

Сцепка Костлана жесткая.

Почти одновременно с Костланом была предложена головка автосцепки изобретателем Богдановым. После неоднократных изменений, внесенных им в свою конструкцию, головка этой автосцепки получила следующий вид (рис. 225 и 226). И в этом виде она была подвергнута эксплоатационным испытаниям.

Автосцепка Богданова жесткая, сцепная головка (рис. 225) ее имеет среднюю вертикальную

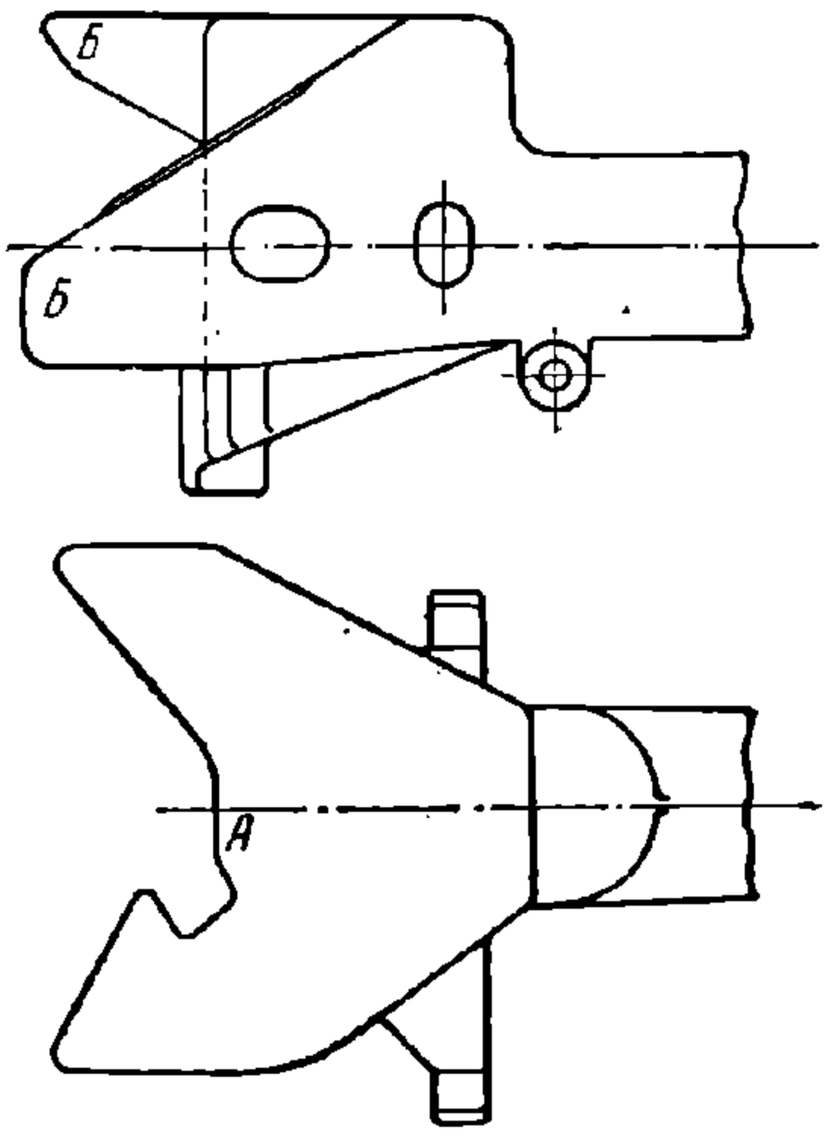


Рис. 225.

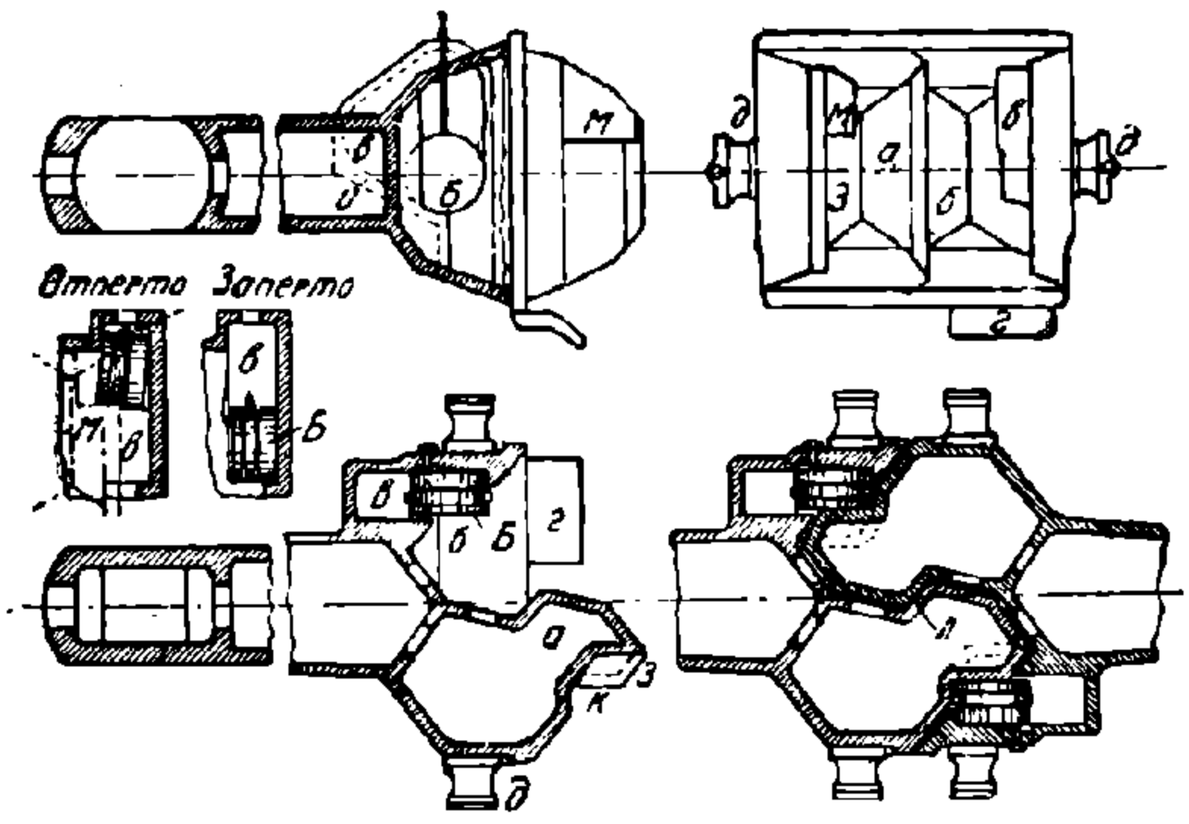


Рис. 224.

ударную плоскость *А* и два боковых косо поставленных крыла *Б*, образующих направляющие наклонные плоскости. В головке помещается (рис. 226) замок *К*, подвешенный в виде маятника, замкодержатель *Н*, подвешенный рядом с маятником и подъемник *С*, укрепленный на валике, который вращается в приливе нижней, части головки.

При столкновении двух сцепляемых вагонов головки автосцепок взаимно центрируются при посредстве наклонных направляющих поверхностей двух боковых выступов *Б*: правых нижних и левых верхних, причем в последний момент замки, выступающие своими замыкающими частями из окон фронтовых поверхностей сцепок, оттал-

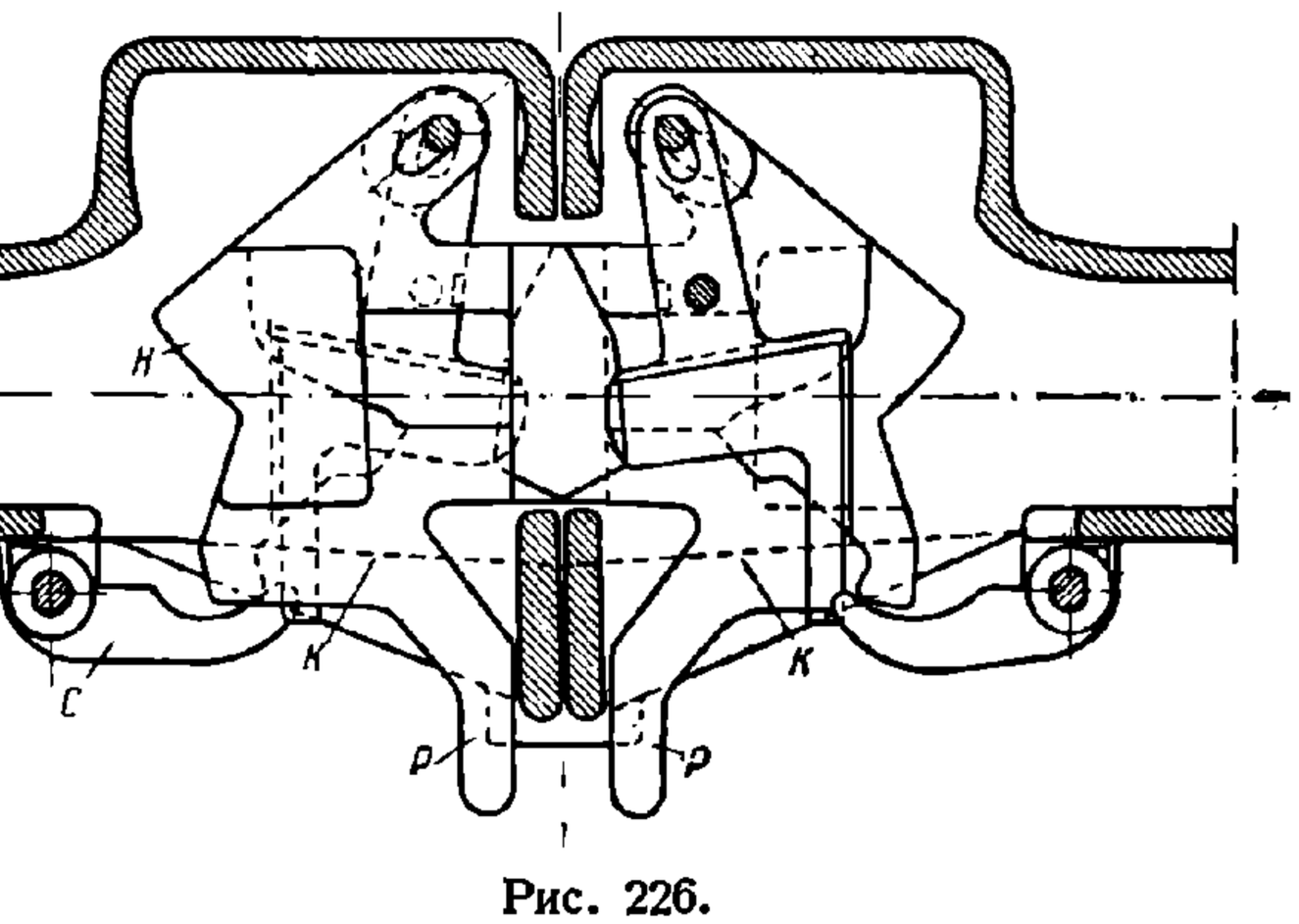


Рис. 226.

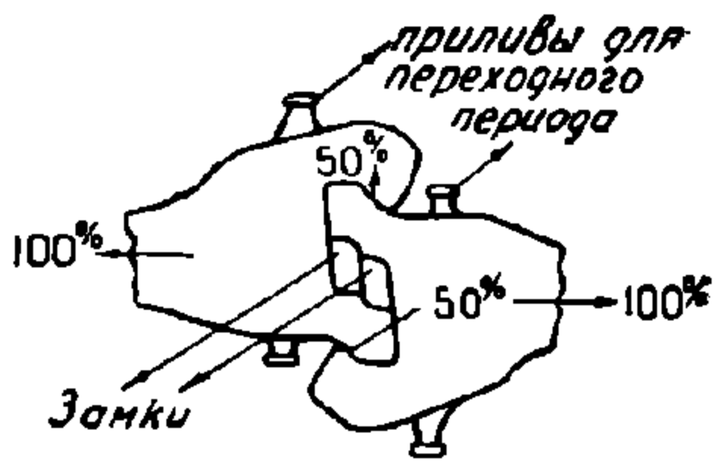


Рис. 227.

киваются внутрь головки, а затем при некотором взаимном боковом движении вновь становятся в первоначальнод положение, задвигаясь друг за друга замыкающими частями. При этом общее окно заполняется ими, вследствие чего взаимное боковое скольжение головок уже невозможно, т. е. спепки замкнуты.

При расцеплении сцепок достаточно отвести замок одной из головок, для чего надо поднять вверх расцепную рукоятку, соединенную с валиком подъемника. При разведении вагонов замки и замкодержатели занимают свое отвестое свободное положение. Сцепки снова готовы с сцеплению.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Если сцепщик ошибся и расцепил вагоны, которые не должны быть расцеплены, то он должен лишь приподнять концом палки или рукой свисающий конец замкодержателя. Замкодержатель, соскочив с выступа замка, освобождает его, и последний падает, вновь замыкая сцепки.

Нижний отросток *Р* замка показывает при этом состояние сцепки: сцепленное или расцепленное.

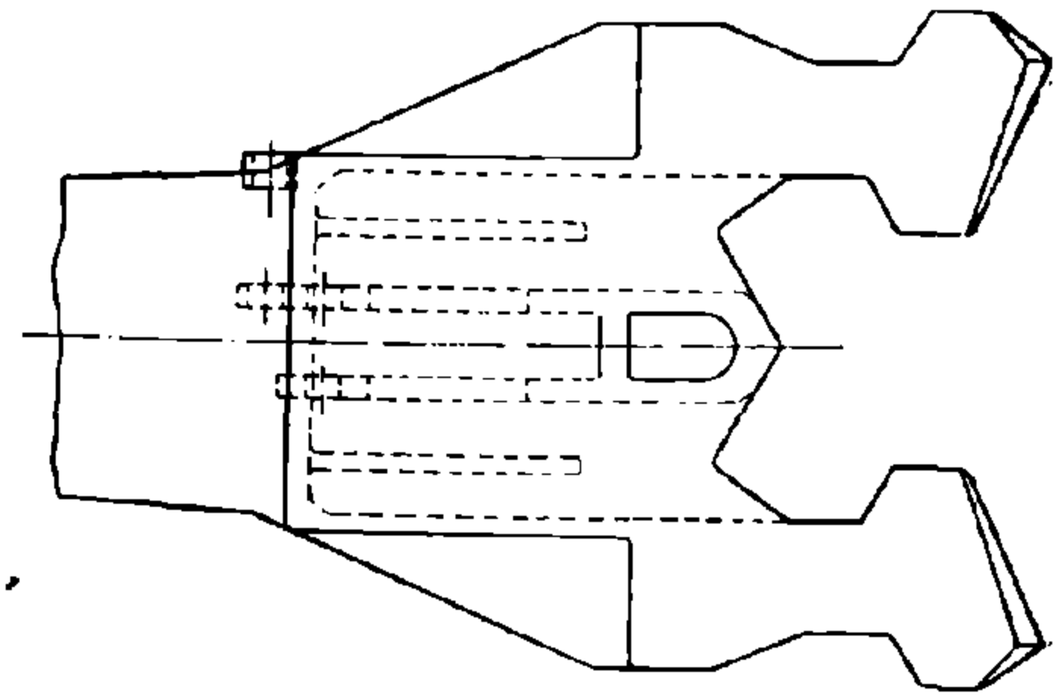


Рис. 228.

Более позднего происхождения автосцепки Мирошниченко и Рыкова. Эти автосцепки не жесткие. Контур головки автосцепки Мирошниченко (рис. 227) двухзубый. При сцеплении малый зуб заходит в зев и распирается замком. Особенность ее составляет то обстоятельство, что в сцепленном состоянии замки располагаются несколько наклонно в торец один к другому, а не рядом, как в сцепке Виллисона.

Для расцепления необходимо с помощью расцепного приспособления отводить оба замка.

Автосцепка Мирошниченко в испытаниях 1931 г. наряду со сцепками Виллисона и американской дала лучшие результаты, чем последние.

Автосцепка Рыкова (рис. 228) отличается устройством замка и очертанием своей головки, которая имеет два одинаковых симметрично-расположенных зуба.

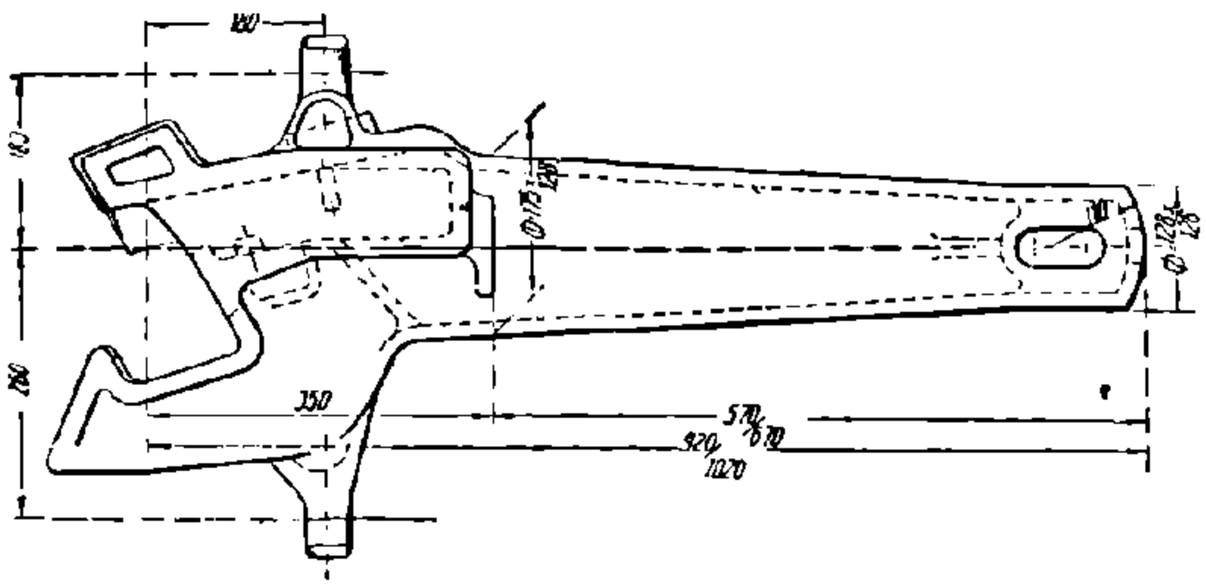


Рис. 229.

63. Автосцепка ИРТ-3

Институтом реконструкции тяги НКПС головка автосцепки была спроектирована в четырех вариантах, но из всех этих вариантов наилучшим признан третий — автосцепка ИРТ-3. Производившиеся в начале 1933 г. эксплоатационные испытания автосцепок различных систем выявили преимущества автосцепки ИРТ-3. На основании этого автосцепка ИРТ-3 принята для постановки на подвижном составе СССР.

Контур головки автосцепки ИРТ-3, как видно из рис. 229, двухзубый. Он отличается от контура Виллисона тем, что несколько увеличен острый угол между плоскостью соприкосновения зубов и вертикальной поперечной плоскостью. Кроме того, замок ее существенно отличается от замка Виллисона. На рис. 230 изображены замок и его детали.

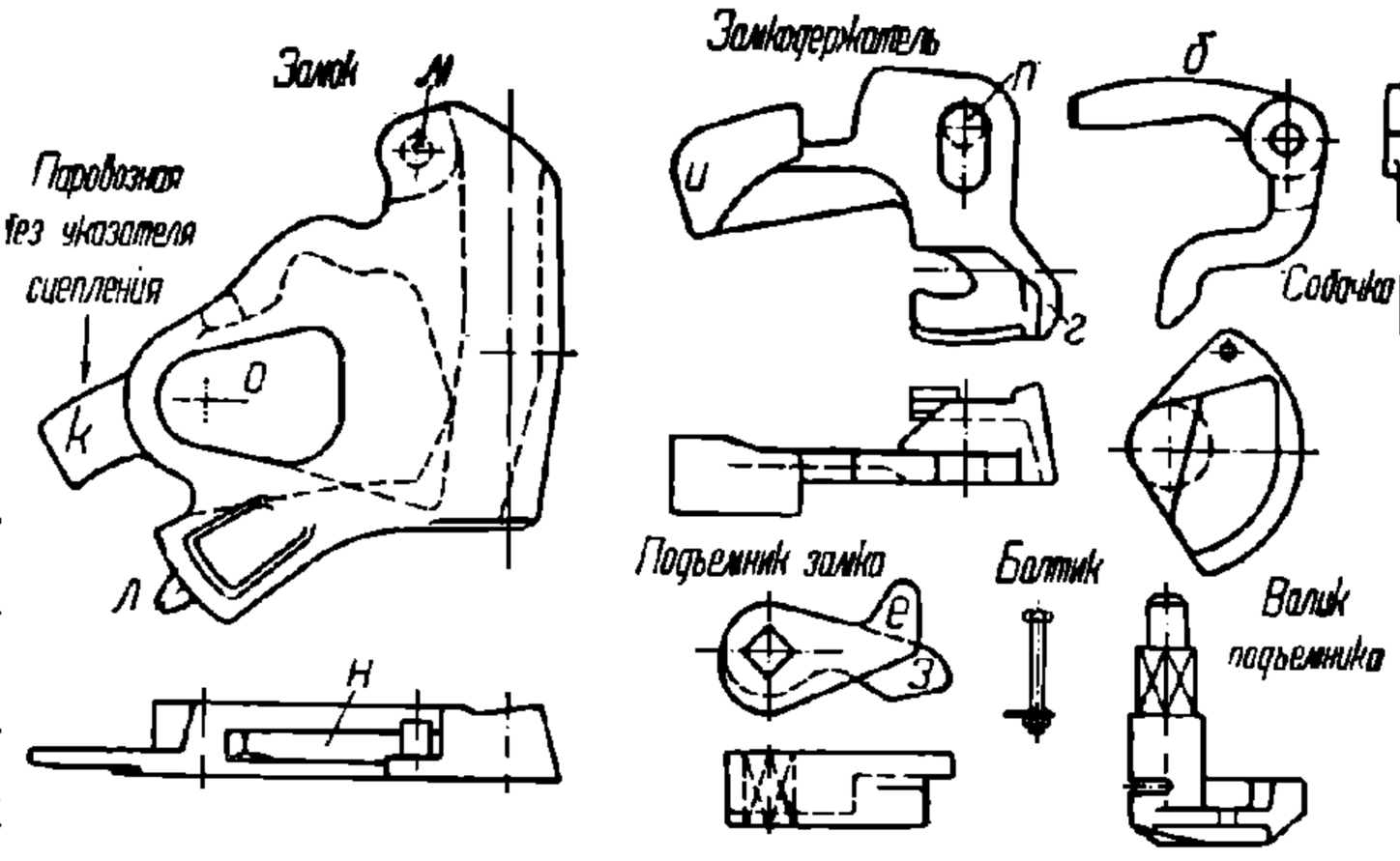


Рис. 230.

Замок имеет вырез *О*, через который проходит валик подъемника и выступы *К* и *Л*, входящие в соответствующие отверстия нижней стенки корпуса (рис. 231). На цилиндрический прилив *М* замка насаживается собачка, проходящая через прорезь *Н* замка. Хвостовик *б* собачки располагается над выступом *в* (рис. 231) боковой стенки головки, которая ограничивает его перемещение. На выступ *П* этой же боковой стенки надевается замкодержатель, имеющий на одном конце противовес *И*, а на другом—когтеобразный палец *Г*.

УДУНТ (ДИТ) НБ

На рис. 231 изображено положение замка в головке, когда она готова к сцеплению. Под влиянием собственной тяжести замок находится в нижнем переднем положении, опираясь своей нижней поверхностью на стенку *А* корпуса.

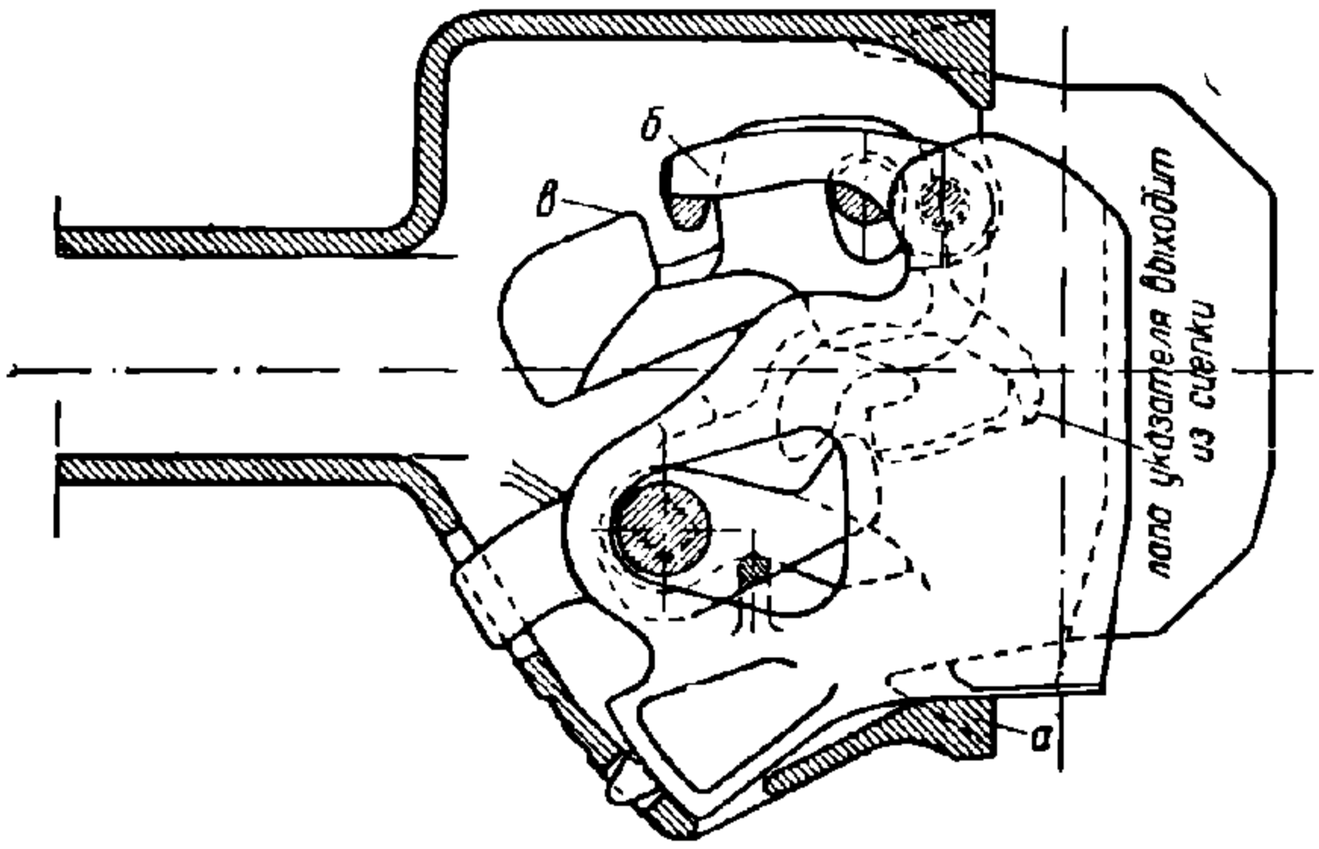


Рис. 231.

Когда головки сцепятся, то замки зайдут один за другой (рис. 232) и станут в то положение, которое они занимали при готовности к сцеплению (рис. 231). При этом замкодержатель перемещается внутрь головки и упирается в хвостовик собачки, предупреждающей возможность саморасцепа, так как на его нижний когтеобразный отросток *Г* нажимает вертикальная плоскость соседней головки.

Для расцепления головок подъемник замка *д* посредством рукоятки, находящейся сбоку вагона, ставят в положение, изображенное на рис. 233. Палец *е* подъемника нажимает на палец *ж* собачки и, перемещая ее, заставляет переместиться внутрь головки и замок, поднимая его, как показано на рис. 233. Поднятый замок удерживается от падения замкодержателем, который упирается своим нижним отростком во второй палец *з* подъемника. В случае ошибочного расцепления головок возможно исправить ошибку до разведения вагонов. Для этого нужно нажать снизу замкодержатель через имеющееся в нижней части боковой стенки отверстие, как показано стрелкой на рис. 234. Тогда замкодержатель приподнимется и освободит палец *з* подъемника, вследствие чего подъемник повернется вправо и даст возможность опуститься замку. Саморасцеп предупреждается тем, что когда замок находится в положении сцепления, собачка своим хвостовиком *б* упирается в противовес *И* замкодержателя и удерживает замок в неподвижном положении.

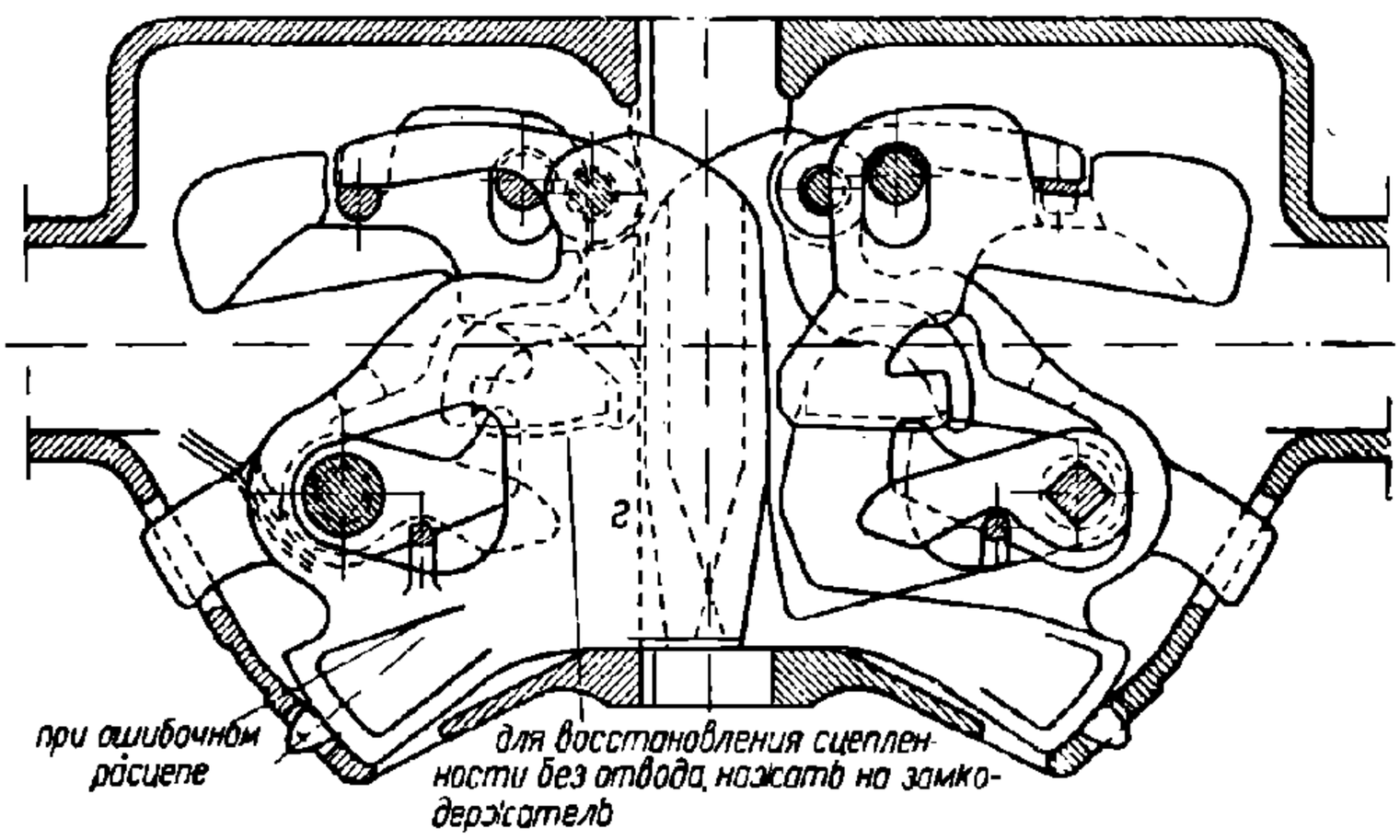


Рис. 232.

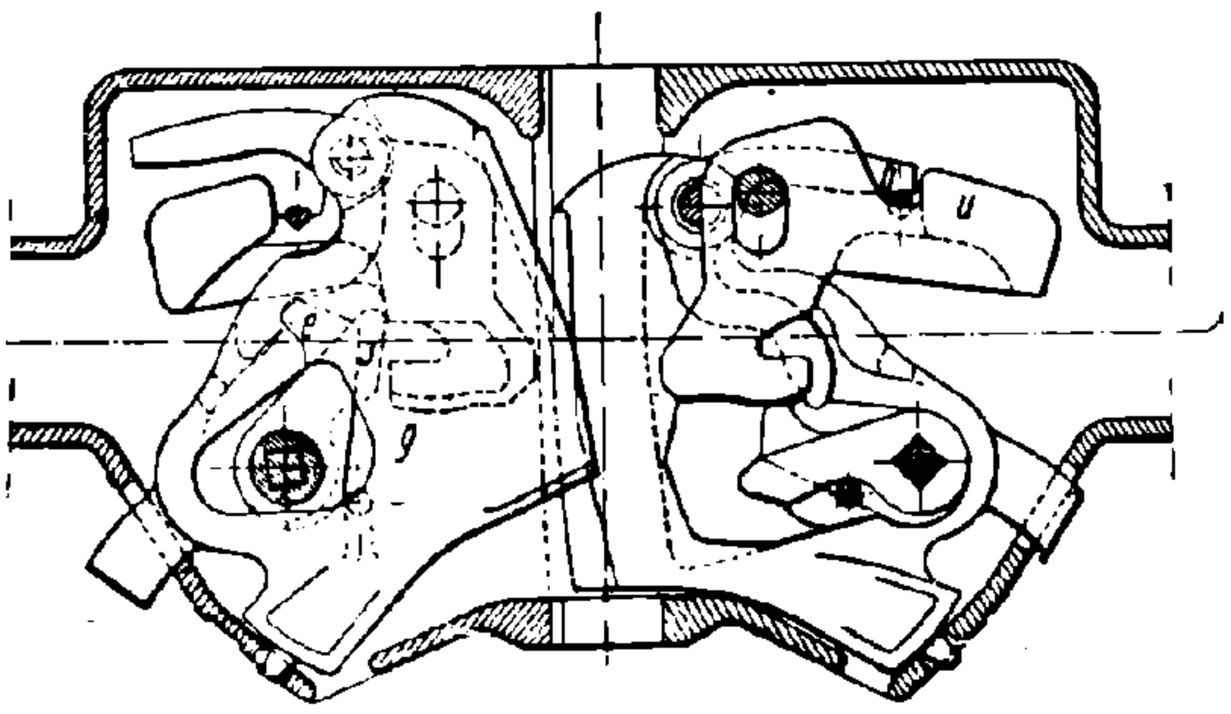


Рис. 233.

Рис. 234.

Качества автосцепки ИРТ 3:

1. Автосцепка ИРТ-3 ударно-тяговая, не жесткого типа.

2. Автосцепка ИРТ-3 всегда автоматически готова к сцеплению (преимущественно перед американской).

3. Расцепление сцепленных автосцепок производится подъемом замка лишь одной сцепки, без захода между вагонами.

Автосцепка ИРТ-3 снабжена перекатывающимся замком, обеспечивающим надежное выпадение такового при сцеплении даже при загрязнении.

НБ УДУТ (ДІІТ)

5. Автосцепка ИРТ-3 имеет предохранитель, исключающий саморасцеп в пути.

6. Автосцепка ИРТ-3 при маневрах может быть установлена на несцеп и работать только как буфер.

7. Автосцепка ИРТ-3 при ошибочном расцеплении дает возможность восстановить сцеп без развода вагонов.

8. Ширина автосцепки ИРТ-3 в плане полностью используется по направляющим захватам при сцеплении, чем обеспечивается сцепление на самых крутых кривых (захват втрое больше, чем у американской автосцепки).

9. Автосцепка ИРТ-3 имеет весьма выгодное распределение тягового усилия на рабочие зубья и замок (по 50% на рабочую поверхность), в силу чего износ сцепки вдвое меньше, чем у американской. Кроме того, сцепка выгоднее американской по прочности (мощности на единицу веса).

10. Автосцепка ИРТ-3 проста в изготовлении, так как имеет контур зацепления, изображенный одной проекцией (в плане), и большие зазоры в нем (все части представляют собою литье без механической обработки).

11. Автосцепка ИРТ-3 легко устанавливается на всех единицах подвижного состава железных дорог СССР.

12. Автосцепка ИРТ-3 дает возможность дальнейшего ее совершенствования.

64. Упряжные аппараты

Упряжной аппарат составляет все части, посредством которых автосцепка соединяется с рамой вагона. Описание устройства упряжного аппарата дано в п. 56. Основной частью упряжного аппарата является поглощающий аппарат или **поглотитель**, назначение которого заключается в том, чтобы **смягчать** удары. Особенность упряжного аппарата автоматической сцепки заключается в том, что он должен воспринимать от сцепки и передавать на раму вагона не только растягивающие, но и сжимающие усилия, превращая удары в сравнительно плавное **повышений** силы, передаваемое на хребтовые балки.

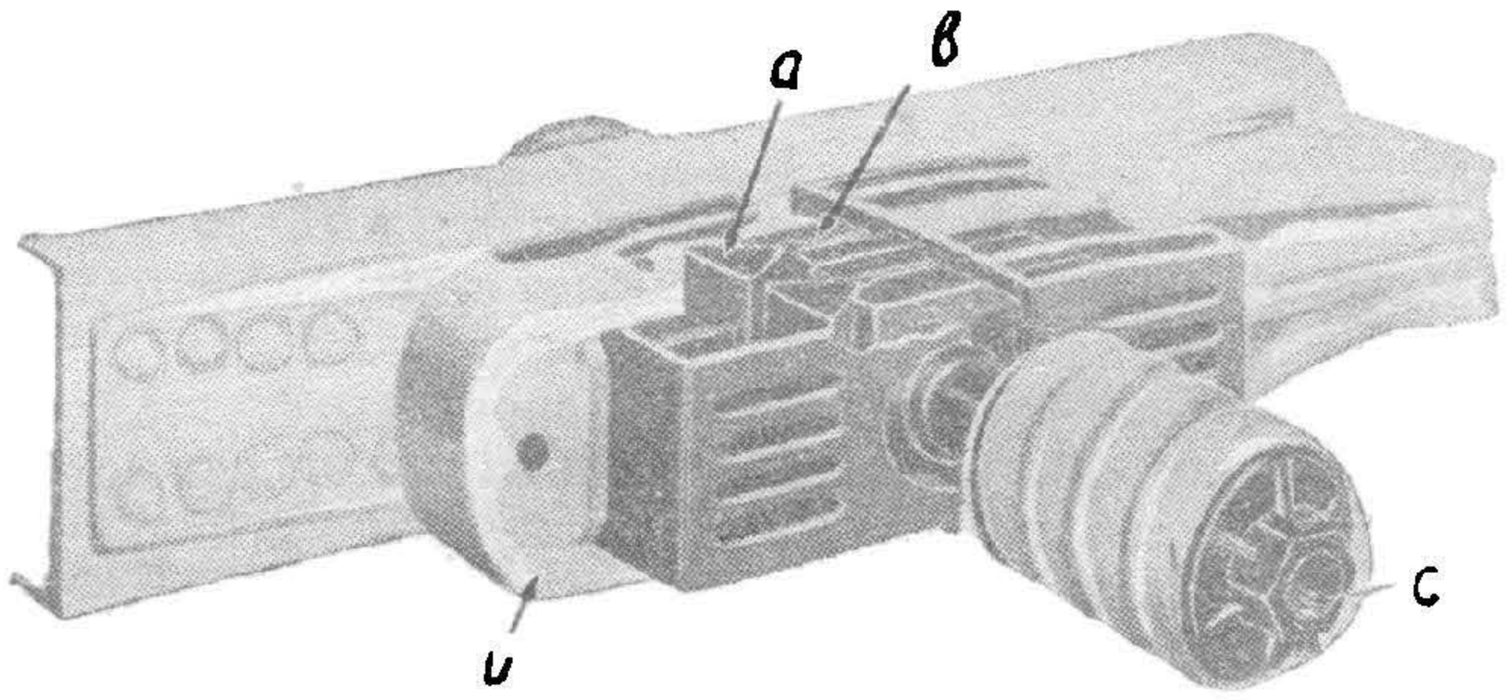


Рис. 235.

Конструкций поглощающих аппаратов очень много. В одних из них усилия и удары воспринимаются пружинами, которые их смягчают, но уничтожить совершенно не могут, в результате чего появляется отдача или оттяжка поезда. Другие аппараты, кроме пружин, имеют клиновидные детали, скользящие при нажатии одна по другой и поглощающие живую силу удара трением. Действие пружин в этих аппаратах двоякое. С одной стороны, они при сжатии увеличивают давление на трущиеся поверхности—с другой стороны, создают отдачу, достаточную для растяжения сжатого поезда, но недостаточную для его разрыва. Это объясняется тем, что при отдаче значительная часть работы пружин опять-таки поглощается трением скользящих друг по другу клиновидных деталей.

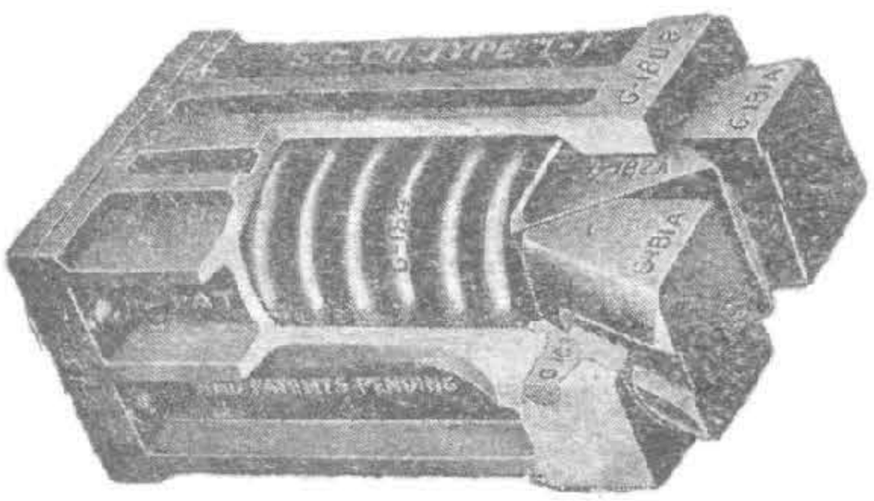


Рис. 236

В изображенном на рис. 235 фрикционном приборе Кардвелл стержень сцепной головки заканчивается скобою *и*, в которой в рамке, состоящей из двух половинок, помещается комплект клиньев *а* и *б*, прижимаемых один к другому спиральными пружинами *С*. При передвижении стержня сцепной головки в ту или другую сторону передняя или задняя рамка упирается в соответствующий останов и с этого момента на-

НВ УДУТ (ДИТ)

чинается скольжение с трением между собою клиньев аппарата, сопровождающееся возрастанием силы сопротивления аппарата и рассеиванием получаемой при толчках работы.

В других конструкциях, например Сешонс (рис. 236), пружина помещается в скобе, соединенной со стержнем сцепной головки и опирается на систему фрикционных клиньев *к*.

В аппарате Нейшенэл (рис. 237, 237*а* и 237*б*) сжатию аппарата сопротивляются две пары пружин *1* и *2*, но между обоймой *3* и седлом *5* зажаты два сегмента *4*, которые прижимаются к центральному стержню; при сжатии аппарата сегменты трутся о стержень, поглощая часть работы сжатия. Трение между сегментами и обоймой и между сегментами и седлом уменьшено бронзовыми пластинками. Во избежание заедания и выработки уступов на стержне при неполных ходах аппарата давление сегментов на стержень в набегающих (тупых) частях гораздо меньше, чем в острых частях (под обоймой). Аппарат показал очень хорошие качества.

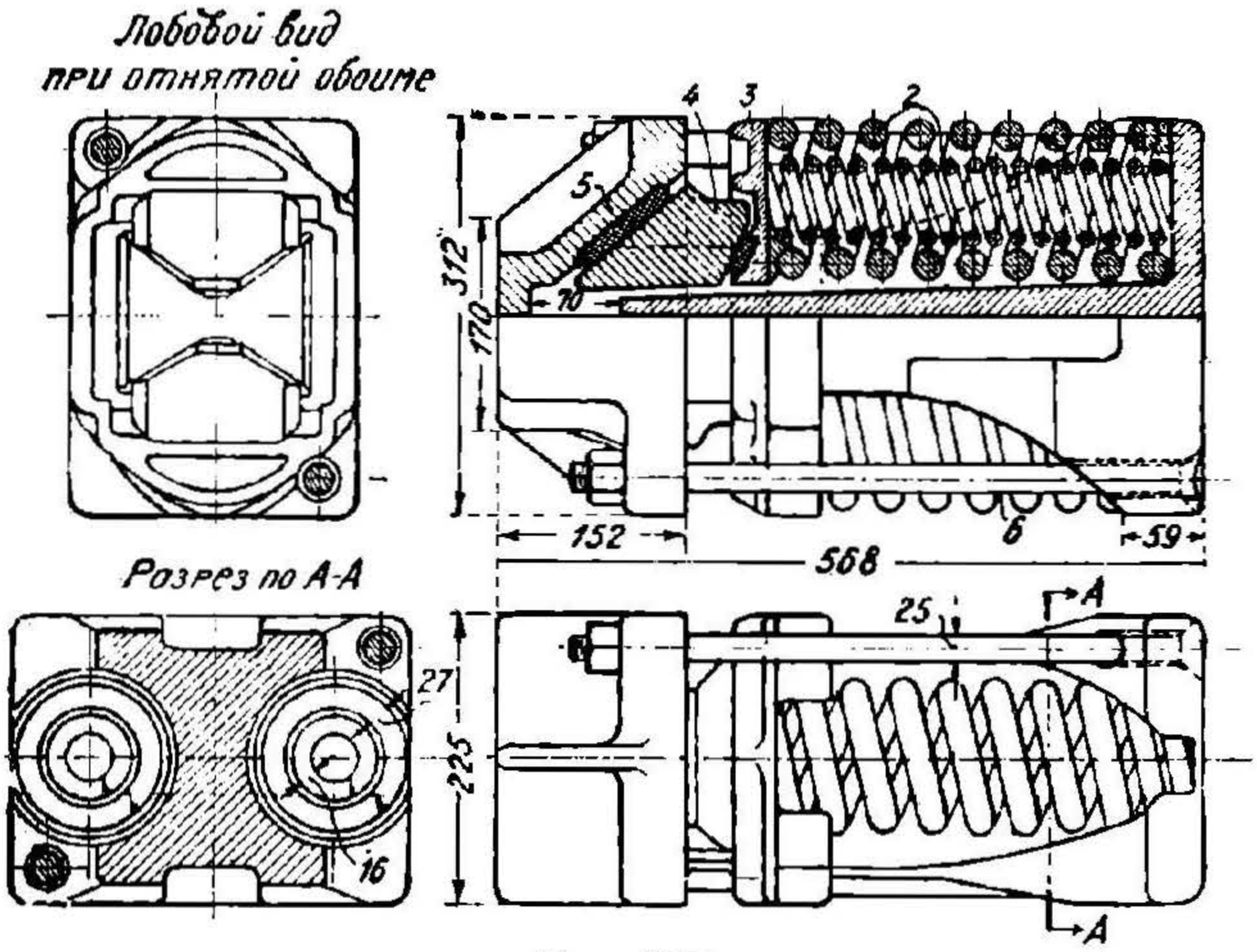


Рис. 237.

В аппарате Во-Гуд (рис. 238) при сжатии его посредством двух клиньев *1* и *2* сжимается двойная спиральная пружина *6* и пара листовых рессор *3*. Трение возникает между клиньями и пластинами, предохраняющими кожух от износа, а также между клиньями и наружной и внутренней упорными плитами *5*.

Изображенный на рис. 239 аппарат Эджеуотер резко отличается от других типов поглощающих аппаратов. Его рабочим органом является пружина, состоящая из колец, заключенных в кожух. Два внутренних кольца—разрезные, остальные—цельные. При сжимании аппарата сначала сходятся концы разрезных колец, что происходит довольно легко на ходе около 15 *мм*. При дальнейшем сжимании аппарата внутренние кольца сжимаются, наружные растягиваются и все кольца сближаются между собой. При сжатии аппарата на 65 *мм* концевая упорная чашка становится вровень с обрезом кожуха и избыток сжимающей силы передается жестко по кожуху. Перед сборкой трущиеся поверхности колец смазываются графитовой мазью, и кожух склепывается. Кольца—из хромомарганцевой термически обработанной стали. Аппарат хорош по качествам, но имеет большую отдачу.

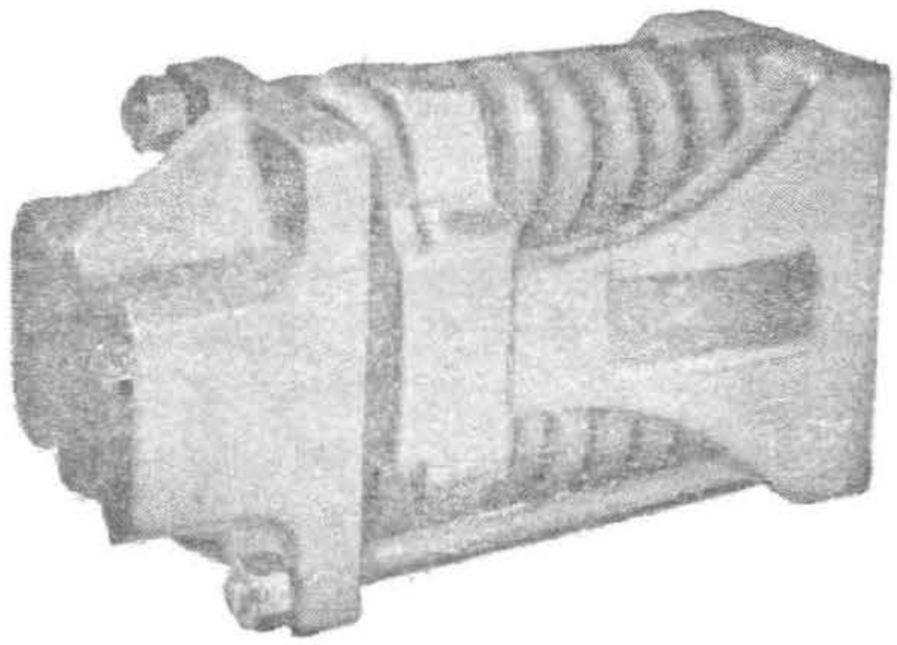


Рис. 237а.

Для советской автосцепки тип поглощающего аппарата еще не выбран, так как пока внимание было заострено на выборе конструкции головки автосцепки. В настоящее время уже имеется несколько конструкций поглощающих аппаратов наших изобретателей. На рис. 240 изображен пружинно-фрикционный аппарат Костлана, состоящий из двух пар фрикционных тел *а* и *б* и спиральных пружин *в*, оказывающих сопротивление перемещению тел *б* при нажатии на них тел *а* и возвращающих их в прежнее положение по прекращении этого нажатия. На рис. 241 изображен пружинно-фрикционный аппарат ИРТ (Института реконструкции тяги); здесь три фрикционных кольца *а* заключены между двумя шайбами *б* и *в*, вставленными в стакан *г*. Шайба *в* опирается на пружину *д*. Шайба *б* соединена болтами *в* с фланцами стакана *г*.

НБ УДУМТ (ДІІТ)

Поглощающий аппарат помещается в скобе, изображенной на рис. 242. Скоба соединяется со стержнем головки автосцепки клином. Клин имеет параллельные грани, а отверстие *б* для него в скобе—скошенные грани. Благодаря этому клин имеет возможность бокового перемещения и позволяет стержню сцепки отклоняться на некоторый угол от продольной оси вагона, что необходимо при сцепке вагонов на кривых. Для удержания клина в отверстии скобы служит болт, пропущенный через отверстие *г* ушка скобы. Клин опирается своим нижним вырезом на этот болт.

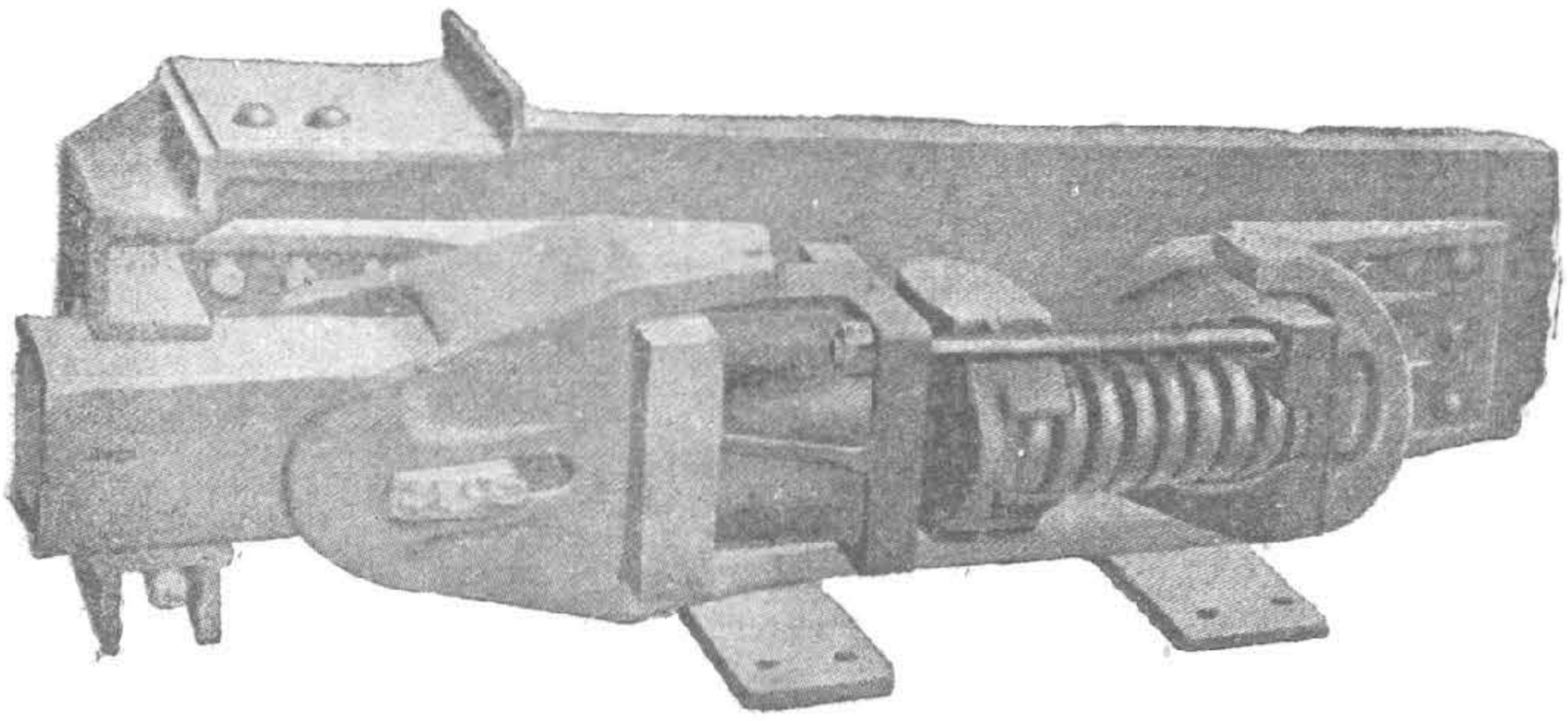


Рис. 237б.

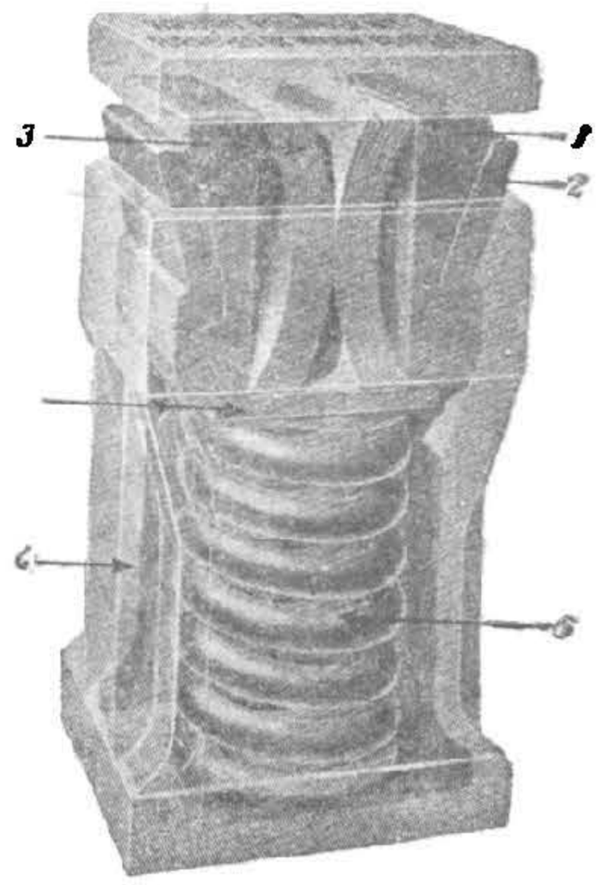


Рис. 238.

На буферном брусе в месте выреза для автосцепки ИРТ устанавливается розетка, изображенная на рис. 243 и 243а. Эта розетка имеет назначением, во-первых, воспринимать удары головки автосцепки в тех случаях, когда поглощающий аппарат будет сжат доотказа, и, во-вторых, для направления (центрирования) головок автосцепки при сцеплении. Как видно из рис. 243-*а* боковые стенки *а* розетки имеют в плане вид раструба для того, чтобы не препятствовать боковому перемещению стержня головки. Для уничтожения же трения стержня о нижнюю стенку розетки нижняя стенка заменена балочкой *б*, качающейся на двух маятниках *в*.

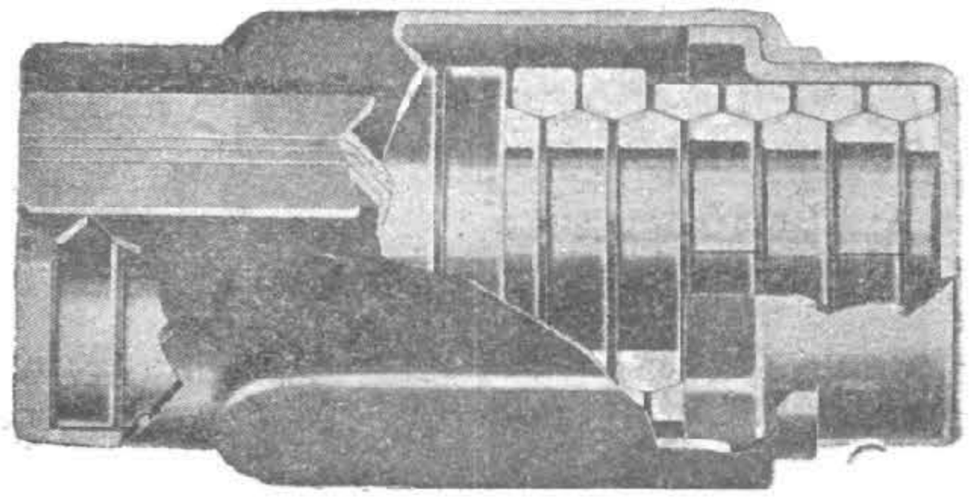


Рис. 239.

65. Особенности автосцепки пассажирских вагонов

При автоматической сцепке ход вагонов менее плавен, чем при наличии боковых буферов. В виду этого в Америке и в Японии в пассажирских вагонах над автосцепкой ставится еще специальный буфер, являющийся обычно частью переходной площадки. Он располагается по оси вагона между полом и поглотителем. Этот буфер препятствует свободной продольной игре вагонов на величину зазора в головках сцепок

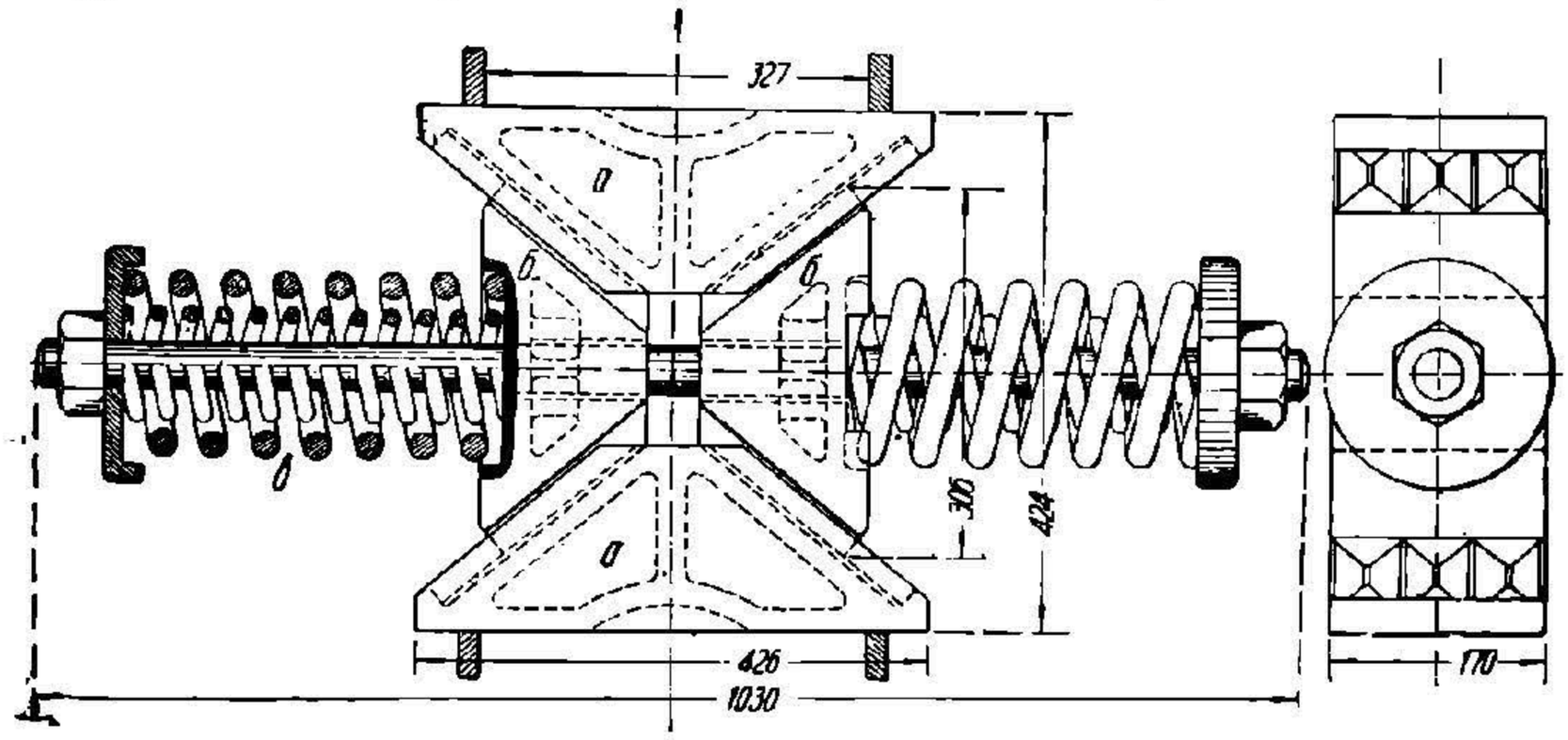


Рис. 240.

УГЭ УАМТ (ДИТ)

и на величины возможных зазоров в поглощающих аппаратах. Трение буфера препятствует свободному вилянию вагонов и способствует быстрому затуханию различных колебаний кузова. Кроме того, он усиливает поглощающее действие поглотителя автосцепки.

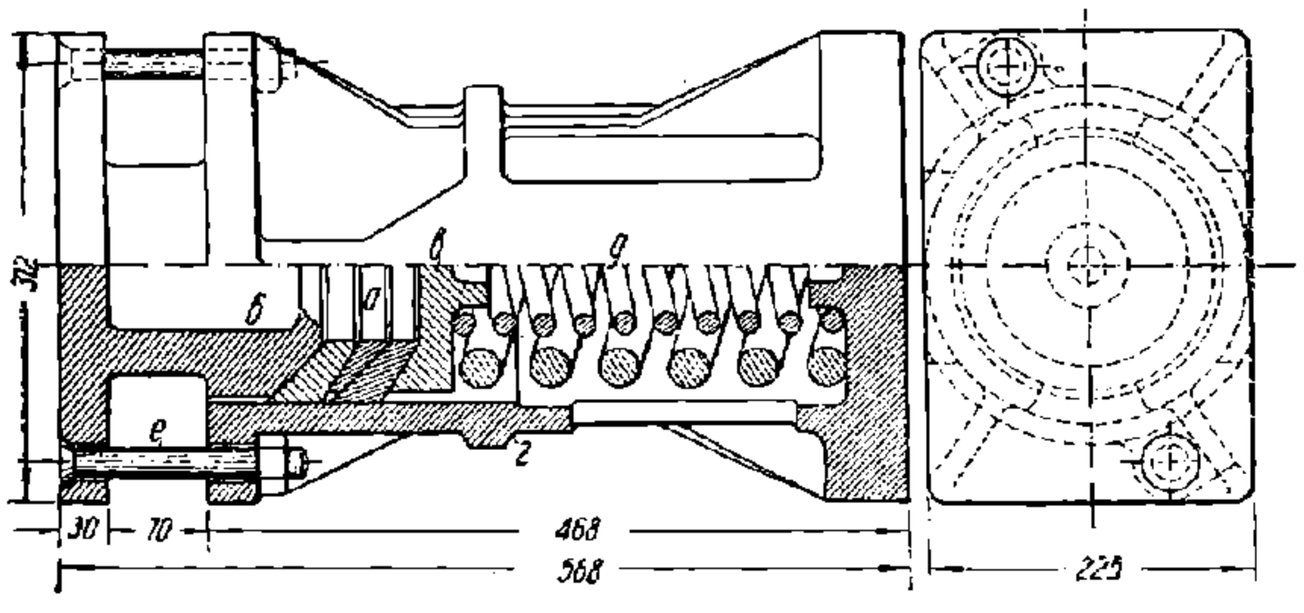


Рис. 241.

Одна из конструкций буферов показана на рис. 244, на которой обозначены: *1*—корпус буфера, *2* и *3*—упорные шайбы, *4*—листовые рессоры, *5*—упорная чашка пружины, *7* и *8*—цилиндрические пружины.

Специальные буфера значительно усложняют и удорожают оборудование пассажирских вагонов автосцепкою. Второе усложнение автосцепки в пассажирских вагонах составляют большие расстояния между шкворнем тележки вагона и буферным брусом, вследствие чего приходится при установке автосцепки предусматривать особые устройства, облегчающие прохождение кривых.

66. Переход с винтовой сцепки на автоматическую

Переход на автосцепку требует более или менее продолжительного периода, в течение которого в поездах будут ходить вагоны, оборудованные автосцепкой, и вагоны со старой упряжью. Поэтому необходимо найти способ, при котором можно было бы сцеплять обе категории вагонов, или же выработать какой-либо иной метод, при котором возможно было бы перейти от старой упряжи к автосцепке. Для решения этой задачи переходного периода до сих пор предложены три способа.

1-й способ основан на группировке вагонов и имеет три варианта русских инженеров Нольтейна, Леви и Перекрестова. Способ Нольтейна состоит в том, что вагоны, выпускаемые из периодического ремонта, снабжаются с одной стороны автосцепкой, все вагоны соединяются попарно автосцепками, имея на других концах старую упряжь. Так спаренными эти вагоны ходят до окончания этого процесса. К этому времени все паровозы должны быть оборудованы наравне со старой упряжью также и автосцепками. По окончании этого периода вагоны соединяются попарно своей старой упряжью, имея на концах автосцепку, причем при выходе из периодического ремонта выходят уже одиночками с автосцепкой на обоих концах. Указанная выше перестановка вагонов совершается одновременно по приказу, причем может быть осуществлена так, что вагоны на станциях собираются в составы, а затем

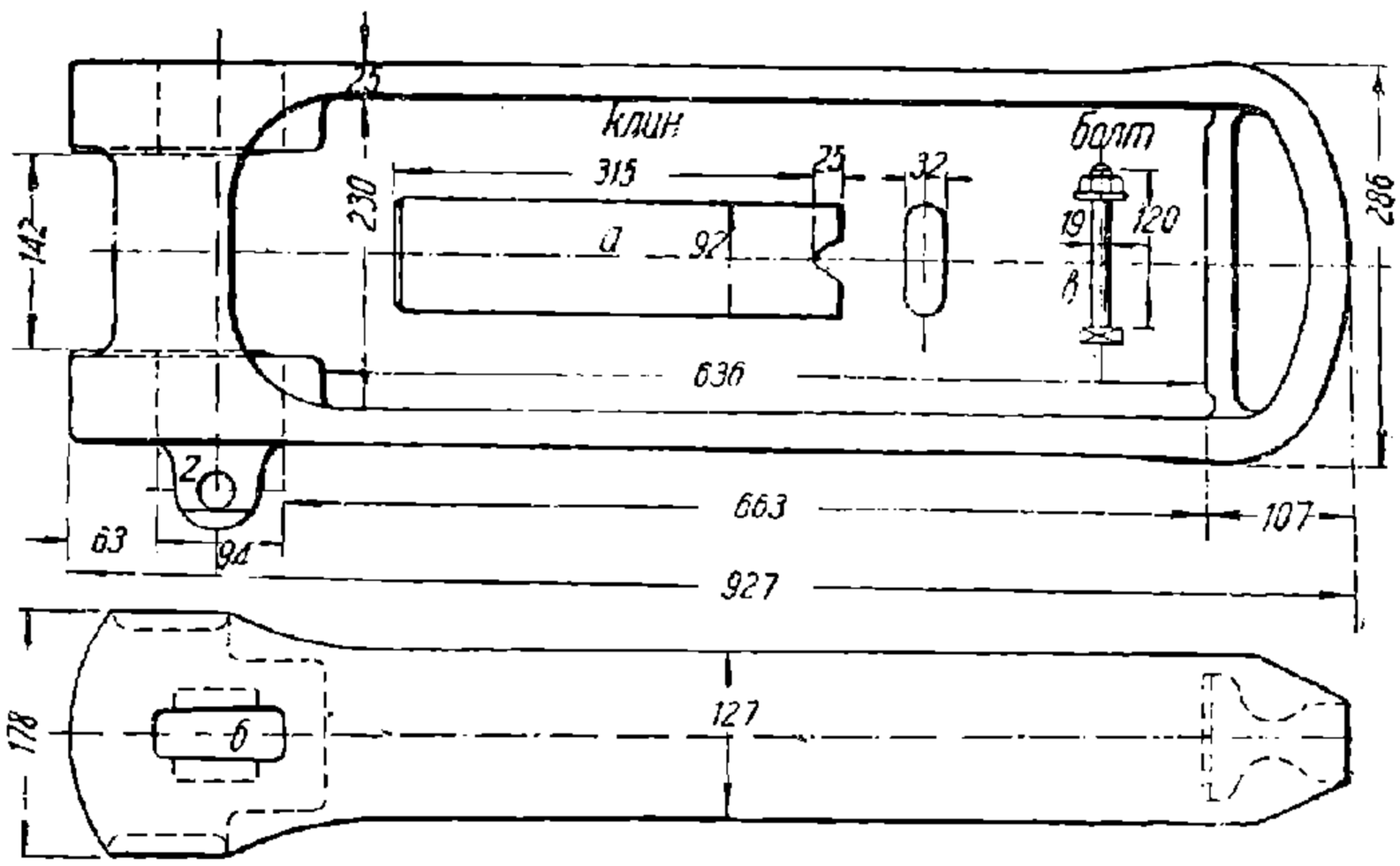


Рис. 242.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

один из концевых вагонов перебрасывается к другому концу состава и вагоны расцепляются попарно так, чтобы старая сцепка осталась между вагонами, а автосцепка— по концам.

Варианты Леви и Перекрестова представляют видоизменения и, по мнению авторов, упрощение способа Нольтейна.

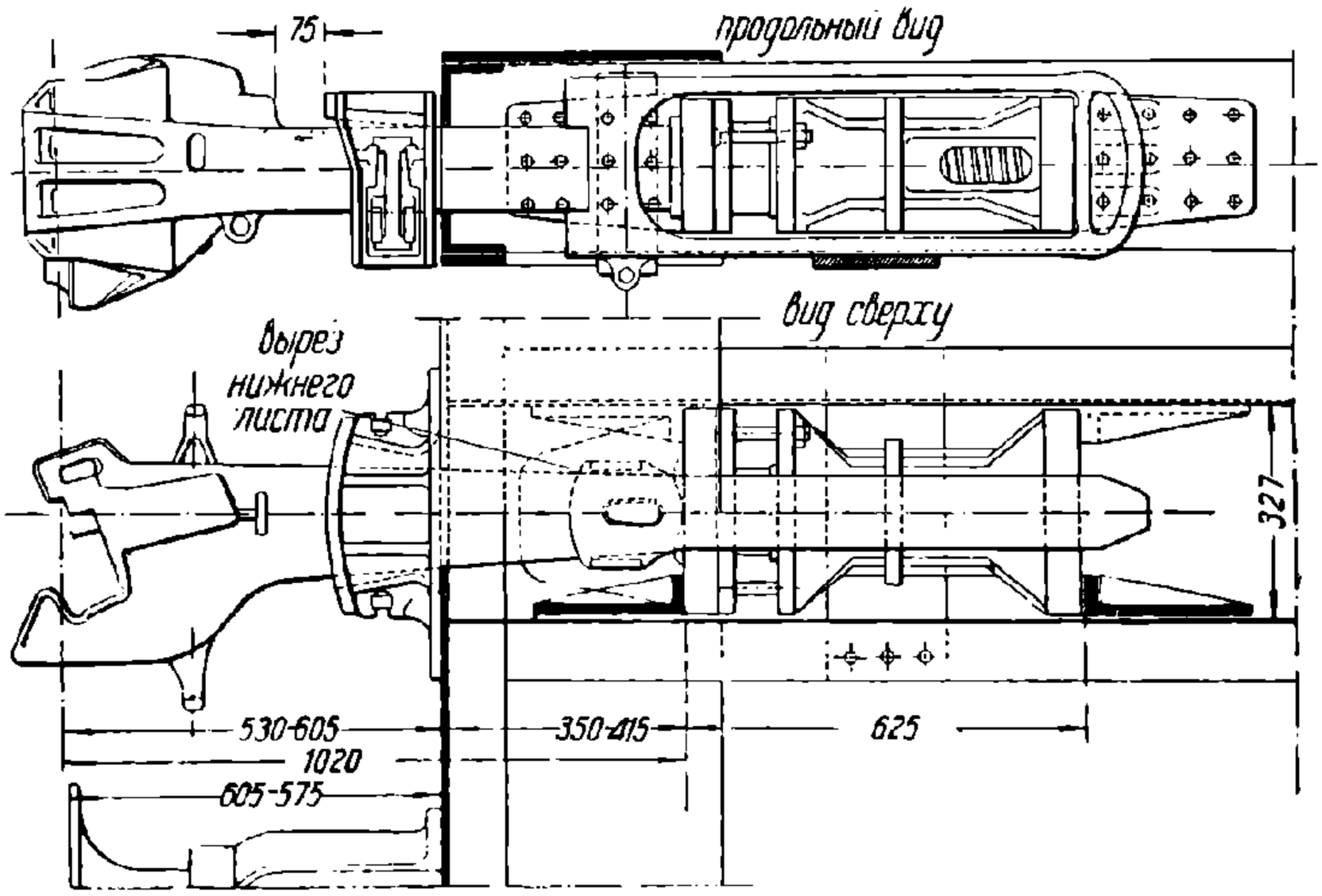


Рис. 243.

2-й способ осуществлен в Японии. В течение всего переходного периода (7 лет) японцы приспособляли рамы своих вагонов для автосцепки и заготовляли полное количество автосцепок, собранных вместе с ударно-тяговыми аппаратами. По мере заготовки вагонов и автосцепок последние прикреплялись книзу, к раме вагона, болтами, а старая упряжь оставалась на месте. Следовательно, вагоны ходили на старой упряжи и возили с собой приготовленную к постановке автосцепку. Когда весь процесс был окончен, движение было остановлено на сутки, старая упряжь была снята, а на место ее поставлена автосцепка.

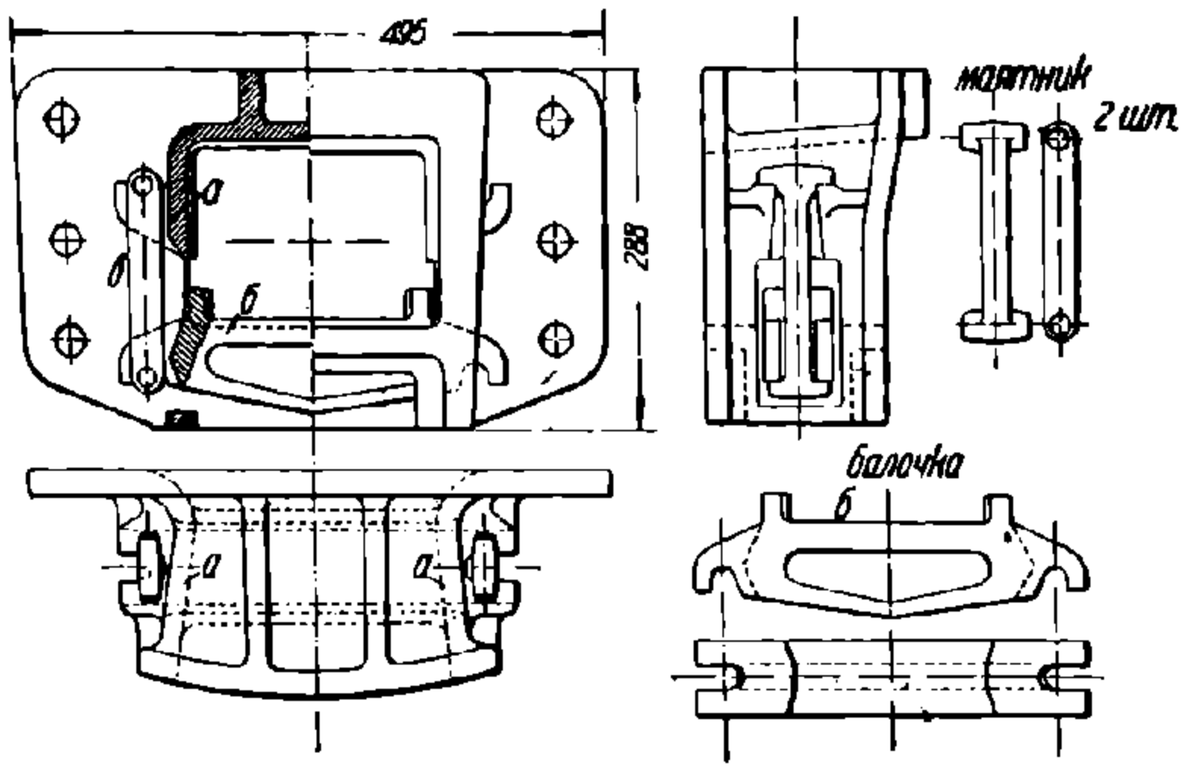


Рис. 243а.

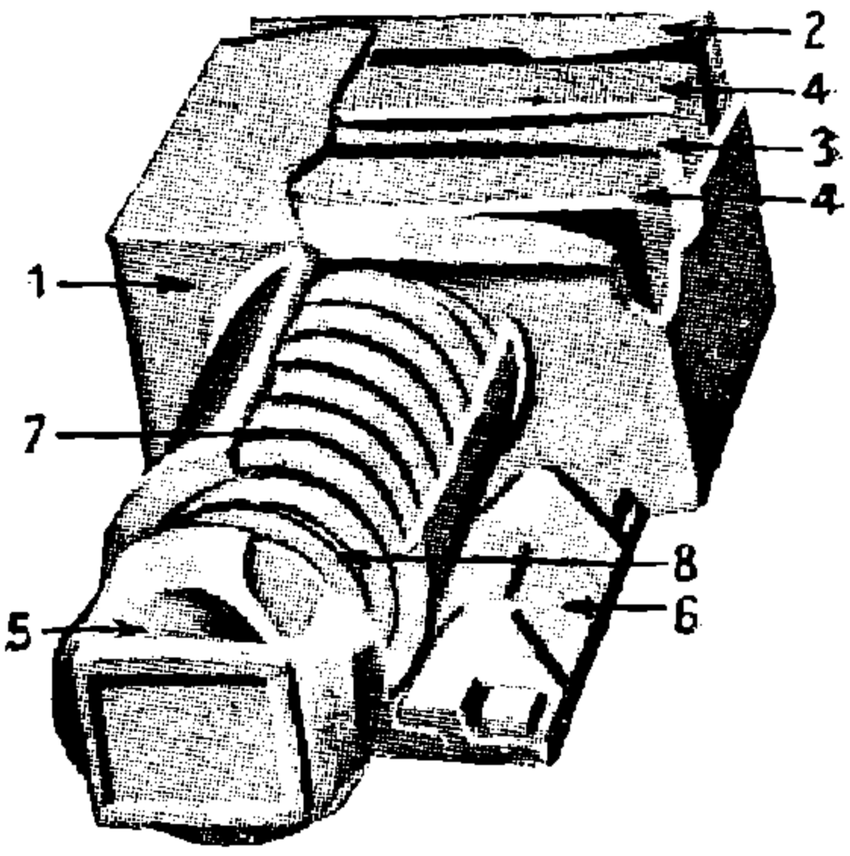


Рис. 244.

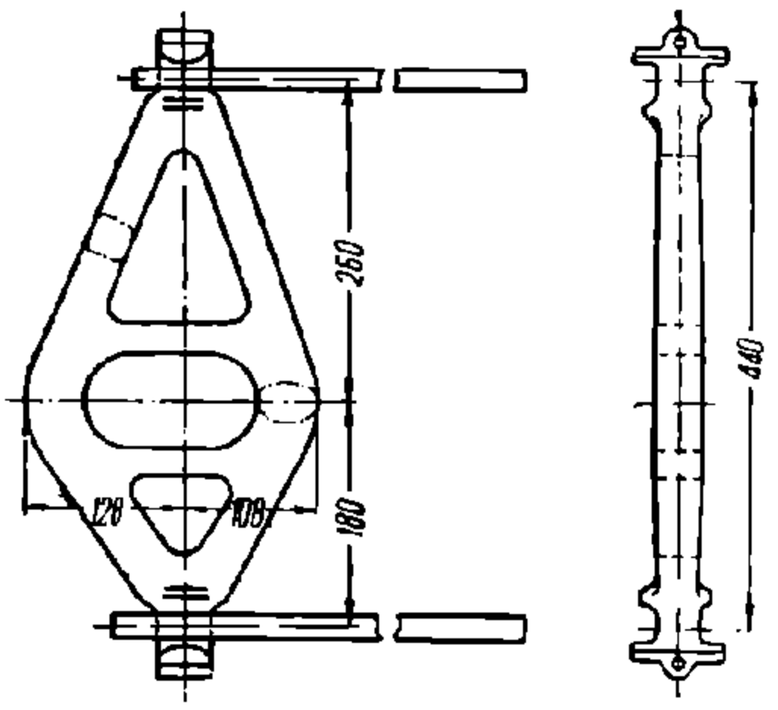
3-й способ. Автосцепка конструируется так, что может быть снабжена переходной стяжкой с таким расчетом, чтобы вагон, снабженный автосцепкой, мог без затруднения сцепиться при помощи переходной стяжки с крюком несквозной упряжи вагона. При этом буфера сохраняются в течение переходного периода. Последний способ следует считать наиболее приемлемым.

Способы, основанные на группировке вагонов, имеют ряд недостатков, усложняющих эксплоатацию, в особенности при массовых перевозках. Японский способ,

НБ УДИИТ (ДИТ)

осуществимый на небольшой территории и при небольшом сравнительно количестве вагонов Японии, неприемлем на огромной территории СССР при 600 000 единиц подвижного состава, так как он грозит затормозить движение на продолжительный срок. Третий способ при удачной конструкции автосцепки и переходной стяжки является наиболее простым, дающим возможность вполне бесперебойно перейти к автосцепке.

Переходные стяжки могут быть различных конструкций. Одна из них (рис. 245) представляет собою стальную траверсу с двумя тягами по бокам ее (рис. 245а). Траверса надевается на крюк обыкновенной сцепки, а ее тяги своими скобами—на уши автосцепки. Другое приспособление, позволяющее изготовить автосцепку без ушей, изображено на рис. 246. Оно состоит из двухзвенной цепи, снабженной на одном конце камнем, закладываемым в зев автосцепки. Противоположная скоба забрасывается на крюк.



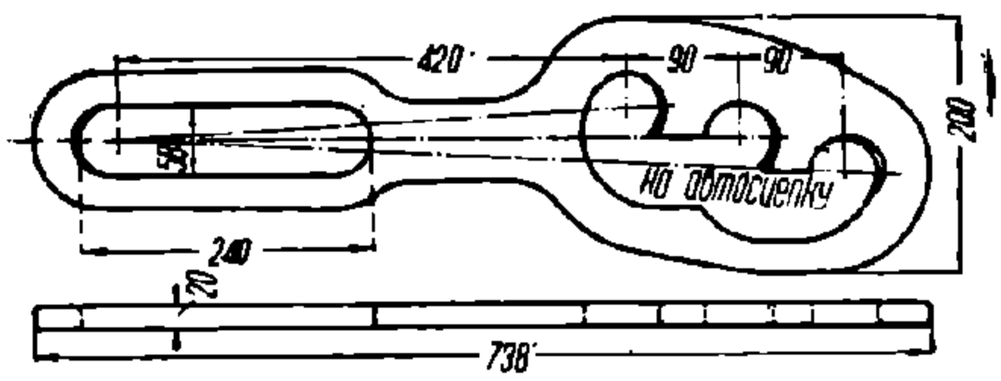


Рис. 245а.

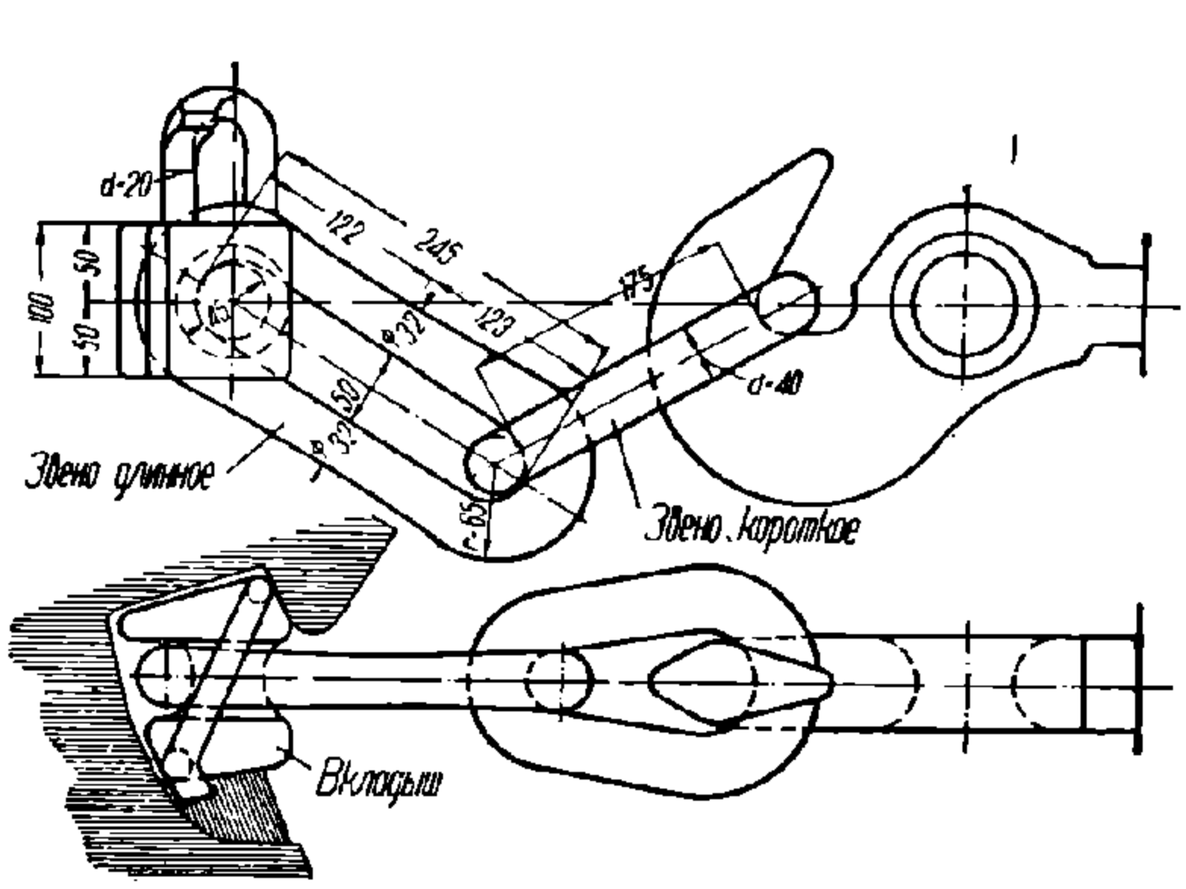


Рис. 246.

Переоборудование подвижного состава на автосцепку будет совершаться в течение нескольких лет. Начало оборудования вагонов автосцепкою намечено в 1934 г. Для получения от автосцепки наибольших выгод в первые же годы ее применения необходимо вести оборудование вагонов таким порядком, чтобы часть поездов полностью составлялась из вагонов с автосцепкой, т. е. использовать эти вагоны в маршрутных поездах. Для выполнения этого условия нужно в первую очередь оборудовать большегрузные крытые вагоны, полувагоны и цистерны. Оборудование должно приурочиваться к периодическому ремонту. Для уменьшения расходов по замене сцепных приборов вновь весь выпускаемый с заводов подвижной состав должен снабжаться автосцепкой, причем в первые годы с переходной стяжкой и с буферами. Паровозы должны оборудоваться автосцепкой с таким расчетом, чтобы к моменту выпуска вагонов на автосцепке все паровозы были снабжены автосцепкой с переходной стяжкой.

РАЗДЕЛ VI

ГРУЗОВЫЕ ВАГОНЫ

67. Типы крытых грузовых вагонов

Грузовые вагоны можно подразделить на четыре основные группы: 1) крытые, 2) платформы, 3) полувагоны и 4) цистерны. Каждая из этих групп в свою очередь подразделяется на несколько разновидностей в зависимости от назначения и устройства вагонов. Остановимся пока на крытых вагонах, об остальных же будет сказано в последующих параграфах.

Имеющиеся на наших железных дорогах крытые грузовые вагоны можно подразделить на две категории: 1) малой подъемной силы и 2) большегрузные. К вагонам малой подъемной силы относятся все 2-осные вагоны, а именно: подъемной силы 20 *т*

НТБ УДУЖТ (ДІІТ)

американской постройки и нашей постройки, вагоны нормального типа (рис. 247) и вагоны ненормального типа. Вагоны малой подъемной силы разных типов отличаются один от другого размерами и устройством кузова и рамы. В вагонах 20-тонных рама с хребтовыми балками железная, стойки кузова тоже железные. В вагонах нормального типа рама без хребтовой балки, у нее железные только боковые швеллера и буферные брусья, прочие же брусья деревянные, стойки кузова также деревянные. Крытых вагонов малой подъемной силы у нас уже не строят, и вагонный парк, как было сказано в начале настоящей книги (раздел I), пополняется исключительно большегрузными вагонами. Выше уже говорилось, что замена вагонов малой подъемной силы вагонами большегрузными диктуется условиями нашего социалистического хозяйства. Но помимо этого, необходимо отметить следующие преимущества большегрузных вагонов.

1. Тара вагона, приходящаяся на единицу веса груза или, иначе говоря, отношение тары к подъемной силе у большегрузного вагона меньше, нежели у малогрузного, одинаковой с ним прочности, ибо у большегрузного вагона вес упряжных и ударных приборов, концевых стен, буферных брусьев, колесных пар и других частей, одинаковых

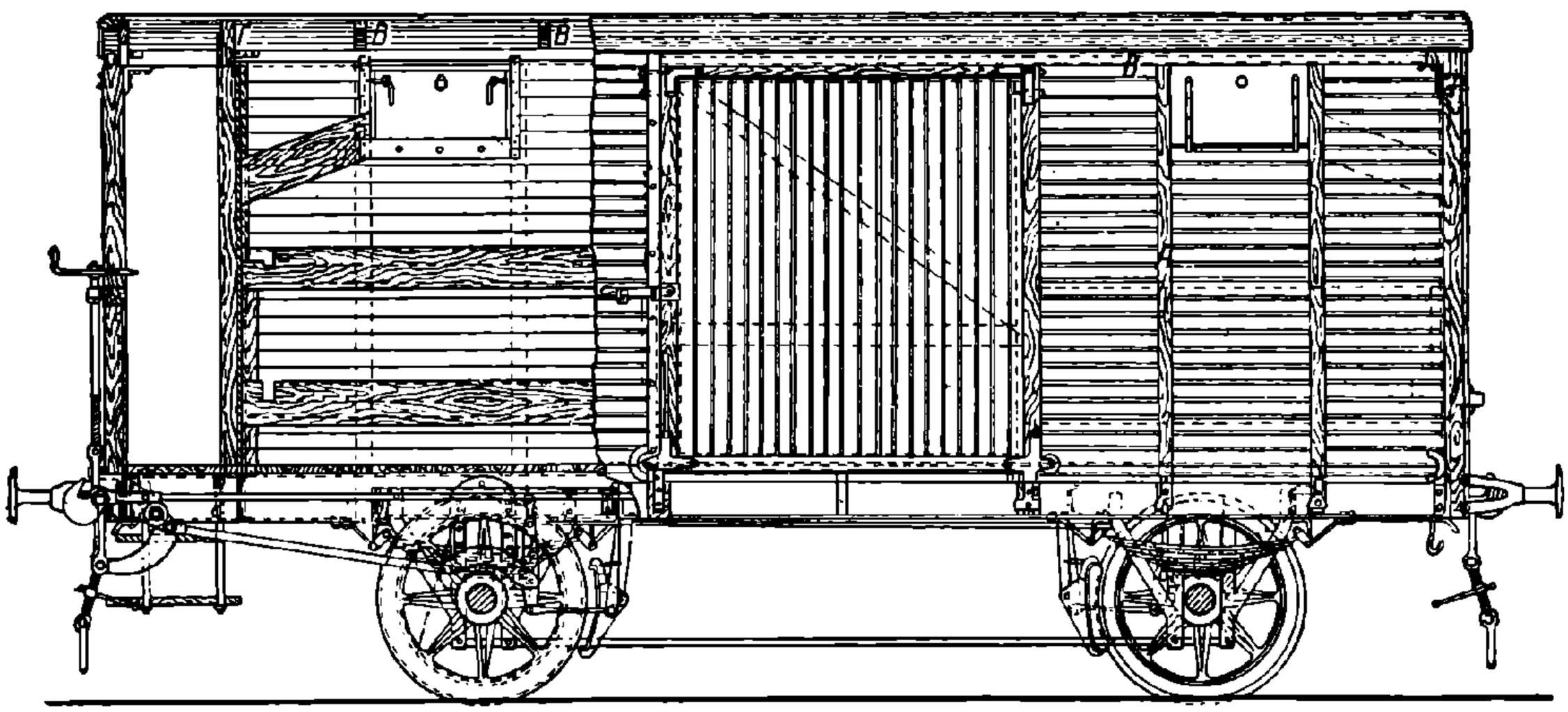


Рис. 247.

с соответственными частями малогрузных вагонов, приходится на больший вес перевозимого в вагоне груза. Вместе в этим понижается и стоимость вагона, приходящаяся на 1 *т* подъемной силы его.

2. Поезд, составленный из большегрузных вагонов, значительно короче поезда, составленного из малогрузных вагонов при одном и том же весе груза. Следовательно, большегрузные вагоны дают возможность увеличивать мощность паровозов и в связи с этим вес поездов, не увеличивая в то же время длину станционных путей.

3. Тяговая сила локомотива лучше используется в виду того, что благодаря уменьшению тары вагонов возможно больше перевезти груза, не увеличивая общего веса брутто поезда.

4. Сопротивление движению поезда, составленного из большегрузных вагонов, меньше, чем поезда такого же веса, составленного из малогрузных вагонов, так как большегрузные вагоны, имеющие тележки, легче проходят закругления пути, чем малогрузные вагоны на обыкновенных осях. Кроме того, вследствие меньшей длины поезда, состоящего из большегрузных вагонов, уменьшается сопротивление движению, вызываемое давлением ветра на боковые стенки вагонов, а уменьшение числа вагонов в таком поезде связано с уменьшением числа лобовых стенок, оказывающих сопротивление движению вследствие давления на них воздуха. Уменьшение же сопротивления движению сопряжено с сокращением расхода топлива паровозами.

5. Уменьшение числа вагонов в поезде влияет на уменьшение повреждений вагонных частей, на сокращение маневровой работы, на сокращение поездных документов, на уменьшение расходов по обслуживанию вагонов и т. п.

НЕ УДУПГ (ДИТ)

6. Повышается безопасность движения поездов в виду большей прочности большегрузных вагонов.

Крытые большегрузные вагоны строятся у нас одной определенной конструкции, описанной в последующих параграфах. Они имеют железную раму с хребтовыми балками и железную обрешотку кузова, скрепленную с боковыми швеллерами. Подъемная сила их 50 *m*. Кроме этих большегрузных вагонов, в парках железных дорог имеются вагоны прежней постройки:

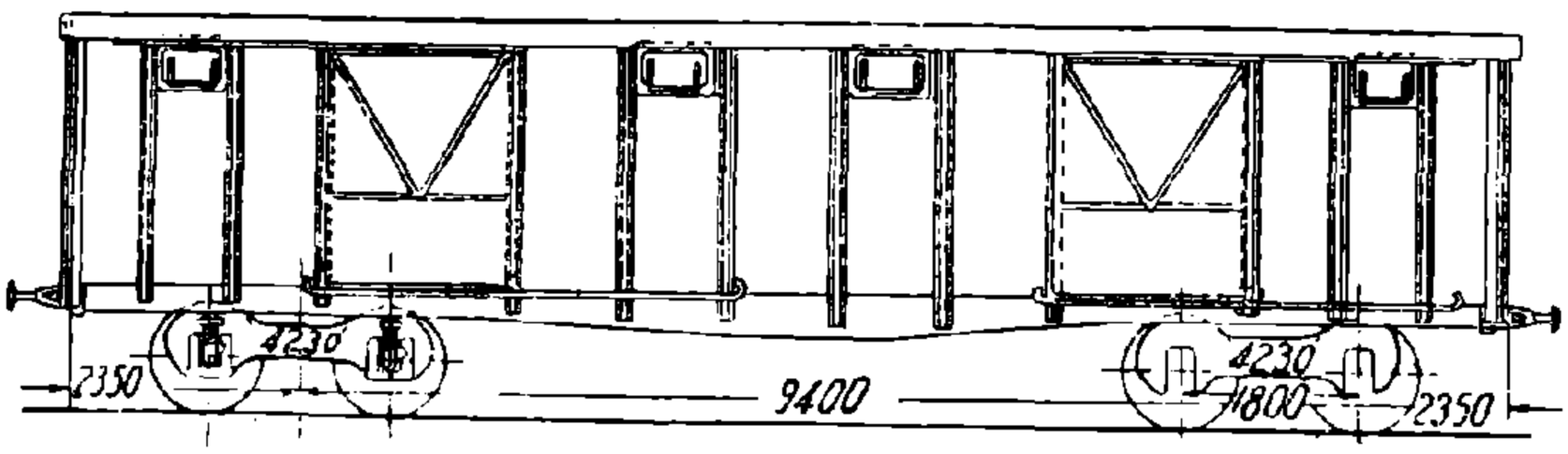


Рис. 248.

1. Московско-Казанской ж.-д. системы Нольтейна, подъемной силы 33 *m*. Эти вагоны на 4 связанных свободно установливающихся осях, рама их железная без хребтовой балки, стойки кузова деревянные.

2. Вагоны Фокс-Арбеля (рис. 248) подъемной силы 37 *m*, на двух тележках того же наименования; рама их железная, боковые швеллера штампованные, уширены в средней части, стойки кузова железные, в кузове 4 двери и 8 люков.

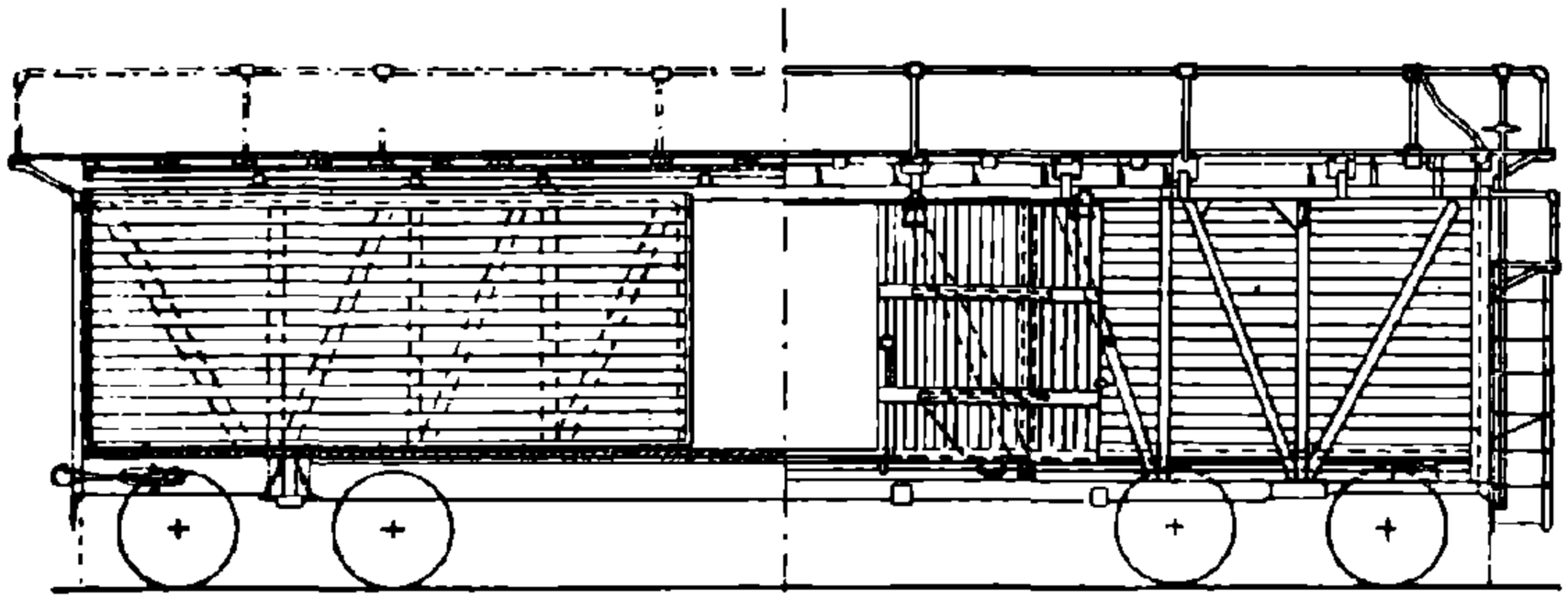


Рис. 249.

3. Вагоны американской постройки (рис. 249) подъемной силы 40 *m*, на тележках Даймонд; рама их с хребтовыми балками, обрешотка кузова железная. Тормозная площадка устроена на крыше.

Размеры кузовов грузовых вагонов находятся в зависимости от подъемной силы, причем увеличение подъемной силы отражается главным образом на длине кузова. Размеры основных типов грузовых вагонов приведены в следующей таблице:

Тип вагона	Число осей	Подъемн. сила в *m*	Размеры кузова в *мм* (внутри)		
			длина	ширина	высота
Нормальный тормозн.	2	16,5	6 400	2 743	2 220
Канадский нетормозн.	2	20	6 950	2 743	2 350
20-тонн постройки СССР	2	20	6 600	2 750	2 500
Моск.-Казанской ж. д. системы Нольтейна	4	33	10 970	2 743	2 220
Фокс-Арбель нетормозн.	4	37	14 056	2 826	2 530
Американский	4	40	12 640	2 667	2 375
Большегрузный постройки СССР	4	50	13 000	2 750	2 750

НЕ УДУТТ (ДІІТ)

Перечисленные вагоны пригодны для перевозки разнообразных грузов и носят название обыкновенных крытых или крытых общего пользования. Помимо них существуют крытые вагоны специального назначения: автомобильные, изотермические, скотские, птичьи, для взрывчатых веществ.

Автомобильный вагон отличается от обыкновенного вагона тем, что боковые двери его значительно шире, и, кроме того, одна из лобовых стенок делается в виде двухстворчатой двери во всю ширину и высоту вагона для удобства погрузки больших автомобилей. Небольшие автомобили грузятся в два яруса, для чего в автомобильном вагоне устраивается временный настил, образующий второй ярус. В автомобильных вагонах перевозится также мебель и другие громоздкие предметы, подвергающиеся порче от атмосферных осадков. Таких вагонов в нашем парке не имеется, но они намечены к постройке.

Вагоны изотермические, скотские, птичьи, для взрывчатых веществ отличаются от обыкновенных вагонов устройством кузова и внутренним оборудованием его. Описание их дано в разделе «Специальные вагоны».

68. Кузов вагонов малой подъемной силы

Остов кузова грузового вагона нормального типа или так называемая о б р е ш о т к а (рис. 247) состоит из ряда деревянных стоек, укрепленных на раме и соединенных вверху обвязкой и потолочными д у г а м и. С т о й к и служат для укрепления досок, образующих стены кузова, а п о т о л о ч н ы е д у г и—для устройства крыши вагона.

Торцовые стойки прикреплены болтами к б у ф е р н ы м брусьям, а боковые—к к р о н ш т е й н а м, прикрепленным к швеллерам вагонной рамы. Поверху стойки соединены обвязочной рамой *Б*, в которую они входят шипами. В обвязочной раме укреплены две концевые ф р а м у г и *Г* и промежуточные потолочные д у г и *В*. Угловые стойки *Д* и дверные *Е*—дубовые, а промежуточные *А* и концевые—сосновые, обвязочная рама и фрамуги сосновые, потолочные дуги—сосновые, дубовые или ясеневые. Боковые деревянные стойки кузова товарного 2-осного вагона прикрепляются болтами к кронштейнам *м*, прикрепленным к швеллерам *н* рамы, как показано на рис. 250. Каждая стойка укрепляется двумя болтами *з*, причем болты пропускаются через железные латы *т*, которые охватывают стойку снаружи (рис. 251). Верхние концы стоек врубаются шипами в обвязочную раму.

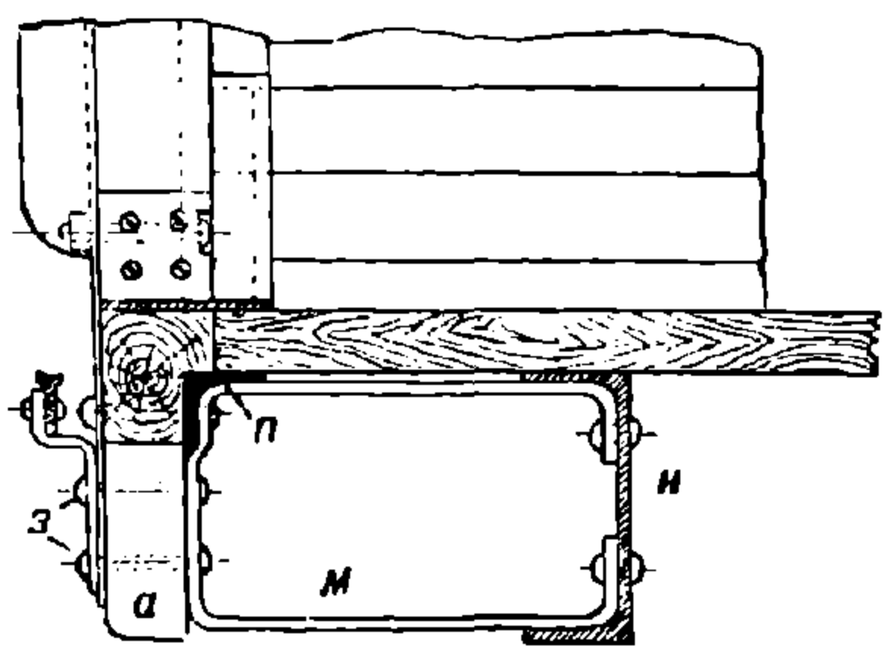


Рис. 250.

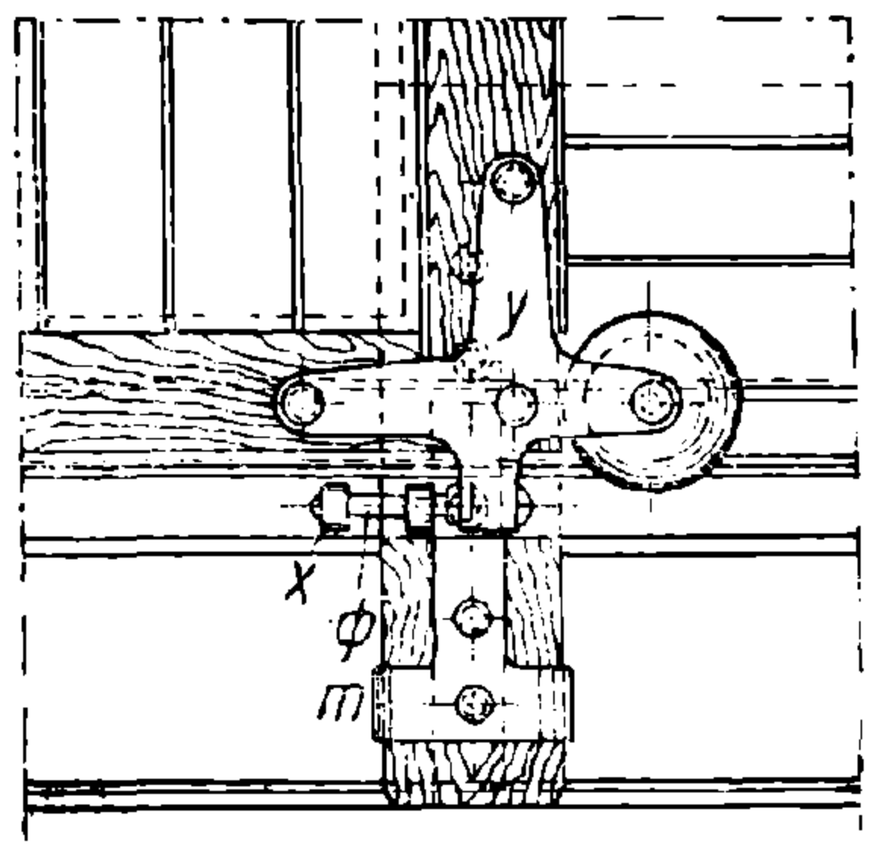


Рис. 251.

Дуги изготовляются: или железные таврового сечения в 70×35×6 *мм*, или деревянные сечения 51×51 *мм*. Деревянные дуги, приходящиеся у дверных стоек, армируются полосовым железом 50×10 *мм* или делаются сечением 64×102 *мм* без армировки. Для деревянных дуг применяется дуб или сосна или порода дерева, по качествам своим не хуже этих пород. Деревянные дуги делаются гнутыми, а не выпиленными.

Обрешотка такой системы, называемая с т о е ч н о й, применена и в 2-осных товарных вагонах подъемной силы 20 *т*, но состоит из железных стоек и железной верхней обвязочной рамы.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Все стойки кузова и раскосы лобовых стен изготовляются из углового железа:

а) угловые стойки—равнобокого 90×90×9 *мм*;

б) промежуточные стойки—неравнобокого 90×60×8 *мм*, поставленного широкой полкой к обшивке;

в) концевые стойки и раскосы—неравнобокого 90×60×8 *мм*, поставленного узкой полкой к обшивке;

г) дверные стойки—равнобокого 90×90×9 *мм* и неравнобокого 90×60×8 *мм*.

Для усиления дверных стоек, образования притвора и перекрытия торцовой обшивки приклепываются планки на притворную стойку сечением 130×8 *мм*, а на заднюю стойку—планки сечением 100×8 *мм*. Боковые стойки приклепываются нижним концом к таким кронштейнам, как и в нормальном вагоне, а верхним концом—к обвязочной раме при посредстве прокладок. Стойки концевых стен приклепываются нижним концом к буферному брусу, а верхним—к фрамуге.

Верхняя обвязка делается из углового железа 90×60×8 *мм*, широкая полка которого располагается вертикально, причем короткая полка угольника на долевых стенах обращена наружу, а на лобовых—вовнутрь вагона.

Дуги крыши делаются из корытного железа—профиля 80×45×6. Дуги приклепываются к верхнему обвязочному угольнику.

Концевые фрамуги— деревянные, армированные (т. е. покрытые) листовым железом толщиною 3 *мм*.

Для образования стенок кузова обрешотка зашивается сосновой шелевкой, накладываемой одна на другую в шпунт. Шпунт предохраняет от образования щелей при усушке шелевки. В случае деревянных стоек шелевка прибивается гвоздями с внутренней стороны стоек, причем концы шелевок закладываются в четвертные пазы (фальцы), выбранные в угловых и дверных стойках. В углах кузова внутри, в местах соединения обшивочных стен, прибивают полукруглые штабики для закрытия швов. В случае железных стоек обшивочная шелевка прикрепляется к ним помощью болтов с шестигранными гайками наружу. Болты на промежуточных стойках ставятся через одну обшивку, а на угловых и дверных—в каждую обшивочную доску. Концы болтов расклепываются.



Рис. 252.

Для обшивки употребляются узкая шелевка в 100—112 *мм* шириною, так как в случае недостаточно сухого леса узкая обшивка не так сильно коробится и трескается, как широкая. При высыхании узкой обшивки зазоры получаются менее широкими. Кроме того, при выработке узкой обшивки можно с меньшей тратой материала и с меньшим браком получить шелевку без сучков и трещин.

Форма обшивочной шелевки, показанная на рис. 252 в поперечном разрезе, способствует лучшему стоку воды и предотвращает проникновение ее в паз.

69. Кузов большегрузного вагона

В большегрузных вагонах применяется раскосно-стоечная система обрешотки кузова, которая отличается от стоечной тем, что вертикальные стойки ее соединены между собою посредством раскосов и склепаны с рамой, образуя боковые и концевые фермы.

На рис. 253 представлен наш большегрузный вагон подъемной силы 50 *т*. Обрешотка каждой долевой стены кузова состоит из 2 угловых стоек *H* углового профиля 120×120×10 *мм*, 2 двойных стоек *T* над шкворневыми балками, состоящих каждая из 2 балок зетового профиля 80×65×6 *мм*, 2 дверных *C* и 8 промежуточных стоек *E* зетового сечения 80×65×6 *мм* и 6 раскосов *P* полосового железа, из которых два раскоса, примыкающие к стойкам над шкворневыми балками, имеют сечение 126×8 *мм*, а остальные—сечения 126×6 *мм*.

Обрешотка лобовых стен (рис. 253а) состоит из 2 стоек *Ч* зетового профиля 100×75×6,5 *мм* и 2 раскосов *X* такого же профиля. Верхняя обвязка боковых ферм сделана из балок зетового профиля 100×75×6,5 *мм*, поставленных горизонтально. Нижней обвязкой обрешотки боковых стен служат боковые швеллера рамы профиля 200×100×8 *мм*.

Крыша большегрузного вагона устраивается на отдельной обвязочной раме *C* (рис. 254), независимой от верхней обвязочной рамы *P* боковых и концевых ферм. Обе

НБ УДУНТ (ДІІТ)

обвязочные рамы соединяются между собою болтами. Обвязочная рама *С* крыши состоит из двух продольных полос углового железа профиля 75×75×6 *мм* и из двух железных клепанных концевых фрамуг *а*. На раме укреплены 13 промежуточных дуг из железа корытного профиля 80×45×5 *мм*. Дуги поставлены полками кверху и между ними вставлены деревянные бруски, служащие для укрепления деревянной обшивки крыши. Такая конструкция дает возможность собирать крышу отдельно от стен кузова и ставить ее на вагон, когда стены уже собраны. Обрешотки боковых и концевых стен также могут изготовляться отдельно. Обвязочная рама обрешотки сделана из железа зетового профиля *Р*.

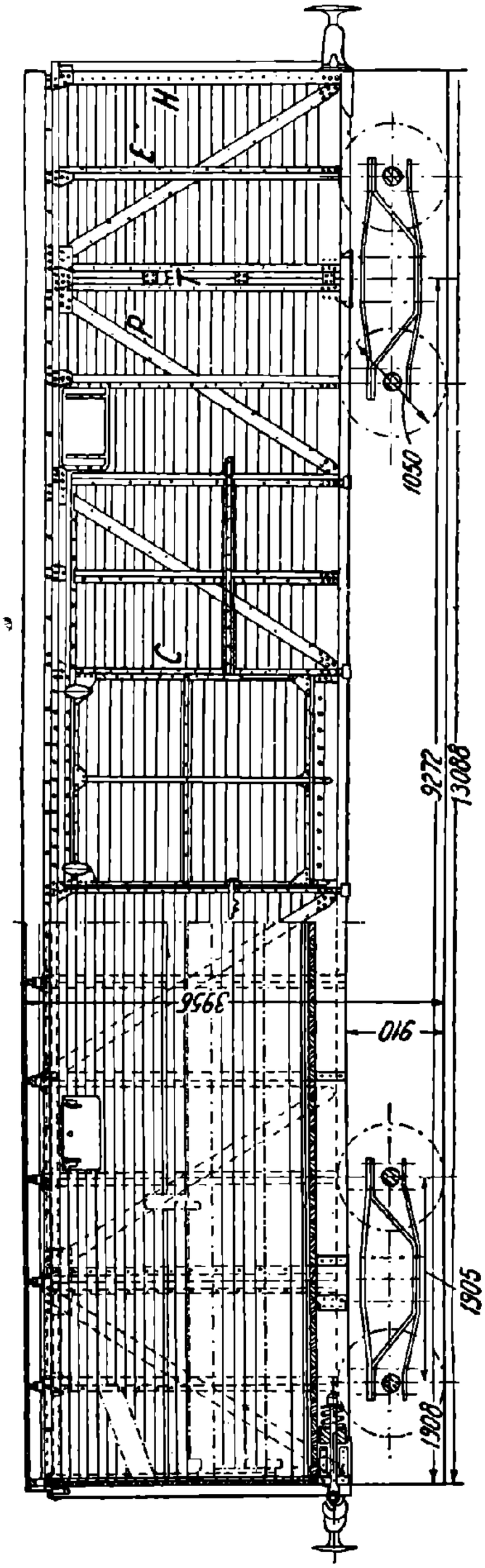


Рис. 253.

Отличительная особенность конструкции кузовов американских крытых вагонов заключается в штампованных стойках и раскосах коры-

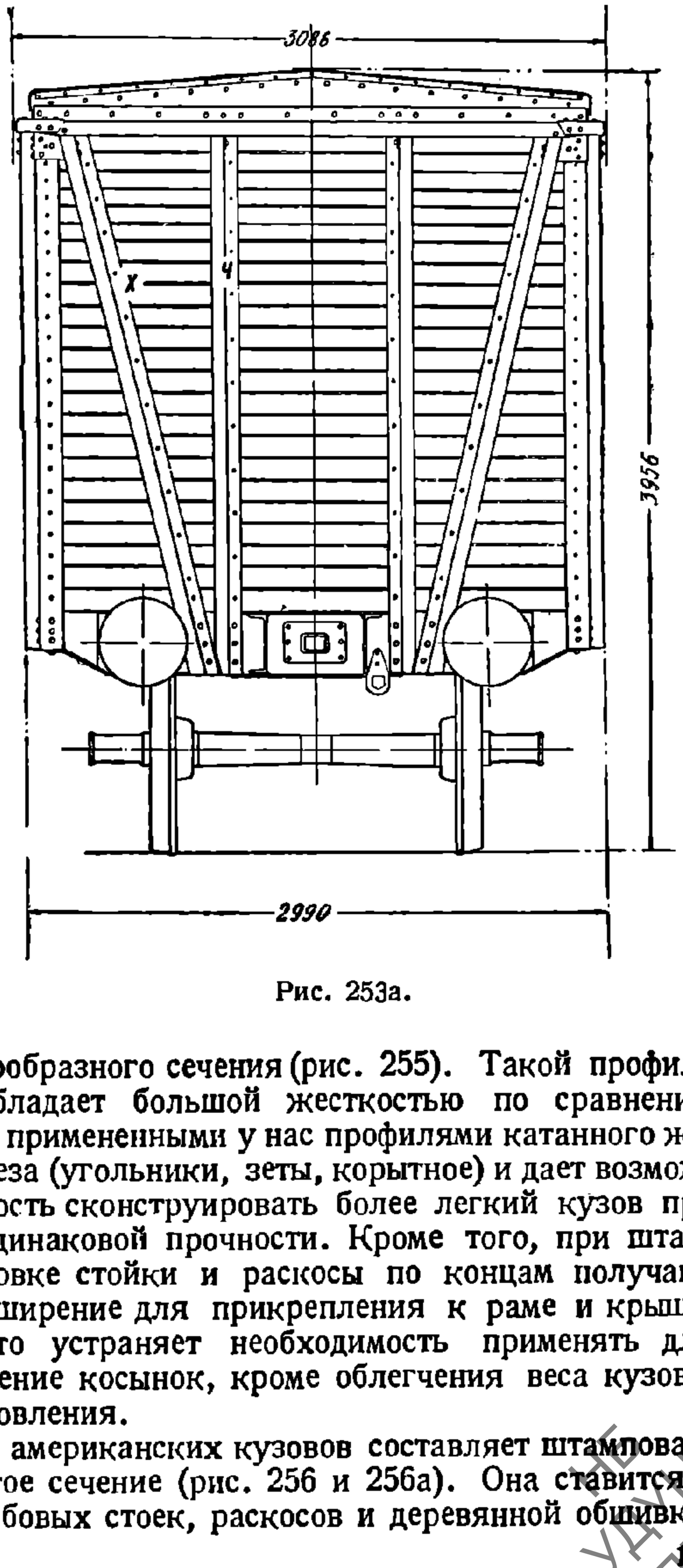


Рис. 253а.

тообразного сечения (рис. 255). Такой профиль обладает большой жесткостью по сравнению с примененными у нас профилями катанного железа (угольники, зеты, корытное) и дает возможность сконструировать более легкий кузов при одинаковой прочности. Кроме того, при штамповке стойки и раскосы по концам получают уширение для прикрепления к раме и крыше, что устраняет необходимость применять для скрепления планки и косынки. Устранение косынок, кроме облегчения веса кузова, значительно упрощает процессы изготовления.

Другую особенность конструкции американских кузовов составляет штампованная лобовая стенка, имеющая волнистое сечение (рис. 256 и 256а). Она ставится в некоторых вагонах вместо обычных лобовых стоек, раскосов и деревянной обшивки.

НБ УДУТ (ДИТ)

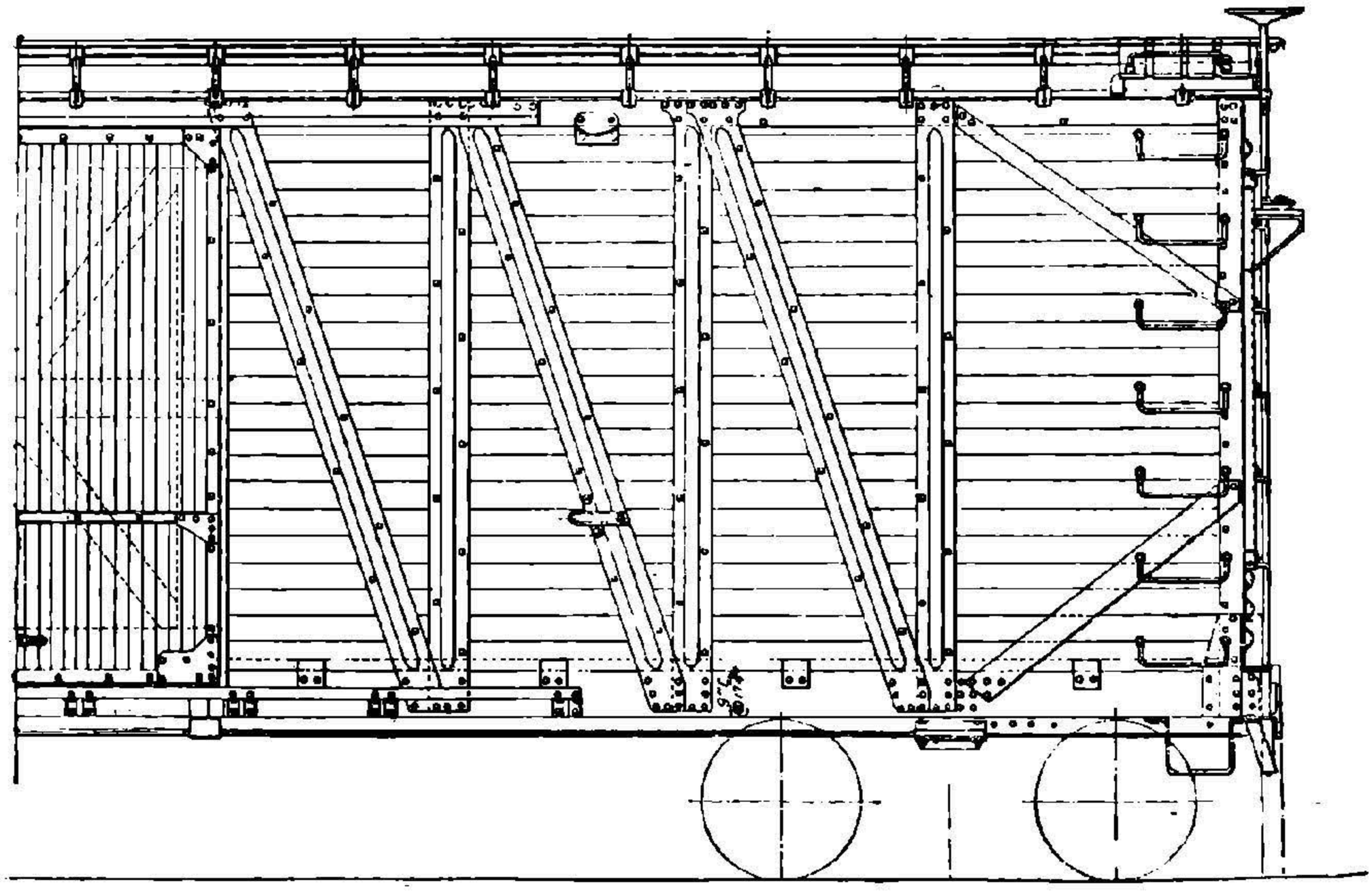


Рис. 255.

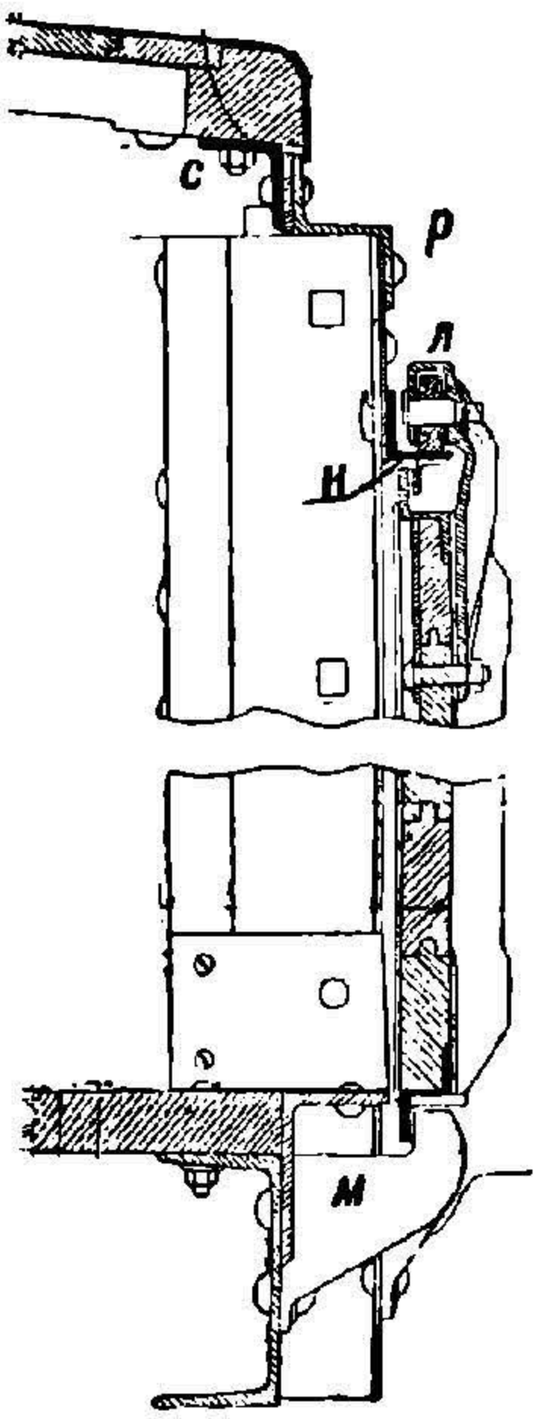


Рис. 254.

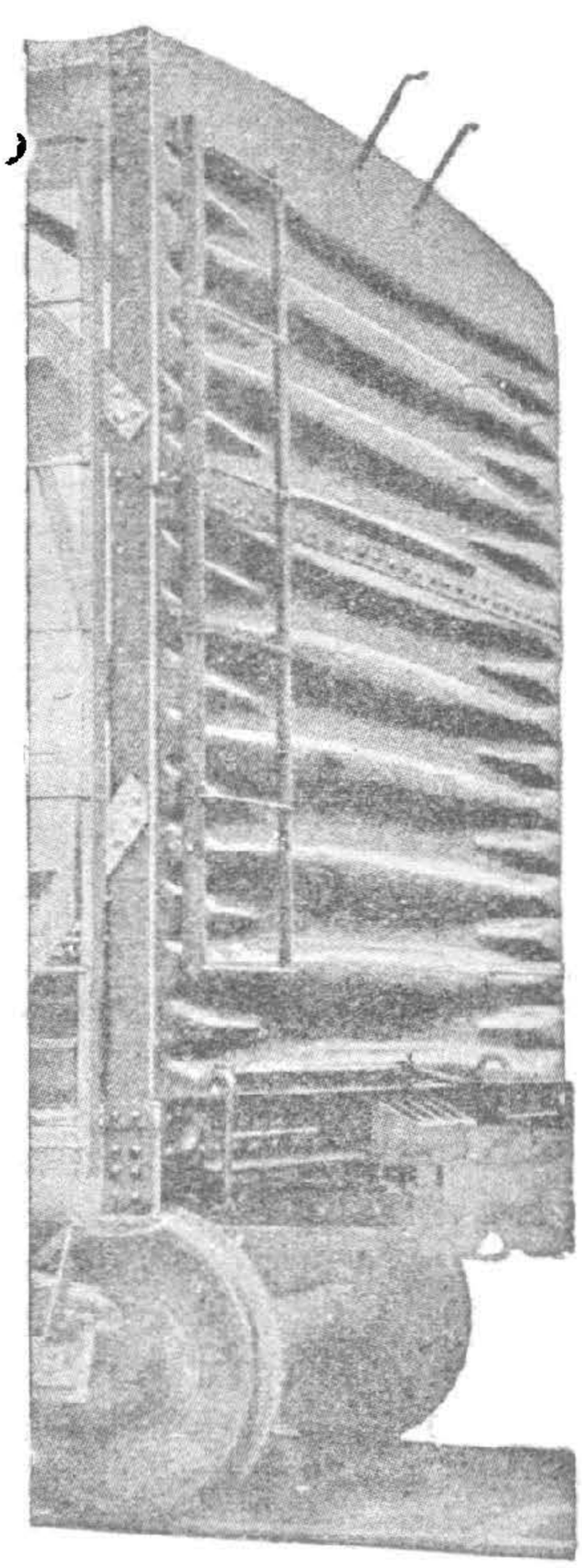


Рис. 256.

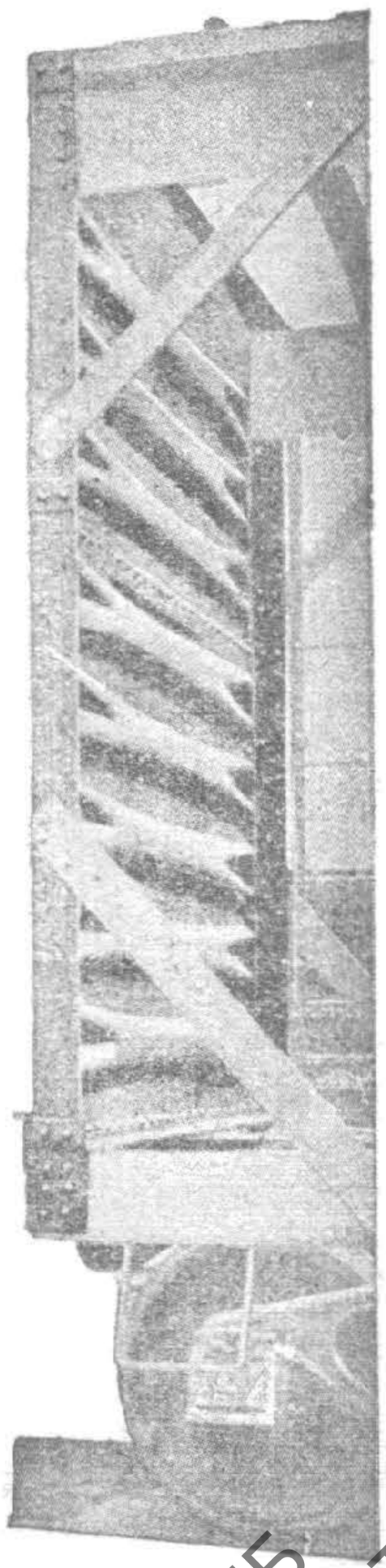


Рис. 256а.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Штампованная стенка дает очень прочную конструкцию и упрощает сборку вагона. Нижняя половина стенки делается из железа толщиною 8 *мм*, а верхняя—5—6 *мм*.

Помимо этого, в Америке встречаются грузовые вагоны, сплошь металлические (стальные). Один из таких вагонов подъемной силой 45 *т* изображен в общем виде на рис. 257 и в плане на рис. 257а. Как видно из плана, стены кузова состоят из верти-

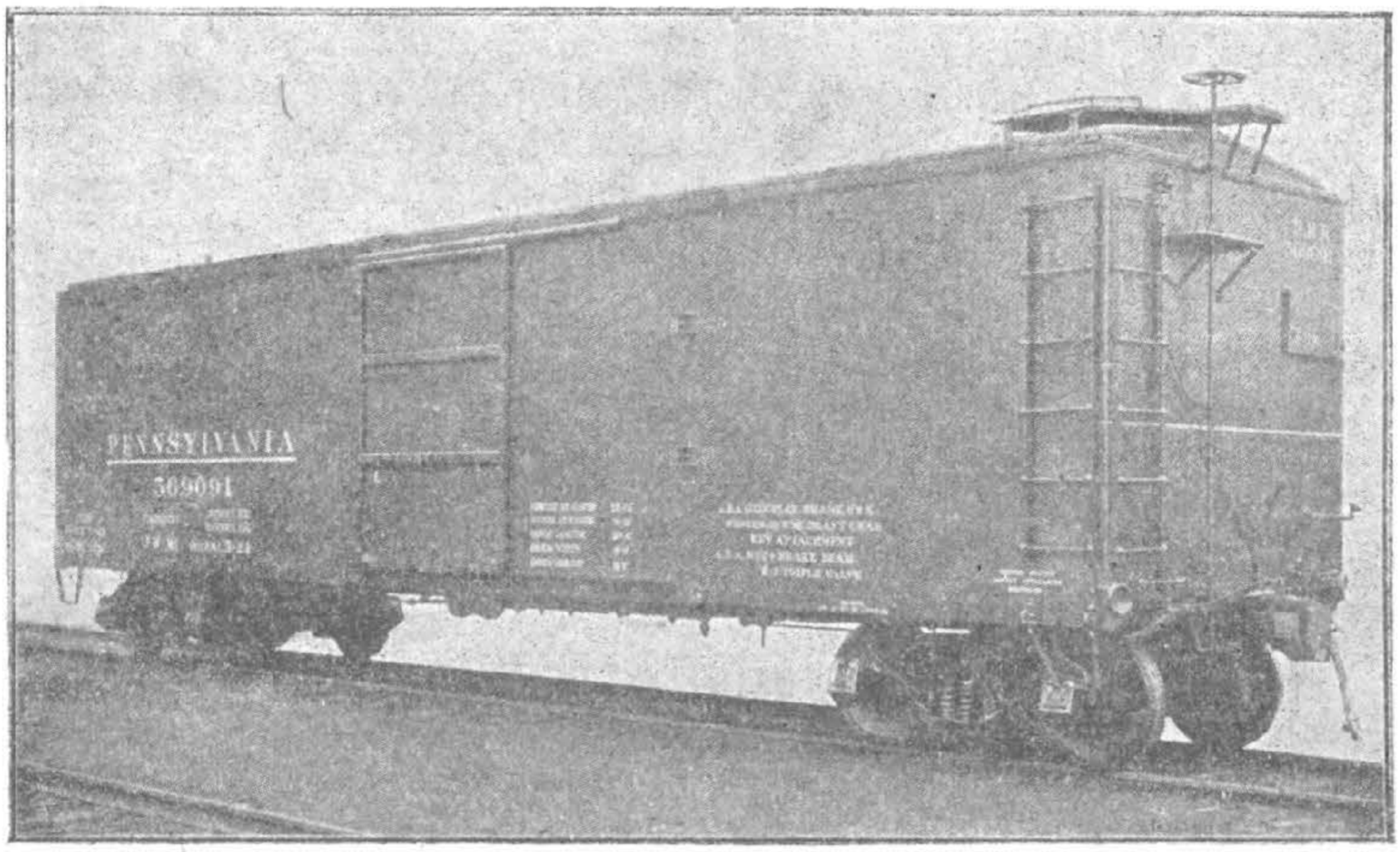


Рис. 257.

кальных стоек коробчатого сечения, обшитых листовым железом. При такой конструкции в раскосах нет надобности. В этом вагоне только лишь пол деревянный. Такие вагоны обладают большой прочностью, что имеет весьма важное значение при громадных поездных составах, доходящих в Америке до 15 000 *т*.

Электросварка также находит применение в постройке кузовов грузовых вагонов, заменяя заклепки, которыми соединяются стойки с рамою.

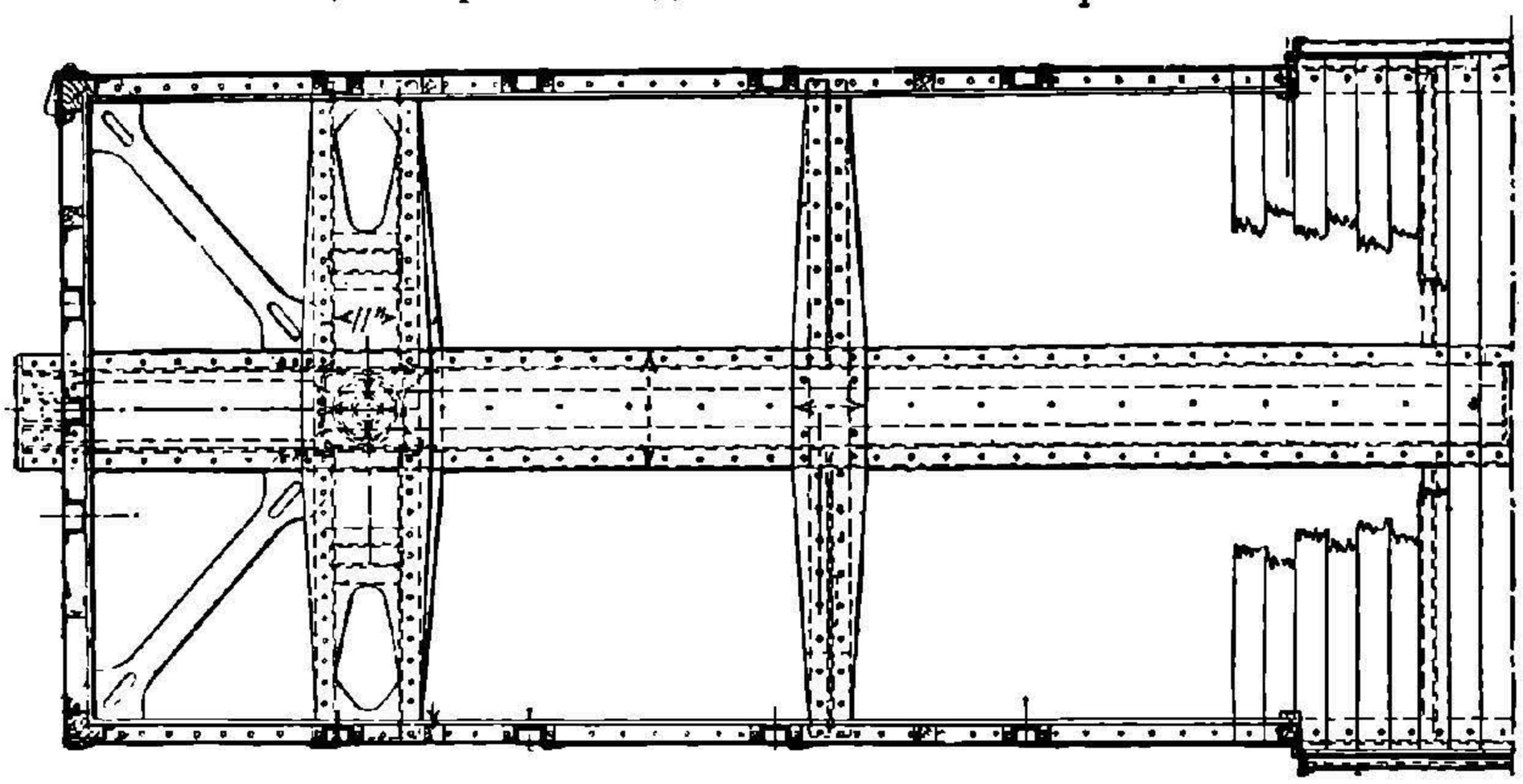


Рис. 257а.

Металлические кузова имеют, однако, тот недостаток, что зимой при перевозке насыпных грузов, как, например, хлеба, получается отпотевание стенок, что влечет за собой подмочку и повреждение груза, особенно в тех случаях, когда груз находился перед загрузкой в теплом помещении. При перевозке угля с содержанием серы, а также при перевозке соли и животных удобрительных грузов, тонкие железные стенки вагона быстро ржавеют.

Для предохранения от ржавления в Америке ставят медистое железо с содержанием меди от 0,2 до 0,5%. Такое содержание меди не влияет на качество металла, если он не подвергается горячей обработке. Внутри вагоны обшиваются деревянной обшивкой, которая и предохраняет вагоны от ржавления и отпотевания.

НБ УДУГТ (ДИТ)

70. Пол и крыша грузового вагона

Пол кузова настилается непосредственно на вагонную раму, причем делается из досок толщиною в 50 *мм*, которые укладываются поперек кузова и соединяются между собою в четверть (рис. 258). У продольных стенок кузова половые доски укрепляются железными полосами.

В дверном отверстии железная полоса, называемая порогом, делается более широкой. Места соприкосновения пола с продольными стенками кузова прикрываются деревянными штабиками. В углах, образуемых полом с концевыми стенками, ставятся полосы из углового железа (рис. 258).

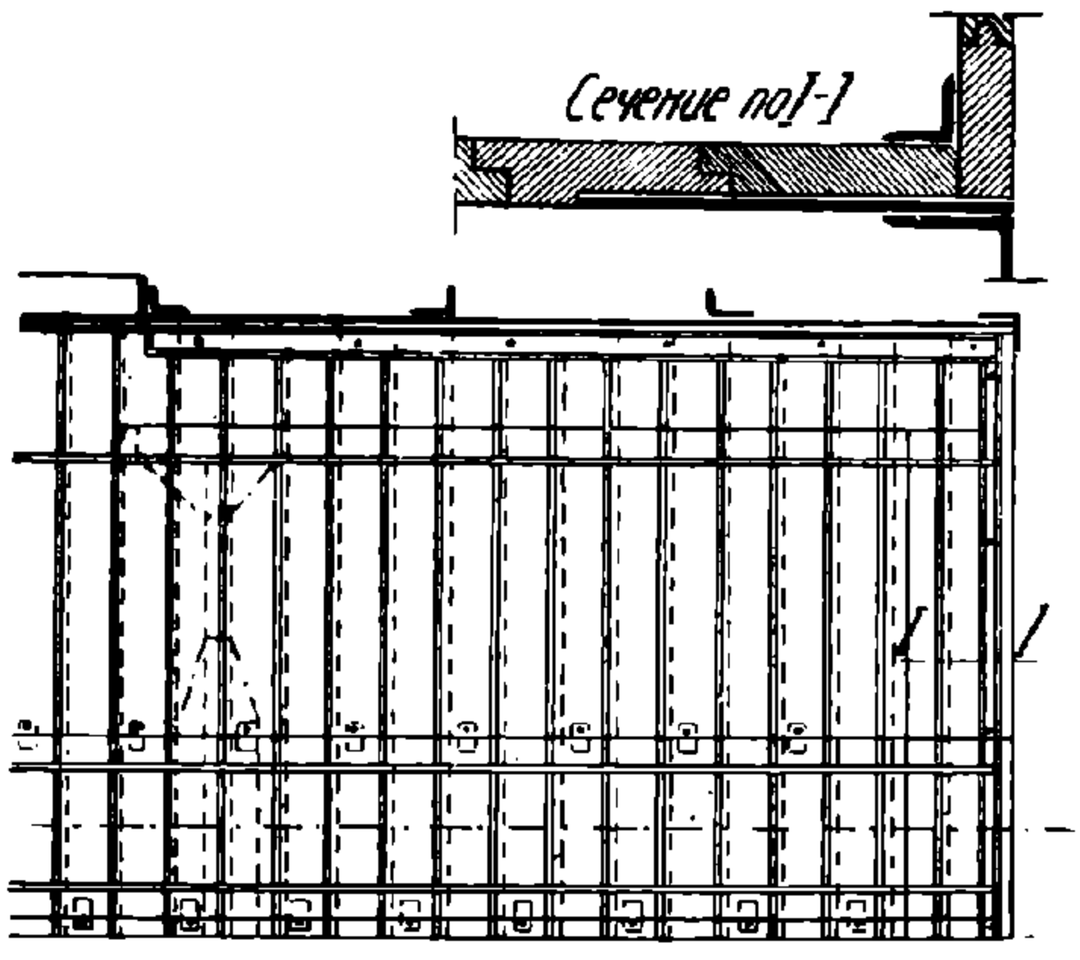


Рис. 258.

В 2-осных вагонах для образования ложа для концов половых досок на верхние внешние углы стоечных кронштейнов укладываются прогоны *п* углового железа (рис. 250), соединяемые с кронштейнами болтами по вертикальной полке.

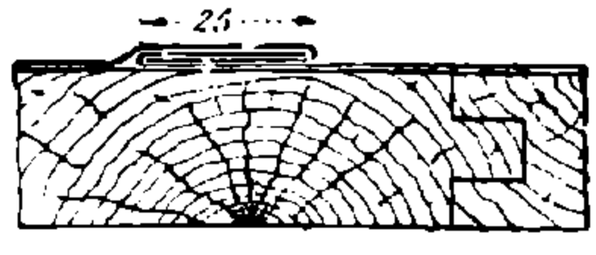


Рис. 259.

Для образования крыши вагона на потолочные дуги укладываются ш е л е в к и такой же толщины, как и обшивка стен, причем шелевки соединяются в шпунт (рис. 259). К продольным брусьям *з* верхней обвязочной рамы (рис. 260) прикрепляется карнизный брусок *Ж*, к которому прибивается железная планка (подрамник), идущая кругом всего вагона. Крыша покрывается кровельным железом, причем края железных листов загибаются за планку для придания надлежащей жесткости кровле.

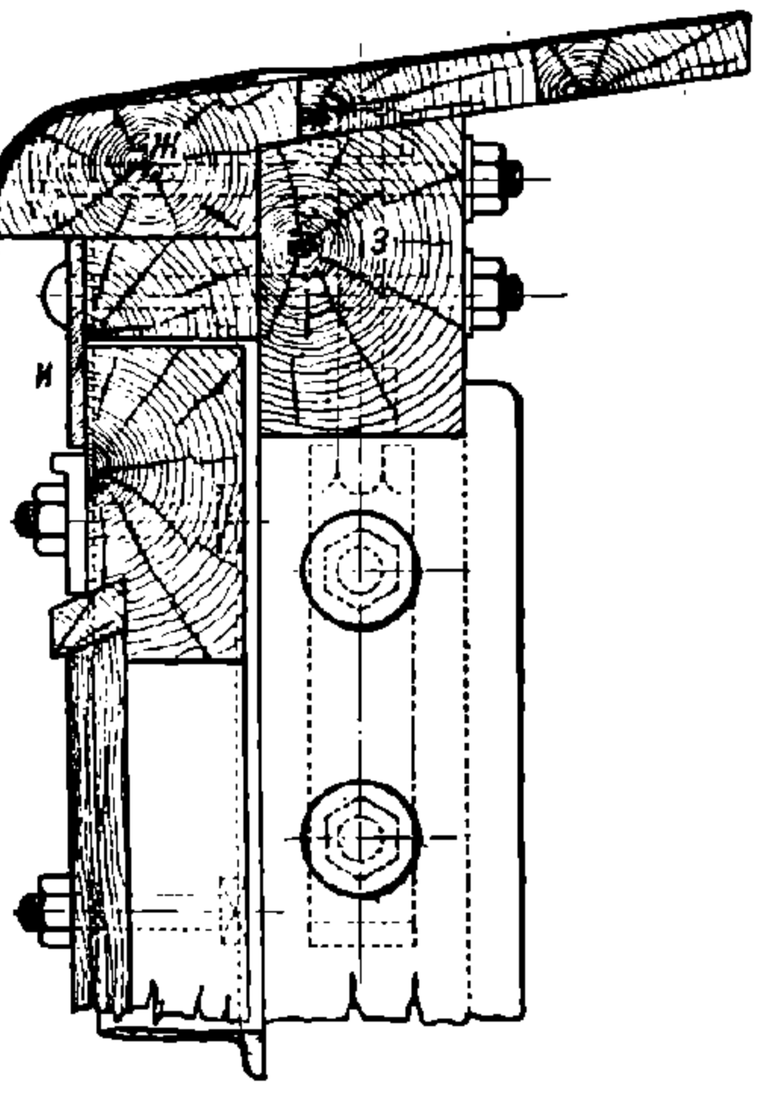


Рис. 260.

Железные листы крыши соединяются в поперечном направлении в гребень, как показано на рис. 259, и прикрепляются к деревянной обшивке (палубе) клямерами, а не гвоздями. Клямер *п* состоит из полоски железа шириною около 25 *мм* и длиною около 150 *мм*. Один конец этой полоски прибивается к палубе крыши, в том месте, где предполагается соединить листы, остальная часть полоски отгибается и ставится в вертикальном положении. Края соединяемых железных листов загибаются под прямым углом и размещаются таким образом, что клямеры находятся между ними. Затем края листов вместе с клямерами загибаются, как показано на рис. 261, образуя гребень. В продольном направлении листы кровельного железа соединяются швом в замок (рис. 259).

Рис. 261.

Клямеры применяются вместо гвоздей с той целью, чтобы избежать образования отверстий в крыше как от пробивания гвоздями, так и от проржавления железа кругом головки гвоздя.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

71. Двери и люки

С каждой продольной стороны вагона устраивают задвижные двери (рис. 247). Обычно устраивается одна дверь с каждой стороны, посредине, но в некоторых длинных большегрузных вагонах делают по две двери с каждой стороны. Дверь представляет деревянную или железную четырехугольную раму, зашитую шелевкой, причем внизу для большей прочности шелевка ставится в два ряда—с наружной и внутренней стороны, как показано на рис. 262, где дверь изображена в поперечном разрезе. Деревянные брусья дверной рамы соединены помощью угольных накладок *Р* на болтах и скреплены поперечным брусом *П* и диагональным брусом *Т*, показанным пунктиром. Если дверная рама сделана из железных брусьев, как в большегрузных вагонах, то брусья соединяются заклепками также при помощи угольных накладок.

Дверь, показанная на рис. 262 и 263, снизу поддерживается двумя роликами *М*, опирающимися на дверной рельс. Дверной рельс в тележечных вагонах укрепляется на боковых швеллерах рамы, а в 2-осных вагонах на кронштейнах вагонной рамы (рис. 263). Рельс служит для перемещения по нем двери. Концы рельса затянуты по

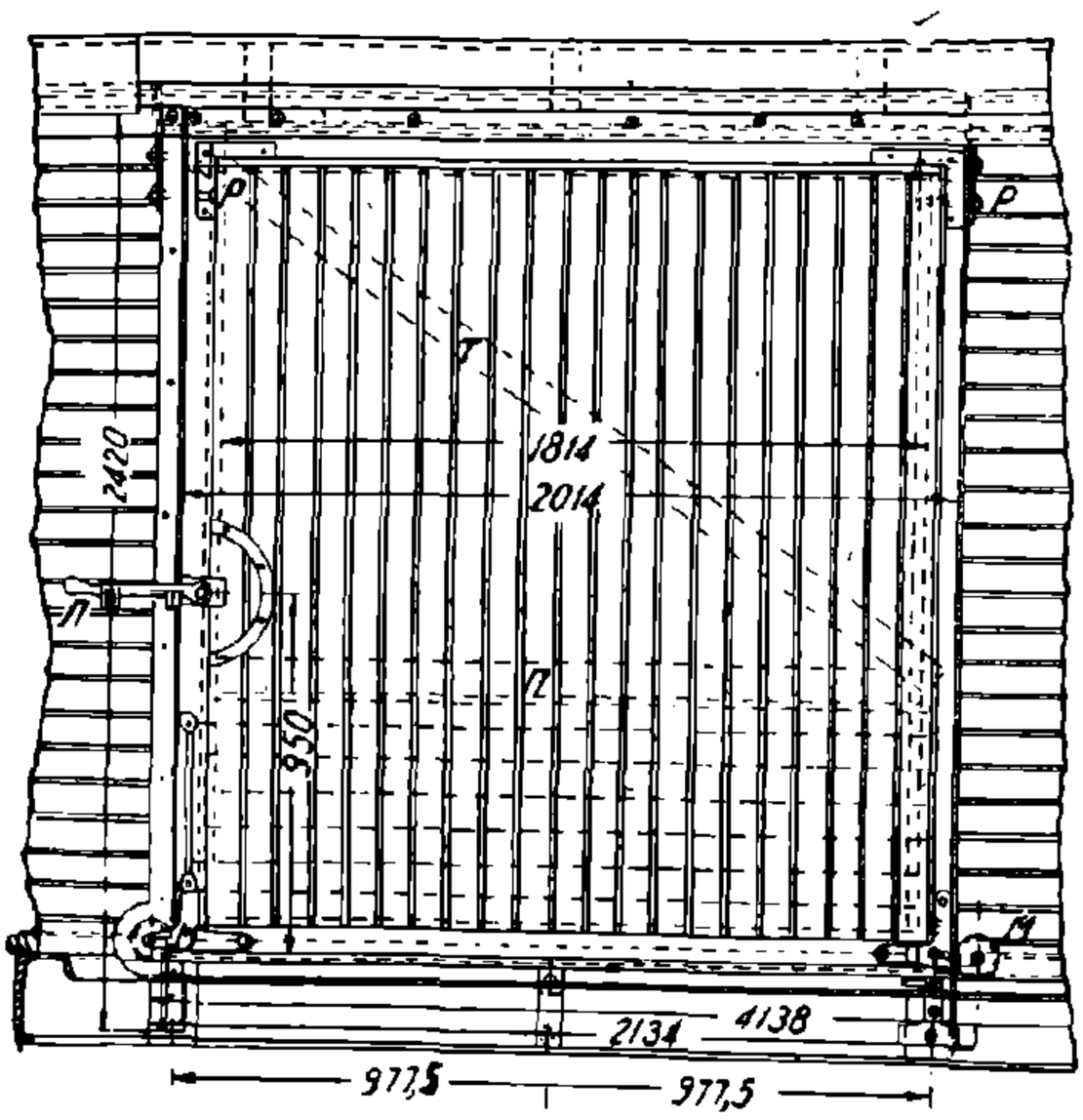


Рис. 262.

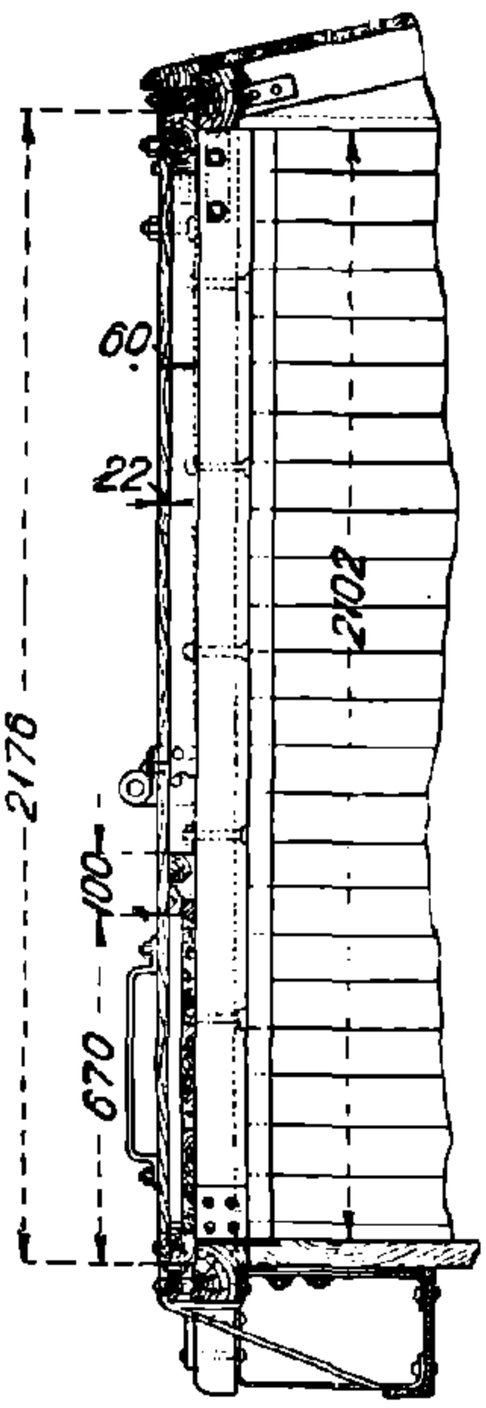


Рис. 263.

радиусу ролика. Вверху дверь направляется и удерживается длинной железной полосой *И*, перекрывающей дверь и защищающей верхний зазор двери от дождя (рис. 250).

Для укрепления дверных роликов внизу двери по углам поставлены две фасонные державки (рис. 262). Державка заднего дверного ролика имеет штырь, конце которого входит в ушко прикрепленное заклепкой к раме вагона возле двери. Ушко делается обычно двойным, благодаря чему невозможно снять дверь с места, когда она закрыта.

В закрытом положении дверь доходит вплотную до железного притворного угольника, прикрепленного к дверной стойке помощью болтов.

Щель, образующаяся между второй дверной стойкой и дверью, закрывается железной планкой, прикрепленной к двери.

Для удержания двери в закрытом положении служит дверная накладка *Л* (рис. 262), закидываемая на пробой. Запору придана форма, позволяющая запирать дверь как в плотно закрытом положении, так и в несколько открытом, причем в том и в другом положении запор может быть заперт на замок или на него можно навесить пломбу.

Двери описанного устройства применяются в нормальных крытых вагонах дорог СССР.

НБ УДУ НТ (ДНТ)

В большегрузных вагонах подвешивание дверей сделано с верхним рельсом, по которому перемещаются дверные ролики. На рис. 254 показано подвешивание двери в поперечном разрезе.

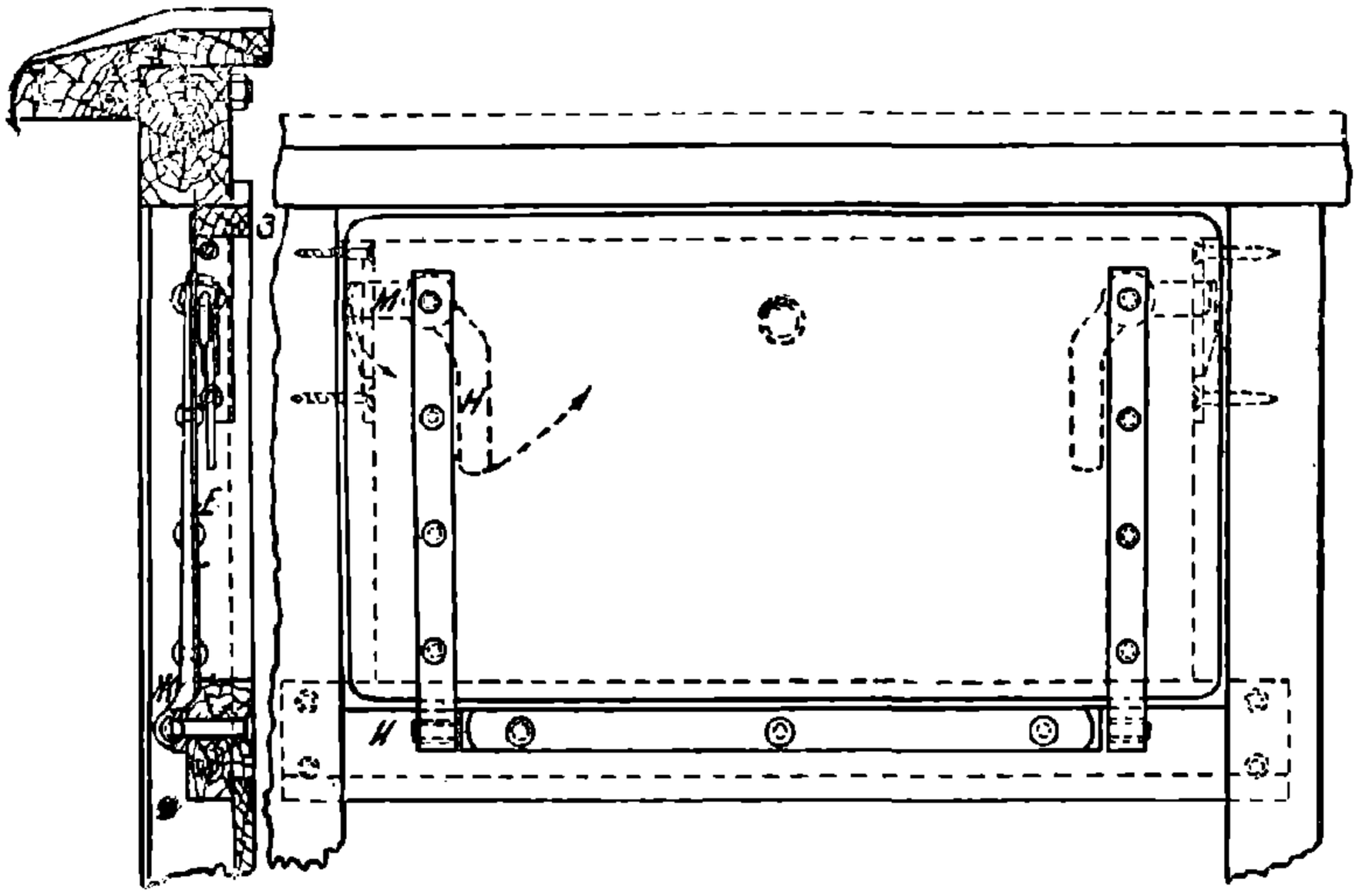


Рис. 264.

Для нижнего направления дверей служат кронштейны *М*, прикрепленные к боковым швеллерам. К нижнему краю двери приклепан угольник, который своей вертикальной полкой заходит за край кронштейна *М*. К верхнему краю двери прикреплена державка с роликом *Л*, который перемещается по угольнику *Н*.

Помимо дверей, в продольных стенках товарных вагонов устраиваются люковые отверстия, по два с каждой стороны. Они служат для освещения и вентиляции вагона при перевозке в нем животных. При перевозке же грузов эти отверстия закрываются люками. Люк представляет собою железный щит *Е* (рис. 264) толщиною 2 *мм*, укрепленный на двух петлях *Ж* в раме люкового отверстия. Рама люкового отверстия образуется двумя поперечными брусками *З* и *И*, установленными между первой и второй промежуточными стойками. Для подъема и опускания люка служит кольцо, укрепленное посредине его. Запирается люк

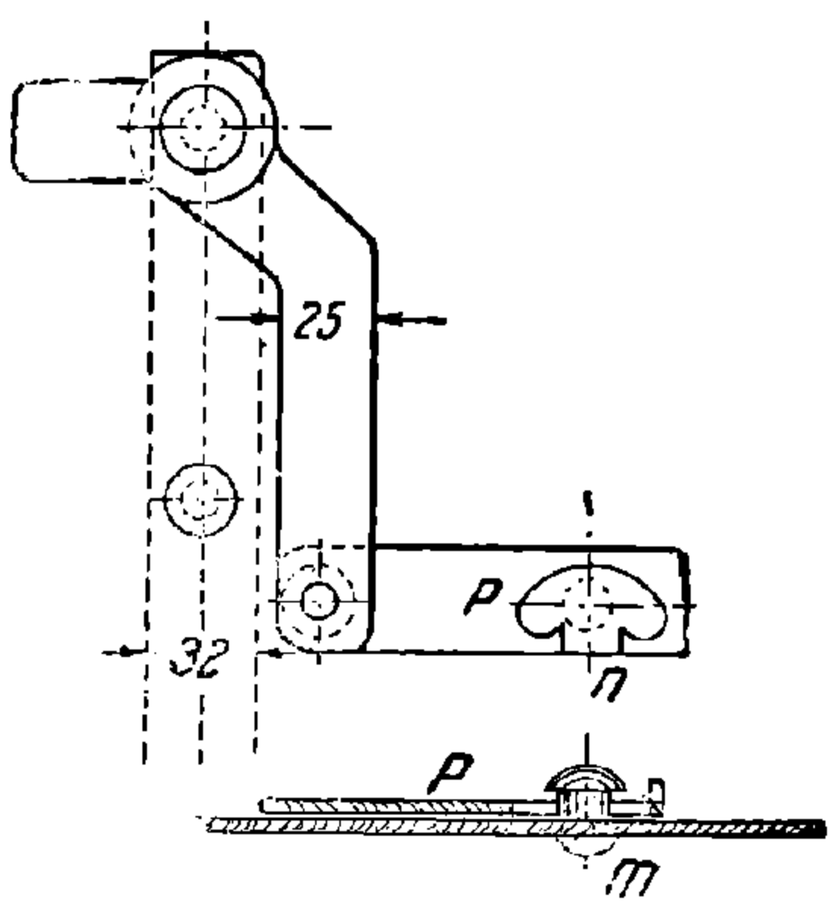


Рис. 265.

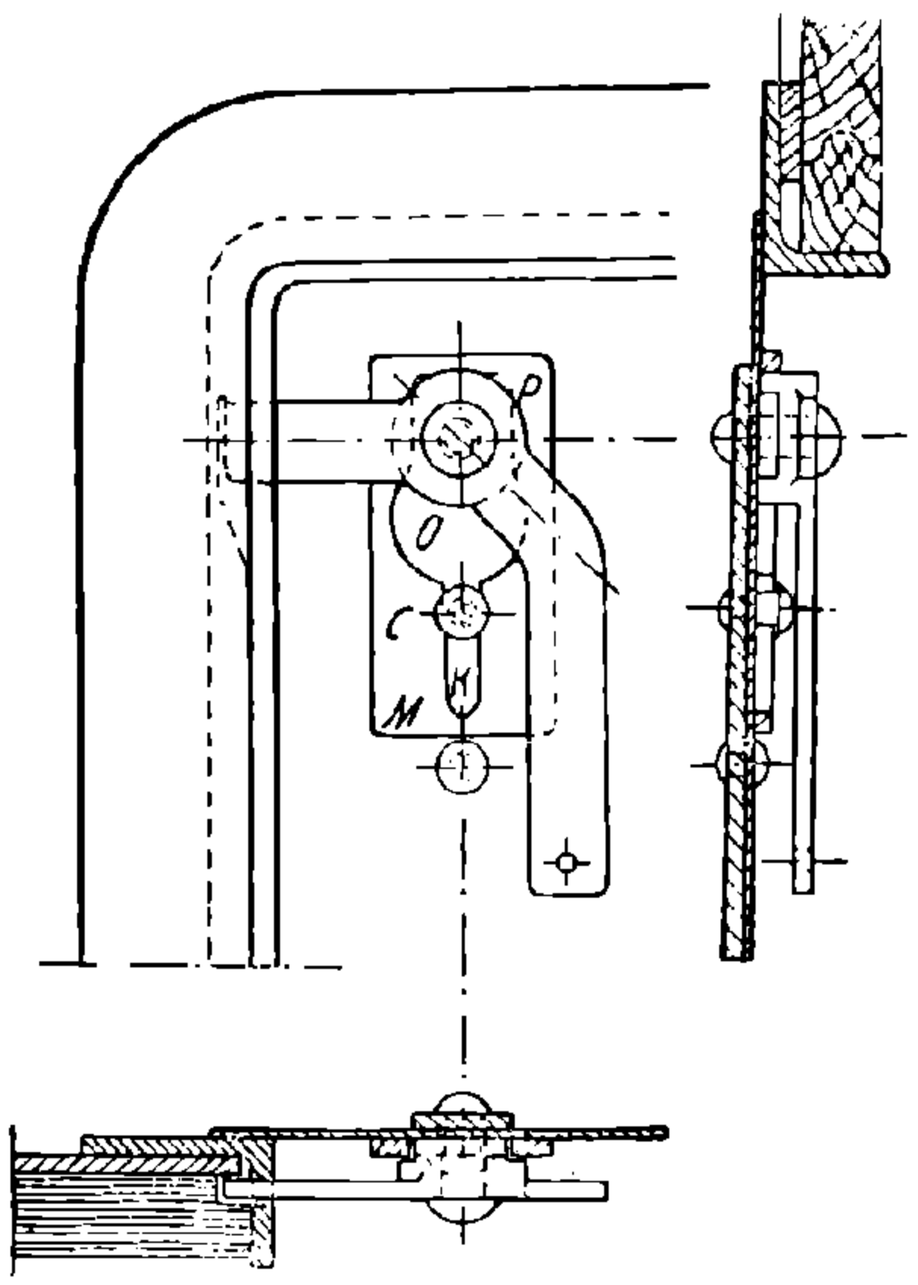


Рис. 266.

НБ УДУНТ (ДІП)

помощью двух з а к и д о к. Одно короткое плечо *M* закидки заходит в соответствующее углубление в раме люка, а другое *H* при закрытом люке находится в вертикальном положении и своей тяжестью удерживает короткое плечо в углублении люковой рамы. Это углубление прикрывается железной планкой, называемой л и ч и н к о й, которая, соответствуя размерам закидки, плотно ее облегает, препятствуя самооткрыванию люка. Так как при таком способе закрывания люков возможны случаи самооткрывания при сильных сотрясениях вагона, то применяют предохранительные устройства.

Одно предохранительное устройство состоит в том, что к закидке добавляется третье плечо *p*, которое соединяется шарнирно с длинным плечом закидки (рис. 265) и при запирании люка находит вырезом *n*, имеющемся на другом его конце, на заклепку *m*, укрепленную в люке *c*.

Другое предохранительное устройство, препятствующее самопроизвольному открыванию люков, представляет собою затвор Бондаренко, изображенный на рис. 266. Затвор состоит из планки *M* с вырезом *O*, которым она надевается на шарнир *P* люковой закидки. В закрытом положении закладки планка *M* верхней частью своего выреза *O* плотно охватывает шарнир *P*, имеющий плоские боковые поверхности. В узкий прорез *K* планки *M* входит заклепка *C*, не позволяющая планке вращаться. Для открывания люка планка *M* приподнимается кверху настолько, чтобы шарнир *P* пришелся в уширенную часть выреза *O*. Тогда закидка может быть повернута.

Люк в закрытом состоянии должен плотно прилегать к своей рамке, чтобы его невозможно было открыть снаружи и чтобы через него не могла проникнуть вода в кузов.

72. Тормозная площадка

В тормозном вагоне к кузову пристраивается тормозная площадка (рис. 247), на которой устраивается привод ручного тормоза. Для устройства площадки вагонная рама и крыша в тормозном вагоне делаются более длинными, чем в нетормозном. Тормозная площадка ограничивается с одной стороны лобовой стенкой вагона, а с другой—барьером, опирающимся на буферный брус. В последнее время вместо барьера делается стенка с окном посредине, а с боков площадки устраиваются двери.

По обеим сторонам тормозной площадки к швеллерам рамы прикрепляются кронштейны, называемые косоурами, на которых устанавливают деревянные ступени с привинченной к каждой из них сверху полосой рифленого железа. По бокам ступеней ставятся два поручня.

В настоящее время применяются косоуры из уголков сварной конструкции.

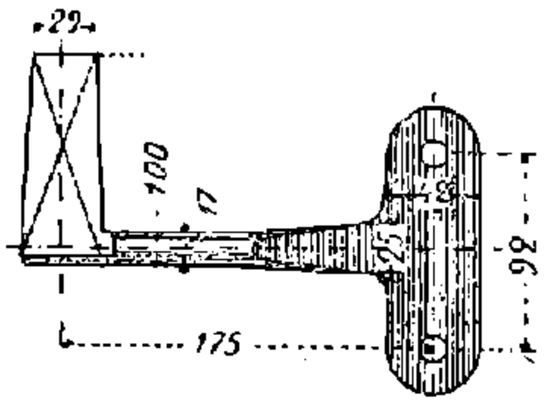


Рис. 267.

На тормозной площадке устанавливается откидное сидение для кондуктора.

На верхних концах задних угловых стоек тормозных площадок укрепляются к р ю к и для сигнальных фонарей (рис. 267), а в нижней части стенки тормозной площадки—с к о б а для навешивания буферного сигнального фонаря.

73. Несъемные приспособления

Внутреннее устройство кузовов 2-осных товарных вагонов наших дорог дает возможность приспособить их для перевозки людей и лошадей, для чего они снабжаются так называемыми н е с ъ е м н ы м и п р и с п о с о б л е н и я м и. Эти приспособления (рис. 268) состоят: 1) из восьми настенных досок *1* и *2*, служащих для устройства настила; 2) из четырех полочных калабашек *3*, предназначенных для устройства полок для багажа; 3) из четырех дверных брусков *4*, служащих для установки закладных досок в дверных отверстиях; 4) из четырех подпорок *5* под нижние настенные доски и четырех подпорок *6* под верхние настенные доски; 5) из поворотных калабашек *8*, служащих для укрепления коновязи в случае приспособления вагона для перевозки лошадей, и 6) из четырех болтов *7* с крюками для подвешивания фонарей.

Настенные доски укрепляются горизонтально, прилегая по всей ширине к внутренней поверхности обшивки вагона: верхние—на высоте 1 125 *мм*, а нижние—на высоте 425 *мм*, считая от пола. Укрепление досок производится шурупами. Верхние настенные доски упираются в вертикальные дверные бруски *4*, а нижние настенные

НТБ УДУНТ (ДИТ)

доски доходят до дверного отверстия, перекрывая стойку. Ширина настенных досок 225 *мм*, а толщина 50 *мм*. Настенные доски, как верхние, так и нижние, имеют вырезы у концов, ближайших к лобовым стенкам вагона. На противоположных концах верхние настенные доски имеют более глубокие вырезы, которые служат для закладывания поперечных досок при перевозке лошадей (коновязей). Полочные калабашки прикрепляются шурупами к угловой и промежуточной стойкам. В верхнем ребре калабашек имеется прямоугольный вырез для упора задней полочной доски.

Дверные бруски приделываются к дверным стойкам с внутренней стороны вагона в виде наличников. Эти бруски делаются из доски толщиною в 50 *мм*. В зависимости от занимаемого положения одни бруски называются левыми, а другие правыми. Левый дверной брусок имеет выступ шириною 62 *мм*, который служит постоянной калабашкой для коновязи, а правый брусок такого выступа не имеет и заканчивается вверху срезами, сделанными для упора поворотной калабашки, которая с этой стороны запирает коновязь. На левых брусках имеются длинные пазы, а на правых—короткие пазы, которые и служат для установки дверных закладных досок. Дверные бруски прибиваются гвоздями.

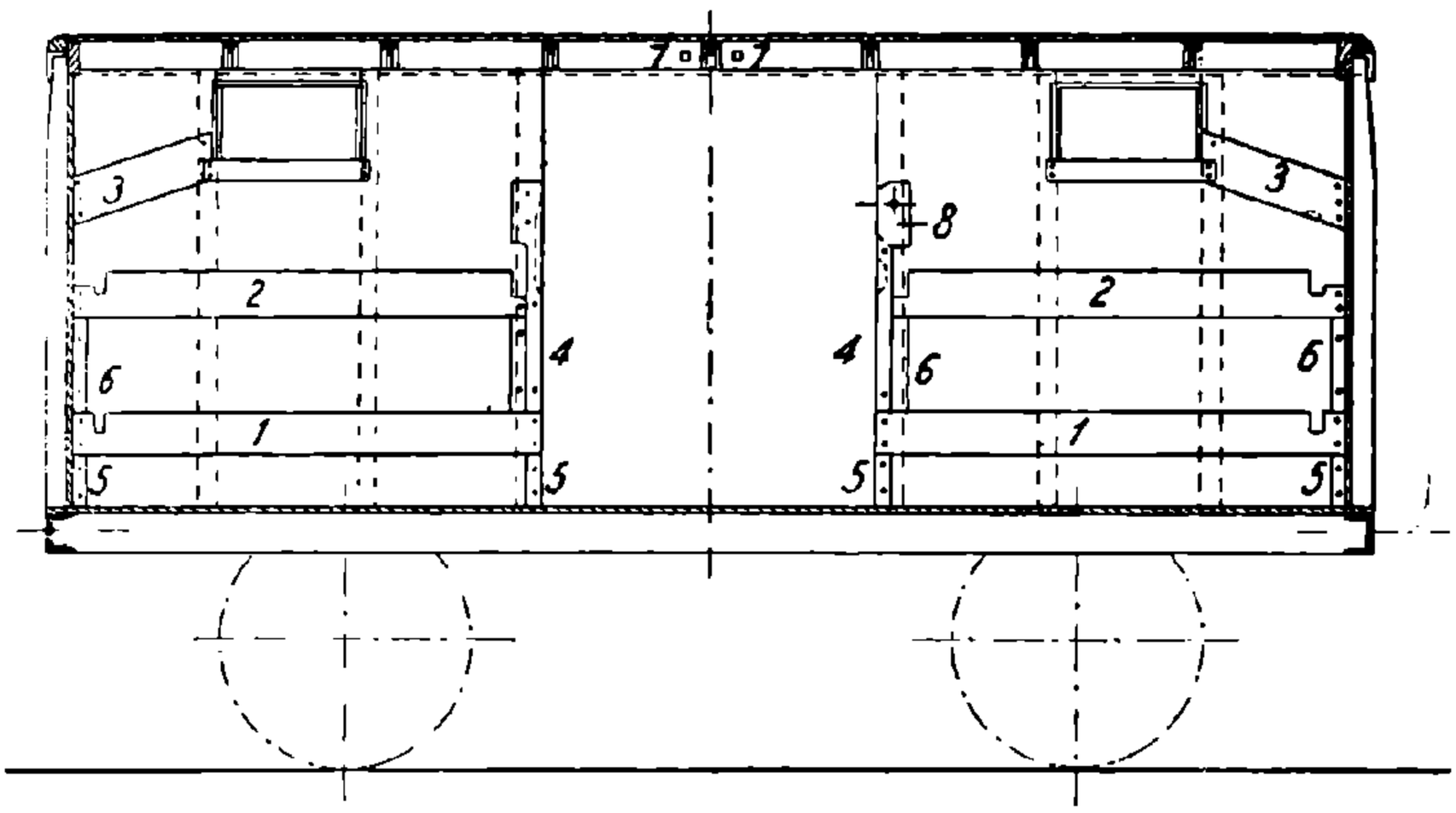


Рис. 268.

Поворотная калабашка устанавливается над правым дверным бруском, пригоняясь точно по месту в одной плоскости с настенными досками и дверными брусками, и прикрепляется к правой дверной стойке болтом.

Болты с крюками ставятся на верхнем продольном обвязочном брусе, над дверным отверстием, по два с каждой стороны.

74. Платформы

Будучи предназначены для грузов, допускающих перевозку на открытом подвижном составе, платформы представляют преимущество перед крытыми вагонами в том отношении, что допускают более быструю и удобную погрузку и разгрузку. Кроме того, вес платформы меньше, нежели вес крытого вагона соответствующей подъемной силы; следовательно, пользование платформами более выгодно, чем крытыми вагонами.

Крытый вагон подъемной силы 16,5 *т* имеет тару 7 *т*, а платформа такой же подъемной силы—6,8 *т*.

Платформы строятся как с бортами, так и без бортов.

Платформы парка вагонов СССР имеются малой подъемной силы и большегрузные. К платформам малой подъемной силы относятся 2-осные платформы подъемной силы 20 *т*, 16,5 *т* и меньше. Платформа подъемной силы 16,5 *т*, длиною 9,14 *м*, была в дореволюционное время принята как нормальный тип и соответственно своей длине называлась 30-футовой.

Устройство рамы и ходовых частей этой платформы (рис. 269) такое же, как и крытых вагонов нормального типа. Рама платформы снабжена шпренгелем с одной колонкой. К боковым швеллерам рамы укрепляют четырехугольные кронштейны *Е*

НБ УДУНТ (ДІПТ)

из полосового железа. Кронштейны соединяются между собою железным угольником, положенным на верхний угол кронштейнов. Размеры угольника 90×90×9 *мм*. Угольники скрепляются с буферными брусьями накладками и косынками. Они образуют

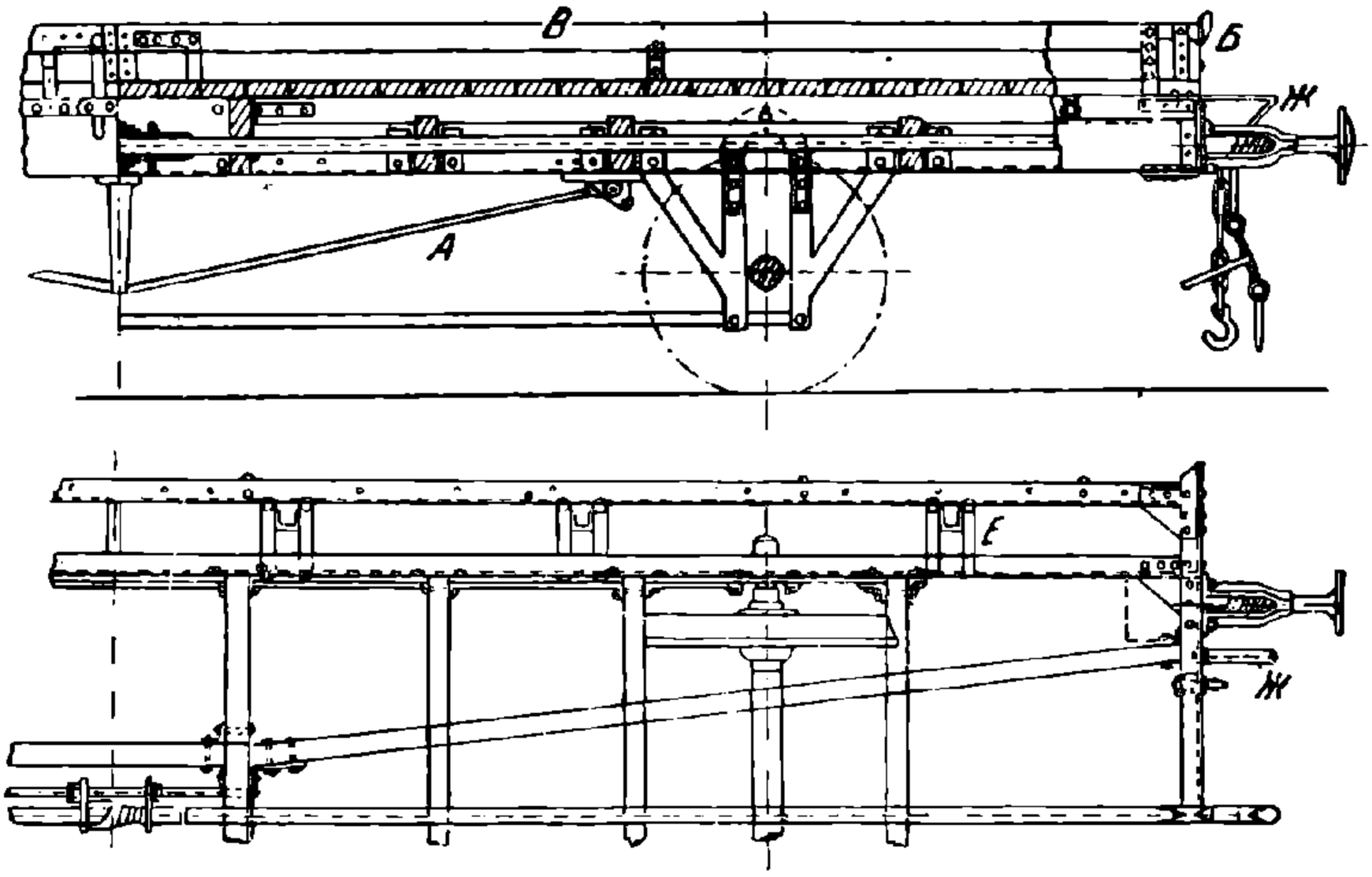


Рис. 269.

обвязочную раму платформы и вместе с тем служат для удержания кронштейнов в неизменном относительном положении друг к другу. К обвязочным угольникам и к буферным брусьям прикреплены на петлях откидные борты.

В нетормозной платформе борты со всех четырех сторон откидные, а в тормозной только три борта (два продольных и один поперечный) откидные, а четвертый (у тормозной площадки)—неоткидной. В поднятом положении продольные борты удерживаются крюками *Д* (рис. 270), которые прикреплены болтами по концам поперечных бортов и входят в соответствующие вилки *Б* (рис. 269), прикрепленные к продольным бортам. У длинных платформ продольные борты делаются из двух частей и укрепляются помощью скоб.

К буферным брусьям платформы приклепываются кронштейны *Ж*, служащие опорою для поперечных бортов в то время, когда они находятся в откинутом положении.

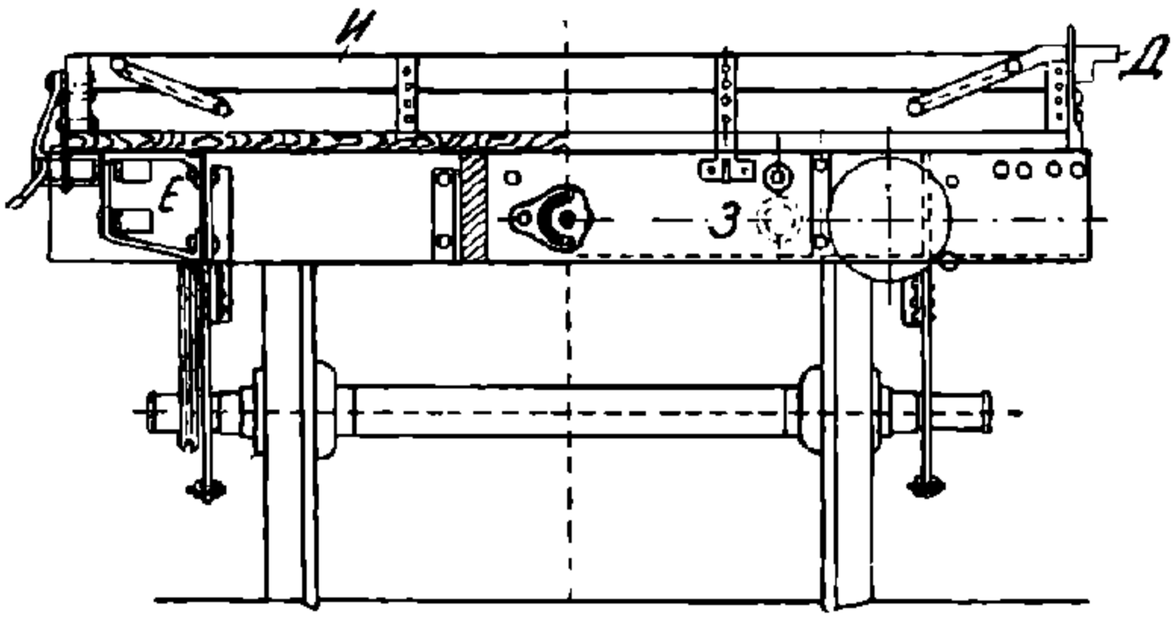


Рис. 270.

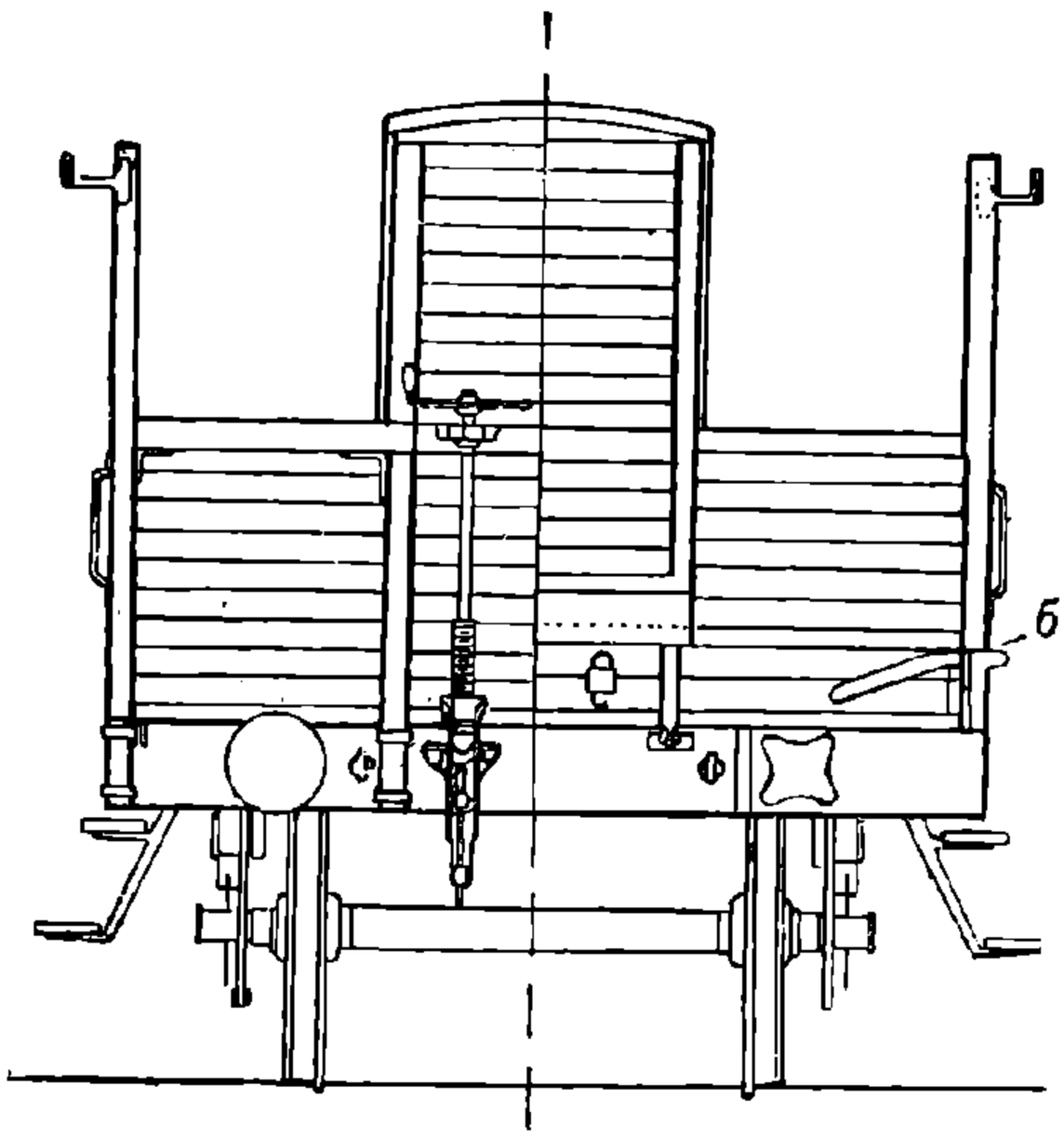


Рис. 271.

Борты делаются из досок толщиною 45 *мм*, высотою 240 *мм* и состоят из двух досок, скрепленных длинными концами петель.

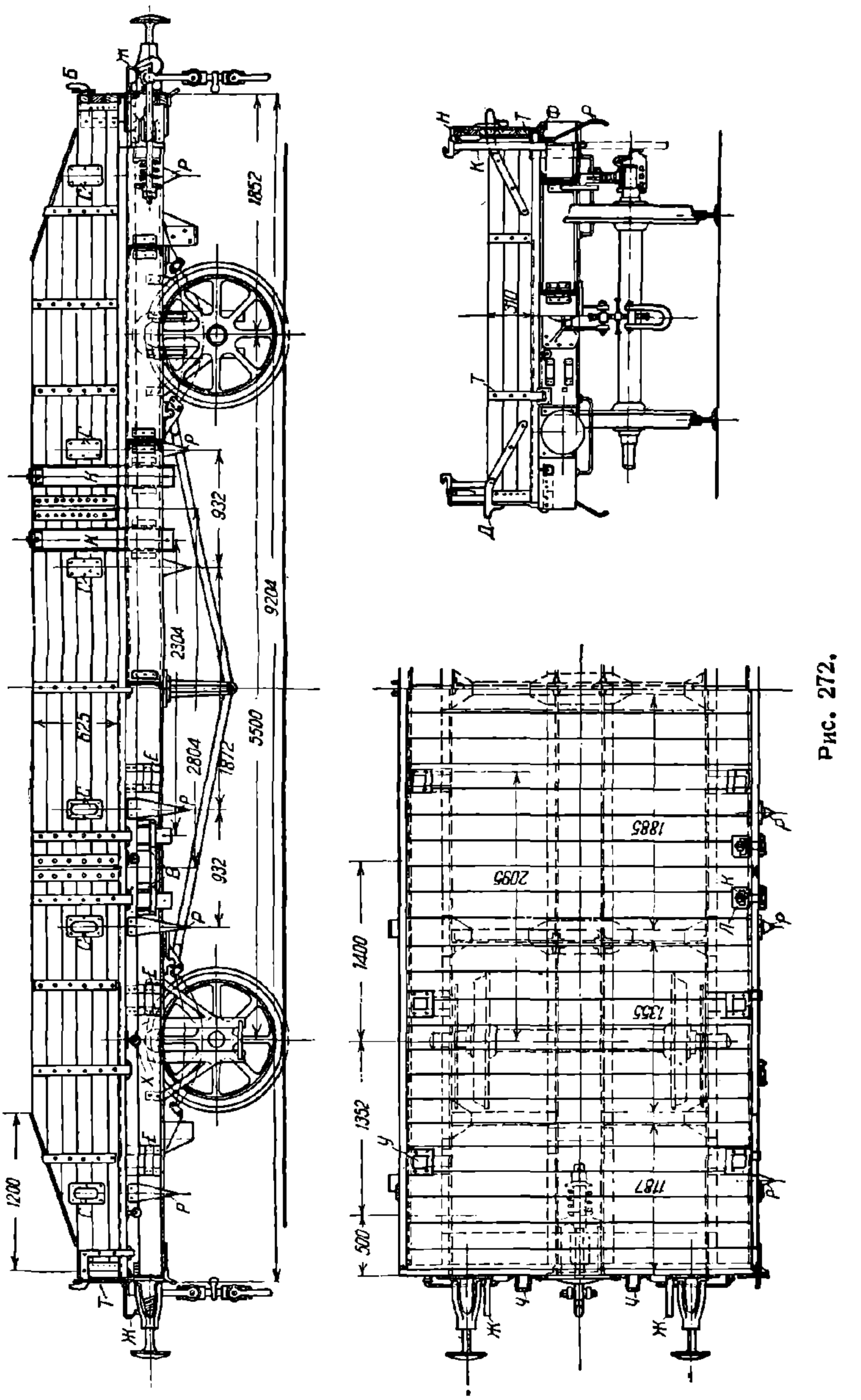
Половой настил делается из сосновых досок толщиною в 50 *мм*, укладываемых поперек платформы и собранных не в четверть, как в крытых вагонах, а впритык

НБ УДУНТ (ДИТ)

для возможности стока воды. Продольный край настила укрепляется угловым или полосовым железом.

К обвязочным угольникам платформы прикрепляются увязочные кольца сварной конструкции, которые служат для увязки перевозимых грузов.

Платформы делаются тормозными и нетормозными.


Б
Е
Р
1852
932
9204
2304
625
2804
1872
5500
932
1200
Т
Ж
Н
Т
В
Р
К
Д
7
Р
Р
Р

и боковыми швеллерами такого же размера с кронштейнами, связанными угловым железом *Ф*. Борты платформы сделаны из шести досок и имеют высоту 625 *мм*.

Боковые борты к концам понижаются. Концы их, так же, как и торцовые борты, имеют высоту 310 *мм*. В поднятом положении борты удерживаются выдвижными стойками *К*. Стойки имеют коробчатый профиль из швеллера № 6, 5 и размещаются по краям полового настила в соответствующих гнездах *Л*, в которых они укрепляются штырями *М*, когда находятся в поднятом положении. При выдвигании штырей стойки опускаются и борты открываются.

На рис. 272 представлена высокобортная платформа в пяти видах с поднятыми бортами. Продольный вид в правой половине дан в разрезе, а в левой без разреза. Концевой вид в правой части—в разрезе по буксе перед стойкой, а в левой без разреза. В плане показана половина платформы без разреза. На поперечном разрезе, справа, видно закрепление поднятого борта у стойки *К* посредством крюка *Н*. На том же разрезе пунктиром показан борт в опущенном состоянии. Он упирается на упругую поддержку *Р*, прикрепленную к обвязочному угольнику *Ф*. Чтобы при ударе о поддержки борты не повреждались, с наружной стороны их в соответствующих местах укреплены металлические подушки *С*. На наружном продольном виде (слева) видно укрепление штырями *М* стоек *К* в поднятом виде, а на плане—гнезда *Л* для стоек. Боковые продольные борты прикреплены на петлях *Т* к обвязочным угольникам *Ф* рамы. Концевые борты прикреплены на петлях к буферным брусьям. Между каждой парой кронштейнов *Е*, прикрепленных электросваркой к боковым швеллерам, образуются гнезда *У*, служащие для укрепления стоек на случай перевозки леса на этих платформах.

Для укрепления стоек с торцов платформы к буферным брусьям прикреплены скобы *Ч*.

К буферным же брусьям прикреплены и кронштейны *Ж*, служащие опорой для опущенных концевых бортов. К обвязочным угольникам прикреплены кольца *Х* сварной конструкции, служащие для увязки грузов, перевозимых на платформах. Продольные и

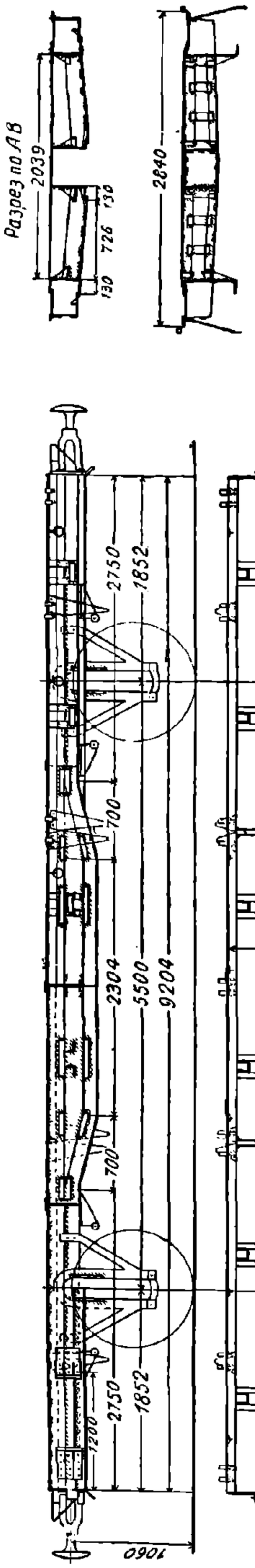


Рис. 272а.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

концевые борты в поднятом положении соединяются между собою крюками *Д*, при крепленными к концам торцовых бортов, и вилками *Б*, имеющимися по концам продольных бортов.

С 1932 г. платформы выпускаются на металлических рамах сварной конструкции без применения фасонных прокатных балок.

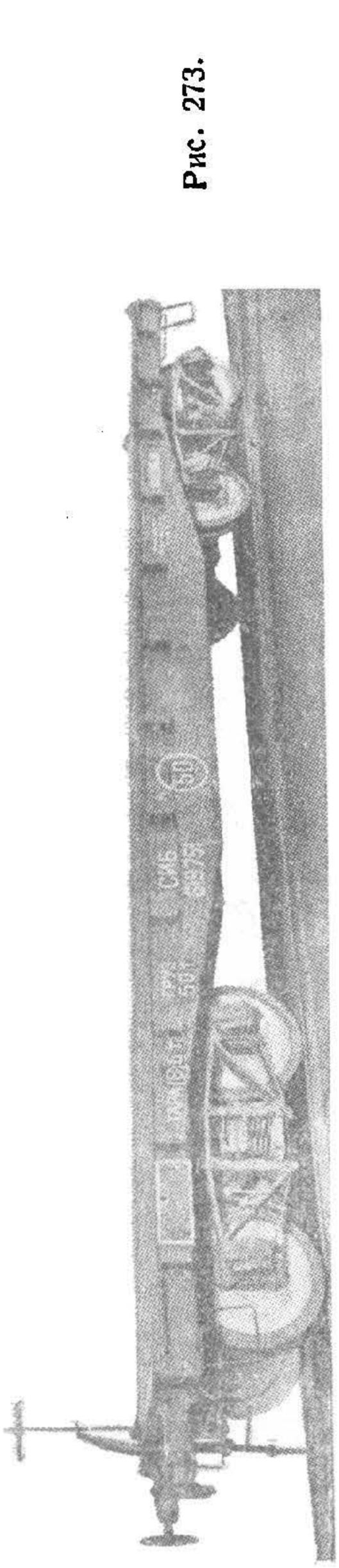


Рис. 273.

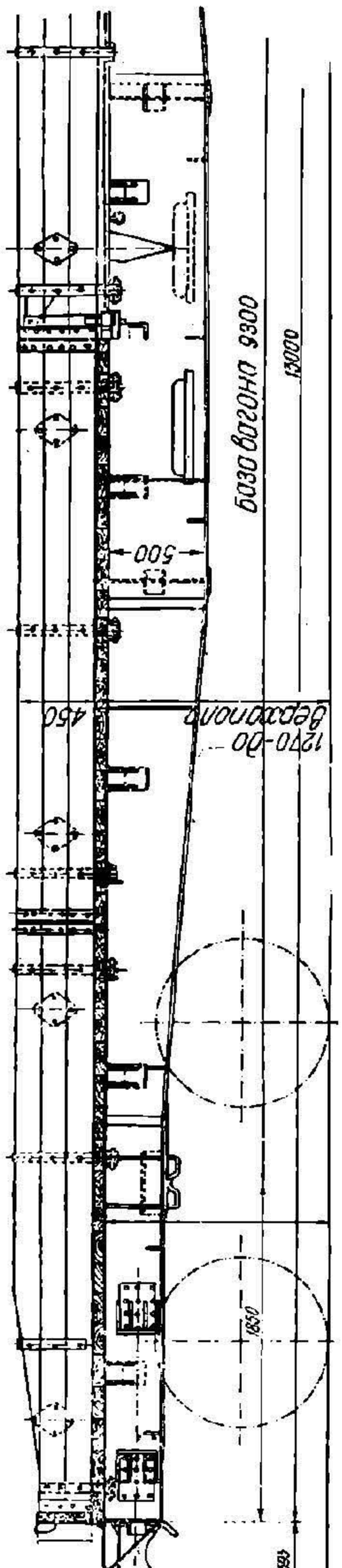


Рис. 274.

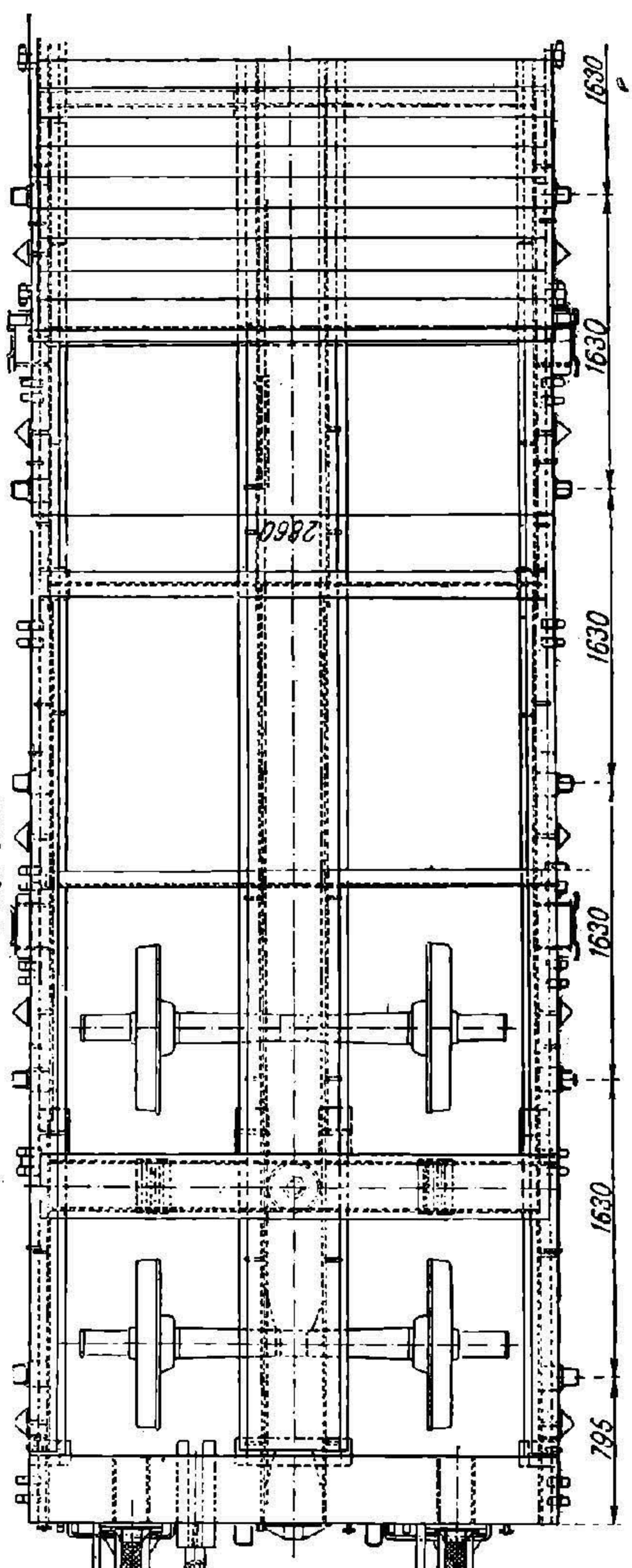


Рис. 275.

На рис. 272а изображена такая рама, имеющая вместо боковых швеллеров со шпренгелями долевую балку равного сопротивления.

В этой конструкции широко применена электросварка, давшая прочную конструкцию; вместе с этим получено небольшое снижение тары.

Длина этой платформы такая же, как и платформы нормального типа, т. е. 9,14 *м*. Длина рамы—9 204 *мм*, а ширина—2 940 *мм*. Ширина пола—2 840 *мм*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Большегрузные 4-осные платформы имеются в нашем парке подъемной силы 33 *т* — длиною 12,9 *м*, 45 *т* — длиною 12,2 *м* и 50 *т* — длиною 12,18 *м*. Рамы этих платформ — железные с хребтовыми балками, причем хребтовые

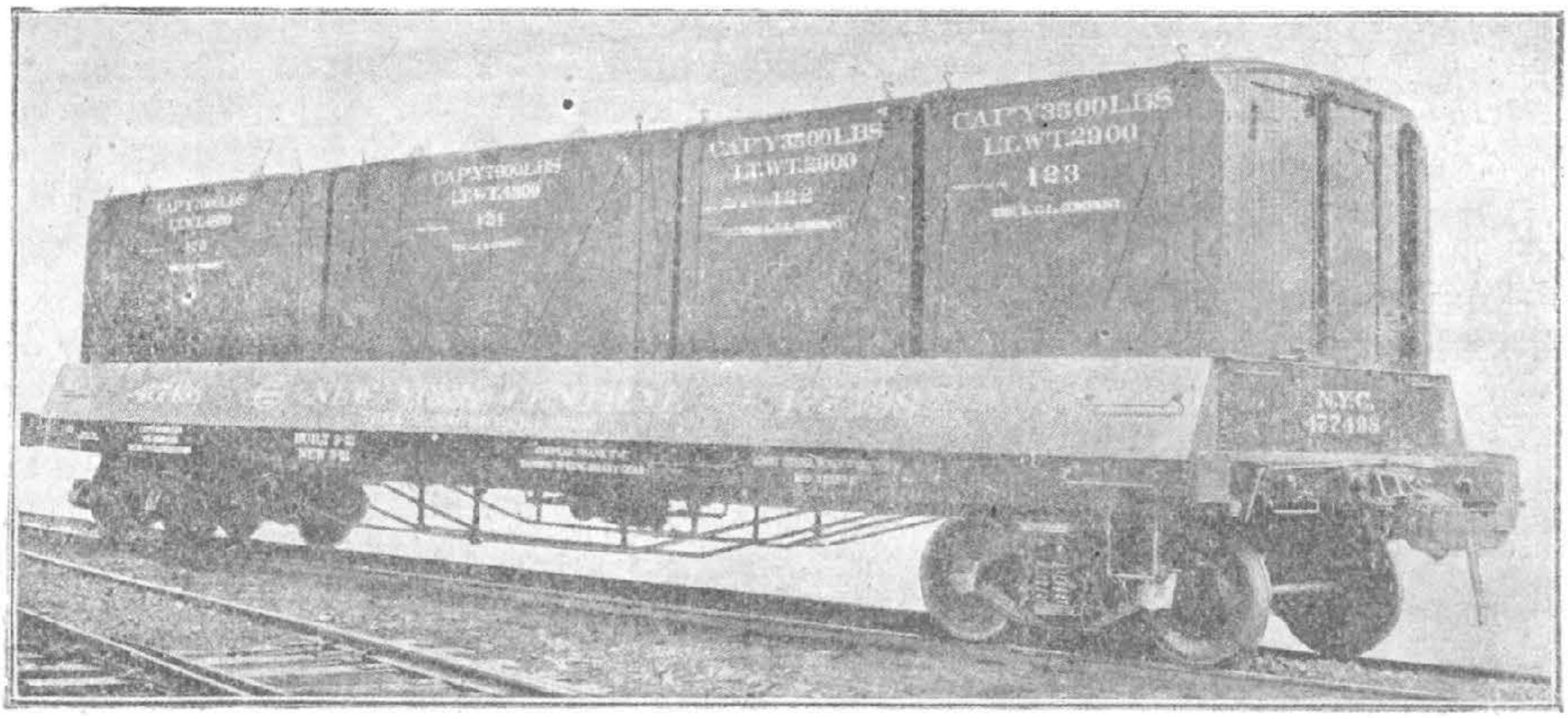


Рис. 276.

балки и боковые швеллера уширены в средней части. Бортов эти платформы не имеют. На боковых балках рамы укреплены скобы для стоек. На рис. 273 изображена большегрузная платформа подъемной силы 50 *т* постройки американских заводов, поступившая на наши дороги во время империалистической войны.

В конце 1933 г. построена платформа грузоподъемностью в 50 *т* на двух 2-осных тележках типа Даймонд.

Эта платформа предназначена для перевозки прокатного металла, леса, угля и других навалочных грузов.

На рис. 274 изображен боковой вид платформы.

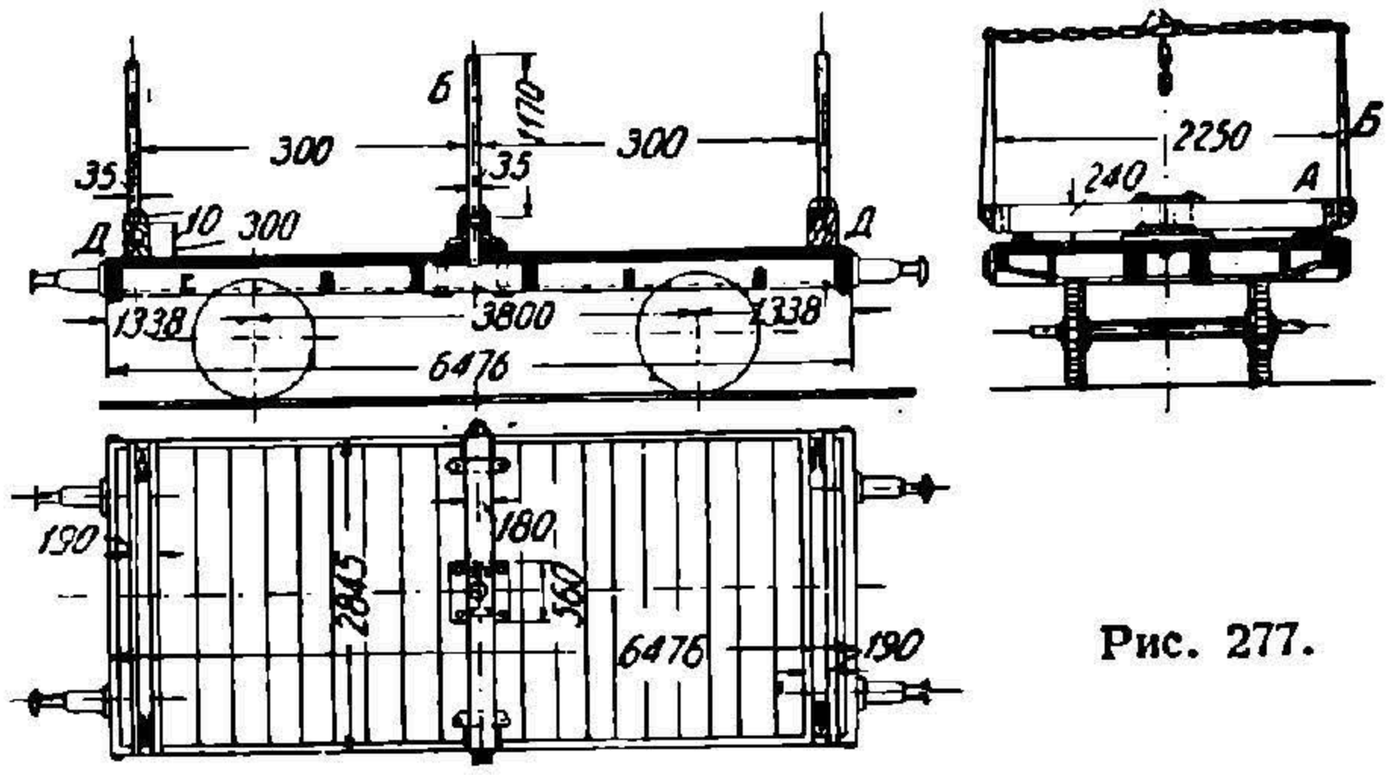


Рис. 277.

Устройство боковых и торцевых бортов аналогично платформе п/с 20 *т*. Отличаются боковые борта лишь затворами.

Рама, изображенная в плане на рис. 275, изготовлена из четырех продольных балок равного сопротивления, связанных между собою двумя поперечными

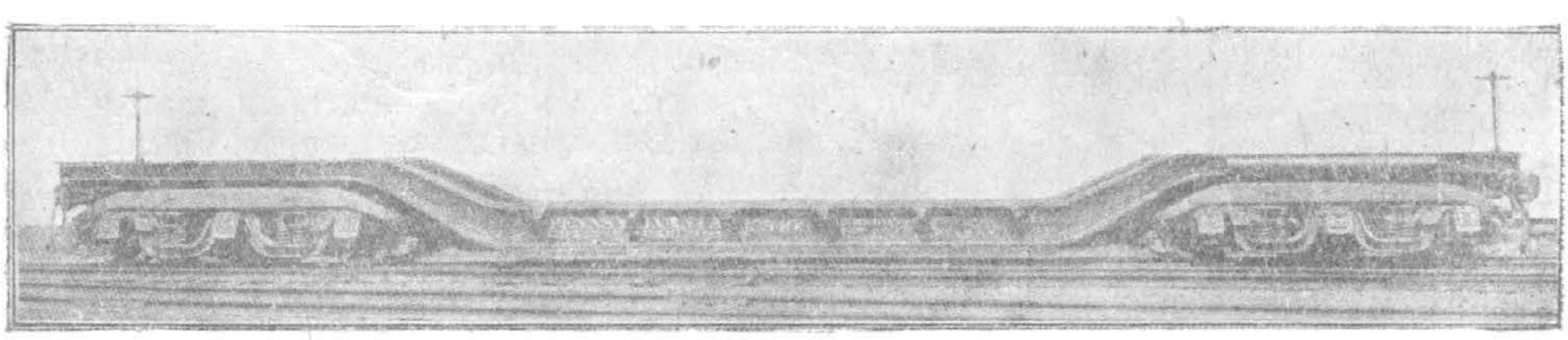


Рис. 278.

балками, двух шкворневых балок и двух концевых балок, называемых буферными брусьями. Шкворневые балки изготовлены сварными из листового железа и имеют вид прямоугольной коробки.

НЕ УДУНТ (ДІІТ)

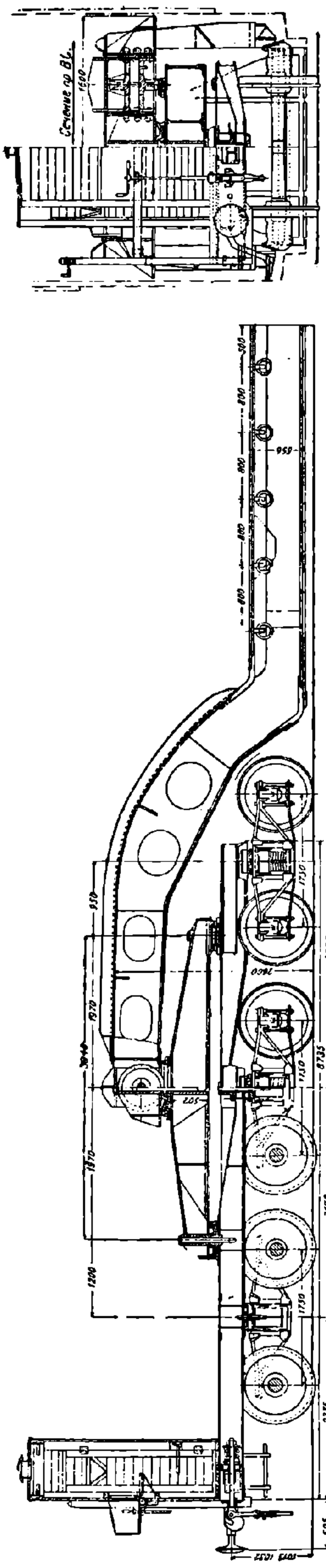


Рис. 279.

На шкворневой балке снизу укрепляется подпятник литой конструкции. На боковых балках укреплены скобы для лесных стоек, увязочные кольца и отбойные пружины.

На хребтовых балках для постановки автосцепки укреплены упорные кронштейны.

Буферный брус—сварной конструкции, для жесткости поставлены четыре диафрагмы против буферов. На нем имеются четыре увязочных кольца, подножка для влезания на платформу, бортовая закидка для укрепления продольных бортов, направляющая шайба для крюка и поручни для сцепщика.

Кроме перечисленных платформ, применяемых для перевозки различных грузов и называемых обыкновенными, существуют платформы, предназначаемые для специальных целей. К таковым относятся контейнерные платформы, турникетные и транспортеры.

К о н т е й н е р н ы е п л а т ф о р м ы служат для перевозки грузов в стандартных упаковочных ящиках, называемых контейнерами. Контейнер представляет собою закрытый ящик стандартных размеров, снабженный дверцами. Ширина ящика делается по ширине платформы а длина—такая, чтобы на платформе могло установиться плотно пять или шесть ящиков (рис. 276). Контейнерные платформы должны быть так устроены, чтобы ящики удобно на них устанавливались и чтобы, будучи установлены, не могли быть открыты, а также чтобы груз, перевозимый в контейнерах, не подвергался порче. Контейнерных платформ у нас пока еще не строили, но постройка их намечается.

Для перевозки очень длинных предметов (мостовые фермы, длинный лес и т. п.) устраивают платформы с т у р н и к е т а м и или с п о в о р о т н ы м и поперечными брусьями. Перевозимый предмет устанавливается на двух платформах, опираясь на вращающиеся части, благодаря которым облегчается прохождение по кривым частям пути. Изображенная на рис. 277 платформа имеет посредине пяту, на которой на шкворне установлен брус *А*, который может поворачиваться, скользя по чугунным подушкам, укрепленным на полу платформы. По бокам бруса *А* установлены железные стойки *Б*, соединенные вверху цепью *В* и препятствующие скатыванию с платформы длинного леса.

Кроме того, на концах—на полу платформы—укреплены два деревянных поперечных бруса *Д* одинаковой высоты со средним поворотным брусом. На концах поперечных брусьев имеются по две стойки.

Поворотный брус на шкворне устанавливается для того, чтобы нагруженный на две платформы длинный лес имел свободный боковой сдвиг при проходе кривых путей.

Для перевозки особенно тяжелых и громоздких предметов, как, например, паровых котлов, турбин и т. п., пользуются низкосидящими платформами большой подъемной силы, называемыми т р а н с п о р т е р а м и. Транспортеры делают на 6—8 и

НБ УДУНТ (ДІІТ)

12 осях. Подъемная сила их бывает до 250 *т*. На рис. 278 дан общий вид транспортера, а на рис. 279 представлен 12-осный транспортер постройки завода СССР. Он состоит из симметрично изогнутой балки *А*, опирающейся своими концами на балансиры *Б*, которые в свою очередь опираются концами на переднюю раму *В* и заднюю раму *Г*. Каждая рама лежит на двух 2-осных тележках, причем средняя тележка служит опорою для обоих рам.

Передняя рама *В* состоит из хребтовой балки, двух боковых швеллеров, буферного бруса и трех шкворневых балок. Две крайние шкворневые балки *а* и *б* передают нагрузку на тележки, средняя *в* воспринимает усилие от внешнего конца балансира *Б*. К шкворневой балке *б* приварена втулка-ось, при помощи которой передняя рама соединяется с хоботом задней рамы *Г*. Благодаря такому соединению передняя и задняя рамы могут перемещаться одна относительно другой.

Задняя рама *Г* состоит из хребтовой балки и двух шкворневых балок. Передний конец хребтовой балки переходит в хобот, который насаживается на втулку-ось передней рамы *В*. Задняя шкворневая балка *г* передает усилие тележке, а передняя *д* воспринимает усилие от внутреннего конца балансира *Б*.

Балансир *Б* представляет собою железную сварную балку, изготовленную из листового, полосового и углового железа при помощи электросварки. По концам он снабжен двумя шкворневыми пятами, которыми опирается на соответствующие подпятники передней и задней рам, а в средней его части на верхней поверхности установлен подпятник, на который опирается пята главной или грузовой балки *А*. По бокам пяты главной балки *А* ставятся ролики-скользуны, которые могут кататься по соответствующим полосам, установленным на верхней поверхности балансира по бокам пяты. Ролики-скользуны служат опорами для главной балки только в том случае, когда она получает наклон в поперечном направлении при проходе закруглений пути.

Главная балка сваривается из листового, полосового и углового железа и имеет в поперечном сечении коробчатую форму с вертикальными перегородками. В своей средней части балка имеет сниженную грузовую площадку, предназначенную для установки груза. Концы ее, опирающиеся на балансиры, имеют добавочные грузовые площадки, которые используются при перевозке длинных предметов

Под описанным транспортером установлены тележки Даймонд обычной конструкции.

Общая длина транспортера, не считая буферов, 30 *м*. Длина главной балки между центрами пятников 19 *м*. Длина средней грузовой площадки 8,5 *м*, ширина ее 3 *м*. Высота средней площадки в ненагруженном состоянии 0,85 *м*, а концевых площадок—2,6 *м*. Тара транспортера—около 90 *т*, подъемная сила—150 *т* с допускаемым перегрузом до 160 *т*.

Особый тип составляют саморазгружающиеся платформы. Наибольшее распространение получили саморазгружающиеся платформы типа Думпкар, описание которых дано в следующем разделе.

РАЗДЕЛ VII

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ВАГОНЫ

75. Полувагоны

Отличительную особенность полувагонов, или, иначе, открытых вагонов, служащих для перевозки навалочных грузов (каменного угля, руды и т. п.), составляет отсутствие крыши.

В полувагонах простейшего устройства кузов устроен так же, как и в крытых вагонах, т. е. состоит из ряда стоек, деревянных или железных, прикрепленных внизу к раме вагона, а вверху соединенных обвявочной рамой. Промежутки между стойками зашиты деревянными досками или листовым железом.

Деревянные кузова уже выходят из употребления, и в настоящее время строятся исключительно железные полувагоны.

Форма и высота кузова бывают различны в зависимости от назначения вагона.

Полувагоны имеются различной подъемной силы: 10 *т*, 15 *т*, 20 *т*, 40 *т*, 50 *т*, 60 *т*, 70 *т* и даже 120 *т*. Полувагоны малой подъемной силы—2-осные, а большегрузные—4- и 6-осные. В нашем вагонном парке полувагоны имеются 2-осные малой подъемной силы и 4-осные большегрузные, саморазгружающиеся и несаморазгружаю-

НБ УДУТ (ДИТ)

щиеся, подъемной силы не выше 60 *т*. 2-осные полувагоны старой постройки—с деревянными и с железными кузовами, с двустворчатой дверью в боковой стене. В некоторых деревянных полувагонах стенки решетчатые. Длина старых 2-осных полувагонов 6 476—6 490 *мм*, подъемная сила—12,5 *т*.

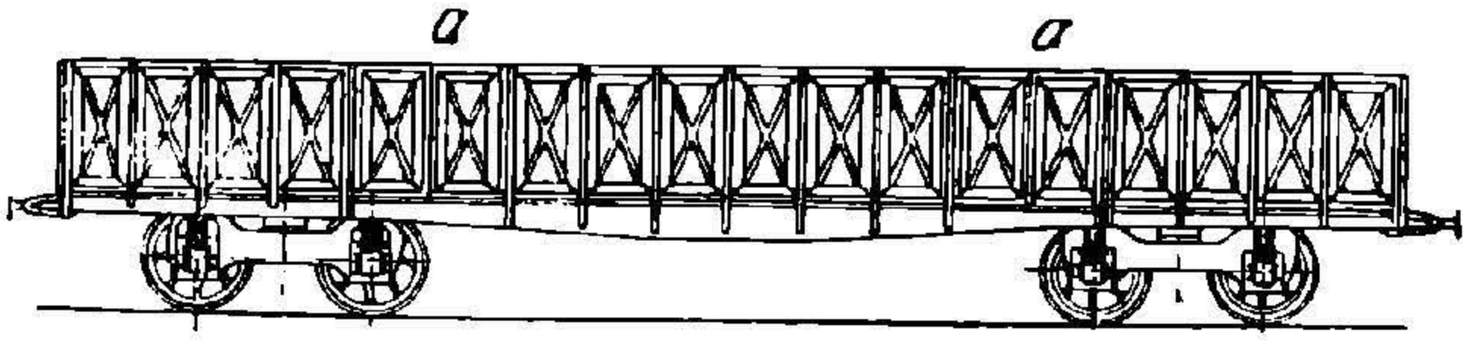


Рис. 280.

В числе 2-осных полувагонов малой подъемной силы имеются с откидными торцовыми стенками вместо дверей в боковых стенках. Разгрузка производится через эту откидную стенку. Для разгрузки полувагон накатывается на особый опрокидыватель, устроенный на эстакаде. Опрокидыватель поворачивается вместе с вагоном и ставит его поперек пути, затем приподнимает один конец вагона и придает кузову наклон в сторону откидной стенки, благодаря чему груз высыпается из вагона. Такие полувагоны применяются для перевозки угля и руды и погрузки их в портах на суда.

Большегрузные несаморазгружающиеся полувагоны нашего парка—старой конструкции двух типов: Годфелау-Кушмана и Фокс-Арбеля.

Полувагон Годфелау-Кушмана—4-осный, постройки 1901 г., на тележках, с деревянным кузовом на железной раме, сделанной из труб и снабженной шпренгелями. С каждой стороны кузова по две двери. Длина рамы 10 094 *мм*, подъемная сила—30 *т*.

4-осный полувагон Фокс-Арбеля (рис. 280) постройки Невского завода 1905 г. имеет железный кузов на железной раме без шпренгелей. В средней части боковые швеллера уширены. С каждой продольной стороны вагона по две двустворчатых двери. Рама—без хребтовых балок. Упряжь—сквозная. Тележки — системы Фокс-Арбеля. Длина рамы—14 100 *мм*. Подъемная сила—37 *т*.

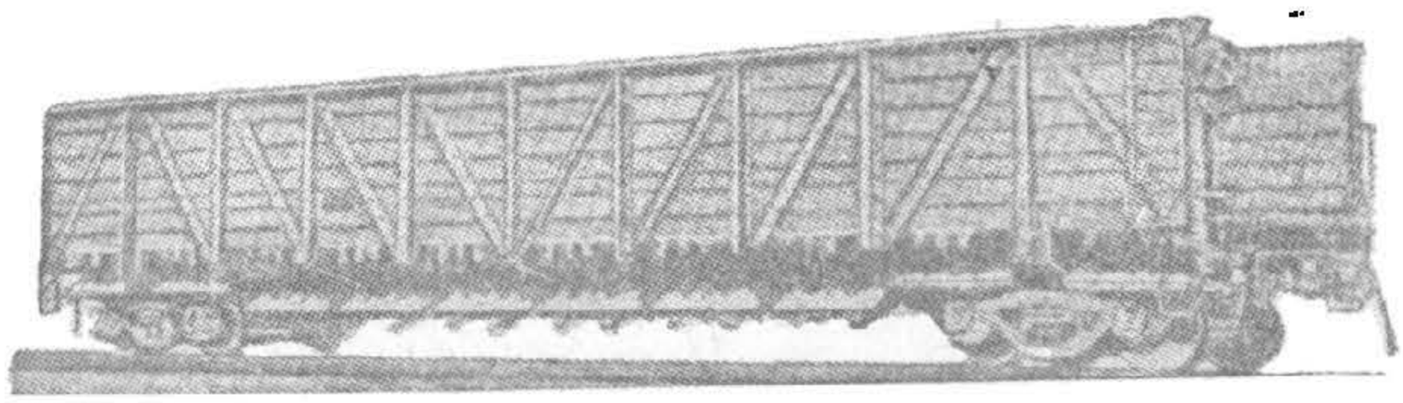


Рис. 281.

Полувагоны типов Годфелау-Кушмана и Фокс-Арбеля остались на наших дорогах в небольшом количестве и больше не строятся.

Несаморазгружающиеся большегрузные полувагоны предположено строить такой конструкции, которая допускала бы возможность загрузки их с эстакады, т. е. была бы рассчитана на сопротивление ударному действию груза, падающего в вагон с определенной высоты. Вместе с тем конструкцией этих полувагонов должна предусматриваться возможность разгрузки их на опрокидывателях, представляющих такое устройство, на котором груженый вагон закрепляется и затем поворачивается вместе с ним около горизонтальной оси на такой угол, при котором груз (уголь или руда) высыпается из вагона.

Саморазгружающиеся полувагоны предназначаются для перевозки сыпучих и навалочных грузов и имеются различных конструкций, отличающихся и устройством кузова и устройством разгрузочных приспособлений. Разгрузка саморазгружающихся полувагонов производится действием силы тяжести самих грузов через люки в полу или в боковых стенах. Люки открываются и закрываются посредством механического приспособления, приводимого в действие от руки или сжатым воздухом.

Одни конструкции допускают разгрузку непосредственно под вагон, т. е. между рельсами, для чего вагон должен быть установлен на эстакаде. В других конструкциях разгрузка производится по одну или по обе стороны вагона, сбоку рельсов.

У кузовов полувагонов одних конструкций пол в концевых частях наклонный, благодаря чему они имеют вид, напоминающий воронку; такие полувагоны появились впервые в Америке и названы хопперами. В других конструкциях полувагонов пол горизонтальный и все четыре стенки одной высоты; они называются гондолами. У нас в последние годы производится постройка и хопперов и гондол. Кроме того имеются в вагонном парке гондолы постройки американских заводов (рис. 281).

НТБ УДУТ (ДІІТ)

76. Хопперы

Полувагоны типа хоппера предназначаются для перевозки угля и руды. Эти полувагоны внизу имеют бункера с люками, через которые происходит разгрузка груза. Бункера и люки располагают либо в продольном направлении вагона у боковых стен (рис. 282), либо в поперечном направлении, как указано на рис. 283. В первом случае при разгрузке груз вываливается снаружи рельсов на обе стороны пути, а во втором—между рельсами.

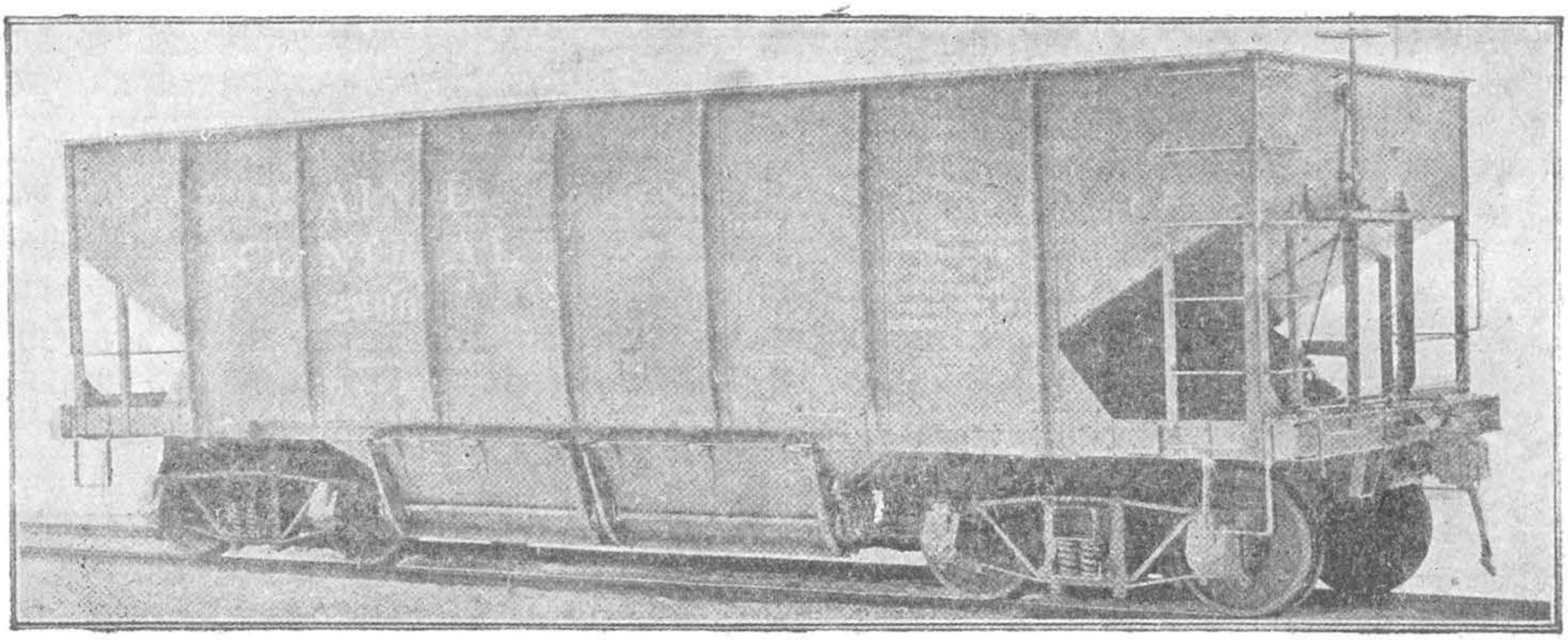


Рис. 282.

На рис. 284 изображен 4-осный хоппер постройки заводов СССР, подъемной силой в 60 *т*, сварной конструкции.

Кузов его состоит из следующих основных частей: боковых ферм, лобовых стен, наклонного пола и разгрузочных бункеров.

Боковая обрешотка имеет вид раскосной фермы.

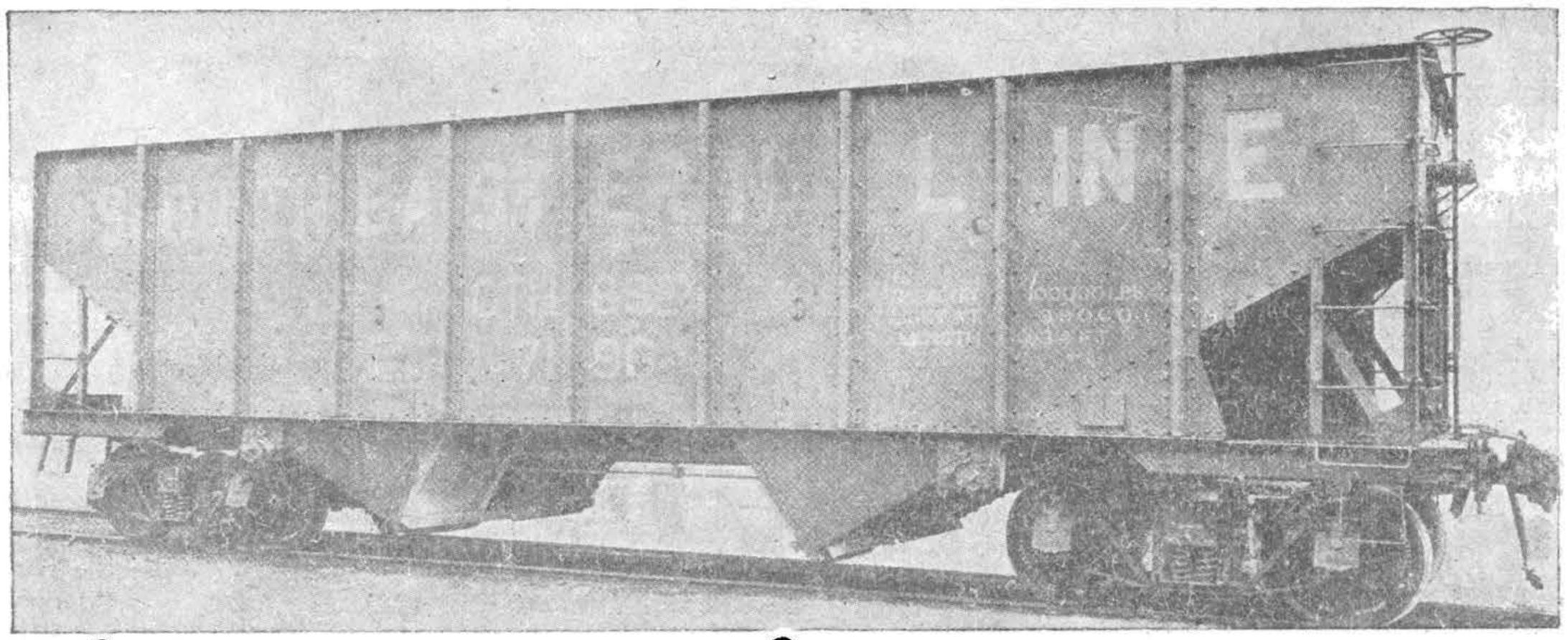


Рис. 283.

Верхний и нижний пояса обрешотки сделаны из углового железа 150 × 100 × 12 *мм*, угловая стойка—из углового железа 100 × 100 × 10 *мм*. Надшкворневая и средняя промежуточная стойки состоят из двух угольников 90 × 60 × 8 *мм* и 130 × 90 × 10 *мм*.

Лобовая стенка состоит из верхнего лобового пояса (угольник 150 × 100 × 12), из поперечного загнутого в виде угольника листа, поддерживающего лобовой конец наклонного пола, и средних лобовых стоек из швеллеров профиля № 12. Кроме того, с одного конца полувагона к средним лобовым стойкам *Б* приклепан горизонтальный уголок *В*, служащий для укрепления верхней концевой части разгрузочного механизма

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

В 1931 г. был запроектирован и построен заводом им. «Правды» двухосный полувагон типа хоппера со следующими основными размерами:

1.	Число осей	2
2.	Полезный груз	25 *т*
3.	Тара торм. ваг.	11,3 *т*
4.	Тара неторм. ваг.	10,5 *т*
5.	Ширина внутри ваг.	2996 *мм*
6.	Длина внутри ваг	5912 *мм*
7.	Высота боков. борта	1900 *мм*
8.	Кубатура без шапки	26,0
9.	Давл. на пог. *м* пути	5,11 *т*
10.	Давл. на ось	18,15 *т*
11.	Коэф. тары неторм.	0,45

Объем кузова хоппера определен из условий перевозки в нем 25 *т* угля с удельным весом 0,9.

Этот тип полувагона также допускает перевозку кокса и руды (рис. 285).

Конструкция кузова в основном одинакова с 4-осным хоппером. Обрешетка кузова—железная, без раскосов. Обшивка—железная (в первоначальном проекте). Рама в этом полувагоне, так же, как и в 4-осном хоппере, состоит из хребтовой балки, поперечных, шкворневых и буферных балок. Крайние продольные балки в 2-осном хоппере одновременно играют роль надрессорных балок и нижнего пояса боковых ферм.

Ходовые части этого хоппера отличаются от 2-осных вагонов (как старых конструкций, так и 20-тонных), потому что по условиям прочности ходовые части

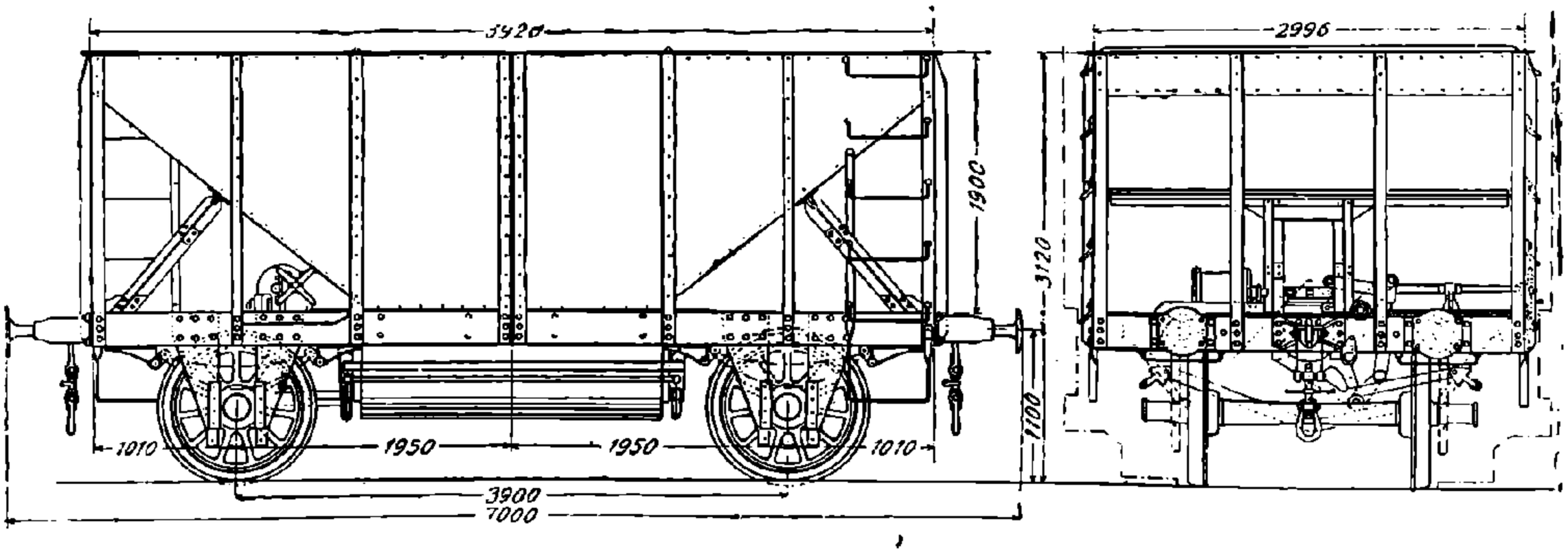


Рис. 285.

20-тонных вагонов и платформ не могли быть поставлены под 25-тонные хопперы. Поэтому колесные скаты применены те же, что и в 4-осных большегрузных вагонах (хопперах, гондолах, крытых).

Рессоры поставлены листовые, специально запроектированые для этого типа хоппера. Таким образом, 2-осный хоппер имеет основные ходовые части и рессорное подвешивание, не взаимнозаменяемые с существующими частями 2-осных вагонов 16,5-тонных и 20-тонных.

Система разгрузочного механизма отличается от механизма, принятого для 4-осных хопперов, тем, что механизм 2-осного хоппера — централизованный и дает возможность одновременно открыть оба люка. Разгрузка происходит на обе стороны пути.

Способ открытия разгрузочных люков—ручной и пневматческий. Рычажная передача разгрузочного механизма приводится в действие путем сжатого воздуха, находящегося в специальном цилиндре, от штока которого передается усилие рычажной передаче, и последняя открывает люки. Ручное открытие люков происходит посредством вращения винта, который усилием человека передается рычажной передаче.

Разгрузочный механизм составляет очень важную часть в конструкции хоппера, так как от него зависит правильность работы хоппера. Детали разгрузоч-

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

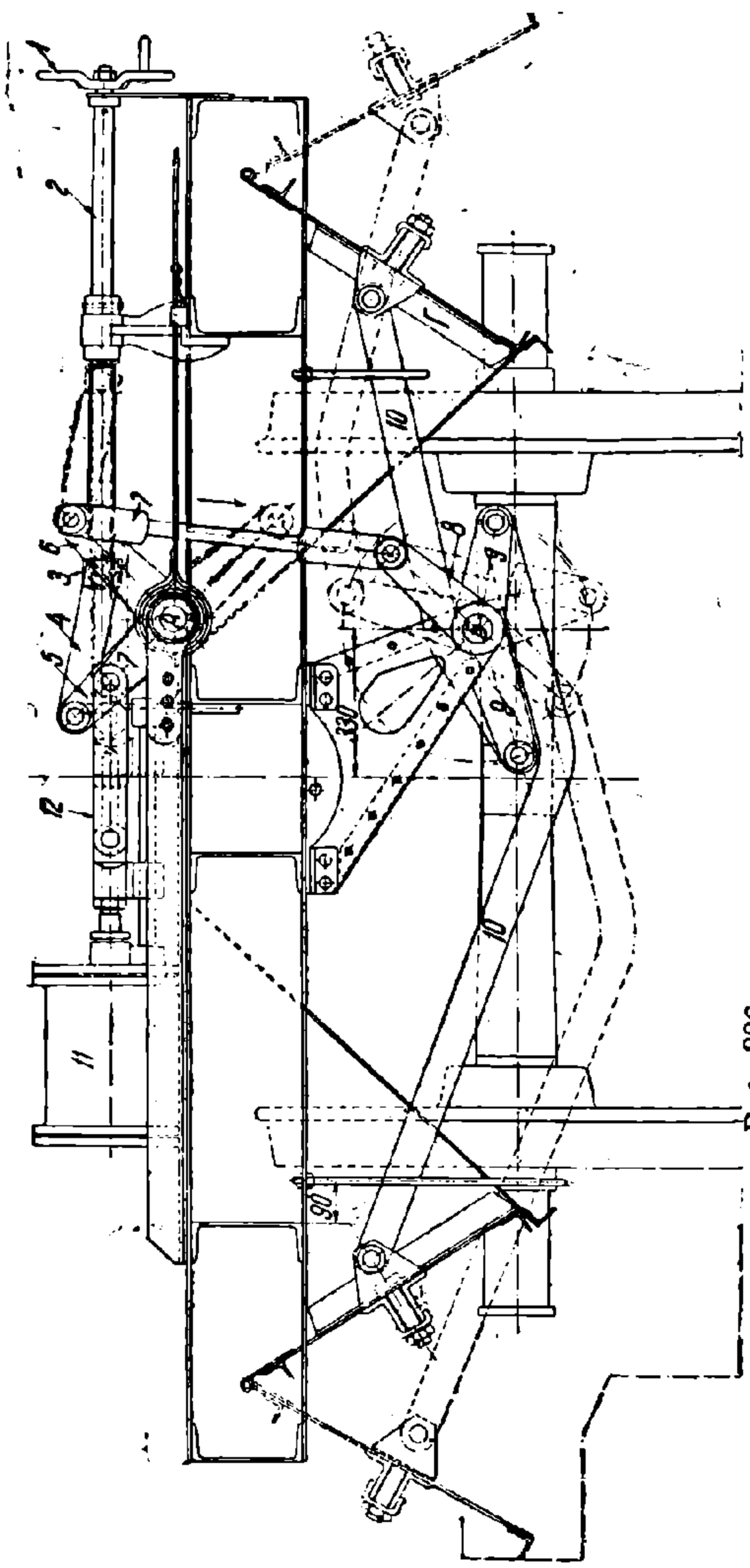
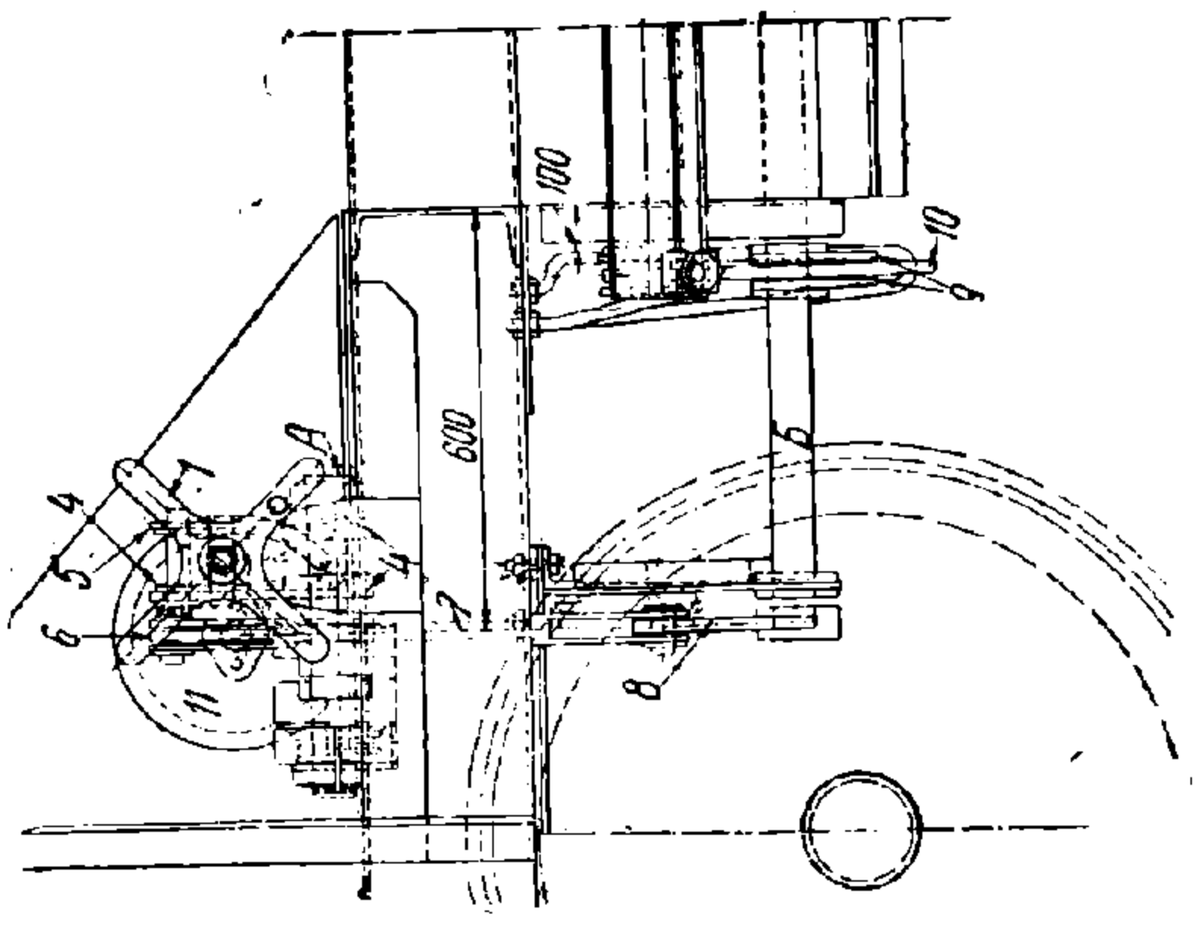


Рис. 286.



ного механизма должны быть выполнены особенно тщательно, потому что неверно собранный механизм может во время движения открываться, рассыпать груз по путям железнодорожного полотна и тем самым нарушить безопасность движения. На рис. 286 изображено общее расположение механизма, который размещен на концевой части рамы с одной стороны. Ручной механизм состоит из маховичка *1*, сидящего на главном валу *2*. На валу имеется нарезка и на ней гайка *3*. От гайки идут две серьги *4*, которые соединяются с угловым рычагом *5*. Кривой рычаг *6* соединяется с угловым рычагом тягой *8*. Кривой рычаг сидит на валу, на втором конце которого укреплены рычаги *9*, соединяющиеся с крышкой люка. Действие механизма происходит следующим образом: при повертывании маховичка вправо получается отход гайки по винту в сторону к маховичку *C*, перемещением гайки приводятся в движение все рычаги, которые открывают люки. Конечное положение рычагов при полном открытии люка указано пунктирной линией. Кроме ручного механизма, имеется прибор для открытия люка при помощи воздуха, поступающего от паровоза по специальному воздухопроводу к разгрузочному цилиндру. Шток поршня этого цилиндра соединен тягами *11* с рычагом *12*, сидящим на одной оси. Он передает движение рычагам, открывающим разгрузочные люки. Для того, чтобы иметь возможность работать каждым механизмом в отдельности, устроено особое приспособление для включения и выключения цилиндра.

На рис. 287 изображен разрез цилиндра в собранном виде. Внутренний диаметр цилиндра 10 дм. Передняя крышка цилиндра *2* имеет отверстие для поршневого штока, в которое вставлен сальник *4*. Задняя крышка *3*—глухая, имеет два выступа, в которых имеется по одному отверстию. Верхнее запасное отверстие закрывается пробкой *22*. Нижнее отверстие имеет штуцер, к которому присоединяется $^1/_2$-дюймовая труба, идущая от главной магистрали. На этой трубе имеется разобщительный кран. При помощи этого крана можно выключать любой вагон в составе

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

поезда. Это необходимо при разгрузке состава в бункера, так как расположение вагонов не всегда может совпадать по размерам с бункерами.

Сальник передней крышки укрепляется двумя шпильками *5*. Поршень состоит из диска *6*, сидящего на штоке, и нажимной шайбы *7*, при помощи которой зажимаются кожаные манжеты *9*. Для того, чтобы кожаные манжеты плотно прилегали

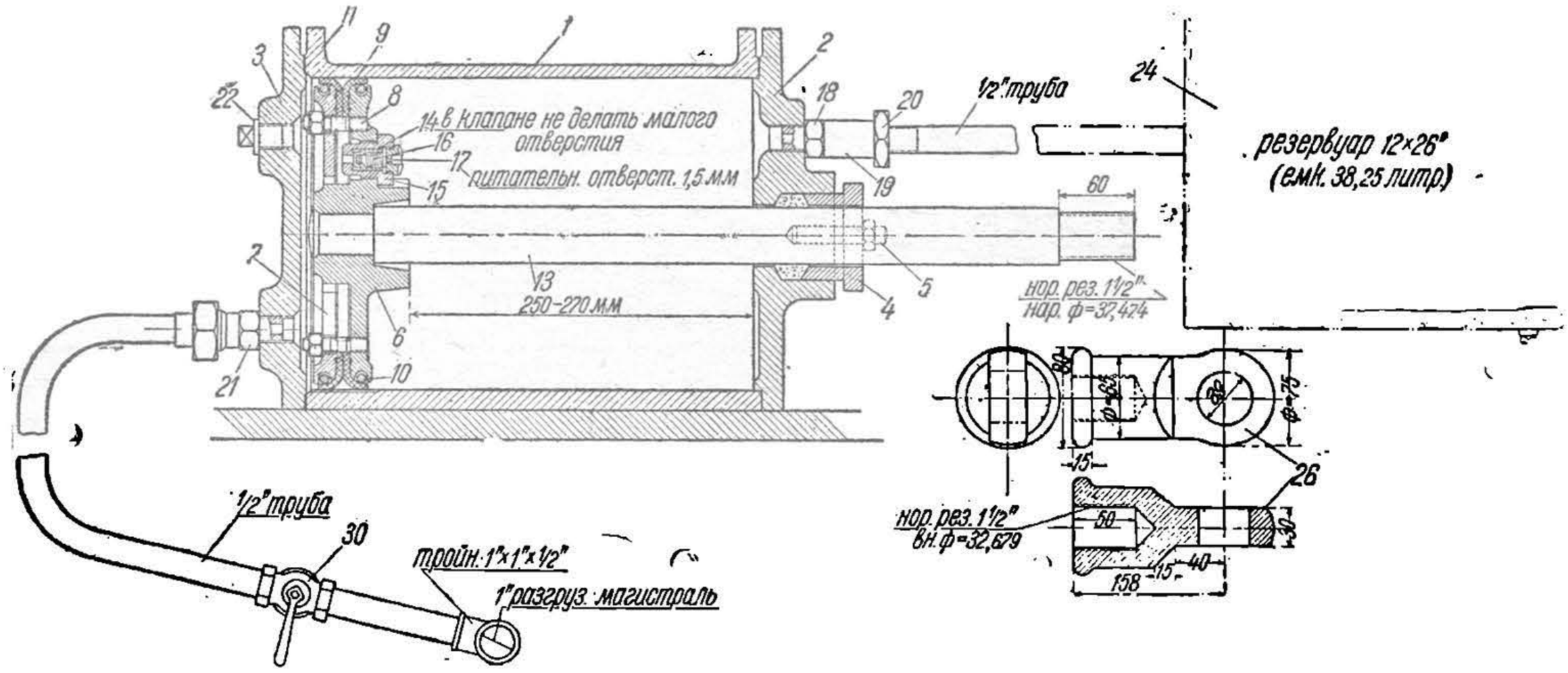


Рис. 287.

к стенкам цилиндра, под ними проложены пружины *10* в особые жолоба, сделанные в поршне. Между крышками и цилиндром ставятся резиновые прокладки для того, чтобы достичь плотного прилегания. В поршне имеется отверстие, в которое вставлен клапан *14*, играющий важную роль в работе цилиндра. Он помещен в корпусе, указанном на рисунке в разрезе под № *15*. Внутри клапана имеется пружина *16* и над пружиной крышка *17*. Для соединения цилиндра с запасным резервуаром *24* ставится $^1/_2$-дюймовая труба *18*. Внизу запасного резервуара для очистки его делается отверстие, закрытое пробкой *25*. На конец штока надевается особая головка *26*. Ход поршня примерно 250 *мм*. Запасный резервуар—емкостью 38,25 *л*. В крышке клапана *17* делается питательное отверстие диаметром 1,5 *мм*. Работа цилиндра построена на разности давлений. Начало работы происходит, когда воздух от паровоза поступает по магистральной трубе и через тройник попадает в заднюю крышку и создает давление на поршень.

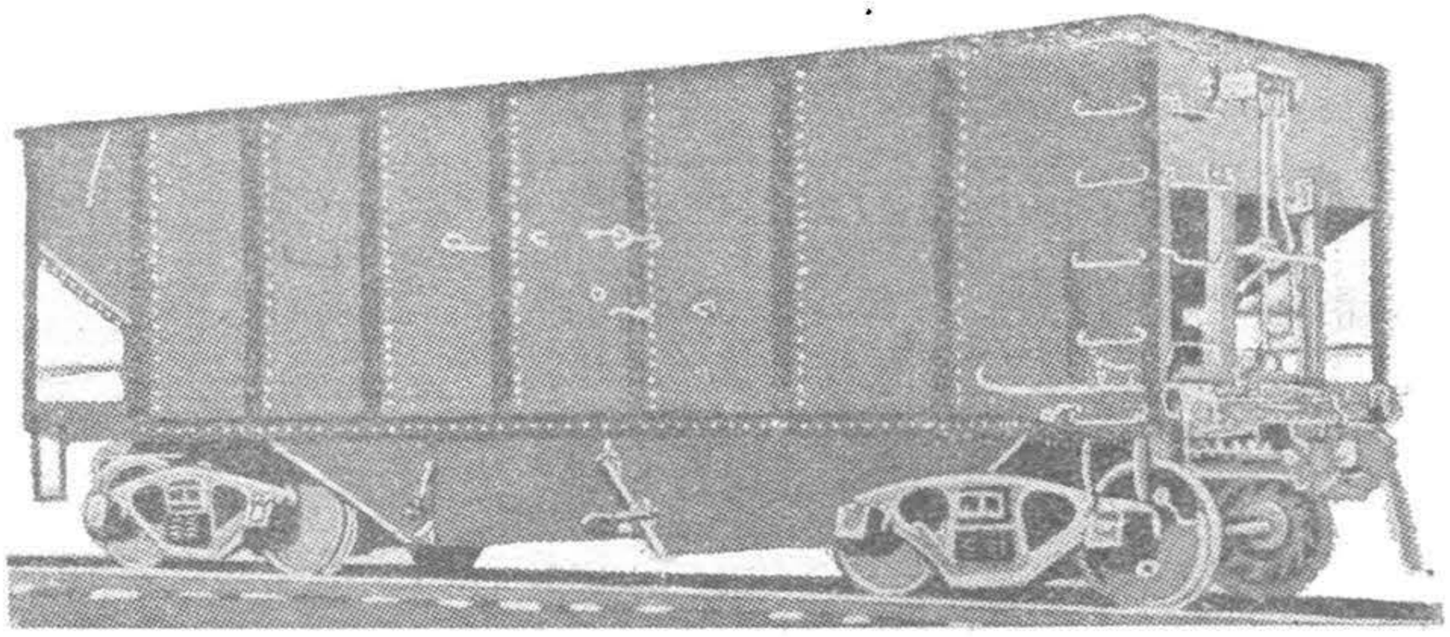


Рис. 288.

На американских железных дорогах применяют полувагоны типа хоппера различных конструкций. В зависимости от рода перевозимого груза хопперы делятся на угольные, рудные, баластные. Конструктивное отличие американских угольных хопперов в основном состоит в том, что разгрузочные люки располагаются поперек вагона, а не вдоль, как в нашей конструкции, благодаря чему разгрузка угля происходит под вагоном между рельсами (рис. 288). Число люков в полувагонах различно и зависит от грузоподъемности. Недостаток такого расположения люков тот, что разгружать такие хопперы возможно только с эстакады.

Конструкции разгрузочных механизмов в американских хопперах разнообразны и преимущественно централизованные.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Подъемная сила угольных американских полувагонов колеблется от 50 до 120 ам. *т* и даже выше. Наиболее ходовым типом по грузоподъемности является полувагон 50—55 ам. *т*, изображенный на рис. 284.

Кузова американских хопперов делаются с железной обрешеткой и с деревянной обшивкой.

Другой тип кузовов представляет собой балочную ферму, состоящую из верхней и нижней обвязок, связанных стойками. Обшивка кузова—железная, она связывает и пояса и стойки. Это создает жесткую систему. Конструкция рамы по комбинации элементов аналогична с рамой, примененной в нашем хоппере.

Все американские хопперы — на тележках, причем применяются преимущественно 2-осные тележки типа Даймонд. Буксы применяются со скользящими подшипниками, роликовые подшипники массового применения еще не имеют.

Рудный хоппер по внешнему виду похож на угольный, но он при одной и той же подъемной силе короче угольного в виду того, что удельный вес руды больше удельного веса угля. Кроме того, угол наклона днища рудного хоппера делается больше, чем угольного, а именно—от 40 до 50°, вместо 35°.

77. Гондола

Саморазгружающиеся полувагоны типа гондолы предназначаются для перевозки руды, угля, леса, прокатных металлов и других навалочных грузов. Они имеют вертикальные боковые и концевые стенки, а в полу у них имеются люки, через которые производится разгрузка. На рис. 289 представлен полувагон-гондола сварной конструкции постройки заводов СССР, подъемной силы 60 *т*.

Боковая обрешетка кузова имеет вид раскосной фермы.

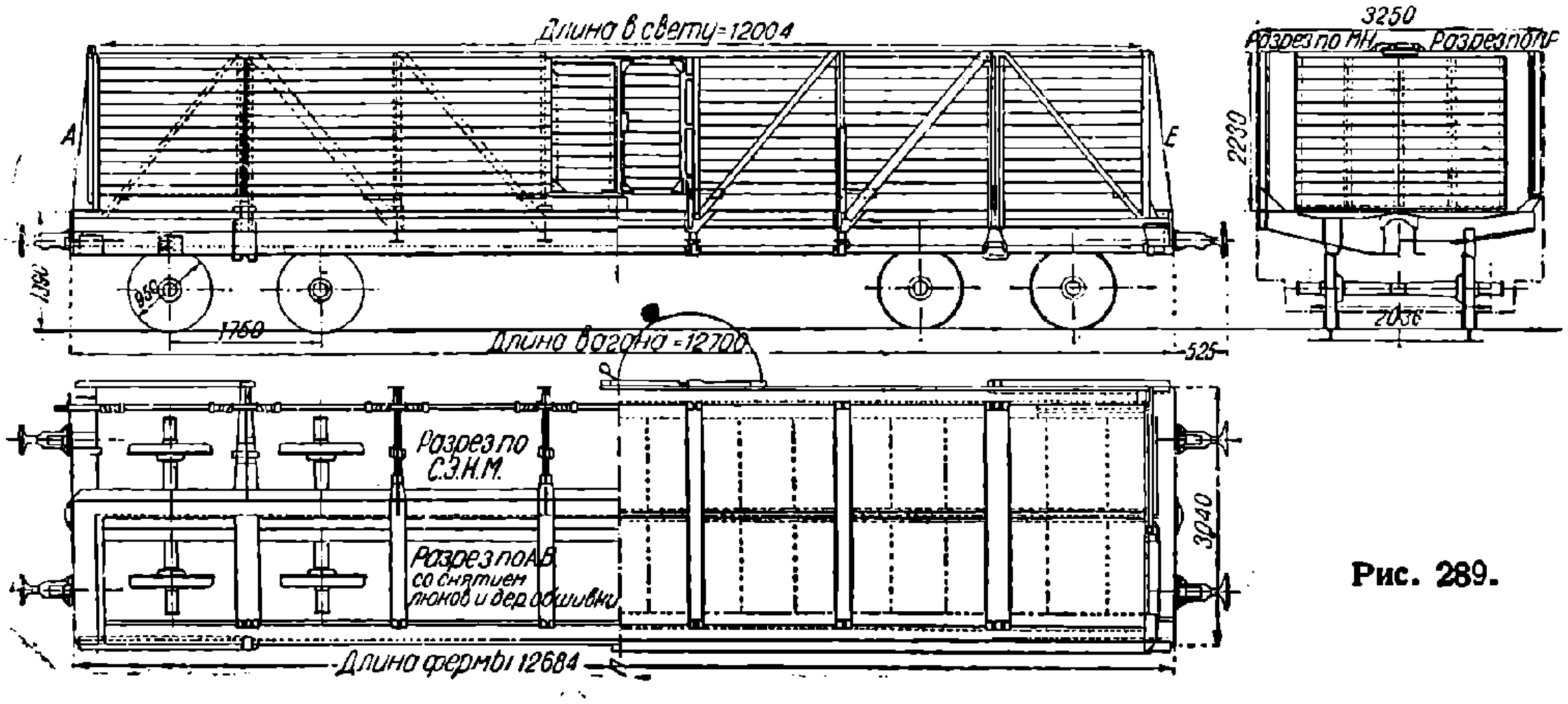


Рис. 289.

Верхний пояс—из швеллера № 12. Нижний пояс—из угольника 150×100×12 *мм* и концы их из угольников 150×100×12 *мм* полосового железа 230×8 *мм* и 65×10 *мм*. Стойки из зетов 80×65×6 *мм*, усиленных полосовым железом сечением 80×8 *мм*. Раскосы — из полосового железа. Боковая ферма в среднем пролете имеет дверь. Дверь — двустворчатая, из угольников и косынок. Двери открываются наружу вагона. Каждая половинка двери имеет верхнюю и нижнюю запорные тяги и приводится в действие ручкой.

Лобовая стенка имеет в середине дверной пролет, по бокам же стоят вертикальные стойки из полосового железа сечением 180×6 *мм*, усиленного контрфорсами и накладками. Лобовые двери—двустворчатые из зетов и угольников. Лобовые двери имеют вверху и внизу запорные механизмы для запирания двери в закрытом положении.

Боковая ферма, боковые двери и лобовые двери имеют деревянную обшивку двух толщин, а именно: в нижней половине кузова обшивка толщиной 40 *мм*, а в верхней половине кузова—35 *мм*. Все доски имеют выборку в четверть глубиной 13 *мм*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Пол вагона по всей длине по обе стороны от хребтовой балки и между всеми поперечными балками имеет 14 люков для разгрузки. Эти люки прикрыты снизу вращающимися на шарнирах железными крышками толщиной 6 *мм*.

На каждой крышке люка снизу приварены по два уголка запорного механизма, концы которых выступают за наружную кромку крышки на 160 *мм*.

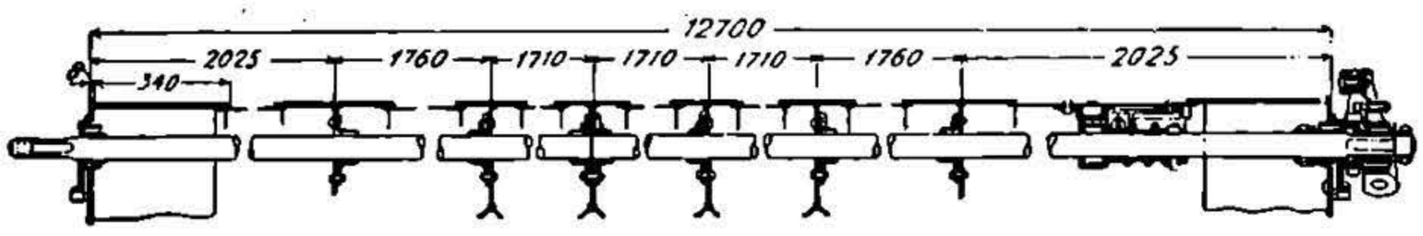
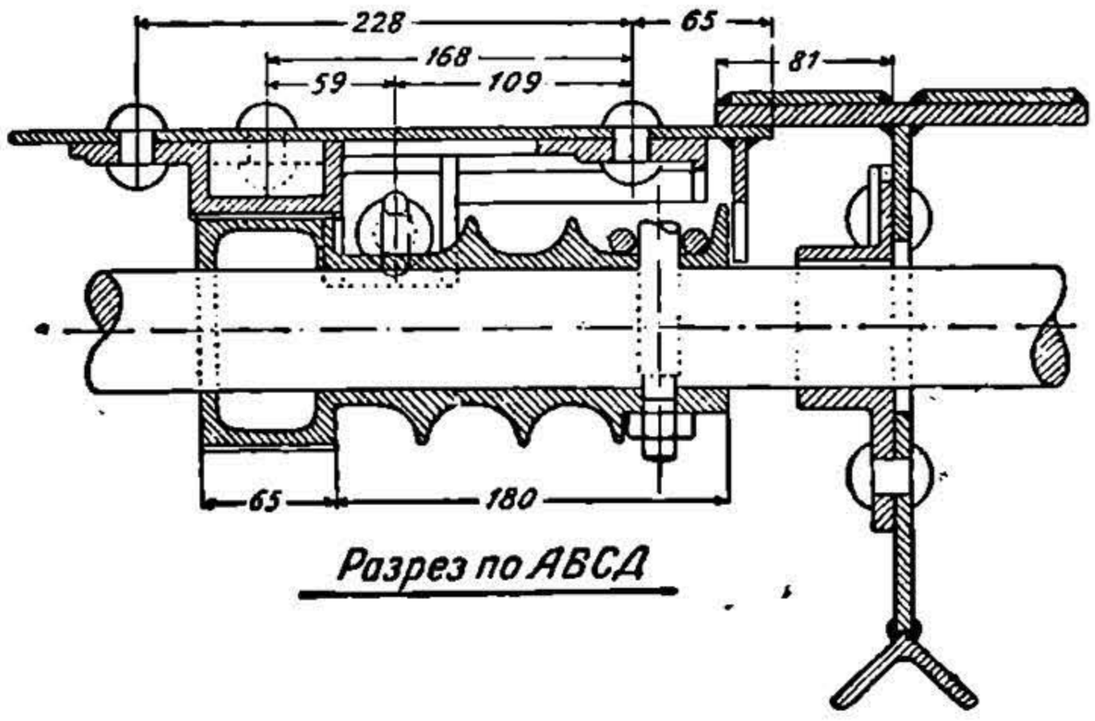


Рис. 290.



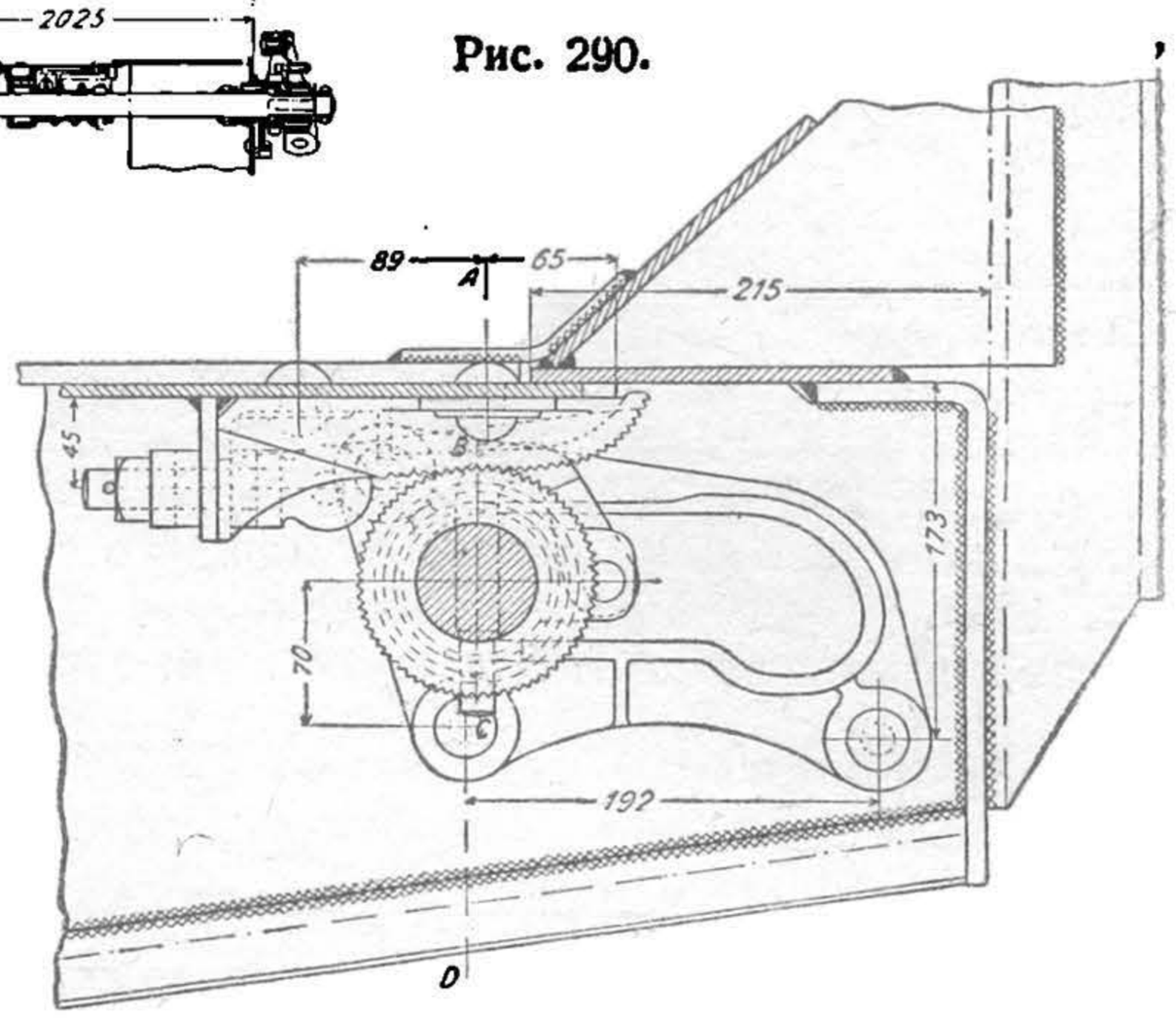


Рис. 291.

Запорный механизм состоит из крючков, укрепленных с помощью особой щеки на наружной стороне угольника нижнего пояса фермы и вращающихся на болтах. Крючки имеют два зуба, которыми цепляются за угольники люков. На каждом люке имеется два уголка, соответственно этому в каждом пролете фермы имеются два крючка. При первом подтягивании уголки схватываются за первый зуб крючка, а на второй зуб крышку люка приходится подтягивать вручную (если верхние накладки поперечных балок не изогнуты чем-либо) или же при помощи ломика, вставляемого в особую скобу.

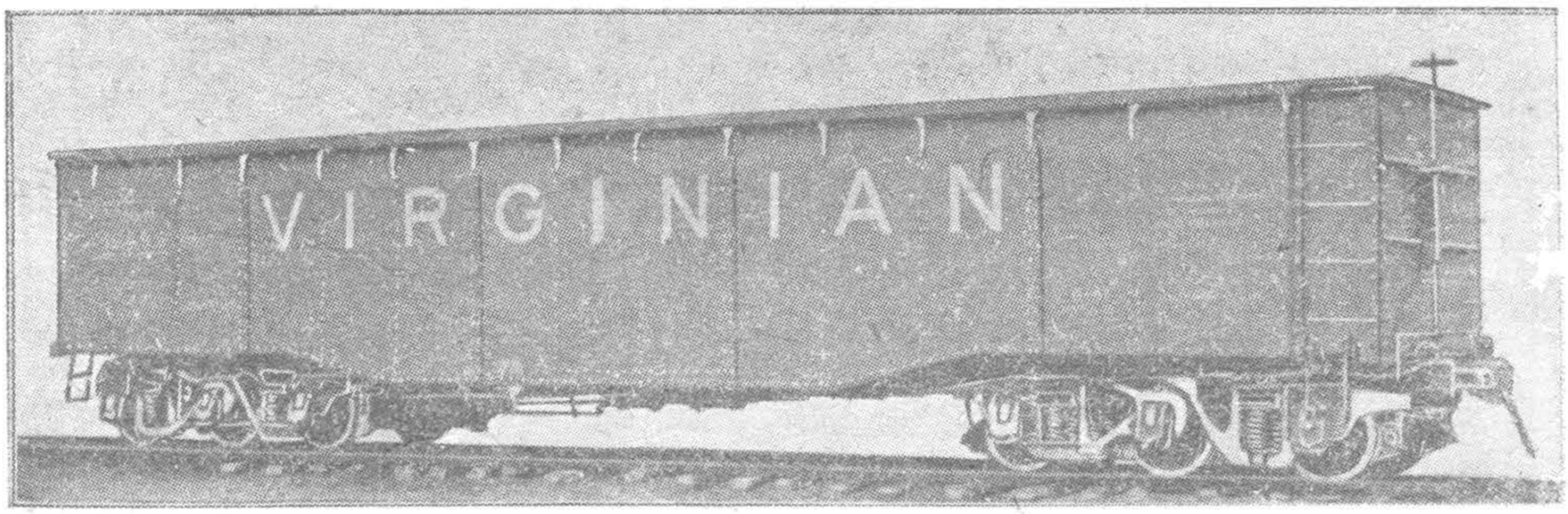


Рис. 292.

После закрытия крышки на последний зуб крючка на крючок набрасывается верхний предохранительный сектор, который не дает крючку открыться во время хода поезда от толчков на стыках и кривых.

Рама полувагона—сварная, железная, состоит из хребтовой балки, двух буферных, двух шкворневых, двух поперечных и двух средних балок. Хребтовая балка (рис. 144) имеет две боковые стенки сечения 290 × 10 *мм*, нижние накладки из угольника сечения 130 × 90 × 12 *мм*, верхние накладки сечения 320 × 8 *мм* и тавр 75 × 75 × 8 *мм*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Вагон имеет две 2-осные тележки американского типа Даймонд с 5-комплектными пружинами под каждым концом надрессорного бруса.

Длина полувагона с буферами 13 890 *мм*, база полувагона—8 650 *мм*, ширина 3 210 *мм*, высота от головки рельсов 3 270 *мм*, объем полувагона (без шапки)—66,7 *м*, тара полувагона—20 *т*.

Изображенный на рис. 281 полувагон-гондола постройки 1915 года Восточного вагоностроительного общества в Канаде имеет железную обрешетку кузова с деревянной обшивкой, но в других имеющихся у нас полувагонах постройки того же общества—железная обшивка. Кузов без дверей. В полу 6 опускных люков (трапов) для разгрузки. Торцовые стенки—деревянные, на петлях, дающих возможность открывать их внутрь вагона. Рама—с хребтовыми балками, уширенными в средней части, без шпренгелей. Длина рамы—12 294—12 325 *мм*. Подъемная сила вагона—50 *т*. Разгрузка может производиться как по одну, так и по обе стороны рельсов. Люки открываются и закрываются посредством запорного механизма (рис. 290 и 291), который состоит в следующем. Вдоль боковых стен вагона внизу лежит вал *в*, на котором у каждого люка сидят по два барабана *д* с шестернями (рис. 291). Каждый барабан соединен с цепью *б*, другой конец которой укреплен петле крышки люка *а*. При навивании цепи на барабан крышка люка подтягивается

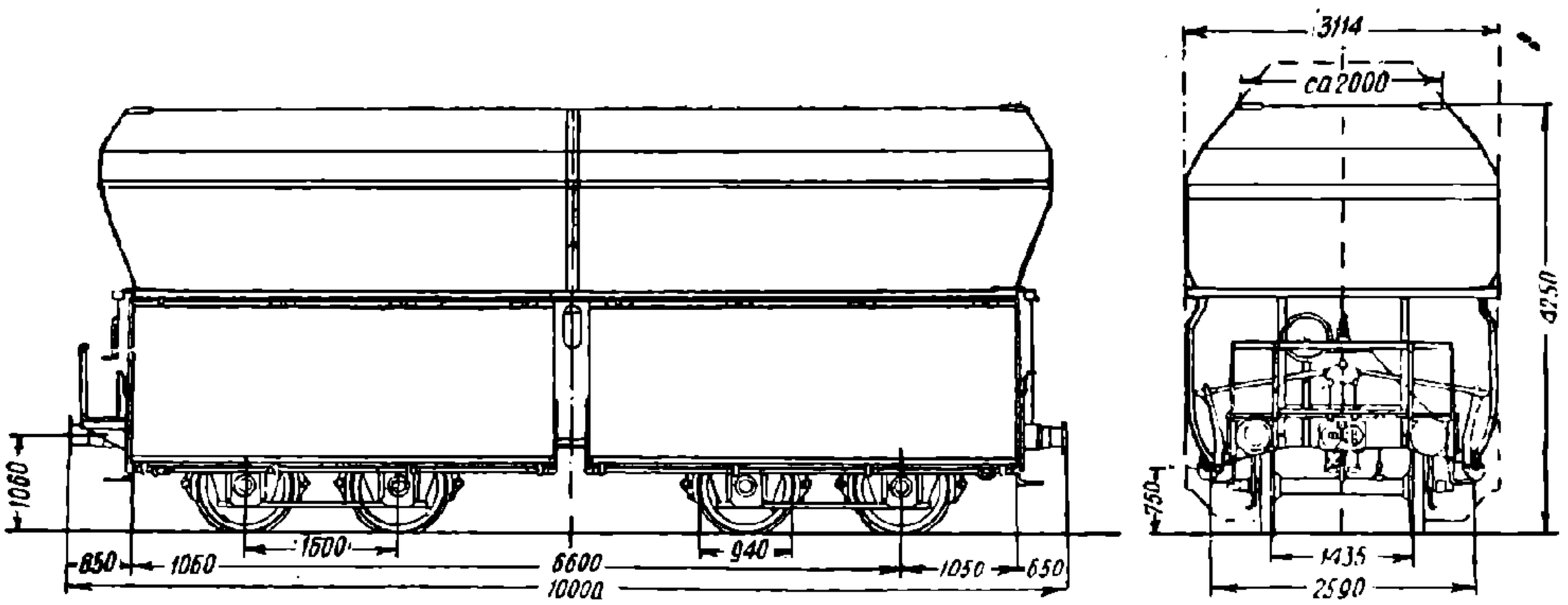


Рис. 293.

к люку и закрывает его. Для открывания люка цепи *б* сматываются с барабанов *д*, для чего вал вращается в обратную сторону. На конце вала за лобовой стенкой вагона насажен башмак с рукояткой, посредством которой можно вращать вал. Для удержания вала от произвольного вращения служит надетый на тот же конец его храповик с собачкой. Шестерня, соединенная с цепным барабаном при вращении барабана, перемещается по зубчатой рейке, отлитой заодно с державкой вала, благодаря чему обеспечивается плотное запирание люков.

При применении у нас на практике этого запора оказалось, что он часто повреждается, в виду чего при постройке на наших заводах полувагонов-гондол принят более простой запорный механизм, описанный выше.

На рис. 292 показан полувагон самой большой подъемной силы на двух 3-осных тележках. Такой вагон применяется в Сев. Америке и называется Виргинским—по имени железной дороги штата Виргиния. Подъемная сила его—120 *т* английских или 108 *т* метрических. Он сплошь металлический. Длина его 15 *м*.

На рис. 293 изображен саморазгружающийся 4-осный полувагон грузоподъемностью 60 *т* германских железных дорог, фирмы Оронш и Коппель. Этот тип полувагона, появившийся в 1924 г. в виде опытного, в настоящее время принят для массовой постройки. В нем, подобно многим грузовым германским вагонам, вместо тележек применены связанные, свободно устанавливающиеся оси.

Разгрузка этого вагона производится через откидные боковые стены. Пол вагона имеет седлообразную форму, и при открытии боковых люков (бортов) уголь сползает с наклонной плоскости. Открытие бортов производится при помощи ручного разгрузочного механизма, изображенного на поперечном разрезе вагона.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

78. Думпкар

Платформа типа Думпкар предназначается для перевозки сыпучих грузов (главным образом грунтов) на небольшие расстояния, причем для разгрузки рама платформы ставится в наклонное положение помощью сжатого воздуха. Думпкары имеются двух видов. У одного из них (рис. 294 и 294а) при постановке рамы в наклонное положение борт со стороны разгрузки поднимается и позволяет грузу скатиться

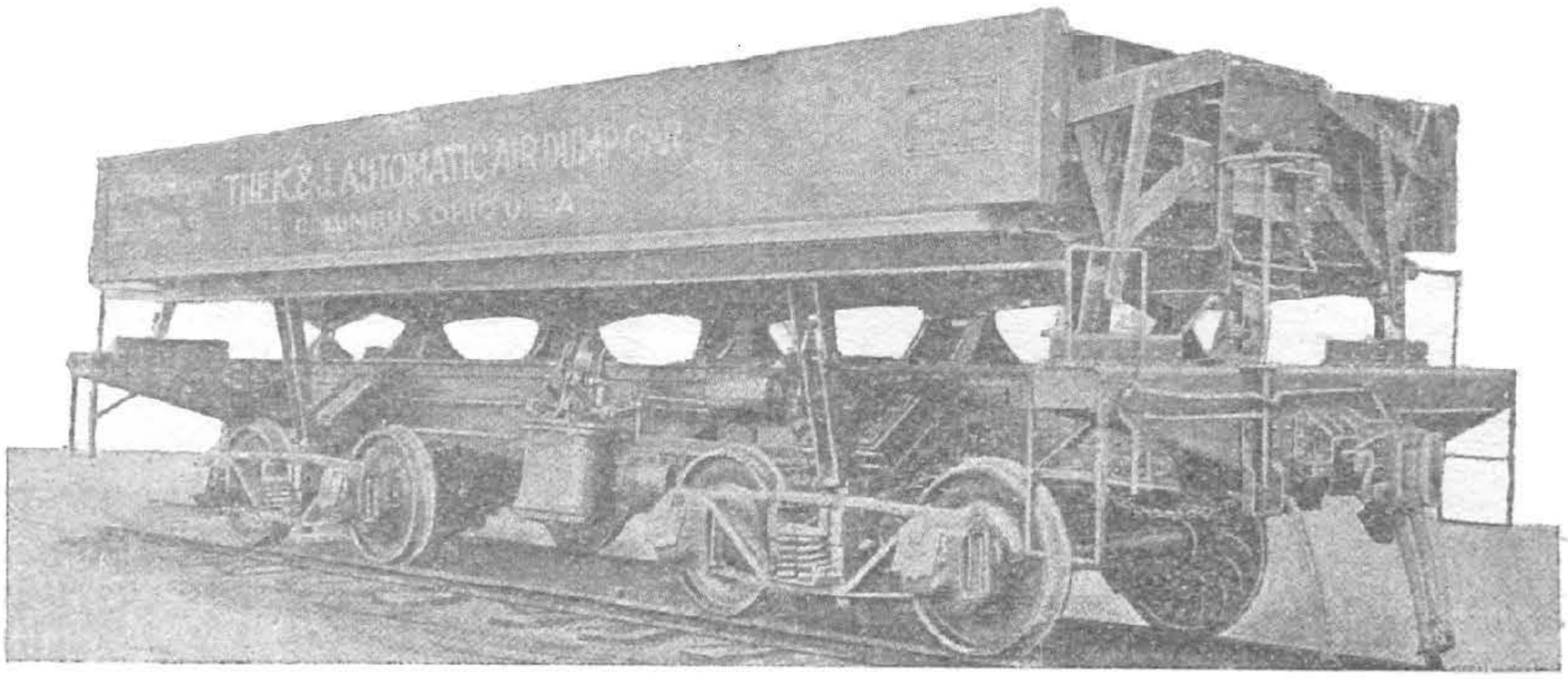


Рис. 294.

с платформы. У другого (рис. 295) борт откидывается вниз на шарнирах и служит в опрокинутом положении продолжением пола платформы, который становится при этом наклонно под углом 45—50°.

Опрокидывание производится сжатым воздухом посредством двух или одного цилиндров, расположенных с каждой продольной стороны рамы

Думпкар (рис. 295) установлен на двух 2-осных тележках типа Даймонд.

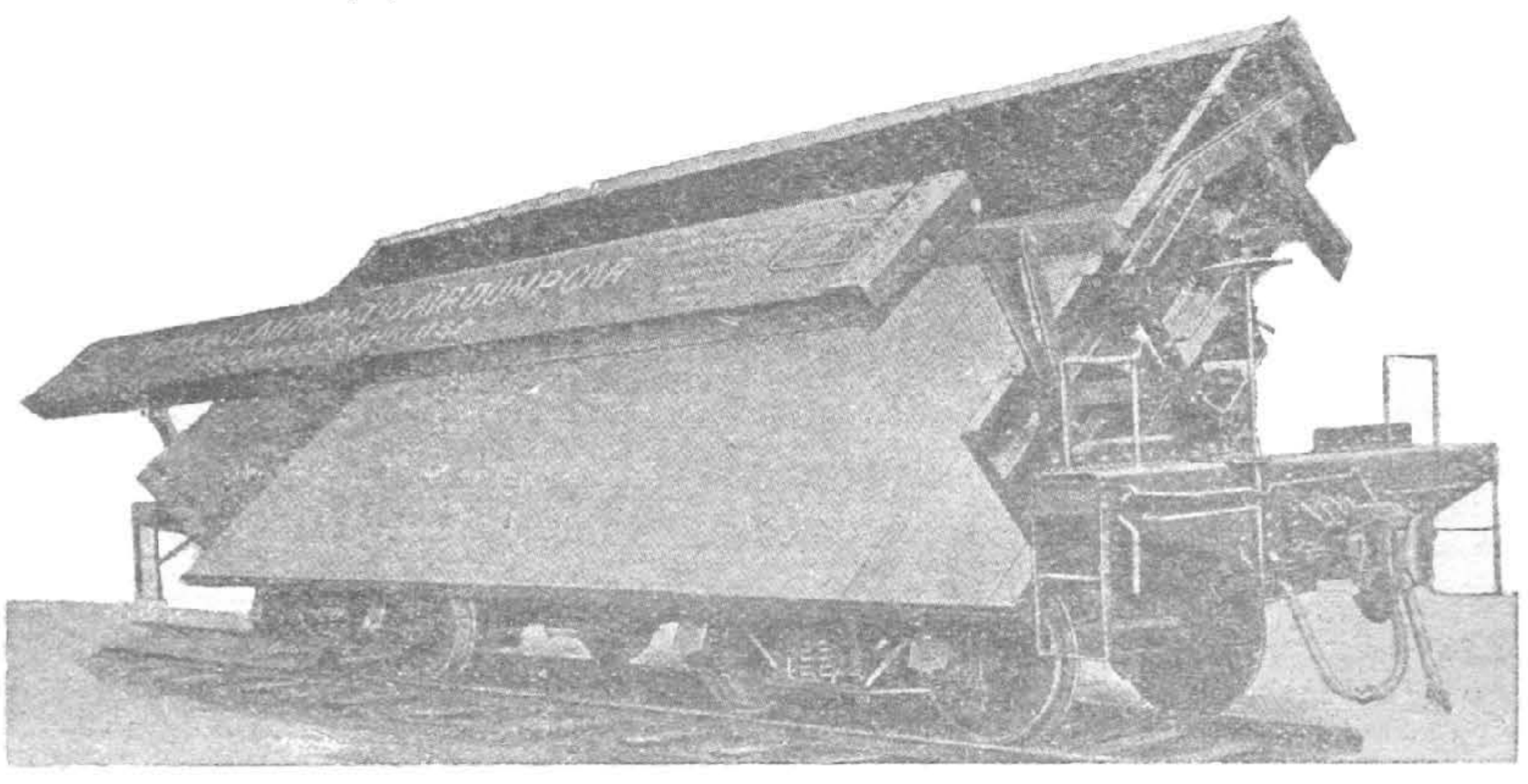


Рис. 294а.

Рама думпкара состоит из клепаной хребтовой балки, собранной из двух двутавровых балок № 40, связанных между собою диафрагмами и верхней и нижней накладками из листового железа. По длине к хребтовой балке на расстоянии между центрами 5170 *мм* прочно при помощи диафрагм, а также верхних и нижних накладок укрепляются две пары ребер, образующих собою шкворневые балки думпкара.

Думпкар имеет опрокидывающийся в ту и другую сторону от своей оси короб с железными бортами. В момент опрокидывания один борт поднимается вверх помощью системы рычагов, образуя между полом короба и бортом свободное по всей длине короба пространство шириной около 1,5 *м*, через которое и происходит сбрасывание груза.

Продольные борты не составляют одного целого с коробом думпкара, а соединены с ним системой рычагов. При помощи этих рычагов борта, поднимающиеся в мо-

НЕ УДМИТ (ДИТ)

мент опрокидывания короба со стороны, на которую сбрасывается груз, ставятся на место в момент постановки короба в нормальное положение. Противоположный же борт остается закрытым.

Связь короба с рамой думпкара осуществляется помощью шарнирных опор литой стали, прикрепленных к хребтовым балкам рамы и к средним продольным балкам половой рамы опрокидывающегося короба.

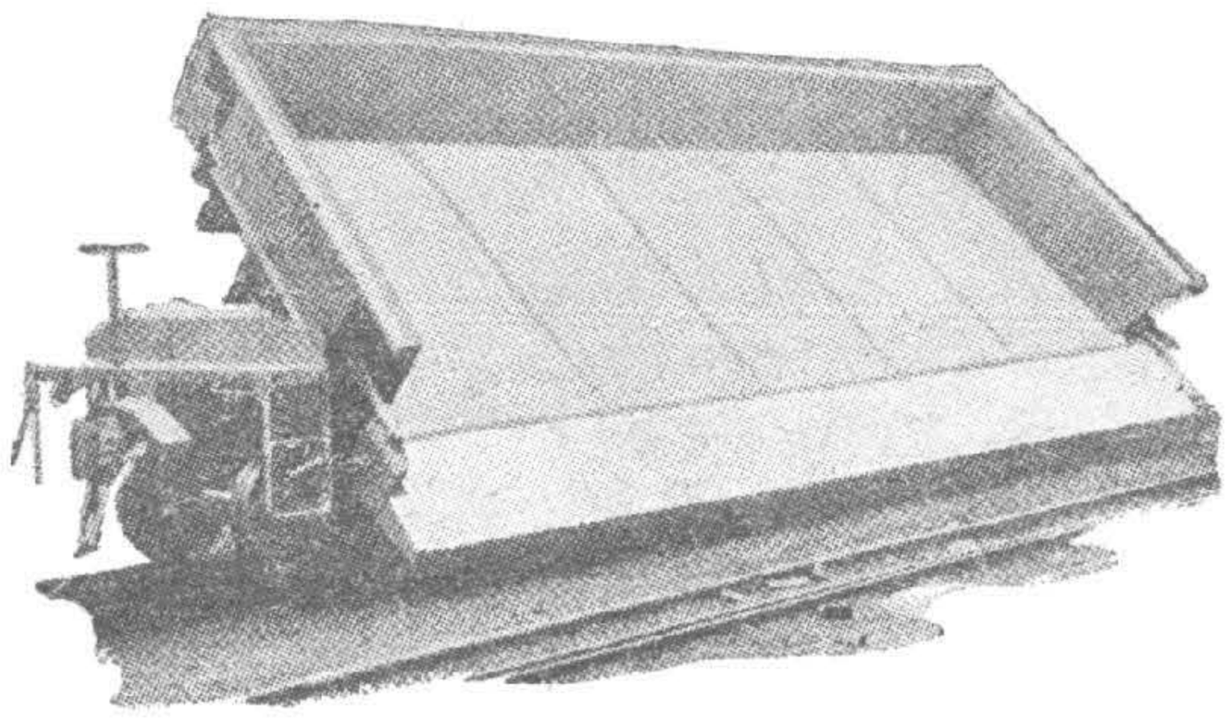


Рис. 295.

К половой раме короба снизу прикреплены два опрокидывающихся рога, расположенные над каждым воздушным цилиндром, и четыре рога упорных, расположенные по два с каждой стороны кузова над шкворневыми балками рамы.

При нормальном поездном положении короба опрокидывающиеся рога свободно свисают вниз, не находясь в соприкосновении ни с какой частью рамы думпкара, упорные же рога упираются в шкворневые опоры запорного механизма, расположенного над шкворневыми балками основной рамы думпкара. Упорные рога имеют в верхней своей части стаканчатые приливы, в которых помещаются специальные отбойные пружины, с помощью которых смягчаются удары короба о шкворневые балки рамы, имеющие место при опрокидывании. Короб думпкара в нормальном поездном положении удерживается двумя парами запорных механизмов, расположенных над тележками, т. е. непосредственно над опорами думпкара, и соединенных шарнирно с шкворневыми балками рамы думпкара.

Запорный механизм (рис. 296) состоит из четырех опор, скрепленных шарнирно со шкворневыми балками и с запорными штангами Запорные штанги в поездном положении своим зубом упираются в опоры, устроенные на хребтовых балках рамы. Шарнирные опоры имеют вверху скошенные поверхности,

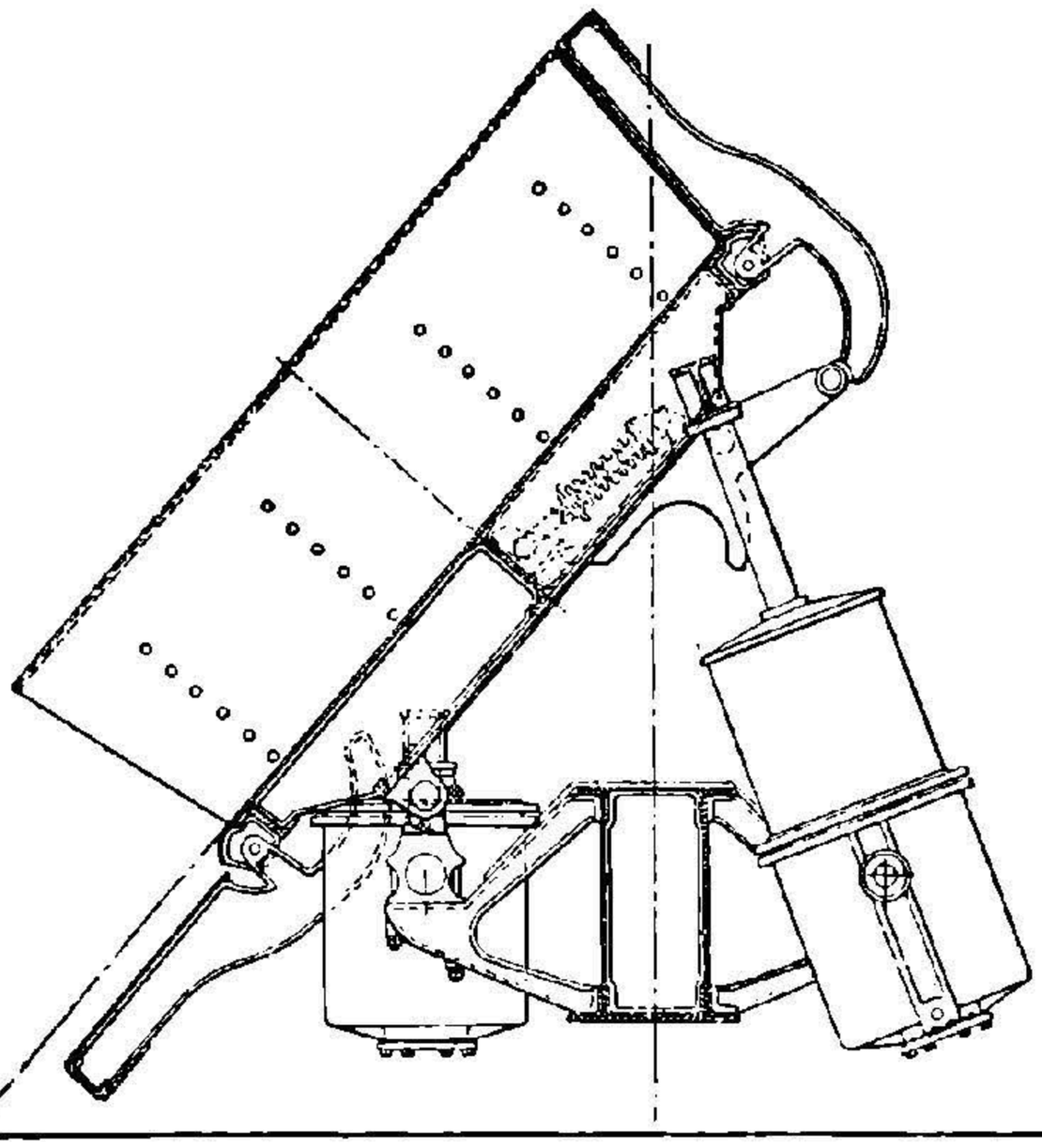


Рис. 296.

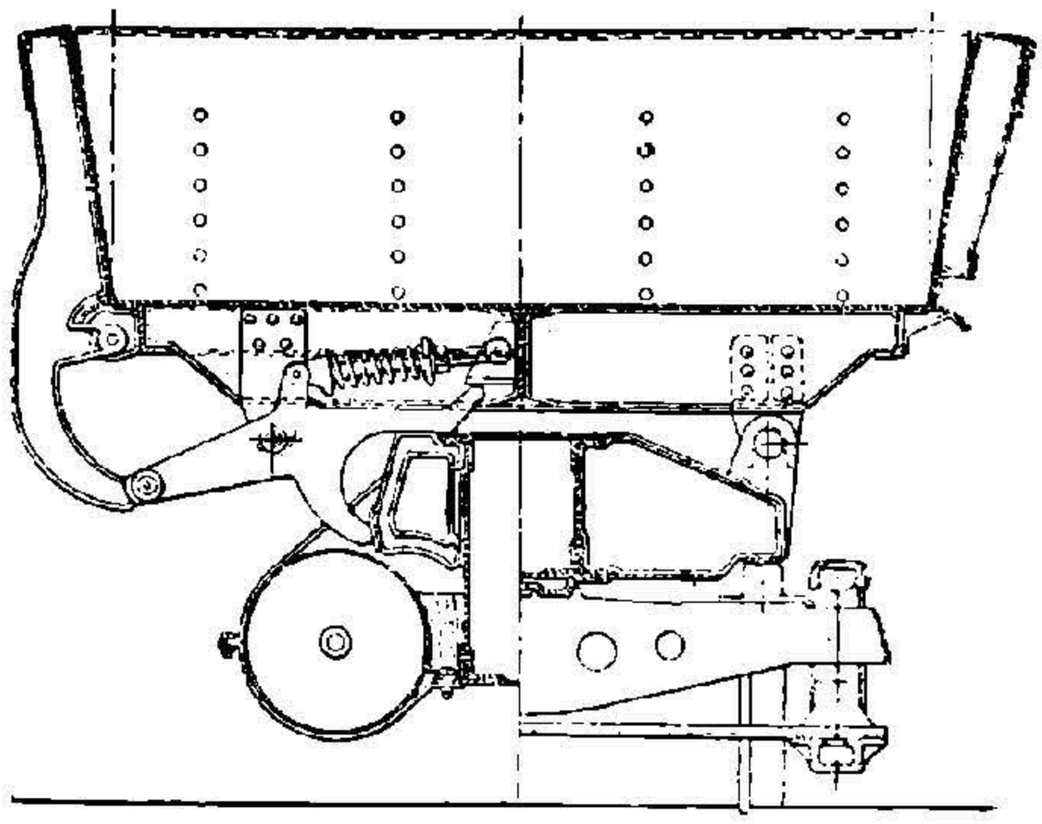


Рис. 296а.

вследствие чего упорные рога короба стремятся отодвинуть их по направлению к хребтовой балке рамы, но этому препятствуют запорные штанги.

При опрокидывании короба запорные штанги приподнимаются эксцентриками насаженными на вал, установленный на хребтовой балке. Поворот вала осуществляется нажатием головки поршня опрокидного цилиндра на кулак, насаженный на вал, благодаря чему зуб штанги освобождается от упора и шарнирные опоры запорного механизма, автоматически перемещаясь по направлению к хреб-

НВ УДУЗТ (ДІІТ)

товой балке, перестают быть опорами для упорных рогов и не препятствуют опрокидыванию короба.

При постановке короба в нормальное положение запорный механизм помощью укрепленных к валам противовесов автоматически запирается, чему также способствует и общее встряхивание думпкара от происходящих при этом ударов.

Думпкар описанной конструкции построен заводом «Красное Сормово». Длина платформы с буферами—10 190 *мм*, наибольшая ширина—3 130 *мм*, высота над головкой рельса—3 500 *мм*, база—5 170 *мм*, тара—27,2 *т*.

Изображенный на рис. 295 думпкар отличается от описанного устройством бортов и опрокидывающим механизмом. Если короб думпкара опрокинут полностью, то нижний борт откидывается настолько, что составляет продолжение пола. Противоположный борт остается в это время закрытым. Борты открываются и закрываются автоматически с помощь специальных рычагов из литой стали.

На рис. 296 и 296а думпка изображен схематически в нормальном и опрокинутом положении.

79. Изотермические вагоны

Для перевозки скоропортящихся грузов (мяса, рыбы, масла, молока, фруктов и т. п.) служат изотермические вагоны, отличительную особенность которых составляет способность сохранять более или менее равномерную температуру определенной высоты. Каждый род скоропортящихся грузов требует для сохранения от порчи при перевозке особой температуры. Так, например, для перевозки молока температура воздуха в вагоне должна быть от 0° до +6° Цельсия; такая же температура допускается для фруктов, овощей, пива, вина, минеральных вод; для масла требуется температура более низкая; для мяса и рыбы еще ниже.

Помимо этого, одни грузы вызывают необходимость непрерывного вентилирования воздуха в вагоне (фрукты и ягоды), а другие — периодического (масло, мясо парное, солено-копченые товары); некоторые же грузы вовсе не допускают вентилирования вагонов (мороженое мясо, мороженая рыба).

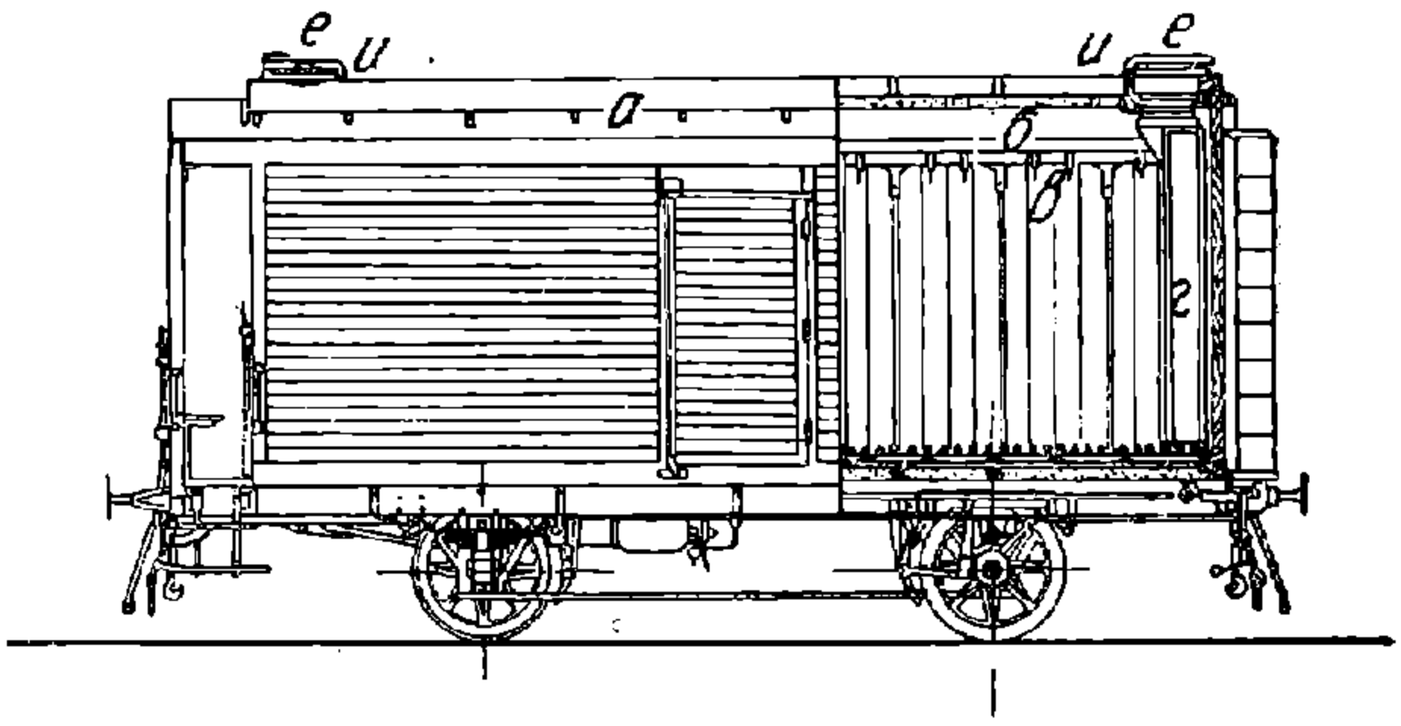


Рис. 297.

В зависимости от особых условий перевозки разных родов скоропортящихся грузов имеются специальные вагоны: мясные, масляные, молочные, фруктовые, рыбные, пивные. Устройство существующих вагонов весьма разнообразно, причем различия сводятся главным образом к видам внутреннего оборудования и устройству стен кузовов. Разнообразие наблюдается не только в конструкции вагонов для перевозки разнородных грузов, но и в вагонах, служащих для перевозки грузов одного рода. Наряду с этим встречаются изотермические вагоны, годные для перевозки разнообразных скоропортящихся грузов. В зависимости от внутреннего устройства изотермических вагонов их можно разделить на следующие основные группы: 1) вагоны с охлаждением не ниже 0°, 2) вагоны с охлаждением ниже 0°, 3) вагоны без охлаждения, 4) вагоны с принудительной циркуляцией, 5) вагоны с механическим охлаждением.

Стены вагонов всех групп должны удовлетворять одному общему условию в отношении теплопроводности: при перевозке в теплое время они должны препятствовать проникновению в вагон тепла снаружи, а в холодное время, наоборот—уменьшать потерю тепла из вагона. Это достигается надлежащей изоляцией стен, пола, потолка и плотностью дверей, что и составляет отличительную особенность изотермических вагонов без охлаждения от обыкновенных крытых вагонов. Кроме того, одни вагоны этой группы устраиваются с вентиляцией, другие—без вентиляции.

Вагоны с охлаждением (рис. 297) имеют помещения *г* для льда, загружаемые через люки *е* в крыше. Помещения для льда в вагонах с охлаждением

НТБ УДУЭТ (ДИТ)

ниже нуля отличаются от устройства для охлаждения не ниже нуля, так как в первом случае для достижения низкой температуры применяется охлаждение смесью льда с солью.

В вагонах с охлаждением не ниже нуля для поддержания необходимой температуры в зимнее время имеются приборы для отопления вагона.

Вентиляционные приборы следует делать во всех изотермических вагонах, но вагоны с охлаждением ниже нуля иногда встречаются без вентиляции.

Изотермические вагоны имеются 2-, 3- и 4-осные. Наши изотермические вагоны постройки прежних лет почти исключительно 2-осные; небольшое количество имелось 3-осных вагонов. В последние годы для нашей сети строятся главным образом 4-осные изотермические вагоны подъемной силы в 25 *т*.

Длина вагона находится в зависимости от условия свободной циркуляции воздуха, причем предельной длиной внутреннего помещения вагона считается 12 *м*, так как в более длинном вагоне получается неудовлетворительная циркуляция воздуха вследствие застоя его в центре.

Стены изотермического вагона (рис. 298) состоят из двух или трех рядов обшивочных досок, между которыми проложены изоляционные материалы. Наружные обшивочные доски располагаются вертикально, а внутренние горизонтально или наоборот. Толщину стен делают от 140 до 200 *мм*. Увеличение толщины стен способствует повышению их нетеплопроводности, но, с другой стороны, влияет на повышение тары вагона.

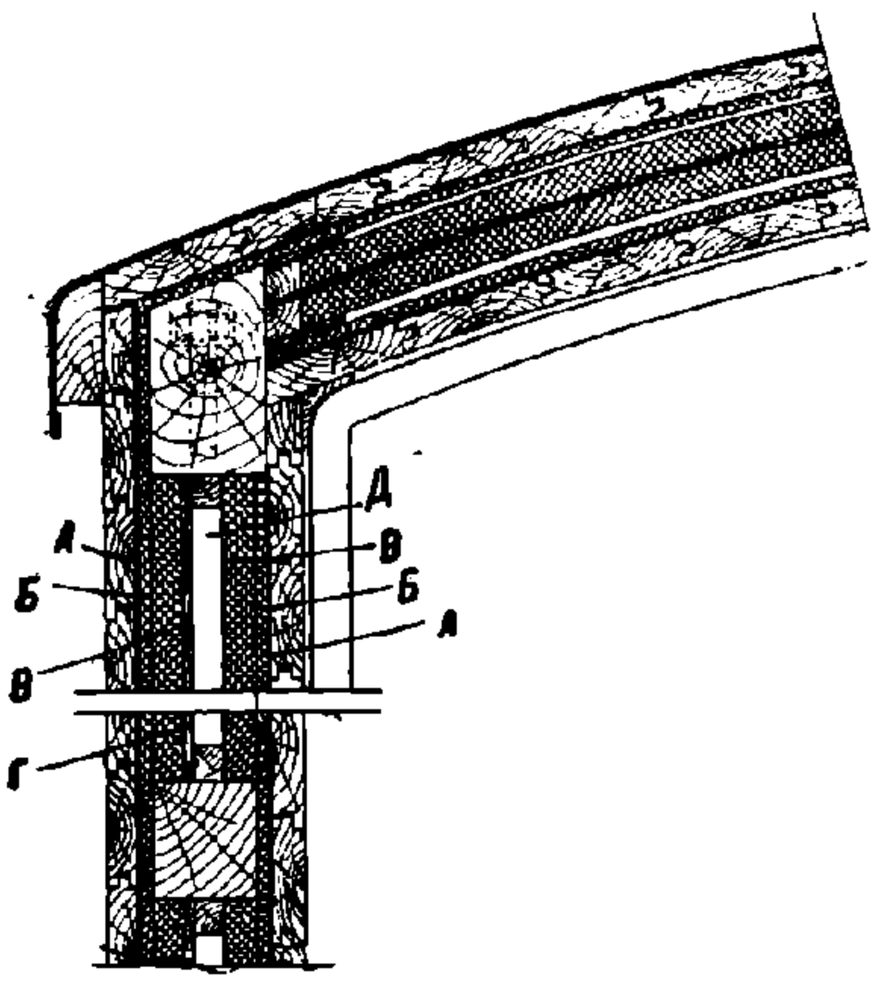


Рис. 298.

Пол делается двойным. Междупольный промежуток, составляющий 100—120 *мм*, заполняется изоляционными материалами. Под деревянной обшивкой крыши, на расстоянии 100—120 *мм*, делается потолок из толстых обшивочных досок; между потолком и крышей прокладывается изоляционный материал.

Для изоляции стен, пола и потолка применяют разнообразные материалы, из которых наиболее употребительна пробка, рубероид, шевелин (изготовляемый из льняных очесов), картон, войлок, альфоль, камыш. Изоляция стен вагонов последней постройки состоит из одного слоя рубероида *А* толщиною 1 *мм*, одного слоя прессованной пробки *Б* толщиною 10 *мм*, одного слоя пробки *В* толщиною 25 *мм*, березовой клееной фанеры *Г*, воздушной прослойки *Д*, слоя пробки *В* в 25 *мм*, слоя пробки *Б* в 10 *мм* и слоя *А* рубероида в 1 *мм*.

Пол составляют: верхний настил *К* из досок толщиною 48 *мм*, один слой рубероида *Л* в 1,4 *мм*, обшивочные доски *М* толщиною в 12 *мм*, воздушная прослойка *Н* в 5,5 *мм*, слой гудронизированной пробки *О* толщиною в 60 *мм*, слой рубероида *П* в 1 *мм* и нижний пол *Р* толщиною 22 *мм*.

Наилучший изоляционный материал—пробка. При неимении таковой ставится шевелин. В настоящее время производятся опыты изоляции алюминиевой бумагой (фольгой). Рубероид ставится как водонепроницаемый материал.

Пол покрывается внутри луженными железными или цинковыми листами, загнутыми на стены на некоторую высоту.

Двери делаются двустворчатые (рис. 299). Полотна дверей состоят из щитов с наружной и внутренней обшивкой, пространство между которыми заполнено изоляцией. Для плотного запирания дверей в фальцах ставят прокладки *Ж* из гуттаперчевой или войлочной ленты. Дверной порог покрывается (армируется) толстым

НБ УДУНТ (ДІПТ)

железом *З*. Дверные запоры состоят из двух длинных вертикальных железных стержней *И*, входящих в пробои *К* и плотно прижимающих створки дверей.

Крыша изотермического вагона покрывается железом по слою рубероида. Иногда надстраивается вторая крыша для образования воздушной струи над первой крышей и охлаждения ее в жаркое время года.

Помещения для льда располагаются обычно по концам вагона и представляют либо решетчатые ящики (карманы), либо сплошные резервуары (танки). Первые применяются в том случае, когда для охлаждения служит лед, т. е. для температуры не ниже нуля, а вторые—для охлаждения смесью льда с солью, т. е. для более низких температур.

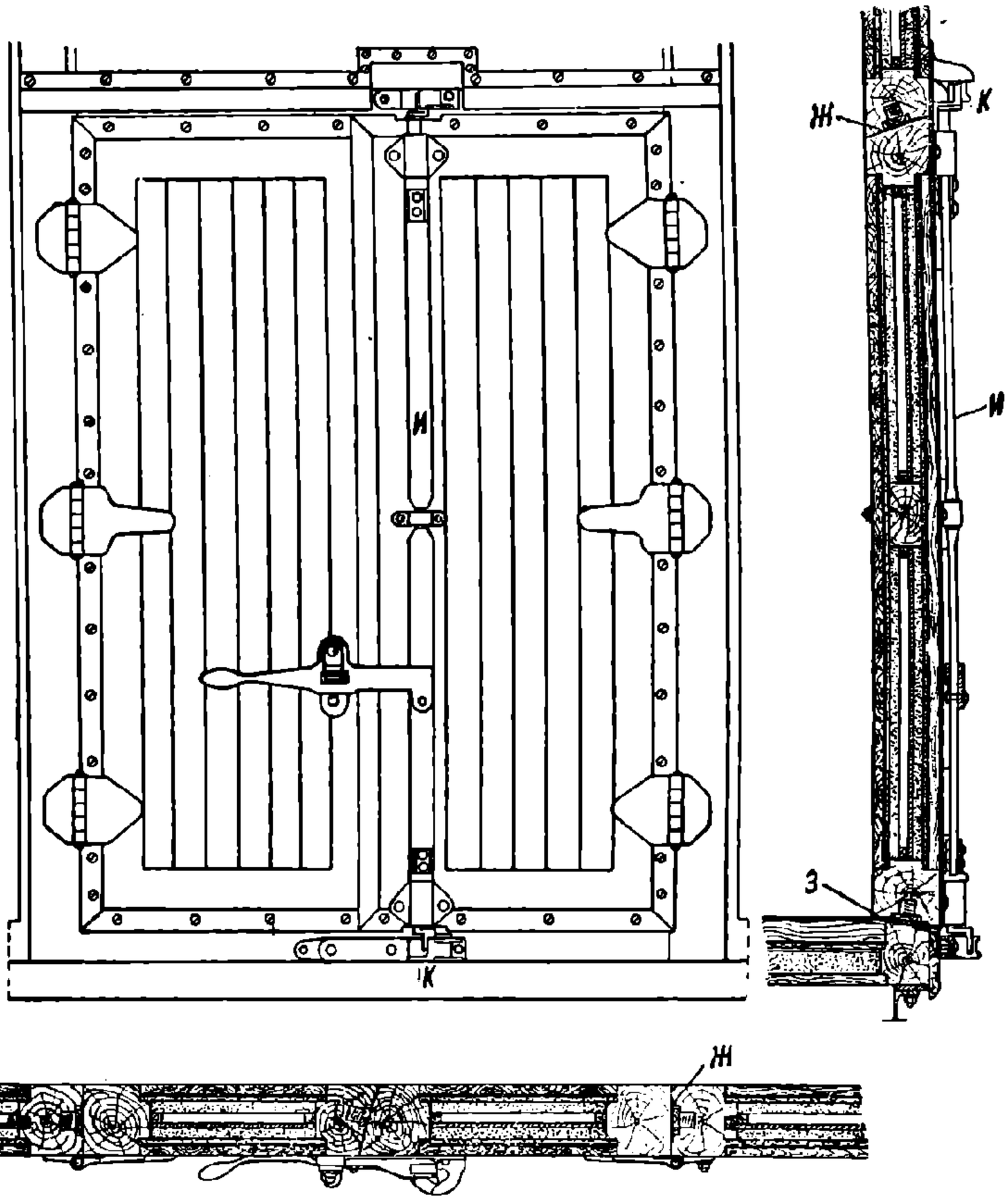


Рис. 299.

Карманы делаются металлические или деревянные. Для увеличения охлаждающей поверхности в них устанавливают вертикальные перегородки. Карманы отделяются от остальной части вагона откидными деревянными щитами *Е* (рис. 300). Эти щиты делаются сплошные, не доходящие до потолка и до пола вагона, причем образующиеся вверху и внизу просветы служат для циркуляции воздуха внутри вагона.

Танки (рис. 300 и 300а) склепываются из листового железа (оцинкованного) толщиною 1,5—2 *мм*, с пропаянными швами и устанавливаются на высоких подставках или стульях *С*. Они делаются цилиндрической или призматической формы, с закругленными ребрами. В нижней части танков делают люки *Ф* для очистки танков от грязи. На дно танков кладутся деревянные прокладки (рис. 301) для предохранения его от повреждения льдом.

Танки обычно располагаются у концевых стенок вагона по 4 штуки с промежутками для лучшего охлаждения воздуха и удобства очистки поверхностей их от

НБ УДУНТ (ДНТ)

грязи и инея. Танки, так же, как и карманы, отделяются деревянными щитами *Е* от остальной части вагона. В нижней части танки имеют отверстия *О* (рис. 300) для удаления избытка рассола в бак *М* по трубе *Ю*. Этой трубой танки соединены между собою для поддержания рассола на одной высоте во всех танках.

Танки иногда устраивают не у лобовых стен, а под потолком. Это дает сбережение полезной площади вагона (около 15%) и обеспечивает более равномерное охлаждение всего вагона, но сопряжено также с неудобством отвода талой воды или рассола и трудностью укрепления танков. Кроме того, образующаяся на поверхности танков вследствие конденсации паров воздуха влага падает на груз в виде капель.

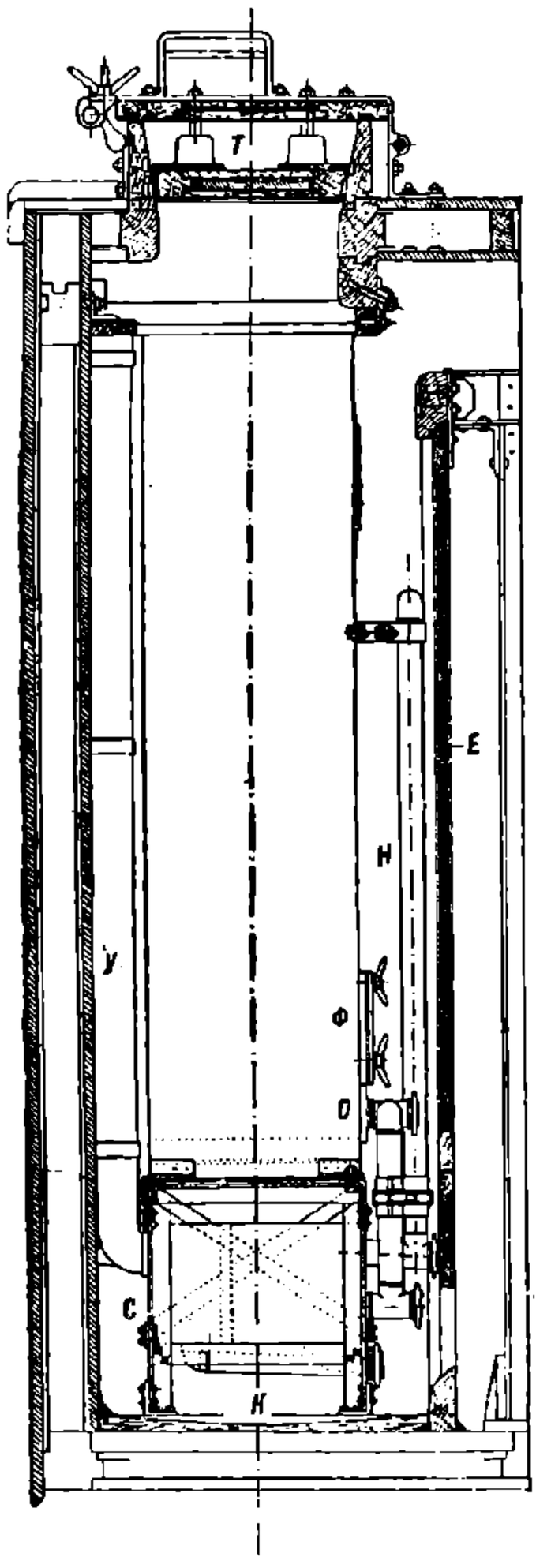


Рис. 300.

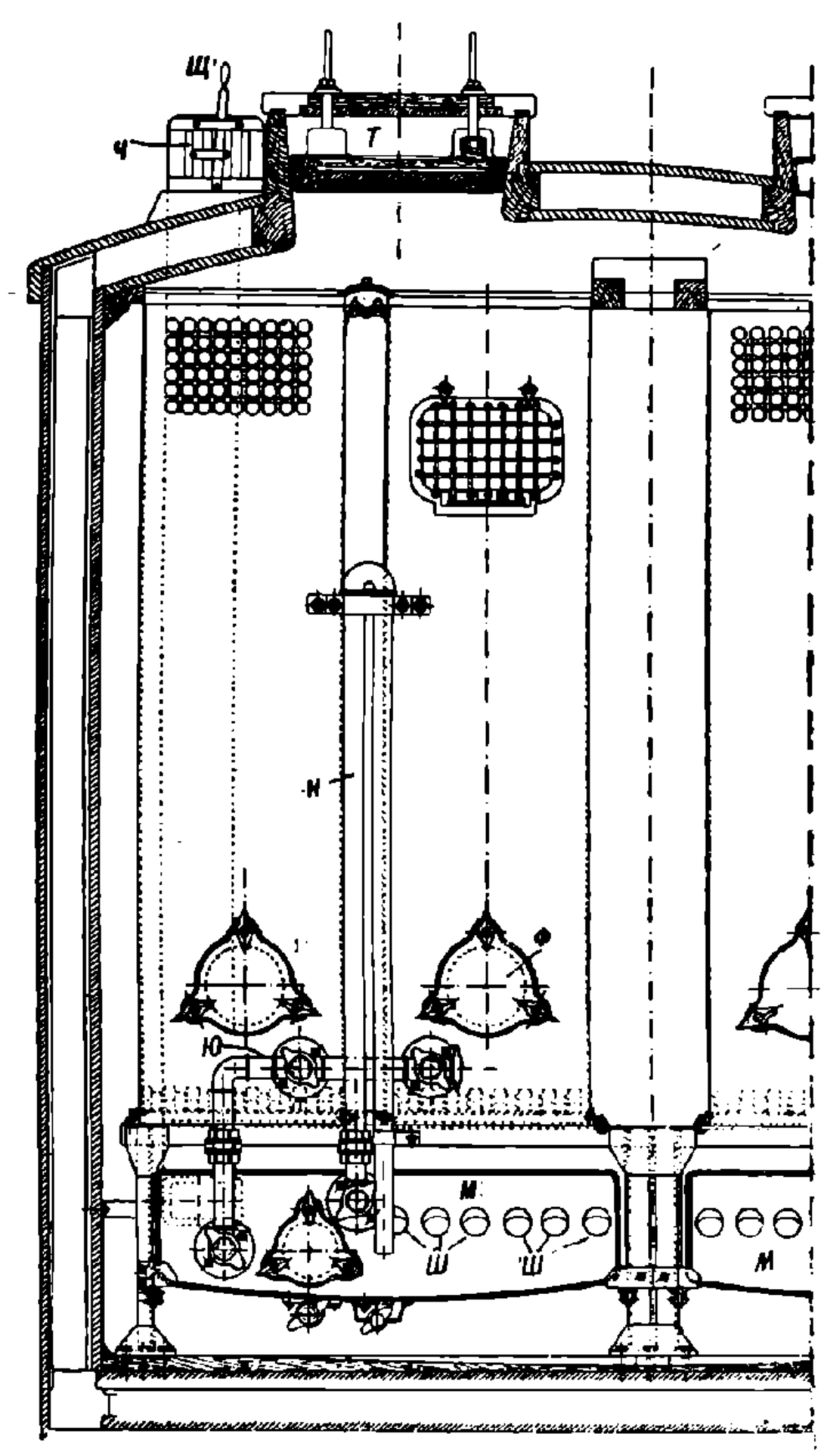


Рис. 300а.

Танки имеют преимущества перед решетчатыми карманами. Эти преимущества следующие: 1) лучшее использование холодильного агента: 2) одинаковая способность охлаждения на всем пути следования вагона; 3) невозможность заражения циркулирующего в вагоне воздуха микроорганизмами льда; 4) невозможность попадания талой воды или рассола внутрь погрузочной части вагона; 5) более низкая температура воздуха.

Для собирания талой воды и избытка рассола устраивают под льдохранилищами рассольные баки *М* из оцинкованного железа (рис. 300а), из которых вода и рассол удаляются наружу через сифон *Н*. Сифон служит гидравлическим запором, не позволяющим наружному воздуху входить внутрь вагона.

При употреблении в изотермическом вагоне одного льда без соли талая вода, имеющая температуру около 0°, сейчас же отводится наружу, а при употреблении смеси льда с солью образующийся при таянии льда соляной раствор, имеющий температуру 15—20° С ниже 0, удаляется по заполнении половины танка.

НВ УДУТ (ДІІТ)

Решетчатые льдохранилища иногда делают разъемными таким образом, что в случае надобности передняя решетка льдохранилища поднимается и подвешивается к потолку, а дно льдохранилища откидывается к торцовой стене вагона.

Для загрузки льда в карманы и танки в каждом конце вагона устраивается по два загрузочных люка *Т* (рис. 300 и 300а) на крыше вагона. Люки имеют вид опрокинутой усеченной пирамиды. Крышки люков состоят из двух щитов с изоляционной прокладкой между ними. Боковые поверхности крышек, соприкасающиеся со стенками люка, обшиваются полоскою войлока или другого уплотняющего материала.

В вагонах новой постройки крышки люков делаются двойными (рис. 300а). Верхняя крышка плотно пригоняется к верхнему краю горловины люка, а нижняя прилегает к стенкам горловины. Нижняя крышка подвешена к верхней на болтах с пружинами.

Для подвешивания мясных туш, перевозимых в изотермических вагонах, служат крюки *в* (рис. 297), которые укрепляются на поперечных балках таким образом, что их можно переставлять в зависимости от размеров и расположения туш. Поперечные балки, поддерживающие крюки, устанавливаются различными способами. В большегрузных вагонах последней конструкции поперечные балки опираются на две

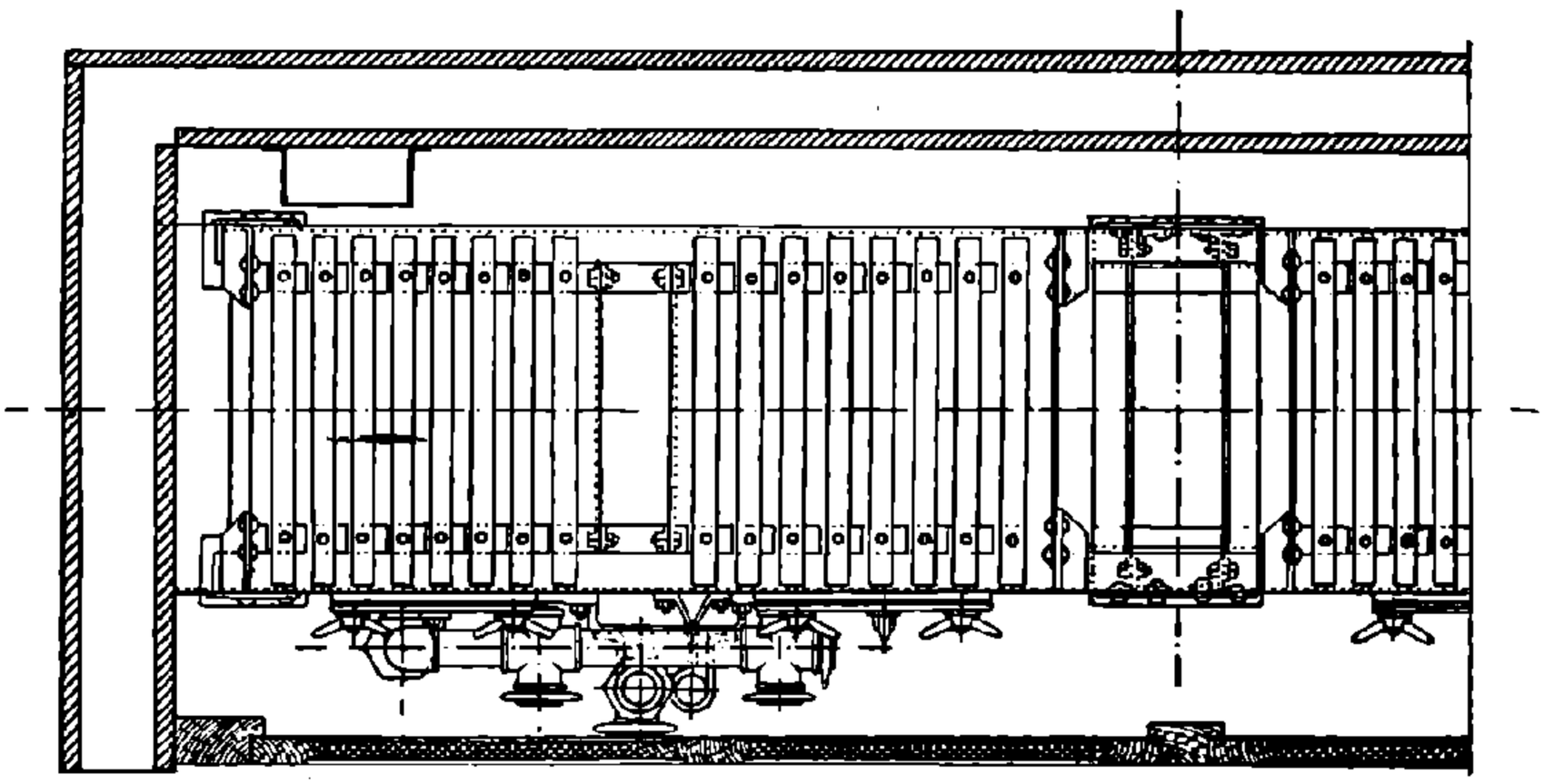


Рис. 301.

продольные железные балки коробчатого профиля, приклепанные к железным стойкам такого же профиля. Железные стойки своими концами вставляются в чугунные башмаки, прикрепленные к полу вагона, а по высоте скрепляются с дубовыми стойками кузова болтами. Головки скрепляющих болтов утоплены в стойки и перекрыты снаружи пробковой изоляцией и наружной обшивкой кузова. Крюки для подвешивания туш вылужены.

Для перевозки грузов в мягкой таре устраиваются откидные полки в три яруса, опирающиеся в раскрытом виде на кронштейны из углового железа.

Как полки, так и кронштейны при надобности складываются и укрепляются на стенах вагона. Полки и кронштейны делаются съемные.

Пол вагона покрывается деревянными решетками из планок высотою 90 *мм*, откидывающихся на петлях к продольным стенкам вагона для очистки пола от мусора.

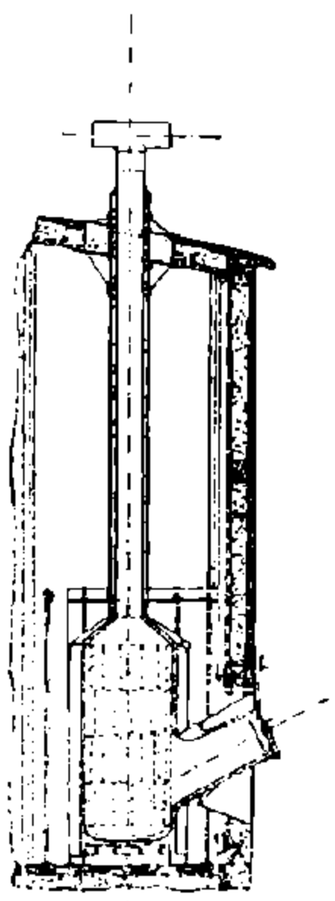
Так как стенки изотермического вагона являются плохим проводником тепла, то в вагоне может сохраняться некоторое время температура выше наружной, и благодаря этому перевозимые товары предохраняются от замерзания. Однако, при продолжительной перевозке и при низких наружных температурах является необходимость отапливать изотермические вагоны, в которых перевозятся грузы, портящиеся от замерзания. Основные условия, которым должно удовлетворять устройство отопления изотермических вагонов, заключаются в том, во-первых, чтобы лучистая теплота приборов отопления не действовала непосредственно на перевозимые грузы, во-вторых, чтобы тепло равномерно распределялось внутри вагона, в-третьих, чтобы температура внутри вагона не повышалась выше +6° С и допускала регулирование и, в-четвертых, чтобы отопление производилось извне вагона.

НБ УДУТ (ДИТ)

Приборы отопления в существующих изотермических вагонах редко удовлетворяют этим условиям. Встречаются вагоны с обыкновенными чугунными печами, с воздушным отоплением и с паровым отоплением. В наших изотермических вагонах для перевозки молока устраивают обыкновенные чугунные печи, загружаемые снаружи с тормозной площадки, на которую выходит топочное отверстие печи (рис. 302). В Америке применяется паровое отопление от паровоза, причем обогревающие трубы располагаются под верхним полом изотермического вагона и соединяются с магистралью посредством регулирующего вентиля, доступ к которому возможен снаружи вагона. Отопление от паровоза встречается также в некоторых наших изотермических вагонах. На американских дорогах, а также в некоторых наших изотермических вагонах применено аккумуляторное отопление, описанное в отделе «Отопление вагонов».

Вентилирование изотермических вагонов применяется как для обмена воздуха, так и для понижения температуры при следовании вагона без охлаждения.

Простейший способ вентилирования—через люки на крыше, которые открываются во время наиболее низкой температуры, т. е. по ночам. При движении поезда воздух, встречая наклонную под углом 45° плоскость крышки, направляется ею во внутрь вагона, проходит по вагону и выходит через заднее люковое отверстие под защитой крышки, также установленной под углом в 45°.


Рис. 302.

Люковые отверстия для вентилирования устраивают также и в торцовых стенках вагонов. Такие люки встречаются в фруктовых вагонах.

Более совершенное устройство для вентиляции заключается в следующем.

Для впуска свежего воздуха по углам крыши вагона устанавливаются воздухоприемники *Ч*, снабженные шиберными задвижками для регулирования впуска воздуха посредством рукоятки *Щ* (рис. 300а). От каждого воздухоприемника внутрь вагона отходит подводящая труба *У*, опускающаяся вниз и разветвляющаяся здесь на несколько труб *Ш*, проходящих через рассольный бак и заканчивающихся у выхода из него. Таким образом, наружный воздух, притекающий в вагон, прежде чем попасть в погрузочное помещение, охлаждается в рассольном баке.

Для вытяжки воздуха из вагона служат вытяжные вентиляторы, устанавливаемые на крыше у средины вагона. Вентилятор имеет две крышки—наружную и внутреннюю, открывающиеся и запирающиеся одновременно помощью рукоятки или маховичка, расположенного на крыше снаружи вытяжного колпака.

В некоторых вагонах наружный воздух, поступая через аспираторы или задувные флюгарки, расположенные на крыше, проходит через льдохранилище по трубе, имеющей вид змеевика, и охлажденный поступает в загрузочное помещение.

80. Изотермические вагоны с принудительной циркуляцией и механическим охлаждением

В вагонах с принудительной циркуляцией возле одной из лобовых стенок устанавливается металлический ящик, наполненный смесью льда и соли и называемый генератором холода. Из генератора рассол стекает в очиститель, из которого перегоняется насосом по трубам. Эта система носит название «Фригератор». Недостаток ее составляют: сложность конструкции, малая недежность действия, необходимость тщательного ухода и квалифицированного персонала.

В другой системе принудительной циркуляции (Беннетера) охлаждение получается продуванием воздуха через бак с рассолом помощью вентилятора, действующего от оси вагона. Недостатки этой системы—резкое действие температур, сложность устройства и ненадежность охлаждения.

В вагонах с механическим охлаждением применяется компрессорная установка. Одна из систем механического охлаждения, осуществленная в Сев. Америке, заключается в следующем.

НТБ УДУНГ (ДІІТ)

По потолку вагона располагаются 10 батарей, по 5 с каждой стороны (общей емкостью 0,28 *м*³), образующих так называемый рефрижератор. Рефрижератор соединен трубой с компрессором, находящимся под вагоном. Компрессор приводится в движение ременной передачей от динамо постоянного тока или мотора переменного тока. И динамо и мотор находятся под вагоном, причем динамо устроена на оси и обслуживает вагон во время его движения, а мотор обслуживает на стоянках. Кроме моторов, под вагоном находятся: конденсатор, состоящий из ребристых труб внутреннего диаметра 18 *мм*, и танк емкостью 80 *л*. Рефрижератор, компрессор и танк соединены друг с другом и образуют одну общую систему. Рефрижератор наполняется сернистым газом и герметически закрывается. При работе компрессора газ засасывается из рефрижератора, подвергается сжатию в цилиндре и перегоняется в конденсатор, в котором обращается в жидкость. Из конденсатора ожиженный газ перегоняется в рядом расположенный танк, а из танка через регулирующий клапан жидкость переходит в трубы рефрижератора, где, испаряясь и расширяясь, отнимает теплоту от окружающего пространства, а затем всасывается в компрессор, вновь подвергается сжатию, и описанный процесс повторяется.

Регулирующий клапан действует в зависимости от давления и температуры системы. В двух углах вагона имеются специальные приборы, соединенные проводами с термометром и компрессором. Эти приборы при определенном понижении температуры, заданной вперед, в зависимости от перевозимых продуктов, автоматически выключают компрессор.

Таким образом, вся система наполнена газообразным и ожиженным сернистым ангидридом, причем газ всегда вверху, а жидкость внизу.

Давление газа на 0,14—0,21 атмосферы больше атмосферного в зависимости от желаемого охлаждения. Однажды заряженная система действует несколько лет благодаря герметичности трубопроводов. Мощность мотора—2 л. с. Компрессор может вырабатывать до 453 *кг* льда в 24 часа.

Вагон с рефрижератором короче обыкновенного, так как не требует установки двух танков для льда. При перевозке в вагонах с рефрижераторами не приходится тратить время на перемену льда, отпадает устройство хранилища для льда и загрузочных приспособлений. Однако, вагон с рефрижератором довольно сложен и конструктивная его разработка еще не доведена до той степени совершенства, при которой он мог бы получить распространение на дорогах.

81. Цистерны

Вагоны-цистерны служат для перевозки наливом жидких и газообразных грузов. В зависимости от рода перевозимых грузов различают цистерны нефтяные, бензиновые, спиртовые, кислотные, битумные, газовые. По конструкции резервуаров, ходовых частей и других деталей различают десятки типов цистерн.

Цистерны, в зависимости от подъемной силы, имеются 2- и 4-осные. Подъемная сила существующих цистерн на дорогах СССР—от 12 до 50 *т*. Цистерны малой подъемной силы—на двух осях старой постройки; в настоящее время строят большегрузные цистерны (50 *т*) на четырех осях.

Основные размеры цистерн дорог СССР приведены в нижеследующей таблице:

Типы цистерн	Число осей	Объем резервуара в *м*³	Подъемная сила в *т*	Длина резервуара в *м*	Диаметр резервуара в *м*	Тара в *т*	Отношение тары к подъемной силе
Нормальная	2	15,5	14,5	5,9	1,8	8,18	0,57
М.-Казанская и С.-Кавказская	4	29,3	27,4	11,2	1,8	14,6	0,54
Англо-германская	4	30,0	28,2	7,6	2,2	21,4	0,76
Юго-Восточная	4	38,0	35,5	12,0	2,0	15,7	0 47
Новой постройки	4	51,0	47,7	9,0	2,6	24,3	0,51

Нефтяная цистерна представляет цилиндрический железный резервуар, укрепленный на вагонной раме (рис. 303). На верху цистерны устраивается колпак с люком для налива жидкости, закрываемый крышкой *С*. В нижней части цистерны проделывается сливное отверстие *н* (рис. 303 б), закрываемое клапаном.

НЕ УДАЛЯТЬ (ДЧТ)

К сливному отверстию прикрепляется тройник *т*, к которому прикрепляются сливные трубы *р*. Сливное отверстие закрывается клапаном, укрепленным на стержне *с*, который снабжен маховиком *м*, служащим для закрывания клапана. Существенные различия в конструкции различных типов цистерн касаются способов укрепления резервуара цистерны на раме и устройства сливных приспособлений.

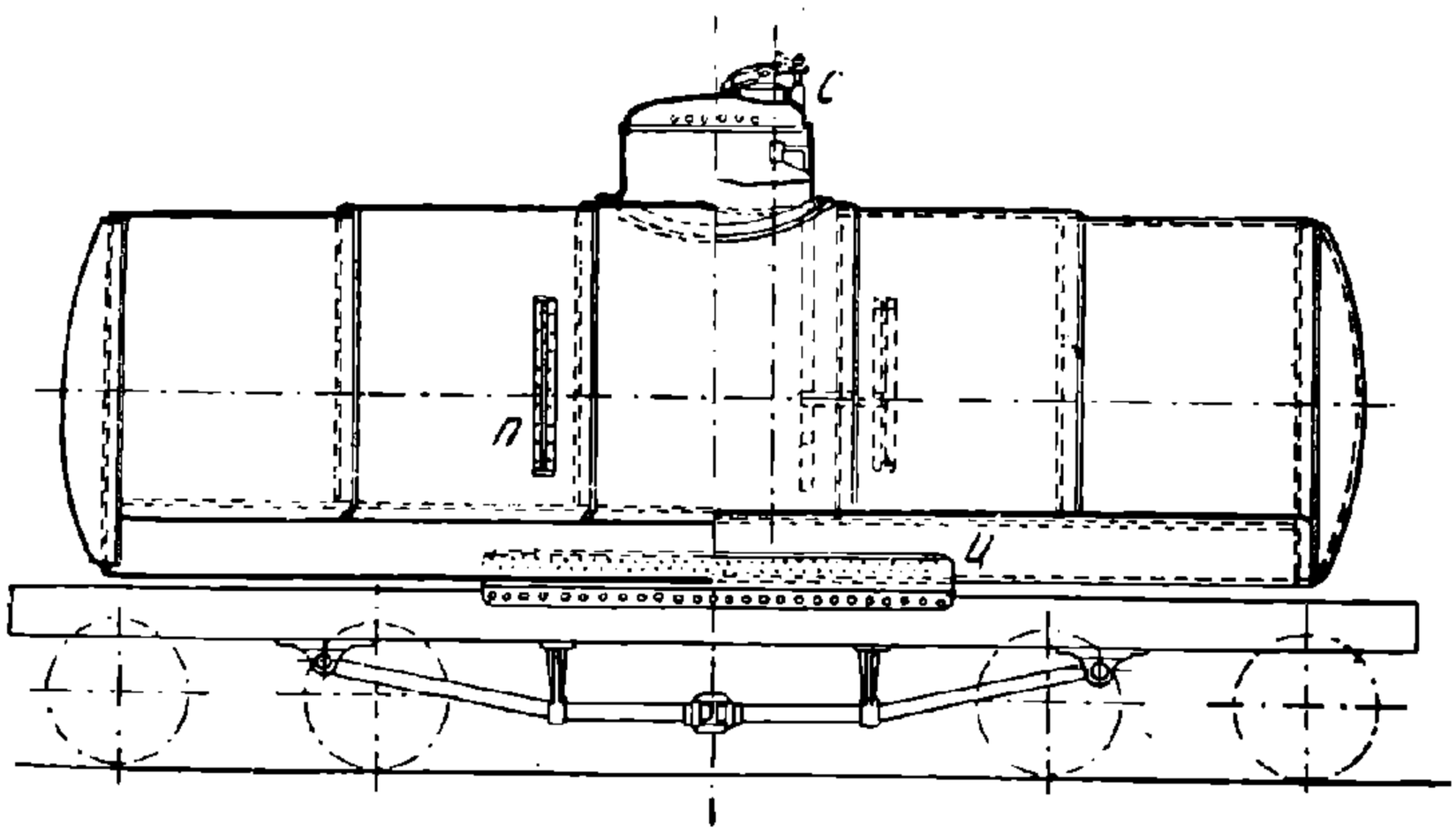


Рис. 303.

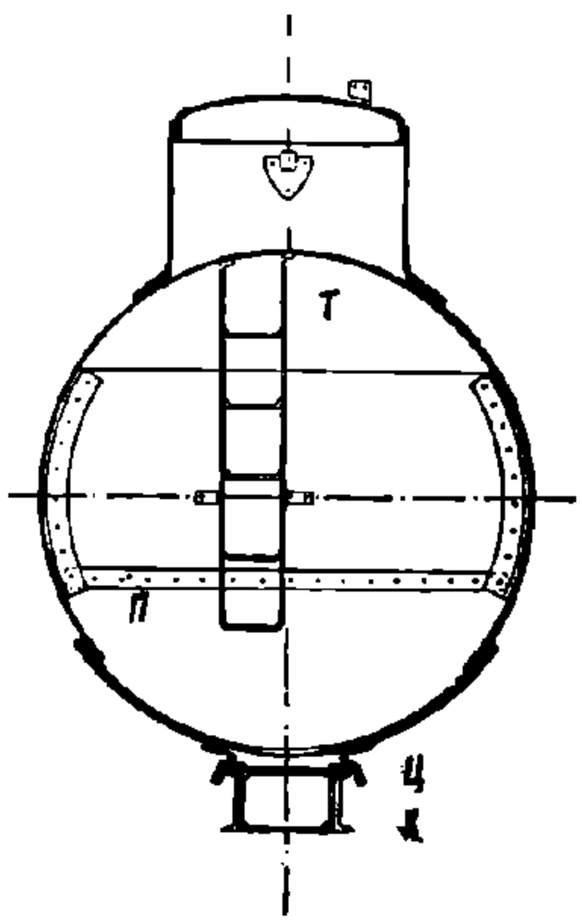


Рис. 303а.

Нефтяных цистернах перевозятся нефтяные грузы всех родов, а также керосин и смазочные масла.

Бензиновые цистерны отличаются от нефтяных устройством наливных и сливных приспособлений, устраняющих возможность течи и взрыва бензиновых паров. Кроме того, в крышку колпака цистерны ввинчен выпускной предохранительный клапан для выпуска паров бензина. В бензиновых цистернах перевозятся, кроме бензина, газолин, нефтяной эфир и легковоспламеняющиеся минеральные масла.

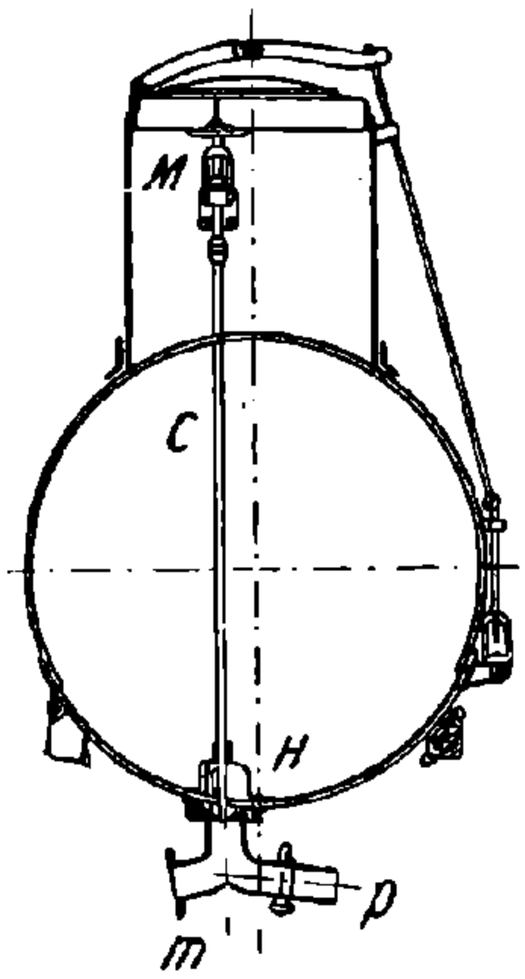


Рис. 303б.

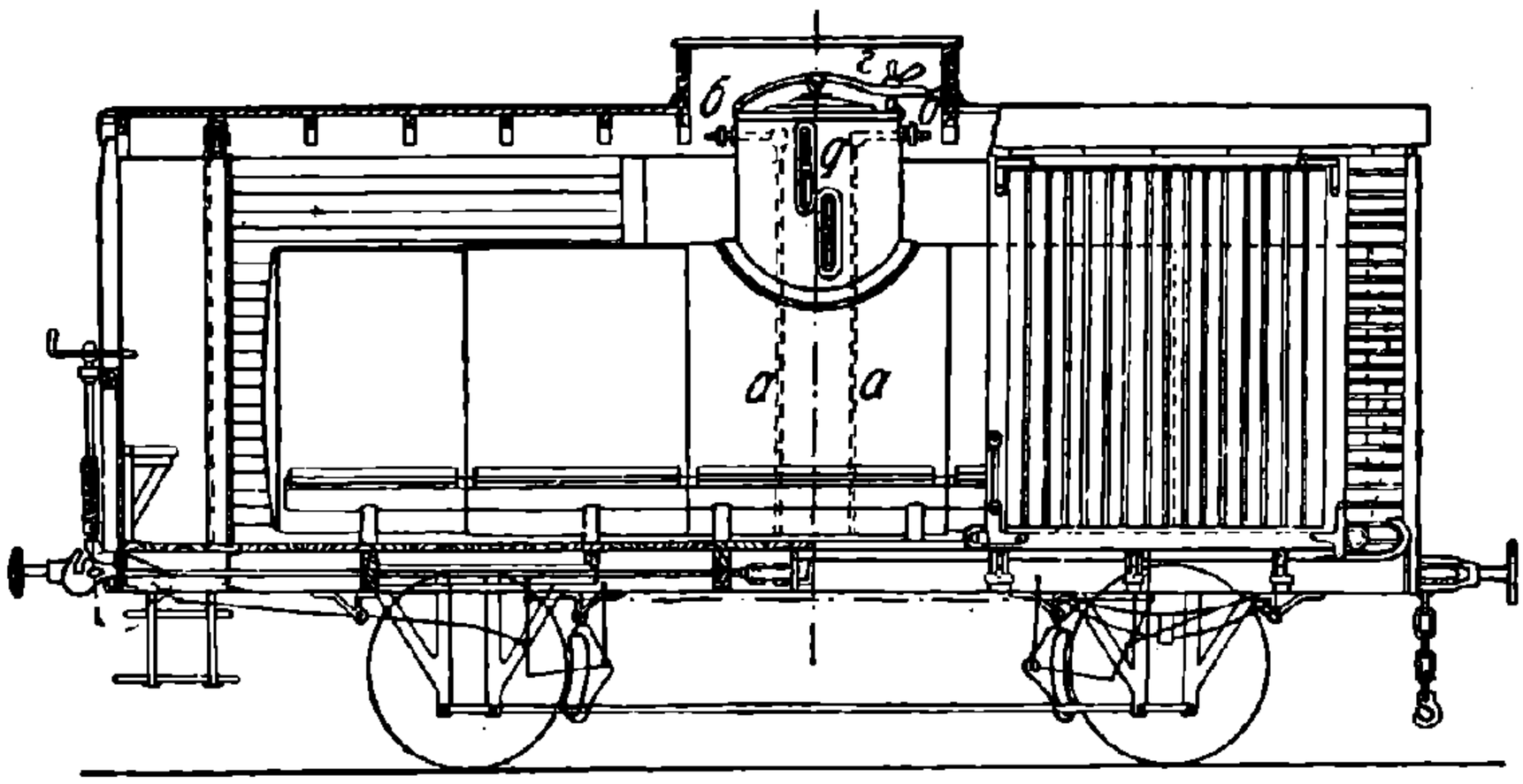


Рис. 304.

Битумные цистерны отличаются той особенностью, что дают возможность перевозить в жидком виде битум, который при температуре 80° и ниже становится настолько густым, что слив его из котла цистерны без подогрева невозможен.

На месте погрузки битум нагревается до температуры 220° С и наливается в цистерну. Для сохранения температуры битума цистерна снабжена изоляцией в несколько слоев.

Первый слой представляет собой обмазку котла толщиною в 60 *мм* и составом 30% легкого хорошего асбестита и 70% кавказских трепелов.

НБ УДУМТ (ДІІТ)

Второй слой составляет мешковина, покрытая жидким стеклом. Для лучшего ее укрепления ставится проволочная сетка с квадратными отверстиями в 25 *мм* из проволоки в 1 *мм*.

Третий слой делается из шевелина в 9 рядов толщиною в 100 *мм*, укрепляемого при помощи продольных и поперечных деревянных брусков сечением 50×50, которые прикрепляются на специальных скобочках, приваренных к стенкам бака. Сверху всей изоляции цистерна обшивается листовым железом, прикрепляемым к деревянным брускам, прижимающим шевелин.

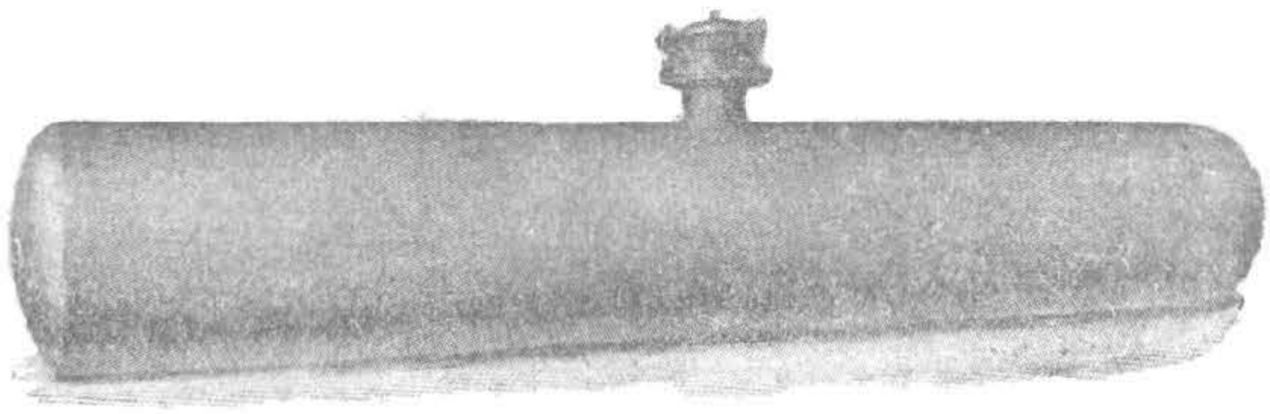


Рис. 305.

Все деревянные части цистерны, соприкасающиеся с баком, должны тщательно изолироваться, так как высокая температура бака может обугливать дерево. Крышка люка также изолируется и снабжается прокладкой для герметичности. Внутри резервуара в нижней части ставится обогревательный змеевик для разогревания битума посредством пара в случае остывания его перед сливом.

Цистерна спиртовая, изображенная на рис. 304, помещается в деревянном кузове с целью предохранения перевозимой жидкости от влияния солнечных лучей. Налив спиртовой цистерны производится так же, как и нефтяной, через люк *в*, имеющийся в колпаке и закрываемый рычагом *г*. Слив цистерны производится посредством выкачивания через трубы *а*, проходящие через колпаки, заканчивающиеся у самого низа резервуара. Трубы закрываются кранами *б*. Над колпаком цистерны в кузове устраивается надстройка с крышкой на шарнирах.

Цистерны для перевозки кислот имеют такое же устройство, как нефтяные, но внутри стенки их покрыты слоем вещества, предохраняющего железо от разъедания. Например, внутренняя поверхность цистерны для перевозки соляной кислоты покрывается резиной. В Германии и в Америке для перевозки кислот применяются фаянсовые сосуды большой вместимости, прочно укрепленные на вагонной раме. Для перевозки уксуса в Америке пользуются деревянными цистернами.

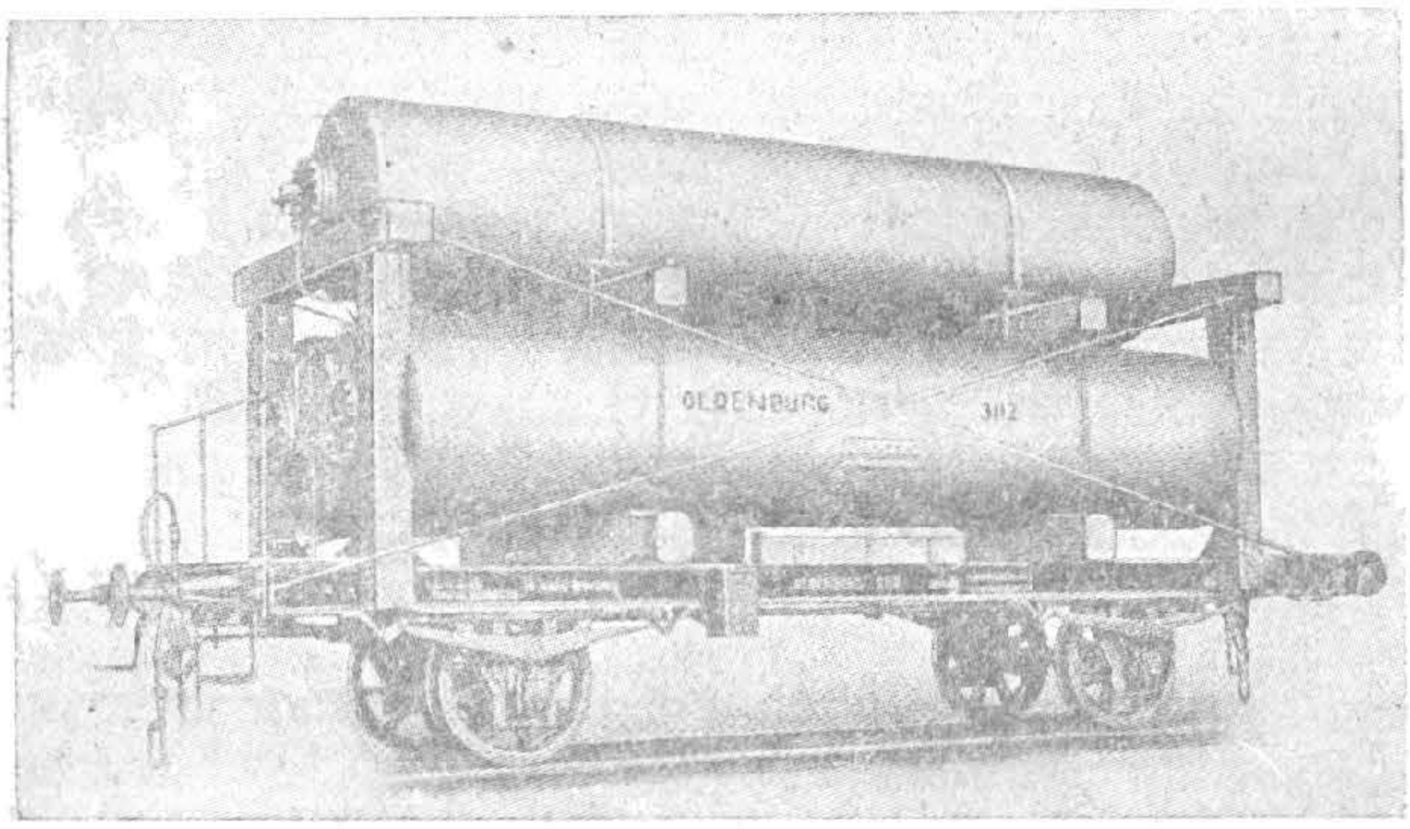


Рис. 306.

Для перевозки серной кислоты применяются стальные цистерны со стенками более толстыми, чем в нефтяных цистернах, так как вследствие химического соединения серной кислоты со сталью стены постепенно утоняются.

Азотная кислота возится в стеклянных бутылях, погруженных в обыкновенные большегрузные вагоны. Делаются также опыты по постройке цистерны для азотной кислоты из нержавеющей стали. Соляная кислота перевозится в стальных цистернах с резиновой обкладкой.

Для перевозки сгущенных газов гелия, хлора и пр. употребляются не клепанные, а сварные цистерны (рис. 305), толщиной стен 19 *мм* при давлении до 21 *кг/см* и толщиной стен от 25,4 *мм* до 31,8 *мм* при давлении от 21 до 35 *кг/см*. Углекислота перевозится в баллонах.

В виду того, что давление сгущенных газов значительно повышается с возрастанием температуры, люки рассчитываются на давление меньшее, чем сам резервуар. Так, например, газ аммоний имеет давление:

при температуре 21° С—9,1 *кг/см*²

при температуре 40° С—14 *кг/см*².

Резервуар цистерны для перевозки аммония рассчитывается на давление 21 *кг/см*², а люк—на давление 15,75 *кг/см*².

НБ УДУНТ (ДНТ)

Таким образом, люки играют роль предохранительных клапанов.

Цистерна для перевозки светильного газа состоит обычно из трех резервуаров, укрепленных на одной раме, но не сообщающихся между собою (рис. 306). Каждый резервуар снабжен манометром и клапаном, плотно закрывающимся крышкою. Наполнение и опоражнивание каждого резервуара проходит через один клапан.

В Америке изготовляются специальные цистерны для перевозки молока. Такие цистерны устанавливаются в обыкновенном 4-осном товарном вагоне. Внутренняя поверхность цистерны эмалируется, а наружная хорошо изолируется. В вагоне помещаются вентилятор и трубопроводы для высасывания молока из цистерны. Внутри цистерны помещается вал с приспособлением для размешивания молока, имеющий вид пропеллера. В такую цистерну наливается молоко, охлажденное до определенной температуры. Она держит температуру молока 6—7 дней. За этот промежуток времени происходит нагревание только на один градус.

82. Устройство резервуара цистерн

Резервуар цистерны, называемый котлом, склепывается из отдельных звеньев цилиндрической формы двойным рядом заклепок внахлестку, но допускается изготовление резервуара с заварными швами. Днищам резервуара придается выпуклая форма для того, чтобы ослабить влияние на них ударов жидкости при движении цистерны. Для устранения течи швов в последнее время делают цилиндрическую часть резервуара цистерны без поперечных швов, т. е. из цельных листов во всю длину резервуара или в крайних случаях с цельным нижним листом.

Резервуары цистерн для перевозки газа и летучих веществ изготовляются путем сварки листов без швов.

Материалом для резервуара цистерны служит котельное железо СТЗ толщиною от 6 до 13 *мм*—в зависимости от подъемной силы, причем толщина нижних листов и днищ примерно в полтора раза больше верхних листов барабана. Так как жидкости, перевозимые в цистернах, могут, с одной стороны, разъедать материал резервуара, а с другой—изменять свое качество в соприкосновении с металлом, то внутренняя поверхность резервуара должна покрываться веществом, защищающим от вредного влияния как перевозимые жидкости, так и материал резервуара. Из таких веществ наиболее распространенным является жидкое стекло, но для цистерн специального назначения применяются и другие вещества (резина, свинец).

Для придания жесткости резервуару цистерны при больших размерах его привариваются в нескольких местах с внутренней стороны на стенках бока-угольники.

В тех же целях, а также для уменьшения гидравлического удара жидкости в днища при торможении цистерны или уменьшения скорости ее движения ставятся в резервуаре один или два волнореза, представляющие поперечные перегородки *П*—сплошные или с вырезом в верхней и нижней частях. При сплошных перегородках соответственно числу их увеличивается число колпаков на цистерне с люками для наполнения ее и число сливных отверстий.

Укрепление резервуара 2-осной цистерны на раме производится посредством угольников *Ц*, которые с одной стороны приклепываются к двум продольным брусьям рамы, а с другой—к резервуару цистерны. Кроме того, резервуар охватывается несколькими хомутами, скрепляемыми с рамою посредством болтов, допускающих подтягивание хомутов.

В наших цистернах прежней постройки резервуары укрепляются на раме при помощи тяг, охватывающих днища и прикрепляющихся концами к брусьям рамы. Этот способ прикрепления теперь у нас не применяется.

В цистернах последней постройки применено укрепление резервуара по американскому типу (рис. 303).

Рама цистерны состоит из двух хребтовых балок *Х*, двух шкворневых и двух буферных. Концы буферных брусьев и шкворневых балок над каждой тележкой соединены между собою для жесткости короткими продольными коробчатыми балками.

Шкворневые балки в верхней части сделаны полукруглой формы и служат опорой для резервуара цистерны, причем резервуар лежит на них совершенно свободно, так что рама может удлиняться или укорачиваться при изменении температуры окру-

НТБ УДИИТ (ДІІТ)

жающего воздуха независимо от резервуара. Между шкворневой балкой и резервуаром проложены продольные клиновые дубовые прокладки, которые предохраняют нижнюю часть резервуара от протирания о шкворневую балку.

Средняя часть резервуара опирается на хребтовую балку.

Соединение резервуара с хребтовой балкой сделано жестким и состоит из фасонно изогнутой полосы *Ц*, одна полка которой приварена к резервуару, а другая соединена болтами с фасонной накладкой хребтовой балки. Для того, чтобы резервуар не мог соскочить с шкворневых балок при толчках и столкновениях, он прикреплен к раме двумя охватывающими его хомутами со стяжными гайками.

Внутри резервуара цистерны устанавливается лестница *Т* для возможности влезания внутрь ее, когда требуется очистить ее или исправить клапаны.

В первые годы постройки большегрузные цистерны изготовлялись клепаными во всех частях.

С развитием электросварки в последние годы стали изготовлять цистерны сварной конструкции. Она состоит из нижнего цельного броневого листа во всю длину котла. Этот лист дает надлежащую жесткость котлу.

Верхняя часть котла делается из отдельных полубарабанов, сваренных между собой поперечными швами впритык со снятием кромки.

Связь верхней части котла с броневым листом производится посредством сварного двустороннего шва внахлестку.

Днища бака—штампованные из целого или сварного листового котельного железа толщиной 10 *мм*.

Днище имеет отштампованные буртики, которыми оно вставляется в цилиндрическую часть котла и приваривается электросваркой с наружной и внутренней стороны.

Колпак укрепляется путем электросварки к цилиндрической части бака.

83. Сливные устройства цистерн

Сливное устройство в наших цистернах нормального типа представляет собою отверстие внизу резервуара (рис. 303б), соединенное посредством чугунного тройника с двумя трубами, идущими на обе стороны цистерны и закрывающимися снаружи глухими гайками. Фланец тройника, присоединяемый к резервуару, служит седалищем для клапана, закрывающего сливное отверстие.

Сливной клапан, устраиваемый в нефтяных цистернах последней постройки, изображен на рис. 307. Он состоит из стальной вертикальной трубы *Т* внутреннего диаметра 165 *мм*, длиною 470 *мм*, приклепанной фланцем *Ф* ко дну котла *Ч*. Изнутри котла в сливную трубу поставлена на резьбе клапанная коробка *У* с клапаном *Щ*. Хвостовик *Ю* клапана имеет внутри квадратное отверстие, куда свободно вставлен квадрат стержня *Я*, идущего к маховику для закрывания клапана. Снаружи хвостовик снабжен квадратной резьбой, на которой навинчена железная крестовина *Х*, концы которой могут свободно двигаться вверх и вниз в клапанной коробке на высоту около 10 *мм*, но вращаться крестовина не может, так как этому мешает клин.

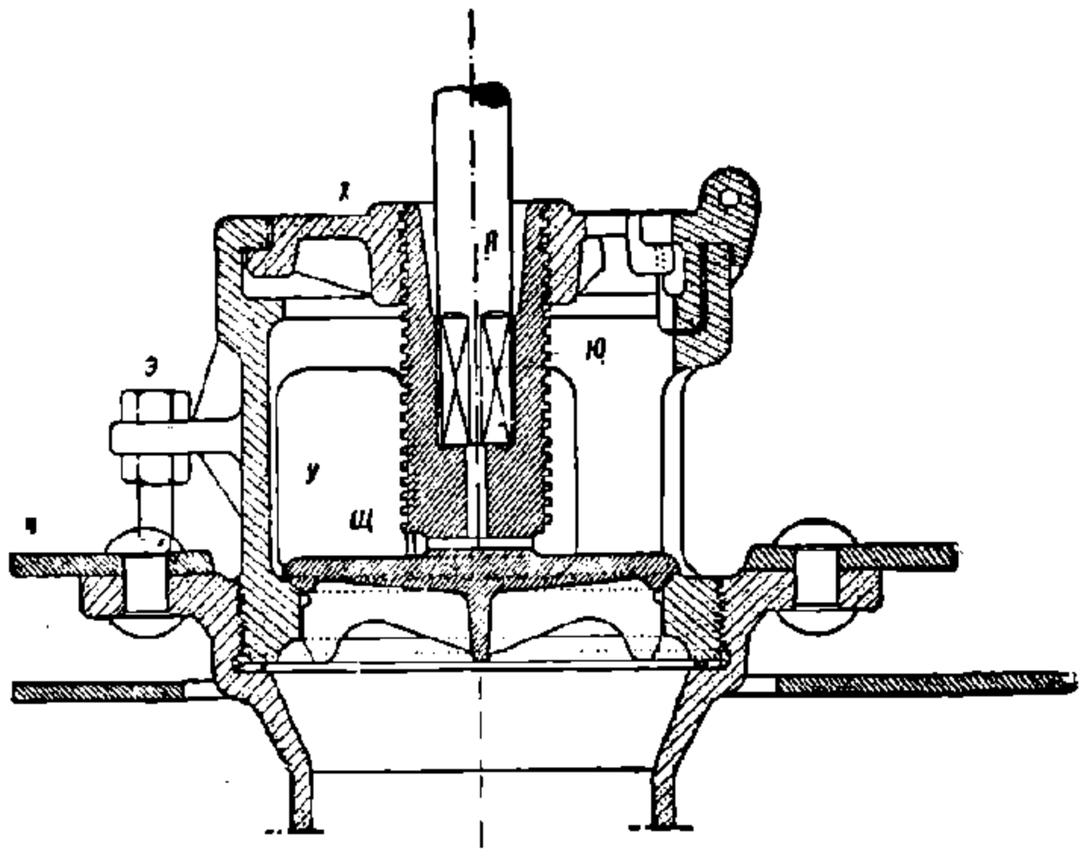


Рис. 307.

При поворачивании запорного маховика в колпаке цистерны хвостовик клапана, вращаясь в крестовине, опускается вниз и клапан садится в гнездо. После этого клапан, сидя на седле, может еще вращаться, а крестовина в это время начнет подыматься вверх до тех пор, пока не упрется в верхний упор, после чего вращение клапана прекращается и он крепко прижимается к своему седлу. То же самое явление происходит и при открывании клапана, но в обратном порядке. Таким образом, клапан является самопритирающимся, так как при закрывании и открывании он делает несколько оборотов на седле, не отходя от него. Это способствует более плотному закрыванию кла-

НЕ УДАЛЯТЬ (ДНТ)

пана, так как, вращаясь на седле и прижимаясь к нему собственной тяжестью, тяжестью крестовины, запорного стержня и маховика, он может очистить седло от мелких твердых частиц, попавших на него.

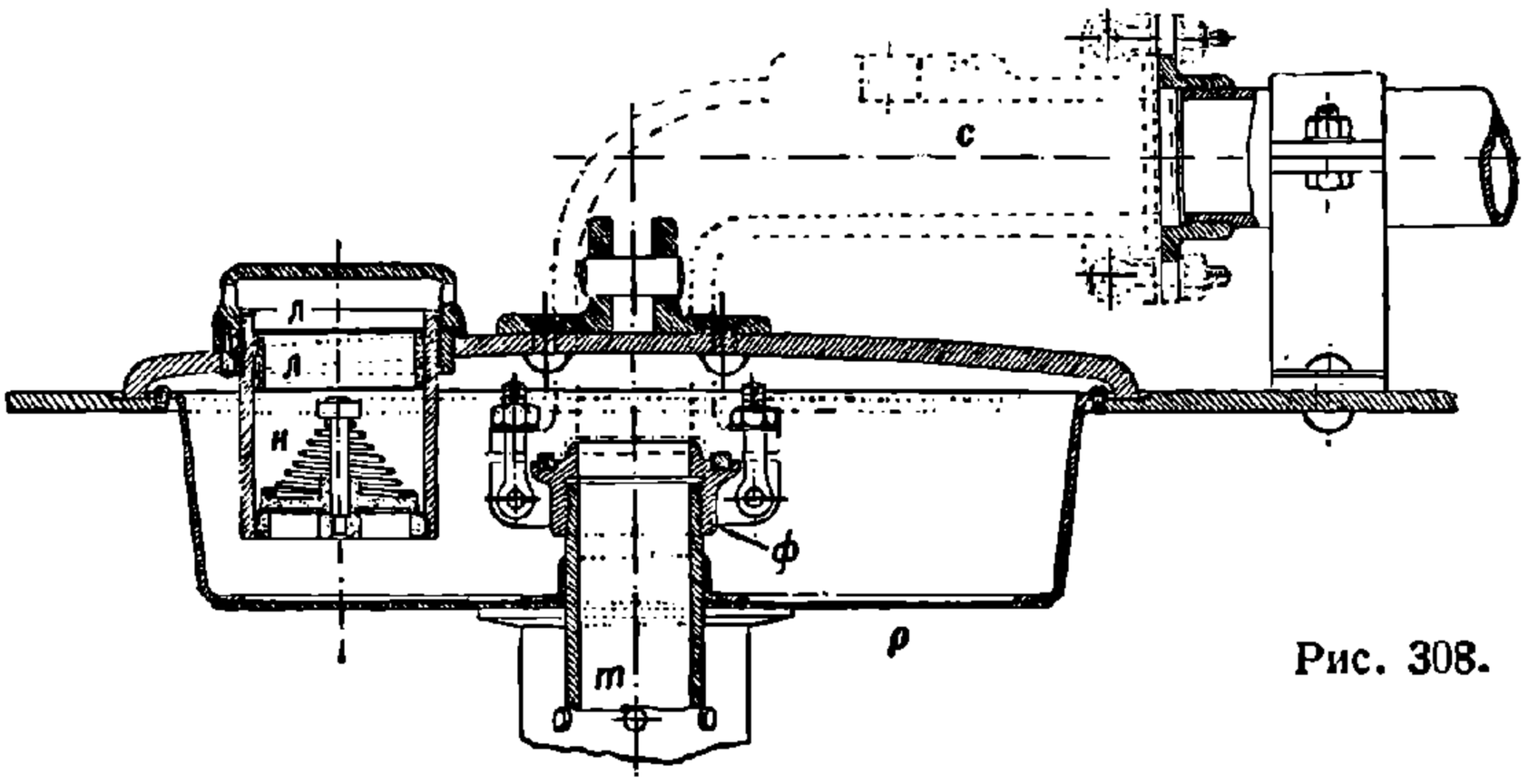


Рис. 308.

Чтобы клапанная коробка не могла сама вывернуться в случае тугого открытия клапана, сбоку ее упирается в дно котла болт *Э*, который производит эксцентричное зажатие резьбы коробки и тем вызывает сильное трение в резьбе.

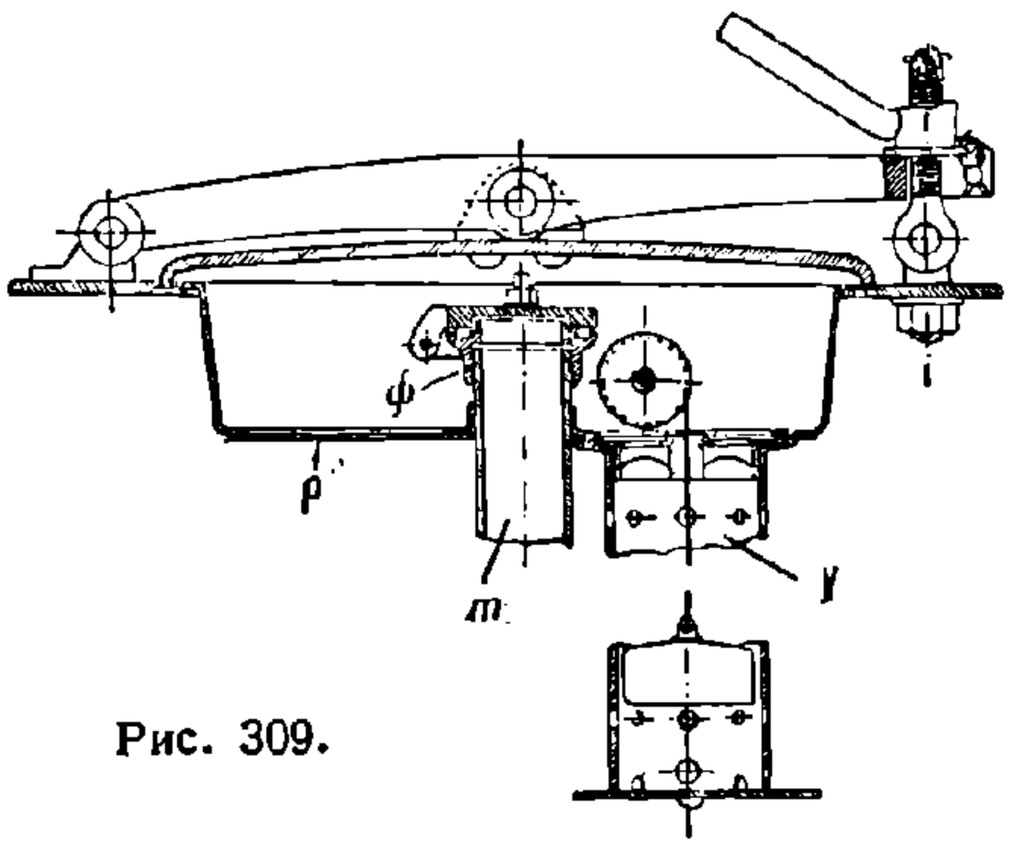


Рис. 309.

В бензиновых цистернах для слива и налива служит труба *т*, вставленная в железный лист *р*, укрепленный в колпаке цистерны (рис. 308 и 309). Труба доходит до низа цистерны и снижена на конце сеткой, ограждающей от засорения. На верхний конец трубы навинчен соединяющий фланец *ф*, к которому присоединяется конец рукава для наполнения цистерны бензином. Для слива цистерны к тому же фланцу присоединяется съемное колено сливной трубы *с* (рис. 308 и 310). Для выхода воздуха при наполнении цистерны и для входа воздуха при опорожнивании ее служит другая труба *у* (рис. 309) с отверстиями на ее поверхности, укрепленная в том же листе *р* и доходящая до низа колпака. В крышку колпака цистерны вставлен предохраительный клапан *к* с двумя сетками *л*.

84. Вагоны для взрывчатых веществ

Кузов вагона склепывается из железных листов и обшивается внутри деревянными досками. Пол и нижняя часть внутренних стенок обивается цинком. Люки отсутствуют. Вагон разделяется поперечной сплошной стенкой на две камеры. В каждой камере имеется по одной одностворчатой двери в каждой продольной стенке. Двери снабжаются запорами, обеспечивающими плотное закрывание их.

Кроме железных вагонов, для взрывчатых веществ имеются и деревянные, чаще встречающиеся на наших дорогах, чем железные. При устройстве этих вагонов так же, как и в железных, принимаются меры к тому, чтобы искры не попадали в вагон извне и чтобы не могло образоваться искр внутри вагона при ударе погружаемых предметов о железо.

С этой целью все щели снаружи вагона обиваются кровельным железом, а внутри—стены, пол, потолок и двери вагона обиваются прочным войлоком при помощи медных гвоздей и полосок кожи или медных реек, перекрывающих стыки отдельных кусков войлока и положенных в местах прикрепления его.

На полу вагона сверх войлока иногда нашиваются для укрепления его деревянные бруски толщиною около 20 *мм* и шириною около 50 *мм*. Взамен войлока пол мо-

НБ УДУЕТ (ДІІТ)

жет быть покрыт листовым свинцом толщиною не менее 3 *мм*. Двери изнутри могут быть обиты взамен войлока прочным толем или картоном так, чтобы не было щелей и незакрытых мест.

Притворы дверей тщательно заделываются войлоком. В дверных пролетах устраиваются занавесы из прочного войлока во всю площадь пролета.

85. Вагоны для живности

Специальные вагоны для перевозки животных и птицы отличаются от обыкновенных крытых вагонов тем, что они снабжаются вентиляционными отверстиями либо в виде люков в продольных стенах кузова, либо в виде просветов между обшивочными досками. Кроме того, пол имеет отверстия для стока жидкости. Для корма скота, перевозимого в вагоне, вдоль стен устраиваются корыта (кормушки). Под кузовом вагона делают ящики с дверью с каждой продольной стороны для помещения запасов корма для скота. В других конструкциях запасы корма и воды помещаются в фонаре крыши. Вода из запасного резервуара по трубкам поступает в корыта.

Крытые вагоны для перевозки крупного скота имеют кузова с просветами между обшивочными шелевками либо по всей высоте кузова либо в верхней части. На некоторых заграничных дорогах встречаются скотские вагоны совсем без обшивки в верхней части кузова (рис. 310). Свободная от обшивки часть кузова защищена щитом от атмосферных осадков.

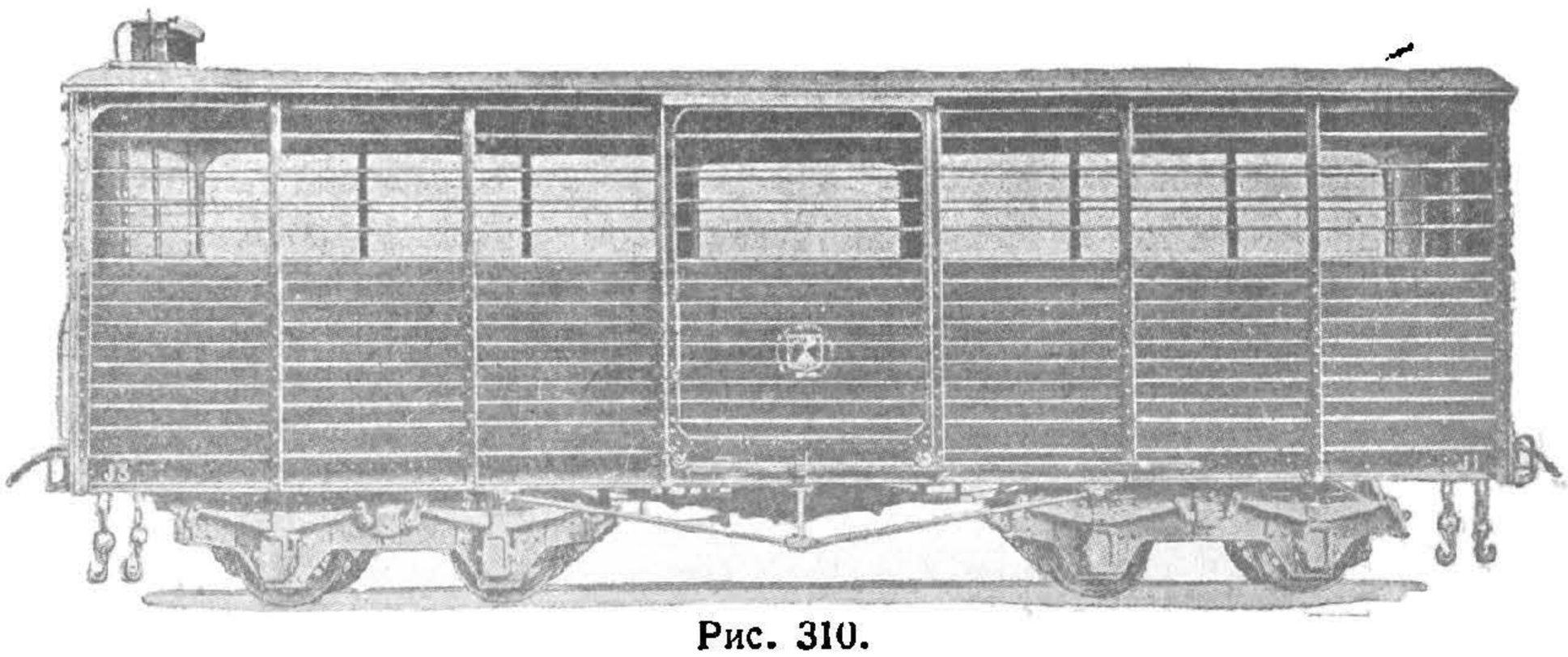


Рис. 310.

На американских дорогах перевозка скота совершается в решетчатых вагонах.

На рис. 311 изображены предельный и поперечный разрезы кузова скотского вагона постройки заводов СССР последней конструкции.

Обрешетка кузова металлическая. Стойки угловые и стойки дверного проема делаются из углового железа 90×90×10 *мм*, а все промежуточные стойки делаются из уголков 90×60×8 *мм*.

На верху по стойкам лежит обвязочный угольник сечением 90×45×8 *мм*, на который опираются дуги для настила крыши. Дуги сделаны из двух полос сечением 65×8 *мм*, и между ними на болтах проложены деревянные бруски из сосны.

Нижний настил крыши изнутри вагона состоит из сосновых досок толщиною в 12 *мм*. Доски эти прикреплены снизу к деревянным брускам дуги. Над настилом идет воздушная прослойка в 40 *мм* и второй ряд сосновых досок толщиною в 22 *мм*, которые также прикреплены к дугам крыши. Крыша покрывается рубероидом, толем или парусиной, пропитанной железнолем.

Стены вагона обшиваются сплошной деревянной обшивкой из сосны толщиною в 22 *мм*.

Для освещения вагона имеется четыре окна в боковых стенах по два с каждой стороны. Открытие окон производится в боковом горизонтальном направлении.

Для вентиляции вагона на лобовых стенках поставлены жалюзи по две с каждой стороны вагона и по четыре жалюзи на боковых стенках—одна над другой. Жалюзи снабжены шиберами для регулировки доступа свежего воздуха.

Перевозимый скот устанавливается поперек вагона головами к продольной боковой стене и привязывается к кольцам, ввернутым в брус, прикрепляемый наглухо

НБ УДУНТ (ДИТ)

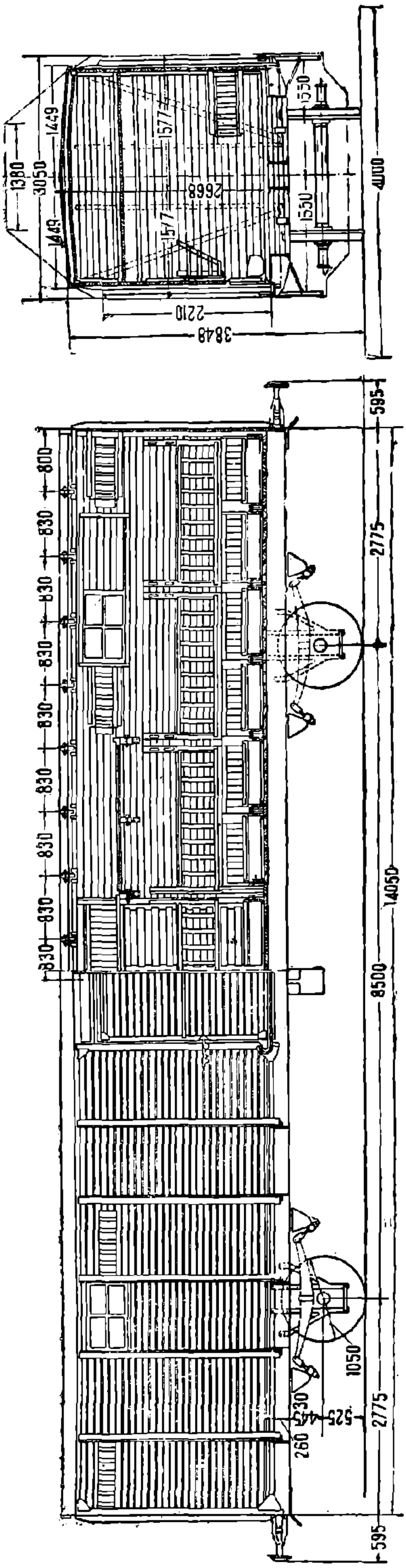


Рис. 311.

к вагонным стойкам кузова. Для кормления рогатого скота устанавливаются деревянные решетчатые кормушки для сена глубиною 500 *мм*. Для водопоя крупного рогатого скота, а также для водопоя и кормления свиней ставятся железные оцинкованные корыта шириною поверху 250 *мм*.

Пол вагона должен быть водонепроницаемый, не впитывающий влаги, не скользкий и допускающий легкую чистку. У боковых стен пол имеет скосы для лучшего стекания нечистот шириною в 25 *мм*. Для хранения корма (сена, фуража) в средней части вагона, над дверным пространством, устраиваются полати (сеновал).

Для перевозки мелкого скота вагоны устраивают в два яруса, а для перевозки птицы— в четыре яруса. Для погрузки делают двери в каждом ярусе—по одной с каждой стороны.

Половой настил, которым кузов разделяется на два или четыре яруса одинаковой высоты, укладывается на поперечных брусках, которые прикрепляются к стойкам болтами.

На рис. 312 изображен двухярусный вагон для перевозки мелкого скота. В каждом ярусе у продольных стен установлены железные корыта *А* для корма скота. Для помещения запаса корма под кузовом устроен ящик *Б*. Для по-

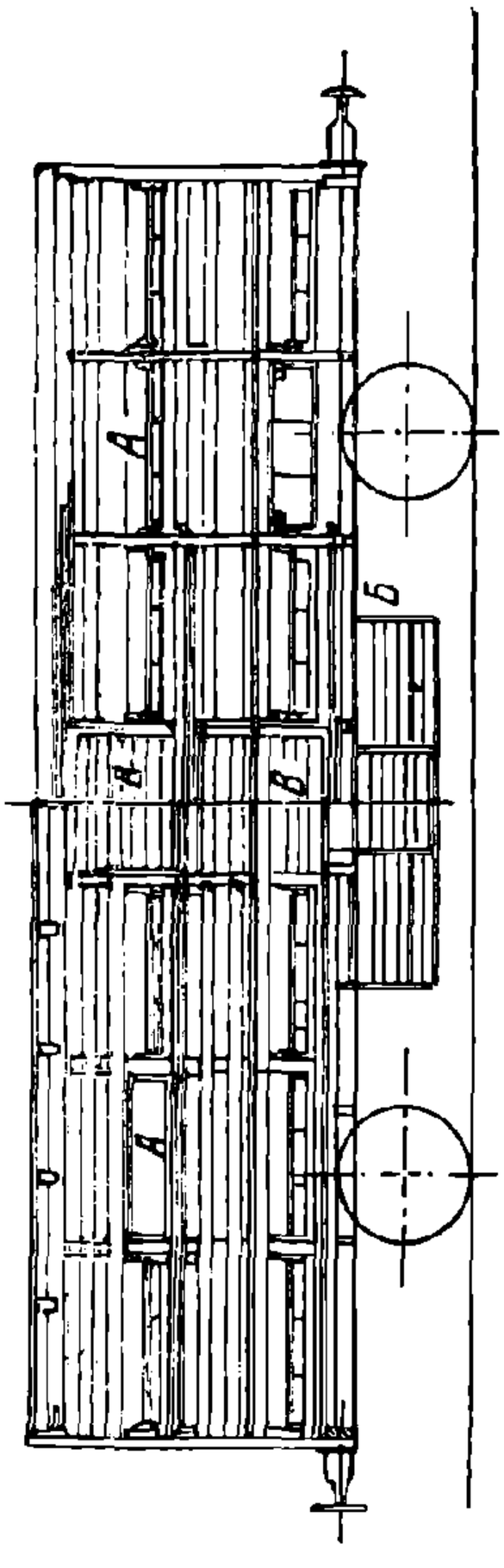


Рис. 312.

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

грузки скота служат двери *В*. Сток нечистот со второго яруса делается при помощи чугунных труб диаметром 75 *мм*, прокладываемых по стенам вагона у половых трапов; трубы ставятся в уровень с полом и закрываются решетчатой крышкой со щелями в 10 *мм*.

86. Вагоны-теплушки

Вагоны-теплушки имеют размеры и устройство нормального товарного вагона. Обшивка стен, пола, потолка и дверей делается двойная, с прокладкой войлока, шведского картона, толя или пробки. В люковые отверстия вставляются оконнные задвижные рамы. Дверные притворные бруски обиваются войлоком, общитым парусиной. Посредине вагона устанавливается чугунная печь с разцелкой в крыше и с поддонным листом в полу вагона, причем под лист подкладывается асбестовый картон толщиною в 3 *мм*. К дверному рельсу подвешиваются с каждой стороны вагона два кронштейна (косоура) с подножками. В вагоне устраиваются в два яруса нары из досок и две полки; в дверных пролетах ставятся две закладные доски.

87. Вагоны для хозяйственных надобностей дороги

Кроме вышеописанных специальных вагонов для перевозки грузов, имеются вагоны для хозяйственных надобностей дороги, а именно:

1. Вспомогательные вагоны, т. е. вагоны, снабженные приспособлениями для подъемки сошедших с рельсов вагонов и паровозов, а также материалами для исправления пути.

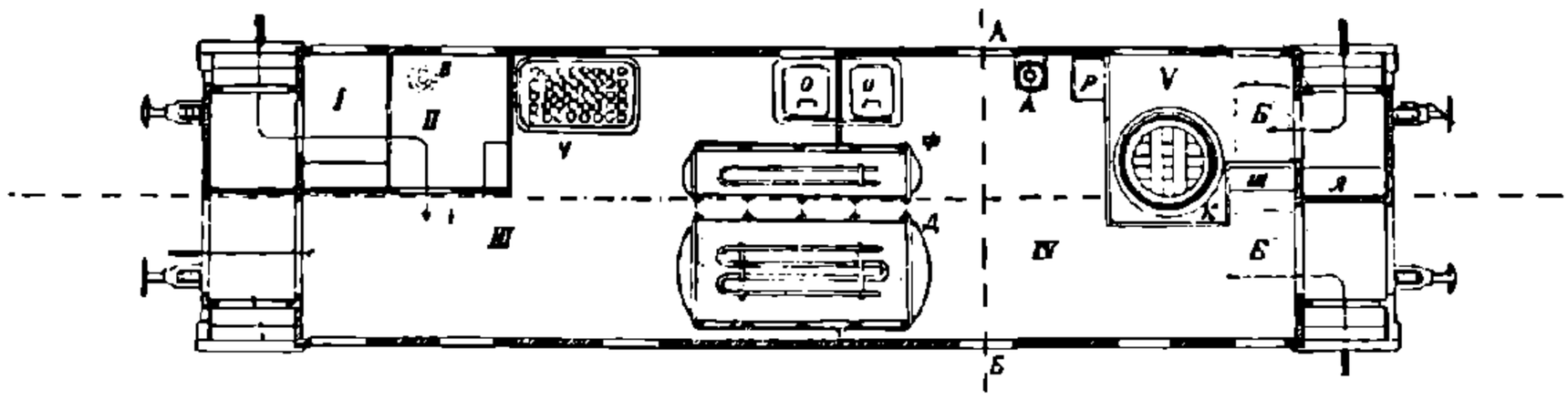


Рис. 313.

2. Платформы для проверки весовых помостов, имеющие назначение производить проверку правильности работы и показаний станционных весов, на которых взвешиваются вагоны. Ходовые части и рамы устраиваются одинаково с обыкновенными платформами, а определенной величины груз, размещаемый на платформе, закрывается чехлом из железа и пломбируется. Груз составляется из свинца или чугунных плит и разного металлического лома.

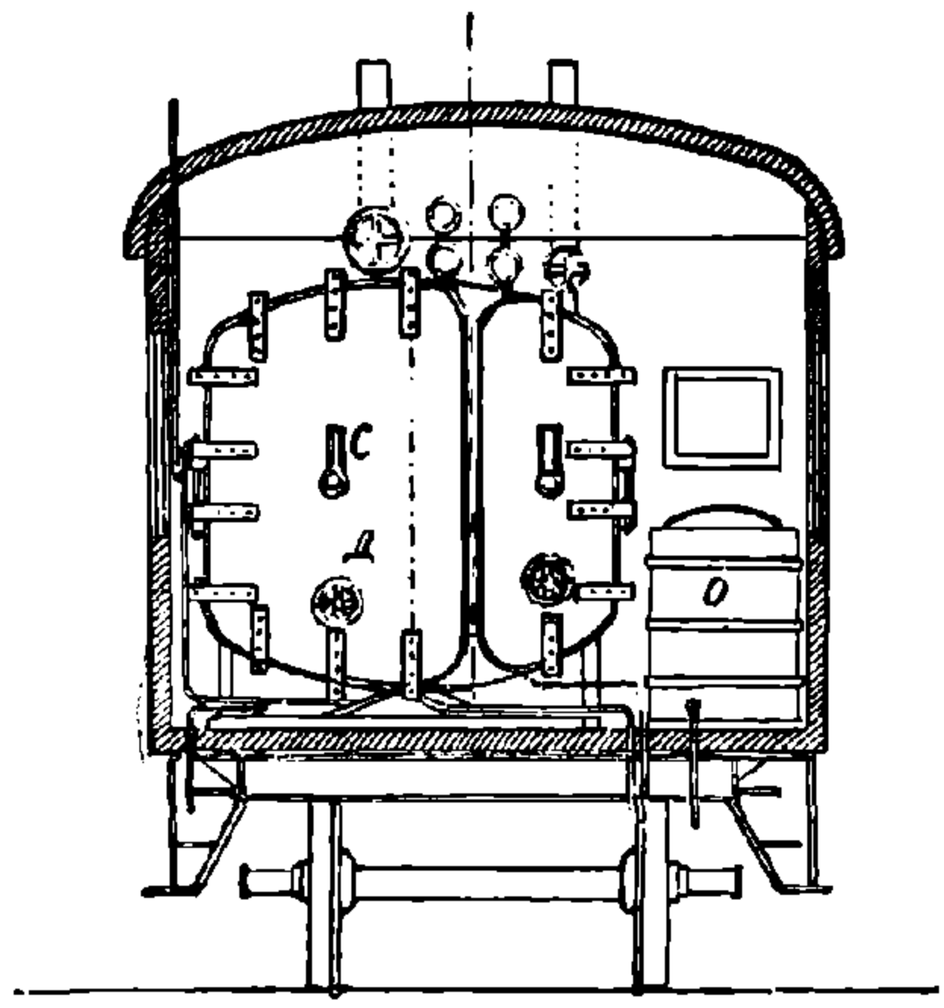


Рис. 314.

3. Весовые вагоны-мастерские, имеющие назначение производить проверку и ремонт станционных малых багажных весов. Они устраиваются в товарных вагонах и снабжаются необходимым инструментом и оборудованием с контрольными гирями.

4. Дезинфекционная камера, снабженная приспособлениями для обеззараживания предметов и вагонов после больных заразными болезнями. Вагон (рис. 313) разделен поперечной перегородкой на два отделения: грязное *III* и чистое *IV*. В грязном отделении имеются: помещение *I* со шкафом для платья служащих, помещение *II* для надевания рабочей одежды и душ *В* для дезинфекторов. Подача вещей в грязное отделение производится через особые двери в лобовой стенке вагона, минуя помещение *I* и *II*. Чан *Ч* служит для замачивания белья, чан *О*—для обеззараживания белья. Чан *О*, дезинфекционнная камера *Д* и формалиновая камера *Ф* расположены так, что одна часть их находится в грязном отделении, а другая—в чи-

НТБ УДУНТ (ДНТ)

стом отделении *IV*. В чистом отделении находится котельное помещение *V* с отдельным входом для кочегара. В котельном помещении расположен котел *К*, ящик для угля *III* и бак для холодной воды *Б* под полом вагона. Дезинфекторы входят в чистое отделение с другой стороны тамбура. Вынос продезинфицированных вещей производится через двери в лобовой стенке вагона.

На рис. 314 изображен этот вагон в поперечном разрезе по линии *АБ*. Здесь буквою *Д* обозначена дезинфекционная камера с термометром *С*, показывающим температуру внутри камеры.

РАЗДЕЛ VIII

ПАССАЖИРСКИЕ ВАГОНЫ

88. Типы пассажирских вагонов

Пассажирские вагоны можно объединить в две группы: 1) тележечные вагоны и 2) двух- и трехосные вагоны.

На дорогах СССР кузова тележечных вагонов имеются длиною в 18, 20, 22 и 25 *м*.

18- и 20-метровые вагоны—дальнего следования, а 22-метровые—пригородные.

Наружная ширина кузова всех этих вагонов 3 140 *мм*, наружная высота—3 250 *м*. и внутренняя высота от пола до потолка—посредине—2 900 *мм*.

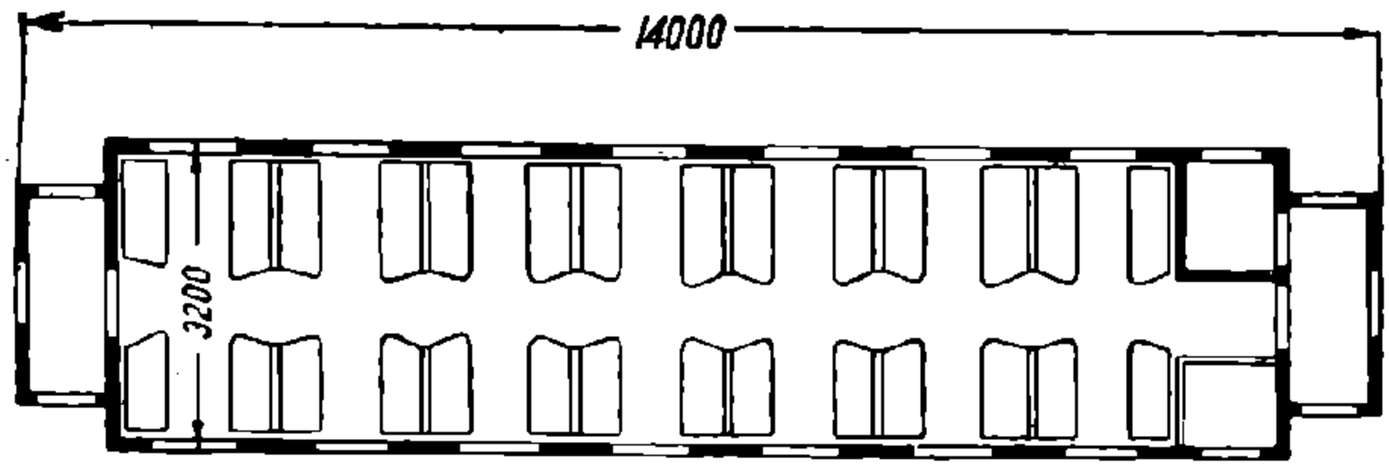


Рис. 315.

Число спальных мест в вагонах дальнего следования 36—40, а число мест в пригородных вагонах—78.

2-осные вагоны имеются также дальнего следования и пригородные. К первым относятся вагоны бывшего IV класса, длина кузова которых 13 640 *мм*, ширина (наружная) — 3 200 *мм* и высота (наружная)—3 098 *мм*; вместимость их рассчитана на 54 пассажира со спальными местами. Большая вместимость этих вагонов объясняется особым устройством спальных мест нарного типа, описанного выше. Такие вагоны больше не строятся, а вместо них вновь строятся вагоны длиною 14 *м* (с тамбурами), у которых устройство спальных мест обыкновенное, а не парного типа; ширина кузова этих вагонов 3 200 *мм*; число мест в них спальных или 40 дневных.

Такой же длины, но несколько меньшей высоты (2 750 *мм*) построены 2-осные вагоны пригородного сообщения на 72 места.

Кроме этих вагонов, на нашей сети обращаются 3-осные пассажирские вагоны постройки прежних лет, размеры кузовов которых разнообразны, но наиболее часто встречаются длиною 12 660 *мм*, шириною 3 200 *мм* и высотою 2 900 *мм*.

Вагоны нашего пассажирского парка, как было указано в первом разделе, не отвечают современным условиям. Поэтому планом реконструкции транспорта намечена замена их вагонами новой конструкции. Основными требованиями, предъявляемыми к новой конструкции являются:

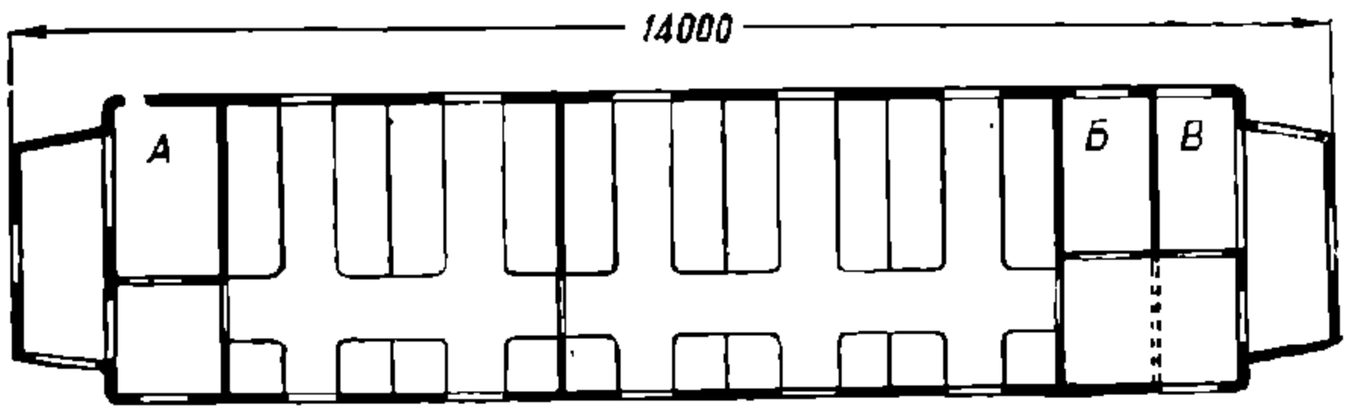


Рис. 315а.

1) увеличение длины, ширины и высоты вагонов в целях повышения их емкости и возможности в связи с этим сокращения числа вагонов в пассажирских поездах;

2) улучшение внутреннего устройства и оборудования вагонов в целях предоставления пассажирам бóльших удобств и удовлетворения гигиеническим требованиям;

3) уменьшение веса вагона в целях повышения экономических показателей и сбережения металла;

НЕТУ УДУТ (ДІІТ)

4) повышение прочности вагонов в целях обеспечения безопасности движения и повышения скорости движения.

Новые пассажирские вагоны предположено делать металлическими, длиною 25—27 *м*, шириною—3 *м*.

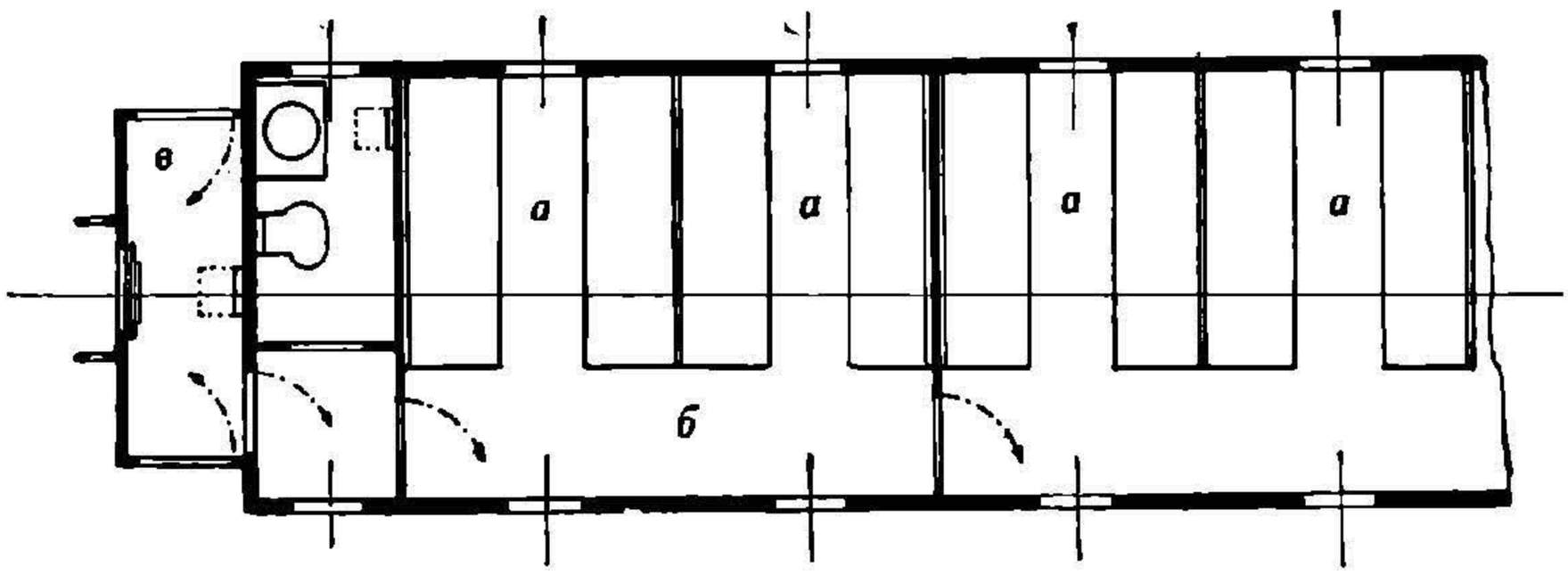


Рис. 316.

В Северной Америке и в Германии новые вагоны также строятся металлическими и большей длины. В Северной Америке длина новых вагонов 24—26 *м* при ширине в 2,9 *м*, а в Германии—23 *м*. И в Северной Америке и в Западной Европе в пассажир-

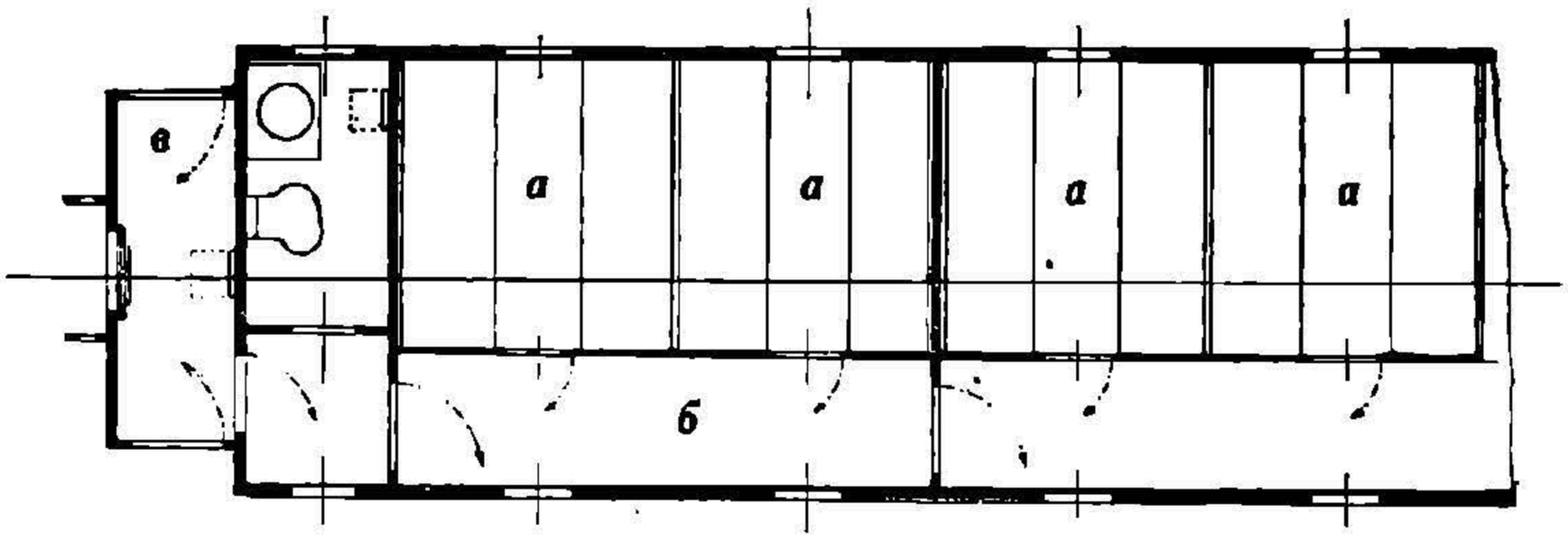


Рис. 317.

ских парках не мало вагонов старой постройки с деревянным кузовом, причем в Западной Европе длина старых 2-осных и 3-осных вагонов от 8 до 12 *м*, а тележечных—от 12,8 до 21,2 *м*; в Северной Америке длина тележечных вагонов прежней постройки 18—22,5 *м*.

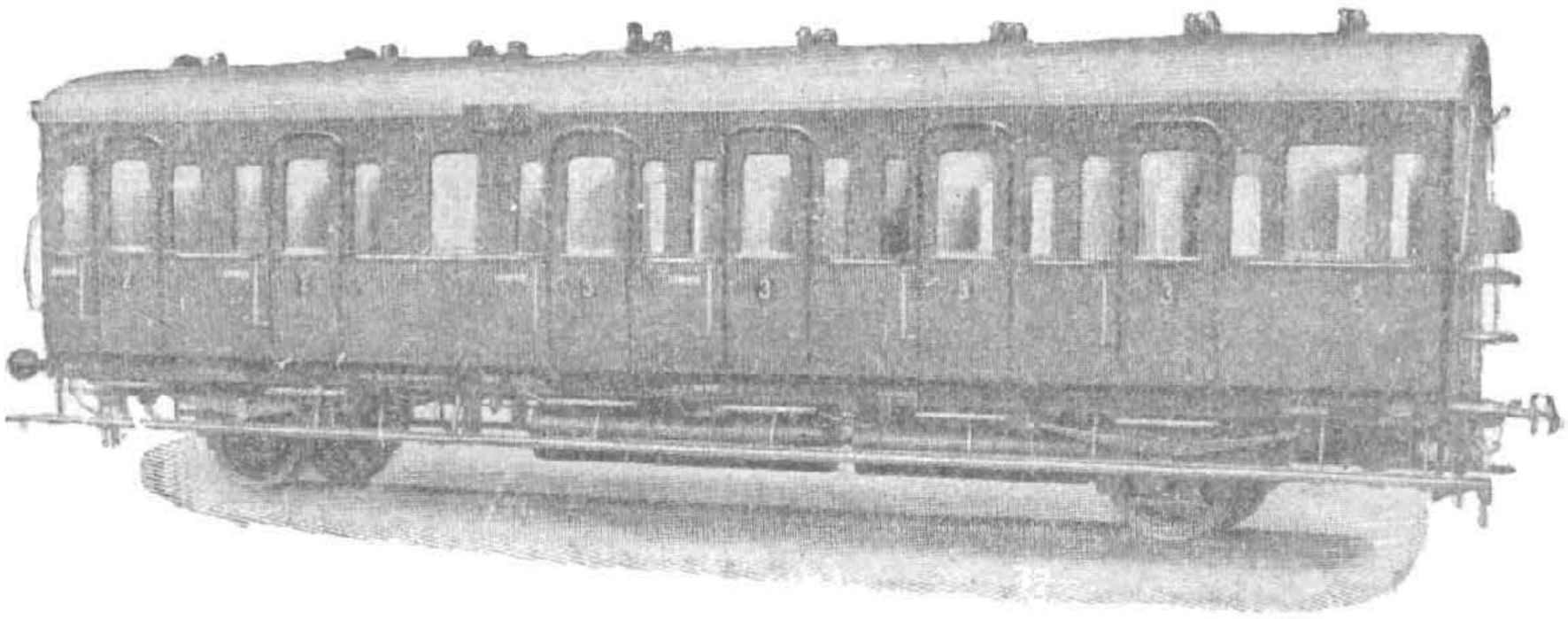


Рис. 318.

Расположение мест для пассажиров имеется следующих типов:

1. Общее помещение, разделенное или неразделенное поперечными перегородками, с продольным проходом вдоль вагона посредине между скамьями (рис. 315 и 315а).

2. Такое же помещение с продольным проходом с боку скамей (рис. 316) у жестких вагонов дальнего следования.

3. Отдельные купе *а*, сообщающиеся продольным коридором *б* (рис. 317).

НБ УДУНТ (ДНТ)

Купе делаются 4-местными либо 2-местными. В спальных вагонах прямого сообщения (быв. Международного общества) в 2-местных купе одно место для лежания на диване, расположенном в поперечном направлении, а другое—на койке, подвешиваемой к продольной стенке над окном и опускаемой на ночь. Между обоими купе располагается малая уборная для умывания, в которую ведут двери из каждого купе.

На западно-европейских дорогах для перевозок на короткие расстояния применяют вагоны с отдельными купе, не сообщающимися между собою, а имеющие выходные двери наружу, как показано на рис. 318.

В Северной Америке диваны располагаются в вагоне в поперечном направлении по обе стороны от среднего продольного прохода, подобно тому, как показано на рис. 315. Каждый диван на два места. В спальных вагонах сидения диванов на ночь выдвигаются, так что два сидения образуют одно место для лежания. Кроме того, к продольным стенкам подвешены койки, которые на ночь опускаются. Вагон не разделяется перегородками на отделения и купе, а на ночь задергиваются матерчатые занавески, отделяющие спальные места друг от друга и от прохода.

89. Обрешетка кузова

Изображенная на рис. 319 деревянная обрешетка пассажирского вагона состоит из двух обвязочных прямоугольных рам—верхней и нижней, между которыми расположены стойки. Часть вертикальных стоек *В* соединена раскосами *С* (диагональными

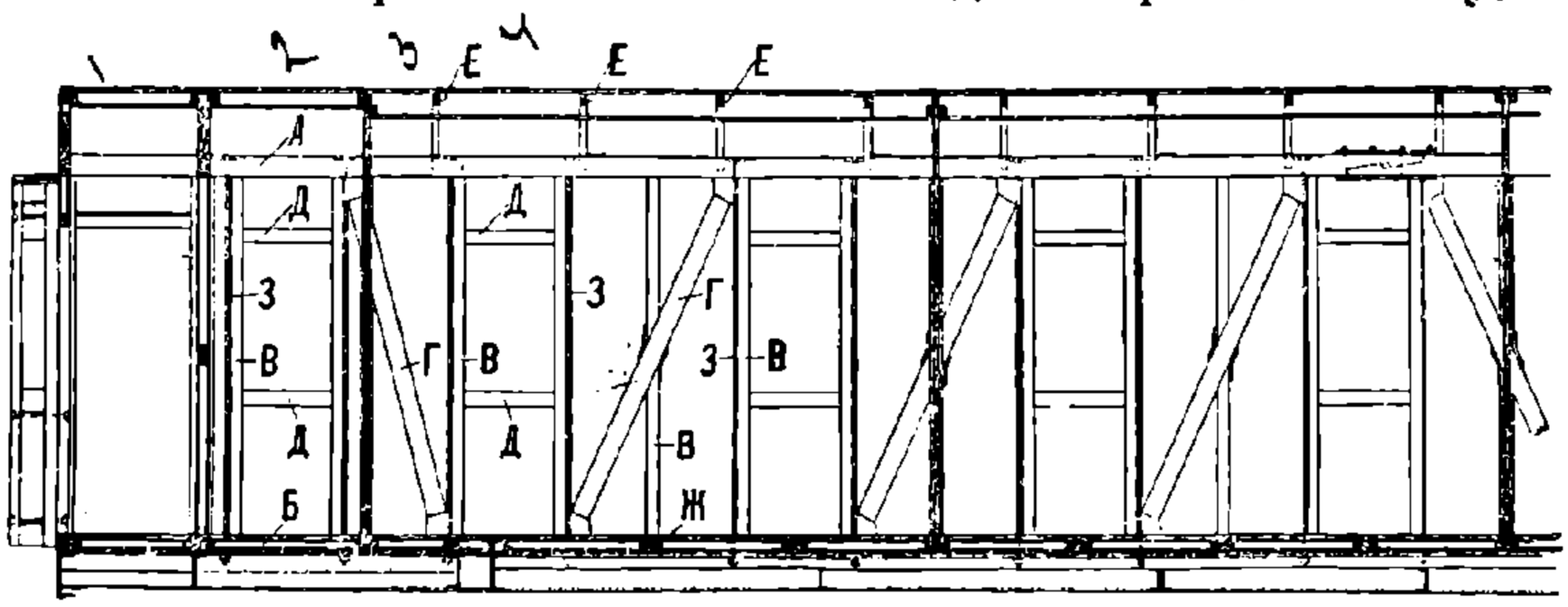


Рис. 319.

связями), а часть—поперечными брусьями *Д*, образующими оконные отверстия. На продольных брусьях *А* верхней обвязочной рамы расположены на некотором расстоя-

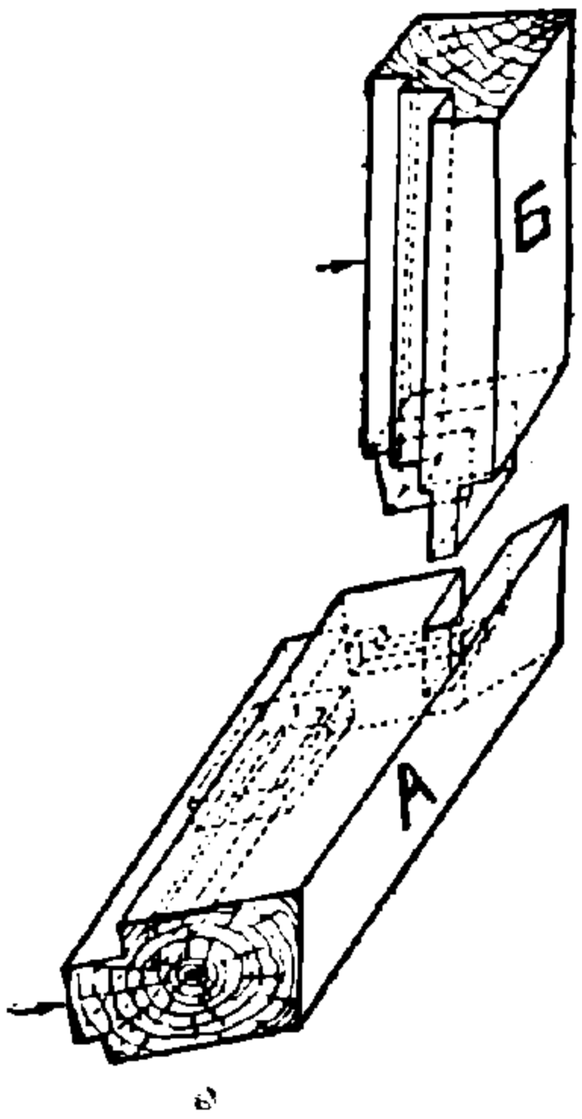


Рис. 319а.

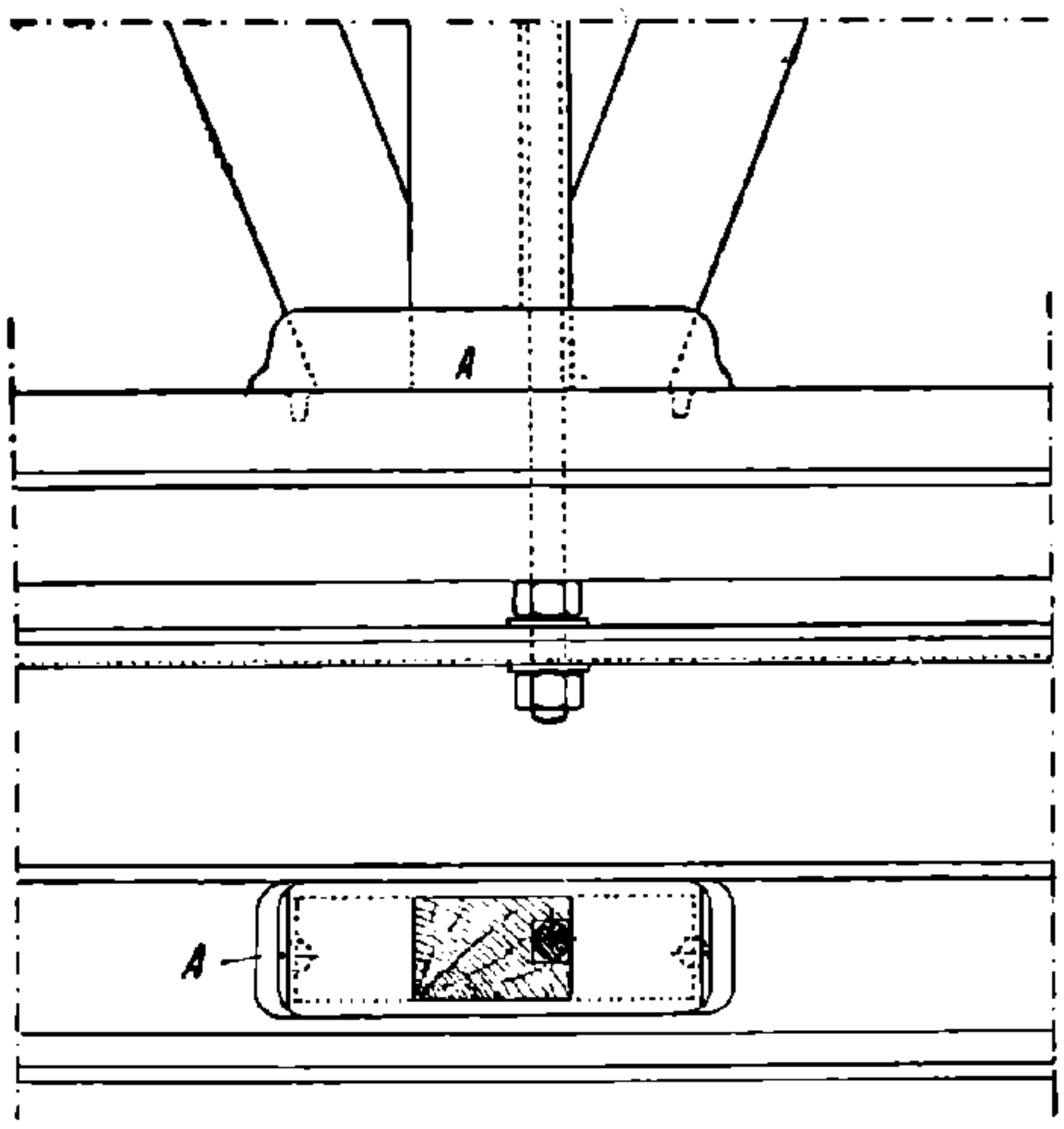


Рис. 320.

нии одна от другой потолочные дуги *Е*, служащие для устройства потолка и крыши. Для образования же пола в продольных брусьях нижней обвязочной рамы укреплены поперечные бруски *Ж*. Верхняя и нижняя обвязочные рамы скреплены между собою

НВ УДУТ (ДІІТ)

железными стержнями *З*, пропущенными в пазах вертикальных стоек и укрепленными внизу гайками. Посредством этих гаек придается необходимый натяг скрепляющим стержням. В деревянных пассажирских кузовах вагонов стойки *В* заделываются шипами в брусья *А* верхней и нижней обвязочных рам (рис. 319а) и, кроме того, укрепляются угольниками.

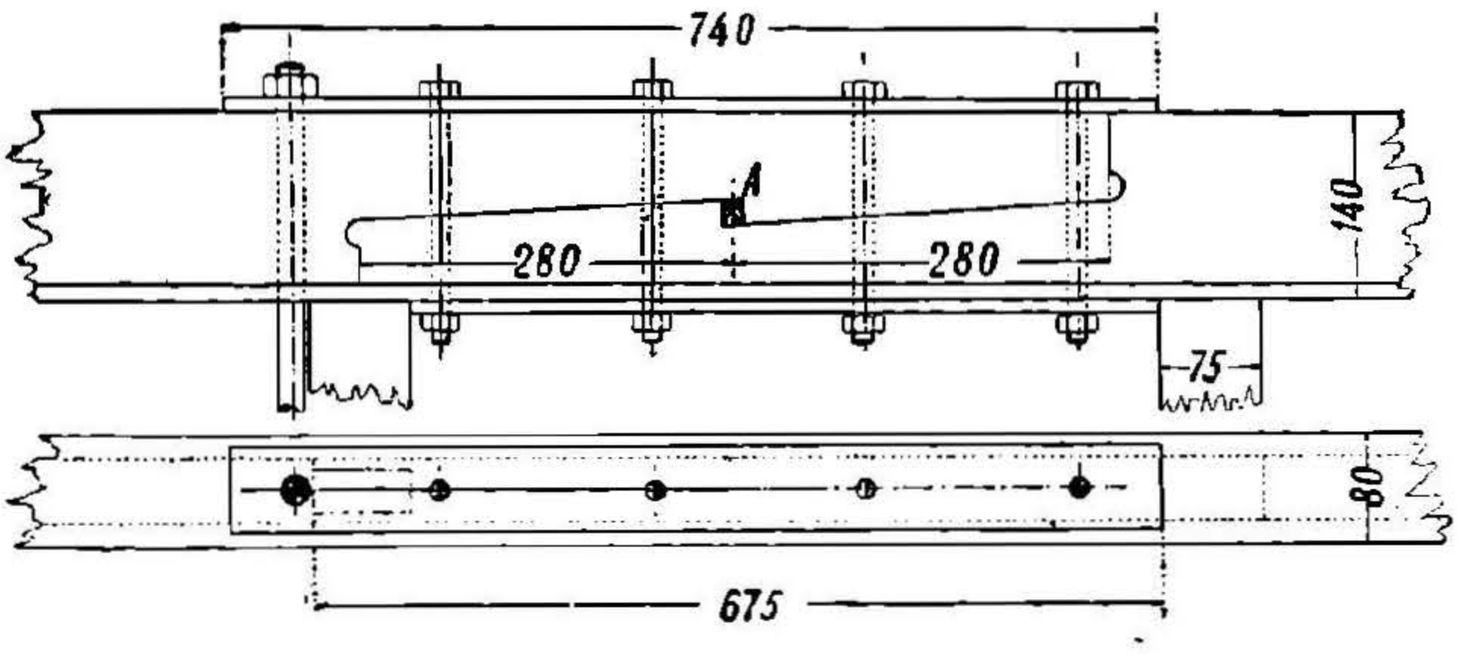


Рис. 321.

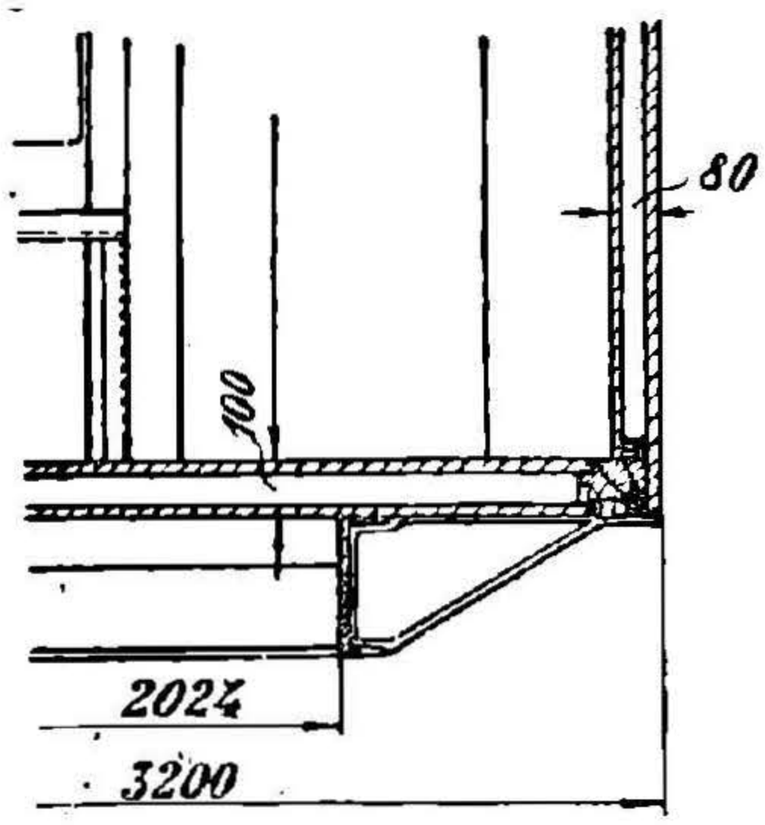


Рис. 322.

Раскосные или диагональные деревянные брусья устанавливаются в чугунных башмаках (рис. 320), укрепляемых в углах, образуемых стойками и брусьями нижней и верхней обвязочных рам. Иногда вместо деревянных раскосных брусьев ставят железные стержни с завинтованными концами. В таком случае концы стержней укрепляются в башмаках соответствующей формы гайками, которыми можно придать некоторый натяг раскосам.

В деревянных обрешетках длинных вагонов продольные брусья обвязочных рам приходится делать составными. При этом сращивание брусьев делается в замок (рис. 321). На рисунке буквой *А* обозначен клин, которым достигается плотность прилегания друг к другу сращиваемых концов. Кроме этого, срощенные концы скрепляются болтами.

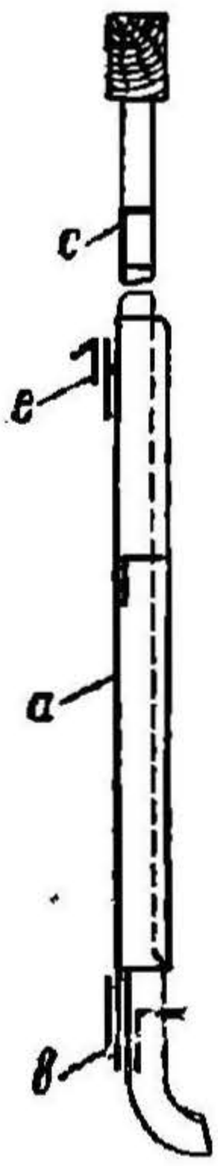


Рис. 323.

Нижняя обвязочная рама кузовов 2- и 3-осных пассажирских вагонов укрепляется на кронштейнах, приклепанных или приваренных к продольным швеллерам вагонной рамы (рис. 322), а в 4-осных пассажирских вагонах деревянная обвязочная рама лежит непосредственно на вагонной металлической раме.

В некоторых конструкциях для придания большей жесткости обрешетке кузова и усиления вагонной рамы к боковым балкам *В* (рис. 323) приклепываются сплошные железные листы *А*, доходящие по высоте до нижних поперечных брусьев *Е*, образующих оконные отверстия. К железным листам прикрепляются стойки и раскосы, которые связываются вверху обвязочной рамой *С*. Такая обрешетка носит название системы **Полонсо**. Она имеет вид мостовой балки и участвует вместе с рамой в сопротивлении изгибу. Применяется она в некоторых длинных пассажирских вагонах (пример Северо-Кавказской ж. д.).

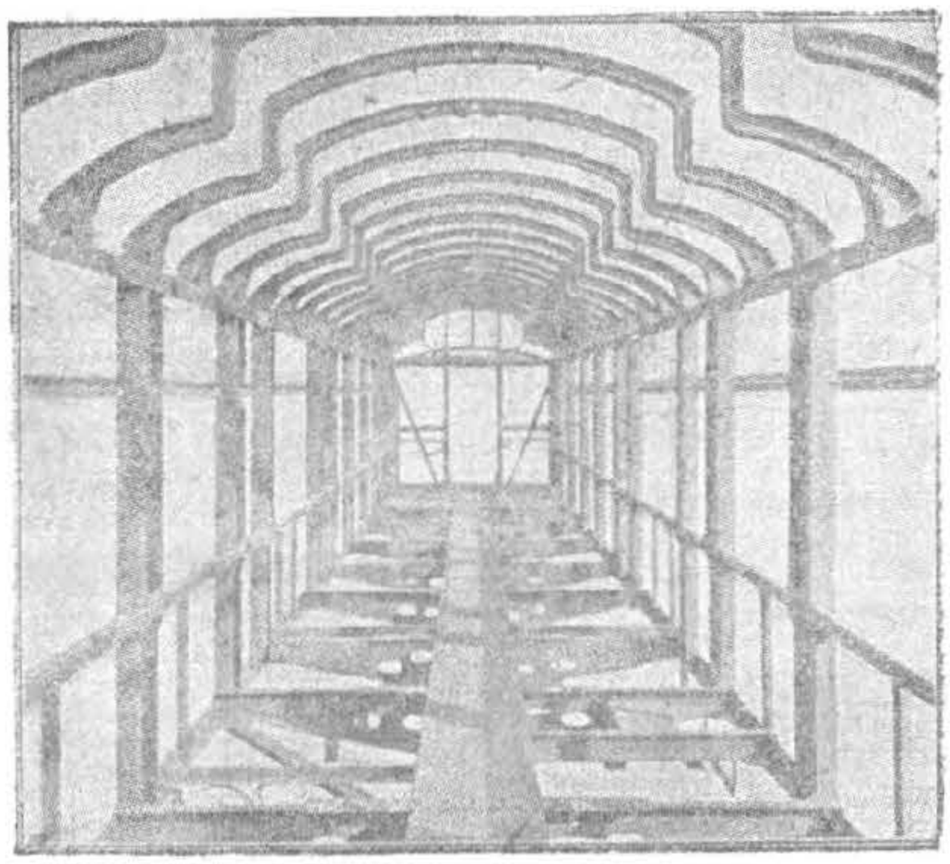


Рис. 324.

В Северной Америке и на некоторых германских дорогах делают остов пассажирских вагонов целиком из железа. На рис. 324 изображен железный остов вагона, в котором железные стойки прикреплены внизу к продольным брусьям рамы вагона, а вверху к верхним обвязочным железным балкам углового профиля. Кроме того, стойки соединены между собою продольными балками на высоте $^1/_3$ и $^3/_4$ от рамы. Потолочные

НВ УДИТ (ДИТ)

дуги присоединяются к верхним обвязочным, но в других конструкциях потолочные дуги делаются в одно целое с стропилами.

В Америке применяют стальные концевые стойки и стальную концевую часть рамы, отливая их в одно целое (рис. 325). На рис. 326 показан кузов с такими концевыми стойками, а также с прочными стальными стойками, обшитыми листовым железом. Таким образом получается цельно-металлический кузов. Увеличение прочности концевых стоек имеет чрезвычайно важное значение, так как при крушении концевые стойки повреждаются в первую очередь.



Рис. 325.

У нас металлическая конструкция кузова применена в 19-метровых вагонах электрических железных дорог, причем оказывается, что расход металла в этих вагонах на 1 $м^2$ пола меньше, чем в 20-метровых вагонах с деревянным кузовом. В вагонах электрических дорог на 1 $м^2$ пола приходится железа 170 *кг*, а в вагонах 20-метровых — 188 *кг*. Это объясняется тем, что в вагонах с деревянными кузовами приходится делать раму более тяжелой.

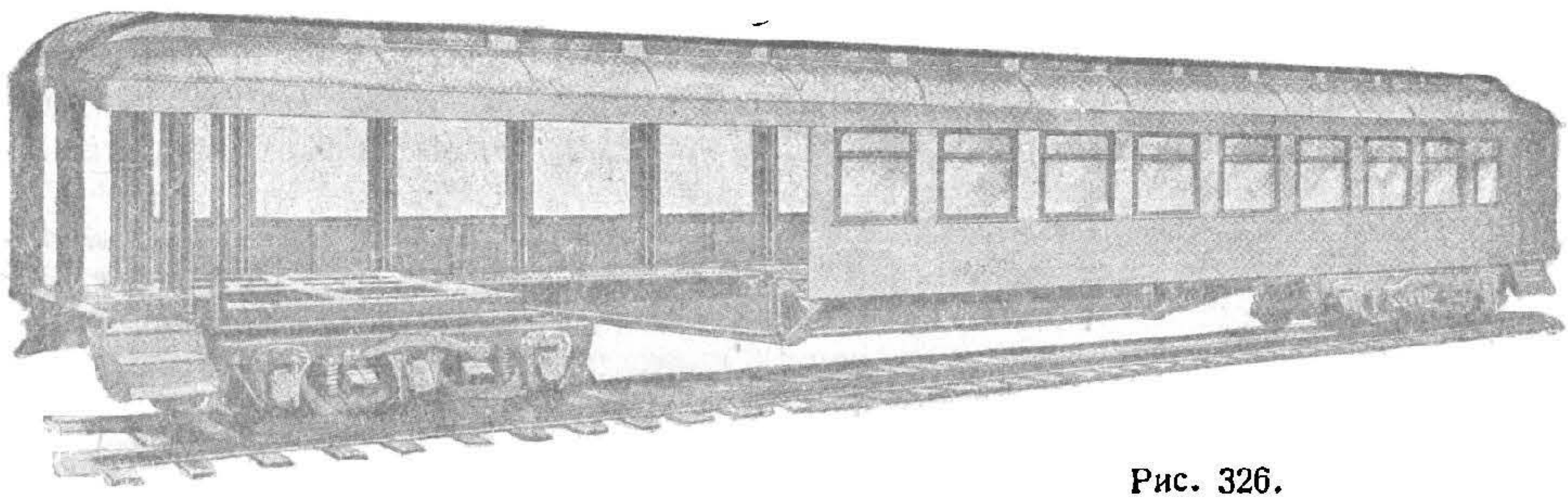


Рис. 326.

90. Кузов пассажирского вагона

Стенки и потолок кузова пассажирского вагона образуются двумя рядами сосновых шелевок, которыми обшиваются изнутри и снаружи стойки и полочные дуги. Для стен применяется обшивка толщиною 16 *мм*—внутренняя и 12 *мм*—наружная, а для потолка—внутренняя в 16 *мм* и наружная—в 22 *мм*.

Между обшивочными шелевками прокладывается пробковая или иная равнозначущая изоляция толщиною 19—20 *мм*. Наружная обшивка стен набирается горизонтальными рядами, а внутренняя под окнами и над окнами вертикально, в простенках же—горизонтально. В стенах между обшивками ставятся прикрепленные к обрешетке кузова деревянные закладки, служащие для укрепления мебели, вешалок и багажных полок.

Подобные закладки ставятся между обшивками потолка для укрепления вентиляторов и фонарей. Стены снаружи обшиваются листовым филеночым железом толщиною 1,5 *мм*, при чем оно предварительно прокрашивается суриковой краской со стороны, прилегающей к деревяной обшивке.

Под филеночным железом в местах стыков прокладываются полосы проолифенной серпянки шириною 100 *мм*. Стыки листов перекрываются железными штабиками, укрепляемыми шурупами.

В вагонах, обращающихся на дорогах с жарким климатом, наружную обшивку стен делают иногда из узких досок (тиковых или красного дерева), собранных в шпунт.

У крыши вдоль вагона ставятся деревянные карнизы, обитые железом, а по концам вагона—такие же карнизы из углового железа. Крыша покрывается кровельным 5 *кг* железом. Швы железных листов делаются в замок, причем продольные швы

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

делаются плоским одиночным замком с загибом по скату крыши, а поперечные—двойным замком со стоячим гребнем.

До укладки железные листы олифятся с обеих сторон, а со стороны, обращенной к деревянной обшивке, прокрашиваются суриковой краской. На крыше по концам ставятся водосточные жолоба в форме продольных гребней с уклоном к концам крыши вагона.

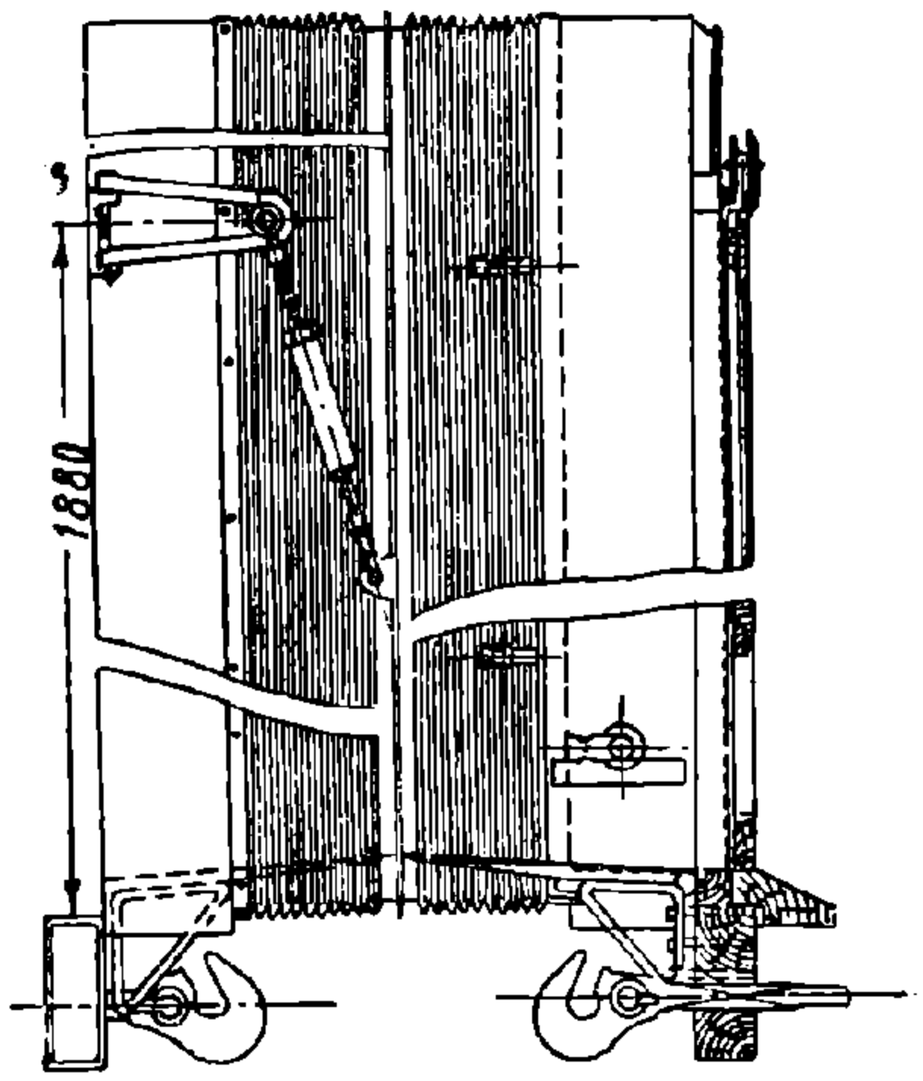
Крыша вагона делается выпуклой формы, причем для увеличения внутреннего объема кузова над крышей делается иногда надстройка в виде светового фонаря (рис. 324 и 326). Однако, устройство фонаря увеличивает вес вагона и удорожает постройку.

Пол пассажирского вагона делается двойным. Половой настил укрепляется на поперечных брусках, заделанных в продольные брусья нижней обвязочной рамы. Верхний половой настил делается из сосновых досок толщиною в 38—40 *мм*, а нижний настил или подшивка может быть из еловых досок толщиною в 16—22 *мм*. Один настил укладывается в продольном направлении, а другой—в поперечном. Между настилами прокладывается изоляционный материал, преимущественно пробковые листы толщиною 19 — 20 *мм*, укрепленные к нижнему настилу, а также применяются и другие равноценные изоляции. Доски пола соединяются в шпунт и должны быть так сколочены, чтобы вода не попадала между настилами.

Стены кузова с внутренней стороны либо окрашиваются масляной краской (в жесктих вагонах) либо покрываются линолеумом и линкрустой (в мягких вагонах). Линолеум ставится обычно на панель в коридорах, а остальная часть стен покрывается линкрустой. Предварительно—до постановки линкрусты и линолеума—стены оклеиваются бумагой или тонким картоном.

Потолки в жестких вагонах окрашиваются белой масляной краской, а в мягких вагонах покрываются клеенкой или линкрустой. Клеенка и линкруста в углах стен и потолка прикрываются калевками (деревянными полосками), которые должны иметь простые профили с закругленными краями для удобства устранения пыли и грязи.

Полы окрашивются масляной краской в жестких вагонах и покрываются линолеумом в мягких вагонах.



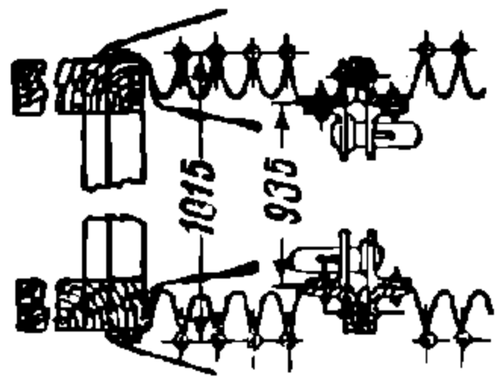


Рис. 327.

Кузов вагона разделяется перегородками на несколько отделений, которые составляют помещение для пассажиров, помещение для проводника вагонов, котельное отделение и уборные.

По концам кузова устраиваются закрытые площадки *в*, называемые т а м б у р а м и. Тамбур имеет входные двери на петлях с каждой продольной стороны вагона и задвижную дверь в торцевой стенке для сообщения рядом стоящих вагонов. Входные двери снабжены ступеньками, укрепленными на кронштейнах (косоурах), и поручнями. Под дверным отверстием в торцовой стенке подвешивается на петлях к раме кузова железный щит (площадка) из рифленого железа, опирающийся на два прикрепленные к буферному брусу кронштейна. Площадка служит для перехода из одного вагона в другой. В поднятом закрытом положении она удерживается закладкой. По бокам пл щадки устраиваются барьеры, прикрепленные к торцовой стенке тамбура. Для б безопасного перехода пассажиров из одного вагона в другой переходные п между вагонами закрываются так называемыми гармониями, предста зентовые или кожаные чехлы, складывающиеся в виде гармонии (р ная гармония укрепляется на П-образном выступе, называемом пер ком и устраиваемом вокруг дверного отверстия торцовой стенки т няется болтами с такой же гармонией соседнего вагона.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

В некоторых длинных вагонах пригородного сообщения для ускорения входа и выхода пассажиров, кроме концевых тамбуров, устраивается еще тамбур и посредине вагона.

Внутренние стены тамбуров обшиваются листовым железом толщиною в 1 *мм*, которое так же, как и филеночное, предварительно очищается от окалины и ржавчины, олифится с обеих сторон и прокрашивается масляной краской с внутренней стороны, обращенной к деревянной обшивке.

Для установки сигналов кузов пассажирского вагона снабжается крюками и скобами, подобно тому, как и кузов товарного вагона.

91. Двери

Тамбурные наружные боковые двери делаются одностворчатые, с прочной обвязкой из дубового или ясеневого дерева, с двойными стенками и обшиваются с обеих сторон листовым железом толщиною в 1 *мм*. В верхней части их устраиваются опускные окна. Двери открываются внутрь во избежание выхода их в открытом положении за габарит и для предупреждения случаев выпадения пассажиров.

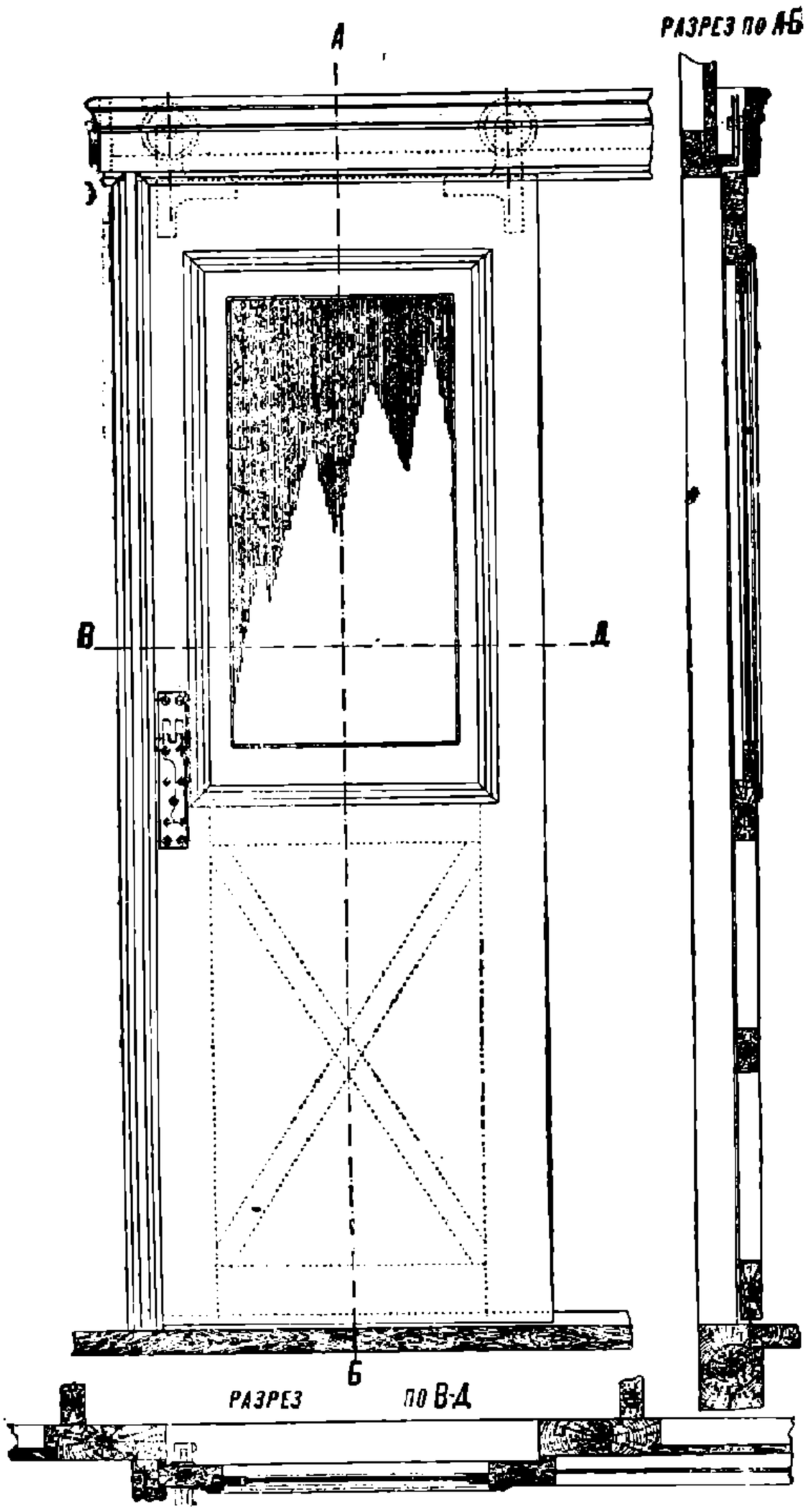


Рис. 328.

Дверь входная из тамбура внутрь вагона делается так же, как и наружная, одностворчатой на петлях, но с более легкой обвязкой. Она обшивается железом только с наружной стороны, а со стороны, обращенной внутрь вагона, отделывается соответственно внутренней отделке вагона. Сверху и с боков со стороны петель дверь обивается суконной полосой, чтобы не продувало в щели, а внизу для той же цели к ней прикреплен угольник, накрывающий собой дверной порог.

Концевые тамбурные двери и двери котельного отделения подвешиваются на роликах (рис. 328), которые передвигаются вдоль стенки вагона по железной полосе. Внизу для направления двери служит железный угольник—порог. Эти двери тоже обиваются железом с обеих сторон. В концевой задвижной двери делается глухое окно.

Внутренние двери в поперечных стенках вагона делаются навесными одностворчатыми, а двери, ведущие в купе — задвижными, подвешенными так же, как и концевые тамбурные двери.

Между двумя малыми двухместными купе иногда устраивают ширмовые двери, которые представляют соединение створчатой и задвижной двери.

Ширмовая дверь состоит из четырех рам, из которых две средние створчатые, а две крайние—задвижные. Створ-

двери подвешены к задвижным на петлях и снабжены шпингалетами. Все
чются ручками, причем навесные двери имеют обыкновенные ручки
ами, а задвижные ручки—откидные.

дверях, в дверях уборных и в дверях купе устраивают замки, ко-
ваться снаружи кондукторским трехгранным ключом, а изнутри
Двери купе, кроме того, имеют предохранительный затвор, недоступ-

РВУЗ УДУЗТ (ДІІТ)

ный снаружи и позволяющий лишь приоткрыть дверь для образования небольшой щели. Предохранительный затвор устраивается различно. Наиболее распространенная конструкция представляет медный или железный палец, прикрепленный к двери на шарнире. Будучи поставлен в направлении, перпендикулярном к двери, он препятствует открыванию двери, упираясь в дверную раму.

Все внутренние двери делаются из цельного дерева или фанерованными. Дверные места обрамляются наличниками.

92. Окна

Окна вагонов располагаются в продольных стенках кузова симметрично с каждой стороны вагона. Окна имеют двойные рамы: наружную—*а*—летнюю—и внутреннюю *б*—зимнюю (рис. 329). Оконные рамы делаются подвижными. Обычно для открывания окна рама опускается, но в вагонах с кузовами системы Полонсо невозможно сделать опускные рамы. Поэтому здесь окна поднимаются кверху.

Расстояние между обеими рамами зависит от толщины стенок кузова. Размеры окон бывают различны. В наших вагонах имеются окна шириною в 465 *мм* и 1 100 *мм*. Последний размер—в 4-осных 20-метровых вагонах. Высота окон — 850, 900 *мм*.

Наружные фальцы оконных мест прикрываются железом. В нижней части оконные места имеют наружный железный подоконник с гребнем, на который ставится наружная оконная рама *А*. Подоконник укрепляется шурупами между штабиками.

Над окнами снаружи вагона помещаются отливчики для отвода воды в стороны.

Оконные рамы изготовляются из цельного дерева, т. е. не покрываются фанерою. Стекло укрепляется в раме проволочными шипами и деревянными штабиками. Для плотной вставки стекла следует класть в раму резиновую прокладку.

Снаружи оконные места защищаются с боков противоветренными железными или стеклянными щитками, называемыми п а р а в а н а м и. Параваны укрепляются на шарнирах и устанавливаются наклонно к продольным стенкам вагона, причем первый по ходу поезда параван ставится под углом в 135° к стенке, а второй — под углом 45° или прижимается к стенке.

В таком случае встречный ветер и пыль отражаются первым параваном.

Однако, параван выполняет свое назначение только при узких окнах.

Внутри вагона оконные места обрамляются наличниками с подоконниками.



Рис. 329.

Под оконным местом, между наружной и внутренней обшивками кузова, оставляется свободное пространство, в которое опускаются рамы при открывании окна. Опускное пространство обивается оцинкованным железом. Внизу его устанавливается цинковый лоток с впаенной в него трубочкой, проходящей под вагон для отвода воды, которая может собраться в опускном пространстве. Для очистки этого пространства от пыли и грязи часть внутренней стенки кузова, прилегающей к нему, делают отъемной в виде щитка.

Оконные рамы опускаются вниз по пазам, образующим узкие стороны опускного пространства, и садятся на резиновые подушки, смягчающие удар.

Для поднятия рамы служат кожаные или металлические ушки или кожаные пазы. В закрытом положении рама опирается на подоконник и удерживается боковыми брусками, нажимаемыми пружинами.

Для удержания рамы на произвольной высоте она уравновешивается иногда свинцовым грузом *г*, подвешенным на широкой парусиновой ленте *д*, которая укреплена внизу рамы и переброшена через валик *е*, или боковыми специальными приспособлениями.

Для уничтожения дребезжания оконных рам и достижения плотности прилегания края их и пазы косяков обиваются сукном или трипом.

НБ УДУНТ (ДНТ)

93. Внутреннее убранство

Внутреннее убранство пассажирских вагонов зависит от назначения их. В вагонах дальнего следования устраиваются диваны с подъемными спинками, приспособленные для лежания пассажиров, причем в зависимости от рода вагона диваны делаются или деревянными без обивки или с мягкой обивкой. В вагонах пригородного сообщения диваны делаются без подъемных спинок и предназначаются только для сидения.

Диваны мягких вагонов устраиваются следующим образом (рис. 330). Сидение дивана состоит из окрашенной масляной краской сосновой рамы с натянутым на ней проволочным переплетом *Г*. На раме устанавливаются спиральные гальванизированные мебельные пружины *Ж* с загнутыми в замок концами; вязка пружин производится мягкой проволокой. По краям пружины скрепляются с камышевой рамкой *И*, образующей верхнее ребро дивана. Сверху пружины перекрываются сплошь проволочной гальванизированной или луженой сеткой *Е* с редкими ячейками. Сетка прикрепляется к передним и задним брускам рамы и вяжется проволокой с пружинами. На переднем бруске рамы пружины помещаются чаще и для предохранения их от отклонения внутрь, притягиваются проволочными помочами к бруску. Устроенный таким образом пружинный матрац помещается на раме дивана. На пружины натягивается

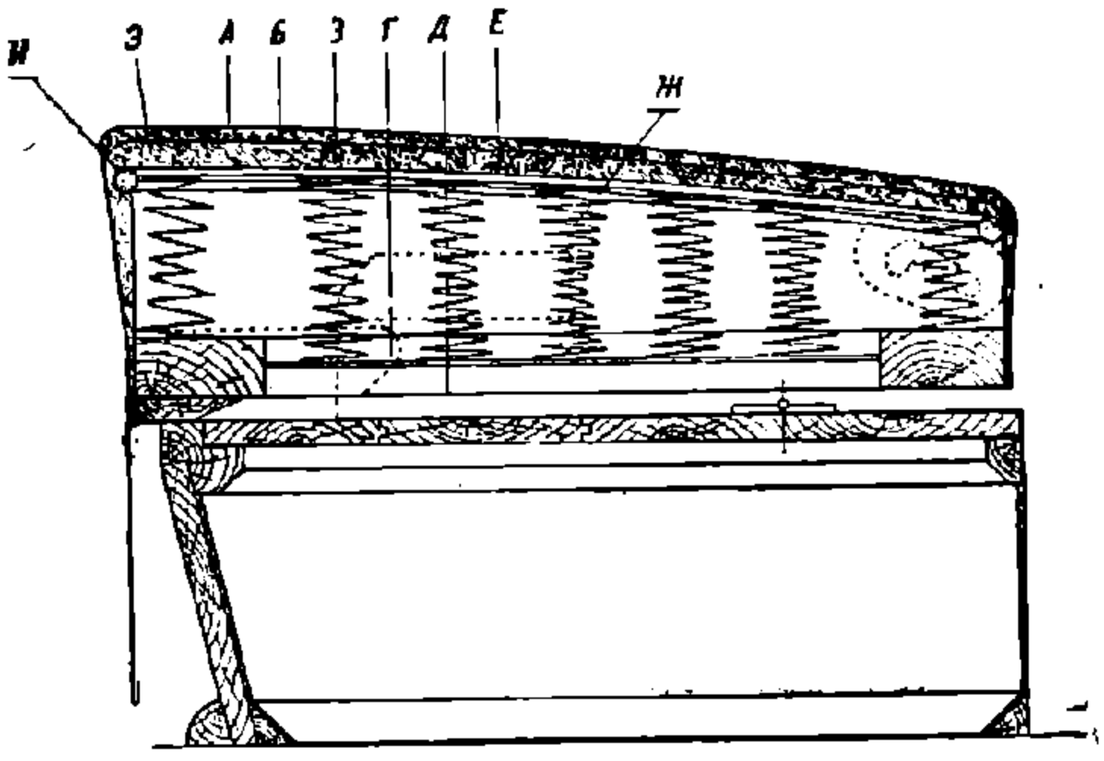


Рис. 330.

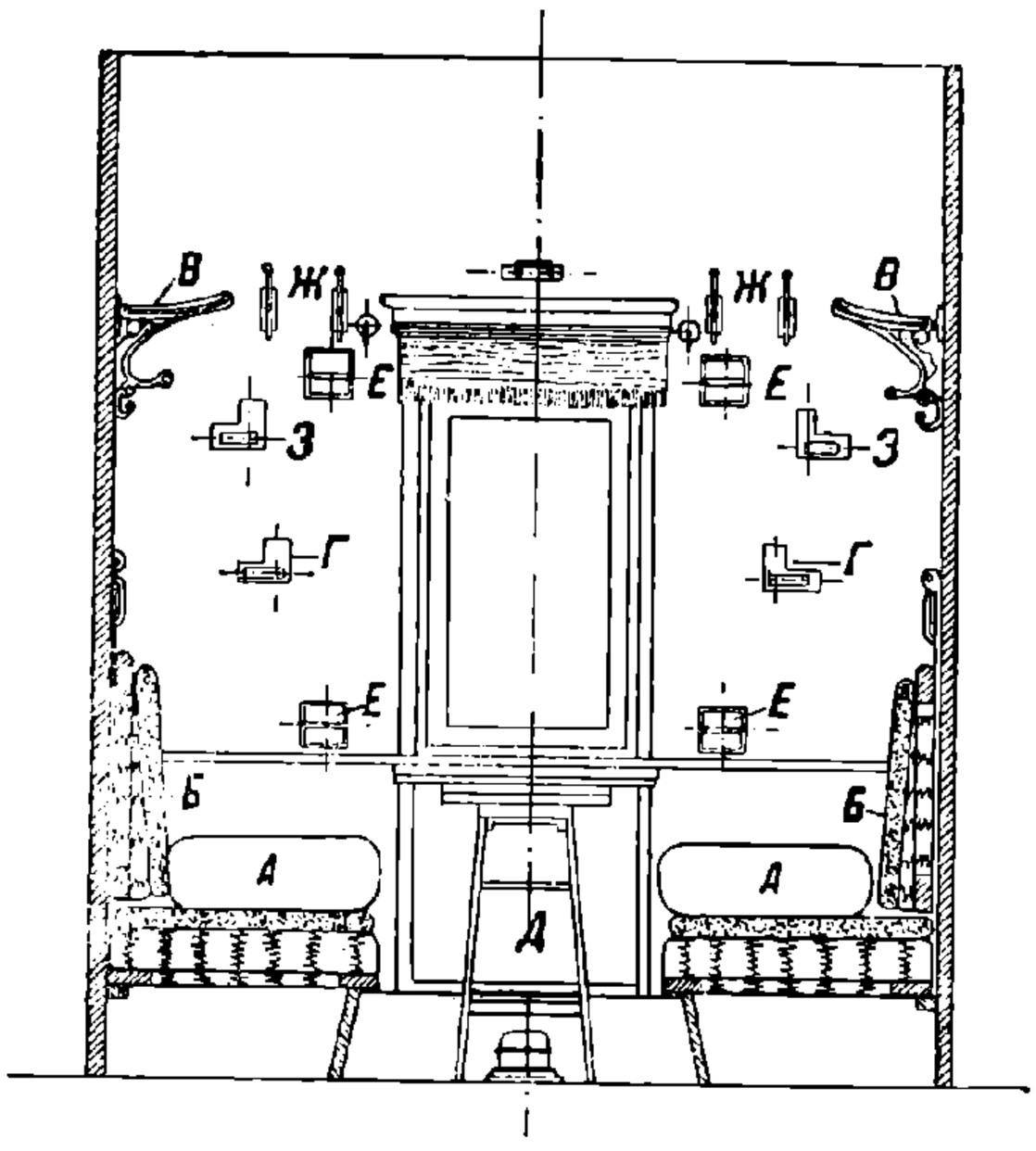


Рис. 331.

мебельный холст, сверху кладется конский волос *З*, который покрывается холстом *Б*, а затем обивкой *А*. Для обивки диванов применяется либо сукно, либо трип, либо кожа, но сукно и трип негигиеничны, так как в них скопляется пыль, а кожа дорога и довольно быстро изнашивается. На наших дорогах в последнее время применяется почти исключительно тиковая обивка. Снизу диван закрывается холстом или картоном *Д* во избежание проникания пыли. На каждый диван укладывается по две волосяных подушки и по два валика.

Подъемные спинки диванов устроены так же, как и сидения, но снабжены пружинами меньшей высоты, чтобы не уменьшать глубины сидения. Пружины в нижней части спинки делаются выше, чем в верхней.

Подъемные спинки *Б* подвешены на петлях (рис. 331), а в поднятом положении опираются концами на вделанные в стены на шарнирах железные пальцы *Г*, которые выдвигаются из углублений в стенах вагона. Для поддерживания спинок на такой высоте, чтобы они не мешали сидящим внизу пассажирам, служат пальцы *З*, расположенные выше. В некоторых вагонах один конец подъемной спинки опирается на палец, а другой подвешивается кожанным ремнем (или металлической тягой), укрепленным в стенке, либо упирается на поворотный или коленчатый кронштейн.

Укрепление спинки на петлях делается подвижным, для чего в створке петли, прилегающей к спинке, имеется прорезь, в которой может двигаться шуруп, прикрепляющий эту створку к спинке. Находясь в вертикальном положении, спинка, благодаря прорезям в петлях, опускается вниз до соприкосновения с диваном.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Встречаются и другие, более сложные, конструкции диванов. Так, делаются диваны со съемными тюфяками, накладываемыми поверх пружинных матрацов. В дневное время эти тюфяки сворачиваются и укладываются в промежуток между подъемной спинкой и диваном, образуя опору для спины пассажира. Иногда диваны и спинки их устраиваются вращающимися вокруг продольной горизонтальной оси, так что для образования спальных мест их перевертывают нижней стороной кверху и накладывают на них волосяные матрацы, которые хранятся в ящиках под диванами.

Под подъемными спинками на стенах укрепляются легкие откидные сетки для мелких вещей.

В жестких вагонах дальнего следования диваны делаются деревянные с подъемными спинками, подвешенными на петлях, с глухой перегородкой между спинками. Сидениям следует придавать такую форму, чтобы они по возможности соответствовали форме человеческого тела. Для образования спальных мест на диваны могут укладываться съемные тонкие матрацы с кожаными петлями по краям, которыми они укрепляются на соответственных кнопках диванов.

В целях увеличения числа спальных мест в некоторых жестких вагонах (бывш. IV класса и некоторых старых III класса) подъемные спинки диванов делались такой ширины, что, будучи поднятыми, образовали нары, на которых могли поместиться три человека в ряд. На одном из двух противоположных диванов сидение делается с откидным щитом на петлях, который в откинутом положении опирается на противоположное сидение, образуя нары.

Расположение верхних спальных мест в наших вагонах исключительно поперечное; продольное размещение встречается только в двухместных купе спальных вагонов бывш. Международного общества.

В жестких вагонах пригородного сообщения устраиваются деревянные диваны, а в мягких вагонах—в сидении делается углубление, в которое накладывается слой конского волоса и обивается клеенкой или кожею.

В промежутке между двумя смежными диванами около окон помещаются подоконные столики *Д* (рис. 331), которые иногда подвешиваются к продольным стенкам на шарнирах и опираются на кронштейны, укрепленные в стене. Иногда подоконные столики делаются свободно стоящими. Подоконные подвесные столики устанавливаются и в коридорах, а по бокам этих столиков устраиваются откидные сидения с пружинным приспособлением для подъема их, когда ими не пользуются.

Для входа на поднятые верхние спальные места устанавливаются лесенки, которые обычно соединяются со свободностоящими подоконными столиками, образуя собою ножки их.

Для помещения ручного багажа устраиваются над диванами багажные полки *В* (рис. 331), укрепленные на двух или трех кронштейнах. В купе кронштейны прикрепляются к перегородкам, а в общих отделениях—к установленным у спинок диванов стойкам, которые опираются на пол и соединяются своей верхней частью с потолочными дугами. В жестких вагонах багажные полки делают из деревянных досок, укладываемых на кронштейнах, а в мягких—из веревочной или проволочной сетки, которая натягивается на два прута, заложенные в отверстия кронштейнов по концам их.

В вагонах новой постройки—коридорной системы—помещение для багажа устраивается над потолком коридора. Для этого коридор перекрывается вторым потолком, расположенным ниже потолка вагона, благодаря чему над коридором образуется замкнутое помещение, сообщающееся с каждым купе. Поперечными перегородками оно разделяется на отделения по числу имеющихся в вагоне купе.

У каждого дивана укрепляются на стенках вешалки *Ж* для платья. В местах укрепления вешалок между обшивками стен ставятся деревянные закладки.

С обеих сторон дивана, а также над поднятым спальным местом на удобной высоте привертываются к стенам пепельницы *Е*, представляющие собою металлические коробки, поворачивающиеся на оси для возможности очистки их.

Между диванами устанавливаются плевательницы, представляющие обычно круглую чашку с привернутым к ее дну свинцовым кругом для придания большей устойчивости. Сверху плевательница закрывается крышкой с отверстием посредине.

НБ УДУТ (ДИТ)

94. Вентиляторы

Вытяжные вентиляторы устанавливаются на крыше вагона и сообщаются прямой трубой с внутренностью вагона, для чего в крыше и потолке вагона проделывается отверстие, через которое проходит вентиляционная труба, заканчивающаяся у потолка и закрываемая крышкой или задвижкой (рис. 332). Эти приборы основаны на том, что во время движения поезда воздух входит в них и, скользя по поверхностям, соответственно расположенным, вызывает разрежение воздуха в приборах, благодаря чему воздух из вагона поступает по вентиляционным трубам в приборы, а затем выходит наружу. Взамен вытянутого воздуха свежий воздух поступает в вагон через щели, окна и двери.

Все существующие вытяжные приборы разнятся один от другого своей формой, видом поверхностей, образующих их и вызывающих разрежение воздуха, и сочетанием этих поверхностей.

На дорогах СССР наибольшее распространение получил ветилятор Коршунова; применяются также вентиляторы Крицкого, Шумилина и Лемке.

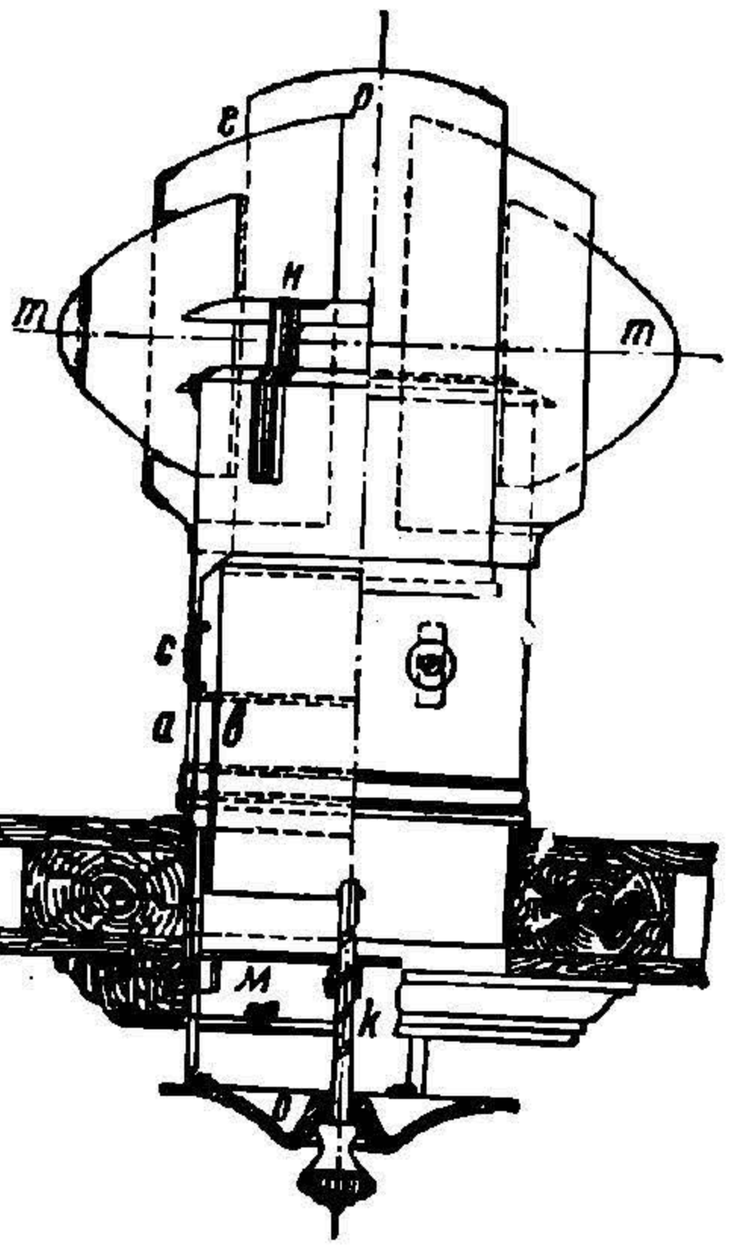


Рис. 332.

Вентилятор М. Коршунова (рис. 333) состоит из двух рядов конических поверхностей — верхних *А*, *Б*, *В* и нижних *Г*, *Д*, *Е*, Ж. Верхние поверхности каждого ряда

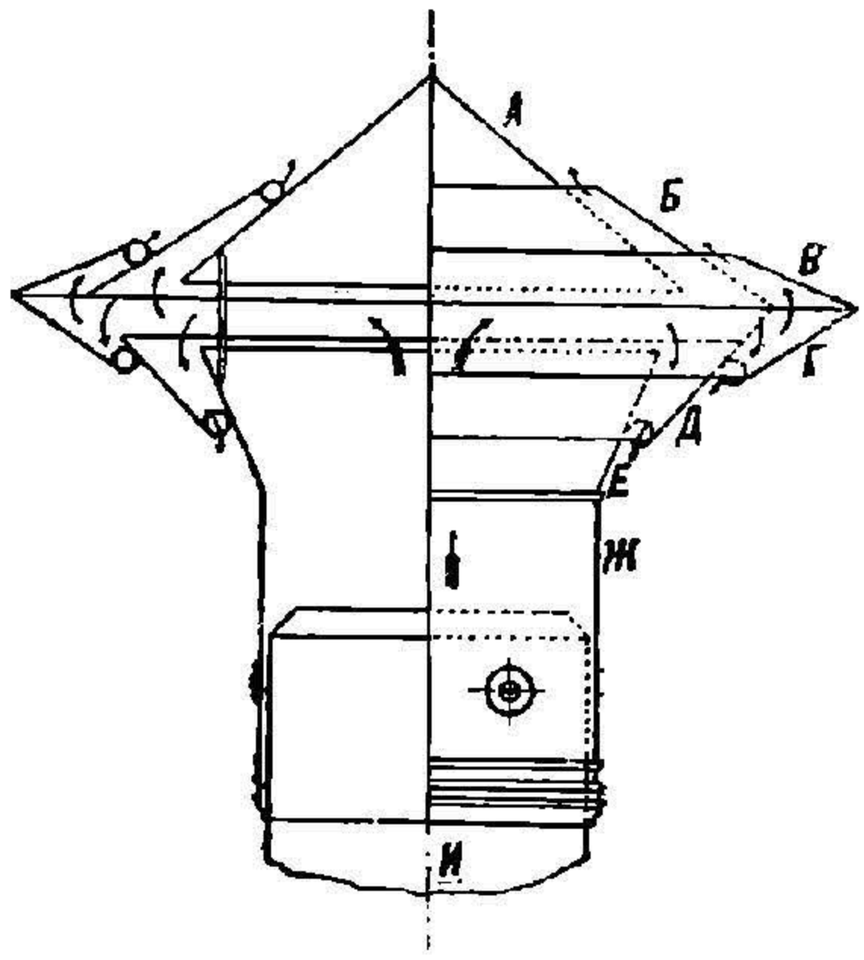


Рис. 333.

в отдельности, входя одна в другую, но не соприкасаясь, образуют собой кольцевые, открытые с обоих концов проходы. В таком положении эти поверхности удерживаются несколькими упорками. Поверхность *А* соединяется с поверхностью *Б* посредством упорок, укрепленных между ними; так же соединяются поверхность *Б* с поверхностью *В*. Подобным образом устроено соединение конических поверхностей нижнего ряда между собою. Крайние же конические поверхности—верхняя *В* и нижняя *Г*—соединяются в одно целое по всей окружности их широких оснований и образуют острое ребро. Приделанный к нижней конической поверхности цилиндр Ж дополняет устройство вентилятора. От диаметра этого цилиндра зависят размеры всех остальных частей кожуха.

Действие прибора следующее: струя бокового ветра, ударяясь в прибор, разрезается острым ребром его на два течения—верхнее и нижнее. Каждое из этих течений, проходя над расположенными в два уступа отверстиями кольцевых каналов, разрежает в них воздух; это разрежение передается внутренней части прибора, отчего по трубе *И*, соединяющей кожух с вентилируемым помещением, устанавливается ток воздуха из этого помещения. Идя далее, рассеченная струя наружного воздуха соединяется позади прибора опять в общую струю в точках, несколько удаленных от него. Вследствие этого пространство между этими точками и поверхностью прибора с подветренной стороны также становится более или менее разреженным. Так как

НВ УДУПС (ДІІТ)

это пространство непосредственно соединено (кольцевыми каналами) с внутренностью прибора, то вентиляция от этого обстоятельства еще усиливается.

Благодаря форме, приданной прибору, направление ветра не оказывает влияния на его действие, но от силы ветра оно зависит.

Вентилятор Крицкого (рис. 332) состоит из цилиндрического кожуха *а*, надевающегося на патрубок *в*, помещенный на крыше вагона и имеющий сообщение с внутренним пространством вагона. Для того, чтобы кожух прочно сидел на патрубке, не прилегая к нему всей поверхностью, на внутренней стороне кожуха припаяны планки *С* прямоугольного сечения.

Цилиндрический кожух *А*—на некотором расстоянии от его отверстия—перекрывается щитком *н*, защищающим отверстие как кожуха, так равно и патрубка от попадания извне влаги. Между кожухом *а* и патрубком *в* благодаря планкам *с* получается кольцевое отверстие для стока на крышу вагона влаги, могущей собраться на стенках кожуха и патрубка. Верхняя часть кожуха *а* вместе со щитком *н* перекрывается системой защиток *р, е* и *т* с криволинейными поверхностями.

Поверхности защиток подобраны так, чтобы поток воздуха обходил вентилятор возможно плавно, без ударов: этим в значительной мере ослабляется противодействие вихревых образований, препятствующих правильному высасыванию воздуха из закрытого помещения вагона.

Защитки эти, прикрывая одна другую, образуют вытяжные кольцевые отверстия. Нижними своими частями защитки *Т* припаяны к кожуху *А*.

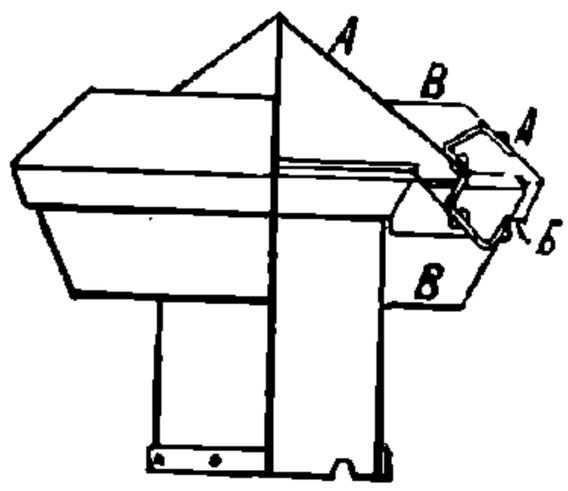
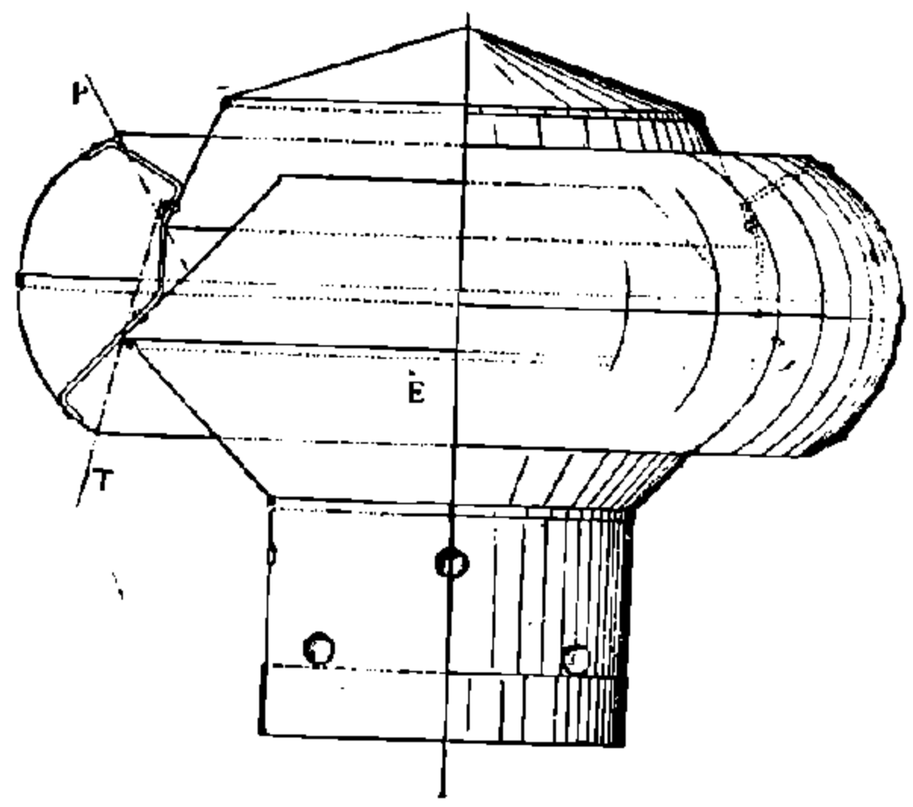


Рис. 334.

Вентилятор устанавливается на крыше вагона таким образом, чтобы ось его, соединяющая вершины защиток *т*, приходилась поперек вагона. При движении вагона прибор принимает поток воздуха наружной поверхностью шарового пояса *р*, причем воздух, скользя у кольцевых отверстий по поверхностям защиток, производит необходимое для высасывания испорченного воздуха разрежение.



ис 335.

Вентилятор закрывается изнутри крышкой *О* посредством винта *к*, установленного в поперечине *М*, помещающейся в патрубке *в*.

Вентилятор Шумилина (рис. 334) действует во время движения вагона так же, как и вентилятор Коршунова. Встречный воздух, скользя по наклонным плоскостям *А*, производит разрежение в щелях *В*, вследствие чего воздух из внутренних помещений вагона устремляется к этим щелям и увлекается наружу. Как и во всех прочих вентиляторах, эта вытяжка воздуха регулируется обычными потолочными заслонками из внутреннего помещения вагона. Этот вентилятор отличается от вентилятора Коршунова тем, что щели *В* имеют бо́льшие размеры, вследствие чего в зимнее время они не забиваются снегом, как это случается в других вентиляторах, где снег, при действии теплого воздуха изнутри вагона, слеживается, отвердевает и может закупорить щели. Через те же щели выпадают залетающие сверху искры и мелкие кусочки угля.

Вентилятор Лемке, изображенный на рис. 335, представляет изменение конструкции вентилятора Коршунова. Это изменение заключается в том, что наружной боковой поверхности придано криволинейное очертание. Кроме того, обтекаемые воздухом поверхности расположены так, что вентилятор работает при любом направлении ветра, за исключением направления, указанного пунктирными линиями *Р* и *Т*, при котором не может получиться разрежения воздуха в камере *Е*.

В последнее время начинает применяться вентилятор системы Центрального вагоноконструкторского бюро; вытяжной кожух этого вентилятора состоит из сочетания цилиндрических и плоских поверхностей.

НБ УДУНТ (ДПТ)

95. Уборные

Уборные устраиваются в обоих концах вагонов, причем в уборной обычно совмещается ватерклозет и умывальник. Для снабжения их водою на поперечной стенке уборной, вверху, устанавливается железный или медный, внутри луженый бак *А* с люком в боковой стенке для промывки его (рис. 336).

Под баком помещается поддон *Б* из кровельного железа, служащий для собирания образующейся от потения бака воды; для отвода этой воды к поддону приделана трубка. Бак с поддоном покрывается снаружи железным кожухом, стенки которого собраны на болтах или шурупах для возможности легкого снятия. Наполнение баков водой может производиться с крыши через соответствующие люки либо снизу через трубку *В*, выведенную наружу вагона под швеллерным брусом. Наполнение через трубку *В* производится при помощи переносного насоса или из водопроводной сети. Кроме того, бак уборной можно наполнять водою из бака котельного отделения при помощи насоса, имеющегося в этом отделении. Помимо трубок для накачивания воды, баки снабжаются трубками для спуска воды при переполнении бака, а также водомерными стеклами, указывающими уровень воды в баке.

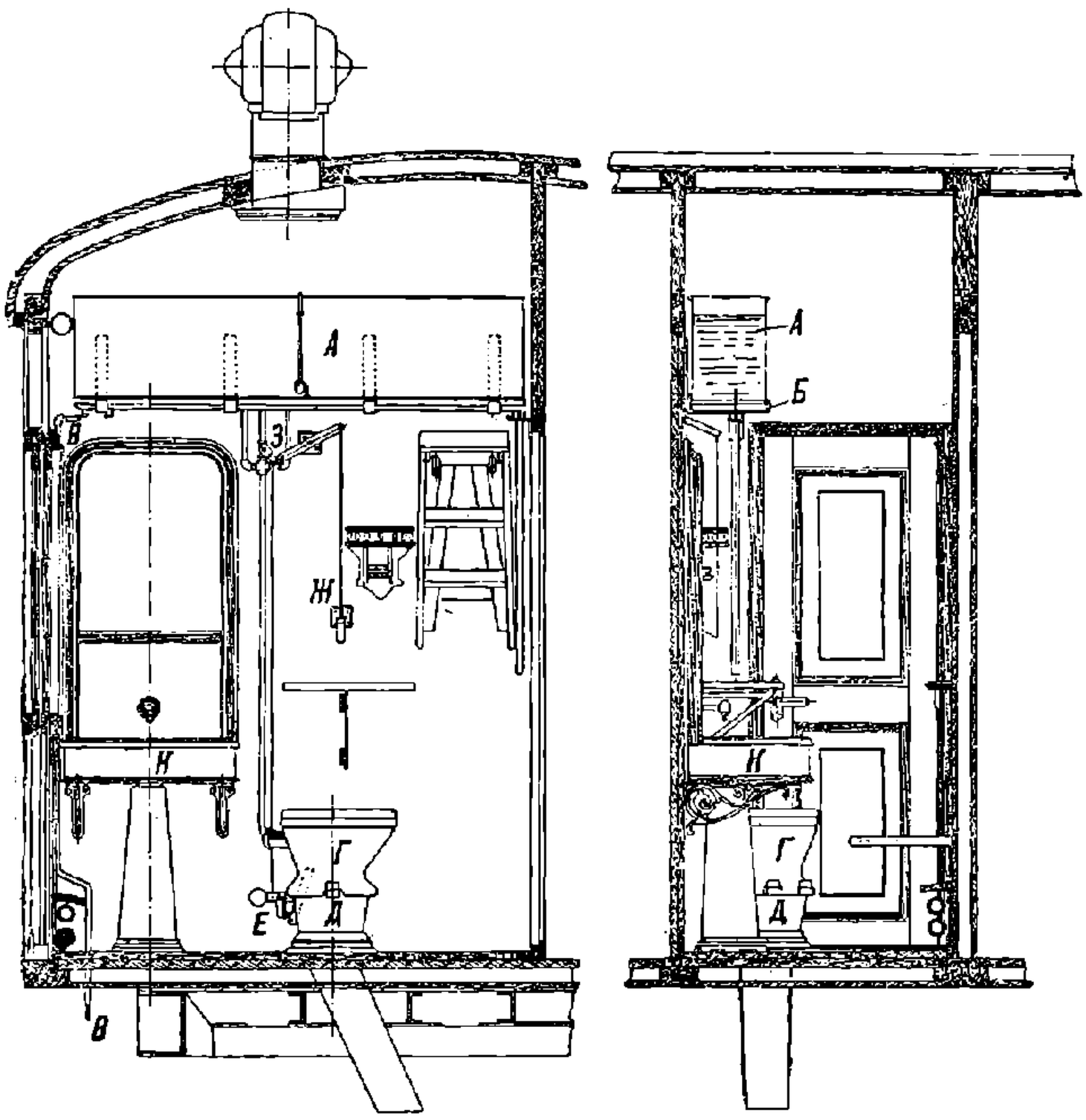


Рис. 336.

Умывальные и клозетные чаши делаются фаянсовыми либо чугунными эмалированными. Клозетная чашка обычно состоит из двух частей—верхней *Г* и нижней *Д*, между которыми проложена для плотности соединения резиновая прокладка. Нижняя часть прикрепляется к полу и заканчивается спускной трубой, располагаемой так, чтобы ходовые части вагона не загрязнялись. Чашка снизу прикрывается клапаном, который посредством рычагов *Е* и тяг соединен с краном *З* на трубе, подводящей воду из бака. Клапан и кран открываются одновременно рукояткой *Ж*, соединенной с ними системой рычагов.

Чашка умывальника *К* устанавливается либо на кронштейнах, либо на столике. Сточная трубка чашки выводится наружу и может закрываться пробкой на цепочке. На стенку у чашки ставится металлический щит для предохранения стены от брызг, а над щитом—зеркало.

Пол уборной покрывается по дереву листовым цинком толщиною 2 *мм*, с отогнутыми на стенки краями на высоту не менее 200 *мм* и с пропаянными углами. Пол должен иметь уклон к середине для стока воды и спускную трубку, закрываемую пробкой. Панель уборной обивается листовым цинком или железом и окрашивается. До постановки цинкового настила пол и спускное отверстие в полу должны быть просмолены.

96. Жесткие советские вагоны

Жесткий 4-осный вагон длиной 20,2 *м* дальнего следования.

Двадцатиметровый вагон (часто называемый «курортным» в соответствии с первоначальной установкой проекта), изображенный на рис. 336 а, стал строиться на советских заводах с 1927 г.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

По первоначальному проекту внутреннее расположение его было запроектировано с купе, тележки 2-осные с тройным подвешиванием.

В последующем этот тип претерпел изменения в отношении внутреннего расположения, ходовых частей и рессорного подвешивания.

Примерно с 1931 г. заводы строят 20-метровые вагоны без купе, на 2-осных тележках по типу тележки Ф е т т е, с двойным подвешиванием.

С 1932 г. эти вагоны строятся на безбалансирных тележках, разработанных заводом им. тов. Егорова.

Тележка в основных частях — сварная. Буксы ставятся со скользящими подшипниками. Буксовая коробка — объединенного типа. Оси типа 1927 г. с шейкой 120×210 *мм*. Тормозная рычажная передача установлена на тележке типовая для пассажирских вагонов.

Ударные и сцепные приборы ставятся по типу 4-осного большегрузного вагона. Проектная высота буферов над головкой рельсов в порожнем состоянии не свыше 1 115 *мм* и в груженом—под грузом 16,5 *т* —1 065 *мм*.

Рама вагона—железная, сварная, приспособленная для постановки автоматической сцепки; кроме наружных продольных швеллеров, имеет две средние (хребтовые) продольные балки, цельные по длине между шкворневыми балками. Расстояние между внутренними гранями хребтовых балок 327 *мм*. Шпренгель рамы ставится на наружных швеллерах. Буферные брусья для придания им большей жесткости усилены накладками шириною 300 *мм* сверху во всю ширину рамы, а снизу—из трех частей между швеллерами боковых и хребтовых балок.

Шкворневая балка изготовляется из цельных по длине швеллеров.

Остов кузова—деревянный, состоит из верхних и нижних обвязочных брусьев, стоек, раскосов, поперечных и продольных подпольных балок, дуг и фрамуг.

Основные размеры вагона

Длина кузова с тамбурами	20,2 *м*
Ширина кузова	3,14 »
Высота внутри вагона от пола до потолка	2,9 »
База вагона	13,97 »
Между центрами буферов	1,782»
Тара вагона	43,5 *т*
Ширина тамбура	0,9 *м*
Высота входных дверей	0,95 »
Ширина входных дверей в тамбур	0,7 »
Ширина входных дверей в уборную	0,57 »
Давление на ось	12,3 *т*
Давление на погонный метр пути	2,24 »

Оконные, дверные и угловые стойки, все подпольные и нижние обвязочные брусья, нижние брусья концевых фрамуг, а также все стойки внутренних перегородок, на которые

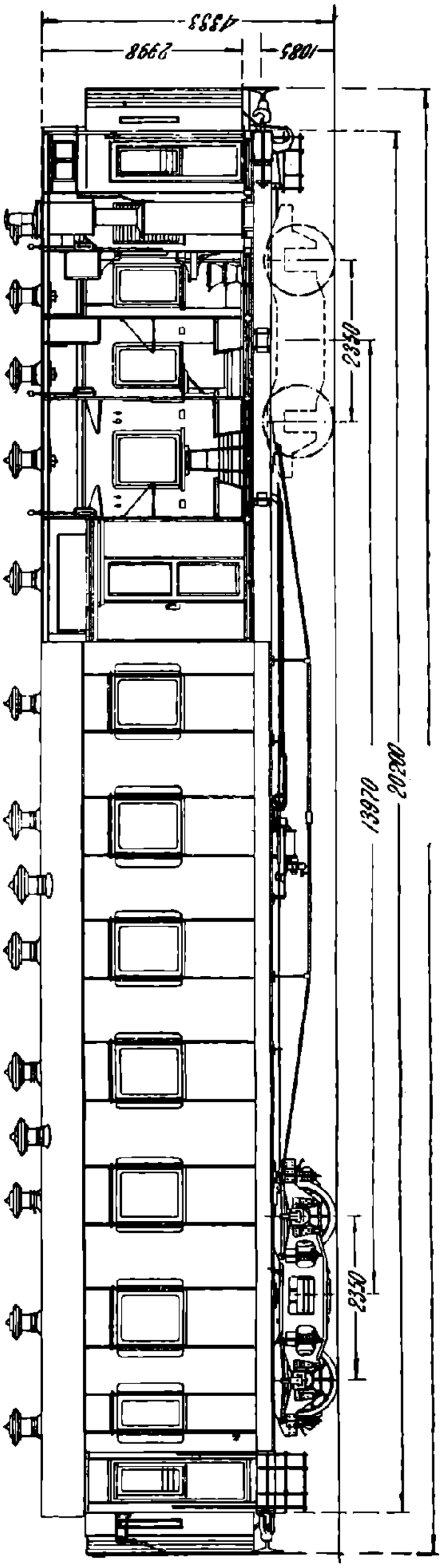
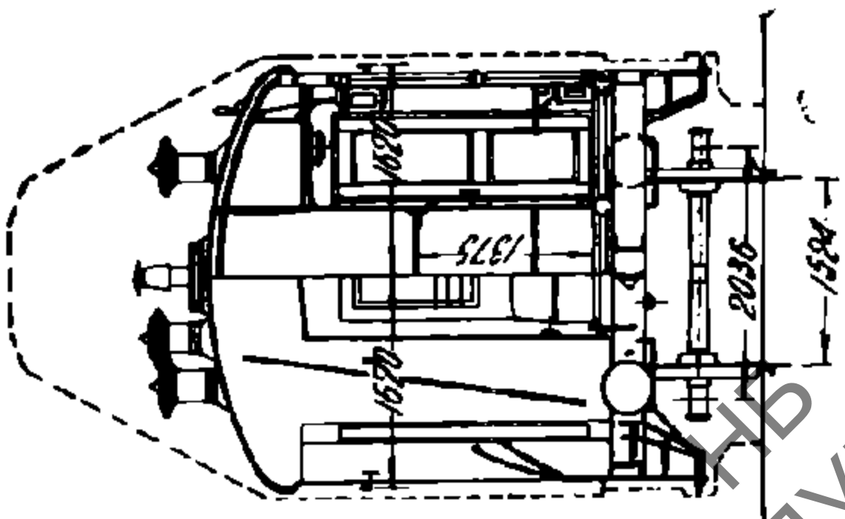


Рис. 336а.



НБ УДУНТ (ДІІТ)

навешиваются двери и укрепляются петли подъемных спинок диванов, и кронштейны баков для воды сделаны из дуба, ясеня или лиственницы. При постановке стоек кузова из лиственницы 25% из них армируются полосовым железом.

Верхние обвязочные и все остальные брусья кузова делают из соснового дерева; закладки в стенах ставятся сосновые или еловые и укрепляются к стойкам и раскосам шурупами.

Сращивание брусьев по длине допускается только в продольных брусьях верхней и нижней овязки, причем сросты должны быть сделаны в замок и надлежаще укреплены железными накладками.

Число сростов у верхней обвязки—не более двух, а у нижней—не более трех.

Соединения верхней и нижней обвязки, подпольных брусьев дверных и угловых стоек и фрамуг делаются на шипах и скрепляются болтами помощью поковок. Соединения оконных и промежуточных стоек и раскосов с башмаками делаются на шипах и скрепляются с обвязочными брусьями сквозными струнами, проходящими сквозь полку бокового швеллера, и закрепляются гайкой наружу.

Места соприкосновения дерева в вязке, гнезде и шипы, стыки и дыры для болтов перед сборкой прокрашиваются белилами; поковки и болты окрашиваются железным суриком и ставятся на белилах.

Дуги крыши—из углового железа, облицованные сосновым деревом для укрепления обшивки. Дуги и облицовка их деревом ставятся на болтах.

Деревянная обшивка стен и крыши—двойная. Пол тоже двойной. В промежутках между обшивками наружных стен кузова и крыши пола поставлена изоляция из шевелина в два слоя, прикрепленная фанерой, или из войлока толщиной 10 *мм* с прокладкой листовой палки толщиной в 2 *мм*.

Наружная деревянная обшивка крыши ставится толщиной 22 *мм*, внутренняя обшивка стен и потолка, нижнего пола—толщиной 16 *мм*, обшивка наружных стен и тамбуров—12 *мм*, доски пола—соснового—толщиной 38 *мм* настилаются по длине вагона.

Торцы, пазы и гребни обшивочных и половых досок до становки на место прокрашиваются масляной краской.

Стены снаружи вагона покрываются обшивочным листовым железом толщиной 1,5 *мм*, внутри тамбуров—железом в 1 *мм*, а стыки листов железной обшивки перекрываются железными штабами 30×6 *мм* или 35×6 *мм*, а в углах—угольниками, укрепленными шурупами с круглой головкой. Обшивочное железо предварительно олифится с обеих сторон, а с внутренней (к деревянной обшивке) покрывается суриковой краской.

Крыша покрывается 5-килограммовым кровельным железом. Продольные карнизы крыши—деревянные, обшитые кровельным железом, а поперечные из углового железа.

Наружные боковые двери, двери из тамбура в вагон, двери коридора и уборных—створчатые. Двери в концевых стенах тамбуров и двери купе и служебного отделения—задвижные. Двери котельного отделения—задвижные. Порог у дверей котельного отделения—выше пола на 25 *мм*.

Наружные боковые и концевые двери тамбура имеют дубовую вязку; эти двери обшиваются с обеих сторон листовым железом толщиной 1,5 *мм*. Двери котельного отделения железные. Двери выходные из тамбура в вагон и двери внутренние могут иметь сосновую вязку, причем двери входные из тамбура в вагон со стороны тамбуров обшиваются листовым железом толщиной 1,5 *мм*.

Толщина входных дверей из тамбуров в вагон—45 *мм*, дверей внутренних—40 *мм* в отделке. Во избежание промерзания входные двери имеют изоляцию—такую же, как и стены.

Двери внутренние—филенчатые с раскладкой из дубового дерева; филенки дверей делаются из фанеры толщиной 10—12 *мм* или клееные из досок не менее 16 *мм* в отделке.

Все створчатые двери снабжаются замками с ручками из алюминия, ковкого чугуна или железными коваными; задвижные двери тамбуров снабжаются железными, коваными, откидными ручками, обшитыми кожей.

Все створчатые двери для удобства съемки навешиваются на железных петлях.

Окна—двойные, спускные. Оконные рамы—дубовые, толщиной 22 *мм*; стекла вста-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

вляются в фальцы рамок на шпильках и замазке со стороны, обращенной наружу. Нижние и верхние углы оконных рам—закругленные.

Пазы оконных стоек, в которых движутся оконные рамы, промазываются жидким стеклом или другим огнестойким составом. Окна в тамбурных дверях—одинарные. Стекла во всех окнах—двойные, бемские. Стекла в окнах тамбурных дверей в нижней части ограждены железными прутиками: у боковых дверей с обеих сторон, а у задвижных дверей—с внутренней стороны.

Отопление—самостоятельное, водяное, с приспособлением для отопления паром от магистральной трубы. Котел ставится на чугунном поддоне с зольником, укрепленным непосредственно к железной раме вагона.

Пол в котельном отделении покрывается сплошь рифленым железом толщиной от 4 до 5 *мм* (с рифом). Стены и потолок обшиваются листовым железом толщиной 1 *мм* по слою азбеста в 5 *мм* с прокладкой под ним сукна или картона в 2 *мм*.

Кроме этого, на всех стенках, прилегающих к котлу, на высоте топки ставятся железные щиты с воздушной прослойкой, укрепленные к стойкам шурупами.

В котельном отделении ставиться бак для воды емкостью около 10 ведер и ящик для запаса топлива. На ящике для топлива ставится откидное сиденье.

Освещение вагонов свечное и электрическое. Из свечных фонарей продукты горения выводятся наружу посредством вытяжных трубок диаметром 50 *мм*.

Пол в уборной делается из метлахских плиток или мозаичный шлифованный.

Пол должен иметь уклон для стока воды в спусковую трубу, закрываемую пробкой. До покрытия пола цементом части его должны быть покрыты смолою.

Стены в уборной во всю высоту обшиваются обшивочным железом толщиною в 1 *мм*. Углы стен—закруглены. Стыки листов перекрываются железными штабами.

Стены, потолок, мебель и двери (внутренние) вагона окрашиваются масляной краской и покрываются лаком. Потолок окрашивается в белый цвет, стены и двери окрашиваются под светлый дуб.

Пол вагона грунтуется и обивается линолеумом коричневого или темнозеленого цвета. Линолеум ставится на лаковой подмазке и пришивается в стыках гвоздями.

При отсутствии линолеума допускается после надлежащей подготовки пол окрашивать за два раза масляной краской в коричневый цвет и покрывать лаком.

Оконные рамы снаружи и внутри, оконные и дверные наличники, раскладка и облицовка торцов диванов, крышки сидений клозетных чаш и рамки зеркал должны быть морены и лакированными.

Металлические части внутри вагона и арматура окон и дверей окрашиваются в темнокоричневый или темнозеленый цвет.

Подоконные столики сверху обиваются линолеумом или делаются дубовые лакированные.

Жесткий 4-осный вагон длиною 25 *м*

Такие вагоны начали строиться на советских заводах с 1934 года. Основные размеры их следующие:

Длина кузова с тамбурами	25198 *мм*
Ширина	3100 „
Высота внутри от пола до потолка	2885 „
Расстояние между шкворнями	17500 „
Число спальных мест	62 „
Тара вагона с тележками	52 *т*

Тележки вагона—тройного подвешивания, типа Герлица. Рама вагона имеет хребтовую балку, идущую по всей длине вагона. Стенки кузова—железные и состоят из боковых стоек углового железа 60×40×6 *мм* и угловых стоек зетового железа 100×75×6 *мм*. стойки с наружной стороны покрыты листовым железом толщиною 4 *мм* под окнами и над окнами и 3 *мм* в междуоконном пространстве. Внутренняя обшивка—деревянная, толщиною 12 *мм*. Между обшивками прокладывается шевелин в два слоя.

Пол вагона толщиною 80 *мм*, состоит из нижнего пола, образуемого обшивочными шелевками, и верхнего, образуемого двумя слоями обшивки, толщиною 20 *мм* каждый. Между верхним и нижним полом—два слоя шевелина.

Крыша вагона состоит из железных дуг углового сечения 60×40×6 *мм*

НБ УДУНТ (ДГТУ)

сверху они покрываются обшивкой толщиною 22 *мм* и кровельным железом, а снизу фанерой толщиною 6 *мм.*; между ними—шевелин в два слоя.

Окна—двойные, поднимающиеся кверху. Оконные рамки—дубовые, толщиною в подъемной части 22 *мм* и в верхней подъемной 16 *мм.* Верхняя часть для удобства очистки делается откидывающейся.

Диваны расположены в два ряда: один ряд длинных диванов, а другой—коротких. Помимо обычной уборной и одного клозета, имеются в обоих концах вагона два умывальных помещения без клозета.

Отопление—водяное с приспособлением для отопления паром от магистральной трубы. Возле расширителя поставлен бак для автоматического питания водою.

Потолочные вентиляторы с вытяжными кожухами системы Центрального вагоноконструкторского бюро. В служебном отделении имеется титан для кипячения воды.

Двухосный 14-метровый пригородный пассажирский вагон

Рама вагона состоит из продольных и поперечных железных балок с хребтовой балкой, приспособленной к постановке автосцепки.

Остов кузова—деревянный, раскосностоечной конструкции. Материалом для обрешетки кузова служат первосортная сосна и дуб. Угловые и оконные стойки ставятся дубовые. Раскосы и промежуточные стойки—сосновые. Нижняя обвязка—дубовая, а верхняя—сосновая. Обрешетка кузова вертикальной нагрузки от груза не воспринимает, поэтому вся нагрузка в этом вагоне передается на раму. Оси под вагон ставятся типа 1927 г. с диаметром шейки 120 *мм*, длина шейки 210 *мм*.

Рессорное подвешивание—двойное, системы Нольтейна. Рессоры—10-листовые. Вагоны оборудованы динамомашиной для электроосвещения. Отопление вагонов—водяное.

Вентиляторы применены системы Коршунова и установлены на крыше вагона.

Внутреннее оборудование вагона составляют скамейки для сидения.

Основные размеры вагона следующие:

Длина кузова наружная (с тамбурами)	14 000	*мм*
Ширина кузова наружная	2 200	„
Высота внутри вагона от пола до потолка посредине	3 750	„
Длина железной рамы	3 970	„
База вагона	8 200	„
Длина свешивающихся частей кузова	2 900	„
Общая длина вагона с буферами	15 190	„
Тара вагона	около 20	*т*
Число мест в вагоне	72	

97. Мягкие советские вагоны

Эти вагоны будут строиться с 1934 г. на советских вагоностроительных заводах. Этот тип вагона проектируется со следующими основными размерами:

Наружная длина кузова с тамбурами	20,2	*м*
„ ширина кузова с тамбурами	3,14	„
Высота внутри от пола до потолка посредине	2,9	„
Расстояние между шкворнями тележек	13,97	„
Число мест	24	
Тара вагона	45	*т*

Устройство вагона по техническому заданию в основном заключается в следующем

Рама вагона. Рама вагона—железная, клепаная или сварная профиля 260×90×10 *мм*, приспособленная для постановки автоматической сцепки, должна иметь, кроме наружных продольных швеллеров—две средние (хребтовые) продольные балки, цельные по длине между шкворневыми балками. Расстояние между внутренними гранями хребтовых балок 327 *мм*.

Шпренгель рамы по образцу 20,2-метровых жестких вагонов ставится на наружных швеллерах диаметром 56 *мм*. Буферные брусья для придания им большей жесткости должны быть усилены накладками шириной 360 *мм*: сверху—на всю ширину рамы, а снизу—от крайней до хребтовой балки. Шкворневая балка должна быть сделана из цельных по длине швеллеров.

Тележка. Тележка с металлической рамой, сварной или клепанной, тройного подвешивания. Люлечные рессоры системы Галахова—6-листовые, пятиряд-

НБ УДУНТ (ДІПТ)

ные. Колесные пары с осевыми шейками 140×254, диаметр подступичной части—178 *мм*, расстояние между серединами шеек 20—36 *мм*. Колесные центры—стальные, литые, 11-спицевые или цельнокатанные. Укрепление бандажей по русско-германскому, способу. Осевые буксы—стальные литые со штампованными железными крышками толщиной 3-4 *мм*. Крышки должны плотно прилегать к буксам без всяких щелей, с этой целью на крышку приклепывается под планку железная кожаная прокладка. Хлябание крышек в закрытом положении не допускается. Пылевая шайба—войлочная, обшитая кожей. Подшипники—бронзовые, залитые кальциевым или оловянистым бабитом. Буксовые клинья—стальные. Шкворневые пятники—стальные литые. Скользуны верхние—стальные, нижние—чугунные.

Зазоры между скользунами допускаются до 6 *мм*.

Тормоз. Вагон должен быть оборудован автоматическим воздушным тормозом. Торможение—двухстороннее. Диаметр тормозного цилиндра 14". Тормозные башмаки—стальные литые, и колодки—чугунные стандартные ОСТ 5 103—5 106. Главная воздухопроводная труба диаметром 25 *мм* должна быть снабжена на концах между вагонами соединительными рукавами и соединительными концевыми кранами.

Упряжь и буфера. Упряжь несквозная. Стяжка типа ИРТ. Упряжной аппарат с двухсторонней спиральной пружиной. Буфера—усиленного типа с плоскими и выпуклыми тарелками диаметром 450 *мм*. Нажимные буферные шайбы должны иметь толщину 18 *мм*. Стаканы буферные—штампованные или стальные литые. Пружины буферные—стальные спиральные из полосовой стали. Проектная высота буферов над головкой рельса 1085 *мм* под тарой

Кузов вагона. Остов кузова состоит из верхних и нижних обвязочных брусьев, стоек, раскосов, поперечных и продольных подпольных балок, дуг и фрамуг. Оконные, дверные и угловые стойки, все подпольные и нижние обвязочные брусья, нижние брусья концевых фрамуг, а также все стойки внутренних перегородок должны быть сделаны из дуба, верхние обвязочные брусья и закладка в стенах ставятся из сухого соснового леса 1-го сорта. Сращивание брусьев по длине допускается только у продольных брусьев верхней и нижней обвязки, причем число сростов допускается не более трех, и они должны быть сделаны в замок и надлежаще укреплены железными накладками. Соединение верхней и нижней обвязки, подпольных брусьев, дверных и угловых стоек и фрамуг делается на шипах и скрепляется болтами помощью поковок. Соединение оконных и промежуточных стоек и раскосов с башмаками делаются на шипах и скрепляются с обвязочными брусьями сквозными струнами, проходящими сквозь полку бокового швеллера, и закрепляются снаружи гайкой.

Места соприкасания дерева в вязке, гнезда и шипы, стыки и дыры для болтов перед сборкой прокрашиваются масляной краской, а поковки и болты окрашиваются железным суриком. Дуги крыши из углового железа 45×45×6 имеют облицовку сосновым деревом для укрепления обшивки. Дуги и облицовка деревом ставятся на болтах.

Деревянная обшивка стен, крыши и пола—двойная. В промежутках между обшивками наружных стен кузова, крыши и пола должна быть поставлена листовая прессованная пробка толщиной 19—20 *мм* или шевелин в два слоя при толщине шевелина 12—13 *мм* или в один при толщине 25 *мм*, либо заменяется войлоком (кошмой) толщиной 10—12 *мм* с прокладкой листовой папки толщиной в 2 *мм*. В стыке листы пробки должны быть перекрыты для плотности раскладкой и прокрашены.

Пробка при укладке в полу должна быть гудронизирована. При укладке в пол войлока вместо пробки пол под ним должен быть густо проолифлен для предупреждения проникновения влаги.

Наружная деревянная обшивка крыши, сосновая—сухая 1-го сорта, должна быть толщиной 22 *мм*. Наружная обшивка стен—12 *мм*. Внутренняя обшивка стен, потолка и нижнего пола—16 *мм*. Доски пола сосновые 1-го сорта толщиной 38 *мм* и настилаются по длине вагона.

Торцы, пазы и гребни обшивочных и половых досок перед постановкой на место должны быть прокрашены масляной краской. Пол покрывается линолеумом на масляной шпаклевке.

Для укрепления к стенам диванов, багажных полок, щеколд для подъемных спинок, вешалок и т. д., а также для укрепления к потолку вентиляторов и осветительной арматуры—между обшивками стен и потолка должны быть поставлены прокладки.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Стены снаружи вагона покрываются обшивочным листовым железом толщиной 1,5 *мм*, а стыки листоз железной обшивки перекрываются железными штабиками шириной от 30 до 40 *мм*, толщиной от 6 до 8 *мм*, а в углах—угольниками, укрепленными шурупами с круглой головкой. Обшивочное железо со стороны внутренней (прилегающей к двери) покрывается суриковой масляной краской. Крыша покрывается 5 *кг* кровельным железом. Продольные карнизы делаются деревянные, обшитые кровельным железом а поперечные—из углового железа.

Д в е р и. Наружные боковые двери, двери из тамбура в вагон, двери служебного отделения и уборных—створчатые. Двери котельного отделения—задвижные, двери 2- и 4-местных купе—задвижные, порог у котельного отделения должен быть выше пола на 25 *мм*.

Наружные боковые и концевые двери тамбуров имеют дубовую вязку и обшиваются снаружи и из вагона листовым железом толщиной 1,5 *мм*.

Двери котельного отделения—железные.

Двери входные из тамбуров в вагон и все внутренние двери имеют также дубовую вязку, причем двери из тамбуров в вагон со стороны тамбура обшиваются листовым железом толщиной 1,5 *мм*.

Толщина входных дверей из тамбуров в вагон делается 45 *мм*, а внутренних дверей 40 *мм* (толщина понимается в отделке). Во избежание промерзания входные двери должны иметь изоляцию,—такую же, как и стены.

Двери внутренние — филенчатые, с раскладкой дерева гладкого профиля. Филенки дверей могут делаться из фанеры толщиной 10 — 12 *мм* или клеевые из досок не тоньше 16 *мм* в отделке, покрытые линолеумом в коридоре, в купе—с зеркалом.

Дверные места наружных дверей обрамляются железными штабами, а внутренних дверей—наличниками из дубового дерева.

Все створчатые двери снабжаются замками с никелированными ручками, а задвижные двери тамбуров снабжаются железными коваными откидными ручками, обшитыми брезентом или кожею.

Все створчатые двери для удобства съемки должны быть навешены на полушарнирных железных петлях.

О к н а. Окна—двойные, подъемные, кроме тамбурных, которые должны быть одинарные глухие. Стекла в окнах—зеркальные фацентные толщиной 6—7 *мм*. Внутренние окна уборных ставятся из прессованного стекла.

Рамы окон—наружные и внутренние—дубовые. Оконные коробки и запоры к ним—медные никелированные. Окна купе снабжаются подъемными шторами из плотной материи и имеют бриз-бизы из сукна.

В н у т р е н н е е о б о р у д о в а н и е. Стены пассажирских отделений и коридоров обиваются в верхней части до панели папкой или сукном и поверх линкрустой по серпянке или дермантином без серпянки; панель покрывается линолеумом непосредственно по обшивке, если линолеум изготовлен на полотне.

Стены и панель обрамляются дубовой раскладкой в рамку под цвет ореха, темного оттенка, полированной по лаковой спиртовой подготовке с протиркой алюминиевым порошком. Разделка на стенах ставится на медных никелированных шурупах с чечевичной головкой. Потолок покрывается линкрустой белого цвета в рамку из фриза затемненного в тон цвета деревянной отделки вагона.

Пол вагона (в коридоре и купе) покрывается линолеумом по лаковой подмазке. Поверх линолеума в купе постилается ковер. В коридоре постилается того же образца ковровая дорожка.

В верхней части вагона делается ниша, открытая со стороны купе для помещения ручного багажа пассажиров.

Вся внутренняя арматура вагона делается медной никелированной.

2-местные отделения устраиваются с накрест лежащими кроватями. Нижние кровати снабжаются цапфами—скользунами в направляющих, прикрепленных к стене. Кровати устанавливаются таким образом, что их можно повернуть на 180°; одна сторона соответствует дневному положению (диван), другая ночному (пружинный матрац). Спинка дивана—не подъемная, снабжена свесом. Диван и спинка—пружинные с волосом—покрываются мебельной материей.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Верхние кровати находятся в верхней части купе вдоль вагона и приводятся в ночное положение посредством двойного перевертывания. Кровать уравновешена аппаратом с пружинами.

4-местные купе ничем не отличаются по своей отделке от 2-местных купе, но имеют диваны с подъемными спинками.

Между каждыми двумя смежными 2-местными купе должны быть устроены средние умывальники. В дверях средних умывальников устанавливаются с двух сторон зеркала.

В каждом купе устанавливается откидное сиденье со спинкой, прикрепленное к стене.

Матрацы, изготовляемые для спальных мест, набиваются смесью из шерсти и волоса в количестве: шерсти 3,2 *кг* и волоса 6,1 *кг*. Шерсть и волос набиваются в наволочку из тика.

Валики (клинки) набиваются конским волосом (1 *кг*) и шерстью (0,4 *кг*) в тиковую наволочку и простегиваются в 10 местах пиковками на бумажных помпонах.

Валики (клинки) должны иметь следующие размеры: длина 580 *мм*, ширина 370 *мм*, толщина в одном конце 150 *мм*, толщина в другом—26 *мм*.

Подушки набиваются 0,825 *кг* пуха лучшего качества в наволочки из декотированного тика размером в сплющенном состоянии 730×490 *мм*. Высота набитой подушки должна быть 150 *мм*.

В купе устанавливается откидной деревянный столик, обитый сверху линолеумом, а снизу—клеенкой.

В отделении проводника (служебном), кроме жесткого дивана, снабженного матрацем для отдыха, устраивается над диваном шкап для хранения постельных принадлежностей, под окном—столик, покрытый линолеумом, на стене против дивана устанавливается распределительный щит электрическаго освещения. В коридоре против служебного отделения устраивается откидное сиденье дежурного проводника, в углу у входа в служебное отделение—самоварный стол.

У б о р н ы е. Полы средних и концевых уборных покрываются метлахскими плитками, уложенными на цементе или теплом бетоне с карнизом в виде плинтуса из тех же материалов. В средине концевых уборных должно быть спускное отверстие. Стены концевых уборных обшиваются филенчатым железом с раскладкой штабиками и окрашиваются эмалевой краской или обиваются глазурованным железом.

Умывальники концевых уборных должны состоять из мраморной доски и фаянсовой чаши.

Зеркала в концевых уборных устанавливаются на стене так, чтобы между зеркалом и стеной была воздушная прослойка. Рамки зеркал должны быть из белого металла или медные никелированные.

Каждый умывальник концевой и средних уборных должен иметь смесительный кран для холодной и горячей воды.

Для обслуживания водопровода уборных вагона устанавливаются два бака: один для холодной объемом 20 ведер и один для горячей воды объемом 10 ведер, а для питания самовара—третий бак для холодной воды объемом 6 ведер. Баки должны быть изготовлены из листовой красной меди толщиной $1^1/_2$—2 *мм* и внутри вылужены. Все швы должны быть склепаны медными заклепками диаметром 4 *мм* или швом на фальц и затем запаяны. Каждый бак должен быть снабжен люком на болтах, водомерными кранами и стеклом, и у фланцев, прикрепленных к бакам, должны быть с внутренней стороны контрфланцы.

Трубы водопровода должны быть диаметром не менее 19 *мм*, сигнальные—30 *мм* и для наполнения баков—не менее 50 *мм*. Все части кранов и труб, которые подвергаются морозу, должны быть помещены в коробки, наполненные изолирующим веществом и доступные для осмотра.

О т о п л е н и е. Отопление вагонов—водяное с приспособлением для отопления паром от магистральной трубы. Трубы водяного отопления—железные, диаметром 62 *мм* с соответствующим числом батарей.

Трубами должен быть дан возможно большой уклон с укреплением скобами на расстоянии 1 *м* до 1,5 *м*; при проходе труб через перегородки отверстия закрываются соответствующими накладками.

НЕ УДУПГ (ДИТ)

Котел водяного отопления должен быть сварной из железных листов, плотность швов должна быть проверена гидравлическим испытанием на давление 5 *ат*. Расширитель, составляющий верхнюю часть котла, должен быть железный сварной. Горловина для наполнения водой расширителя должна быть с сеткой и крышкой.

Крышка над котельным отделением должна быть снабжена устройством, вполне гарантирующим безопасность в пожарном отношении.

В е н т и л я ц и я. Потолочные вентиляторы ставятся во всех купе, средних и концевых уборных. Над вентиляторами на крыше должны быть поставлены вытяжные кожуха. Кроме естественной вытяжной вентиляции, в каждом 2-местном купе устанавливается по 1 электровентилятору с мотором постоянного тока на 50 V мощностью около 0,2 *квт*. Вентиляторы укрепляются на особом кронштейне, установленном на поперечной стене купе над средней уборной. Мотор вентилятора, укрепленный на кронштейне, должен иметь наклон вниз под углом 30—35° от горизонтали. Окраска кронштейна и мотора должна быть под цвет дерева (эмалированная).

Каждый вентилятор должен быть снабжен типовым выключателем и двухплюсным предохранителем на соответствующую силу тока. Мотор вентилятора должен иметь возможность горизонтального перемещения на 180° по отношению кронштейна.

О с в е щ е н и е. Освещение вагонов—свечное и электрическое. Электрическое освещение вагонов—автономное или от центральной станции. В коридоре устанавливаются четыре штепсельные розетки для пылесосов, а в особом помещении—одна штепсельная розетка для включения электрокипятильника. Каждый вагон снабжается электрокипятильником емкостью в 8 *л*. Электрокипятильники должны быть постоянного тока на напряжение 50 *в*.

Вся проводка внутри вагона должна быть скрыта под калевками. Распределительный щит устанавливается на стене против дивана в служебном отделении.

Все вагоны должны быть оборудованы звонковой сигнализацией. В каждом купе устанавливается по одной звонковой кнопке, равно как и в крайних уборных и снаружи у концевых тамбурных дверей. В коридоре устанавливается электрозвонок и нумератор на 12 номеров. Проводка прокладывается под раскладкой так, чтобы доступ к ним был во всякое время возможным. Во избежание порчи проводов от сырости следует их прокладывать на высоте верхнего обвязочного бруса.

В качестве источника электроэнергии применяются два элемента подвагонной батареи.

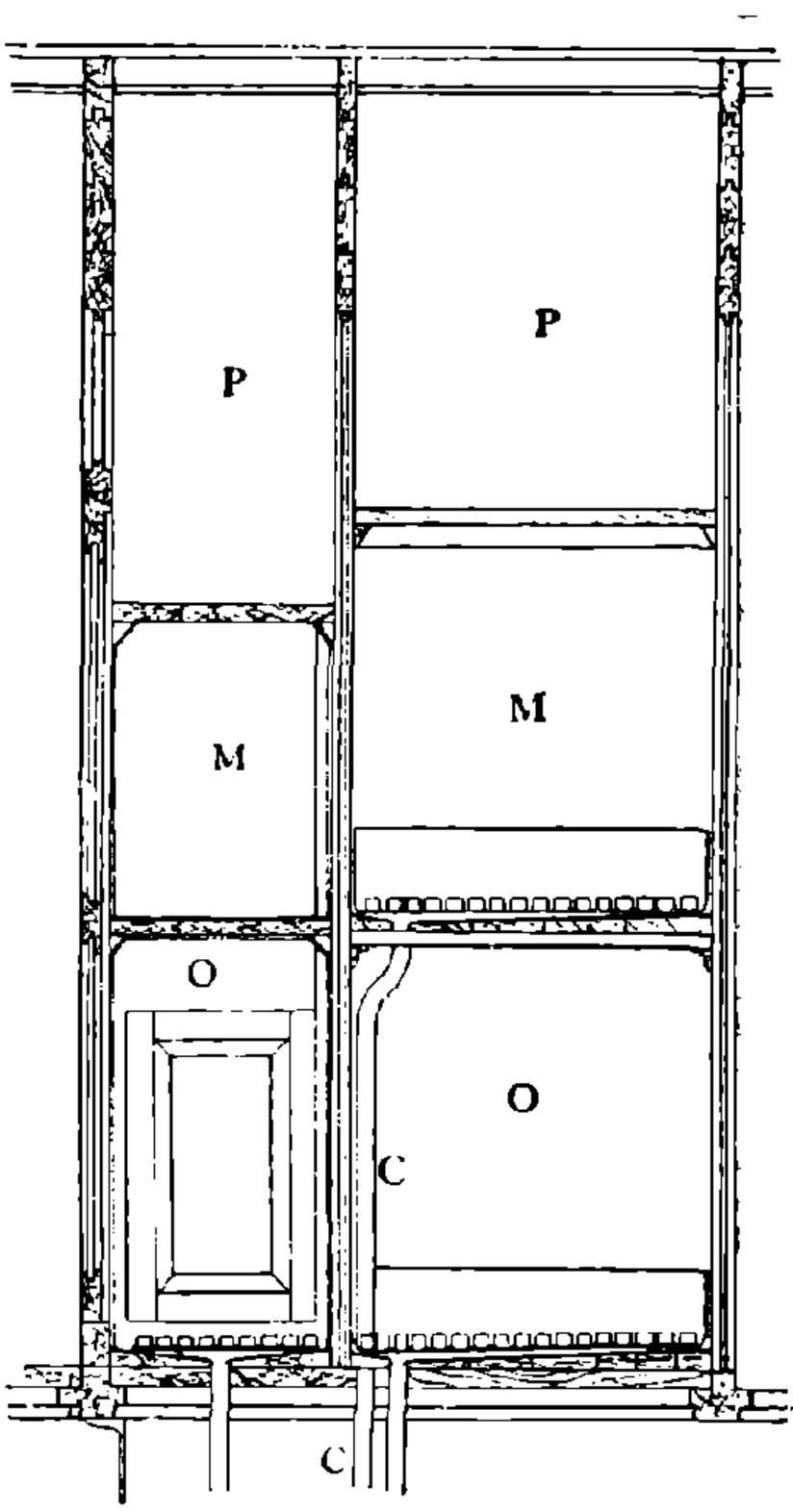


Рис. 338.

98. Багажные вагоны

Багажные вагоны различаются по размерам и по внутреннему расположению. В зависимости от размеров имеются 3-осные и 4-осные вагоны. По внутреннему же расположению различаются вагоны с отделением для кондуктора и технической бригады и вагоны без такового. В первом случае вагон состоит (рис. 337) из собственно багажного отделения *a*, отделения для перевозки собак *b*, отделения для багажного раздатчика *e*, отделения для кондуктора *k* с котлом или печью *p* для отопления и из клозета *n*.

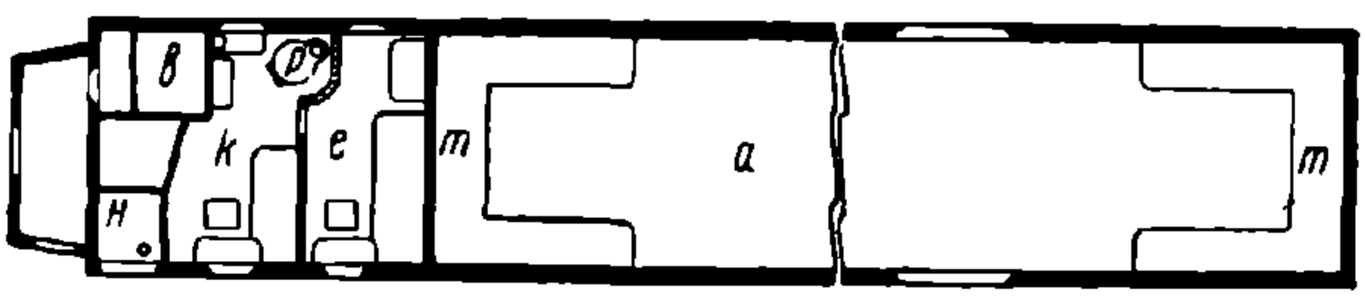


Рис. 337.

Стены, пол и потолок багажного отделения делаются одинарными, а в кондукторском отделении и в отделении для собак—двойными, как в пассажирских вагонах.

НБ УДИИТ (ДІІТ)

Снаружи стены багажного вагона обиваются листовым железом. Тамбур делается только один со стороны кондукторского отделения.

В багажном отделении в каждой продольной стенке устраивается одна или две створчатых двери с прочными внутренними запорами, а по бокам их, в верхней части стен, глухие окна с железными, изнутри вагона, решетками. Внутри отделения на стенках ставятся полки *m* на кронштейнах для мелкого багажа. Отопления, освещения и вентиляции в багажном отделении не делается.

В отделении для собак устанавливаются в два этажа клетки (рис. 338) *M* и *O*, пол которых покрывается цинком или оцинкованным железом с уклоном для стока жидкости в спускную трубу *C*. На пол укладывается деревянная решетка. Двери клеток снабжены запорами. Сверху клеток устраиваются ящики *P* для помещения принадлежностей, которыми снабжается пассажирский поезд (гидропульт, ведра, ящик с предметами первой медицинской помощи и т. п.). Отделение для собак снабжается вентилятором.

В кондукторском отделении устраивается диван для сидения, столик и настенный сундук. Это отделение имеет отопление. В потолке отделения устанавливается вентилятор.

Иногда в багажном вагоне устраивается электрическая станция для освещения всего поезда.

Подъемная сила багажных вагонов—обычно от 12 до 20 *m*, но встречаются вагоны и с большей подъемной силой.

В виду отсутствия необходимости в особо мягком ходе багажных вагонов они устраиваются на тележках одиночного подвешивания.

99. Почтовые вагоны

В зависимости от размеров почтовые вагоны бывают 2-,3- и 4-осные. 2- и 3-осные вагоны обращаются только на малодеятельных железнодорожных линиях, на магистральных же линиях пользуются почти исключительно 4-осными вагонами. Почтовый вагон обычно имеет следующие отделения (рис. 339): помещение *5* для сопровождающих почту и для сортировки писем, кладовые *2* и *6* для хранения посылок

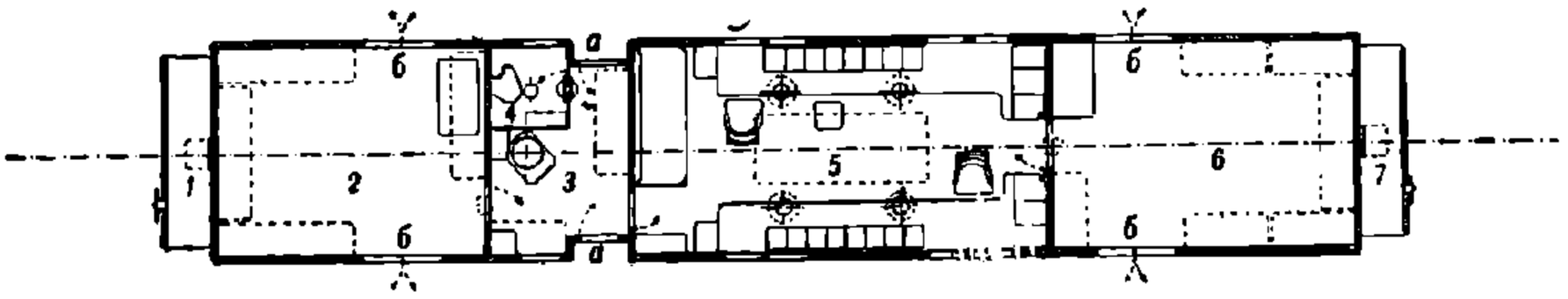


Рис. 339.

и тюков, помещение для обслуживающего вагон *3* и уборная *4*. Отделение для сортировки писем снабжено письменным столом, шкапом и полками с перегородками для писем. Здесь же устраивается мягкий диван для сопровождающего почту. В продольных стенках этого отделения, с каждой стороны, делаются небольшие сквозные прорезы, служащие для опускания писем в почтовый вагон. С наружной стороны над ними устраивается щиток для защиты от дождя и снега. С внутренней стороны к этим прорезам прикрепляются небольшие ящики.

Кладовая оборудуется полками для мелкого груза. В каждой продольной стенке ее устраивается по одной двустворчатой двери *б* для погрузки и выгрузки почты.

Отопление в почтовом вагоне устраивается самостоятельное в виду того, что почтовый вагон нередко простаивает продолжительное время вне поездов с почтой и с людьми, обслуживающими его.

Устройство кузова в почтовых вагонах такое же, как в обыкновенных пассажирских вагонах.

В отличие от пассажирских вагонов окна почтовых вагонов заделываются решетками и торцовые стенки делаются глухими без дверей, ведущих в тамбуры *1* и *7*. Вход в вагон устраивается сбоку, через двери в продольных стенах.

Почтовый вагон должен обладать спокойным ходом, чтобы возможно было работать в нем во время движения по разборке полученной корреспонденции и подготовке ее к сдаче. В виду этого рессорное подвешивание делается такое же, как в лучших пассажирских вагонах, т. е. двойное или тройное.

НВ УДУНТ (ДПТ)

100 Вагоны-рестораны

Вагон-ресторан состоит из столовой, буфета, кладовой и кухни. Столовая занимает около половины вагона и устроена во всю ширину вагона, причем обычно бывает разделена на два отделения: для курящих и некурящих. Во второй половине вагона размещены остальные отделения, которые сообщаются коридором. В кухне установлена плита с духовыми печами и с кубом для воды, раковина для мытья посуды горячей водой, ванна для мытья холодной водой и стол для приготовления пищи. В кладовой установлены ледники для хранения провизии, а в буфете—стол для самовара, этажерка или шкаф для посуды и ледник.

Стены столовой отделываются подобно мягким вагонам, а стены прочих отделений—материалом, допускающим мытье стен, например в нижней части—цинковыми или железными листами, окрашенными эмалевой краской, а в верхней части—шелевкой, покрытой масляной краской.

Вагон-ресторан должен быть обеспечен хорошей вентиляцией и иметь мягкий ход. Иногда кухня и столовая устраиваются в отдельных вагонах.

101. Санитарные вагоны

Санитарные вагоны, служащие для перевозки больных и раненых и для подачи им медицинской помощи, имеют различное внутреннее расположение. Одно из них, наиболее часто встречающееся на наших дорогах, изображено на рис. 340.

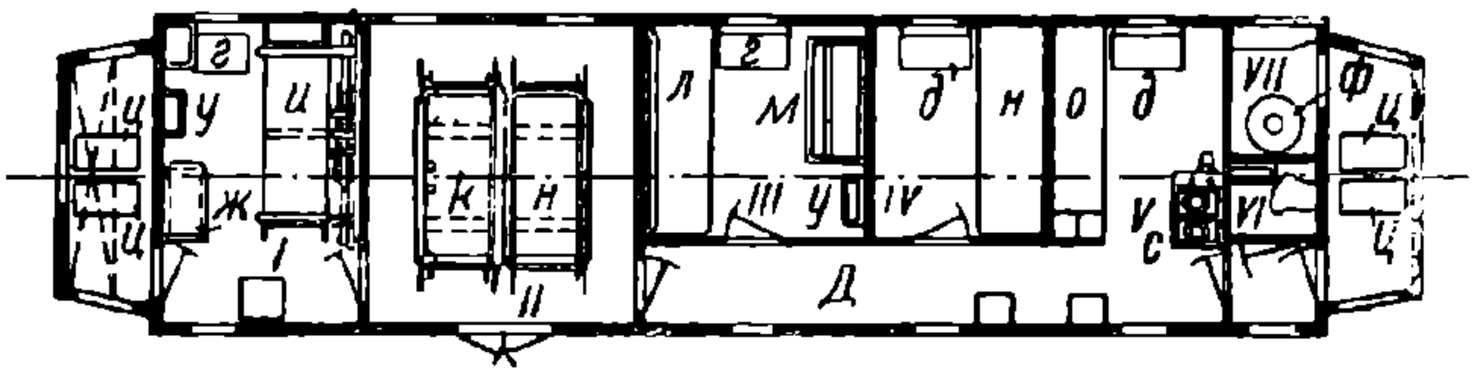


Рис. 340.

На одном конце вагона расположено отделение *I* для заразных больных во всю ширину вагона. У стенки тамбура, прилегающей к заразному отделению, устроено помещение *ж* для выносного судна. Рядом с заразным отделением расположено общее отделение *II* для незаразных больных, тоже во всю ширину вагона. Затем следуют отделения: медицинское *III* (для врачебного персонала), для рожениц *IV* и для санитара V. Эти отделения сделаны не во всю ширину вагона и сообщаются коридором *Д*, идущим вдоль продольной стенки вагона. В конце вагона расположены уборная *VI* и котельное отделение *VII* с котлом отопления *ф*.

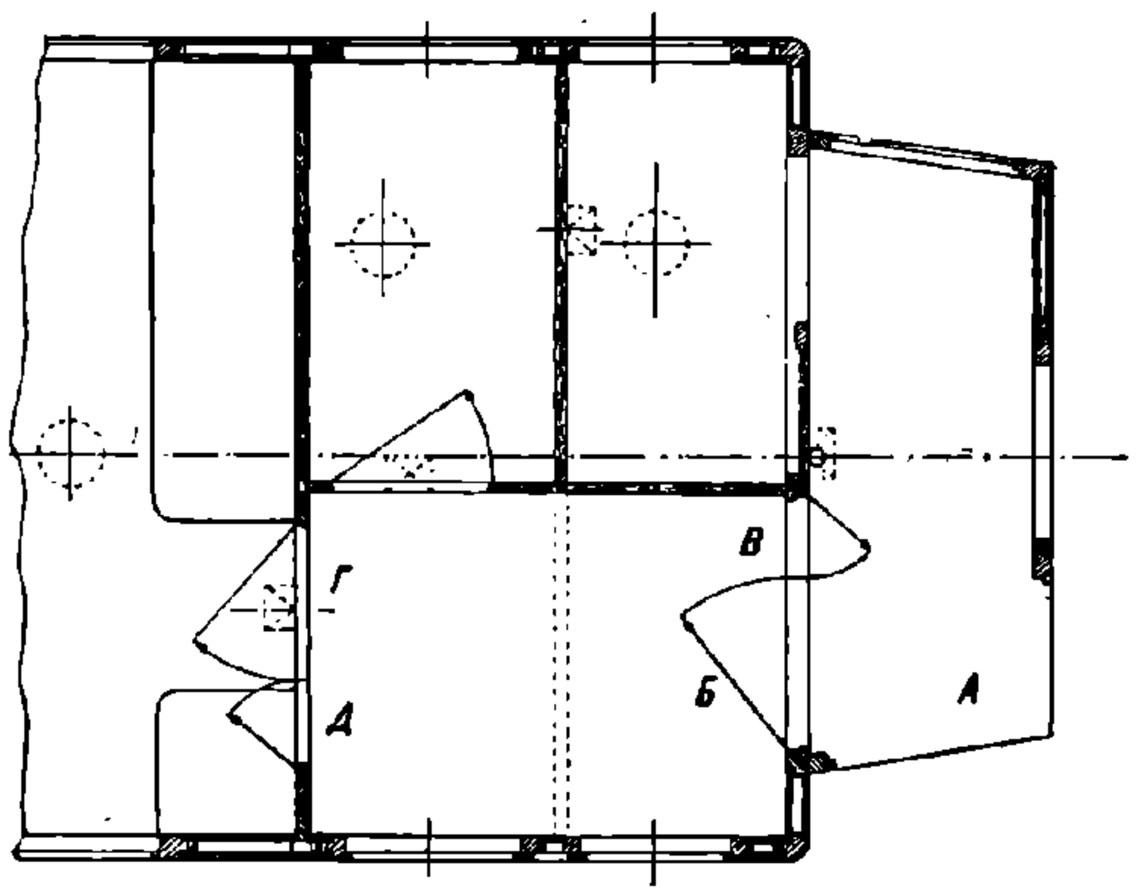


Рис. 341.

У поперечной перегородки, отделяющей помещение санитара от уборной, устанавливается кухонная плита *с* с кубом для нагревания воды. В тамбурах под полом устроены ящики *ц* для льда, провизии и дров. Над ящиками в полу сделаны люки.

Чтобы можно было вносить больных и раненых в вагон на носилках, в наружной продольной стене вагона, против общего отделения *II*, устраивается двустворчатая дверь со ступеньками для входа. Кроме того, имеются входные двери в торцовых стенках вагона со стороны тамбуров. Чтобы дверь, ведущая из заразного отделения в общее, плотно закрывалась, она обивается резиной по притвору. В верхней филенке двери устраивается небольшое окошко.

В отделениях для больных устанавливаются на полу кровати-носилки *И* и *К*. Носилки ставятся на массивные металлические подставки с вилками, опирающимися на спиральные пружины. Под подставки прокладывается резина. В прочих отделениях устраиваются диваны *Л* и *О* общего пассажирского типа. Во всех отделениях ставятся откидные настенные столики *г и д* и умывальники *у*.

НВ УДУГТ (ДІІТ)

В целях достижения возможной чистоты в санитарном вагоне во внутренней его отделке должны быть устранены все мягкие и трудно поддающиеся очистке и дезинфекции предметы. Сопряжение стен между собою, с потолком и полом должно делаться плавным переходом, вместо прямого угла, для удобного вытирания пыли. Обшивка внутри отделений должна ставиться без галтелей. Мебель также должна делаться с гладкими поверхностями. Поверх пола в отделениях и коридоре следует настилать линолеум, а стены внутри вагона окрашивать масляной краской белого или светлосерого цвета. Вагон должен иметь покойный ход, а отопление и вентиляция должны быть наиболее совершенной системы.

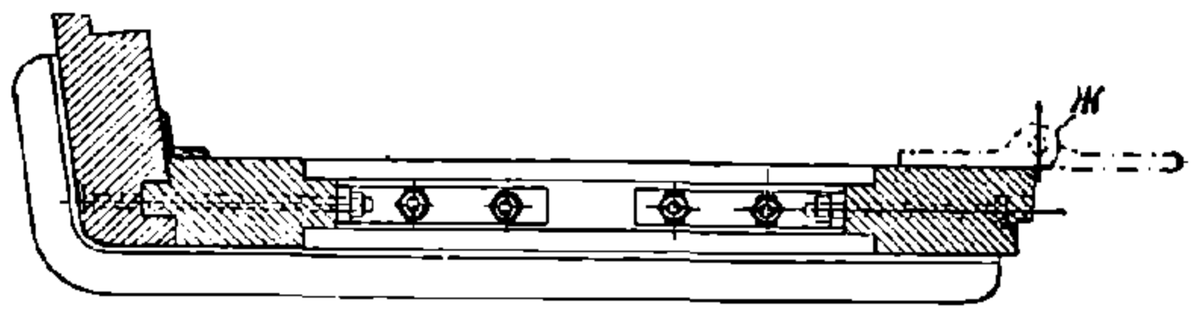


Рис. 342.

Помимо описанных постоянных санитарных вагонов, в военное время приходится приспособлять для перевозки больных и раненых обыкновенные пассажирские вагоны. Однако существенным затруднением при пользовании для этой цели обыкновенными пассажирскими вагонами является невозможность вносить в вагон больных и раненых на носилках вследствие узкости и неудобного расположения дверей. Для устранения этого затруднения в пассажирских вагонах делают створчатые углы тамбуров и створчатые входные двери, благодаря которым возможно получить широкий проход в вагон. На рис. 341 створчатый угол тамбура обозначен буквою *А*, а створчатые двери—*Б—В* и *Г—Д*.

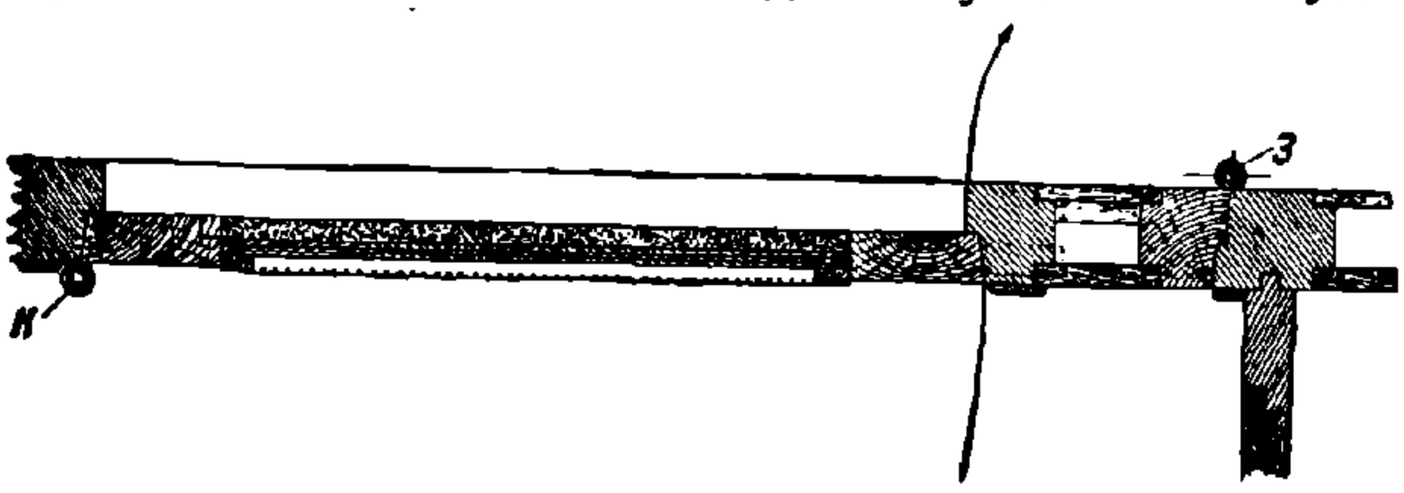


Рис. 343.

Створчатые углы делаются в обоих тамбурах вагона и располагаются либо по одной стороне, либо по диагонали. Створы, расположенные на торцовых стенках тамбуров, в обыкновенное время должны запираться наглухо и отворяться только при посадке больных (рис. 342). Для этого они делаются вращающимися на шарнирах *ж*, как показано на рис. 342, изображающем угол тамбура. Створчатый угол отворяется наружу, образуя широкий проход. Двери, ведущие во внутрь вагона (рис. 343), состоят из двух створов общей шириною в 1 *м*, причем один створ, более узкий, вращающийся около шарнира *з*, запирается наглухо во время пассажирской службы вагона, а другой, более широкий, вращающийся около шарнира *к*, служит постоянной дверью.

102. Служебные вагоны

Для служебных разъездов администрации и технического персонала по линии дороги имеются служебные вагоны. В служебном вагоне устраивается один тамбур, а противоположная лобовая стенка состоит из двух окон и двери. Делается это для удобного осмотра пути. Для защиты этих окон от солнца они прикрываются маркизами.

Внутреннее расположение вагона таково: около лобовой стенки располагается общее отделение—салон, снабженное письменным столом, диваном и стульями, а также подоконными столиками, затем следует 2-местное или 4-местное купе, отделение для проводника, печное отделение и уборная. Большей частью служебные вагоны имеют еще отделение—кухню, которое снабжено плитой для варки пищи, столиком для самовара, столом и ледником.

Для выхода из салона прямо на путь против средней двери его устраивают складную лестницу, которая при отсутствии в ней необходимости прилегает в сложенном виде к лобовой стенке вагона.

103. Моторные вагоны

На электрифицированных ж. д., т. е. на дорогах с электрической тягой, поезда состоят из вагона-двигателя, иначе называемого моторным вагоном или моторвагоном, и из прицепных вагонов. Моторвагон приводится в движение электрическим

НЕ УДАЛЯТЬ (ДЛТ)

током, получаемым от генератора, установленного на центральной станции. Электрический ток от генератора станции (рис. 344) направляется по питающему проводу *П*, называемому ф и д е р о м, к р а б о ч е м у п р о в о д у *Р*, уложенному вдоль пути над рельсами. Моторвагон находится в непрерывном контакте с рабочим проводом посредством т о к о п р и е м н и к а плотно прижимаемого пружинами *Д* к рабочему проводу. Ток из рабочего провода поступает в собиратель; затем он проходит через громоотводное приспособление, устанавливаемое

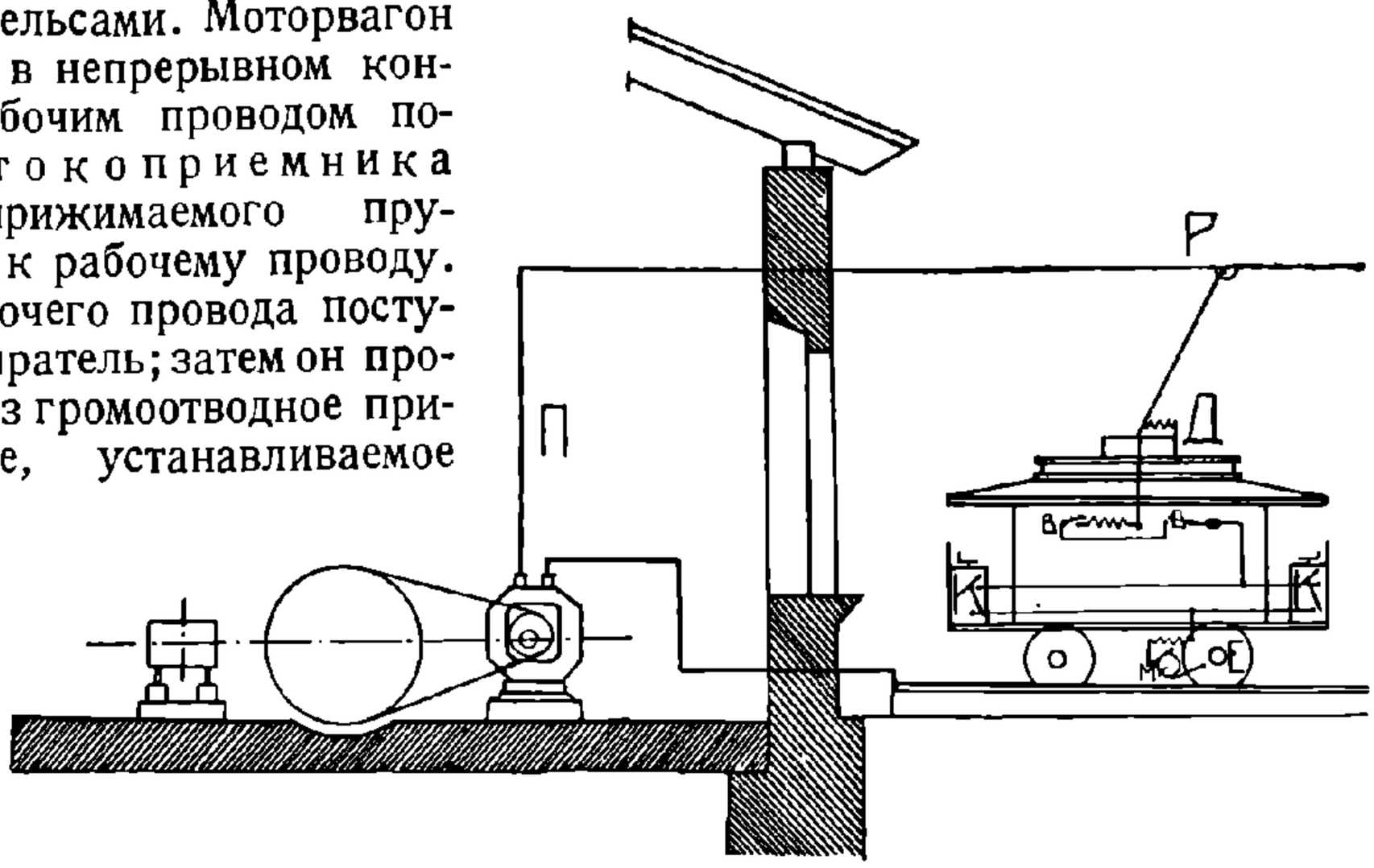


Рис. 344.

на крыше вагона, и направляется через выключатель *В* к контроллерам, расположенным по обоим концам вагона в кабинках машиниста и служащим для регулирования скорости торможения и изменения направления хода поезда. От контроллеров ток направляется к электродвигателю (мотору) *М*, соединенному посредством зубчатых колес с вагонною осью, а оттуда через колеса поступает в рельсы и возвращается по ним к генератору станции. Таким образом, рельсы служат обратным проводом.

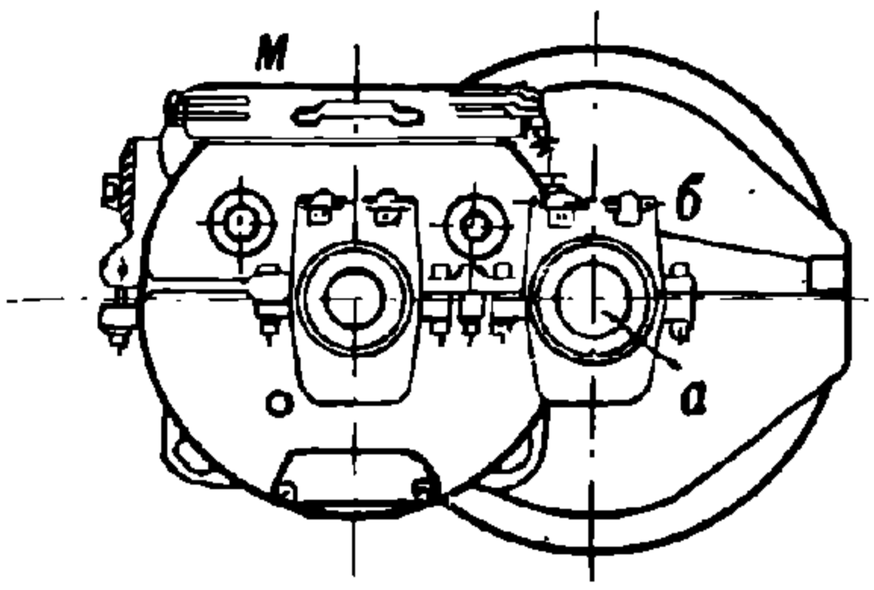


Рис. 345.

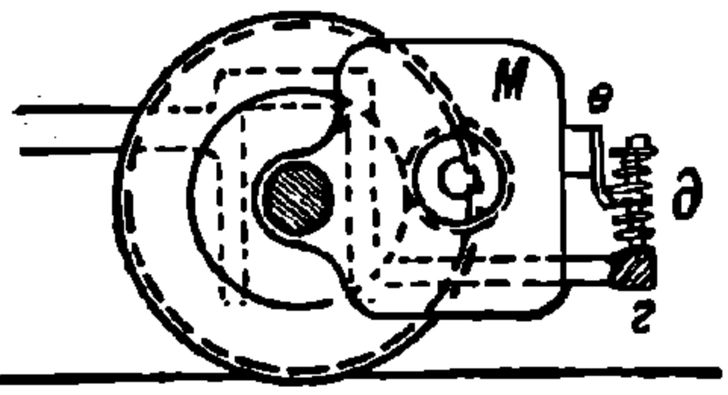


Рис. 346.

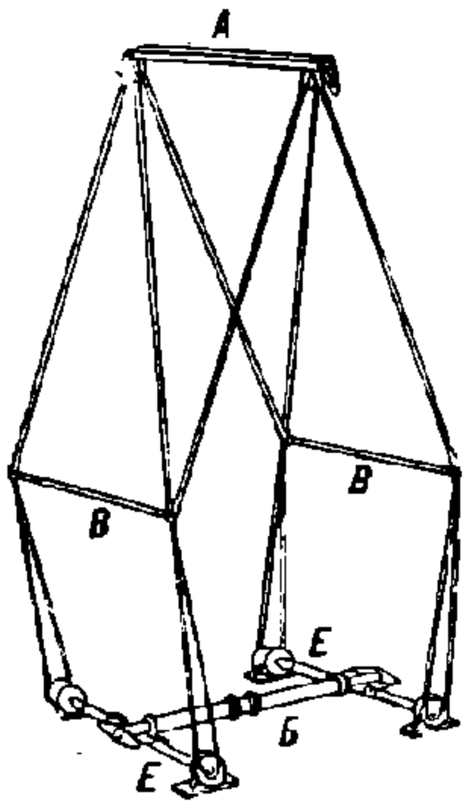


Рис. 347.

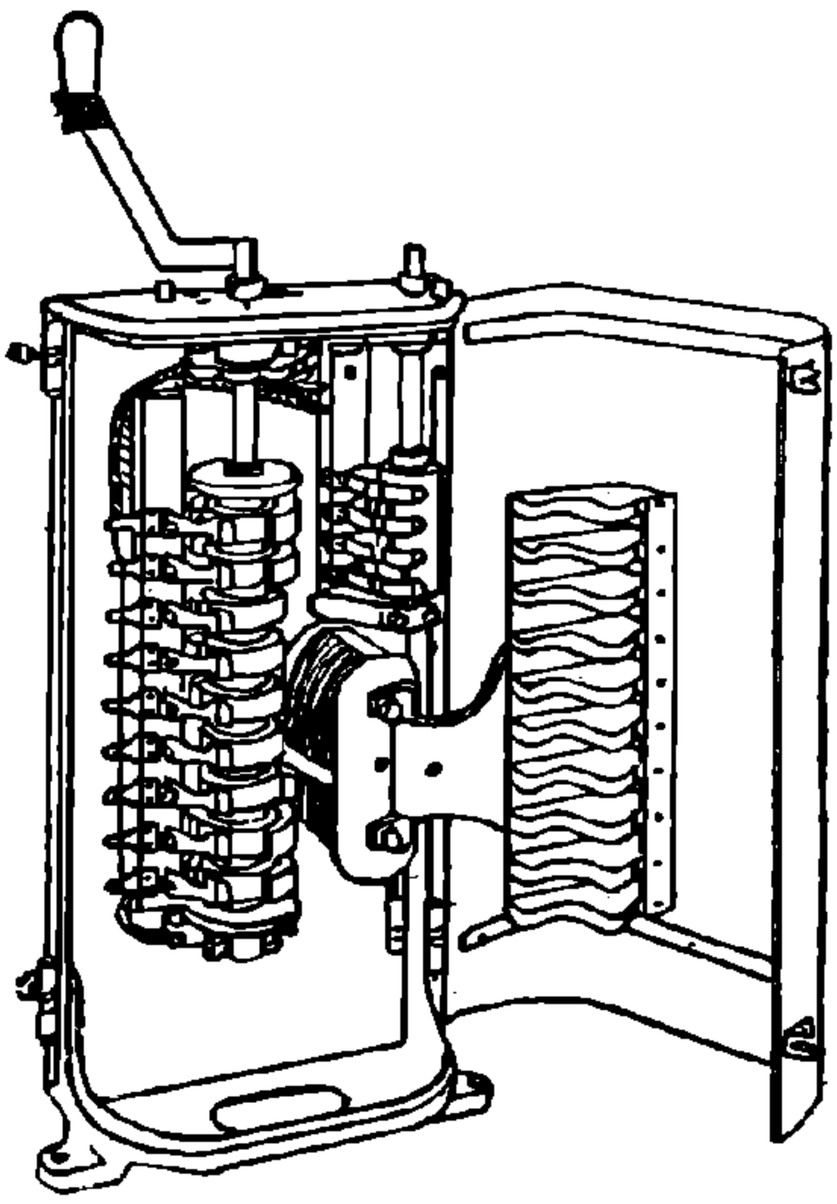


Рис. 348.

Особенность моторвагонов составляет наличие электродвигателей, подвешенных к раме вагона или к его тележке, токоприемников и приборов для управления. В 4-осных вагонах м о т о р *М* укрепляется в тележке таким образом, что он опирается на колесную ось *а* выступами *б*, имеющимися с одной стороны корпуса (рис. 345). Эти выступы сделаны в виде подшипников, охватывающих колесную ось. С другой стороны мотор опирается выступом *в* (рис. 346) на поперечину *г* через по-

НТБ УДУМТ (ДІІТ)

средство пружины *д*. Поперечина *г* подвешена к раме тележки также на пружинной подвеске. Пружинное подвешивание мотора делается для того, чтобы поглощать все его колебания как при трогании поезда с места, так и при тряске во время движения.

Токоприемник или токособиратель устанавливается на крыше вагона, на изолированной горизонтальной платформе, сделанной из стальных полос, поддерживаемых изоляторами. Токоприемники большею частью делают в виде пантографа (рис. 347), т. е. пятиугольника. Верхняя поперечная перекладина *А*, которая скользит по рабочему проводу, опирается на боковые поперечины *В*, связанные шарнирно с нижними поперечинами *Е*. Для того, чтобы боковые поперечины *В* не раздвигались под тяжестью верхней перекладины *А*, нижние поперечины *Е* распираются спиральными пружинами, вставленными внутрь цилиндра *Б*. Если нужно пантограф опустить, то действие пружины ослабляется при помощи сжатого воздуха, впускаемого в цилиндр *Б* и сжимающего пружины. На моторвагоне обычно устанавливается два токоприемника.

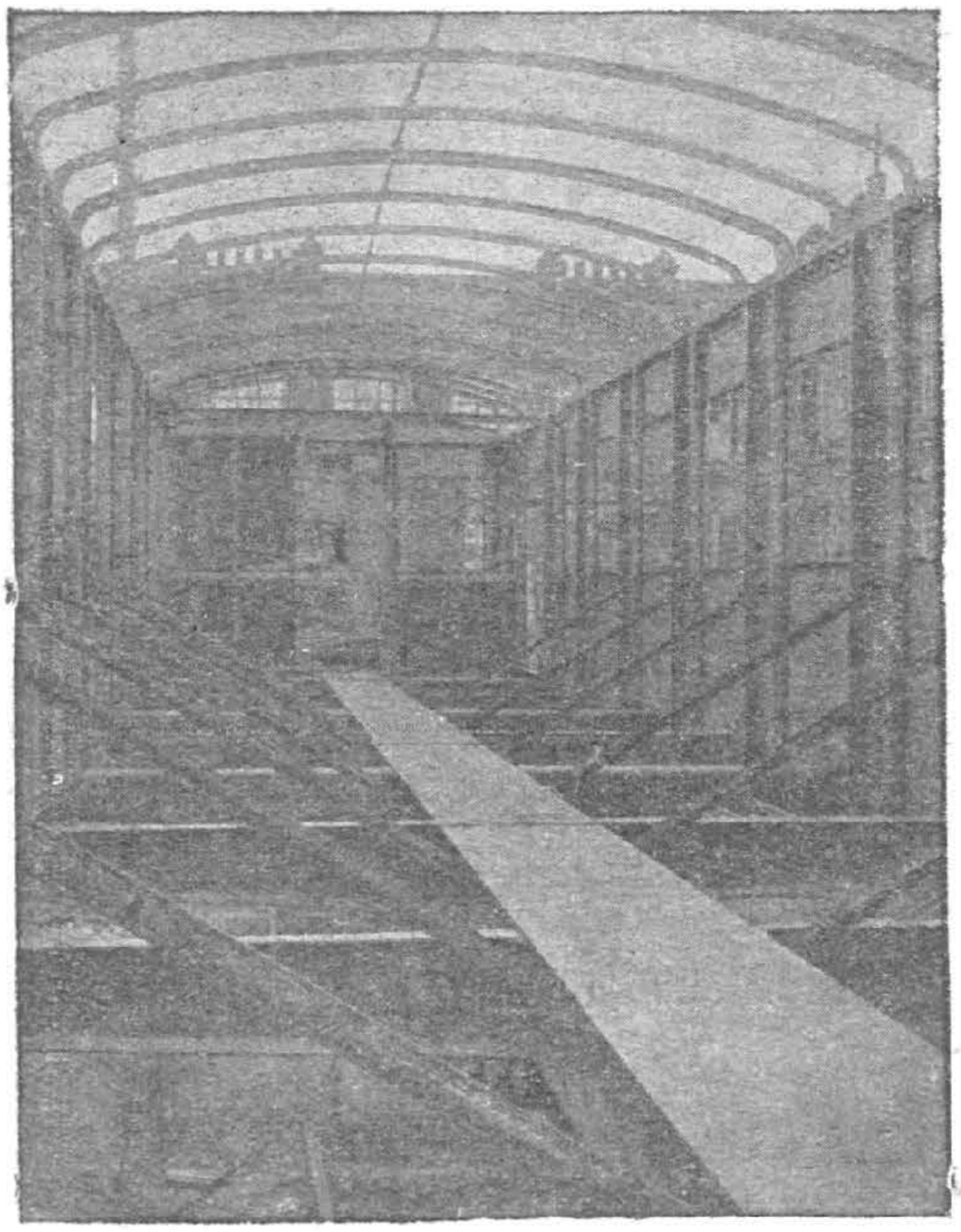
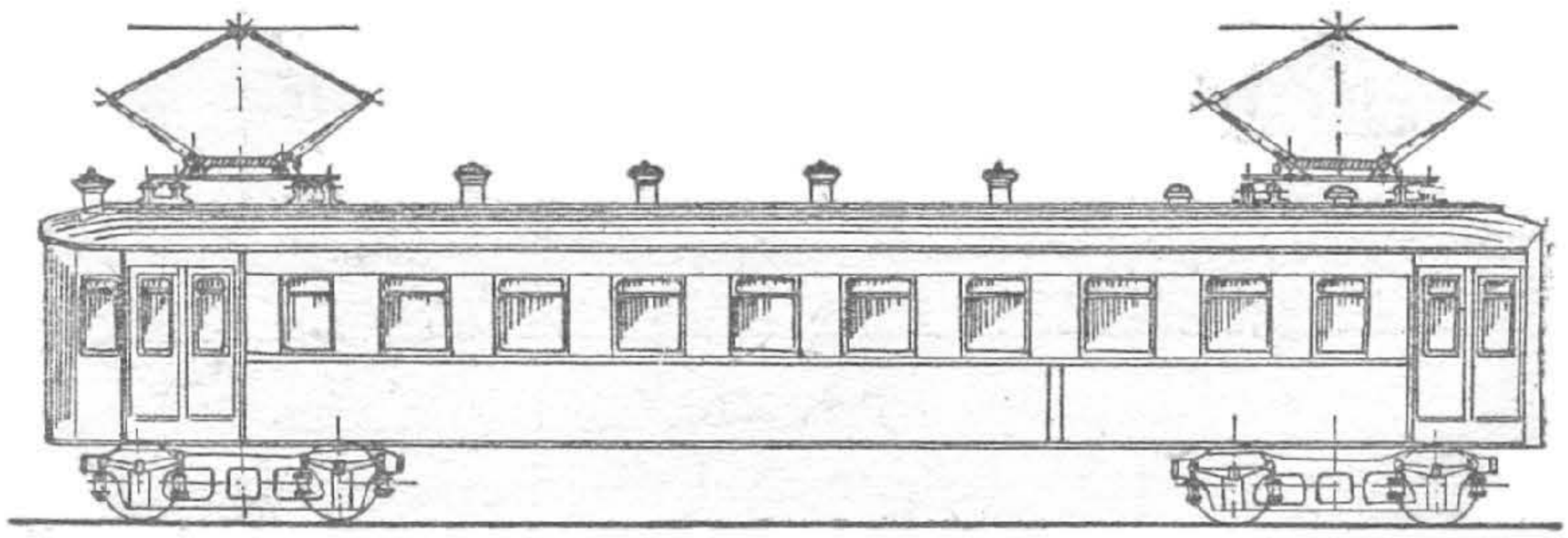


Рис. 349.

Приборы, служащие для управления моторвагоном, помещаются в кабине машиниста. Кабины устраиваются в одном конце вагона в тамбуре. В кабине устанавливается прибор для регулирования скорости хода, называемый контроллером, и прибор для придания определенного направления току, подводимому к мотору. Этот прибор называется коммутатором. Эти два прибора называются приборами управления.



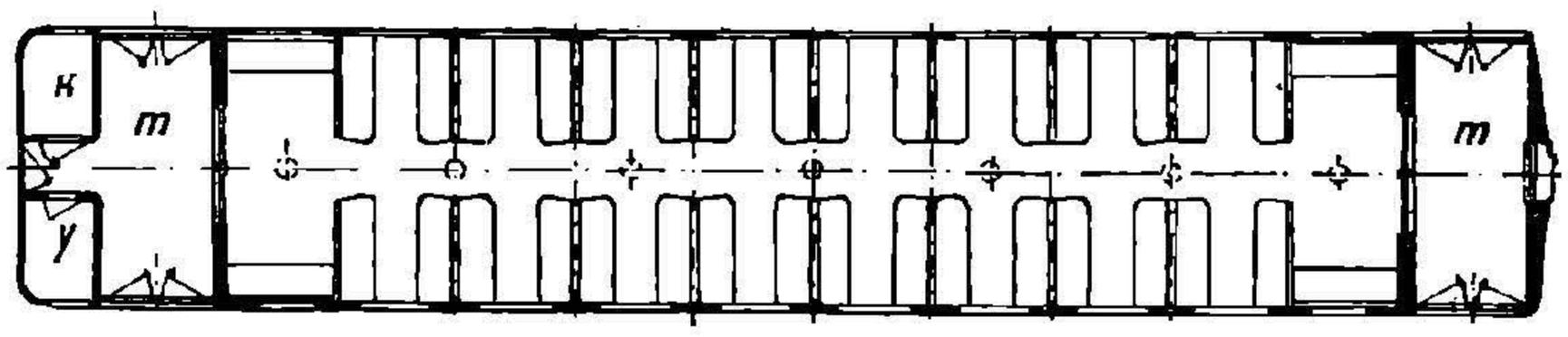


Рис. 350.

Контроллер имеет вертикальный вращающийся вал, заключенный в кожухе и снабженный наверху рукояткой (рис. 348). На рисунке контроллер изображен с открытым кожухом. Путем установки рукоятки контроллера в различные положения можно включить и выключать моторы и регулировать скорость хода. Коммутатор по внешнему виду сходен с контроллером, но рукоятка его ставится только в одно

НЕ УДАЛЯТЬ (ДПТ)

из двух ходовых положений: в п е р е д или н а з а д или в нейтральное положение—с т о п.

Всякого рода электрическое оборудование вагона помещается под его полом. В полу над двигателями делают вырезы, закрывающиеся крышками, для того чтобы иметь доступ к двигателям сверху, если их нужно осмотреть или разобрать.

В виду постановки двигателей под моторвагоном пол его делается выше, чем в обыкновенных вагонах.

Так как электрическое оборудование моторвагонов значительно увеличивает их вес по сравнению с обыкновенными вагонами (примерно на 15 *т*), а скорость движения также больше, то кузов вагона и рама должны быть весьма прочны. В наших моторвагонах кузов делается железным, причем стойки скрепляются подкосами с хребтовою балкою, как показано на рис. 349. Эти подкосы закрываются скамьями, так что они не видны внутри вагона.

Устройство крыши также должно быть особенно прочно в виду того, что на ней установлены токоприемники и проложены кабеля с охраняющими их принадлежностями. Вес токоприемников с соответствующими приборами составляет около 800 *кг*.

Моторвагоны наших электрифицированных дорог (рис. 350) имеют длину 19 000 *мм* и ширину 3 480 *мм*. Они снабжены автоматическими сцепными приборами американского типа и имеют роликовые подшипники. На рис. 350 в плане буквою *К* обозначена кабина машиниста, *т*—тамбур, *у*—уборная.

В состав электрического поезда входят: один моторный вагон, устанавливаемый в средине, и два прицепных вагона—по концам.

Прицепные вагоны отличаются от моторных отсутствием электродвигателя и токоприемника.

104. Автомотрисы

Автомотрисой или автовагоном называется вагон, снабженный двигателем внутреннего сгорания, которым он приводится в движение. Существуют также автомотрисы с паровой машиной и электрические аккумуляторные вагоны, но наиболее

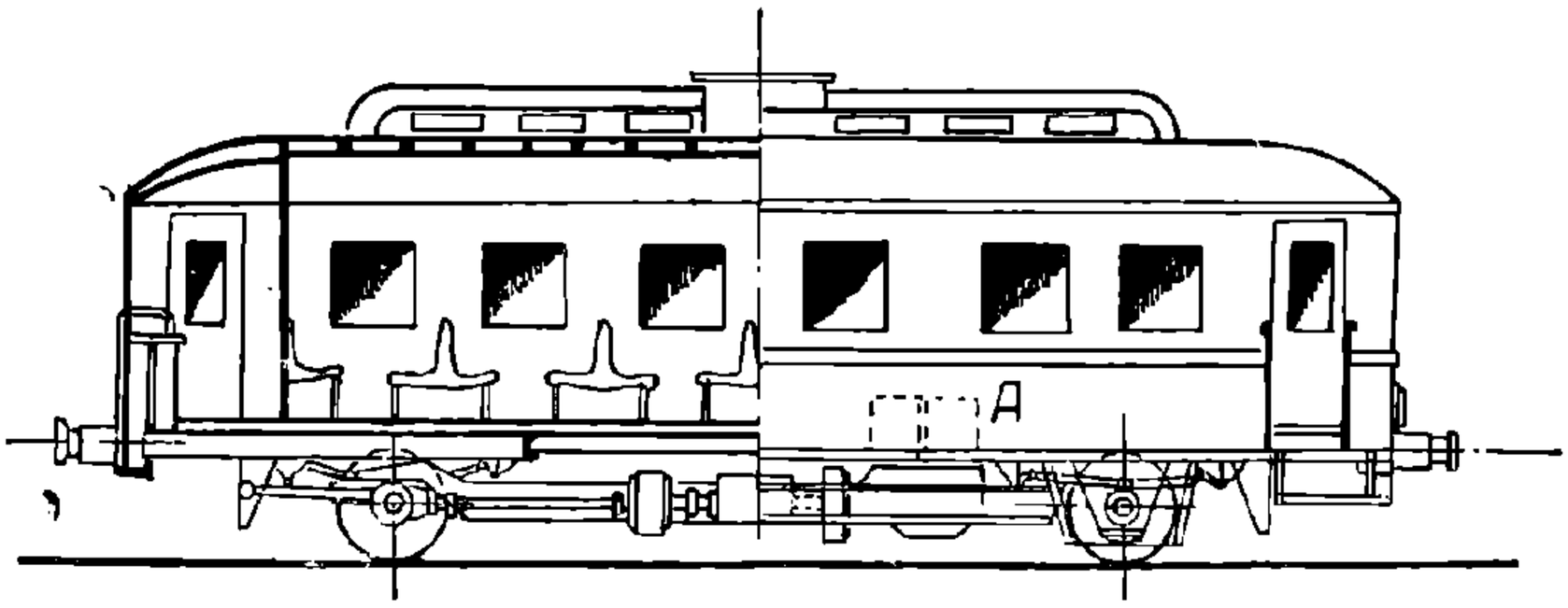


Рис. 351.

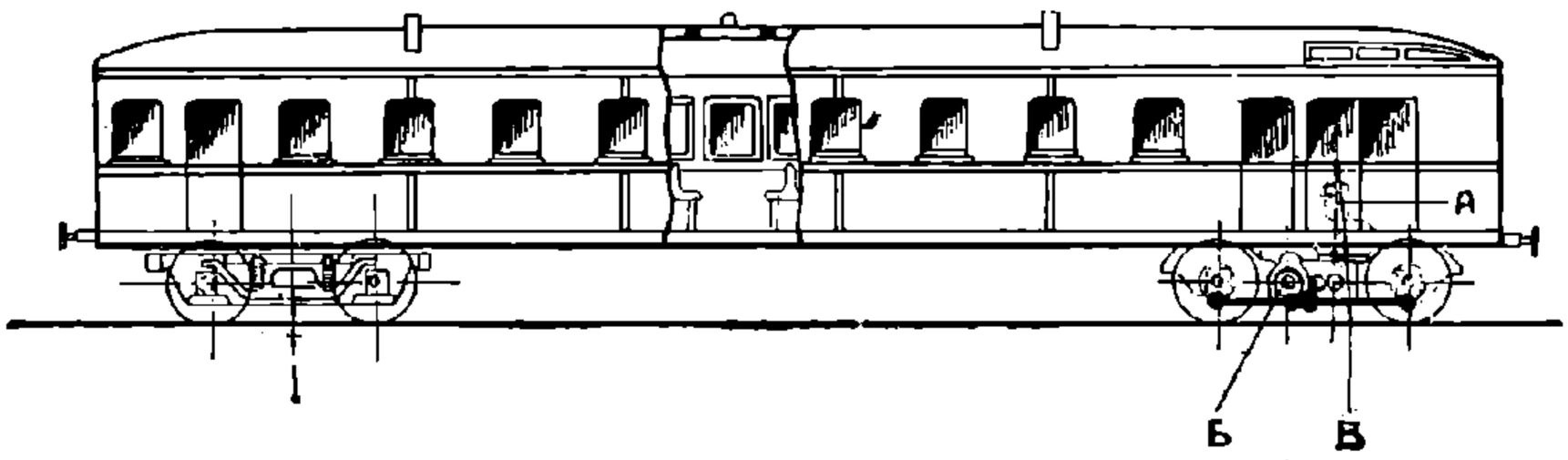


Рис. 352.

распространены автомотрисы с двигателями внутреннего сгорания (бензиновыми, керосиновыми, нефтяными). Преимущественно применяются в автомотрисах двигатели Дизеля. С такими двигателями поступают автомотрисы и на наши дороги.

Автомотрисы бывают 2-осные и 4-осные. На рис. 351 изображена 2-осная автомотриса, а на рис. 352—4-осная. На том и на другом рисунках буквы *А* обозначают двигатель. В 2-осной автомотрисе двигатель устанавливается на особой люльке *Е*

НВ УДУТ (ДІІТ)

двигателя, и муфта *С*. Вал соединяется с колесной осью зубчатыми коническими колесами, заключенными в коробке *М*.

В 4-осной автомотрисе, как видно на рис. 354 и 355, двигатель *А* установлен на тележке, на пяту которой *Д* опирается кузов. Таким образом, и здесь вес двигателя и сотрясения при его работе не передаются на раму кузова. Вал двигателя сцепляется зубчатыми колесами с поперечным валом *Б*, лежащим в подшипниках, укрепленных в боковых балках рамы тележки. Этот вал называется о т б о й н ы м. Отбойный вал соединяется сцепными дышлами *В* с колесами тележки. Тележка, несущая двигатель и приводимая им в движение, называется р а б о ч е й т е л е ж к о й.

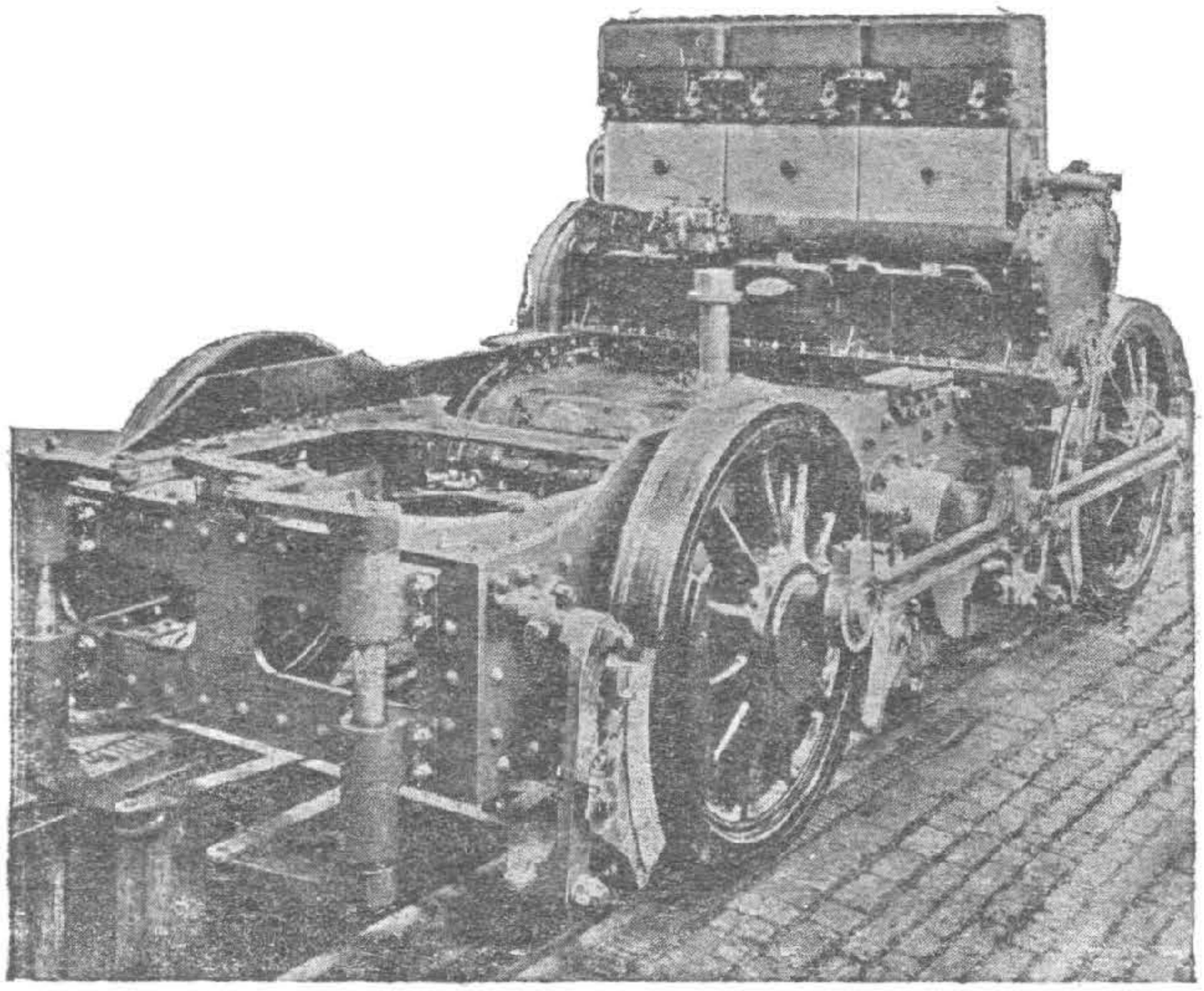


Рис. 355.

В нормальных условиях работы двигателя внутреннего сгорания скорость вращения коренного вала его и вместе с тем его мощность почти постоянны, а скорость движения вагона должна изменяться. Поэтому между коренным валом двигателя и ведущими осями автомотрисы включается особый механизм, который позволяет менять скорость движения. Этот механизм, называемый п е р е д а ч е й, делают различных систем: механический, электрический, пневматический, гидравлический. Наибольшее распространение получила м е х а н и ч е с к а я п е р е д а ч а, изображенная схематически на рис. 353 и 354.

Главную часть передаточного механизма составляет к о р о б к а с к о р о с т е й, изображенная на рис. 356. Коробка скоростей состоит из нескольких пар зубчатых колес, находящихся в постоянном зацеплении между собою. Каждая пара зубчатых колес может сцепляться помощью муфты с коренным валом двигателя. В зависимости от того, какую скорость нужно сообщить вагону, сцепляют с движущими валами ту или иную пару зубчатых колес, которые и передают вращение от коренного вала двигателя отбойному валу. Отбойный вал сцепляется одной парой зубчатых колес с промежуточным валом, на котором сидят зубчатые колеса, сцепляющиеся с зубчатыми колесами коренного вала.

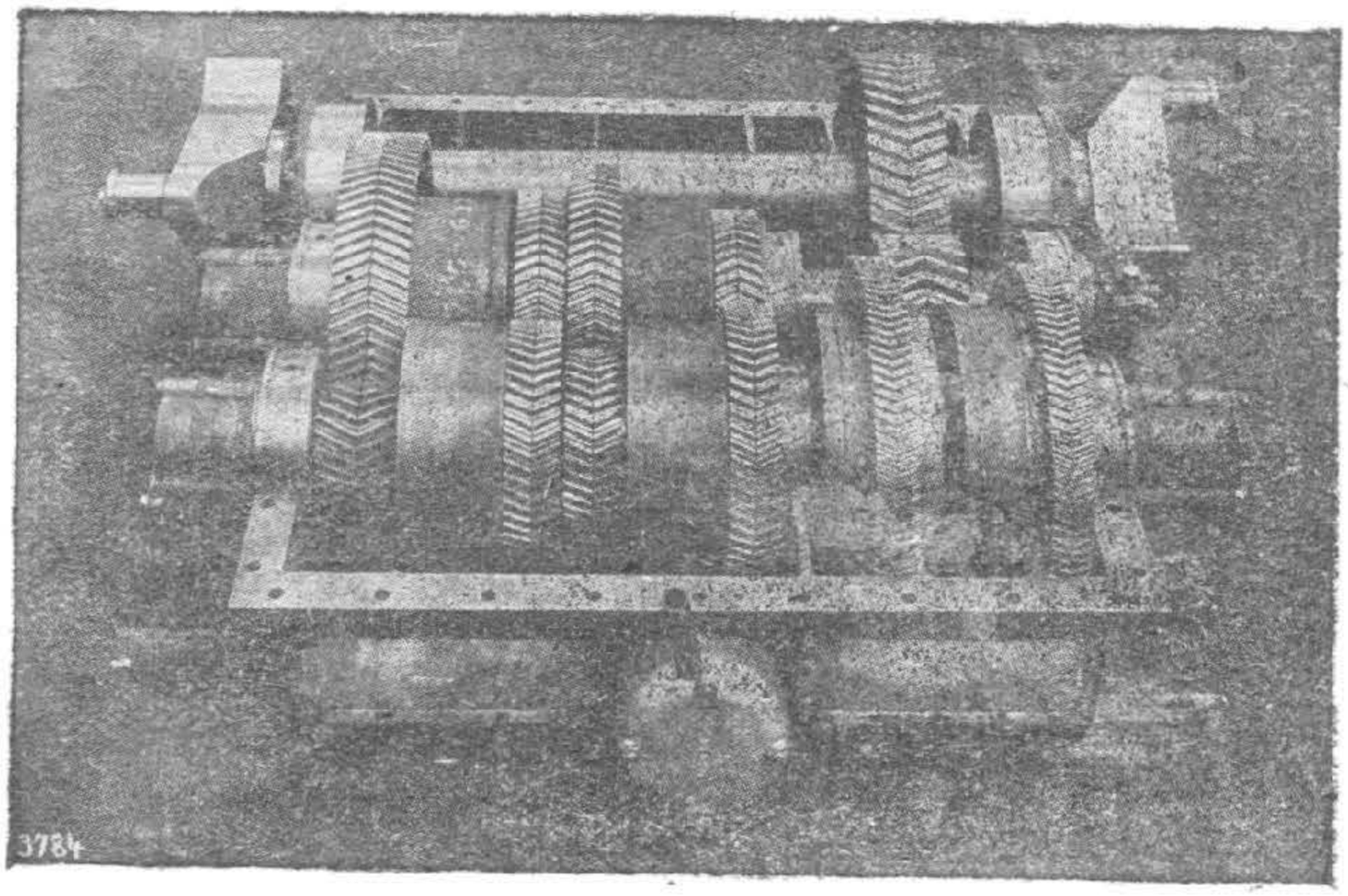


Рис. 356.

Двигатель, располагаясь на тележке или на люльке, выступает верхними своими частями над полом вагона и закрывается соответствующим кожухом. Площадь пола, занимаемая двигателем, весьма невелика. Остальная часть используется полностью для устройства скамей для пассажиров. По обоим концам вагона устанавливаются приборы для управления вагоном. К этим приборам относятся: 1) рычаг для приве-

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

дения в движение вагона и изменения скорости хода его, 2) рычаг для изменения направления движения, 3) кран воздушного тормоза и 4) маховик ручного тормоза.

Наши автомотрисы последних заказов имеются на 2 и на 4 осях. В 2-осных автомотрисах—4-цилиндровый двигатель Дизеля на 90 л. с. Вместимость их 57 пассажиров. Скорость хода 45 *км/час*. В 4-осных автомотрисах—6-цилиндровый двигатель Дизеля на 120 л. с. Вместимость их 90 пассажиров. Скорость хода 74 *км/час*.

На некоторых заграничных дорогах применяются не только пассажирские автомотрисы, но и товарные в виде крытых вагонов и в виде платформ.

К классу автовагонов относятся автодрезины и автомашины. А в т о д р е з и н а представляет собою упрощенную конструкцию автомотрисы. Она имеет гораздо меньшие размеры и легкий бензиновый двигатель до 5 л. с. Вес ее обычно такой, что дает возможность едущим снять ее с рельсов для пропуска поезда. А в т о м а ш и н а представляет собою автомобиль, поставленный на вагонные колеса для передвижения по рельсам. Она используется обычно так же, как и дрезина, для служебных поездок.

РАЗДЕЛ IX

ОТОПЛЕНИЕ ВАГОНОВ

А. Простые системы отопления

105. Классификация систем отопления

Наиболее распространенным отоплением, находившим широкое применение на всех русских и заграничных дорогах до введения более усовершенствованных систем и применяющимся также в настоящее время для вагонов-теплушек, является п е ч н о е о т о п л е н и е.

Более совершенным представляется в о з д у ш н о е о т о п л е н и е, при котором печью нагревается воздух, заключенный в особой камере, а затем нагретый воздух поступает в вагон. Это отопление имеет то преимущество перед печным, что распределение тепла в вагоне более равномерно и устраняется непосредственное действие на пассажиров лучистой теплоты, выделяемой печью. Но уход за этой системой отопления более сложен. Такое отопление применялось на финляндских, некоторых прусских и швейцарских дорогах.

Несравненно выше предыдущих систем стоят п а р о в о е и в о д я н о е о т о п л е н и я вагонов. Эти системы отопления известны на железных дорогах с давних пор. Например, паровое отопление применено впервые на русских дорогах еще в 1868 г., но только лишь с 1900 г. оно получило большое распространение. Паровое и водяное отопления являются достаточно энергичными способами нагревания вагонов и в состоянии поддерживать удовлетворительную температуру в вагоне даже при самой низкой наружной температуре воздуха. Распределение тепла в вагоне происходит несравненно равномернее, нежели при печном. При печном отоплении внизу, у пола вагона, обычно холодно, как бы ни была раскалена печь, а в верхней части вагона жарко; между тем при паровом и водяном отоплениях большой разницы в температуре нижних и верхних слоев воздуха не наблюдается.

Паровое отопление применяется двух систем: с а м о с т о я т е л ь н о е и ц е н т р а л ь н о е. При самостоятельном отоплении паровой котел имеется в каждом вагоне. При центральном отоплении пар для отопления вагонов получается из паровозного котла или особого котла, установленного в отдельном вагоне.

Как самостоятельное, так и центральное отопления бывают в ы с о к о г о д а в л е н и я и н и з к о г о д а в л е н и я. При отоплении высокого давления пар поступающий в трубы отопления, имеет давление около 2 *ат*, а при отоплении низкого давления пар поступает в трубы отопления с давлением ниже 1 *ат*, для чего предварительно впуска пара в трубы давление его понижается при помощи особых приборов,

Центральное отопление имеет свои преимущества и недостатки, которые ставят его в некоторых случаях выше а в других ниже самостоятельного отопления.

В целях регулировки температуры в вагонах и улучшения качества отопления в других отношениях стали применяться на некоторых заграничных дорогах п а р о в о д я н о е и п а р о в о з д у ш н о е о т о п л е н и я.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

В паровоздушной системе отопления пар, служащий для нагревания труб, смешивается с воздухом при помощи особых приборов, причем увеличением или уменьшением количества воздуха, добавляемого к пару, производится регулирование отопления. При пароводяном отоплении вода, служащая для нагревания приборов отопления, нагревается паром.

Как исключение встречается газовое и электрическое отопление. Газовое отопление опасно в пожарном отношении, дорого и требует длительного ухода. Оно применяется на некоторых бельгийских дорогах, причем для отопления используется тот же газ, что и для освещения. Электрическое отопление безопасно в пожарном отношении и более удобно, но оно недостаточно энергично и требует большого расхода электрической энергии.

106. Печное отопление

Печи, устанавливаемые в вагонах-теплушках, делаются из железа или чугуна и имеют цилиндрическую форму. На наших дорогах имеются печи типов, изображен-

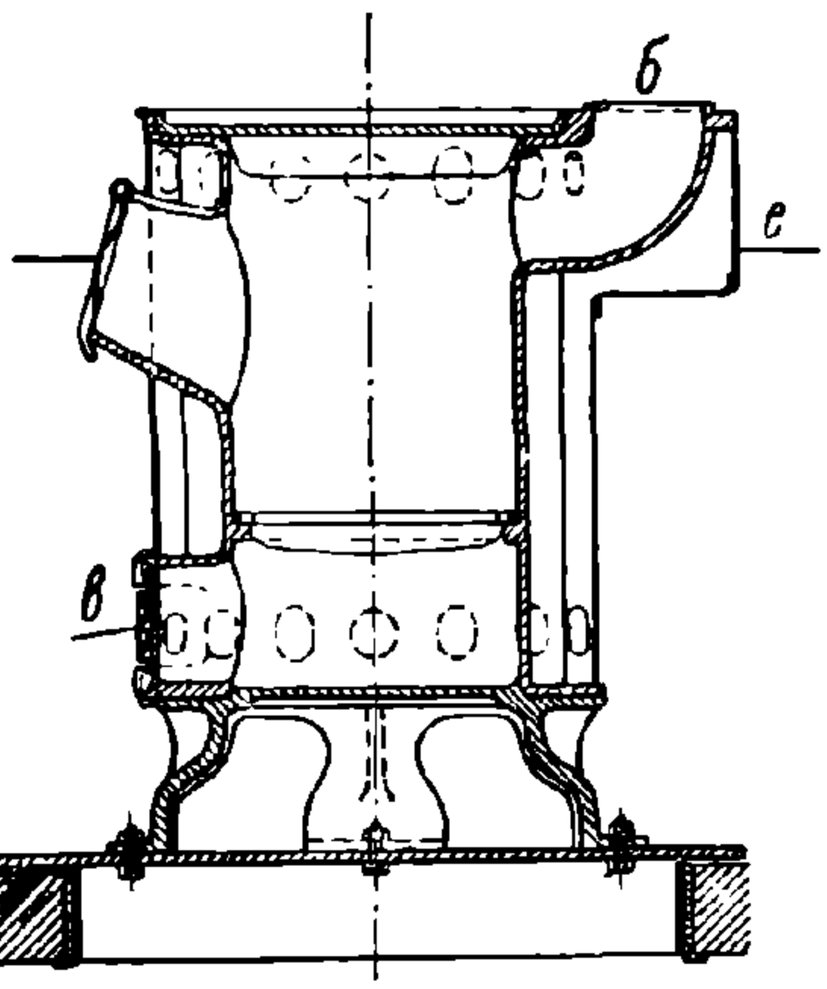


Рис. 357.

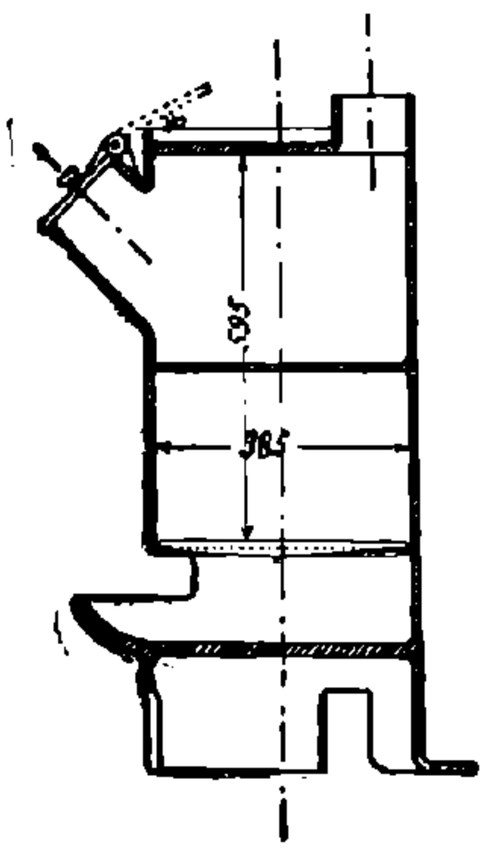


Рис. 358.

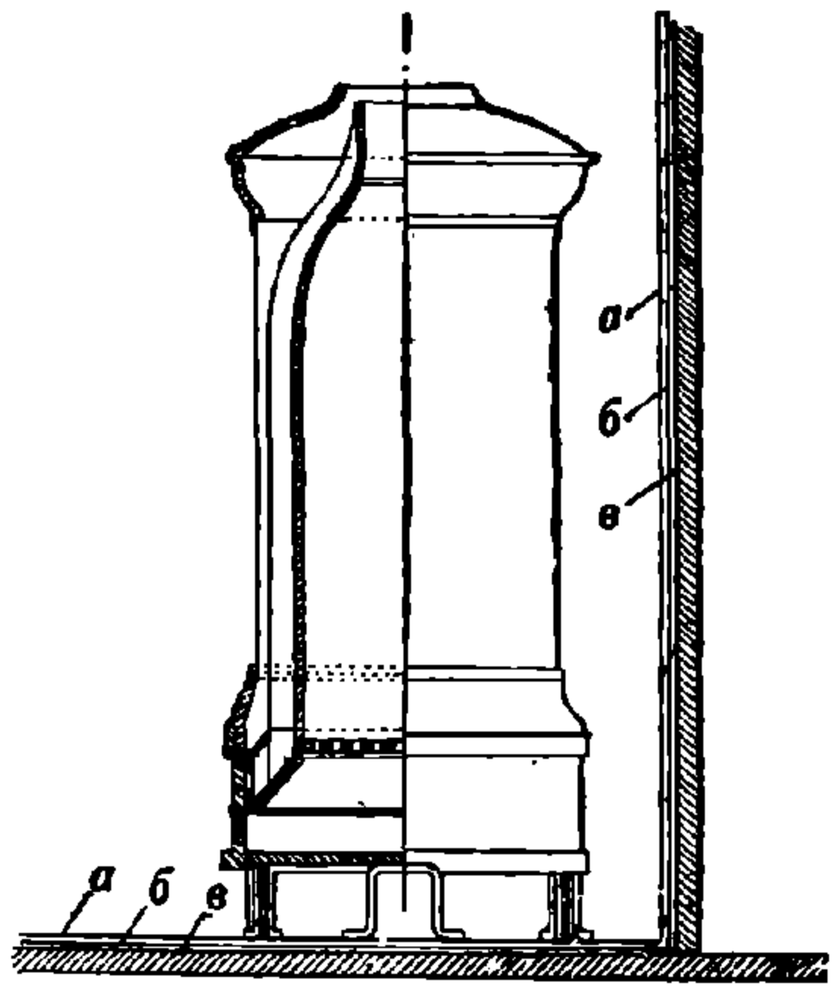


Рис. 359.

ных на рис. 357, 358, 359. Для предупреждения раскаливания стенок печи она выкладывается внутри огнеупорным кирпичом. Снаружи печь окружается обшивкой (кожухом) из листового железа, вытяжная труба также окружается обшивкой с отверстиями в верхней части. В крыше труба пропускается наружу через особую разделку, предохраняющую крышу вагона от загорания. Разделка представляет кольцевую железную коробку (рис. 360), наполненную песком. Прилегающие к печи части боковой стенки вагона (рис. 359), а также спинки сидений обиваются кровельным железом *а*, наложенным по азбесту *б* на деревянную раму *в* с отверстиями так, чтобы между листом железа и стенкой мог свободно циркулировать воздух, содействуя охлаждению.

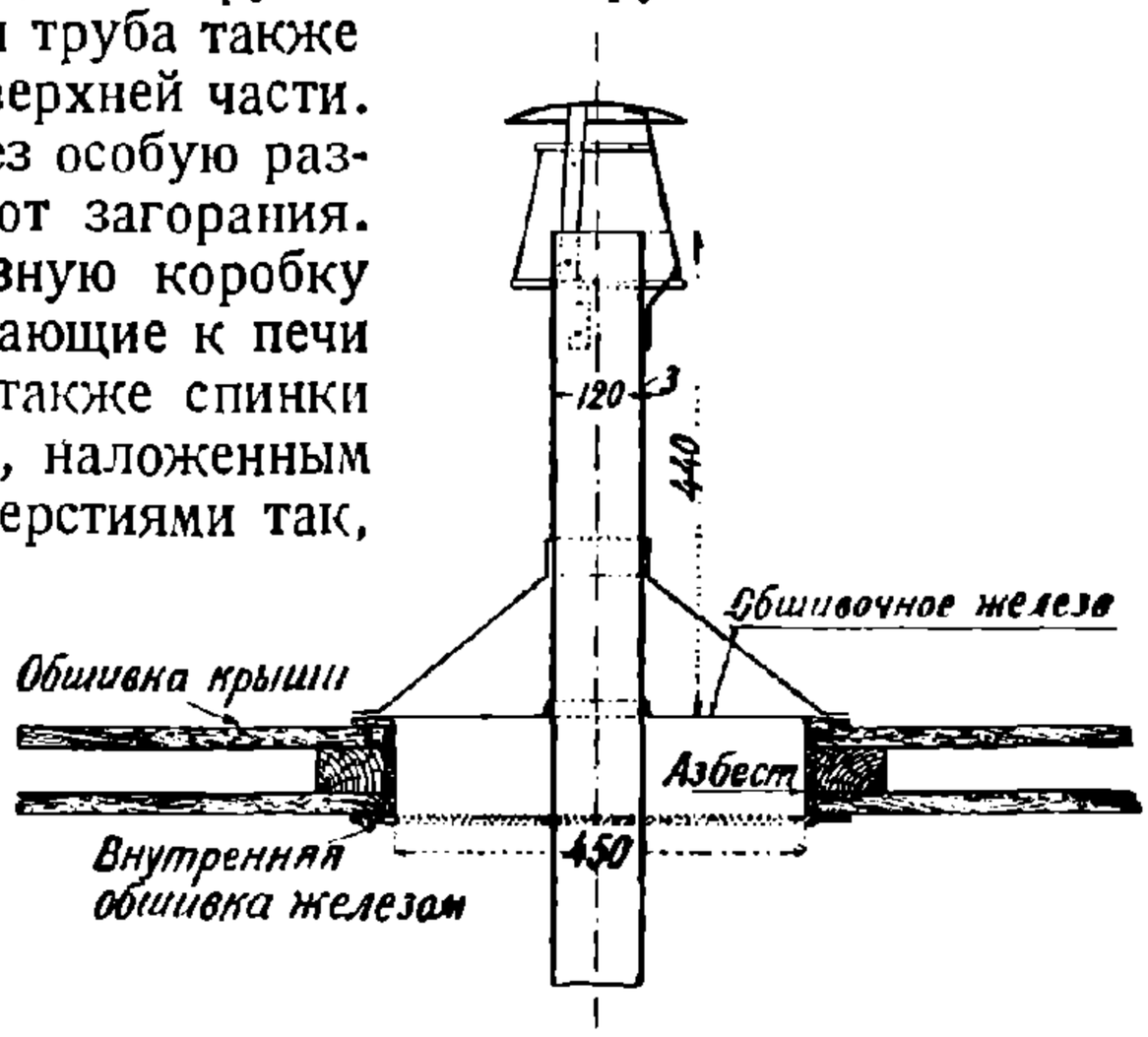


Рис. 360.

Корпус печи снабжается внизу ножками такой высоты, чтобы расстояние между полом и днищем печи (или поддувалом) было не менее 100 *мм*. В верхней части корпуса печи имеется топочное отверстие с дверкой, а в нижней части—поддувальное отверстие с дверкой.

Над поддувалом внутри печи сделаны специальные выступы, на которые устанавливается чугунная колосниковая решетка. Колосниковая решетка большею частью остоит из двух половин, но бывают также и цельные решетки.

НБ УДУТ (ДІІТ)

Печи укрепляются на полу болтами с гайками.

Пол в месте установки печи (рис. 359) покрывается азбестовым картоном *б*, а поверх него листом кровельного железа *а*.

В вагонах-теплушках печь ставится посреди вагона, а вокруг нее—заграждение из полосового железа.

Для отопления печей применяются самые разнообразные сорта топлива: дрова, каменнный уголь, антрацит, полуантрацит.

Удобства печного отопления составляют: простота и дешевизна первоначального устройства, простота и дешевизна ухода и содержания, быстрое нагревание вагона. Недостатки же его следующие: очень большая неравномерность температуры, загрязнение вагона, порча воздуха, опасность в пожарном отношении. Так как печи нагревают главным образом лучистой теплотой, то отопление вагонов с отделениями совершенно невозможно одной печью.

107. Отопление гретым воздухом

Обыкновенная вагонная печь окружается снаружи двойным кожухом из листового железа по всей высоте так, что между печью и кожухом образуется пустое кольцеобразное пространство (рис. 361). В это пространство поступает снаружи вагона воздух посредством воронки *Б*, которою оканчивается кожух топки, проходя через пол вагона. Воронка эта подвижная и устанавливается своим отверстием в сторону движения поезда. При движении поезда воздух вгоняется в это отверстие с достаточной скоростью, проходит в промежуток между печью и кожухом, нагревается, поднимается кверху, огибает внутреннюю стенку кожуха, а затем входит в вагон трубами *В*, расположенными на полу под сиденьями. Вдоль одной продольной стенки вагона идет главная труба, а от нее отходят под сидения трубы меньшего диаметра, расположенные несколько наклонно к первой. Диаметры этих труб различны, смотря по расстоянию их от печи: чем дальше от печи, тем диаметр трубы больше.

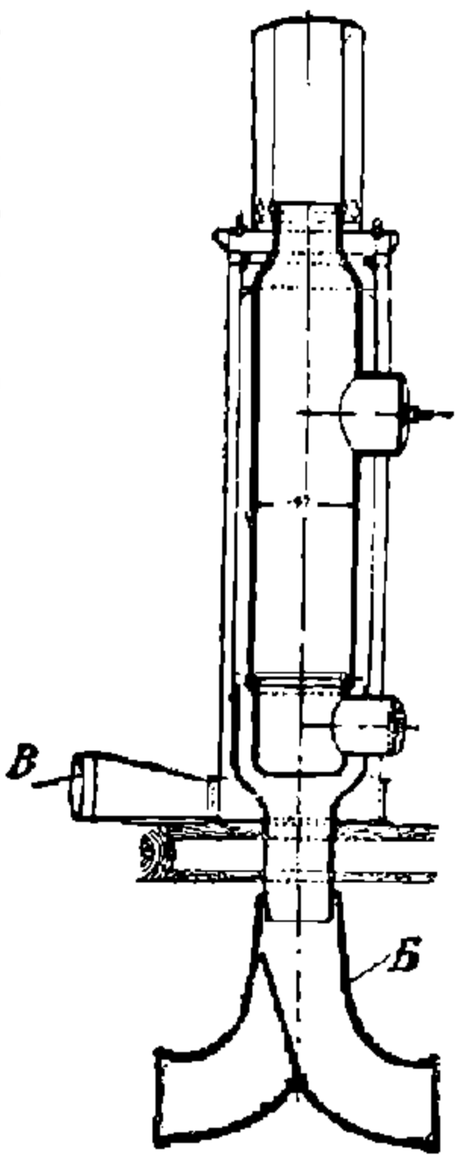


Рис. 361.

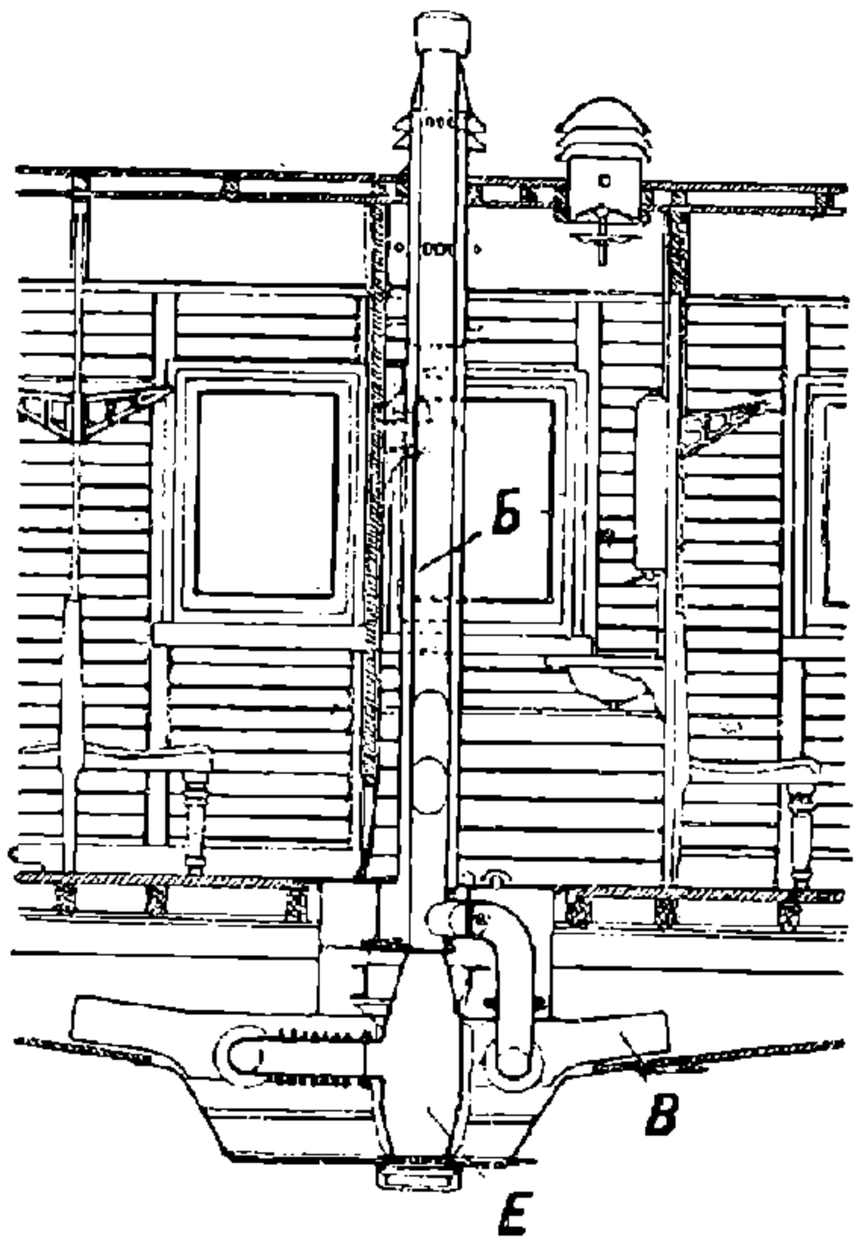


Рис. 362.

Для того, чтобы на стоянке поезда не было обратной тяги теплого воздуха из вагона по воздухопроводным каналам, устраивается в нагревательной трубе у печи клапан, открывающийся при вдувании воздуха и закрывающийся при обратной тяге.

В изотермических вагонах САСШ прибор для нагревания воздуха помещается под вагоном в особом ящике (рис. 362). Посредине этого ящика имеется камера *В* из листового железа, в которой помещается печка *Е* с ребристой горизонтальной трубой и дымовой трубой *Б*, окруженной железным кожухом. В промежутке между дымовой трубой и ее кожухом циркулирует воздух. При движении вагона воздух вгоняется в камеру *В*, где он согревается и затем входит в вагон через отверстия, сделанные в полу вагона над ящиком, в котором помещается камера *В*. Это отопление носит название системы Моринга.

Устройство воздушного отопления—простое и не дорогое, но возможно только в коротких вагонах и требует внимательного ухода. В пассажирских вагонах оно теперь не применяется, в некоторых же изотермических вагонах САСШ оно встречается.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

108. Водяное отопление

Устройство водяного отопления заключается в том, что в особом отделении вагона устанавливается печь, в которой нагревается вода; от печи отходят в вагон н а г р е в а т е л ь н ы е т р у б ы. Эти трубы прокладываются вдоль стен вагона. Проходя по трубам, горячая вода отдает свое тепло стенкам труб и окружающему их воздуху и постепенно охлаждается. Охлажденная вода возвращается в котел, снова нагревается и опять поступает в нагревательные трубы. Таким образом, происходит непрерывное нагревание воды, движение ее по трубам, охлаждение и возвращение в котел. Движение воды, или, иначе говоря, циркуляция воды, происходит вследствие того, что вода от нагревания расширяется, становится относительно легче холодной воды, вследствие чего поднимается в верхнюю часть печи, а оттуда поступает в трубы. На ее место поступает в котел более тяжелая охлажденная вода из нагревательных труб, примыкающих к нижней части печи.

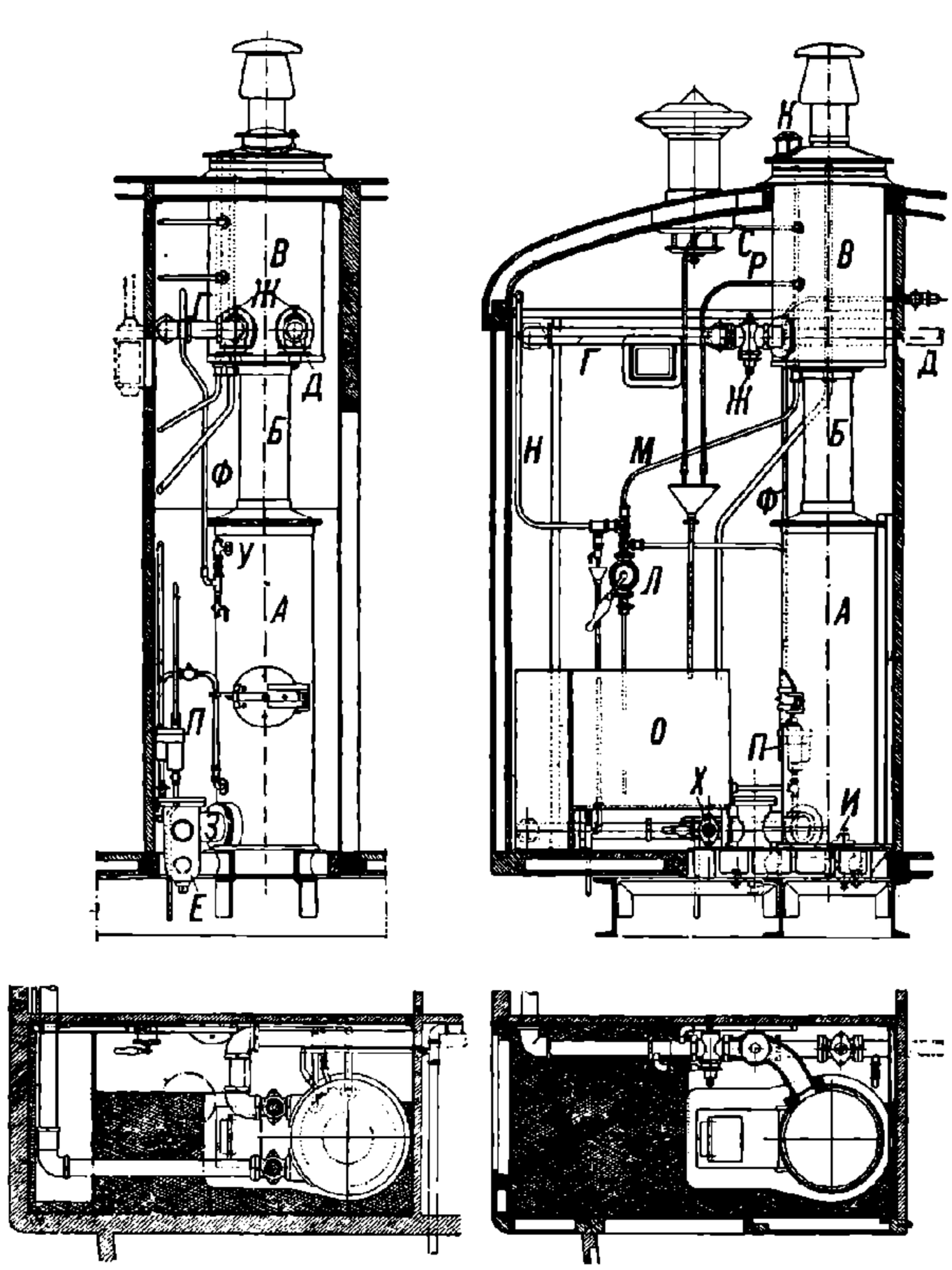


Рис. 363.

В о д я н а я п е ч ь *А* (рис. 363) имеет вид котла с внутренней цилиндрической топкой, от которой идет вертикальная дымовая труба *Б*, пропущенная через крышу вагона. Над печью в крыше вагона устанавливается р е з е р в у а р - р а с ш и р и т е л ь *В* таким образом, что через него проходит дымовая труба. Вода, нагреваясь в печи, поднимается в расширитель, откуда поступает в нагревательные трубы *Г* и *Д*. Расширитель представляет собой водяной бак, снабженный наверху крышкой или воронкой, через которую можно наполнять его водою. Расширитель ставится для того, чтобы пар и воздух, выделяющиеся при нагревании воды, могли свободно выходить наружу и не мешали бы циркуляции воды.

Расширитель соединяется с водяным пространством печи посредством трубы, охватывающей дымовую трубу, или посредством отдельной трубы. От расширителя идут две самостоятельные нагревательные трубы вдоль каждой долевой стенки вагона.

Каждая нагревательная ветвь, отходящая от расширителя, идет поверху до противоположной стенки вагона, затем опускается вниз и возвращается к печи понизу вдоль той же стенки двумя трубами, которые вблизи печи снова соединяются в одну трубу, входящую в г р я з е в и к *Е*. Охлажденная в трубах отопления вода оставляет в грязевике часть имеющихся в ней осадков и поступает по соединительной трубе *З* в нижнюю часть водяной печи. В начале каждой нагревательной ветви, близ расширителя, находятся в е н т и л и или краны *Ж*, с помощью которых можно уменьшать и прекращать впуск воды в трубы, а в конце каждой ветви у печи устанавливается т р е х х о д о в о й к р а н *И*, с помощью которого можно разобщать трубу с водяным пространством печи и спускать воду из нагревательной ветви по отходящей от нее наружу с п у с к н о й т р у б е. На верхней части нагревательных труб, расположенных в нижней части вагона, имеются небольшие к р а н и к и, служащие для выпуска скопляющегося в трубах воздуха. Наверху расширителя имеется отвер-

НЕ УДУНГ (ДІПТ)

стие, снабженное воронкой *К* для наполнения водой расширителя и всех приборов отопления.

Вблизи водяной печи установлен насос *Л*, которым можно подавать воду из водяного резервуара *О* либо в расширитель (по трубе *М*), либо в бак уборной (по трубе *Н*). Другой насос *П* служит для усиления циркуляции в трубах, о чем будет сказано в следующем параграфе.

Из средней части расширителя отходят трубки *Р* и *С*, снабженные внизу краниками и служащие для проверки уровня воды в расширителе. Из верхней части расширителя ведет в резервуар *О* труба *Т*, по которой стекает из расширителя избыток воды в случае его переполнения. К верхней части печи *А* присоединен патрубок *У*, снабженный вентилем, к которому присоединена труба *Ф*, отходящая от проходящей через вагон паропроводной трубы. При помощи этой трубы можно в случае надобности согревать воду в печи паром, получаемым либо из парового котла соседнего вагона, либо из парового котла центрального отопления.

Топка водяной печи делается из котельного железа толщиною 7 *мм*, а ее кожух, труба и расширитель—из железа толщиною 4 *мм*. Диаметр верхних одиночных нагревательных труб—обычно 55—57 *мм*, а нижних (двойных)—44—51 мм. Нижние трубы ставят теперь овальные, размером 63/127 мм.

В новой системе водяного отопления, разработанной заводом им. Егорова, рядом с расширителем, выше уровня верхних труб, устанавливается дополнительный водяной бак, соединенный трубой с нижней частью котла и служащий для автоматического пополнения в котле испарившейся воды.

При правильном ведении топки вода не доводится до кипения, и тогда трубы отопления не нагреваются свыше 60—70°. В этом заключается преимущество водяного отопления, так как трубы можно не ограждать и не изолировать, а главное—пыль, оседающая на них, не пригорает и не портит воздуха. Воздух же нагревается умеренно. Если же воду в расширителе доводить до кипения, то в трубы отопления вода поступает с паром, вследствие чего в трубах получается характерный стук, беспокоящий пассажиров, а трубы чрезмерно нагреваются.

Трубы, идущие от расширителя, иначе называемые верхними, имеют уклон от печи, а возвратные или нижние имеют обратный уклон к печи. Уклон дается для улучшения циркуляции и возможности спустить всю воду из труб в случае прекращения отопления.

109. Действие водяного отопления

Основным условием удовлетворительного действия водяного отопления является надлежащая циркуляция воды в трубах. Если вода проходит по трубам очень медленно, то она сильно остывает и трубы слабо нагреваются. Если же вода движется быстро, то она не успевает сильно охлаждаться и трубы будут горячие даже в самых низких и отдаленных от котла частях. Поэтому, если вода в котле горячая, а трубы плохо нагреваются, то это показывает, что циркуляция воды в трубах слаба и что необходимо для более сильного нагревания труб усилить циркуляцию воды в них.

Для усиления циркуляции воды полезно выпустить часть воды через нижний спускной кран. Это делают несколько раз под ряд небольшими порциями, благодаря чему трубы очищаются и циркуляция улучшается. Чтобы при этом не терялась вода, ее спускают в ведро и затем выливают через воронку в расширитель. Эта операция называется перепусканием воды.

Иногда в начале отопления воздух, скопившийся в трубах, препятствует циркуляции воды. Чтобы его удалить, необходимо открыть воздушные краники, а при отсутствии их—выпустить небольшое количество воды через спускной кран *И*. Если после этого циркуляции в трубах не будет или она будет очень слаба, то это свидетельствует о засорении труб. При незначительном засорении труб может помочь перепускание воды. Еще лучше поступить следующим образом. Верхние вентили или краны *Ж* у расширителя оставить открытыми, а нижние *Х* у котла закрыть и открыть спускные краны. Вначале через кран будет вытекать грязная вода, но затем должна появиться чистая вода, вытекающая полным напором. После этого закрыть верхние вентили и открыть нижние—у печи. Когда

НБ УДИТ (ДИТ)

начнет вытекать чистая вода, спускной кран нужно закрыть и продолжать отопление, добавив воды в расширитель, если же вытекающая через спускной кран вода будет все время грязная или будет вытекать под слабым напором, то необходимо промыть трубы и печь.

Большой недостаток водяного отопления составляет образование накипи в трубах, засорение их и замерзание.

Засорение труб водяного отопления происходит от попадания с водою в расширитель камешков, кусочков дерева. Кроме того, если расширитель оставался продолжительное время опорожненным, то внутренняя поверхность его покрывается ржавчиной, которая при наполнении расширителя водою отстает от поверхности и с водой попадает в трубы. Особенно часто засоряются трубы водяного отопления, если они прикреплены ко дну расширителя. В таком случае сор оседает в первом от расширителя колене и прекращает циркуляцию. Если циркуляционная труба прикрепляется не ко дну расширителя, а к боковой поверхности, то ржавчина и прочие нечистоты оседают на дно расширителя и там остаются до очистки. Следует также закрывать входное отверстие трубы металлической сеткой для задерживания сора.

При небольшом засорении, которое обнаруживается в том, что трубы слабо нагреваются, помогает выпускание воды из труб через спускной кран *И* и наполнение их свежей водой. При большом засорении, когда трубы совсем или на некотором расстоянии не нагреваются, следует немедленно промыть их, в противном случае они замерзнут.

Замерзание труб водяного отопления происходит также и вследствие ухода воды из расширителя и несвоевременного пополнения его, а также вследствие слабого огня в топке.

Температура воды, циркулирующей в трубах по выходе из расширителя, постепенно понижается, так что темпепатура в отделениях, расположенных дальше от печи, ниже чем в ближайших отделениях. Этот недостаток можно несколько парализовать увеличением поверхности нагрева приборов отопления соответствующих отделений.

К недостаткам водяного отопления нужно отнести еще то, что нагревательные, более теплые трубы находятся вверху, а возвратные, более холодные—внизу. Вследствие этого существующая всегда естественная разница в температуре нижних и верхних слоев воздуха еще более увеличивается.

Для того, чтобы верхние трубы не нагревали верхние теплые слои воздуха, они тщательно изолируются по всей своей длине. Этим достигается также то, что в наиболее отдаленные от печи нагревательные приборы доставляется более горячая вода.

В случае отсутствия или плохой изоляции верхней трубы для усиления циркуляции воды в трубах можно пользоваться ручным насосом *П*, который соединяется трубками с нижней нагревательной трубой и с водяной печью. Закрыв нижний запорный кран *Х* и приведя в действие насос *П*, можно перекачивать воду из труб в печь.

Регулирование температуры при водяном отоплении весьма несовершенно. Если температура сильно повысилась, то для уменьшения нагревания труб нужно уменьшить огонь в топке, закрыв поддувало или прекратив подбрасывания топлива. Кроме того, можно временно закрыть нижний кран нагревательной трубы у печи, чтобы прекратить на некоторое время циркуляцию воды в трубах. Закрывать же верхние вентили у расширителя и таким образом разъединять нагревательные трубы от расширителя не следует, так как при недосмотре может произойти значительное охлаждение труб, что при сильных морозах небезопасно в отношении замерзания.

Если температура в вагоне понизилась ниже 15° С, то нужно увеличить огонь в топке и усилить циркуляцию воды в трубах путем перепускания воды, если это понадобится.

Растопка водяного отопления требует продолжительного времени и должна производиться в теплом помещении. При отсутствии теплого помещения приборы отопления следует наполнять горячей водой или до заправки прогреть их паром. Это необходимо делать во избежание замерзания труб.

При отсутствии горячей воды заправку водяного отопления нужно производить следующим образом. Наложив дрова в печь, закрывают вентили у расширителя и у

УНБ УДУНТ (ДІІТ)

печи и открывают спускной кран; после этого наполняют печь водою через расширитель и немедленно поджигают дрова, а когда они разгорятся, подкладывается уголь.

Расширитель должен быть наполнен водою до верхнего пробного крана. Когда вода хорошо прогреется и начнет шуметь не только в печи, но и в расширителе, тогда пускают воду в одну из нагревательных труб, для чего предварительно открывается верхний воздушный краник на нагревательной трубе, а затем нижний вентиль у печи. Вода, поступая из печи через этот вентиль в нагревательную трубу, вытесняет из нее через открытый краник воздух и заполняет ее. После этого открывается верхний вентиль у расширителя и расширитель пополняется водою до верхнего пробного крана. Температура воды в печи понизится и она перестанет шуметь, но в дальнейшем, при поддержании хорошего огня в топке, она снова зашумит. Тогда таким же порядком пускают воду во вторую нагревательную трубу и снова пополняют воду в расширителе до верхнего пробного крана.

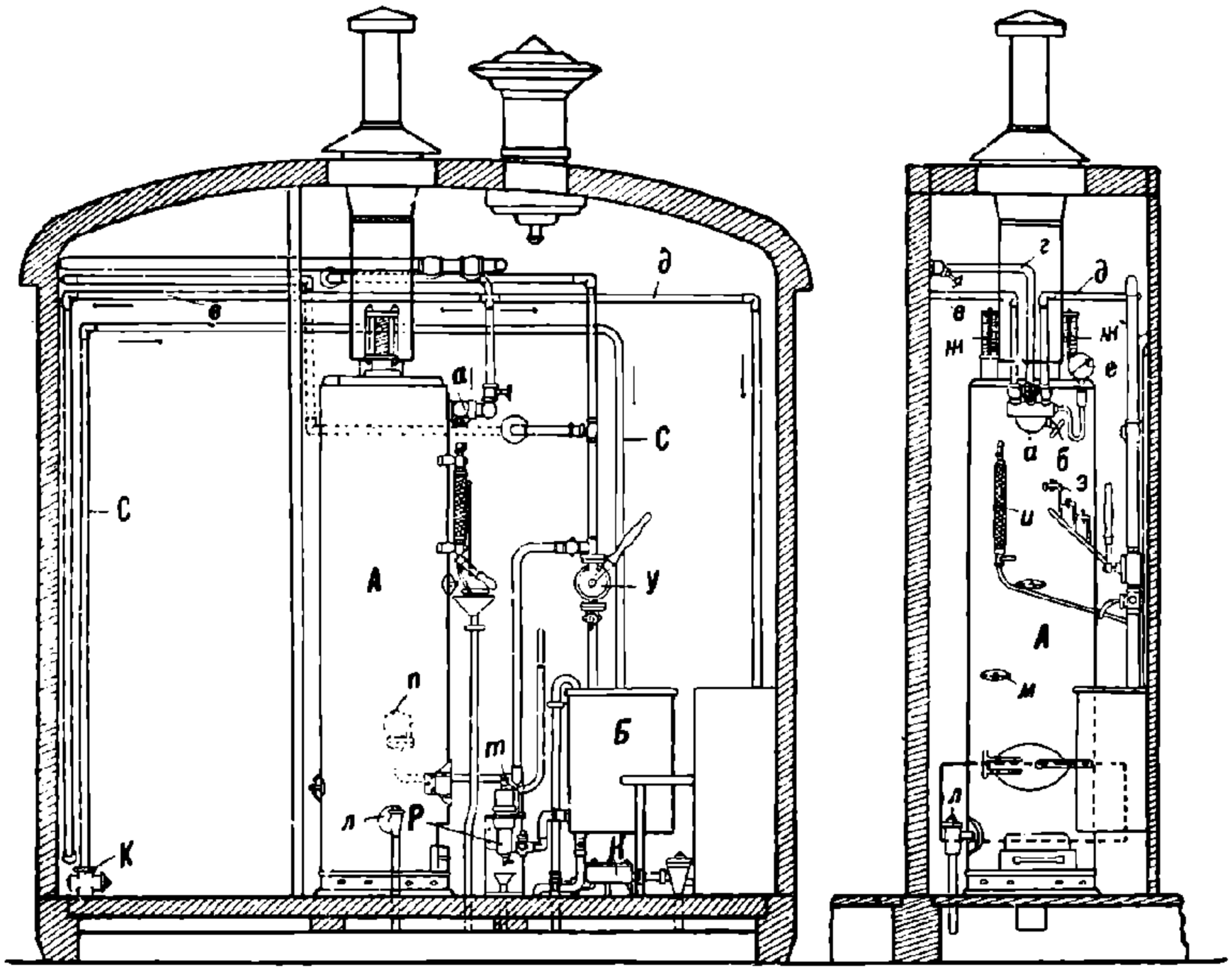


Рис. 364.

При отоплении вода не должна доводиться до кипения, так как при кипении вода быстро расходуется как вследствие парообразования и выхода пара наружу через отверстия в крышке расширителя, так и вследствие выбрасывания воды из расширителя. Если в расширителе не будет воды, то прекратится циркуляция в трубах.

В дальнейшем при продолжении испарения воды в котле может обнажиться потолок топки и произойдет повреждение, называемое поджогом топки.

В случае необходимости охладить водяное отопление нужно, потушив огонь в топке, спустить воду сперва из труб, для чего открыть все спускные трубы и воздушные краники; затем спускают воду из печи и расширителя, из запасного бака, насоса и других резервуаров, в которых имеется вода.

110. Устройство самостоятельного парового отопления высокого давления

Пар, служащий для отопления вагона, получается в котле *А* (рис. 364 и 365), установленном в котельном отделении вагона, и поступает в нагревательные трубы *в* и *д*, отходящие от котла. Нагревательные трубы вблизи котла спускаются вниз к полу и идут двумя ветвями вдоль продольных стен вагона. Дойдя до конца вагона, они возвращаются вдоль тех же стен по низу, затем, дойдя до котельного отделения, поднимаются вверх и направляются к водяному баку *Б*, в котором собирается конденсационная вода. Каждая нагревательная труба, по

НВ УДУНТ (ДИТ)

которой пар протекает в обратном направлении в сторону водяного бака, снабжается вблизи котла водоотводчиком *К*. Водоотводчик отделяет конденсационную воду от пара и проталкивает ее в трубу *С*, ведущую в водяной бак *Б*. Иногда для упрощения ухода за приборами отопления водоотводчиков не ставят, но это вызывает увеличение расхода пара.

Паровой котел, изображенный в разрезе на рис. 366, состоит из топки *а* и кожуха *в*, склепанных или сваренных из листов котельного железа толщиною 8 *мм*. Внизу топка и кожух соединяются обвязочным железным кольцом *е*. Вокруг топочного отверстия также прокладывается железное кольцо *р*. От топки отходит дымовая труба *О*, проходящая через горловину кожуха и склепанная с ним в этом месте. Топка снабжена расположенными крестообразно кипятильными трубами *п*, в которых циркулирует вода. Колосниковая решетка *Л* топки лежит на кольце *М*, скрепленном с кольцом *е*.

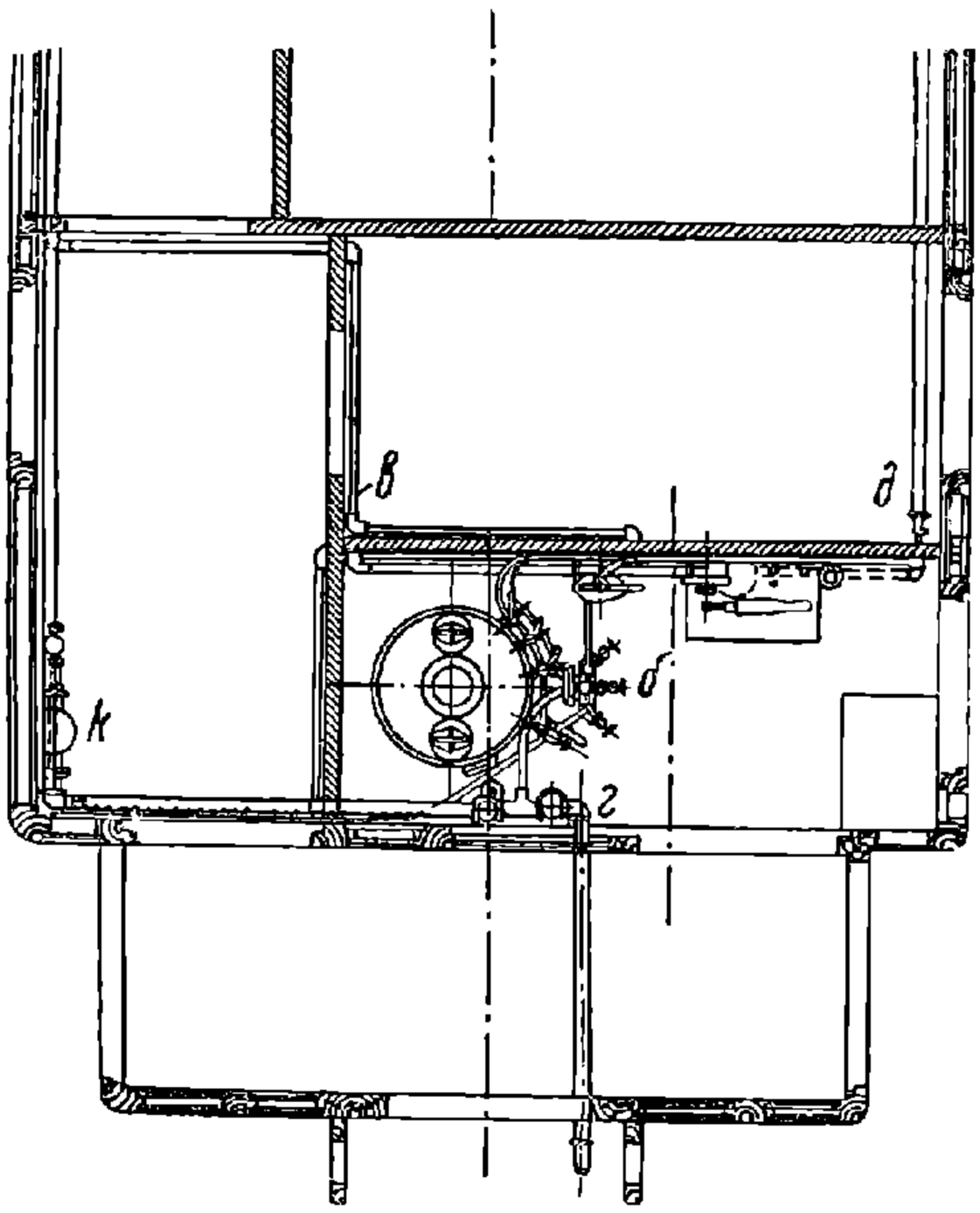


Рис. 365.

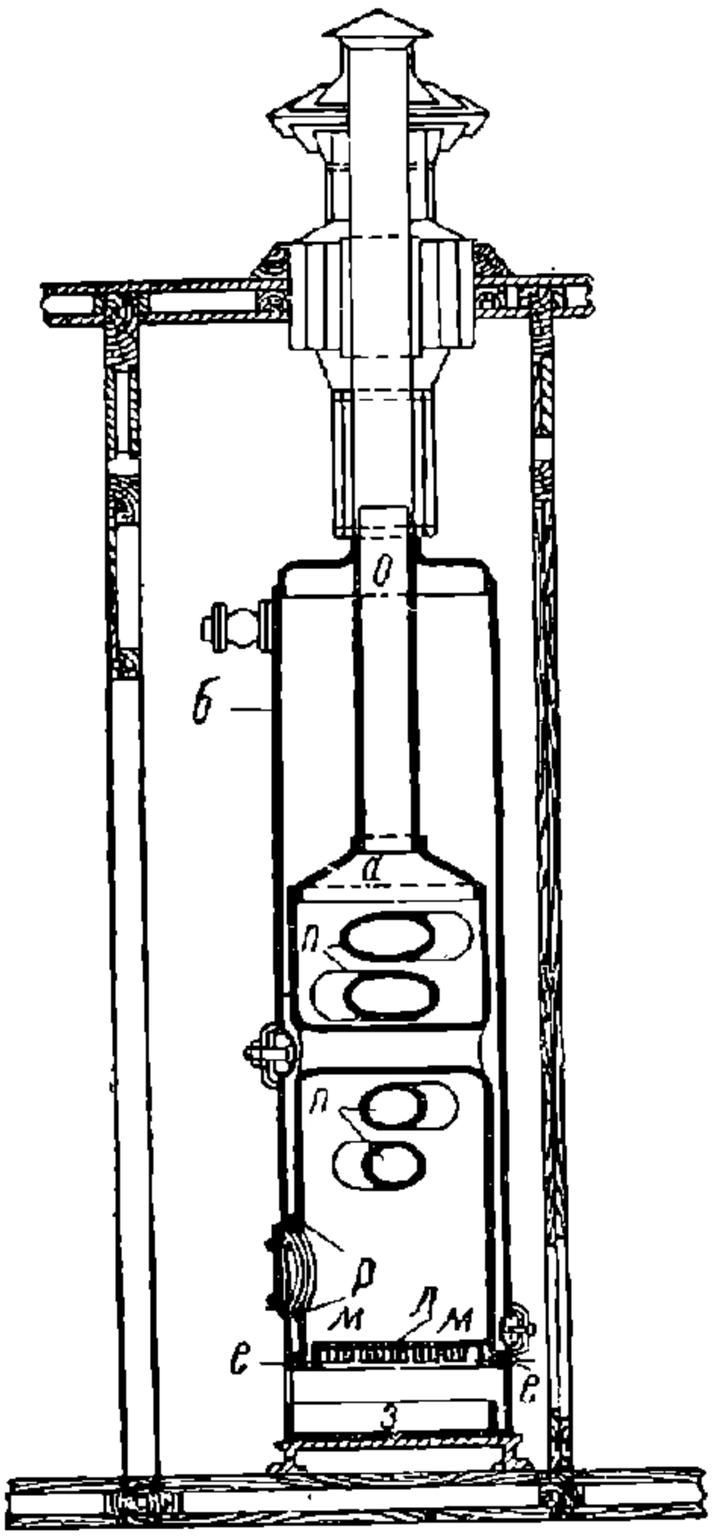


Рис. 366.

Под колосниковой решеткой помещается зольник *З*. Котел устанавливается на чугунном поддоне, причем под ним предварительно укладывается железный лист. В потолок (небо) топки ввинчена пробка, называемая предохранительной. В середине этой пробки сделано сквозное отверстие, заполненное легкоплавким металлом. В случае, если уровень воды в котле понизится настолко, что верхний конец пробки обнажится, то легкоплавкий металл расплавится и сквозь образовавшееся отверстие в пробке пар с водой будет с силой входить в топку и потушит огонь.

На котле установлена (рис. 364) паропараспределительная коробка *а* с вентилем *б*, от которой отходят три трубы *в*, *г* и *д*, снабженные запорными вентилями. По трубе *в* пар поступает в одну обогревательную ветвь, по трубе *д* в другую, а по трубе *г* в магистральную трубу, идущую внутри вагона поверху продольной стенки и выходящую через лобовые стенки наружу. По магистральной трубе можно пропускать пар для отопления соседних вагонов, для чего концы труб, выходящие из лобовых стенок рядом стоящих вагонов, соединяются резиновыми или металлическими рукавами.

Котел снабжен манометром *е*, двумя предохранительными клапанами *ж*, водопробными кранами *з*, водомерным стеклом *и*, люками *м*, служащими для очистки кипятильных труб, и спускным краном *л*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Для питания котла водою служит р у ч н о й н а с о с *Р* (рис. 364), подающий воду по трубе *т* через питательную коробку *п*. Обычно устанавливаются два насоса, из которых одним можно качать воду из бака для конденсационной воды, а другим—из запасного водяного резервуара. Эти же насосы служат для накачивания воды по трубам *д* в баки уборных.

Один из насосов—*Р*—обычно с к а л ь ч а т ы й (поршневый), а другой к р ы л ь ч а т ы й *У* (центробежный).

П о р ш н е в ы й н а с о с (рис. 367) имеет форму цилиндра *ц* с прилитой к нему коробкой *к*. В цилиндр вставлен поршень *п*, приводимый в движение вверх и вниз рукояткой *р*, соединенной с его стержнем *с*.

В отверстие цилиндра, через которое проходит поршень, устроен сальник *у*. В коробке *к* помещаются два клапана: всасывающий *щ* и нагнетательный *н*. В находящееся под всасывающим клапаном отверстие *о* ввинчивается трубка, подводящая воду к насосу, а в отверстии *м* укрепляется трубка, по которой вода нагнетается в котел. Отверстие *л*, находящееся в нижней части цилидра, служит для очистки цилиндра; оно закрывается пробкой, ввинчиваемой в него.

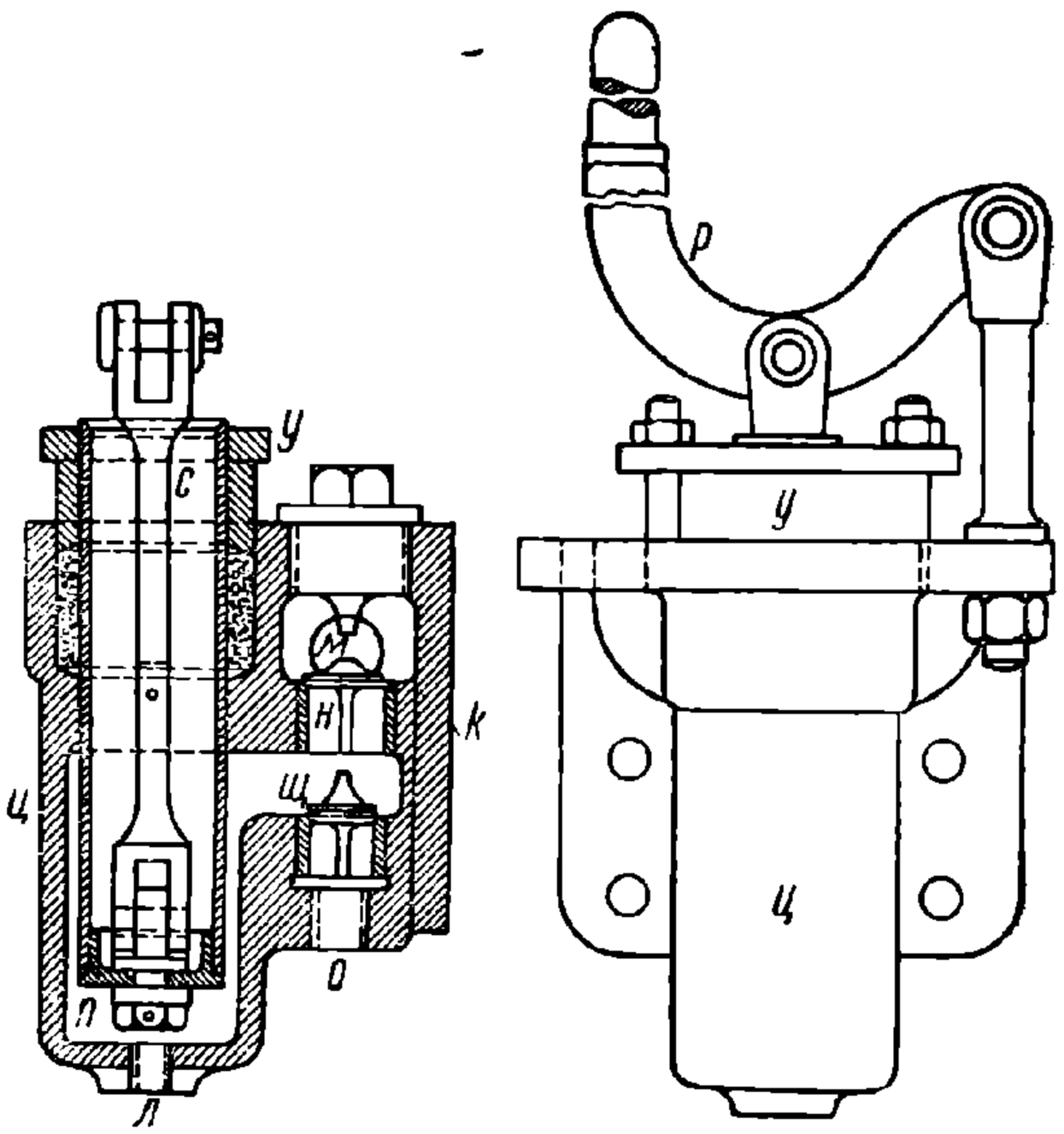


Рис. 367.

Крыльчатый насос (рис. 368) состоит из круглой чугунной коробки (корпуса) *а*, с крышкой *л* и двумя приливами *в* и *г*, к одному из которых *в* прикрепляется трубка, подводящая воду к насосу, а к другому *г*—трубка, подающая воду в котел. В коробке (рис. 368) над отверстием всасывающей трубы укреплена перегородка *з* с клапанами *а* и *б*, а на вал *и* насажена медная вращающаяся поперечина (поршень) *Е*, плотно прилегающая своими краями к внутренней поверхности коробки. На поршне устроены клапаны *е* и *о*. При качании рукоятки *Ж* вал *и* поворачивается вправо и влево, заставляя совершать такое же движение поршень *Е*. Вследствие вызываемого этим движением разрежения воздуха вода будет засасываться в коробку и, поднимая клапаны, переходить на верхнюю поверхность поршня и затем проталкиваться в нагнетательную трубку, по которой поступает в котел.

При движении поршня по часовой стрелке клапан *а* поднимается и вода всасывается в левую часть коробки. Затем при обратном движении поршня клапан *а* зкрывается, а клапаны *е* и *б* открываются. Через клапан *е* вода переходит на верхнюю поверхность поршня и потом поступает в нагнетательную трубу, а через клапан *б* вода всасывается под поршень и при обратном движении его поднимает клапан *о* и переходит на верхнюю поверхность поршня.

Крыльчатый насос служит обычно для наполнения котла при заправке, а также для накачивания воды в баки уборных. Изменение направления воды, подаваемой насосом, производится кранами *35*, *36* и *37* (рис. 369). При положении кранов, показанном на рис. 370, т. е. когда краны *35*, *36* и *37* закрыты, котел наполняется посредством скальчатого насоса, а при положении кранов, показанном на рис. 371, т. е. когда кран *35* открыт, краны же *36* и *37* закрыты, котел наполняется посредством крыльчатого насоса. Если же крыльчатым насосом наполняются баки уборных, то кран *35* закрывается а открывается один из кранов *36* или *37*, в зависимости от того, в какую уборную подается вода. При наполнении бака ближней уборной, открывается кран *37* (рис. 372), а при наполнении бака дальней уборной открывается кран *36* (рис. 373); другие два крана, показанные на рисунке, в это время остаются закрытыми.

НБ УДУНТ (ДНТ)

При движении пара по трубам часть его, охлаждаясь, превращается в воду, т. е. конденсируется. Конденсационная вода, как известно, с одной стороны, замедляет движение пара в трубах, а с другой—обладает малой теплопроводностью. Как то, так и другое уменьшает полезную теплоотдачу пара, поэтому конденсационную воду необходимо выводить из нагревательной сети. При свободном вытекании конденсационной воды из труб происходит непроизводительная трата пара, выходящего вместе с водою. Потеря эта тем больше, чем выше давление пара в сети. Это обстоятельство вызывает необходимость введения в нагревательную паровую сеть водоотводчиков, т. е. приборов, отделяющих конденсационную воду от пара.

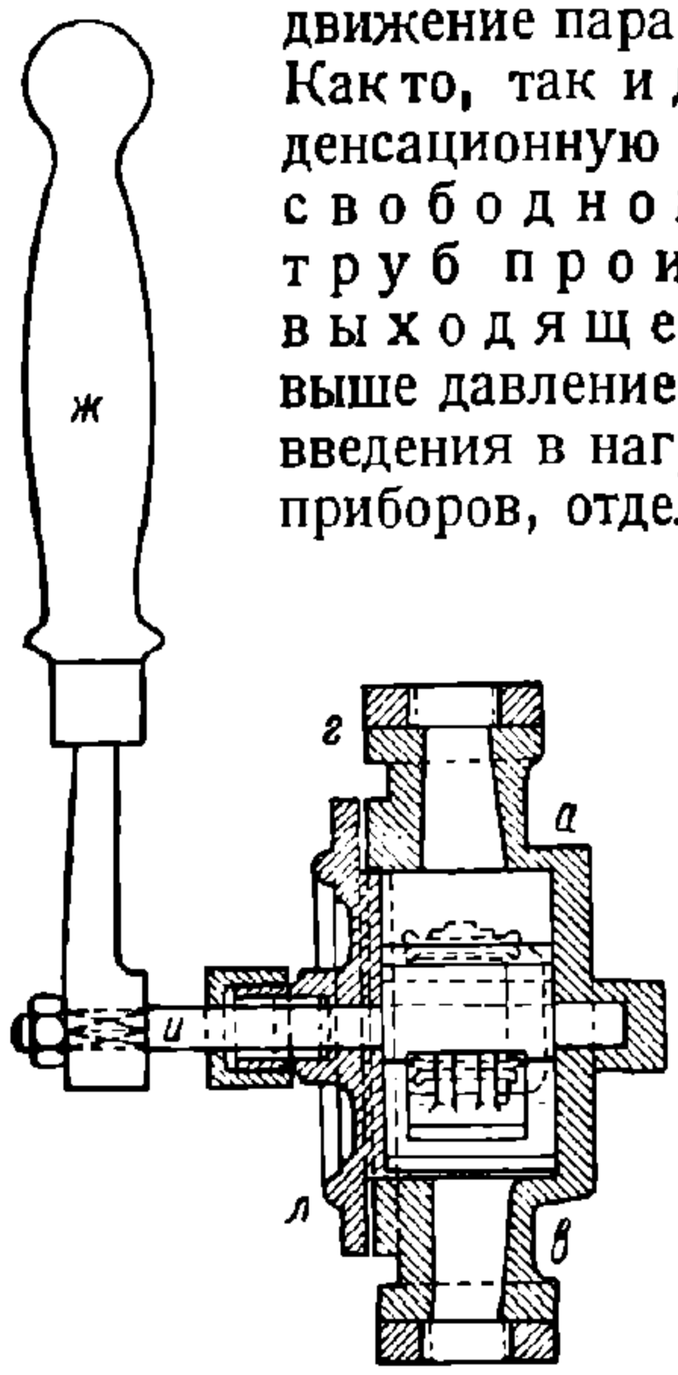


Рис. 368.

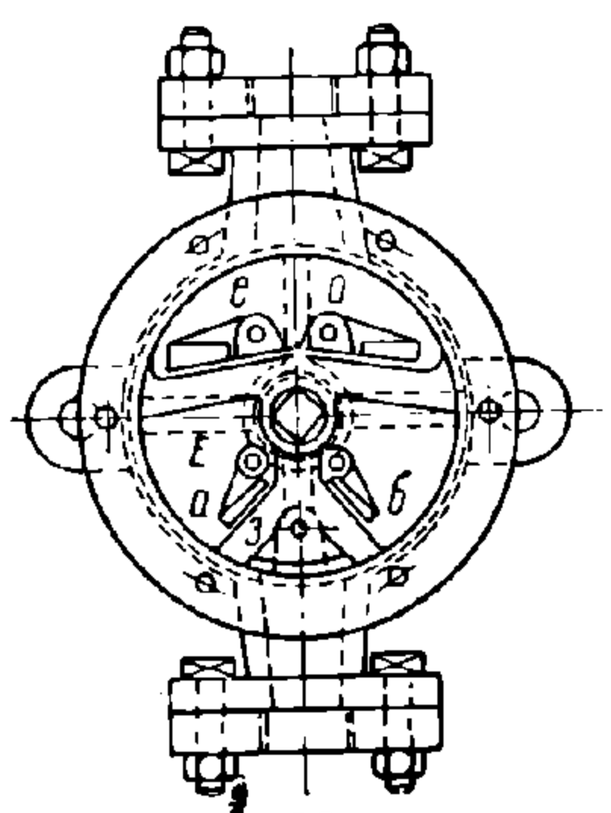


рис. 368-а

Из различных систем водоотводчиков в наших вагонах получили применение водоотводчики Гейнца и Буалон и Смецкой. Водоотводчик Гейнца представляет (рис. 374) полукруглую коробку, в которой помещается стальная пустотелая дугообразная пружина *а*, наполненная стальною дробью и керосином и наглухо запаянная. Пружина, расширяясь при повышении и сокращаясь при понижении температуры окружающей среды, открывает и закрывает водоотводный клапан *б*. При сокращении пружины под влиянием атмосферного воздуха водоотводный клапан открывается для выпуска конденсационной воды. Когда же начинает выходить через клапан пар, то под влиянием высокой температуры пружина расширяется и клапан закрывает водоотводное отверстие. Посредством винта *д* можно пружину установить таким образом, что водоотводное отверстие будет открываться при более высокой или более низкой температуре конденсационной воды.

Представленный на рис. 375 водоотводчик Буалон и Смецкой состоит из чугунного тройника *а*, бронзовой крышки *б*, регулирующего винта *в*, спиральной металлической трубки *д*, наполненной жидкостью, сильно расширяющейся от изменения температуры бронзового гнезда *с* для клапана *е*. Бронзовое гнездо *с* снабжено газовой резьбой для присоединения паропроводной трубки. Из рисунка видно, что при расширении трубки *д* будет закрываться отверстие *ж* в зависимости от температуры.

Водоотводчик после установки регулируется на требуемое давление винтом и контргайокй *в*, причем сначала в течение одной или двух минут дается

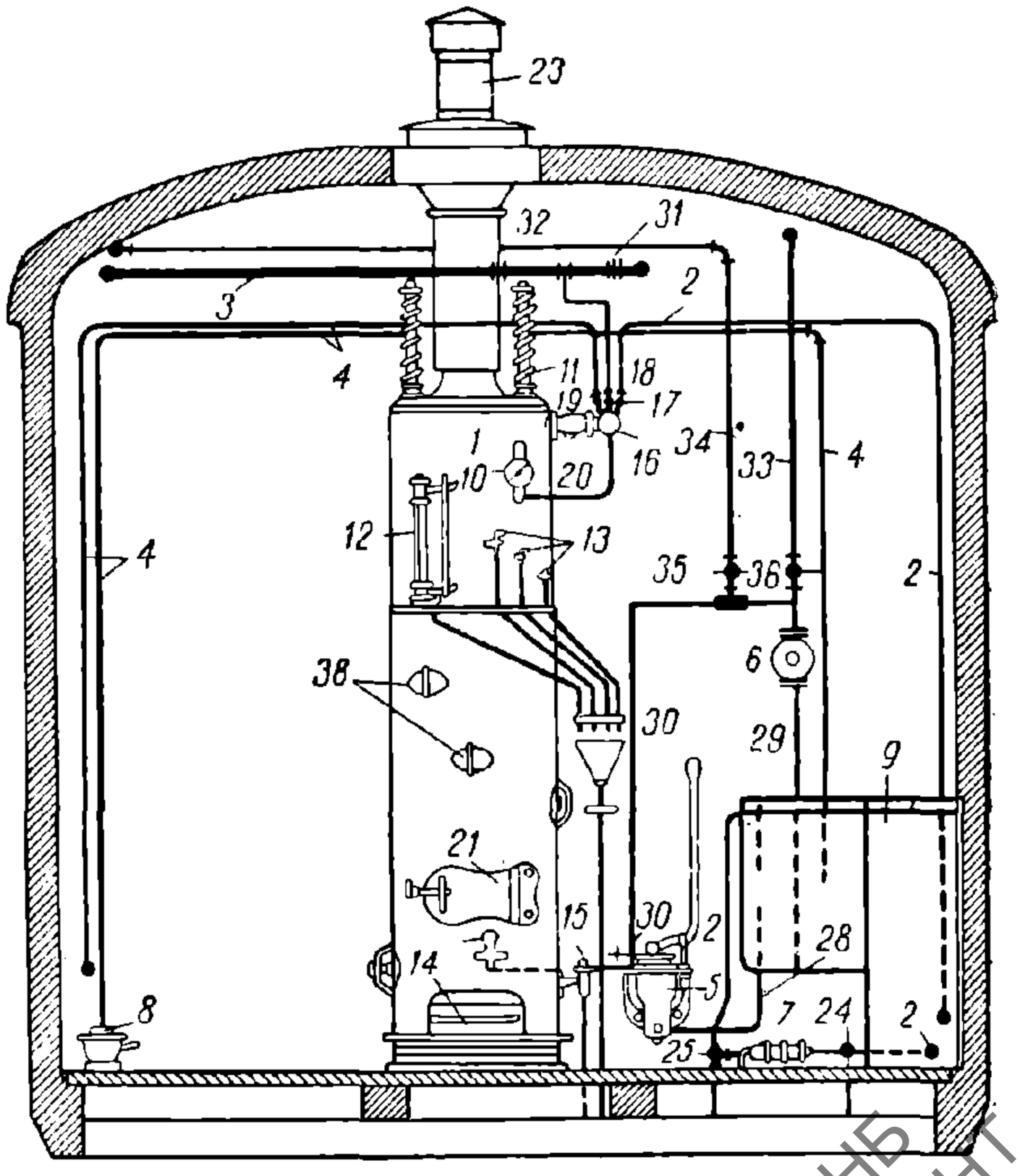


Рис. 369.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

свободный выход пара, а затем надо повернуть винт так, чтобы закрыть пар и закрепить контргайку, после чего водоотводчик готов к работе и будет действовать автоматически.

Преимущества самостоятельно парового отопления перед водяным заключается, во-первых, в том, что на заправку и растопку парового отопления тре-

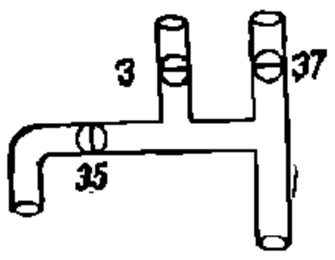


Рис. 370.

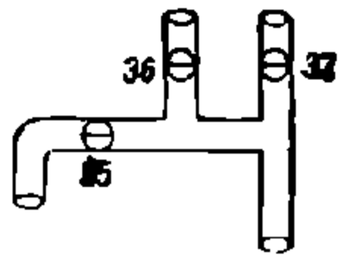


Рис. 371.

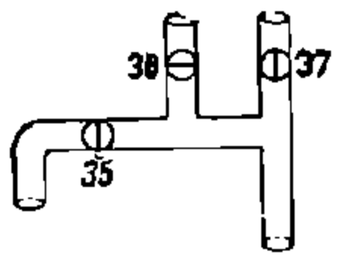


Рис. 372.

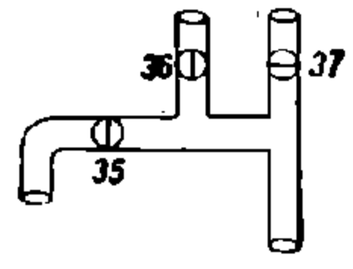


Рис. 373.

буется меньше времени, во-вторых, вагон нагревается до требуемой температуры в более короткое время. Благодаря этим обстоятельствам вагон с паровым отоплением во время стоянки в парке можно не обогревать, так как к постановке в поезд легко приготовить вагон в короткое время.

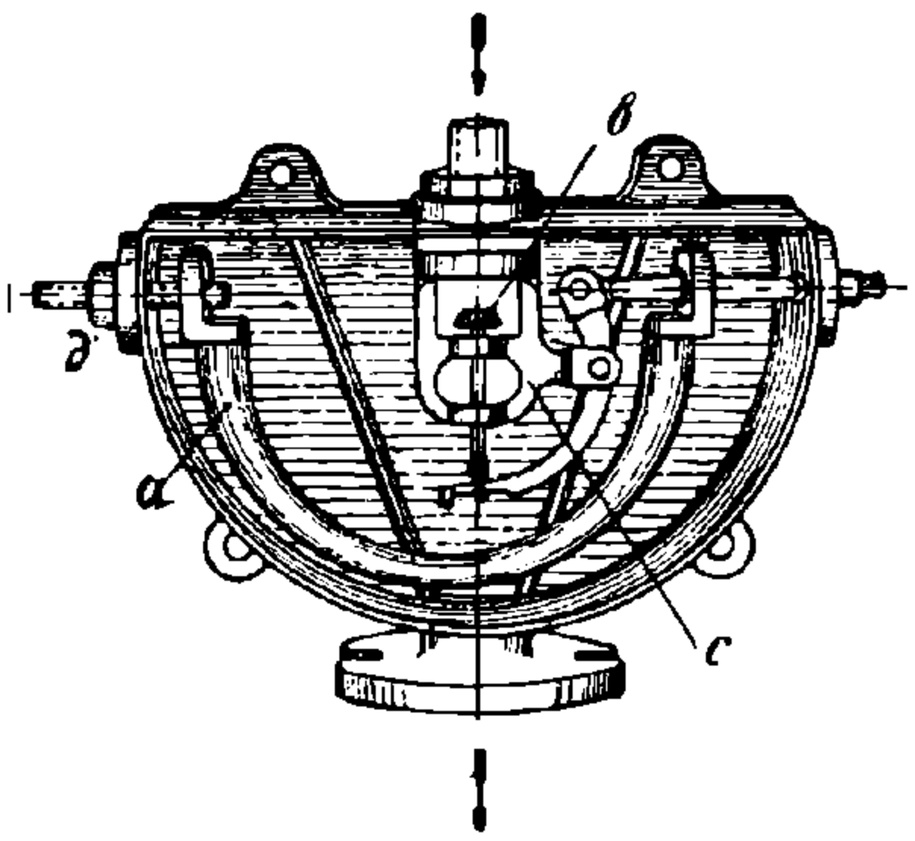


Рис. 374.

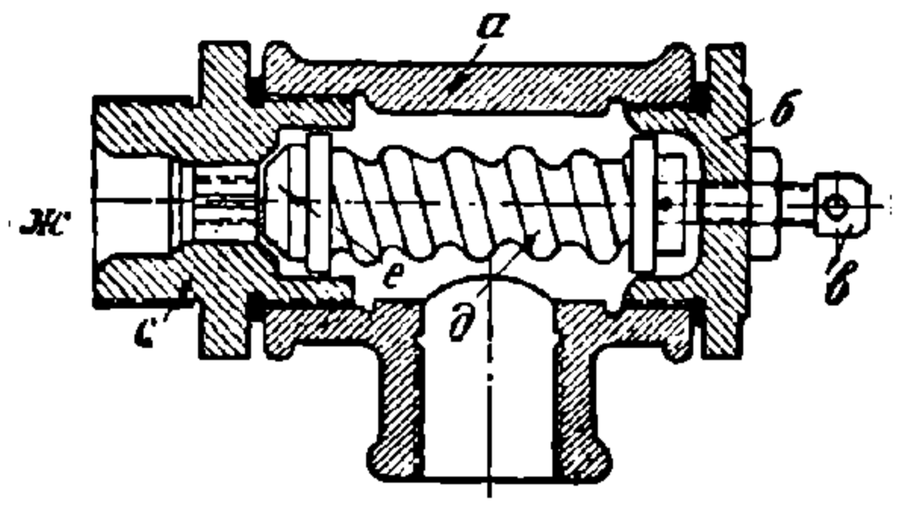


Рис. 375.

Отрицательная сторона самостоятельного парового отопления—близость к пассажирам парового котла, представляющего опасность в отношении взрыва и пожара; кроме того, при этой системе отопления приходится иметь большое число хороших истопников.

111. Действие парового отопления

Перед растопкой парового котла надо накачать воду в котел, пользуясь для этого одним из двух насосов. При этом надо закрыть все вентили и краны котла, кроме двух кранов, а именно: крана питательной коробки *14* и верхнего водопробного—*33* (рис. 369). Краны на трубопроводе должны быть поставлены различно в зависимости от того, каким насосом наполняют котел.

Качать воду надо до тех пор, пока она не покажется из верхнего водопробного крана; при этом вода должна быть и в водомерном стекле.

После этого начинают топить котел, не закрывая верхнего водопробного крана. Это делается для того, чтобы выпустить из котла воздух. Когда в верхнем водопробном кране покажется пар, кран закрывают и поднимают пар до установленного давления в 2 *ат*.

Подняв пар в котле, следует приступить к продувке всех труб отопления. Это делается потому, при при холодных трубах в них образуется много воды от охлаждения пара и трубы прогреваются очень медленно. Поэтому трубы предварительно продуваются, т. е. пар и вода из труб отопления выпускаются наружу. Продувка труб правой и левой сторон производится отдельно.

Для продувки труб правой стороны вагона открывают кран *24*, ставя его так, чтобы пар мог бы из трубы выйти наружу. Потом, открывая краны *20* и*17*, пускают пар из котла в трубу *2*, идущую по правой стороне вагона. При этом пар проходит сперва по верхней части трубы до другого конца вагона, а погом возвращается по нижней трубе, направляясь к крану *24*.

НЕ УДУТ (ДИТ)

Как только из крана *24* пойдет пар, кран этот поворачивают, ставя пробку его так, чтобы пар из трубы *2* шел в водоотводчик *7*.

Затем ставят кран *25* в такое положение, чтобы пар или вода из водоотводчика направлялся наружу. После этого, оставляя кран *25* в этом положении, поворачивают кран *24* опять в положение, при котором открывается выход пару наружу. Когда из крана *24* начнет выходит сухой пар, закрывают вентиль *17* и считают эту сторону отопления продутой и испытанной.

Продувку труб левой стороны вагона производят таким же способом.

Когда продувка покажет, что приборы отопления исправны, приступают к о т о п л е н и ю вагона, пуская пар сначала по одной стороне, а потом по другой по мере надобности. Для этого краны *24* должны быть поставлены так, чтобы пар из труб был направлен в водоотводчики. Кран *25* при этом должен быть поставлен так, чтобы вода из водоотводчиков направлялась в запасный бак. Кранами же *17* и *19* направляют пар в ту или другую нагревательную трубу—*2* и *4*.

Ни в коем случае не следует открывать всех вентилей за раз и быстро. Их надо открывать по очереди и медленно, чтобы избежать выкидывания воды из котла вместе с паром. Пар должен пускаться не все время, а через некоторые промежутки времени, смотря по наружной и внутренней температурам.

В вагонах с паровым отоплением проложены поверху особые трубы *3*, при помощи которых можно в случае надобности отапливать соседние вагоны. Таким образом, к вагону с действующим паровым котлом могут быть присоединены два вагона с недействующими паровыми котлами или оборудованные только сетью труб.

У недействующего котла следует закрыть вентиль *20*, отделяющий котел от парораспределительной коробки, и кран питательной коробки *14*; спускной же кран *15* надо открыть. На трубопроводе *3* открывают один из кранов—*31* или *32*, а именно тот из них, который находится со стороны вагона с действующим котлом; это делается для того, чтобы пар по трубе *3* мог войти в парораспределительную коробку недействующего котла. Второй из двух кранов (*31* или *32*) закрывают для того, чтобы пар не проходил дальше по магистрали *3* и не выходил наружу с другого конца вагона.

После этого в вагоне с действующим котлом открывают кран *18* и один из кранов *31* или *32*, в зависимости от того, с какой стороны находится вагон с недействующим котлом. Таким путем пар из действующего котла переходит в парораспределительную коробку недействующего котла. После этого остается только продуть трубы вагона, в котором не действует котел, и производить отопление обычным порядком, описанным выше.

Если в пути манометр испортился, то предельное давление пара в котле укажут предохранительные клапаны, так как они загремят и будут выпускать пар.

У р о в е н ь в о д ы в котле следует держать по возможности одинаковым, во всяком случае не ниже наинизшего указателя уровня воды или красной черты и не более двух третей стекла. Иначе, при высшем уровне воды, из котла в трубы начнет поступать пар не сухой, а насыщенный водою, что вызовет большой расход воды и может быть причиной замерзания труб. Качать воду в котел следует по мере надобности. Для пополнения котла водою необходимо всегда иметь достаточное количество воды в запасном баке.

Порожний котел можно наполнять холодной водой лишь в том случае, если котел совершенно остыл. Дополнять холодной водой котел, содержащий горячую воду, но не под парами, не следует. Котел же, находящийся под парами, можно дополнять и холодной водой. Такие предосторожности вызваны тем, что холодная вода, попадая в горячий котел, сильно охлаждает части котла у места входа холодной воды в котел. Неравномерное охлаждение частей котла вызывает дополнительные усилия в котле, могущие расстроить его соединения.

Следует наблюдать за тем, чтобы в котел попадала лишь чистая вода. Для этого на концах заборных труб в водяном баке должна быть обязательно поставлена сетка, а на крышке водяного бака не должно быть мусора, угля и т. п.

Если уровень воды в котле по какой-либо причине так понизится, что в стекле не будет ее видно, или если в нижний водопробный кран вода не пойдет, то ясно, что небо топки может быть обнажено. В этом случае отнюдь нельзя накачивать воду в котел, так как при таком накачивании попадающая на обнаженное и накаленное небо топки вода мгновенно обратится в пар и может вызвать в з р ы в к о т л а. В случаях,

НБ УДУТ (ДІІТ)

когда уровень воды понизится ниже допускаемого, необходимо немедленно потушить огонь.

Для того чтобы на конечных стоянках прекратить отопление, следует поступать следующим образом: открыть спускные краны *24* так, чтобы пар и вода выходили наружу. Когда из трубок начнет выходить сухой пар, необходимо закрыть вентили *17*, *29* и *20*. Необходимо накачать в котел побольше воды и тщательно закрыть кран питательной коробки. Предосторожность эта нужна на случай неисправности клапана питательной коробки, вследствие чего воду можно угнать в запасный бак. Давление в котле следует спустить до 1 *ат* и все время держать это давление.

Если почему-либо понадобится потушить котел на продолжительное время, то для того, чтобы не заморозить воду в сети отопления, надо продуть обе стороны труб отопления, как было указано выше, при высоком давлении пара в котле. Затем надо потушить огонь, дать осесть пару в котле и, когда котел остынет настолько, что можно держать руку на стенке котла, не обжигая ее, спустить воду из котла. При этом должны быть открыты вентили (*17*, *18*, *19*, *20*), водопробные краны и спускные краны насоса и труб. Точно так же должна быть выпущена вода из запасного бака, из баков и труб уборных и вообще должны быть приняты меры к тому, чтобы нигде не осталось воды, могущей замерзнуть и повредить приборы.

Огонь в топке всегда надлежит держать соответственно тому количеству пара, которое необходимо для отопления вагона. Подбрасывать топливо надо часто малыми количествами, закрывая каждый раз на это время поддувало.

112. Центральное паровое отопление

Центральное отопление, применяемое в пассажирских составах, бывает двух видов: 1) от отдельного котла, установленного в особом вагоне-паровике, и 2) от паровозного котла. При центральном отоплении отпадают неудобства самостоятельного отопления в отношении возможности взрыва и пожара при невнимательном уходе за котлом. В отношении обслуживания центральное отопление обходится дешевле, давая сбережение как в рабочей силе, так и в расходе топлива. При вагоне-паровике нужны всего один-два кочегара, а при отоплении от паровоза совсем их не нужно, так как пар в трубы отопления пускает паровозный машинист. Кроме того, в летние месяцы облегчается вес поездов в виду того, что в поезде отсутствуют тяжелые котлы и печи отопления. Центральное паровое отопление удобно в тех случаях, когда состав поезда не изменяется на всем протяжении следования.

Отопление от вагона-паровика устраивается таким образом: в поезд включается особый вагон (рис. 376) с паровым котлом *E*, баком для воды *P* и ящиком *K* для топлива (на рисунке показан нефтяной бак). От парового котла *E* идет вдоль всего поезда, у потолка вагонов, магистральная труба *H* диаметром около 32 *мм*, с гибкими соединительными трубами (резиновыми с холщевыми прокладками) между вагонами. От магистральной трубы в каждом вагоне ответвляются нагревательные трубы. Они сообщаются с магистралью посредством вентиля. Каждая нагревательная сеть оканчивается водоотводчиком, автоматически выбрасывающим воду, конденсирующуюся в трубах. Часто также конденсационная вода выпускается в конце сети непосредственно в атмосферу вместе с паром, обошедшим все трубы.

Из магистральной трубы конденсационная вода стекает в нагревательные трубы. Соединительные резиновые рукава ставятся выгибом вверх; чтобы вода в них не застаивалась.

Вагон парового отопления ставится в середине поездного состава. На магистральные трубы головного и хвостового вагонов устанавливаются спускные трубы с кранами, выпускающими конденсационную воду наружу.

Поверхность нагрева котлов, служащих для обогревания целых поездов, колеблется на различных дорогах и для разных составов от 10 до 24 $м^2$. Котлы с малой поверхностью нагрева устанавливаются в 2- и 3-осном вагоне; для котлов же с поверхностью нагрева в 20—24 $м^2$ необходим 4-осный вагон.

Котлы с небольшой поверхностью нагрева достаточны для отопления целого состава при небольших морозах. Во время же сильных холодов приходится ставить большой котел, либо включать в поезд второй вагон-паровик и отоплять поезд с двух концов.

НЕ УДУЧ (ДНТ)

Вес вагона-паровика, особенно 4-осного вместе с запасом топлива и воды, содержащимся в нем, в значительной степени обременяет состав поезда. Запас же воды приходится иметь сравнительно большой (около 4 $м^3$), так как конденсационную воду затруднительно утилизировать для питания котла и она выпускается наружу, что влечет за собой сравнительно большой расход воды.

Сказанное составляет главный н е д о с т а т о к о т о п л е н и я от вагона-паровика. Второй недостаток этого отопления представляет то обстоятельство, что вагоны, отстоящие дальше от вагона-паровика, нагреваются хуже вагона, ближайшего к паровику.

П р е и м у щ е с т в а отопления от вагона-паровика, помимо сокращения числа поездных истопников и станционных рабочих, служащих для подноса воды и топлива к вагонам с самостоятельным отоплением, заключаются еще в меньшем расходе топлива. Во-первых, в котлах с большею поверхностью нагрева теплотворная способность

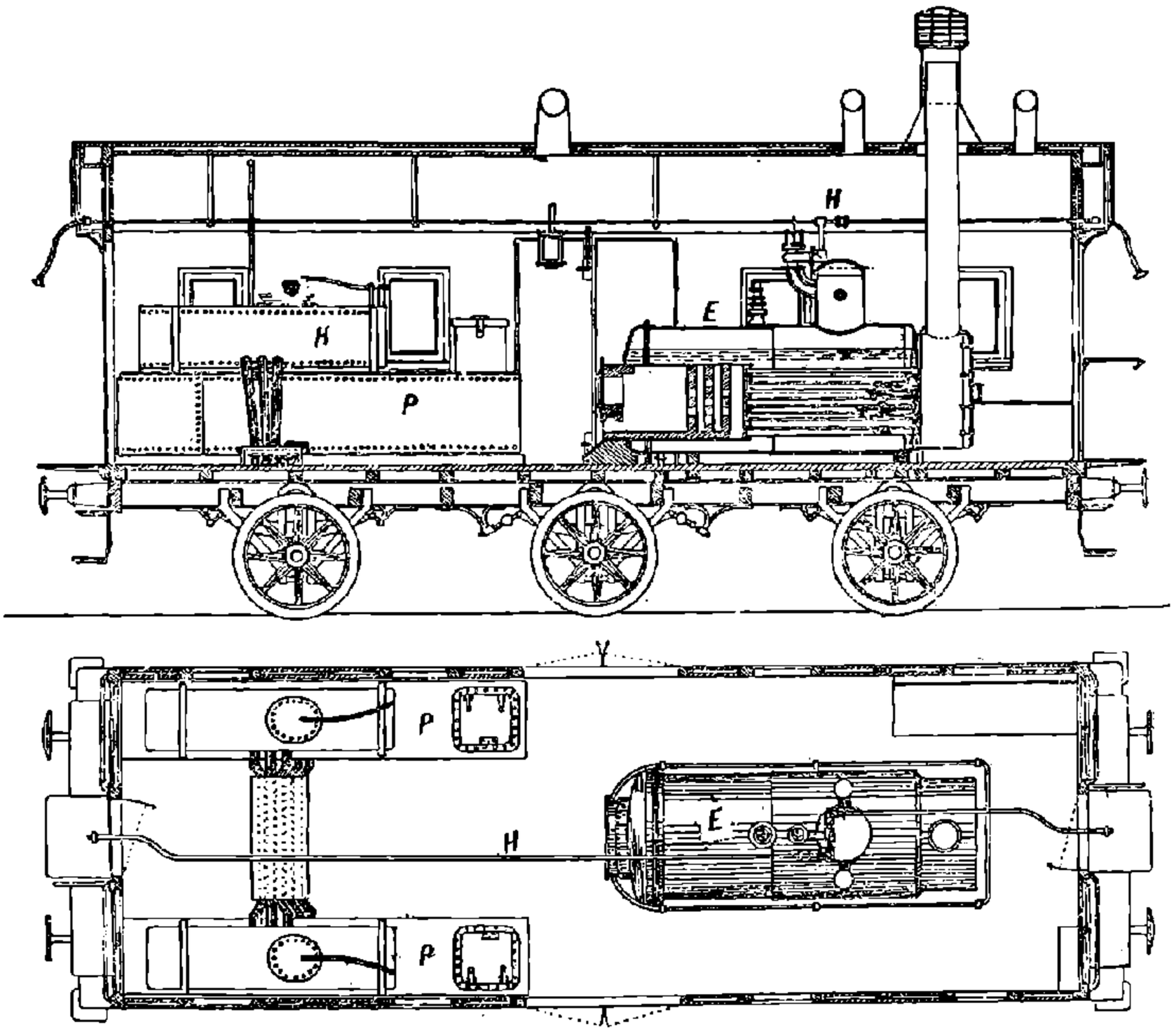


Рис. 376.

топлива лучше используется; во-вторых, на растопку одного большого котла расходуется меньше топлива, чем на растопку нескольких малых; в-третьих, благодаря большой колосниковой решетке возможно регулировать огонь в зависимости от расхода пара. Котел находится в лучших условиях относительно ухода и наблюдения за ним, и, таким образом, уменьшается опасность пожара и взрыва. Но зато в случае порчи котла или вагона, вмещающего его, весь поезд остается без отопления.

Устройство о т о п л е н и я п о е з д а о т п а р о в о з а сходно с предыдущим, только пар в магистральную трубу поступает из паровозного котла, причем давление его уменьшается до 3—4 *ат* при помощи р е д у к ц и о н н о г о клапана, устанавливаемого на котле или близ котла.

Редукционные клапаны бывают различного устройства. На рис. 377 представлен клапан простого устройства. Пар, войдя в проход *А*, стремится давлением своим приподнять клапан *В*, прижимаемый к седлу пружиной *С*. Напряжение пружины регулируется в зависимости от требуемого давления винтом *Д*. Преодолевая напряжение пружины, пар выходит через отверстие *Е* пониженным до давления, равного разности между первоначальным давлением и напряжением пружины.

Такой клапан годен для невысокого давления пара.

Более сложный редукционный клапан изображен на рис. 378. Пар входит через проход *А* и производит давление с одной стороны на клапан *Б*, а с другой—через

НБ УДУНТ (ДІІТ)

посредство воды, находящейся в камере *С*, на поршень *Д*. Клапан и поршень имеют одинаковые площади и, следовательно, находятся под одинаковым давлением пара. Так как они соединены общим штоком, то перемещения их одинаковы.

Для поднимания и закрывания клапана служит пружина *Е*, давящая снизу на поршень и производящая этим открывание клапана. Пар, проникающий через образовавшееся отверстие, давит на клапан сверху. Когда давление на клапан сверху сделается немного больше давления, производимого пружиною на поршень *Д* снизу, то клапан опустится на седло и прекратит пропуск пара. Таким образом, давление пружины снизу равняется уменьшенному давлению пара на клапан, т. е. давлению в трубопроводе. Следовательно, изменяя напряжение пружины по отношению к поршню, можно в любой степени уменьшить давление пара, поступающего в трубы.

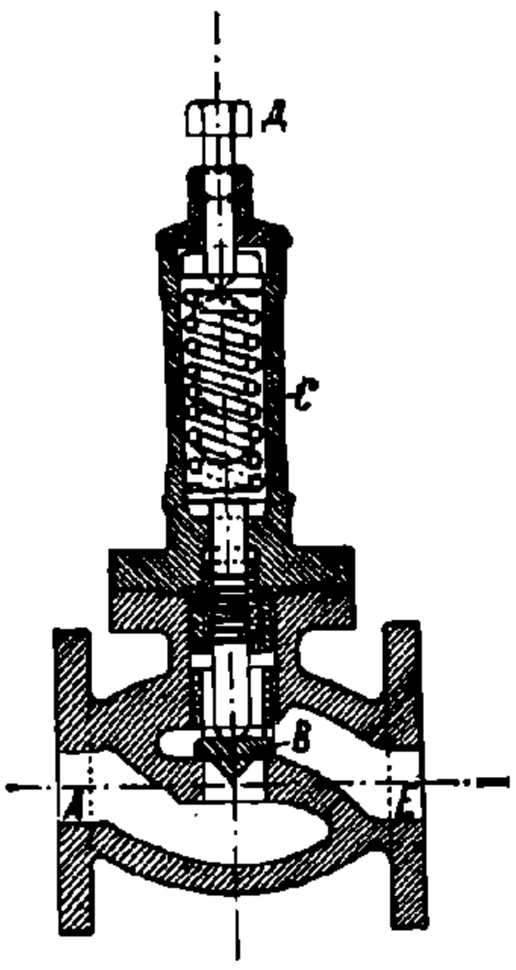


Рис. 377.

Перед впуском пара в трубопровод вывинчивается весь нижний шпиндель *Р*, чем совершенно ослабляется пружина *Е*, и клапан остается прижатым к седлу. Затем пускается понемногу в клапан пар из котла и одновременно завинчивается шпиндель *Е* до тех пор, пока манометр, сообщающийся с трубопроводом, покажет требуемое уменьшенное давление.

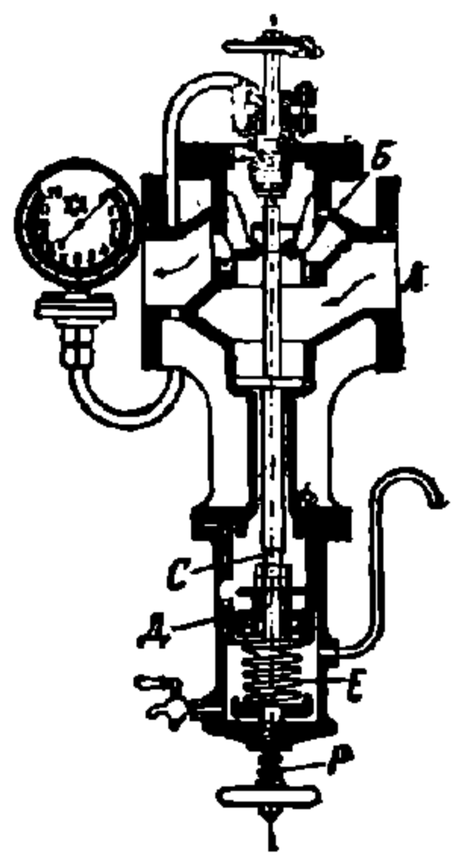


Рис. 378.

Преимущества отопления от паровоза заключаются в том, что состав поезда не обременяется лишним вагоном, расход топлива уменьшается, а обслуживание значительно удешевляется. Однако, вагоны при этом отоплении еще неравномернее нагреваются, чем при отоплении от вагона-паровика. Последний ставится большею частью в середине поезда и, следовательно, концевые вагоны находятся гораздо ближе к источнику пара. Кроме того, отопление от паровоза возможно только при хорошем топливе или большой поверхности нагрева паровозных котлов, т. е. в тех случаях, когда недостатка в паре не бывает.

Отопление от паровоза пока не получило большого распространения, но оно весьма пригодно для пригородных поездов.

Общий надзор за отоплением при следовании поезда возлагается на главного кондуктора: он указывает паровозному машинисту, когда требуется пустить пар в вагоны или прекратить его впуск; во время отопления он следит через посредство кондукторов и проводников за тем, чтобы температура в вагонах не уклонялась значительно в ту или другую сторону от нормальной, и заявляет машинисту о необходимости соответственно регулировать впуск пара, если нельзя обойтись одной только регулировкой вентилей, имеющихся в вагонах.

Б. Усовершенствованные системы отопления

113. Недостатки простых систем отопления

Описанные в предыдущем отделе простые системы отопления, в которых пар или горячая вода используется непосредственно для нагревания приборов отопления, обладают следующими недостатками:

1) Высокая температура поверхности приборов отопления вызывает пригорание пыли, скопляющейся на поверхностях приборов; пыль, пригорая, придает воздуху неприятный запах.

2) Неравномерность нагревания различных частей вагона, а при центральном отоплении неодинаковое нагревание различных вагонов, в зависимости от их удаления от источника пара.

3) Так как для отопления применяется пар высокого давления, то нередки случаи пропаривания в местах соединения труб и образования сырости.

Главный же недостаток рассмотренных систем отопления составляет **невозможность регулировки температуры** и поддержания определен-

НБ УДУНТ (ДНТ)

ной и одинаковой температуры во всех отделениях вагона и во всех вагонах, составляющих поезд, независимо от места, занимаемого вагоном, а также от того, движется ли вагон или стоит на месте.

Между тем это должно составлять основную задачу отопления пассажирских вагонов.

Для регулировки температуры в вагонах при паровом отоплении служат обыкновенные вентили, большим или меньшим открытием которых предполагается увеличение или уменьшение впуска пара в нагревательную сеть. Однако, при прикрывании парового вентиля давление в паропроводных нагревательных трубах, из которых вытеснен воздух, падает, разность по обе стороны клапана вентиля увеличивается и пропорционально возрастает скорость течения пара через вентиль. При этом количество притекающего в нагревательные трубы пара остается почти без изменения.

Таким образом, большим или меньшим открытием вентиля невозможно повышать и понижать температуру в вагоне.

До некоторой степени возможно изменять температуру пара нагревательной сети водоотводчиком Гейнца, устанавливая при помощи винта пружину таким образом, чтобы она открывала клапан при определенной желаемой температуре конденсационной воды. Однако, такого рода регулирование совершается в незначительных пределах и неавтоматично, а главное, оно действительно лишь при постоянной температуре входящего в сеть пара и не в состоянии поддержать определенную температуру в вагоне. В виду этого водоотводчик Гейнца, как регулирующий аппарат, не имеет никакого практического значения.

Иногда для регулировки температуры применяются распределительные краны и дроссельные вентили, которые дают возможность изменять в некоторых пределах давление пара, поступающего в нагревательные трубы, и тем регулируют температуру в соответствующих пределах.

Эти краны и вентили, в известной степени достигая цели, являются, однако, недостаточно надежными и далеко не точными регуляторами температуры, тем более, что входящие в состав их спиральные пружины или гибкие мембраны часто неправильно работают. Кроме того, такой регулировкой нельзя достигнуть ровной температуры во всех отделениях вагона.

Таким образом можно сказать, что в простых системах парового отопления высокого давления не имеется достаточно совершенных приборов для регулирования температуры.

В целях устранения изложенных недостатков на заграничных дорогах стали применять усовершенствованные системы, описанные ниже. Некоторые из этих систем были применены в виде опыта и у нас, но пока не получили распространения.

114. Паровое отопление низкого давления

Некоторые недостатки парового отопления, обусловливаемые высоким давлением пара, поступающего в нагревательные трубы, устраняются, если давление используемого для отопления вагонов пара понижать до 0,1—0,2 *ат* (сверх атмосферного). При этом температура поверхности нагревателных труб понижается, движение пара по трубам происходит бесшумно, не вызывая характерных стуков, имеющих место при отоплении высокого давления, пар весь конденсируется и не просачивается через выходное отверстие водоотводчиков.

Отопление низкого давления применяется на западноевропейских и американских дорогах, причем применяются разнообразные системы устройства этого отопления. Существенное различие систем парового отопления низкого давления заключается главным образом в устройстве прибора, понижающего давление пара, поступающего в нагревательные трубы. Одно из наиболее простых устройств парового отопления низкого давления представляет с и с т е м а б р . К е р т и н г. Общая схема этого устройства изображена на рис. 379. Прибор, понижающий давление пара и названный в этой системе д р о с с е л ь н ы м или р е д у к ц и о н н ы м в е н т и л е м, устанавливается в каждом вагоне и уменьшает давление пара, идущего от центрального котла или от паровоза до 0,2 *ат*. Под таким давлением с температурой менее 102° С пар поступает в нагревательные трубы.

В сеть труб, проложенных вдоль стен у пола вагона, включается с каждой стороны кран *К* двойной регулировки, помощью которого раз навсегда устанавливается мак-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

симальное количество протекающего пара при давлении в 0,2 *ат*. Вода, конденсирующаяся в приборах отопления, отводится наружу через воронки *В*, закрываемые плотной крышкой.

В одну из воронок отводится конденсационная вода из трубопровода высокого давления посредством в о д о о т в о д ч и к а, установленного на соответствующей конденсационной трубке.

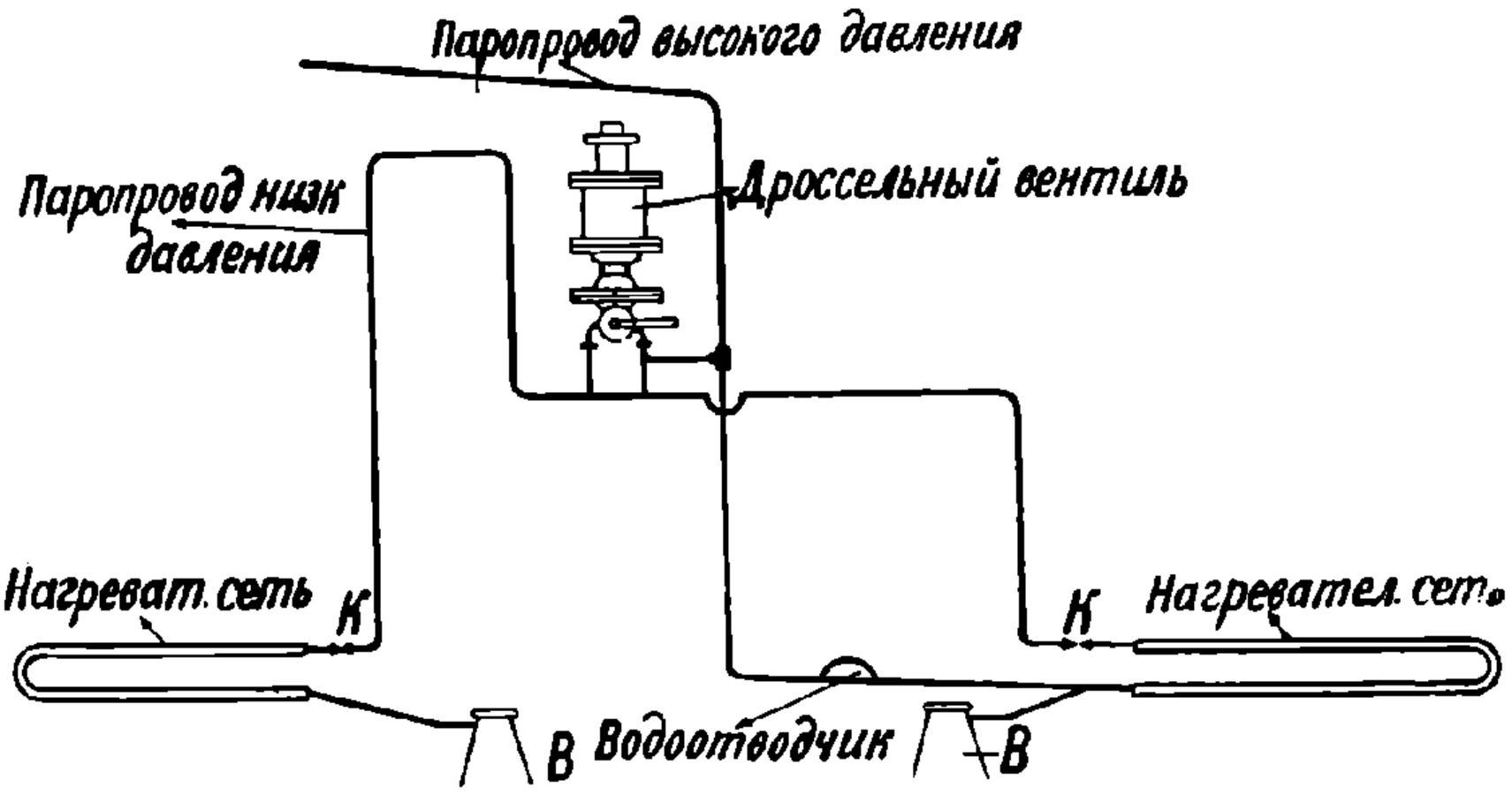


Рис. 379.

Имеющийся в нижней части дроссельного вентиля кран позволяет впускать пар высокого давления непосредственно в систему отопления для продувания ее, а также для более скорого нагревания охлажденного вагона перед постановкой его в поезд.

В более усовершенствованных современных системах, применяемых в Северной Америке, приборы, понижающие давление пара, снабжены регуляторами, которые автоматически изменяют приток пара в нагревательные трубы в зависимости от температуры.

115. Паровоздушное отопление

В системе паровоздушного отопления понижение давления пара в нагревательных трубах достигается путем введения воздуха в пар, поступающий в трубы. Изменением пропорции пара и воздуха, впускаемых в трубы, регулируется температура.

Паровоздушное отопление было впервые применено во Франции в 1903 г. по системе Гейнца, затем эта система усовершенствована об-вом «Вестингауз». На ряду с этим в Германии и у нас появились и другие системы, из которых одни получили распространение, а другие применялись лишь в виде опыта и дальше этого не пошли.

Система паровоздушного о т о п л е н и я Г е й н ц е - В е с т и н г а у з, применяющаяся на многих западно-европейских дорогах и у нас в вагонах бывшего Международного об-ва, изображена на рис. 380.

Вдоль всего поезда проводится магистральный паропровод *А*, от которого в каждом вагоне ответвляется отросток *В* к с а т у р а т о р у *С*. Сатуратор представляет прибор, который автоматически регулирует впуск пара в сеть отопления каждого отдельного вагона.

Пар от паровозного или специального котла проходит по магистральной трубе *А*, которая снабжается по концам запорным краном *М* и соединяется между вагонами гибкими рукавами.

На магистральной трубе имеется с е п а р а т о р *Г*, в котором отделяется конденсационная вода от пара. Сепаратор соединен с автоматическим водоотводчиком *Ж*. На трубе *В*, подводящей пар к сатуратору *С*, поставлен разобщительноый кран *К* на случай, если требуется по каким-либо соображениям выключить вагон из общей сети отопления.

Питательная труба *Ф* укладывается вдоль вагона с некоторым уклоном для того, чтобы конденсационная вода могла беспрепятственно уходить через имеющийся на конце ее автоматический водоотводчик *Х*.

НВ УДУП (ДИТ)

От питательной трубы ответвляются трубки к грелкам *Д*, которые в свою очередь соединяются с обратною трубою *Л*, идущей вдоль вагона обратно к сатуратору. Грелки соединены с продольными трубами отопления *Ф* и *Л* так, что образующийся конденсат стекает в обратную трубу, которая имеет уклон по направлению к

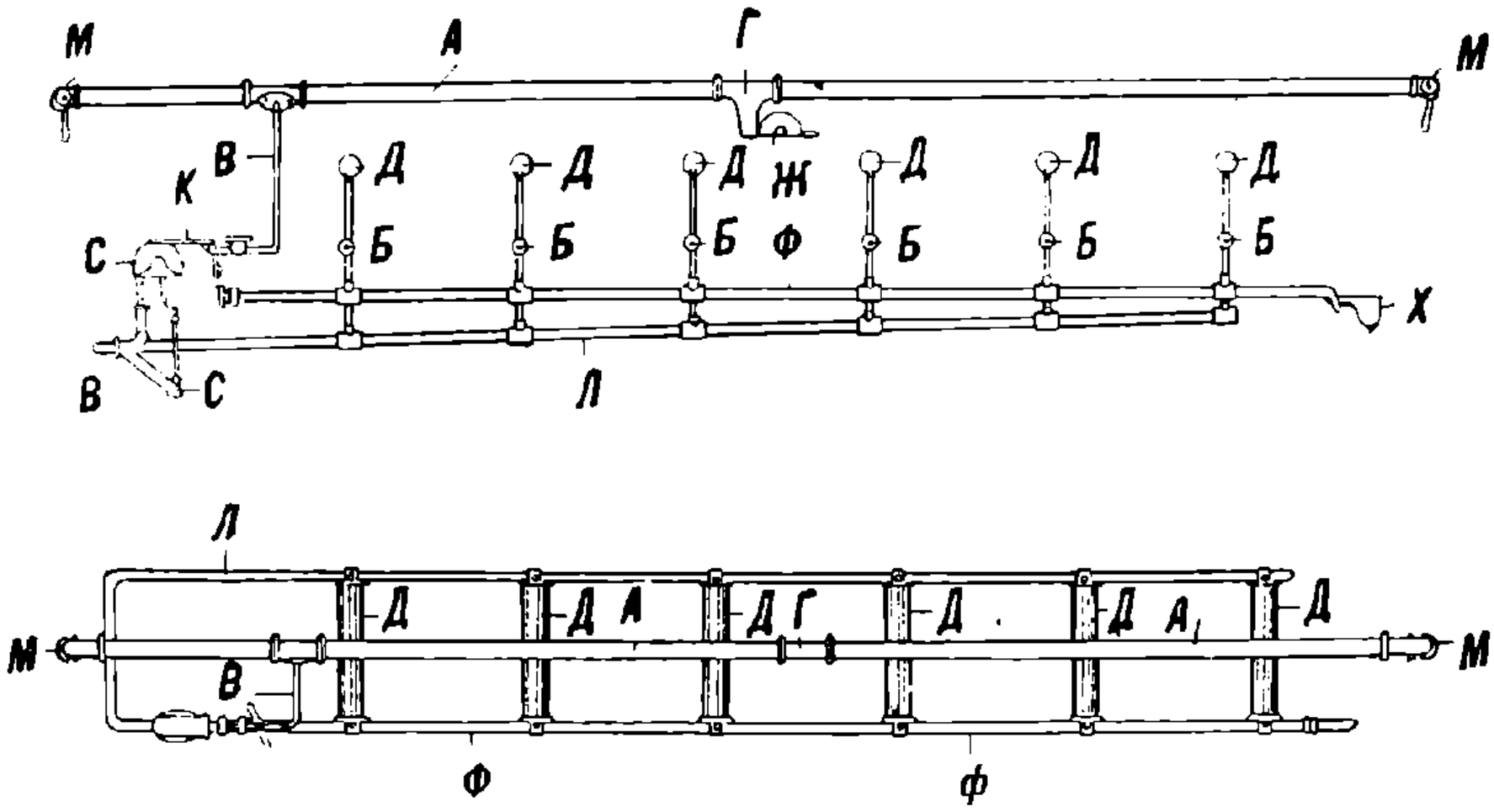


Рис. 380.

сатуратору. В вагонах с купе на каждом ответвлении питательной трубы, ведущей к грелке, имеется особого устройства регулирующий кран *Б*, дающий возможность регулировать температуру в купе по желанию пассажиров.

Сатуратор, изображенный на рис. 381, состоит из чугунной коробки *Н*, внутри которой помещается термостатическая пружина *А*, прикрепленная одним своим концом неподвижно к телу коробки *Н* и упирающаяся другим концом в хвостовик *Т* парового клапана *В*.

Отростком *К* сатуратор сообщается с паровой магистралью; отростками *Р* и *Е*— с сетью отопления, отростком *О*—с атмосферою. Так как отросток *Е* находится в постоянном сообщении с трубою *О*, а следовательно, и с атмосферой, то во всей системе отопления давление не может быть больше атмосферного, температура же пара в нагревательных приборах не может превосходить 100° С.

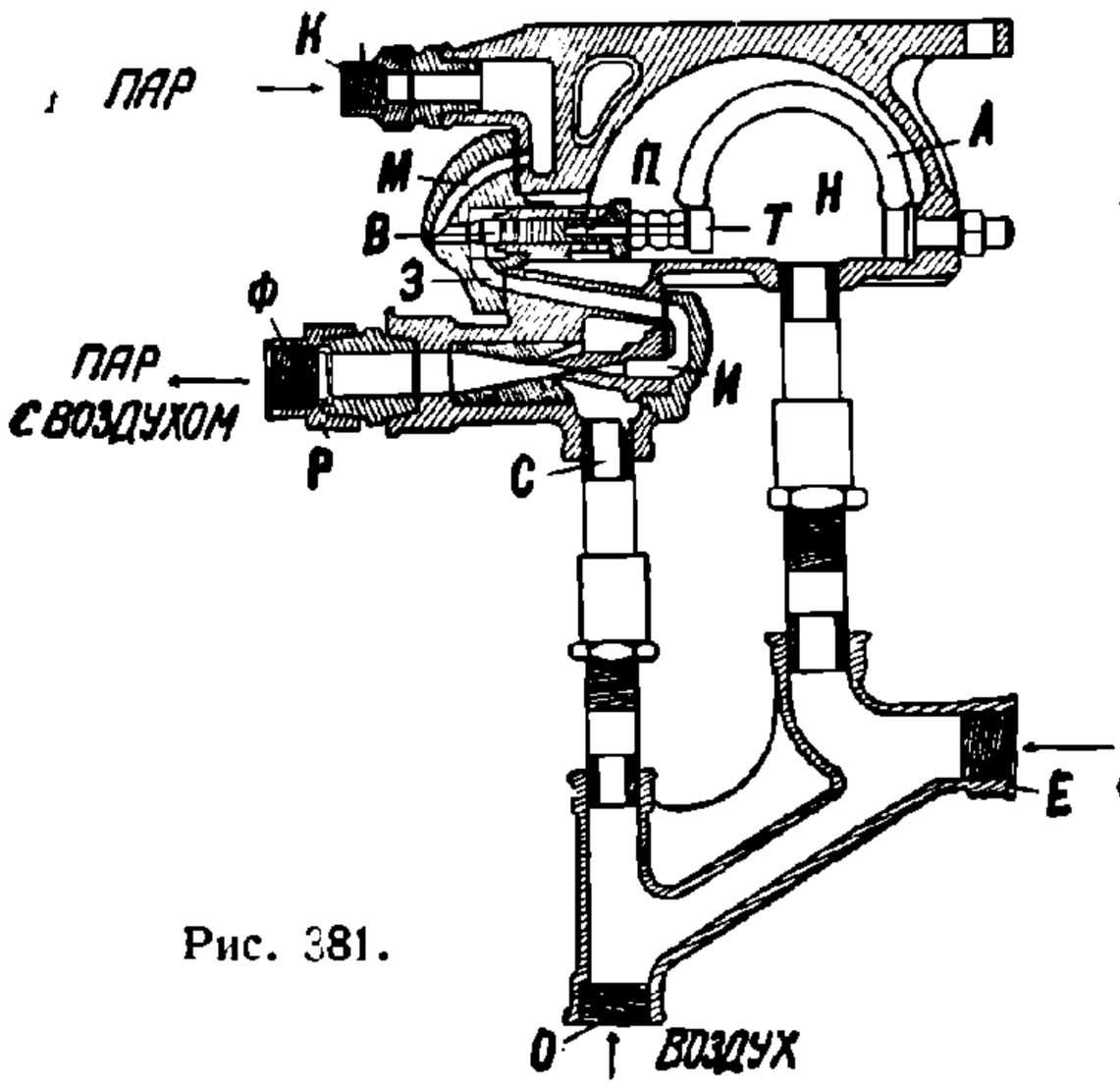


Рис. 381.

Действие сатуратора заключается в следующем: в первый момент впуска пара в систему отопления температура пружины *А* не превышает температуры окружающего воздуха, благодаря чему клапан *В* открыт и пар из клапана *М* свободно проникает в канал *З*, а оттуда в воронку инжектора *И*. Входя отростком *Р* в сообщающийся постоянно с атмосферою трубопровод отопления, пар расширяется и одновременно засасывает по трубе *С* воздух отчасти непосредственно из атмосферы (трубою *О*), отчасти из коробки *Н* и трубопроводов отопления. Взамен холодного воздуха в приборы отопления поступает горячая смесь пара и воздуха, которая питательной трубой *Ф* (рис. 380) подводится к грелкам *Д*, наполняет эти последние и обратною трубою *Л* возвращается к сатуратору.

Конденсационная вода из сатуратора вытекает по трубе *О* наружу (рис. 381), конденсированный же пар и воздух наполняют коробку *Н* и обратно засасываются трубою *С* в сеть отопления. Вследствие наполнения камеры *Н* смесью пара и воздуха пружина *А* начинает распрямляться, прикрывая клапан *В*; наконец, когда температура

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

возвратной смеси достигнет наибольшей установленной величины, клапан *В* закрывается и впуск свежего пара в систему отопления прекращается.

По прекращении впуска пара в системе начинается конденсация пара, вызывающая падение давления в трубопроводах и грелках. Вследствие понижения в приборах давления ниже атмосферного в питательную трубу *Ф* проникает наружный воздух, отчего температура смеси в обратной трубе и в камере *Н* уменьшается, пружина *А* сокращается, клапан *В* открывается и в систему впускается новая порция свежего пара.

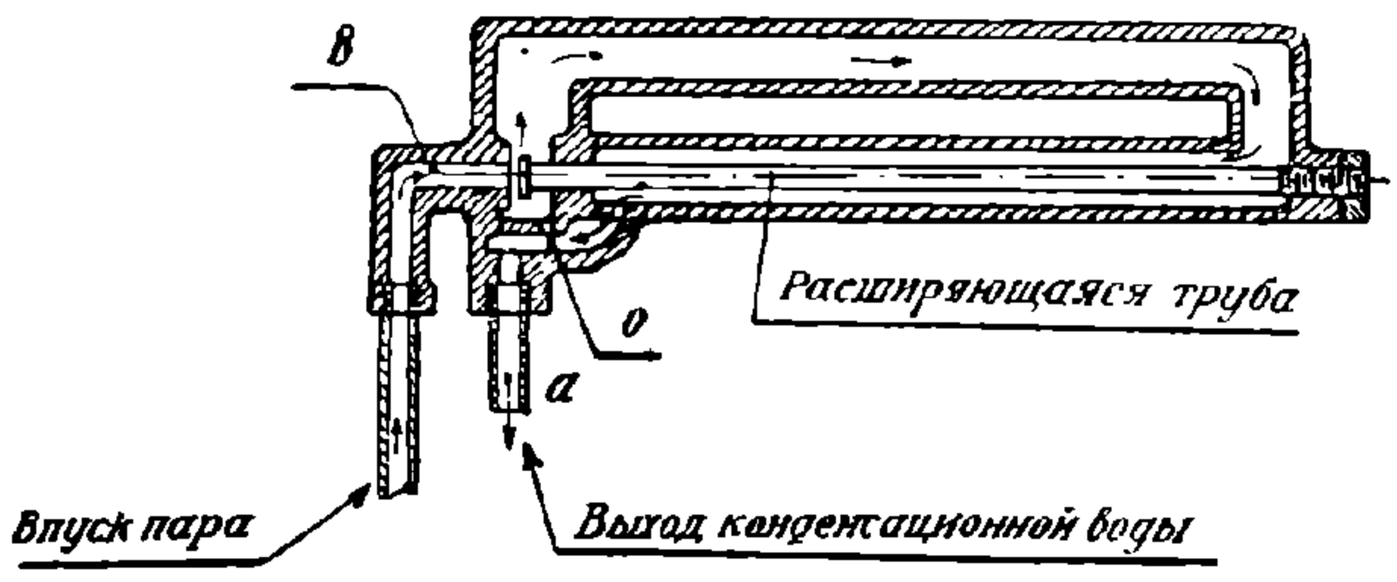


Рис. 382.

Для регулирования открытия сатуратора служит винт *П*: чем меньше он выступает из клапана *В*, чем дальше головка его отстоит от свободного конца термостатической пружины, тем больше должна удлиняться пружина *А*, а следовательно, тем выше должна быть температура в коробке *А*, чтобы клапан закрылся.

Если, наоборот, удлинить стержень клапана *В* вывинчиванием винта *П*, то для закрытия клапана *В* потребуется сравнительно незначительное удлинение пружины *А*; в последнем случае впуск пара в систему отопления прекращается при сравнительно низкой температуре внутри коробки *Н*.

В современных конструкциях отопления системы Вестингауза на французских ж. д. для достижения возможно совершенной регулировки у каждого нагревательного прибора устанавливается р е г у л я т о р простого устройства, изображенный на рис. 382.

Регулятор состоит из прямолинейной трубы, сделанной из легко рсширяющегося от нагревания металла. Один конец трубы ввинчен в стенку коробки регулятора, а на другой свободный конец насажен клапан, закрывающий при расширении трубы паровпускное отверстие *в*. Закрывание паровпускного отверстия происходит при определенной температуре, на которую устанавливается расширяющаяся труба путем большего или меньшего ввинчивания ее в стенку коробки. При понижении температуры клапан открывает паровпускное отверстие. Пар, входя в прибор, засасывает через отверстие *о* воздух, который способствует циркуляции воздуха в нагревательном приборе.

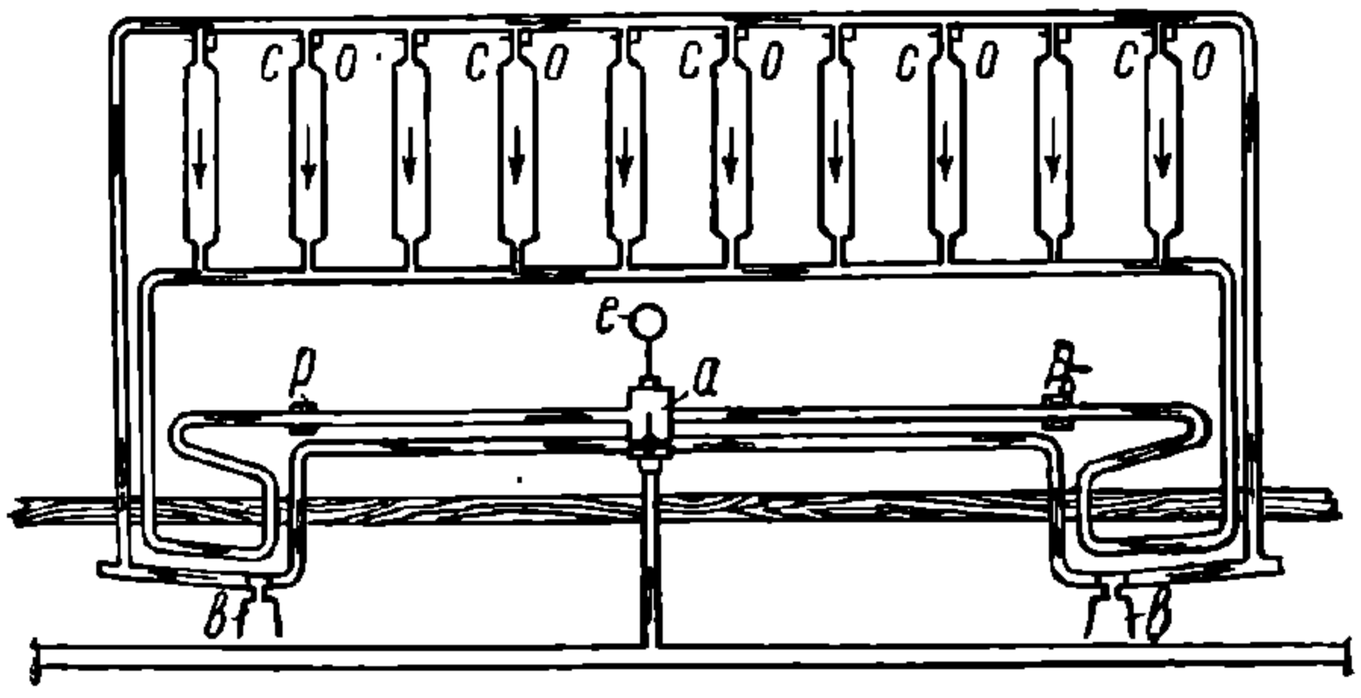


Рис. 383.

Конденсационная вода вытекает из прибора через трубку *а*.

На германских ж. д. получила распространение новая паровоздушная с и с т е м а П и н ч а, изображенная схематически на рис. 383. При поворачивании рукоятки выключателя *е* пар поступает в регулятор *а*, откуда, смешивавшись воздухом и понизившись в давлении, направляется через водоотводчик *в* в нагревательные приборы, а затем снова возвращается через водоотводчик к регулятору. На рис. 383 соединение возвратных труб с водоотводчиком не показано. Отопительная сеть состоит из двух ветвей, отходящих вправо и влево от регулятора *а* и соединяющихся по средине.

Паровпускной клапан *10* регулятора *а* (рис. 384) открывается и закрывается вентилем *Е*. Пройдя через этот клапан, пар поступает в камеру *13*, а отсюда через отросток *4*—в конусообразную насадку *5* паропроводной трубы. Переходя эту насадку, пар засасывает воздух из камеры *14* через кольцевую щель между насадкой *5* и отростком *4*. Смешавшись с воздухом, пар следует по нагревательным трубам, а затем возвращается в камеру *14* регулятора *а* по трубам *6*. Концы этих труб по мере

УДИТ (ДИТ)

нагревания их постепенно удлиняются, входят в камеру *14* и перемещают соединенные с ними рычаги *7*, которые отжимают стержень *12* клапана *10*. Благодаря этому клапан закрывает паровпускное отверстие или уменьшает его в зависимости от степени удлинения труб *6*. При охлаждении труб *6* концы их укорачиваются, перемещая рычаги *7* и нажимая на стержень клапана *10*, открывают паровпускное отверстие. Таким образом автоматически регулируется приток свежего пара в отопительную сеть.

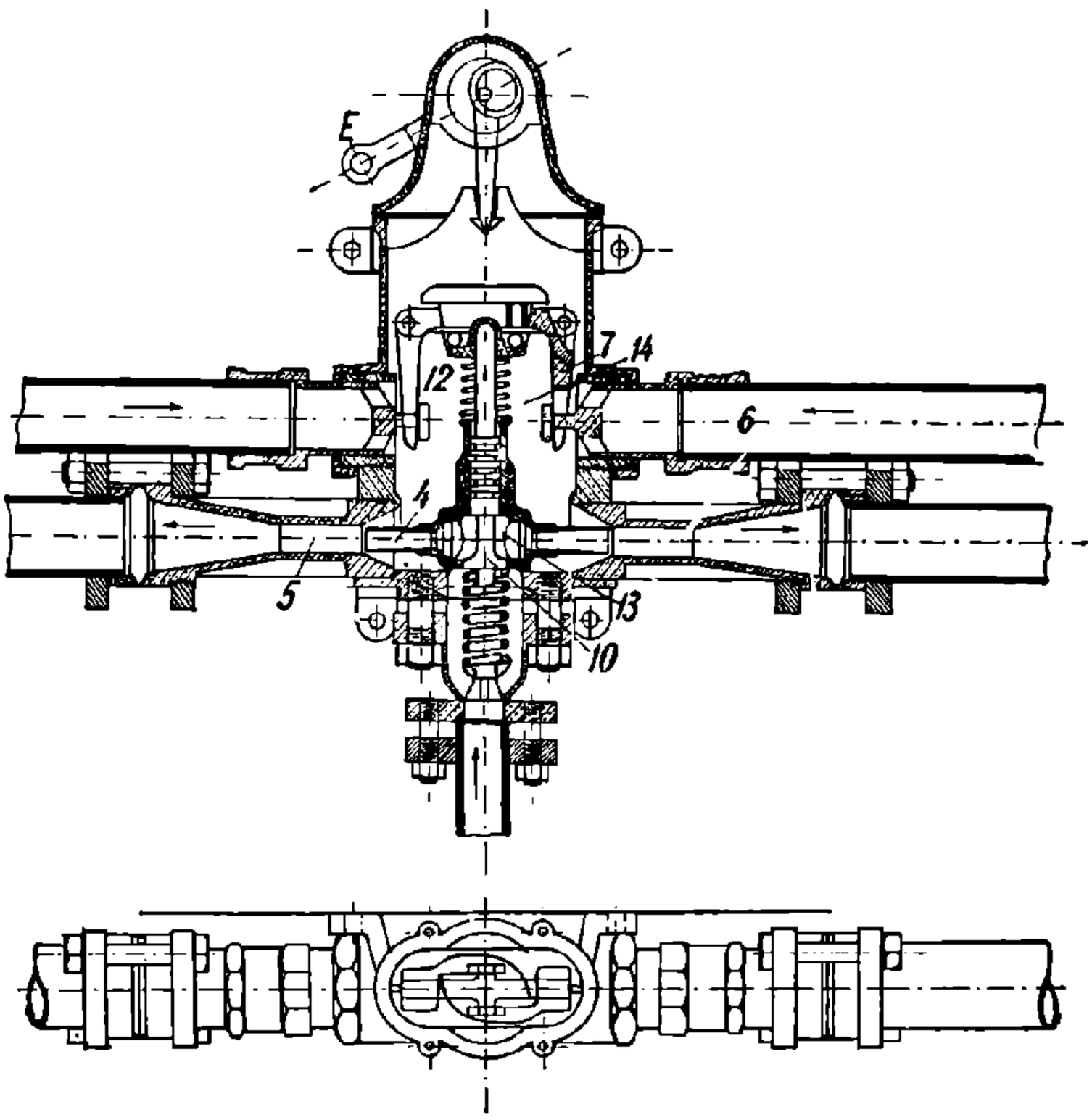


Рис. 384.

Для того, чтобы трубы *6* удлинялись при нагревании в сторону камеры *14*, противоположные их концы *p* неподвижно укрепляются посредством болтового соединения с вагонной рамой (рис. 383).

Устройство водоотводчика весьма несложно и вполне понятно из рис. 385. Стекающая по трубе *9* вода, выделяющаяся из возвратного потока пара, высасывается паром, поступающим в отопительную сеть и проходящим через сопла *2* и *3*. Вследствие этого конденсационная вода переводится в трубу *5*, откуда через трубы *6* и *10* выводится наружу.

Циркулирующая в нагревательной сети смесь пара с воздухом имеет давление. почти равное атмосферному.

Для регулирования температуры в отделениях вагона нагревательные батареи снабжены вентилями, которыми можно выключать батареи из сети.

Возможность удобной регулировки температуры в определенных пределах составляет главное преимущество паровоздушного отопления перед употребляющимися системами парового отопления высокого давления и водяного. Всасывание в нагревательную сеть пара и воздуха помощью инжектора усиливает скорость движения нагревательной смеси, чем, как известно, усиливается коэфициент теплоотдачи; следовательно, теплота пара лучше утилизируется.

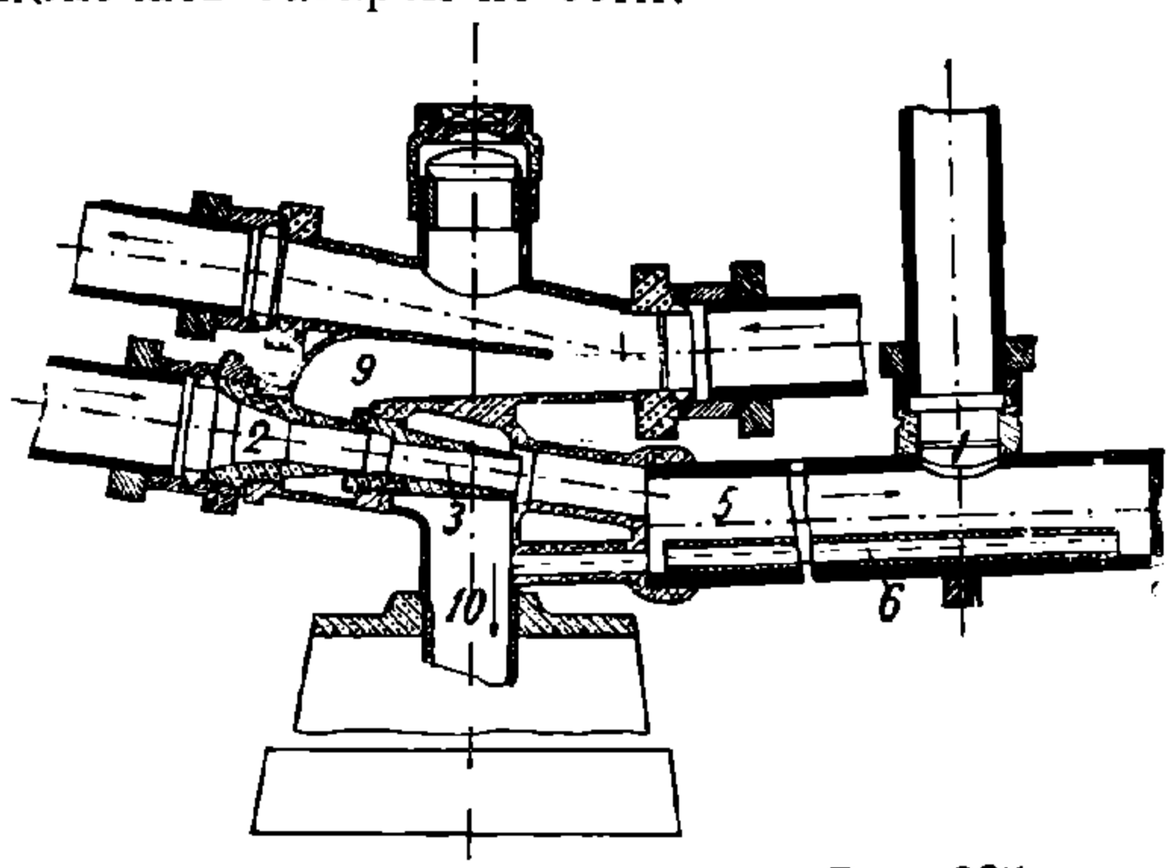


Рис. 385.

Преимущества паровоздушного отопления особенно ценны при центральном отоплении, так как оно устраняет существенный недостаток последнего: неравномерность нагревания вагонов в зависимости от расстояния их от источника пара.

116. Пароводяное отопление

В некоторых системах отопления пар служит не для непосредственного нагревания приборов отопления, а для нагревания воды, циркулирующей в приборах отопления. Устройство этих систем, называемых пароводяными, разнообразно, но оно сводится к трем основным типам.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

В первом типе в обыкновенной системе водяного отопления вода, находящаяся в водяной печи, нагревается паром, который проходит по змеевику, установленному в печи, или поступает в водяную печь через вентиль из паровой магистрали по особому отростку, оканчивающемуся в котле бесшумным пароструйным смесителем (рис. 386). В последнем случае пар подводится к водяной печи трубой *а*, к которой примыкает находящийся в печи смеситель, состоящий из двух конических труб: внешней *б* (сопла), имеющей у основания отверстия *в*, и внутренней *г*, более короткой. Пар, выходя из конуса *г*, засасывает воду в сопло *б* и конденсируется в нем, смешиваясь с водою.

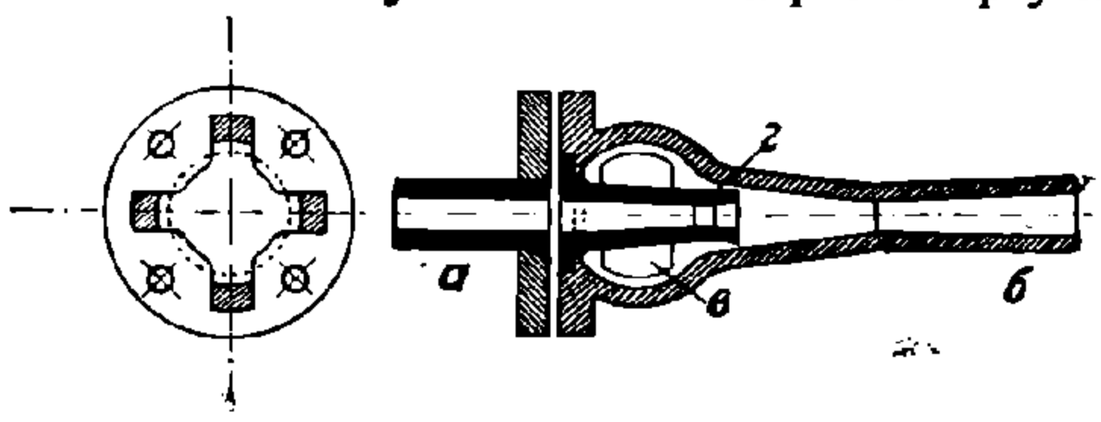


Рис. 386.

Такое отопление применяется в том случае, если в поезде устроено центральное отопление от паровоза или от вагона-паровика, а в состав поезда включаются вагоны, оборудованные приборами водяного отопления.

Во втором типе отопления пар циркулирует в трубках, помещающихся в нагревательных приборах, наполненных водою. Устроенное по этому типу отопление на некоторых французских дорогах (рис. 387) состоит из прямоугольных литых грелок *С*, соединенных между собою трубою *Т*, которая одним концом присоединяется к наполнительному резервуару (расширителю) *Е*, а другим входит в открытую вертикальную трубу *Р*. Грелки, резервуар *Е* и трубка *Т* наполнены водным раствором хлористого кальция в 30° Боме, который обладает свойством не замерзать и не кристаллизоваться. Кипит он при температуре в 108° С. От проходящей в вагоне паровой магистральной трубы *О* в каждую грелку отходит согревательная труба *К*, которая, обойдя ее, проходит через пол вагона и заканчивается открытым концом в атмосферу. Краны, устроенные на каждой ответвляющейся трубе, позволяют регулировать количество пара, впускаемого в грелки, и поддерживать необходимую температуру.

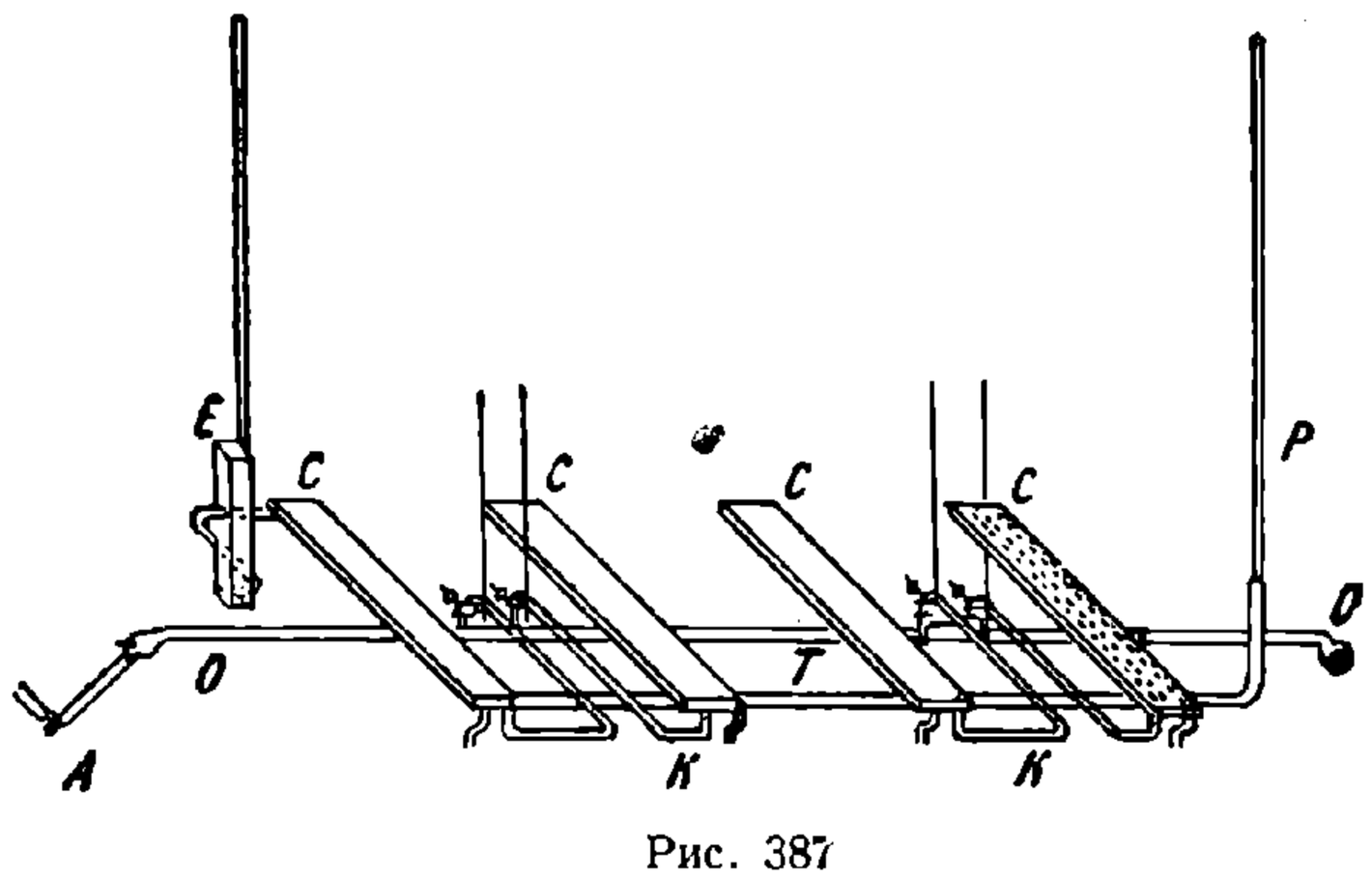


Рис. 387

Устройство третьего типа пароводяного отопления заключается в следующем (рис. 388.) Трубы отопления *Д*, расположенные у одной продольной стенки вагона (в коридоре), и грелки *С*, помещенные у другой стенки вагона (в купе), соединены между собою последовательно, образуя непрерывную сеть. Один конец этой сети при помощи вентиля *И* соединяется с нижней частью водяного резервуара *Л* у его дна, а другой конец *Т* (открытый) входит в верхнюю часть этого резервуара. Вода, выходящая из резервуара *Л* через вентиль *И*, проходит нагревательную сеть и доходит до самой нижней точки сети *К*, где она засасывается паровым инжектором *О*, который ее нагревает и направляет в верхнюю часть резервуара *Л*.

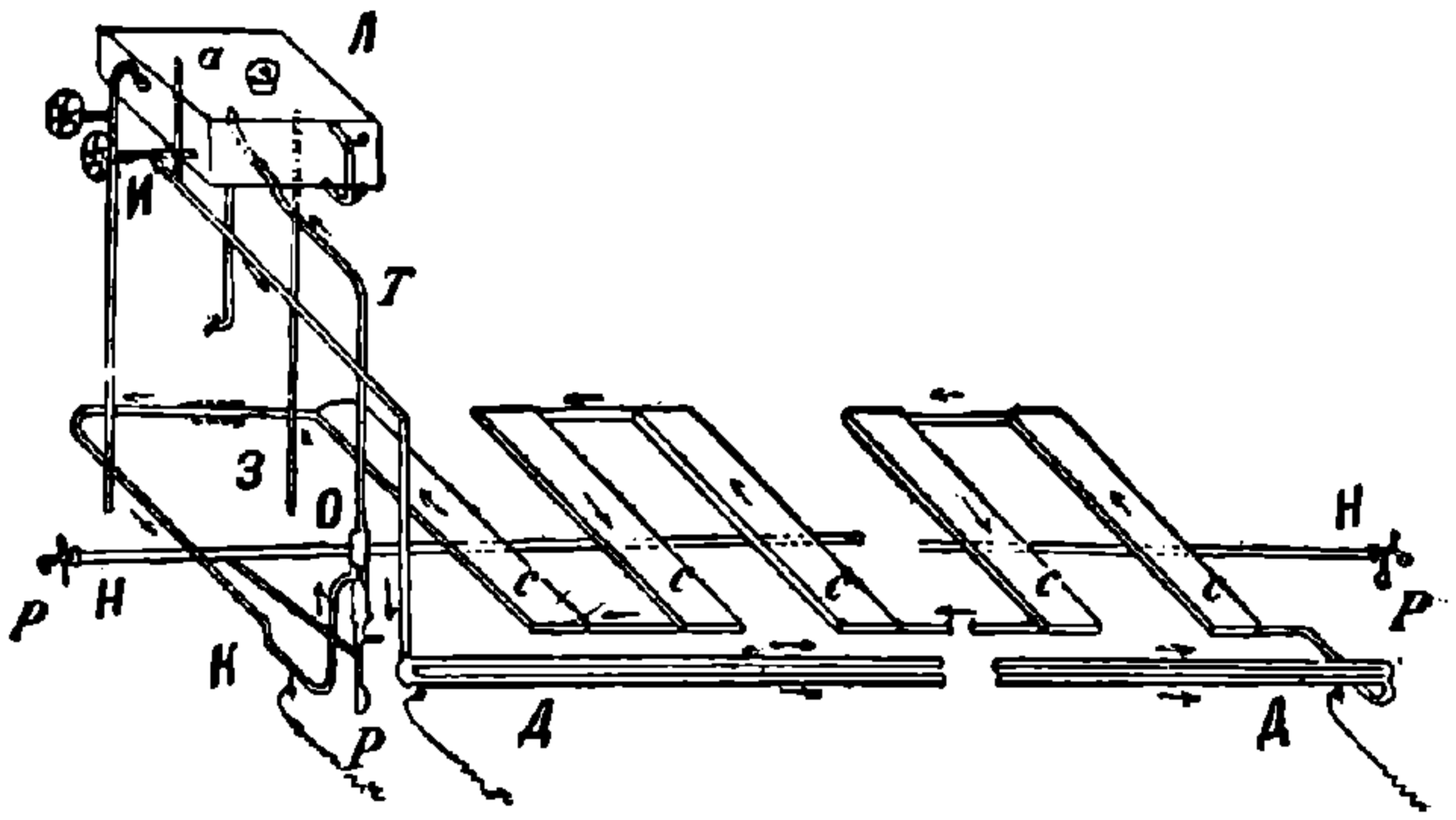


Рис. 388.

НВ УДИТ (ДИТ)

Инжектор *О* соединен с паропроводной магистральной трубой *Н*, проходящей по вагону и получающей пар из паровоза или из вагона-паровика.

Паропроводные трубы *Н* и *Т* снабжены водоотводчиком *Р*. Возле инжектора *О* имеется кран, которым можно регулировать отопление, увеличивая или уменьшая количество впускаемого пара.

117. Аккумуляторное отопление

При центральном отоплении и особенно при отоплении от паровоза вагоны отделяются иногда на продолжительное время от источника пара, поэтому при поддержании надлежащей температуры в вагонах иногда устанавливают в них батареи, способные аккумулировать теплоту пара. Такие батареи устраиваются различно. Например, в системе Лейкока, примененной в некоторых вагонах наших железных дорог, нагревательные батареи наполняются соляным раствором, который способствует максимальной утилизации скрытой теплоты пара, поступающего в батареи и конденсирующегося здесь.

В другой системе, встречающейся на американских дорогах, в нагревательные трубы вставлены трубы меньшего диаметра, которые наполняются соленой водой или другим удерживающим тепло составом, который, будучи нагрет, излучает тепло некоторое время после того, как прекратится впуск пара в нагревательные трубы.

В американских изотермических вагонах встречается еще аккумуляторное отопление системы Гольда, в которой аккумуляторами тепла являются цилиндры (диаметром 200 *мм* и длиною 1 800 *мм*), заполненные кругами из пористого терракотового кирпича, поверхность которого имеет выемки для прохождения пара между стенками цилиндра и кирпичным заполнением. Терракотовый кирпич вследствие своей пористости поглощает большое количество пара, который, конденсируясь, выделяет скрытую теплоту.

118. Электрическое отопление.

В вагонах электрифицированных ж. д. устраивается электрическое отопление. Это отопление состоит в том, что в вагоне устанавливаются нагревательные приборы, соединенные электрическим проводом, через который проходит ток от пантографа. Нагревательный прибор представляет спираль из тонкой проволоки (рис. 389), заключенной в металлическую трубку, стенки которой изнутри покрыты слоем теплоемкого вещества. В каждом нагревательном приборе (рис. 390) помещаются 4 трубки со спиралями, которые соединяются последовательно. Трубки делаются диаметром 8 *мм* и длиною 400 *мм*. Таким образом, нагревательный прибор имеет весьма малый объем. в виду чего легко устанавливается под скамьей вагона.

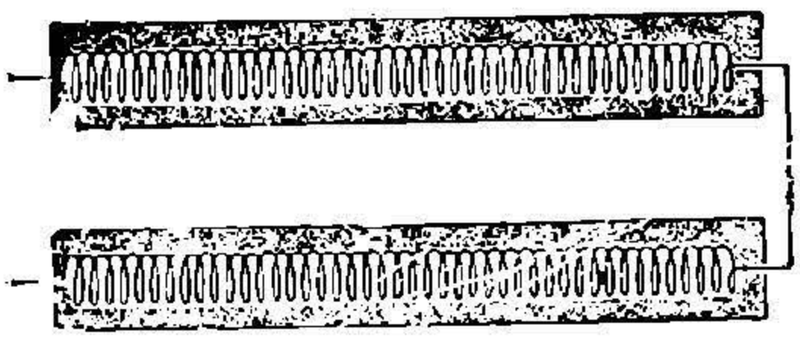


Рис. 389.



Рис. 390.

Нагревательные приборы соединены в две группы (рис. 391): одна группа питается током, идущим по одному проводу, а другая током, идущим по второму проводу. Оба эти провода ответвляются от провода, отходящего от пантографа. Противоположные концы их соединяются с землею через посредство моторной рамы. К первому проводу присоединяются $^1/_3$ нагревательных приборов из общего числа их, а к второму проводу—$^2/_3$ приборов. Включение первых приборов производится посредством контактора *а* и выключателя *б*. Эти приборы почти постоянно находятся под током во время периода отопления. Вторая группа приборов получает ток только тогда, когда температура в вагоне становится ниже нормальной. Когда же температура повысится до нормальной, то вторая группа приборов выключается. Включение и

НЕ УДАЛЯТЬ (ДІІТ)

выключение второй группы производятся автоматически посредством прибора, называемого термостатом.

Термостат (рис. 392) состоит из спиральной пружины *А*, чувствительной к изменению температуры. При повышении температуры пружина удлиняется; ее свободный конец *В* перемещается и заставляет вращаться около точки *Б* стержень *Г* до соприкосновения конца его *Д* с болтом *Ж*. Тогда ток по проводу *а* поступает в реле, соединенное с термостатом, и производит разъединение отопительной сети, в виду чего ток не поступает во вторую группу нагревательных приборов. Когда же температура станет ниже нормальной, то пружина *А* сожмется, конец ее *В* переместится в обратном направлении и стержень *Г* придет в соприкосновение с болтом *З*, как показано на рисунке.

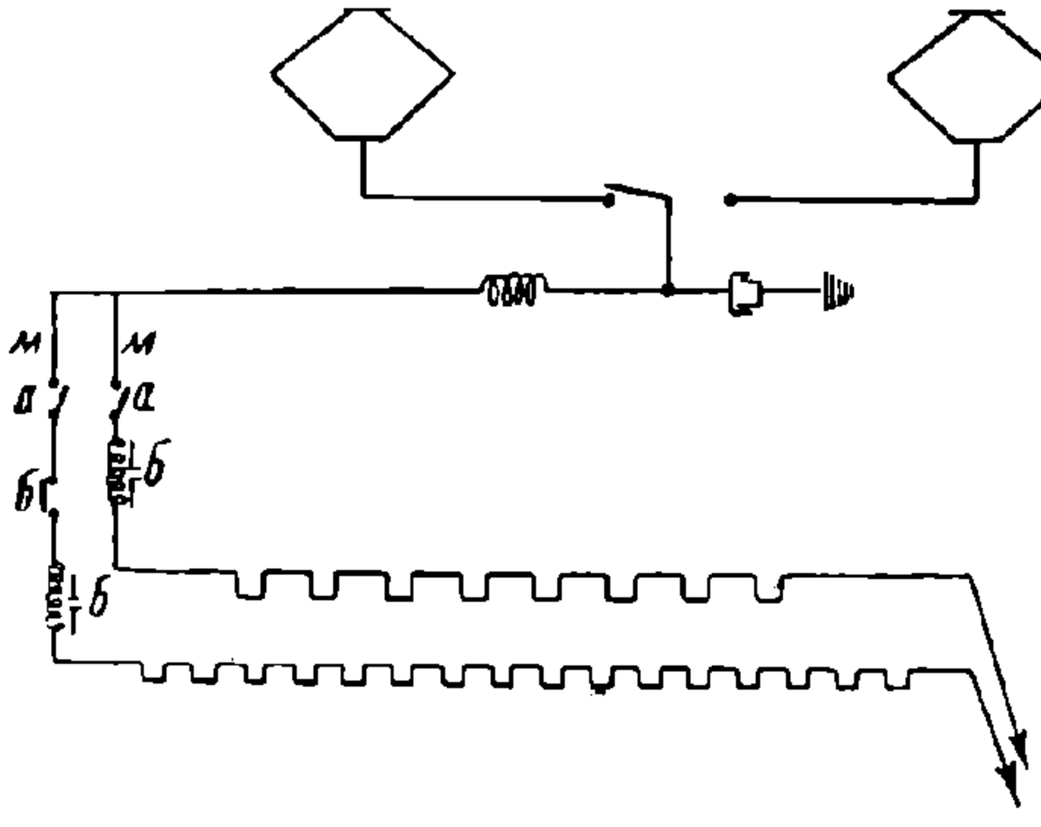


Рис. 391.

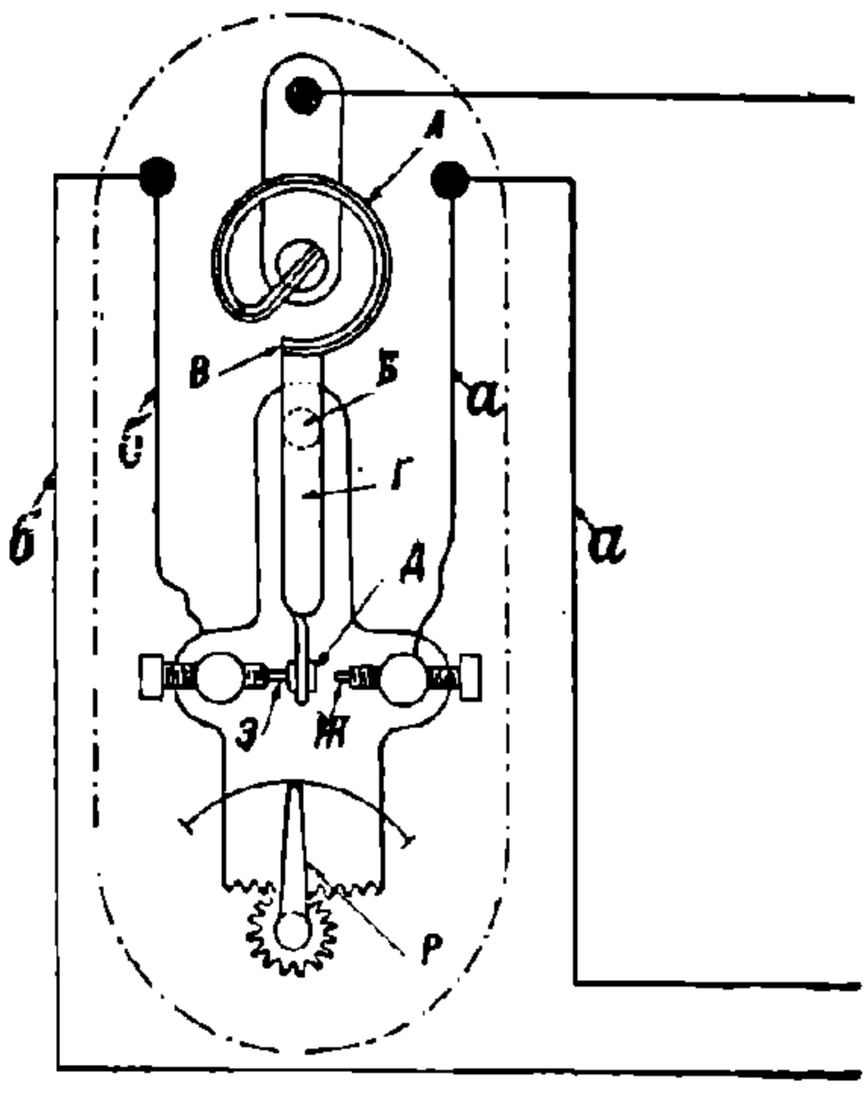


Рис. 392

Тогда ток по проводу *б* поступит в реле и произведет включение второй группы нагревательных приборов.

При помощи рукоятки *Р* можно регулировать термостат таким образом, чтобы включение и выключение второй группы нагревательных приборов производилось при определенной температуре. Например, можно так установить рукоятку *Р*, что при достижении в вагоне температуры в 12° вторая группа нагревательных приборов выключается, чем предупреждается дальнейшее повышение температуры.

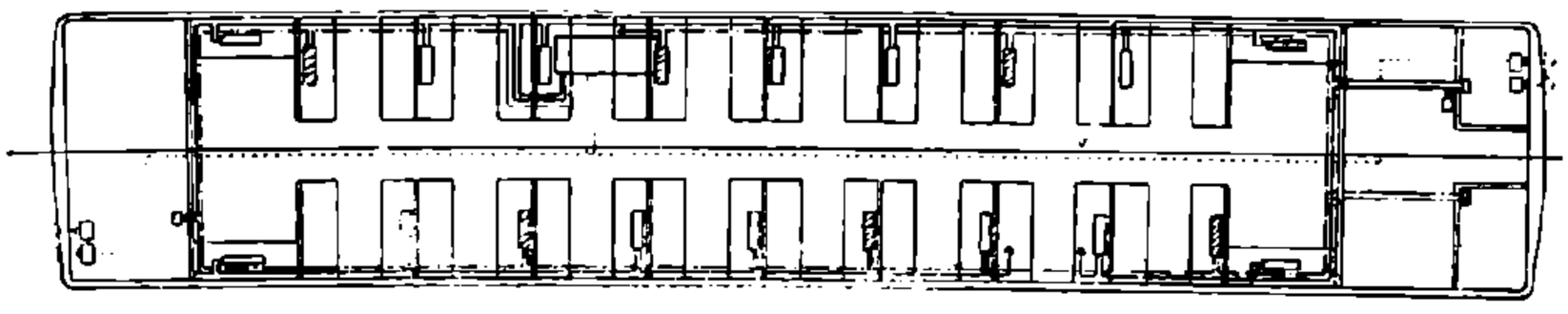


Рис. 393.

Если вагоны переполнены, как обычно бывает в поездах пригородного сообщения, или если наружная температура не низка, то термостат следует устанавливать на 6—8°, так как после выключения второй группы нагревательных приборов температура продолжает повышаться некоторое время вследствие отдачи теплоты, сохранившейся в приборах.

Прицепные вагоны электрического поезда получают ток для отопления от моторного вагона, для чего провода отопительной сети моторного вагона и прицепных вагонов соединены посредством гибкого междувагонного соединения.

На рис. 393 изображено схематически расположение приборов отопления в моторном вагоне. Здесь заштрихованными прямоугольниками показаны приборы первой группы. Они питаются током, идущим по проводу, показанному на рисунке прерывистой линией. Незаштрихованные прямоугольники представляют вторую группу приборов. Они питаются током по проводу, обозначенному сплошной линией. Провода

УДИТ (ДИТ)

отопления, отходящие к прицепным вагонам, показаны мелким пунктиром. Они заканчиваются по концам вагона в соединительных коробках, в которых укрепляются междувагонные гибкие соединения.

Управление сетями отопления производится из кабины поездо-вожатого.

РАЗДЕЛ X

ОСВЕЩЕНИЕ ВАГОНОВ

А. Свечное и газовое освещение

119. Сравнение существующих систем освещения

Самым распространенным способом освещения железнодорожных вагонов до конца прошлого столетия было свечное освещение, несмотря на все его недостатки. Правда, в западно-европейских государствах и в Америке делались попытки заменить свечное освещение керосиновым и масляным, но это освещение в виду его опасности в пожарном отношении не получило распространения, а на русских железных дорогах было категорически воспрещено. В 1860 г. фирмой Пинч в Берлине был сделан опыт освещения вагонов газом, добываемым в специально построенном газовом заводе, отличающемся от обыкновенных только тем, что добывание газа в нем производилось из жидких масел, а не из каменного угля.

В первые годы газовое освещение распространялось весьма слабо, но затем оно постепенно расширялось. Дальнейшему распространению газового освещения способствовало значительное усовершенствование его в 1894 г., выразившееся введением калильных сеток.

В начале 900-х годов было применено на некоторых западно-европейских дорогах освещение вагонов ацетиленом.

Ацетиленовое освещение было устроено в виде опыта и в отдельных вагонах русских дорог. Однако, это освещение не получило распространения, и теперь оно не встречается.

В начале 80-х годов прошлого столетия Международная компания спальных вагонов, которая первой во Франции заменила масляное освещение газовым, перешла на электричество. Еще на несколько лет раньше на некоторых английских дорогах обращались поезда, освещаемые электрическими лампами.

Постепенно электрическое освещение распространялось и на других дорогах, но в виду того, что первоначальные устройства обладали существенными недостатками и обходились дорого, это освещение, так же, как и газовое, не имело широкого распространения, а применялось на отдельных дорогах и только для некоторых поездов. На русских же дорогах газовое и электрическое освещение встречалось значительно реже.

До 1909 г. лишь на нескольких русских дорогах было применено газокалильное и электрическое освещение, причем газокалильное освещение было более распространено. С 1909 г. начало широко вводиться на дорогах электрическое освещение вагонов.

О преимуществах для пассажиров газокалильного и электрического освещений перед свечным говорить не приходится. Сила света одного источника при газокалильном и электрическом освещениях несравненно больше, чем при свечном. Сила света вагонной свечи равна 1,4 нормальной свечи, сила света газовой горелки с сеточкой накаливания—от 20 до 40 нормальных свечей и сила света электрических ламп с металлической нитью, применяемых в вагонах—от 10 до 20 нормальных свечей.

Нормальной свечой здесь названа единица для измерения силы света. Это сила света особой лампочки, которая применяется для сравнения силы света различных источников. Она приблизительно равна силе света обыкновенной стеариновой свечи (не вагонной).

Хотя сила света одного источника при газокалильном освещении выше таковой при электрическом, но при последнем число источников света больше, и таким образом освещение всего вагона по силе света не ниже, чем при газокалильном освещении. В некоторых отношениях газокалильное освещение имеет преимущество перед элек-

НТБ УДУИТ (ДИИТ)

трическим, а в других наоборот—электрическое перед газокалильным. Например, уход за газокалильным освещением легче, чем за электрическим, и устройство его проще, но зато газокалильное освещение небезопасно в пожарном отношении и в отношении взрыва, хотя последние обстоятельства случаются крайне редко и только при крушениях поездов.

Самым важным аргументом в пользу той или иной системы освещения является наименьшая стоимость освещения.

Стоимость электрического и газокалильного освещений всегда значительно ниже стоимости свечного освещения, за исключением лишь тех случаев, когда продолжительность освещения мала, как, например, в летних дачных поездах пригородных сообщений.

Разница между стоимостью электрического освещения и газокалильного при малых составах и небольшой продолжительности освещения не велика и в некоторых случаях бывает в пользу газокалильного освещения. При большей продолжительности освещения электрическое освещение всегда выгоднее.

120. Свечное освещение

Свечи, применяемые для освещения вагонов, изготовляются заводами специально для этой цели. Вагонная свеча делается из стеарина и весит 80 *г*. Продолжительность горения ее—6 часов. Большое значение для правильности горения свечи, имеет фитиль. Плетеный хлопчатобумажный фитиль, пропитанный борными солями, не дает копоти и сгорает равномерно.

Свеча вставляется в подсвечник. Подсвечник помещается в фонаре, представляющем 6-гранную коробку с 3 и 4 стеклянными стенками. Фонарь имеет запирающиеся ключом дверцы, которые либо подвешиваются на шарнирах, либо поднимаются. С целью обеспечения спокойного и равномерного горения свечи в фонаре она изолируется от окружающего пространства путем устройства плотного соприкосновения стенок и устранения щелей.

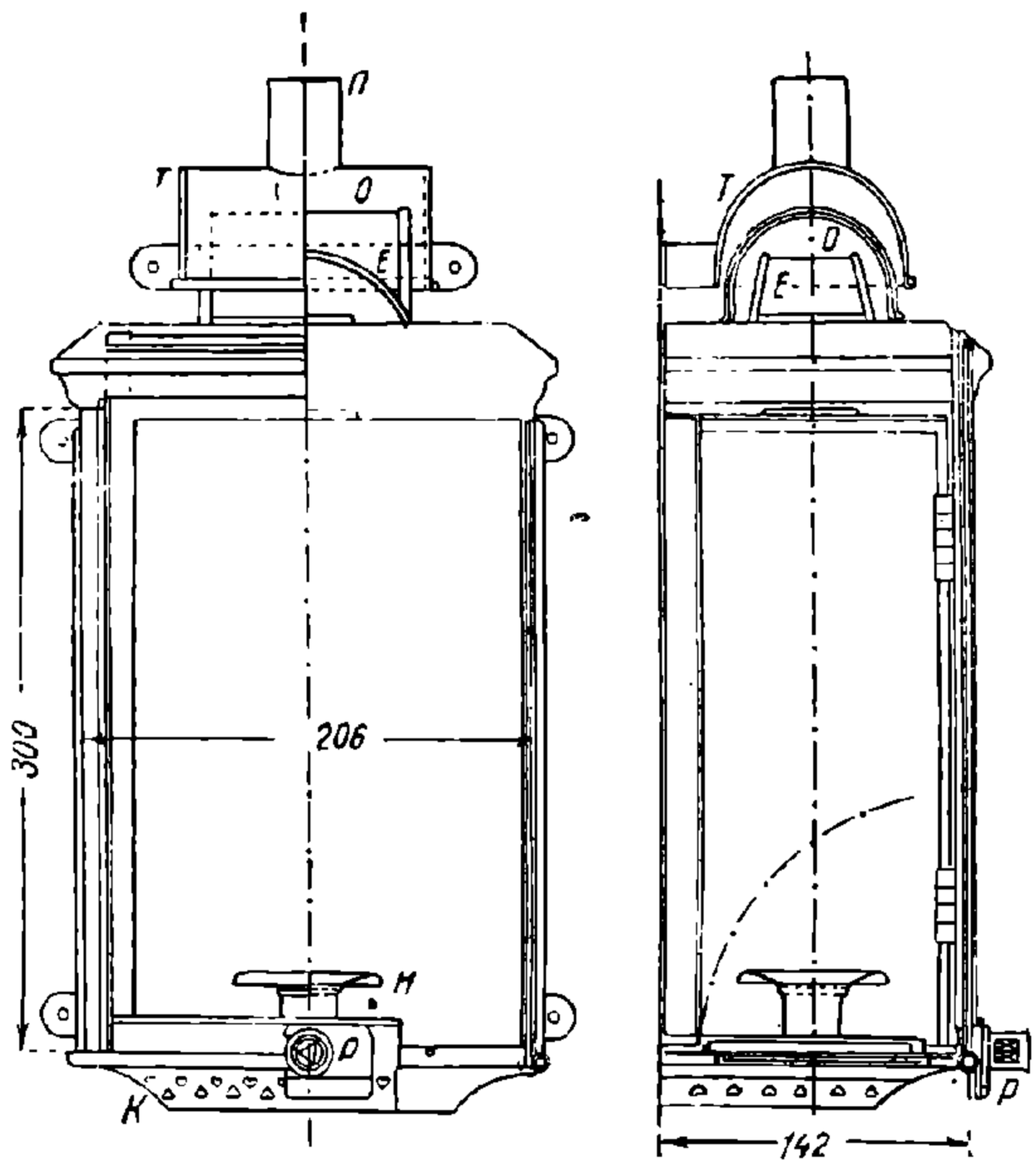


Рис. 394.

Основным условием хорошего горения свечи в фонаре являются равномерный приток необходимого количества воздуха и отвод продуктов горения по мере сгорания свечи; кроме того, объем фонаря должен быть возможно больше, чтобы стенки его не прогревались.

На рис. 394 изображен фонарь образца последних заказов пассажирских вагонов. В фонаре установлен вращающийся на шарнире (как показано на рисунке стрелкой) подсвечник *Н*. Фонарь снабжен плотно закрывающейся дверцей, которая запирается вагонным трехгранным ключом, для чего снабжена защелкою с отростком *Р*. Если фонарная дверца поднимающаяся, то замок устраивается внизу дверцы, а если дверцы на боковых шарнирах, то замок находится сбоку дверцы.

Ко дну фонаря прикреплена коробка *К* с отверстиями в боковых и нижних стенках; она служит для подвода в фонарь воздуха, необходимого для горения. Воздух из этой коробки поступает в фонарь через отверстия, расположенные по углам в дне фонаря. Такое расположение этих отверстий сделано с той целью, чтобы предохранить пламя свечи от колебания входящим в фонарь воздухом. В потолке фонаря устроено вытяж-

НТБ УДУНТ (ДНТ)

ное отверстие, приходящееся над пламенем свечи. Это отверстие перекрывается колпачком *E* полуцилиндрической формы, так что продукты горения выходят через боковые отверстия этого колпачка. Чтобы еще в большей степени обеспечить невозможность задувания воздуха в фонарь через вытяжное отверстие, над колпачком *E* устраивают второй колпачок *O* такой же полуцилиндрической формы, но расположенный так, что его продольная ось перпендикулярна к оси колпачка *E*. Для возможности очистки колпачков *O* и *E* от копоти они закрепляются на шарнирах.

Вытяжная труба *П*, служащая для отвода продуктов горения наружу, не соединяется непосредственно с выходным отверстием фонаря, а охватывает зонтом *T* вытяжной колпачок *O* таким образом, что между ними остается небольшой промежуток. Это делается для того, чтобы колебания скорости и давления воздуха в вытяжной трубе не оказывали влияния на горение свечи и не вызывали мигания пламени. При таком устройстве вытяжная труба фонаря вытягивает также воздух изнутри вагона. На крыше вытяжная труба оканчивается флюгаркой, предупреждающей возможность задувания в трубу ветра и попадания дождя, пыли и т. п. В отверстие крыши вокруг вытяжной трубы ставится вторая железная труба, но большего диаметра, чем вытяжная, причем промежутки между нею и вытяжною трубою на крыше и на потолке перекрываются розетками. Вторая труба ставится для предохранения деревянной части крыши от нагревания продуктами горения.

В фонарях старой конструкции, в которых вытяжная труба непосредственно примыкает к вытяжному отверстию, свеча при сильной тяге быстро сгорает, а при слабой коптит. На тягу воздуха влияет: состояние погоды, направление ветра, скорость хода поезда, состояние воздуха и движение его внутри вагона. Так же точно если отверстия, подводящие воздух, устроены непосредственно в нижней части фонаря, а не в особой коробке, то при ветре или на большом ходу поезда через эти отверстия воздух втягивается с большой силой, производя вихрь в фонаре, вследствие чего происходит колебание и мигание пламени. Открывание дверей вагона вызывает сквозняк, направляющийся через те же отверстия фонаря в вытяжную трубу, и также вызывает вихри в фонаре и оплывание свечи.

При свечном освещении применяются стенные и простеночные фонари.

121. Газокалильное освещение

Газовое освещение вагонов начали применять с тех пор, как удалось добыть богатый углеводородами газ, горящий с неизменяющейся силой при изменяющемся давлении и дающий сильный свет. Газ, применяемый для освещения вагонов, добывается на особых газовых заводах из нефти, маслянистых жидкостей, парафинового масла. Выбор того или иного материала для получения газа зависит от стоимости его. В СССР и Америке наиболее подходящим материалом по стоимости является нефть. В Германии, где цена на нефть сравнительно высока, пользуются для получения газа маслом от перегонки смолы из бурых углей.

Газовое освещение применяется почти исключительно по системе Пинча, которая была предложена еще в 60-х годах прошлого столетия. В первые годы она распространялась весьма слабо. Распространению газового освещения способствовало значительное усовершенствование его в 1894 г., выразившееся введением калильных сеток.

Газокалильное освещение дает свет в несколько раз ярче, нежели газовое, и в то же время расход газа на светосилу при газокалильном освещении в 10 раз меньше, чем при простом газовом освещении.

Газ, служащий для освещения вагона, хранится в одном или нескольких соединенных между собою цилиндрических резервуарах *A*, называемых р е ц и п и е н т а м и, расположенных под вагоном и укрепленных в раме вагона (рис. 395). От реципиентов к каждой продольной стенке вагона идет отросток, заканчивающийся наполнительным клапаном, через который производится наполнение реципиентов газом. Наполнительный клапан снабжен предохранительным колпачком во избежание засорения. Реципиенты наполняются газом до давления в 6—8 *am*, между тем давление в горелках при обыкновенном газовом освещении не должно превышать $^1/_{200}$ *am*, а при газокалильном освещении не должно превышать $^1/_{65}$ *am*; поэтому для получения надлежащего давления непосредственно за реципиентом ставится прибор *Б*, назы-

УДИТ (ДИТ)

ваемый р е г у л я т о р о м д а в л е н и я, который понижает давление газа, поступающего из реципиентов в разводящую газопроводную сеть.

Регулятор, как видно из рис. 396, состоит из чугунной коробки с двумя отверстиями: *О*—для входа и *Н*—для выхода газа. Вверху этой коробки, между крышкой и фланцем коробки, проложена слабо натянутая непроницаемая для газа кожаная перепонка *В*, называемая д и а ф р а г м о й. Посредине диафрагмы укреплена посредством шарнира тяга *К*, соединенная с рычагом *Л*. Другим концом рычаг *Л* соединяется со стойкой, укрепленной к телу коробки; к рычагу *Л* прикрепляется посредством шарнира запорный клапан. Вся система рычагов снизу соединена с особой пружиной *Т*, которая по мере уменьшения давления тянет диафрагму книзу.

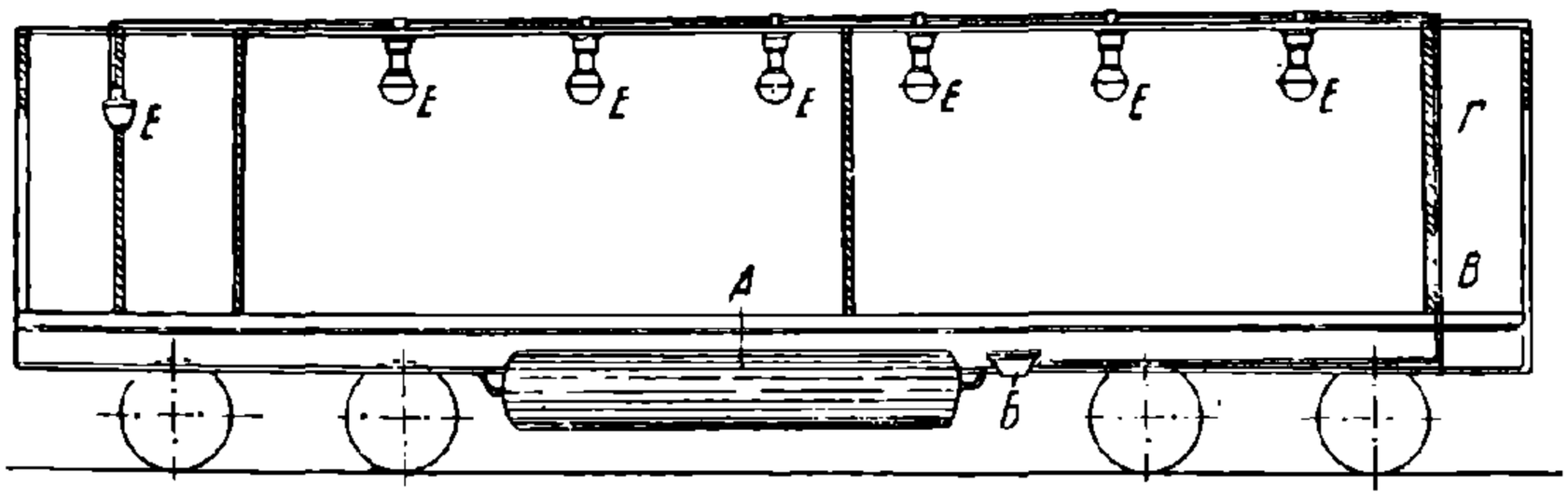


Рис. 395.

Действие регулятора давления следующее: газ, поступая через входное отверстие *О* в коробку, расширяется до требуемого давления и тем самым давит на диафрагму *В*, которая, поднимаясь кверху, тянет за собою рычаги, причем клапан закрывает входное отверстие. По мере расходования газа прибором находящаяся в нем пружина *Т* тянет весь механизм, а следовательно, и диафрагму вниз так, что впускной клапан открывается совершенно и сжатый газ направляется из реципиентов через клапан в регулятор пока давление в последнем не сравняется с силой пружины, открывающей клапан; затем диафрагма поднимается и закрывает впускной клапан до тех пор, пока давление газа в регуляторе опять понизится. Таким образом давление в регуляторе поддерживается постоянным во время горения газа.

Газ из реципиентов, пройдя регулятор, поступает в разводящую трубку *В* (рис. 395) диаметром 12 *мм*, которая идет сперва под вагоном, затем по одной из внутренних поперечных стенок вагона и, наконец, по крыше. Здесь от нее отходит ряд ответвлений, подводящих газ к фонарям *Е*.

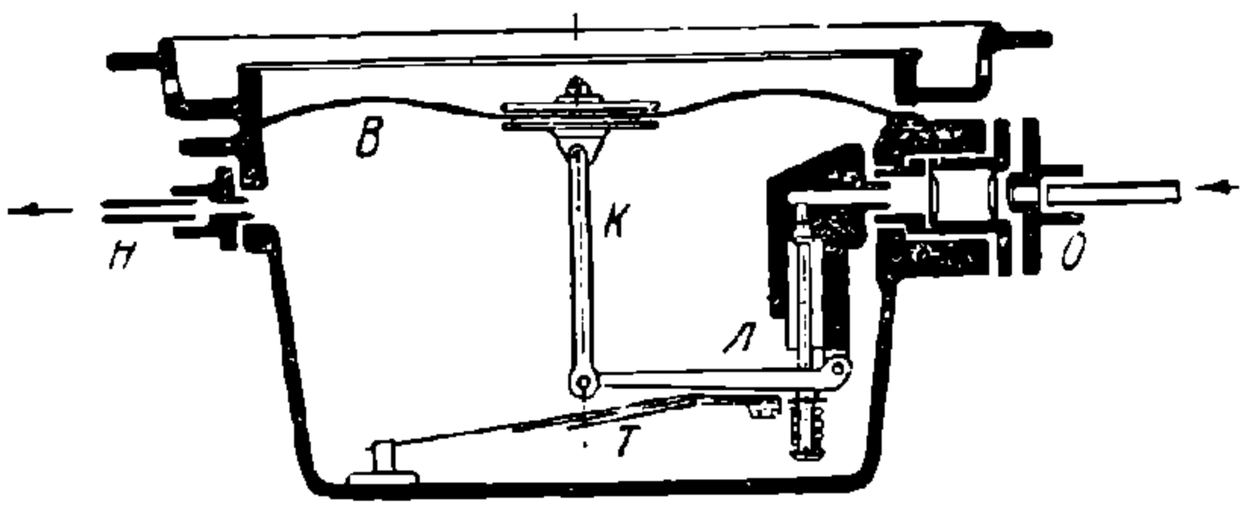


Рис. 396.

На вертикальной газовой трубке, идущей по поперечной стенке вагона, устанавливается г л а в н ы й к р а н *Г*, помощью которого производится впуск и прекращение притока газа сразу для всех фонарей вагона. Кран этот открывается и закрывается при помощи газового ключа, надеваемого на хвостовик крана. Для пуска же газа в каждый фонарь в отдельности сбоку фонаря имеется отдельный кран. который открывается и закрывается тем же ключом, что и главный кран.

Фонари размещаются таким образом, что их вытяжные трубы, служащие для отвода продуктов горения, пропускаются через крышу вагона Потолочные фонари в большинстве случаев соединяются с вентиляторами. В таком случае вытяжной кожух вентилятора охватывает концентрически вытяжную трубу фонаря.

122. Устройство газокалильного фонаря

Фонари бывают потолочные (рис. 397), стенные и простеночные (рис. 398).

Устройство потолочного фонаря заключается в следующем. Остов фонаря рис. 399) составляет чугунное кольцо *А*, в центре которого помещается втулка *Б*,

НВ УДУЛТ (ДПТ)

скрепляющаяся с кольцом тремя радиальными ребрами и служащая для укрепления вытяжной трубы фонаря Кольцо имеет прилив *В*, к которому прикрепляется шурупами коробка *Г* с двумя отростками *Д* и *Е* (рис. 400), снабженными кранами. Эта коробка с отростками называется к о з л о м.

Один из отростков *Е* оканчивается патрубком, в который входит газопроводная трубка, а к другому (коленчатому) отростку *Д* прикреплена изогнутая трубочка *15* (т р у б к а з а ж и г а т е л я), на конец которой навинчена з а ж и г а т е л ь н а я г о р е л к а *16* (рис. 399).

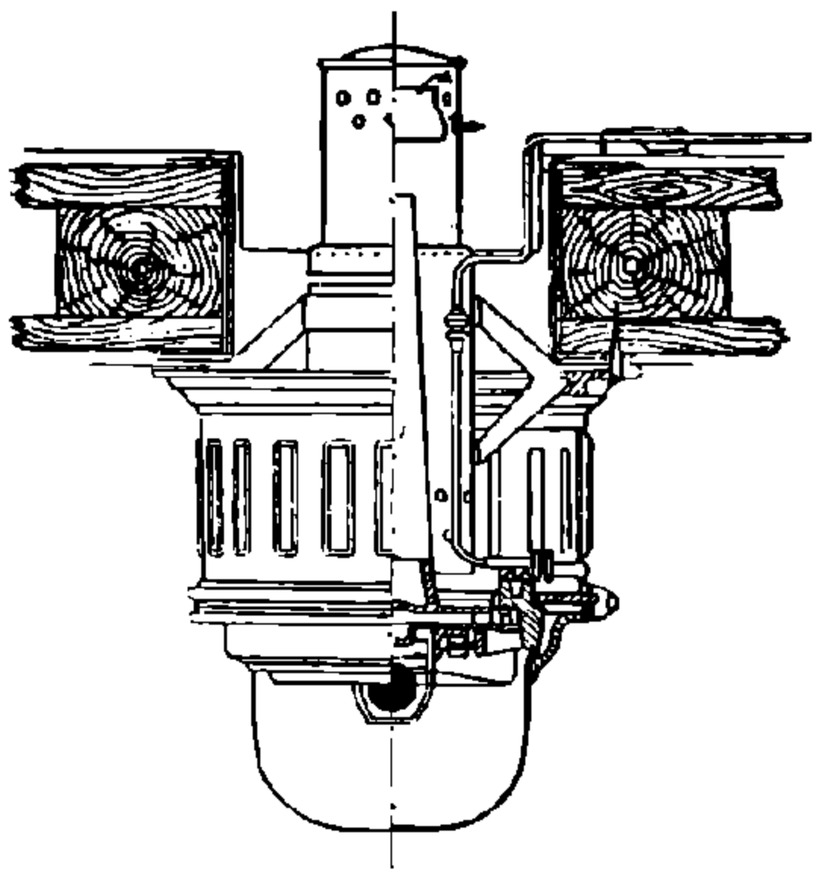


Рис. 397.

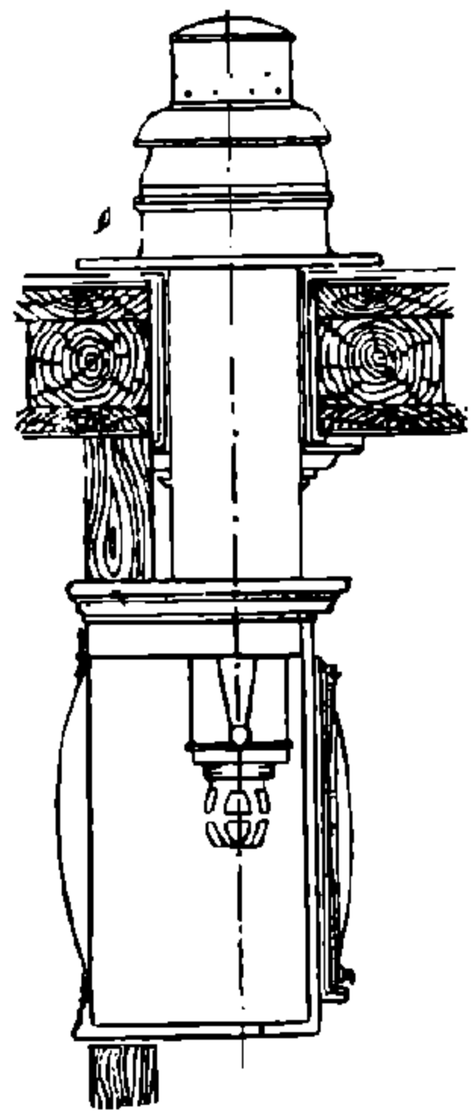


Рис. 398.

Прилив *В*, к которому прикреплен козел, имеет внизу отверстие, в которое ввинчено г н е з д о *3*, а в него—с о п л о *4*, в направлении, перпендикулярном к коробке козла. На это сопло надвигается одним концом с м е с и т е л ь н а я трубка *1*, которая другим концом упирается в п р у ж и н н ы й к о н ч и к *5*. Вблизи сопла в смесительной трубке имеются овальные отверстия для прохода воздуха в трубку. Таким образом, смесительная трубка свободно вкладывается в фонарь. На смесительной трубке, называемой так потому, что в ней газ смешивается с воздухом, находится н а р е з н о й п а т р у б о к, в который ввинчивается м у н д ш т у к *9*. Вокруг нарезного патрубка имеется кольцевая закромка с тремя штифтами, куда с помощью штыкового затвора вставляется п р е д о х р а н и т е л ь н а я к о р з и н о ч к а *11* с находящейся в ней к а л и л ь н о й с е т к о й *10*. Корзиночка служит для предохранения сетки, которая при дотрагивании до нее может легко разрушиться.

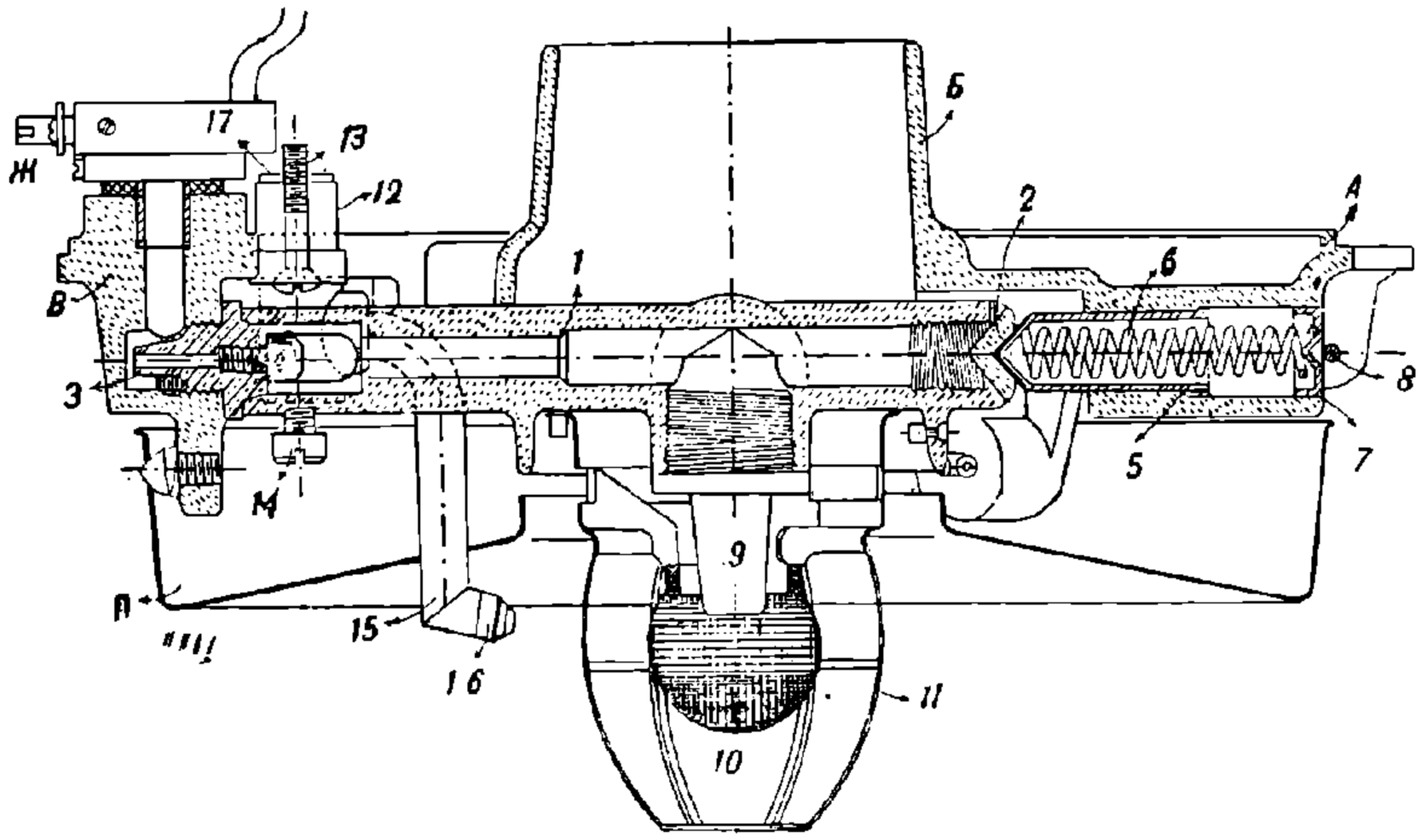


Рис. 399.

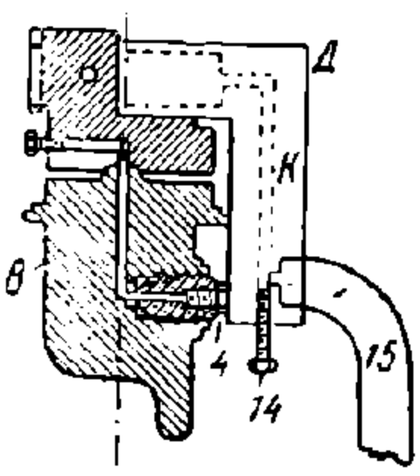
Оба отростка козла (рис 400) соединяются каналом *О*, имеющимся в коробке. Ниже этого канала имеется другой канал *Р*. Этот последний канал начинается отверстием в коленчатом отростке *Д*, доходит до половины коробки и опускается вниз, сообщаясь с каналом, имеющимся в выступе *В*, и с соплом *4*.

Входное отверстие канала, находящееся в отростке *Е*, соединенном с газопроводной трубкой, закрывается краном, имеющим внутри канал, сообщающийся в открытом положении с каналом *Р*. Этот кран, помощью которого открывается или

НЕ УДУТ (ДПТ)

прекращается доступ газа в фонарь, поворачивается в нужное положение газовым ключом, надеваемым на хвостовик крана *Ж* (рис. 399).

В коленчатом отростке *Д* вставлен двухходовой кран (рис. 401), который может сообщать между собой оба канала *О* и *Р*, находящиеся в коробке козла, как это показано на рис. 401. При положении же крана, показанном на рис. 401а, отверстие *Р* нижнего канала, ведущего к смесительной трубке, закрывается и остается только сообщение из верхнего канала *О* в зажигатель при посредстве ручейка, сделанного на поверхности крана. По этому ручейку газ проникает из канала *О* в канал *Ю*, идущий от поверхности крана к его оси, и затем в канал *Л*, расположенный по его оси. Из канала *Л* газ переходит в канал *К*, ведущий в зажигатель *15*. Сказанный двухходовой кран соединен рычагом с каркасом фонарного абажура. При открытом абажуре двухходовой кран сообщает верхний и нижний каналы *О* и *Р* между собой и верхний канал *О* с коленчатым отростком *Д* и, следовательно, газ поступает и в смесительную трубку и в зажигательную.



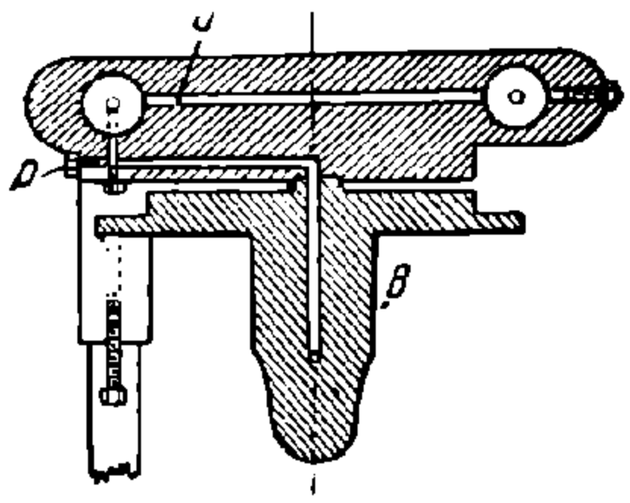
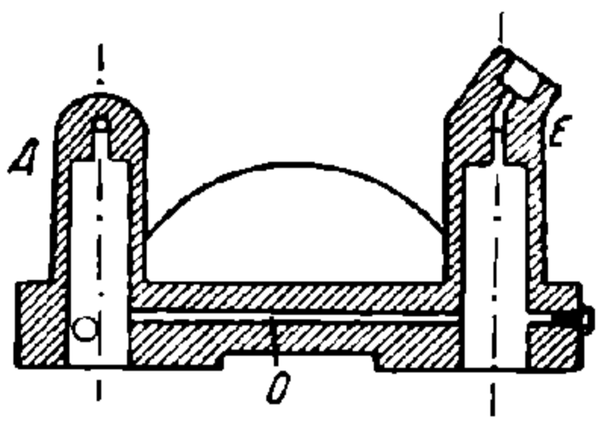


Рис. 400.



При закрытом абажуре кран закрывает входное отверстие нижнего крана *Р*, ведущего к смесительной трубке, и газ из трубопровода по верхнему каналу *О* коробки козла и по коленчатому патрубку *Д* проходит только к зажигательной трубке *15*.

Таким образом, при закрытом абажуре горит только зажигательная горелочка *16* а при открытом абажуре—обе горелки.

На коленчатом отростке *Д* находится винт *14* для регулирования зажигательного пламени (р е г у л и р у ю щ и й в и н т з а ж и г а т е л я).

В случае засорения газопроводных каналов *О* и *Р* таковые могут прочищаться через отверстия, закрываемые винтиками.

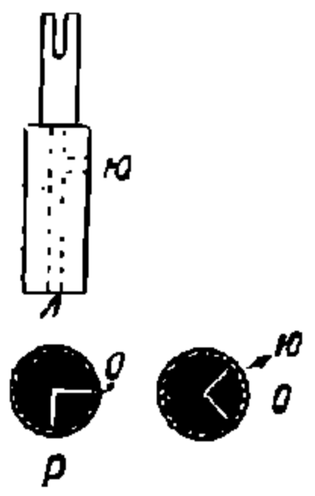


Рис. 401 и 401а.

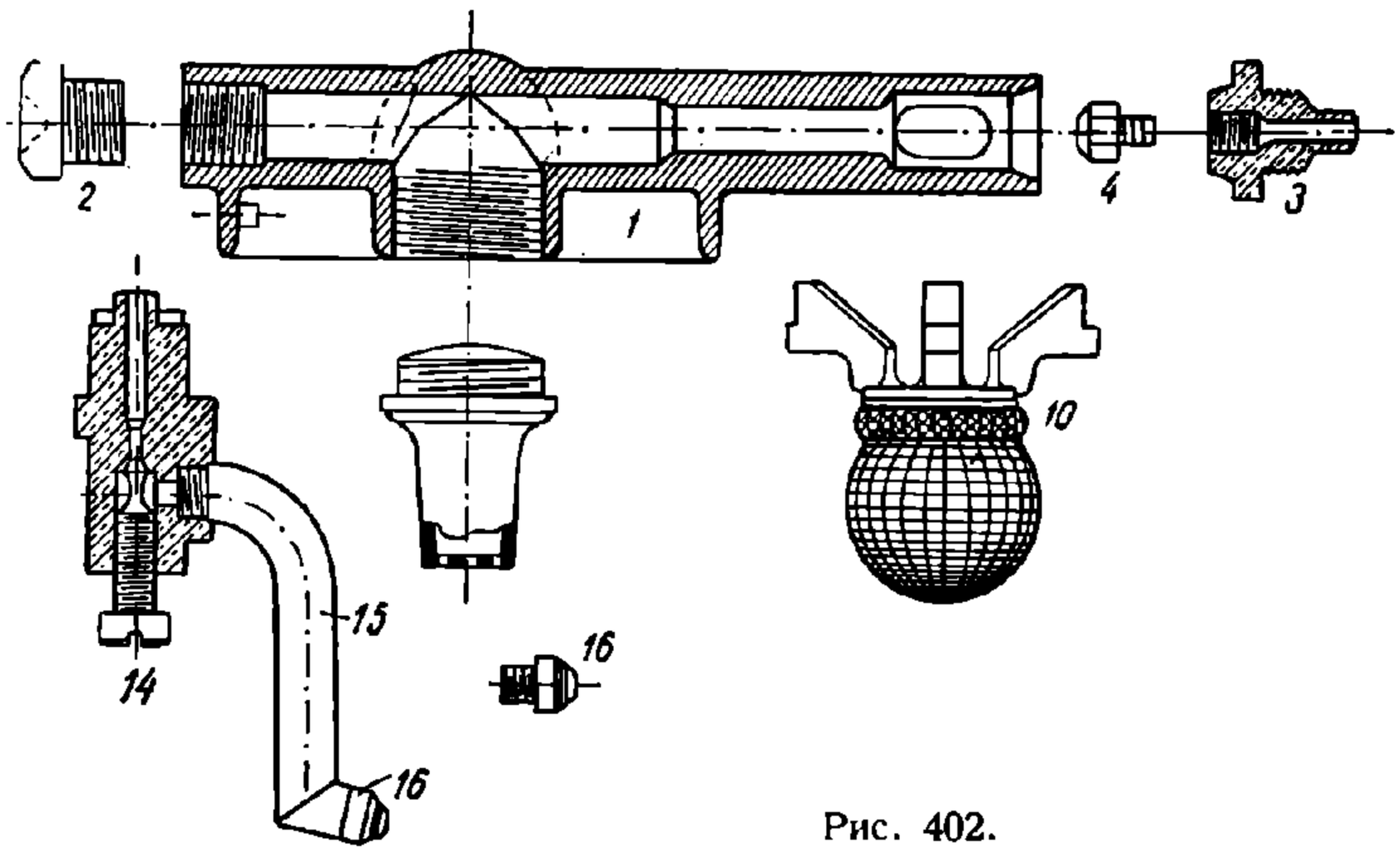


Рис. 402.

Под смесительной трубкой помещается эмалированный рефлектор *П* (рис. 399) с прорезом посредине для горелки.

Рефлектор укреплен к выступам кольца *А* нажимными винтами. Он легко снимается книзу.

Снизу фонарь закрывается стеклянным колпаком, прикрепленным к. остову фонаря шарниром. В закрытом положении верхряя кромка колпака закрывается пружинной защелкой. Для открытия колпака защелка отводится соединенной с ней скобой при помощи газового ключа, надеваемого на выступающий хвостик от скобы.

НБ УДУНТ (ДГТ)

На рис. 402 изображены отдельные части фонаря, обозначенные теми же буквами, что и на рис. 399.

Устройство стенного и простеночного фонарей в главнейших частях механизма сходно с устройством потолочного фонаря.

В некоторых стенных и простеночных фонарях, например в служащих для освещения коридора, не ставят зажигательной горелочки.

123. Действие газокалильного освещения

Наполнение реципиентов газом производится резиновыми или гибкими металлическими рукавами, плотно соединяемыми с одной стороны со стояками наполнительного трубопровода, идущего от газового завода, или с цистернами для перевозки газа, а с другой стороны—с наполнительными клапанами вагонов. Для наполнения сначала открывается ключом наполнительный клапан у вагона, а затем клапан у стояка или цистерны, причем вращение ключа производится в направлении движения часовой стрелки. Когда давление в реципиентах доведено до 6 *am*, надлежит прежде всего закрыть наполнительные клапаны у стояка и вагона, а затем уже отвинтить наполнительный рукав с манометром.

Одним из условий получения хорошего света является чистота приборов.

Чистота сопла и его сеточки, горелочного наконечника и его сеточки, смесительной трубы имеют чрезвычайно важное значение для правильности горения. При засорении сеточки наконечника или накоплении сажи в смесительной трубе получается тусклое пламя и отдельные пламенные язычки стремятся плоско соединиться на горелочном наконечнике. Если сопло засорено и не пропускает достаточного количества газа, то горение происходит в смесительной трубе или в горелочном наконечнике, вследствие чего пламя получается слабое или мигающее.

При правильном горении калильная сетка равномерно накаливается, причем она не должна быть прозрачной и на ней не должно образовываться копоти.

Пламя зажигательной горелки должно быть так урегулировано, чтобы оно не было слишком коротким и очень длинным. Нормальная длина его—25—30 *мм*. Чрезмерно длинное пламя излишне накаляет сетку в одном месте, а короткое не воспламеняет газа на калильной сетке. Для отогревания регулятора никогда не следует употреблять зажженные концы или другое какое-либо пламя, во избежание опасности взрыва.

При зажигании фонарей необходимо следить за тем, чтобы газ не проникал в вагон; поэтому, открыв главный кран газопровода, надо немедленно и быстро приступить к зажиганию фонарей, причем следует начинать с фонарей, ближайших к главному крану.

Б. Электрическое освещение

124. Существующие системы электрического освещения

В настоящее время существует три основных способа получения электрической энергии для освещения вагонов: 1) от аккумуляторов, 2) от динамо, работающей с отдельным двигателем, и 3) от динамо, работающей от оси вагона.

Освещение от аккумуляторов устраивается либо с одной батареей на весь поезд, либо с двумя батареями (одна в переднем вагоне, другая в заднем), либо с самостоятельными батареями в каждом вагоне.

Система с одной батареей аккумуляторов имеет тот недостаток, что в случае обрыва междувагонного соединения проводов или сгорания главного предохранителя происходит потухание освещения в части поезда или во всем составе. Кроме того, аккумуляторные батареи должны быть большой емкости, а следовательно, получаются очень тяжелыми. В случае применения двух батарей—в начале и хвосте поезда—эти недостатки устраняются.

Система с отдельными батареями аккумуляторов в каждом вагоне представляет выгоды по сравнению с другими аккумуляторными системами в виду независимости одного вагона от другого, что дает возможность производить отцепку вагона,

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

не нарушая правильности освещения. Отсутствие междувагонных соединений проводов обеспечивает непрерывность освещения во всем составе.

Надзор за аккумуляторным освещением весьма прост и сводится к включению ламп и своевременному повороту ручки реостата или коммутатора, но большой недостаток этой системы составляет зарядка аккумуляторов. При длинных пробегах поездов необходимо подзаряжать батареи посреди пути, иначе батареи получаются чересчур тяжелыми и объемистыми. Зарядка на конечных станциях не представляет затруднений. Можно заряжать аккумуляторы, даже не вынимая их из вагонов, для чего ставят вагоны на определенные пути, специально приспособленные для зарядки. В случае необходимости зарядки аккумуляторов на промежуточных станциях они во время стоянки поезда вынимаются из вагонов, а взамен их ставятся заряженные батареи, заранее приготовленные и подвезенные к вагонам на тележках; разряженные батареи на тех же тележках отвозятся на электрическую станцию для зарядки. При смене батарей в ночное время необходимо, во избежание потухания ламп, ставить запасные батареи под каждым вагоном для освещения во время производства замены батарей.

Освещение от поездной динамомашины, работающей от отдельного двигателя, устраивается следующим образом: в особом вагоне или в отделении багажного вагона устанавливается динамомашина, соединенная ременной пере-

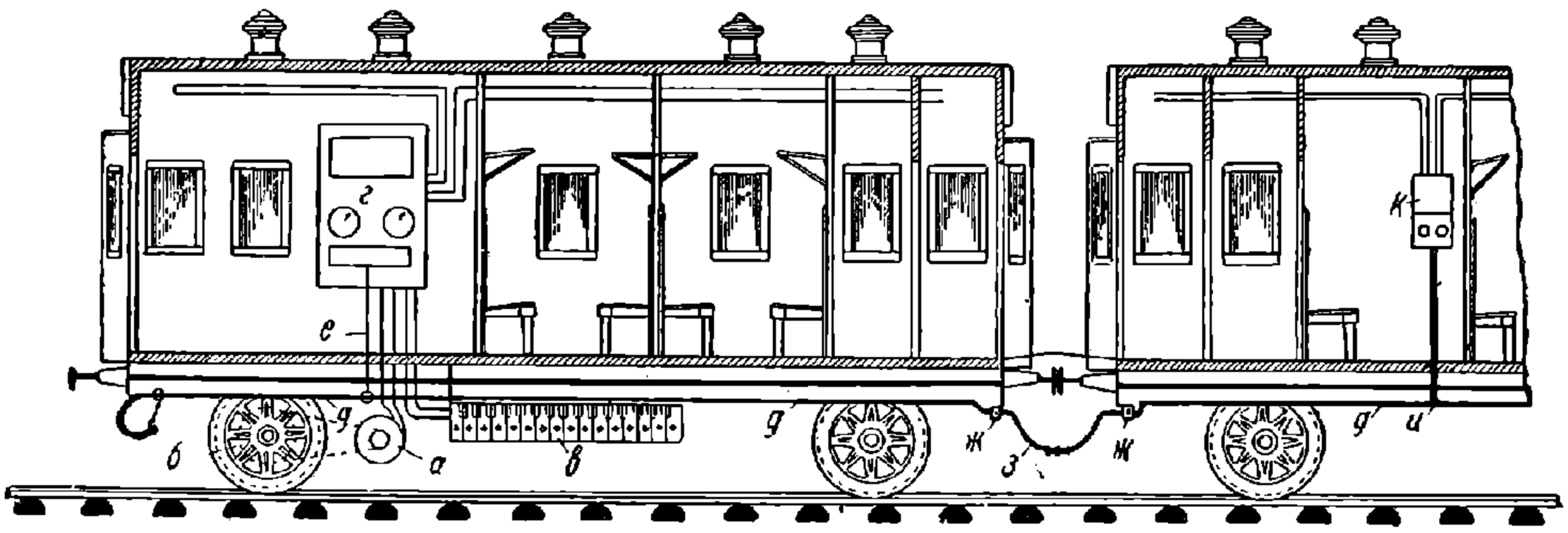


Рис. 403.

дачей или непосредственно муфтой с паровой машиной или с нефтяным, либо керосиновым двигателем от 5 до 12 сил. Если динамо работает от паровой машины, то в помещении электрической станции ставится паровой котел и резервуар для воды, а если динамо приводится в действие нефтяным или керосиновым двигателем, то при двигателе должны находиться резервуар для нефти или керосина и баки с водой, служащей для охлаждения цилиндров двигателя. Кроме того, в этом же помещении обычно устраивается и распределительная доска. Развиваемый динамомашиной ток передается из одного вагона в другой по проводам, подвешенным под кузовами вагонов или проложенным по крышам. Провода отдельных вагонов соединяются друг с другом помощью сцепных муфт различных систем.

Недостаток системы освещения от центральной станции заключается в том, что в случае обрыва междувагонной сцепной муфты потухает свет во всех вагонах, находящихся сзади; а в случае перегорания главного предохранителя, порчи динамо или двигателя прекращается освещение всего поезда. Для обеспечения исправного освещения вагонов в поезде ставится резервная батарея аккумуляторов, которая в состоянии поддерживать освещение в течение нескольких часов. Иногда резервные аккумуляторы ставятся в каждом вагоне, но это обходится дорого. Освещение по этой системе требует содержания поездных электротехников и кочегаров для обслуживания машин в поездах. Вес всей установки электрической станции составляет, не считая аккумуляторов, от 3 200 до 4 000 *кг*.

На некоторых американских дорогах установка для электрического освещения помещается в одном вагоне с котлом для центрального парового отопления поезда. От этого же котла получает пар и машина, приводящая в действие динамо.

Освещение от динамомашины, работающей от оси вагона, устраивается таким образом (рис. 403): электрический ток, вырабатывае-

НБ УДУНТ (ДПТ)

мый динамомашиной *а*, подвешенной под кузовом вагона и соединенной посредством шкива *б* и ремня с осью вагона, служит для освещения вагона во время движения поезда; для освещения же вагона на станциях служат аккумуляторы *в*, устанавливаемые под вагоном в особых ящиках. Во время движения поезда часть тока, вырабатываемого динамомашиной, служит для освещения, а часть—для зарядки аккумуляторов и пополнения таким образом израсходованной ими энергии.

Если вагоны курсируют в постоянных составах, не подвергающихся пересоставлению, то не все вагоны оборудуются динамомашинами и аккумуляторами, что значительно удешевляет стоимость устройства. Обыкновенно в поезде неизменного состава ставится один или два вагона, снабженные динамомашинами и аккумуляторами, и от этих вагонов, называемых станциями, производится освещение всех остальных вагонов поезда. Последние вагоны снабжаются только арматурой и электрической проводкой. Прицепные вагоны, которые курсируют не постоянно в одном и том же составе, снабжаются динамомашиной и аккумуляторной батареей, от которых получают самостоятельное освещение.

125. Осевое освещение

Оборудование вагонов приборами электрического освещения бывает трех родов:

1. Вагоны-станции с динамомашиной на 70 ампер и с одной или двумя аккумуляторными батареями. Такие вагоны, помимо самих себя, могут освещать еще 10—12 вагонов.

2. Вагоны автономные с небольшой динамомашиной на 15 ампер и с одной или двумя аккумуляторными батареями. Динамомашина такого вагона освещает только один вагон.

3. Вагоны холостые, снабженные только электрической проводкой и получающие ток от вагона-станции.

В вагоне-станции и в вагоне автономном положительный и отрицательный провода, идущие от динамомашины и аккумуляторной батареи, вводят внутрь вагона к распределительной доске *г* (рис. 403). От нее отходят два провода (плюс и минус) для освещения самого вагона. Кроме того, в вагоне-станции от положительного провода отходит медный изолированный провод *е*, заключенный в железную трубу, и опускается под вагон. Под вагоном он присоединяется к подвагонной центральной однополюсной магистрали, которая проложена в железной трубе *д*.

Отрицательный провод освещения от распределительной доски присоединяется к той же самой железной трубе при помощи небольшого кабеля, впаянного в муфту, которая наворачивается на трубу. Труба подвагонной магистрали соединяется при помощи хомута и провода со стержнем тягового крюка. Таким образом сама труба служит минусом вместо провода и ток возвращается по железной трубе подвагонной магистрали. Эта труба обыкновенно лежит на железной раме вагона и, значит, ток может проходить также по ней, а равно по всем железным частям вагона, по рельсам и в землю.

Концы подвагонной магистрали входят с обеих сторон вагона в соединительные коробки Пинча *жс*, которые всегда ставятся с левой стороны от тягового крюка. К коробкам Пинча присоединяются междувагонные соединительные рукава *з*, в которых лежат провода, присоединяемые при помощи коробки Пинча к центральной магистрали.

Соединительная подвагонная коробка изображена на рис. 404. Она состоит из чугунного корпуса *А*, прикрепляемого к буферному брусу вагона. С одного конца в нее ввинчивается железная труба *Б* центральной подвагонной магистрали, а с другой прикрепляется при помощи гайки *В* с резиновым прокладочным кольцом *Г* рукав *Д* междувагонного соединения. Провод центральной подвагонной магистрали присоединяется к зажиму *Е*, а междувагонный соединительный провод—к зажиму *Ж*. Зажимы *Е* и *Ж* соединены медной пластинкой *З*, укрепленной на фибровой доске *И*.

Соединительные рукава служат для присоединения соседних вагонов, и благодаря им электрический ток попадает в следующий вагон.

В каждый холостой вагон ток попадает от подвагонной магистрали посредством ответвления, сделанного в ответвительной коробке *и* под вагоном, и подходит к распределительному шкапчику *к*, а затем через предохранительные пробки идет к лампам.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

От ламп ток возвращается обратно через предохранительные пробки в шкапчик, а оттуда в трубу и через железные части вагона в землю посредством небольшого провода, впаянного в муфту, которая навернута на железную трубу ответвления центральной магистрали. Автономные вагоны тоже имеют центральную магистраль, хотя они получают освещение от своей машины. Это сделано для того, чтобы через него можно было пропускать ток от вагона-станции, если он стоит посредине поезда, а также для того, чтобы в случае порчи машины его можно было освещать от вагона-станции.

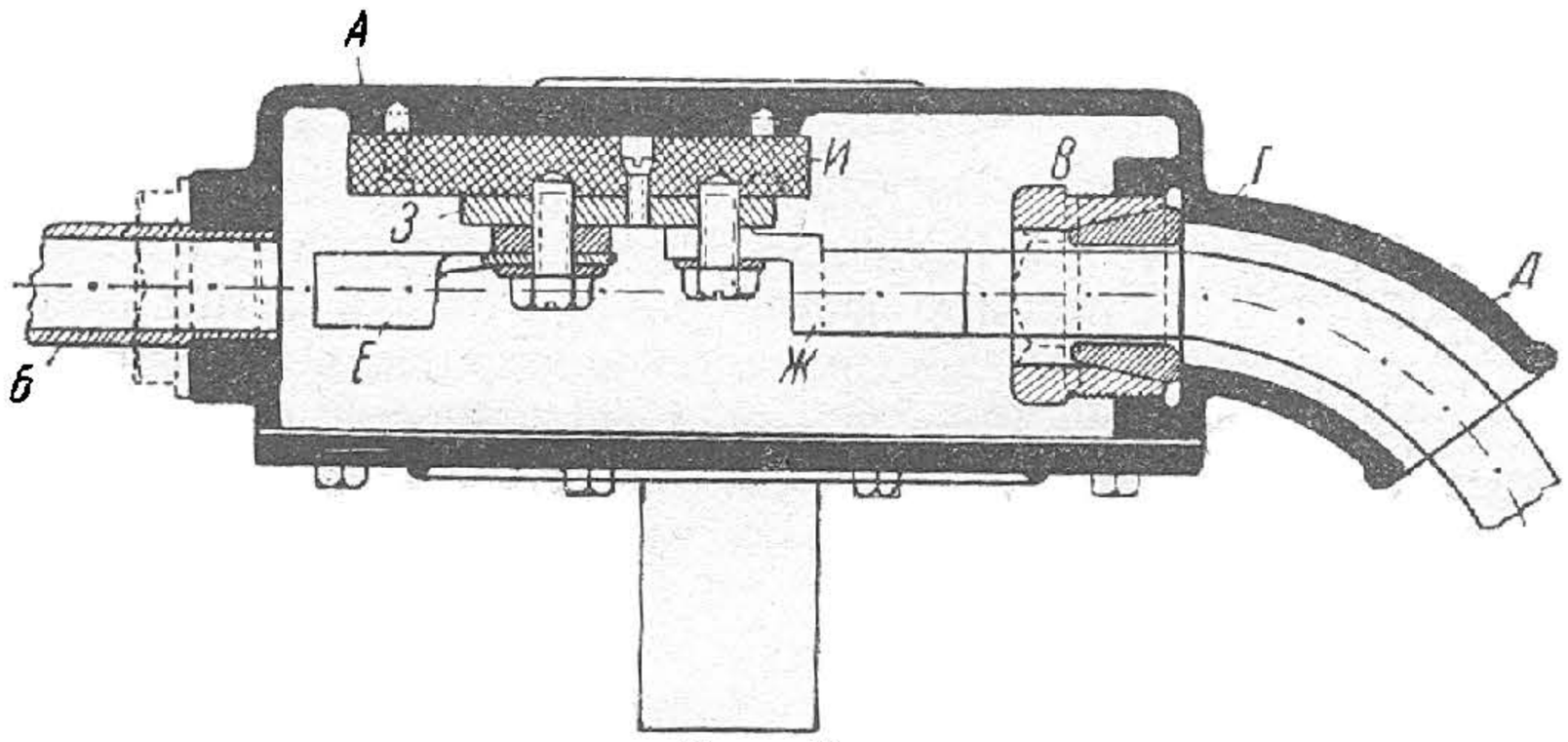


Рис. 404.

Для этой цели в каждом автономном вагоне распределительный шкапчик снабжен особым переключателем, который позволяет давать освещение вагону либо от своей машины, либо от центральной магистрали, т. е. от соседнего вагона-станции.

Схема осевого освещения изображена на рис. 405. Здесь *Д*—динамомашина, *А*—аккумуляторная батарея, *Л*—вагонные лампы, *С*—выключатель.

Динамомашина получает вращение от оси вагона, а потому при изменении направления движения поезда изменяется направление вращения динамомашины. С изменением вращения динамомашины изменяется направление электрического тока, и тот полюс машины, который раньше был положительным, становится отрицательным. Между тем полюса аккумуляторной батареи, соединенной с динамомашиной, остаются постоянными; следовательно, при изменении направления вращения динамомашины батарея будет не заряжаться, а, наоборот, разряжаться. Для предупреждения этого динамомашина снабжается приспособлением, называемым переключателем полюсов. Это приспособление бывает различного устройства, и назначение его заключается в том, чтобы при изменении направления вращения динамомашины направление тока оставалось постоянным, а следовательно и полюса динамомашины не изменялись. Переключатель полюсов на схеме обозначен цифрою *1*.

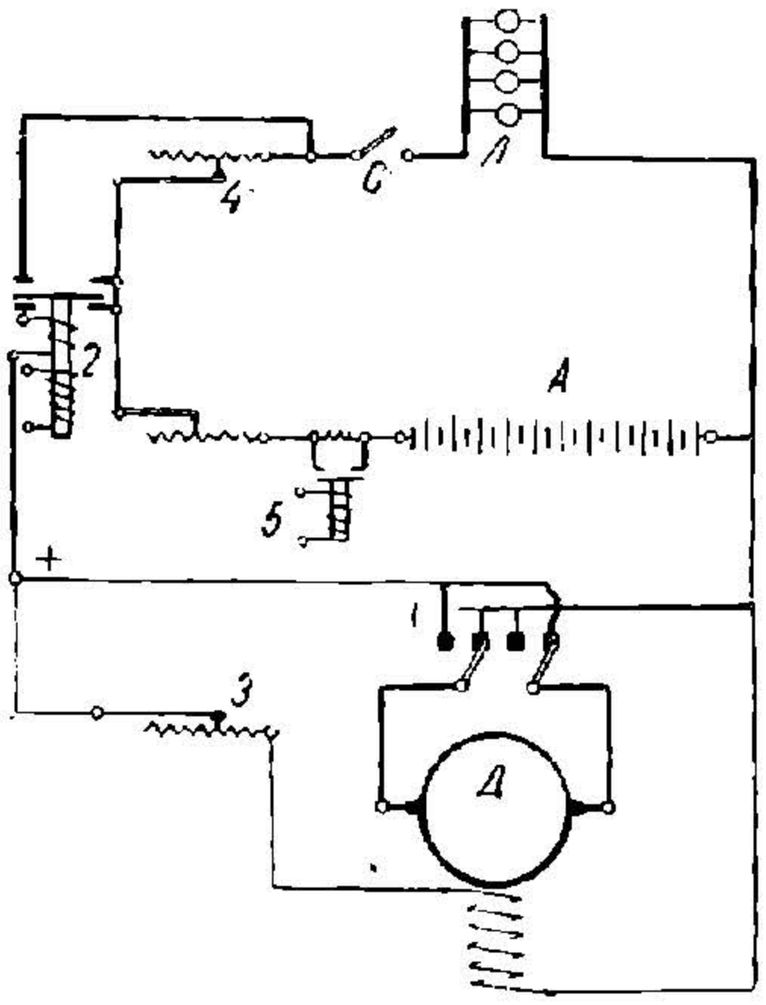


Рис. 405.

На стоянках и при малой скорости хода поезда лампы получают ток от аккумуляторной батареи. Когда же скорость поезда становится свыше 15 *км* в час, то ток для освещения дает динамомашина. Включение динамомашины в осветительную сеть и выключение из сети производится автоматически при помощи особого прибора—автоматического включателя. Этот прибор обозначен на схеме цифрою *2*.

Мощность динамомашины изменяется с изменением числа оборотов ее; следовательно, при движении поезда она будет то увеличиваться, то уменьшаться, а в зависимости от этого будет изменяться и напряжение тока. Для того, чтобы сделать напряжение независимым от числа оборотов, применяются различные способы регулирования мощности динамомашины. В одних системах мощность регулируется механическими приборами, в других—посредством включения дополнительного сопротивления, а в третьих—постоянство напряжения достигается самой конструкцией динамомашины. На схеме цифрою *3* обозначен прибор для регулирования мощности динамомашины. Так как на напряжение осветительной сети оказывает влияние, кроме напряжения тока динамомашины, также колебание напряжения аккумуляторной батареи, то, чтобы поддерживать постоянное напряжение в сети освещения, применяют различные

РБ УДУНТ (ДИТ)

приборы и способы. Регулирующие приборы находятся либо в каждом освещаемом вагоне, либо в вагоне-станции, и поездная магистраль получает ток под напряжением, соотвествующим напряжению ламп. В некоторых системах для регулирования напряжения включают в сеть каждой лампы прибор, называемый реостатом Нернста. Реостат имеет вид лампы накаливания, в которой имеется тонкая железная нить, точно рассчитанная на определенную силу тока. В других системах применяются автоматические электромагнитные регуляторы. В третьих системах регулировка достигается особой конструкцией динамомашины и ее частей. В четвертых системах постоянство напряжения в сети освещения достигается применением двух аккумуляторных батарей, из которых одна во время движения поезда питает сеть освещения, а другая заряжается от динамомашины. На схеме (рис. 405) прибор, регулирующий напряжение в сети, обозначен цифрою *4*.

Для того, чтобы своевременно прекращать зарядку аккумуляторной батареи и тем предупреждать преждевременный износ ее и непроизводительный расход энергии, применяют ограничение заряда. В существующих системах освещения ограничение заряда осуществляется различно. На схеме цифрою *5* обозначен условно ограничитель заряда.

В зависимости от устройства динамомашины, от способов ее включения и выключения, регулирования мощности динамомашины, напряжения в сети освещения и заряда батареи различают несколько систем осевого освещения: 1) Стона, 2) Лейтнер-Лукас, 3) Броун-Бовери, 4) Герца, 5) Пинч-Гроб, 6) Розенберга, 7) Викарино и др.

126. Внутреннее оборудование вагонов

В каждом вагоне, оборудованном электрическим освещением, имеется, как сказано выше, групповой распределительный шкап. В этом шкапу помещается главный выключатель, посредством которого можно прервать проход тока и таким образом лишить освещения весь вагон. В автономных вагонах ставится вместо главного выключателя переключатель, о котором сказано в предыдущем параграфе.

Распределительный шкап представляет мраморную доску, на которой установлены различные приборы, дающие возможность следить за правильностью работы динамомашины и аккумуляторов. К этим приборам относятся: амперметр, вольтметр, счетчик, предохранители.

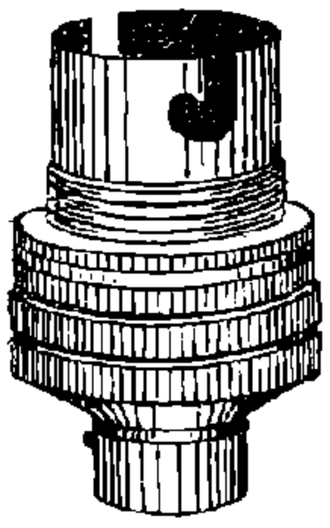


Рис. 406.

Амперметр показывает силу тока, т. е. сколько ампер электрического тока дает машина. Вольтметр показывает напряжение тока, измеряемое вольтами. Счетчик показывает число часов горения ламп. Предохранители устанавливаются для того, чтобы предохранять от повреждения машину, батарею и провода в случае чрезмерного повышения силы тока вследствие каких-либо причин.

После главного выключателя ток распределяется обычно на три линии, которые идут к лампам. Одна линия ламп идет над длинными скамьями или купе; эта линия имеет отдельный выключатель. Другая линия идет к лампам, помещающимся в коридоре во врезанных над дверями фонарчиках, и третья линия идет к лампам, устанавливаемым в тамбуре, уборной и в отделении проводника.

Два провода, выходящие из шкапчика и идущие к лампам, носят название магистрали.

К каждой лампе делается ответвление от магистрали.

На каждой магистрали имеется пара предохранителей,—один предохранитель на плюсе и другой—на минусе,—установленные в малом распределительном шкапу. Таким образом, если произойдет повреждение на какой-либо линии, то перегорит предохранитель, установленный на ней. Все провода прокладываются в вагоне большею частью внутри железных трубок.

При устройстве ответвления железная трубка разрезается на две части и между ее частями устанавливается специальная коробка с ответвительной розеткой, которая позволяет присоединить к магистрали провод.

Иногда для устройства ответвлений пользуются ответвительными розетками, которые в некоторых случаях служат также предохранителями. Этот предохранитель

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ставиться обычно на целое купе, и в том случае, когда гаснут обе лампы в купе, следует прежде всего посмотреть, не перегорелли этот предохранитель. Лампа крепиться к арматуре следующим образом: в нижней части лампы, называемой цоколем, имеется два штифта; эти штифты вставляются в прорезы медной части, называемой патроном; лампу слегка нажимают и поворачивают вправо; таким образом лампа держится в патроне. Такой патрон называется патроном Свана (рис. 406)

Самый патрон навинчивается на так называемый ниппель, закрепленный неподвижно в арматуре. На патроне имеется еще кольцо, которое навинчивается и придерживает стеклянный абажур.

127. Динамомашины и аккумуляторы

Динамомашины, применяемые для осевого освещения, имеют различную конструкцию, но во всех случаях динамомашина состоит из следующих основных частей (рис. 407):

1) корпуса *А*, представляющего неподвижную часть машины, которая при помощи ушков *Б* прикрепляется к раме вагона; с внутренней стороны к корпусу прикреплены две железные бабки *В*, на которые надеты катушки *Г* с намотанной на них тонкой медной изолированной проволокой; они называются электромагнитами или полюсами машины;

2) вала *Д*, установленного в подшипниках *Е*, укрепленных в корпусе *А*;

3) якоря *Ж*, сидящего на валу *Д* и представляющего барабан, состоящий из железных шайб, обмотанных медной изолированной проволокой;

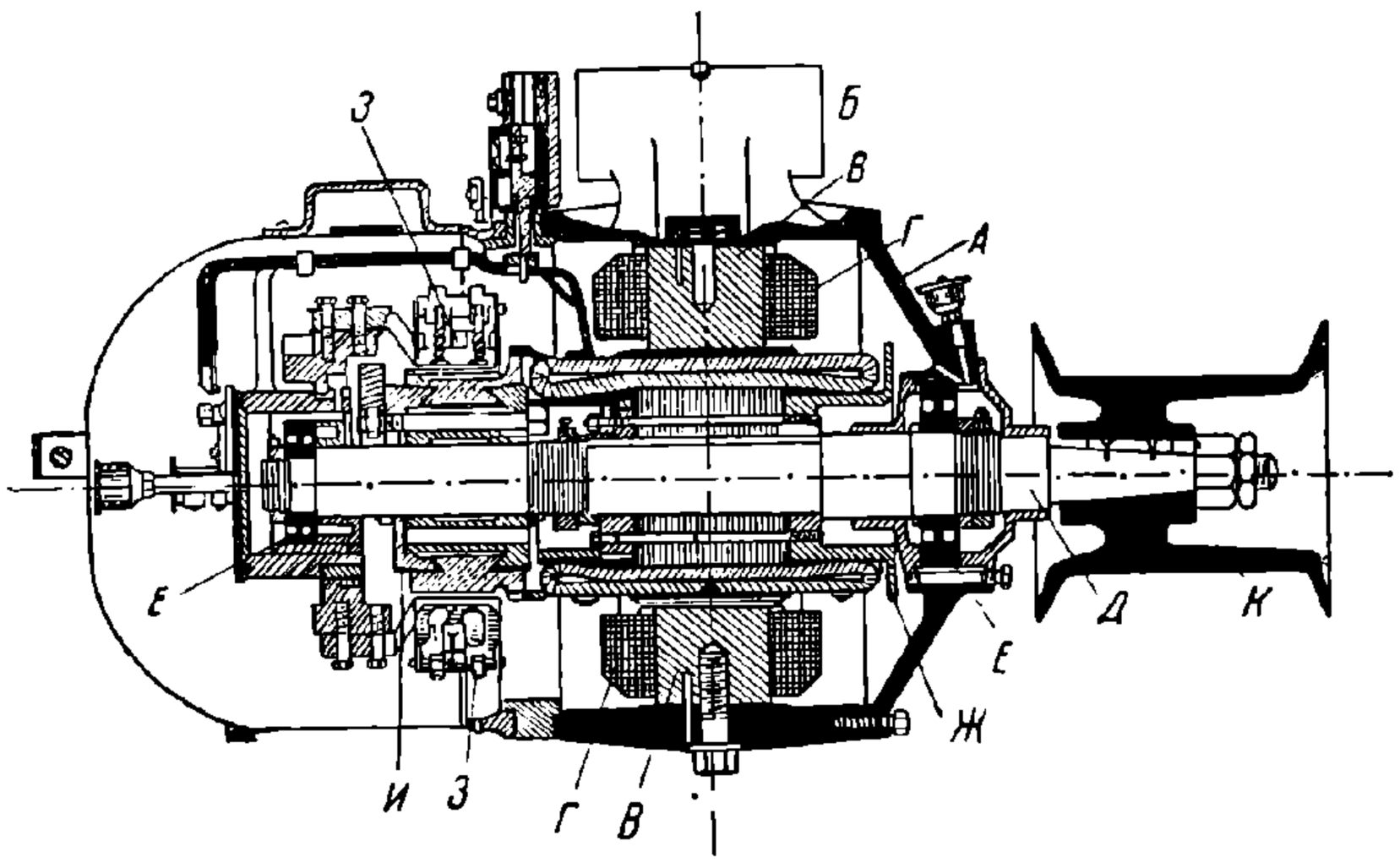


Рис. 407.

4) коллектора *И*, укрепленного на валу *Д* и состоящего из медных пластинок, расположенных по окружности и изолированных друг от друга и от вала; к каждой пластинке коллектора припаяны концы проволок якоря;

5) щеток *З*, которые закреплены в щеткодержателях, прикрепленных к корпусу; щетки состоят из угольных или медных пластинок и нажимают на поверхность коллектора; к ним прикрепляются провода, по которым отводится ток к распределительной доске, а оттуда на освещение;

6) шкива *К*, сидящего на валу *Д* и приводящего его во вращение вместе с якорем и коллектором.

При вращении якоря *Ж* между электромагнитами *Г* в нем появляется электрический ток, который собирается в коллекторе *И*, а от него отводится щетками *З* в осветительную сеть.

На рис. 408 представлена динамомашина на фотографическом снимке, причем якорь здесь не виден, будучи закрыт корпусом, а щетки со щеткодержателями и коллектор открыты. Буквенные обозначения здесь те же, что и на рис. 407.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Применяемые для осевого освещения аккумуляторные батареи состоят из ряда отдельных ящиков, называемых э л е м е н т а м и. Элементы соединяются между собою гибкими медными проводами.

Аккумуляторный элемент (рис. 409) представляет собою деревянный, выложенный свинцом, или эбонитовый ящик, наполненный раствором серной кислоты, в которую помещены свинцовые пластины. Свинцовые пластины отделяются друг от друга изолирующими прокладками из

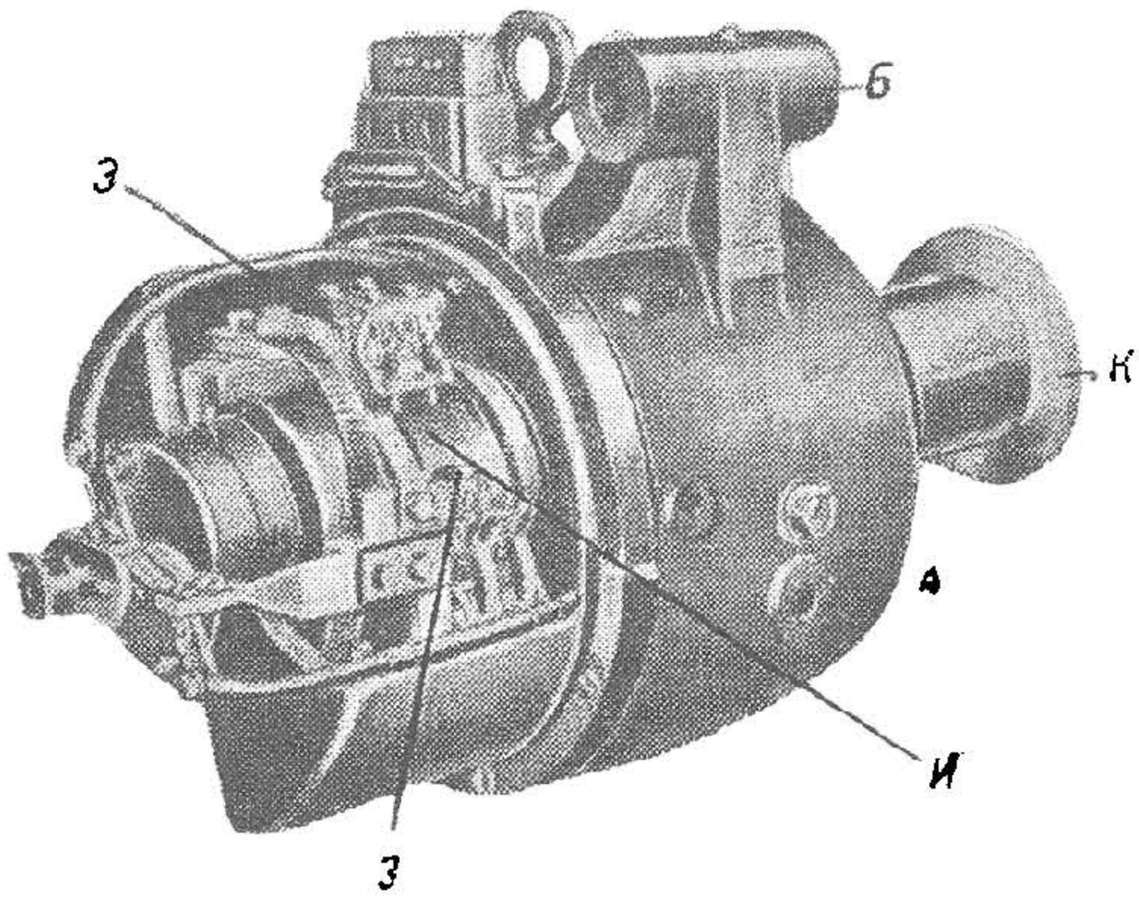


Рис. 408.

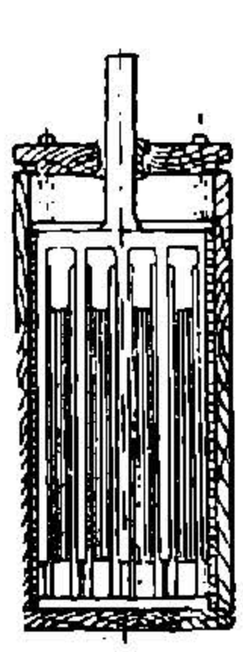


Рис. 409.

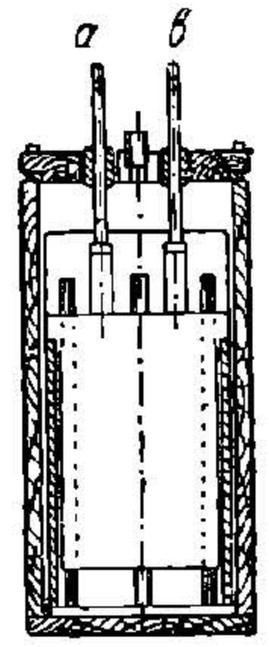


Рис. 410.

сетчатого тонкого листа эбонита или дерева. Одни из пластин являются положительными, другие—отрицательными, в соответствии с чем каждый элемент имеет два зажима: положительный *а* и отрицательный *в* (рис. 410). Эти элементы называются с в и н ц о в ы м и. Существуют еще аккумуляторы со щ е л о ч н ы м и элементами, в которых вместо свинцовых пластин применены железные и никелевые или кадмиевые, а вместо серной кислоты—едкий кали.

128. Система Броун-Бовери

Одной из распространенных у нас систем освещения является система Броун-Бовери.

Составные части оборудования по этой системе следующие:

1) динамомашина (рис. 411), подвешенная к тележке вагона на особой подвеске, снабженной болтом и пружиной для натяжения ремня; из ответвительной коробки машины выходят 4 провода, которые присоединяются к соответственным зажимам на распределительной доске; для получения тока одного и того же направления, независимо от направления движения поезда, динамомашина снабжена особым приспособлением для перестановки щеток, действующих автоматически;

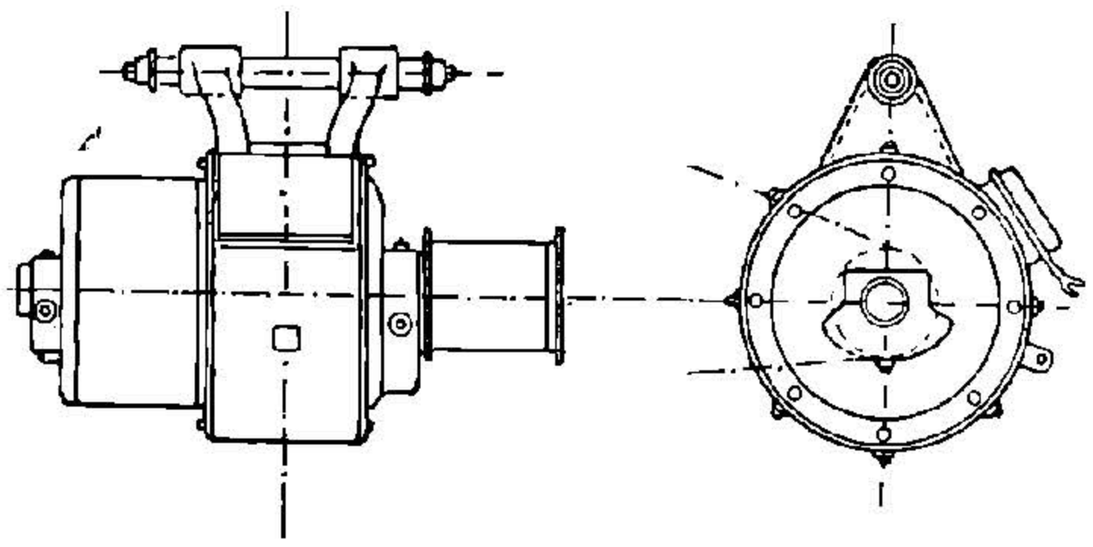


Рис. 411.

2) одна аккумуляторная батарея, провода от которой присоединены тоже к распределительной доске;

3) регулирующий аппарат, который содержит в себе все приспособления для автоматического регулирования силы тока и напряжения машины при разных скоростях поезда и автоматически же включает и выключает машину при увеличении и уменьшении скорости поезда.

В состав регулирующего аппарата входит г л а в н ы й п е р е к л ю ч а т е л ь, который производит включение машины, когда скорость поезда достигает 17—24 *км* в час, и обратное ее выключение, когда скорость поезда перед остановкой понижается примерно до 15 *км*. Над переключателем расположен о г р а н и ч и т е л ь з а р я д а, который имеет назначением прекращать дальнейший заряд уже зарядившейся батареи.

На рис. 412 изображена схема системы Броун-Бовери. Здесь *Д*—динамомашина с обмоткой возбуждения *Е*, *В*—батарея аккумуляторов, *Л*—сеть освещения, *Г*—вы-

НВР УДУЦТ (ДІІТ)

ключатель, *Р*—регулирующий аппарат, *С*—автоматический включатель машины, *У*—ограничитель заряда батареи, *И*—сопротивление перед сетью освещения, *П*—добавочное сопротивление, *Б*—электромагнит, устанавливающий режим в системе регулирования.

В регулирующем аппарате: *А*—зубчатый сектор, *О*—поворотная катушка, вращающаяся в магнитном поле электромагнита *М*, *Ф*—пружина, обеспечивающая своим натяжением правильность действия прибора.

Когда после стоянки скорость поезда достигает 17 *км* в час, автоматический включатель приходит в действие под влиянием обмотки *I* и присоединяет машину параллельно батарее. В дальнейшем машина остается во включенном состоянии благодаря обмотке *II* включателя. Когда при большой скорости поезда ток в обмотке *I* незначителен, и если в это время и ток машины невелик (например, при заряженной батарее и малой нагрузке в сети), то обмотки *I* и *II* не обеспечивают надежного включения машины. Во избежание отсоединения машины в этом случае включатель снабжается обмоткой *III*.

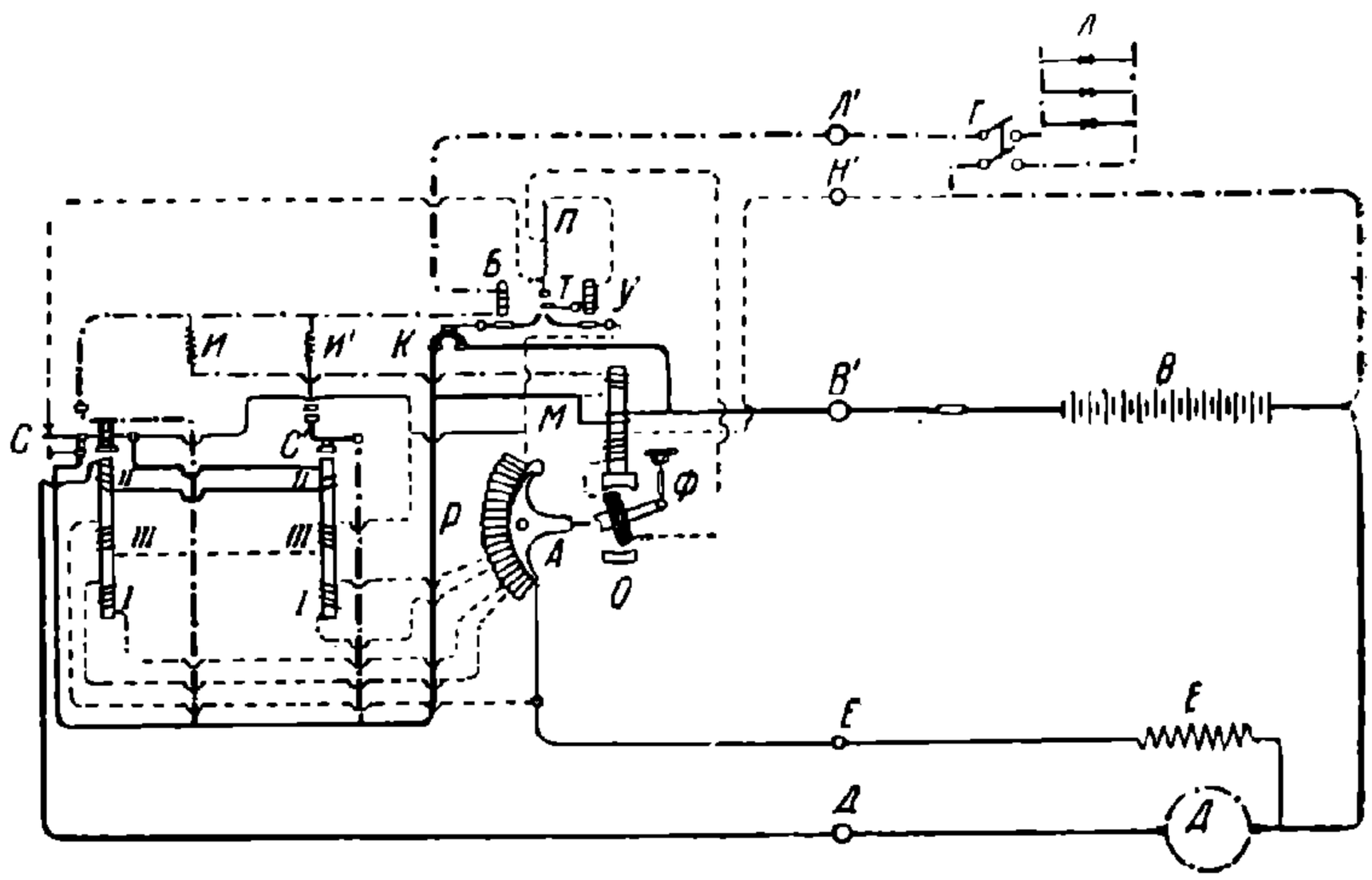


Рис. 412.

Показанный на схеме электромагнит *С* приходит в действие после включателя *С'* когда сектор *А* пройдет некоторую часть своего пути.

В момент включения машины, когда напряжение ее еще не велико и почти равно напряжению батареи, перед сетью включены оба сопротивления *И* и *И'*. В дальнейшем, когда напряжение машины повысится и сектор *А* начнет свое движение, приходит в действие электромагнит *С'* и выводит сопротивление *И'*. Тогда перед сетью остается включенным одно сопротивление *И*, поглощающее разницу напряжения машины и напряжения сети ламп.

В системе Броун-Бовери напряжение в сети освещения не зависит от скорости поезда, от нагрузки сети и от состояния батареи. В случае перегорания батарейных предохранителей или вообще неисправности батареи освещение во время движения поезда не прерывается.

Недостаток этой системы составляет то, что заряд аккумуляторной батареи зависит от нагрузки в сети: чем выше нагрузка в сети, тем больше заряд батареи. Таким образом, при малой нагрузке сети (например, в ночное время, после 12 часов), когда мощность машины не целиком используется, батарея тоже заряжается слабо, так как с уменьшением нагрузки мощность машины понижается.

Характерную особенность системы Броун-Бовери составляет то, что регулирование напряжения производится путем включения добавочного сопротивления и что регулирующий прибор находится вне динамомашины.

129. Система Викарино

В этой системе в противоположность системе Броун-Бовери регулирование магнитного поля осуществляется автоматически благодаря соответствующей конструкции самой динамомашины. По мере увеличения числа оборотов динамомашины и стремле-

НЕ УДАЛЯТЬ (ДНТ)

ния к увеличению силы тока ослабляется магнитное поле машины, и поэтому сила тока не может превзойти некоторой величины. Таким образом получается машина неизменной силы тока.

На рис. 413 изображена схема системы Викарино.

Здесь *Д*—динамомашина.

Л—лампы,

А—аккумуляторные батареи,

Р—сопротивление,

С—автоматический выключатель.

Чтобы избежать чрезмерных колебаний напряжений в сети освещения, применены две батареи, из которых одна A_2 находится во время действия машины под зарядом, а другая A_1 служит буфером. Сопротивление *Р*, включенное между батареями, так рассчитано, что батарея A_1 находится в состоянии слабого разряда при полной нагрузке сети. Когда машина включена (это положение как раз показано на схеме), обе батареи находятся в непосредственном параллельном соединении и питают сеть освещения. Батареи меняются ролями посредством непоказанного на схеме переключателя.

130. Система Герца

Система Герца, подобно системе Викарино, основана на применении динамомашины такой конструкции, при которой напряжение машины поддерживается почти постоянным, несмотря на изменение скорости хода поезда.

Динамомашина подвешена к тележке вагона на специальной подвеске, которая имеет приспособление для натяжения ремня (рис. 414). Это приспособление состоит из болта с двумя вертикально расположенными пружинами.

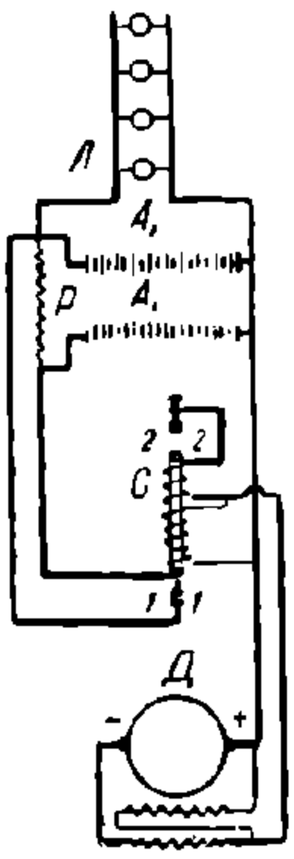


Рис. 413.

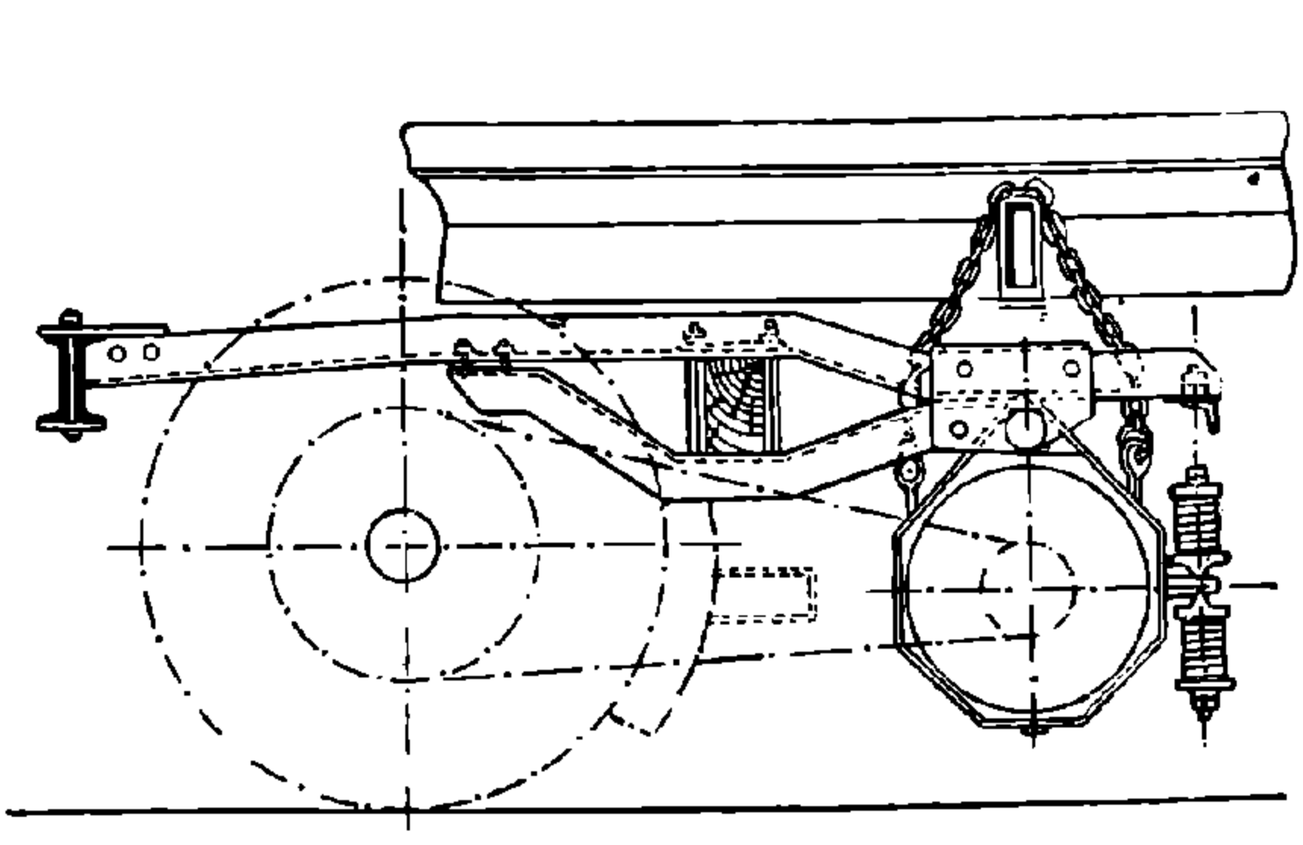


Рис. 414.

Для того, чтобы машина могла давать ток одного направления при вращении якоря в ту или другую сторону в зависимости от направления движения поезда, она снабжена особым переключающим аппаратом у щеткодержателя.

В этой системе—две аккумуляторных батареи.

На распределительной доске (рис. 415) установлены следующие приборы:

а) автоматический выключатель, служащий для включения машины во время хода поезда; б) автоматический переключатель батареи; в) амперметр, показывающий силу тока машины; г) вольтметр, показывающий напряжение машины и обеих батарей отдельно в зависимости от положения ручки вольтметрового переключателя; д) счетчик часов горения; е) предохранители—по одному на каждую батарею, два на динамомашину и два на сеть освещения; ж) выключатель шунта динамомашины, служащий для того, чтобы можно было прекратить работу динамомашины днем, если батарея уже зарядилась полностью, и наконец з) главный выключатель всего освещения.

Над распределительной доской устанавливается междубатарейное сопротивление (реостат), которое служит для поддержания постоянного напряжения у ламп независимо от того, горят ли все лампы или только часть их.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

На стоянках и при медленном ходе поезда освещение питается от обеих батарей. Во время движения поезда напряжение машин начинает повышаться и батареи переключаются. При дальнейшем увеличении скорости хода поезда напряжение машины увеличивается, и как только оно превысит напряжение батарей, машина включается в сеть. Это происходит при скорости поезда около 20 *км*.

Ток от машины идет на зарядку одной батареи, а избыток его идет на освещение. Освещение получается также от второй батареи.

Как только скорость поезда начинает уменьшаться и достигнет приблизительно 20 *км* в час, машина выключается, а включаются на освещение обе батареи параллельно.

При вторичном движении поезда включается на зарядку вторая батарея, а первая дает ток на освещение. Такое чередование батарей происходит после каждой остановки.

Если освещение выключено, то динамомашина заряжает обе батареи параллельно.

Во избежание перезаряда аккумуляторов при дневной поездке сила зарядного тока машины устанавливается на определенную величину при помощи добавочного шунтового сопротивления, помещаемого в железном кожухе над распределительной доской. Включая больше или меньше этого сопротивления при помощи особого рычага, находящегося сбоку на кожухе, можно регулировать силу тока, идущую на зарядку аккумуляторов.

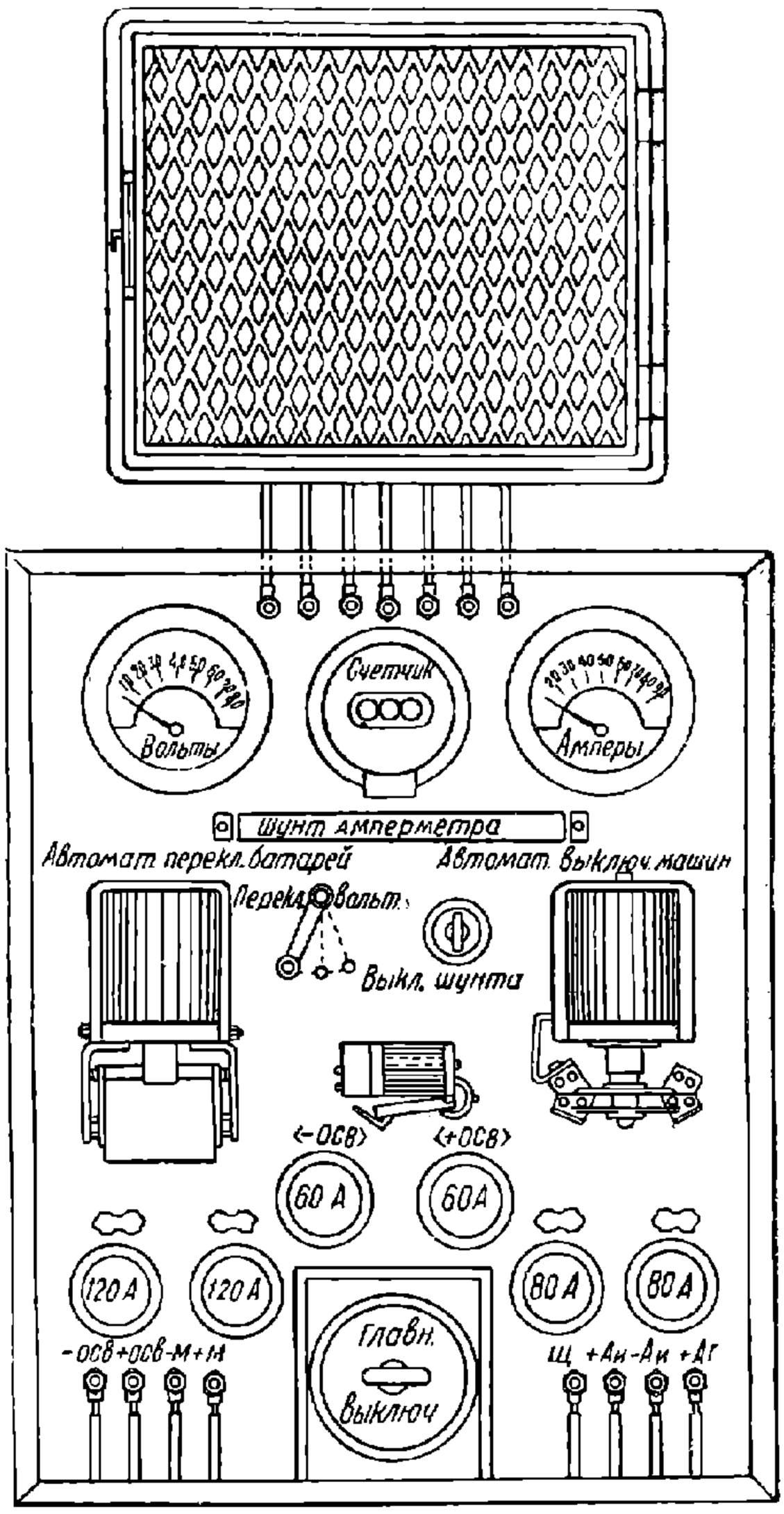


Рис. 415.

131. Система Розенберга

Особенность этой системы составляет конструкция динамомашины, которая дает постоянную силу тока при всяком числе оборотов, в каких бы широких пределах оно ни изменялось, причем сила тока не изменяется при изменении сопротивления в сети. Направление тока, даваемое машиной, не зависит от направления вращения якоря машины, вследствие чего в этой системе являются излишними переключатели полюсов, которые необходимы в других системах. Эти свойства динамомашины Розенберга делают ее чрезвычайно ценной для поездного освещения; поэтому она применяется во многих системах освещения.

Динамомашина снабжена двумя парами щеток. Она подвешивается либо к раме вагона, либо к раме тележки. На рис. 416 показано подвешивание динамомашины к раме вагона.

Натяжение ремня производится посредством винта, который можно вывинчивать помощью крыльчатой гайки.

Аккумуляторная батарея в этой системе—одна. Для включения машины имеется автомат, расположенный на распределительной доске. Рядом с ним устанавливается ограничитель заряда батареи.

Действие системы Розенберга в целом таково: при некотором числе оборотов приходит в действие автомат и включает машину параллельно батарее. Это число оборотов

НБ УДУНТ (ДІПТ)

включения значительно ниже той скорости, при которой развивается полная сила тока машины; поэтому машина лишь постепенно, по мере увеличения числа оборотов, принимает на себя нагрузку сети, а затем начинает заряжать батарею. По достижении скорости, соответствующей полной мощности машины (около 35 *км*/час), последняя покрывает нагрузку сети и заряжает батарею. По мере заряда батареи напряжение машины возрастает и, наконец, по достижении заданного предельного напряжения

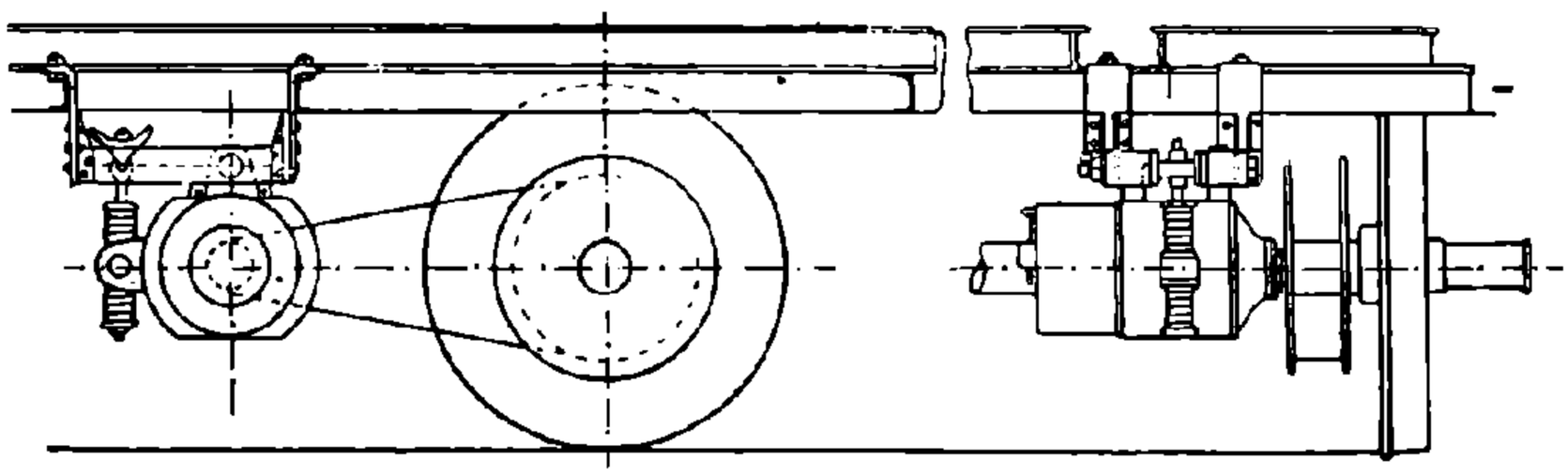


Рис. 416.

(около 2,7 вольта на элемент свинцового аккумулятора) приходит в действие ограничитель заряда, понижая силу тока машины до величины, покрывающей нагрузку сети, так что заряд батареи прекращается. При выключении сети освещения действие системы будет отличаться от описанного только тем, что батарея будет заряжаться полным током машины и следовательно заряд будет закончен в более краткий промежуток времени.

На рис. 416а изображена схема освещения системы Розенберга. Здесь обозначено: *Д* — динамомашина; *В* — автоматический включатель-выключатель; *ОЗ*—ограничитель заряда аккумуляторной батареи; *ШР*—шунтовый регулятор; r_1, r_2, r_3—сопротивление; *А* — амперметр; *Оа*—осветительная сеть; *ПО*—предохранитель осветительной сети; *ПА*—предохранитель аккумуляторной батареи; *I*, *II*, *III* и *IV*—ножи рубильника. Ножи *I* и *IV* включают в сеть освещения, нож *III* вводит в цепь ограничителя заряда сопротивление r_3, а нож *II* выключает сопротивление r_2.

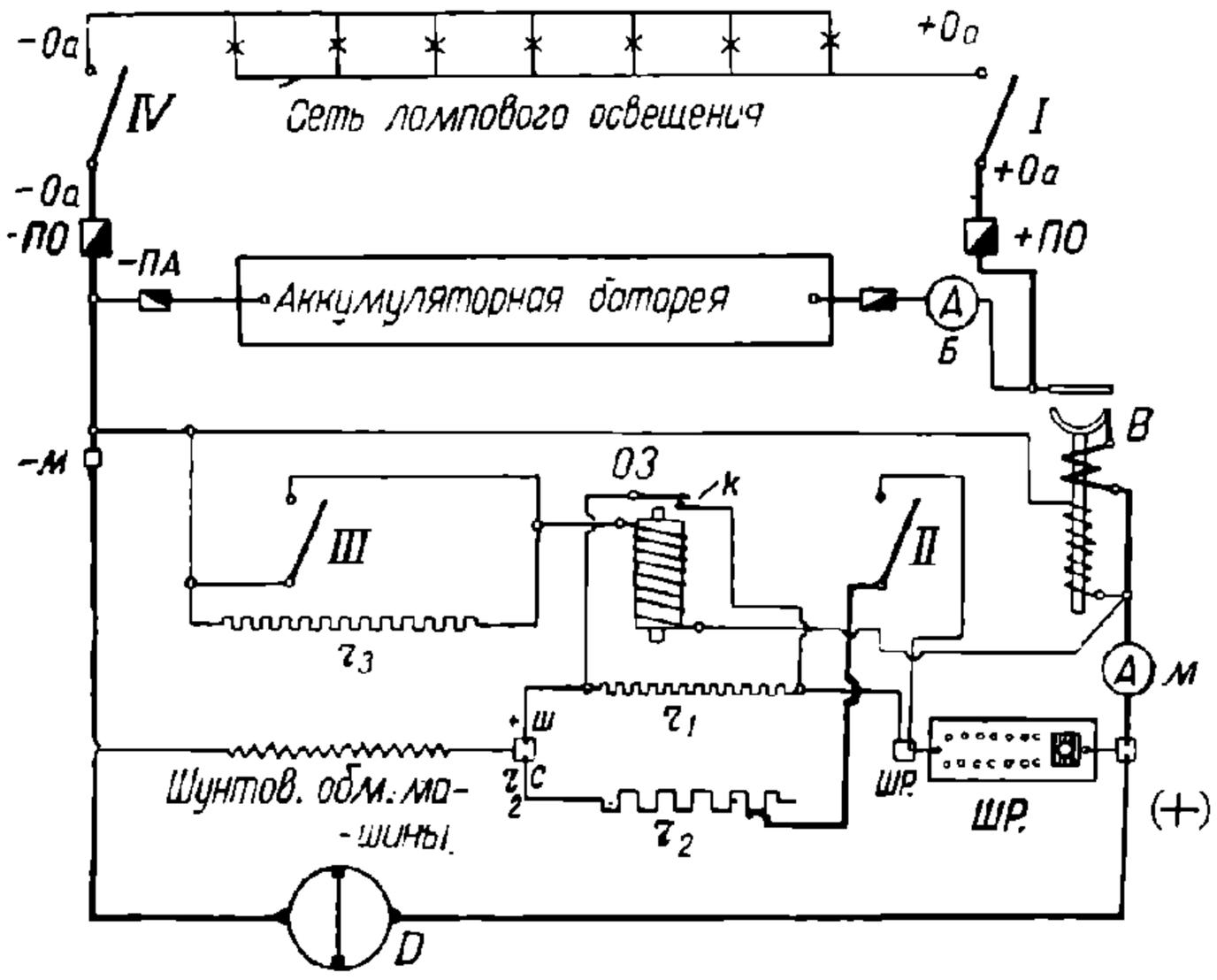


Рис. 416а.

Когда вагон не освещается, то все ножи рубильника разомкнуты. При стоянке поезда или малой скорости его автомат *В* выключен и батарея отключена от цепи динамомашины. С началом движения поезда динамомашина начинает возбуждаться, и по мере увеличения скорости хода напряжение ее постепенно повышается. Ток от положительного полюса динамо проходит через шунтовый регулятор *ШР* и контакт *К* ограничителя заряда, через катушки возбуждения машины к отрицательному полюсу динамо. При достижении машиной напряжения несколько большего, чем напряжение машины (54 вольт), автомат *В* замкнет цепь, ток от динамомашины будет проходит в батарею и батарея начнет заряжатьея. При уменьшении скорости хода поезда напряжение динамомашины будет падать, и когда оно станет ниже напряжения батареи, ток направится из батареи в динамомашину. При этом якорь автомата *В* отпадает и машина выключается из цепи аккумуляторной батареи.

Во время дневного движения динамомашина производит только заряд батареи, а в вечернее и ночное время, когда вагон освещается, динамомашина питает лам-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

повую сеть и заряжает батарею. Тогда рубильник освещения включен, и во время хода поезда ток через автомат *B* направляется в лампы и батарею. На стоянке и при малой скорости хода ток в лампы поступает от аккумуляторной батареи.

С увеличением скорости движения поезда, когда напряжение динамомашины станет выше напряжения аккумуляторной батареи, автомат *B* включит динамомашину и ток от нее направится в лампы и батарею.

132. Прочие системы освещения

Из других систем освещения в наших вагонах применялись в прежнее время еще системы Лейтнер-Лукас, Пинч-Гроб, Стон. Отличительные особенности этих систем заключаются главным образом в конструкции машин.

В системе Лейтнер-Лукас сила тока не остается неизменной, но соответствует в каждый данный момент состоянию аккумуляторной батареи и нагрузке сети освещения. Эта система довольно сложна и не получила большого распространения.

В системе Пинч-Гроб применена двухколлекторная машина, причем с одного коллектора питается сеть освещения, а с другого заряжается батарея. Заряд батареи в этой системе происходит неудовлетворительно: возможен и недозаряд и перезаряд батареи. В виду этого система Пинч-Гроб не получила широкого распространения.

Система Стона резко отличается от всех описанных систем тем, что в ней для регулирования мощности машины с возрастанием числа оборотов использовано скольжение ремня по шкиву благодаря особому способу подвески машины. Постоянство направления тока достигается посредством устроенного на валу динамомашины центробежного аппарата, которым производится включение машины в работу. Это одна из первых систем осевого освещения, получивших практическое применение. В усовершенствованном виде она применяется на дорогах Англии и Северной Америки. У нас она была применена в прежние годы в спальных вагонах бывшего Международного общества.

133. Основные положения оборудования вагонов СССР электрическим освещением

При оборудовании вагонов электрическим освещением в настоящее время отдается предпочтение машине Розенберга. Динамомашина, предназначенная для освещения целого поезда, должна развивать силу тока в 70 ампер при скорости поезда от 42 до 47 *км/час*, т. е. при числе оборотов от 800 до 890 в минуту, а для автономного вагона—15 ампер при числе оборотов от 1 200 до 2 000. Для приведения динамомашины во вращение от вагонной оси должна применяться ременная передача с регулированием натяжения ремня посредством специальной пружины.

Аккумуляторы применяются либо свинцовые, либо щелочные, при чем число последовательно включаемых к каждую батарею элементов должно составлять 26 для свинцовых и 40 для щелочных аккумуляторов.

Система освещения должна действовать совершенно автоматично, и все операции по ее обслуживанию должны заключаться исключительно во включении и выключении всех или части ламп, установленных в поезде.

Специальное распределительное устройство должно автоматически включать и выключать динамомашину для питания сети и зарядки аккумуляторной батареи при достижении поездом скорости около 20 *км/час*, для вагонов-станций и для автономных вагонов—около 16 *км/час*. При уменьшении скорости ниже этих пределов питание сети освещения должно автоматически переводиться на аккумуляторную батарею.

Во избежание перезаряда аккумуляторной батареи регулирующее устройство должно быть снабжено автоматическим ограничением заряда, приостанавливающим заряд батареи по достижении полной его величины.

Установленные в вагоне лампы должны быть разбиты на несколько групп, независимых одна от другой, для того, чтобы иметь возможность по мере надобности уменьшать освещение, выключая отдельные группы, а также чтобы при повреждении одной какой-либо группы вагон не остался без света. Каждая групповая сеть должна иметь

НТБ УДУГТ (ДИТ)

выключатель. В одну цепь должны быть включены лампы, установленные в коридорах, в тамбурах и в одной из уборных; в другую цепь включаются лампы в купе, ближайшие к окнам, и в третью—все прочие.

Лампы ставятся 15-в а т т н ы е, за исключением 2-местных отделений и отделений проводника, где ставится по одной 25-в а т т н о й лампе. В спальных вагонах с отделениями, помимо обыкновенных ламп, устраиваются синие лампы (в 15 ватт) для ночного освещения. Напряжение у зажимов дамп установлено в 50 в о л ь т.

134. Обслуживание электрического освещения

При электрическом освещении вагонов уход за освещением сводится главным образом к наблюдению за показаниями измерительных приборов: амперметра и вольтметра. Если машина работает исправно, то в о в р е м я п о л н о г о х о д а п о е з д а с т р е л к и в о л ь т м е т р а и а м п е р м е т р а д о л ж н ы с т о я т п о ч т и н е п о д в и ж н о на определенном делении шкалы, но не на самых ее концах. При замедлении хода при подходе к станции стрелка амперметра становится на нуль шкалы, а стрелка вольтметра постепенно падает и лишь тогда доходит до нуля, когда поезд останавливается.

Если во время хода поезда стрелка вольтметра на дает никакого показания, оставаясь на нуле, то это свидетельствует об о б р ы в е м а ш и н н ой ц е п и. Поэтому прежде всего следует посмотреть, не перегорел ли предохранитель динамомашины, установленный в нижней части распределительного шкапа, и в случае перегорания—заменить его новым. Если предохранитель исправен, то причиной обрыва машинной цепи может быть утеря приводного ремня динамомашины, взамен которого надо поставить новый на ближайшей остановке поезда.

Кроме случаев перегорания машинных предохранителей и потери приводного ремня, причиною обрыва машинной цепи, т. е. полного прекращения действия динамомашины, может служить о б р ы в г л а в н ы х м а ш и н н ы х п р о в о д о в или соединение их между собою, а также неисправности в машине, что можно определить лишь тщательными осмотром всего устройства.

Если во время полного хода поезда стрелка амперметра не устанавливается неподвижно, а показывает колебания, то это обыкновенно вызывается с к о л ь ж е н и е м п р и в о д н о г о р е м н я, которое следует устранить, туго натянув ремень.

М и г а н и е с в е т а во время хода поезда указывает тоже на слабое натяжение приводного ремня или на ослабление соединения в каком-либо месте сети.

Кроме этого, причинами мигания ламп могут быть:

1) загрязнение коллектора пылью, маслом или другими предметами;
2) неплотное прилегание щеток и коллектору;
3) обрывы или частичные размыкания хвостовиков у аккумуляторной батареи;
4) скольжение ремня по шкиву.

При остановке поезда, если позволяет время, следует коллектор протереть чистой тряпкой, смазанной в бензине, проверить, плотно ли прилегают щетки к коллектору, и просмотреть—по возможности—аккумуляторную батарею, а также проверить натяжку ремня.

Если в вагоне лампы снабжены реостатами Нернста, то прекращение горения их может быть вызвано не только перегоранием самой лампы, но также и перегоранием ее реостата, почему прежде чем заменить лампу, нужно проверить реостат временным включением другой лампы.

Если в вагоне имеется динамомашина и аккумуляторная батарея, то в с л у ч а е о т с у т с т в и я с в е т а во всем вагоне нужно проверить предохранители сети освещения и аккумуляторной батареи, установленные в распределительном шкапу. В случае исправности предохранителей возможно существование о б р ы в а в а к к у м у л я т о р н о й б а т а р е е, для устранения которого следует открыть подвагонные батарейные ящики и проверить, имеются ли везде гибкие соединения между отдельными аккумуляторными ящиками, плотно ли они привернуты и чисты ли контакты у этих соединений.

П р е к р а щ е н и е г о р е н и я в с е х л а м п может произойти также и от утечки кислоты вследствие порчи сосуда одного из аккумуляторных элементов, в этом случае можно восстановить освещение (хотя и менее яркое), выключив неисправный аккумуляторный ящик и соединив между собою все остальные.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

В случае о б р ы в а п р о в о д о в между динамомашиной и аккумуляторной батареей и неправильной работы регулирующего аппарата динамомашина повышенным напряжением (во время хода поезда) целиком работает на сеть. При этом, если предохранительные пробки не перегорят, может быть вызвана порча (перегорание) всех ламп в вагонах.

Если при серьезных неисправностях в освещении не удастся их устранить, то следует, где только возможно, сократить освещение путем выключения отдельных ламп или целых групп таковых в виду того, что в таких условиях осветительная сеть питается только аккумуляторами, которые, все время разряжаясь, не могут вследствие бездействия машины получить необходимого им заряда. Если же даже при сокращенной нагрузке освещения окажется, что оставленные гореть лампочки будут давать несколько потускневший свет с красноватым оттенком нитей, т. е. с н е д о к а л о м, то это указывает на наступивший полный разряд батареи, при котором дальнейшая отдача тока может совершенно ее испортить. В таком случае нужно выключить все освещение.

Недокал ламп может получиться также при порче изоляции в проводах сети освещения.

В поездах дальнего следования динамомашины отрегулированы на подачу во время ночной езды в цепь освещения тока силою в 50—60 А и для заряда батареи в 15—20 А, а всего 70—75 А.

Мягкий 20-метровый вагон потребляет примерно 8,3 А, жесткий 4-осный—5,7 А, жесткий 2-осный дальнего следования—4,5 А, пригородный 2-осный—3,6 А. В каждом поезде необходимо иметь не менее двух динамомашин; если же в поезде более 15 вагонов, то нужно три машины.

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

РАСЧЕТ ЧАСТЕЙ ВАГОНОВ

РАЗДЕЛ XI

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ВАГОН, И РАСЧЕТ ЧАСТЕЙ ВАГОНА

134. Силы, действующие на вагон

а) Общая часть. В соответствии с ростом народного хозяйства Советского союза по плану реконструкции транспорта вводятся мощные паровозы, электровозы и тепловозы. Скорости движения и веса поездов реконструктивных типов локомотивов в 2—3 раза выше старых паровозов. Следовательно, с увеличением веса поезда и скорости движения возросли и силы, действующие на вагон. Увеличение живой силы поездов предъявило большие требования к прочности вагона.

С ростом грузооборота и развитием ж.-д. техники стали применяться вагоны с большой подъемной силой и сложными стальными конструкциями с тем, чтобы отвечали всем требованиям реконструкции ж.-д. транспорта.

Если старые деревянные вагоны или комбинированные (железные и деревянные) малогрузные вагоны благодаря своему простому устройству не представляли сложности при их проектировании и расчетах, то новые типы вагонов (хоппера, гондолы-думпкары, цистерны, стальные пассажирские) требуют от конструктора-проектировщика больших общих технических знаний в области вагоностроительной техники (технологических процессов постройки и ремонта), также и глубоких математических знаний.

Почти все новые типы вагонов грузового и пассажирского парка строятся с обрешетками кузова, которая воспринимает некоторую часть вертикальной нагрузки от собственного веса и от веса полезного груза, находящегося в вагоне.

Поэтому обрешетка кузова представляет собой сплошную или решетчатую ферму в зависимости от типа.

Для того чтобы правильно и выгодно распределить силы, действующие на вагон, между частями вагона (рамой и боковыми фермами—обрешеткой кузова и т. д.), в конструкциях со сплошными металлическими (стальными) кузовами или боковыми металлическими обрешетками-фермами кузова, для этого при разработке конструкции нужно предварительно проделать сложный математический и механический анализ всей системы.

При движении вагон подвергается влиянию различных временных и постоянных сил в сложных и весьма неопределенных комбинациях их действия, поэтому точное теоретическое определение сил крайне сложно и в ряде случаев невозможно, так как связано с чисто математическими затруднениями.

Силы, действующие на вагон, можно разбить на две основные группы:

1) На статическую нагрузку (Q), слагающуюся из веса вагона (T_1) и веса полезного груза (Q_2), т. е. $Q=T_1+Q_2$. Эта нагрузка остается постоянной как при покое вагона, так и при его движении. Величина нагрузки Q_2 может изменяться в пределах допускаемого перегруза вагона в эксплоатации.

2) Временные динамические силы. Эти силы возникают во время движения вагона и периодически повторяются. К этой группе сил относятся: центробежные силы (C), появляющиеся при прохождении вагона по кривому участку пути; силы инерции ($И$),

НБ УДУГТ (ДИТ)

возникающие при торможении вагона; силы, возникающие от давления ветра на боковую и лобовую поверхности вагона; силы, возникающие от давления груза на стенки вагона; сила буферного удара, возникающая при сцеплении вагонов при маневрах или при движении вагонов в поезде в момент набегания одного вагона на другой; сила тяги на крюке локомотива; вертикальные динамические силы, возникающие вследствие неровности пути и поверхности катания колес вагона.

Кроме приведенных основных сил, действующих на вагон при движении, он испытывает сложное перемещение всего надрессорного строения вследствие колебаний кузова на рессорах и собственных колебаний всей системы. Представим себе, как это показано на фиг. 417, что через кузов вагона проходят три оси x, y и z и при движении вагона жесткий кузов его получит колебание по всем трем направлениям.

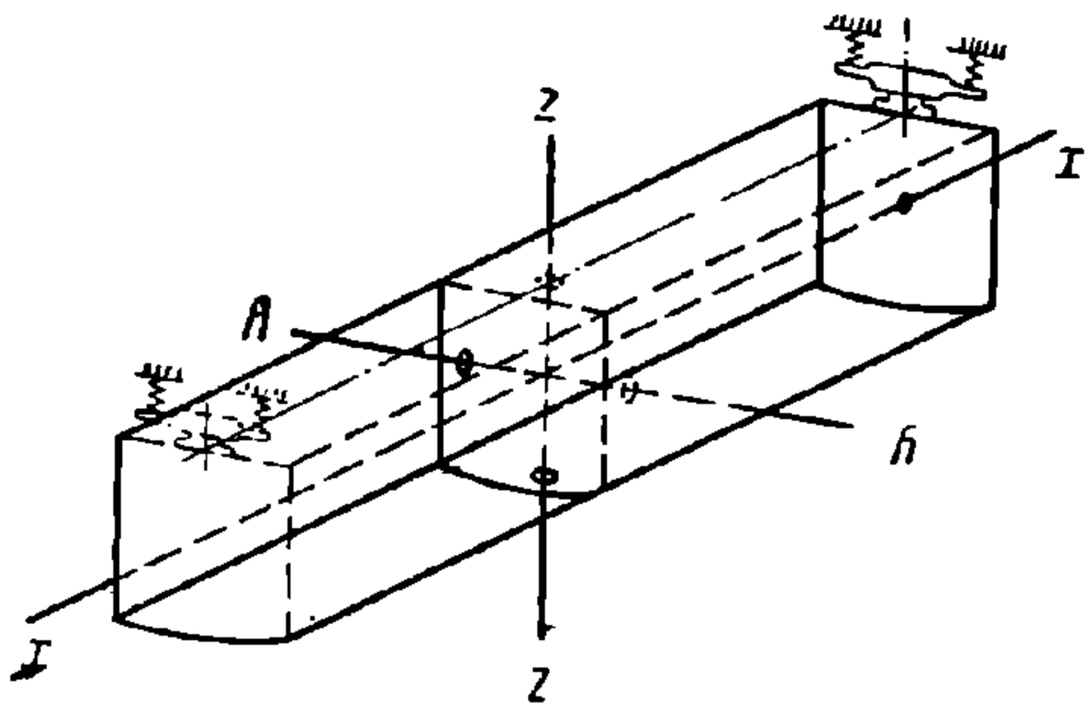


Рис. 417.

Кузов вагона, вращаясь около оси xx, будет как бы переваливаться с одной стороны на другую. При вращении вокруг оси yy кузов вагона будет испытывать галопирование — ныряние. Вращательное движение вокруг оси zz кузова будет иметь характер извилистого движения. Все эти движения, вместе взятые, создают неспокойный ход вагона.

Колебания вагона (вернее, надрессорного строения вагона) в последние годы составляют большой интерес у исследователей, так как вопрос динамики вагона имеет большое практическое значение при выборе типа рессор и рессорного подвешивания, что в свою очередь имеет большое значение при разрешении вопросов взаимодействия пути и подвижного состава.

Если допустить, что вагон совершенно жесткой конструкции, построенный на колесах, совершенно круглой поверхностью катания и будет катиться по ровному, прямому, неэластичному пути с неизменяющейся скоростью, то давление колес по сравнению с положением покоя такого вагона не изменится. Сила тяги, потребная для передвижения этого вагона, сохранит свою величину без изменений. Все возникающие при таком движении силы взаимно уравновешиваются. Переменные ускорения массы т. е. явления, испытываемые как «дергание», и изменения скоростей массы, т. е. толчки, возникать не должны. Следовательно, при таких условиях ход во всех отношениях будет идеально покойным. Но для ж.-д. вагона условия хода его складываются в значительной степени менее благоприятно. На ж.-д. вагон действуют силы вертикальные, горизонтальные (поперечные) и продольные (вдоль направления движения); все эти силы вызывают некоторые дополнительные движения и отчасти вызывают толчки, покачивание и виляние вагона. Возникновение их следует отнести преимущественно к трассировке линии или к состоянию пути. В качестве единичных явлений имеются налицо еще и другие пирчины, как, скажем, частые смены ускорения или замедления масс вследствие перемены скорости движения. Свойства самого вагона, его конструкция не могут быть непосредственной причиной, нарушающей плавность и покойность хода вагона. Но свойства конструкции вагона значительно влияют на результаты действия, уже получивших свое направление. Следовательно, конструкция и состояние вагона имеют крупнейшее значение для спокойствия хода и на величины возникающих сил при движении вагона.

Учитывая задачу настоящей книги, которая рассчитана на технических работников средней квалификации и подготовки (техников), даем распределение основных сил между частями вагона, определение их величин и расчет частей вагона под углом зрения практического проектирования, принятого в вагоностроительной практике.

б) Центробежная сила. Железнодорожный путь в силу географических условий не представляет собой непрерывного прямого пути. Ж.-д. линия на своем протяжении имеет большое число кривых и прямых участков пути, сопряженных между собой.

При движении вагона по кривому пути возникает центробежная сила, которая будет приложена в центре тяжести вагона. Как только вагон начнет двигаться по прямому участку пути, центробежная сила исчезнет и не появится до следующей кривой.

НВ УДИТ (ДИТ)

Таким образом вагон при своем движении периодически будет подвергаться действию центробежной силы.

В целях уменьшения бокового давления, возникающего вследствие действия центробежных сил при прохождении вагона по закруглениям не слишком большого радиуса, наружный рельс укладывается выше внутреннего, для того чтобы составляющая от равнодействующей центробежных сил и силы тяжести имела перпендикулярное направление к линии, соединяющей головки рельсов (рис. 418, линия 1—2).

Таким образом центробежная сила не может вызвать боковых движений вагона, при том условии однако, что величина центробежной силы соответствует вполне определенному существующему на пути превышению наружного рельса.

Но так как величина центробежной силы зависит от скорости в квадрате, то превышение наружного рельса может уменьшить или парализовать боковое давление только при вполне определенных скоростях движения вагона.

Конечно, совершенно невозможно развивать на кривых пути скорость, всегда точно соответствующую существующему превышению. Поэтому при проектировании ж.-д. вагонов нужно считаться с тем, что в действительности равнодействующая S сил тяжести и центробежной не будет проходить перпендикулярно линии, соединяющей головки наружного и внутреннего рельсов (рис. 418, линия 1—2). Кроме того переход

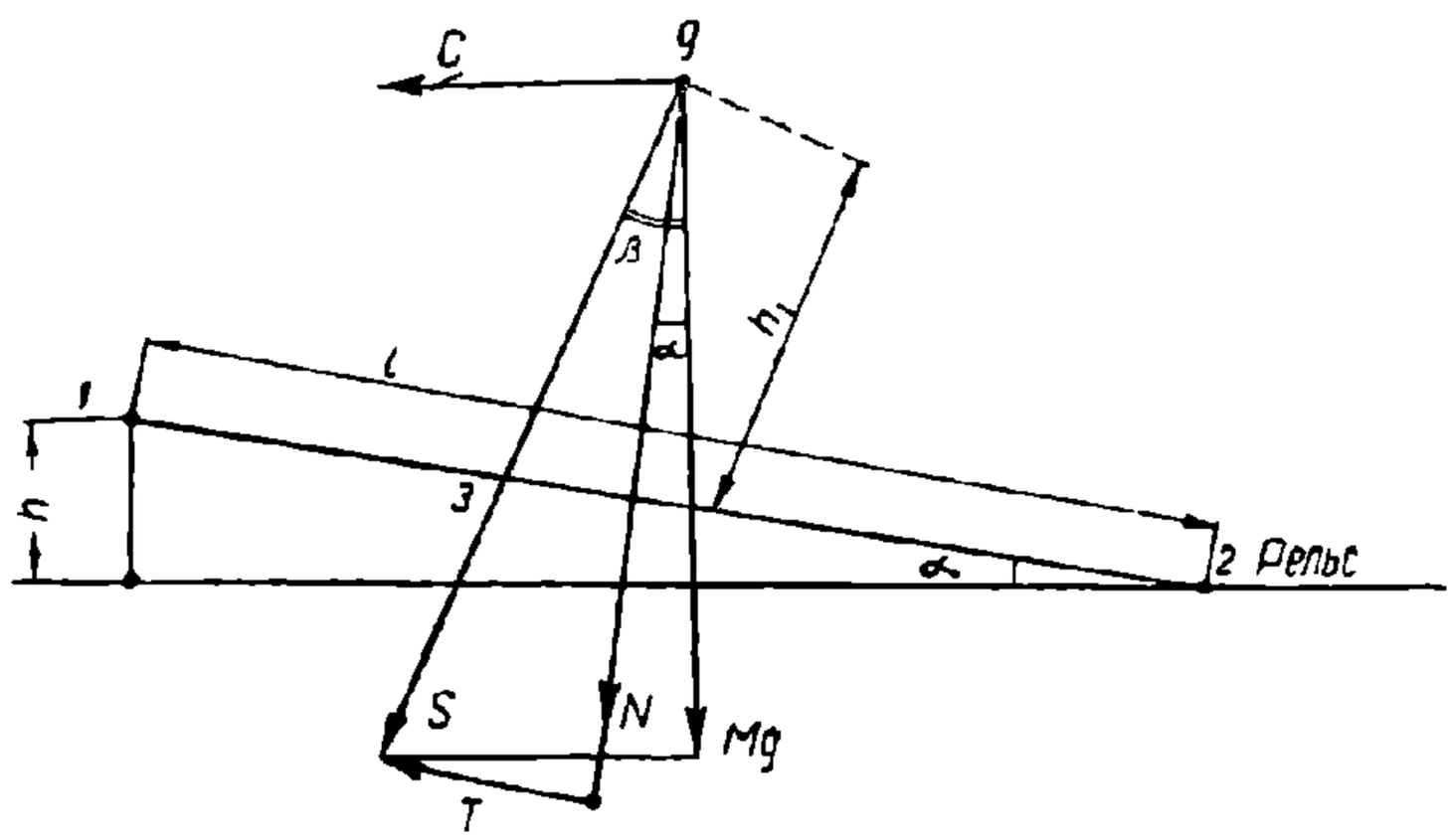


Рис. 418.

от прямого пути к кривому предусматривает всегда переходные кривые, которые при безукоризненном их выполнении не должны вызывать боковых толчков, но в действительности это трудно выполнимо, и переходные кривые также не исключают боковых толчков. Следовательно, при движении вагона по закруглениям будут возникать силы, действующие на вагон в горизонтальном (поперечном) направлении вагона.

Пусть на закруглении переменного или постоянного радиуса R наружному рельсу в данном месте придано превышение h, благодаря чему линия 1—2, соединяющая головки рельсов, образует угол α с горизонтом.

Величина угла наклона линии 1—2, очевидно, будет:

$$\sin \alpha = \frac{h}{l},$$

где l — ширина между головками рельсов.

Обозначая вес вагона с грузом через Q, скорость движения вагона—V *км/час*, величина центробежной силы C определится по формуле:

$$C = \frac{QV^2}{gR\,3{,}6^2} \text{ кг}.$$

Равнодействующая S силы тяжести Q и центробежной силы C будет отклонена на угол β

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{V^2}{gR}$$

Сила S может быть разложена на составляющие:

N — нормальную к линии 1—2 (и делящую ее пополам) и

T — параллельную.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Величина этих сил определится по формулам:

$$S = Q\sqrt{1+\left(\frac{V^2}{gR}\right)^2},$$
$$N = S \cos(\beta - \alpha),$$
$$T = S \sin(\beta - \alpha).$$

Так как сила S пересекает линию 1—2 не перпендикулярно, то нормальное давление, приходящееся на рельсы, будет обратно пропорционально отрезкам (1—3 и 3—2). Определяется по формуле:

$$N_1 = \frac{S}{2}\left[1 \pm 2\frac{h}{l} \cdot \operatorname{tg}(\beta - \alpha)\right] \cdot \cos(\beta - \alpha).$$

Что же касается силы T, то она определяется по формуле:

$$T = S\frac{h}{l}\left(\frac{V^2 b^2}{gRh} - 1\right).$$

Точка приложения q силы C будет находиться в центре тяжести вагона и определится уравнением:

$$H_1 = \frac{\Sigma Qx}{\Sigma Q},$$

где:

ΣQx — сумма статических моментов частей вагона и груза,
ΣQ — сумма весов частей вагона и веса груза.

в) Сила инерции. Инерция тел имеет место при изменении скорости движения. Естественно, что это положение мы можем отнести и к движущемуся вагону, независимо от того, будет ли это вагон груженый или порожний.

Сила инерции при торможении вагона будет направлена в сторону движения вагона и приложена в центре тяжести вагона.

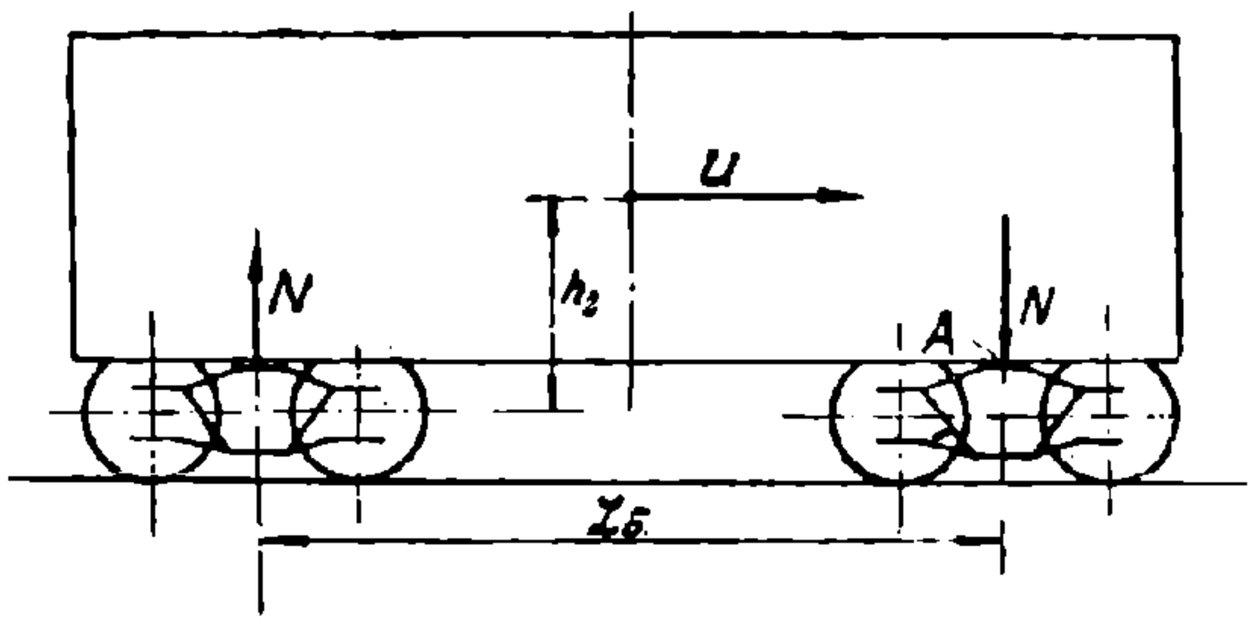


Рис 419.

Из рис. 419 видно, что сила инерции $И$ стремится опрокинуть вагон относительно точки A, в силу чего передняя тележка вагона нагружается вертикальной составляющей от силы u, а задняя тележка разгружается. Груз, находящийся в вагоне в момент остановки, по инерции стремится двигаться по направлению движения и производит значительное давление на лобовую—переднюю стенку вагона. При экстренном торможении и больших скоростях сила инерции достигает большой величины и производит серьезные разрушения в вагонах (перекос кузова, поломку лобовых стен, излом буферов и т. д.).

Величину силы инерции можем определить по уравнению:

$$U = mj = \frac{Q}{g}j,$$

где:

товарные вагоны $j = 0{,}3 \div 0{,}4$ $м/сек^2$,
пассажирские. вагоны $j = 0{,}2 \div 1{,}4$.

При проектировании необходимо учитывать силы инерции, действующие на лобовую стенку и на оси вагона в момент экстренного торможения.

г) Сила ветра. При движении вагона в открытой местности и притом по высокой насыпи ж.-д. полотна вагон подвергается действию ветра.

При расчетах вагонов направление ветра принимается горизонтальным, перпендикулярно к боковой поверхности вагона.

Величина бокового давления ветра при этом условии практически определяется:

$$H = pF,$$

где:

F—площадь боковой поверхности вагона в $м^2$,
p—давление ветра в $кг/м^2$ поверхности боковой стены вагона.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Давление ветра p практически в расчетах вагонов принимается от 70 до 150 *кг/м²*. Рекомендуется принимать не выше 120 *кг/м²*.

Давление ветра на крышу вагона незначительно, так как угол наклона крыши очень мал (порядка 7°), поэтому величина вертикальной составляющей от действия ветра на крышу очень мала и при практических расчетах может быть опущена.

д) Влияние силы буферного удара. В старых вагонных конструкциях буферный удар воспринимается четырьмя буферами, по два с каждой стороны вагона. Сила удара через буфера передается буферному брусу и затем воспринимается рамой вагона. Буферные пружины в старых вагонах и платформах, запроектированных по типу нормального вагона, сжимаются доотказа при 3—3,5 *т* нагрузки, после чего пружина работает как жесткое тело и рама получает жесткий удар.

Буферные пружины большегрузных вагонов сжимаются доотказа при 8 *т*. При расчете рамы вагона на усилие от буферного удара величину последнего до сих пор принимали 20 *т* на каждый буфер.

Реконструктивные типы вагонов, приспособленные к оборудованию автоматической сцепкой, рамы их рассчитываются на силу удара автоматической сцепки при ее сцеплении. Буферный удар в вагонах новых конструкций при автосцепке будет восприниматься целиком хребтовыми балками рамы вагона.

Силу буферного удара при расчете рамы вагонов, оборудованных автоматической сцепкой, принимают от 80 до 150 *т*.

е) Давление груза на стены вагона. При загрузке вагонов сыпучим грузом (углем, коксом, рудой, зерном и т. п.) все стены вагона испытывают распирающее давление в силу того, что груз не может занимать отвесного положения, а всегда стремится сползти под углом своего естественного откоса. Углы естественного откоса для различных грузов неодинаковы. Давление на стенки распределяется по закону треугольника и достигает своего максимального значения на уровне пола вагона (рис. 492).

Величину давления P от распора грузом кузова на 1 пог. *м* его длины определим по формуле Ранкина:

$$P = \frac{1}{2} W h^2 \frac{1 - \sin \alpha}{1 + \sin \alpha},$$

где:

W — вес 1 *м³* груза,
h — высота загрузки в *м*,
P — давление от груза на 1 пог. *м* длины вагона.

ж) Вертикальные динамические силы. При движении вагона рельсовому пути ввиду наличия неровностей (рельсовые стыки, пучины и т. п.) возникают динамические силы.

Величина вертикальных динамических сил D от выбоин на колесах и неровностей пути практически принимается от 25 до 30% от статической нагрузки и вертикальных составляющих от горизонтальных сил (центробежной инерции, ветра):

$$D = (0{,}25—0{,}30)\,Q.$$

135. Габариты подвижного состава и вписывание вагонов в кривые

Свободное и вполне безопасное движение подвижного состава по рельсовым путям может быть достигнуто, если ни одна из его частей не может ни при каком положении зацепить ни за смежностоящие сооружения и предметы, ни за находящийся на смежных путях подвижной состав.

Для выполнения условия безопасности движения подвижного состава со времени основания железных дорог в разных государствах были установлены предельные очертания, или габариты, подвижного состава и приближения строений к пути.

Габарит подвижного состава неразрывно связан с размерами колеи: чем шире колея, тем шире и выше может быть подвижной состав, обращающийся по этой колее.

Габарит подвижного состава 1860 г. русских жел. дорог имел изменение в 1893 г. (рис. 420) и трактовался как предельное очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться при стоянии на прямом горизонтальном участке пути подвиж-

НТБ УрГУПС (ДИТ)

ной состав со всеми выступающими частями и поездными сигналами с учетом допускаемых износов ходовых частей и просадок рессор.

Такое толкование габарита заставляло проектировщиков при вписывании проектируемого вагона в габарит урезывать наружное очертание вагона, учитывая все статические перемещения проектируемой единицы при стоянии на прямом горизонтальном пути, находящемся в зависимости от допускаемых износов и перемещений вагона на пути от тех или иных причин.

Возникающие в отдельных случаях затруднения в правильном выборе величин отклонений и перемещений частей вагона заставили отказаться от прежнего понятия габарита, заменив его более удобным, так называемым «строительным габаритом подвижного состава», дав ему определение следующего характера.

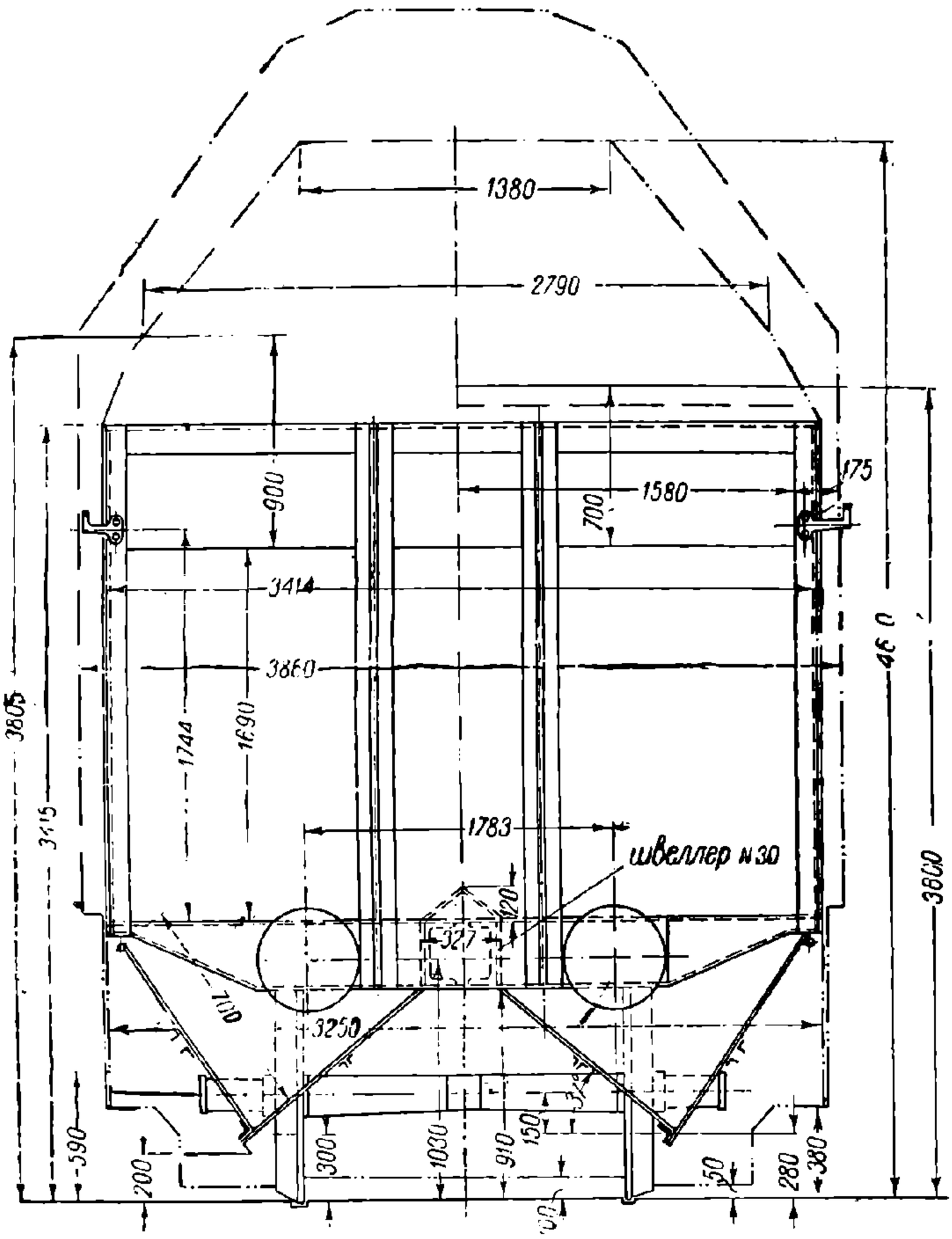


Рис. 420.

Габаритом подвижного состава называется поперечное предельное очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться при стоянии на прямом горизонтальном пути вновь построенный вполне исправный нагруженный подвижной состав со всеми выступающими и висящими частями и поездными сигналами при совпадении продольной оси его с осью пути.

Габаритом приближения строений к пути называется предельное поперечное очертание, внутрь которого не могут заходить никакие части строений, сооружений и устройств.

В 1925 г. были предложены взамен существующих проекты габаритов подвижного состава и приближения строений для путей с различной шириной колеи.

В 1932 г. утверждены в качестве стандартов габариты подвижного состава (рис. 421, 422 и 423).

Различные государства имеют свои, в большинстве отличные от других, габариты подвижного состава и приближения строений.

Причинами, влияющими на перемещение отдельных частей вагона при его движении, а следовательно и на возможность выхода их из пределов очертания габарита подвижного состава являются на прямом участке пути:

1) уменьшение толщины бандажей от обточки и проката;
2) уменьшение толщины осевой шейки;
3) износ заливки вкладыша у подшипников;

НБ УДУНТ (ДИТ)

4) равномерная осадка рессор под допускаемой нагрузкой вагона;

5) неравномерная односторонняя просадка рессор, вызывающая наклон в сторону кузова вагона.

Влияние последнего фактора определяется из условий неравномерной погрузки. Наклон карниза крыши вагона допускается на величину 75 *мм*—для вагонов, обращающихся на железных дорогах с шириной

75 *мм*	ширина	колеи		1 524 *мм*
60 »	»	»		1 000 »
40 »	»	»		750 »

измеренные по горизонтальному направлению. При этом принимают, что центр вращения кузова лежит в горизонтальной плоскости, проходящей через середину рессор вагона.

М = 1 : 50

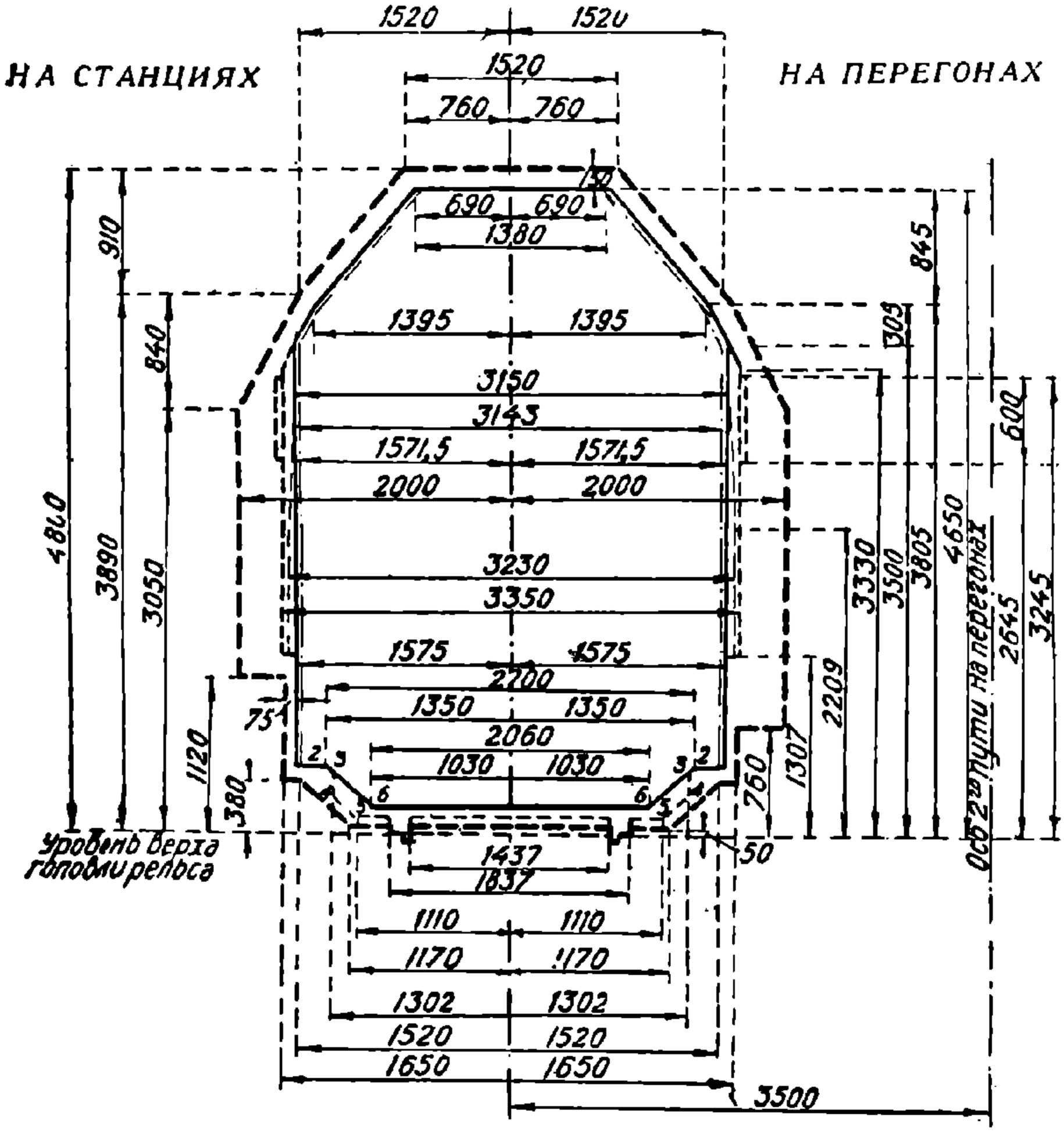


Рис. 421.

Под действием указанных причин отдельные части вагона получают перемещения в вертикальном направлении.

Кроме того возможно поперечное перемещение частей вагона по следующим причинам:

6) перемещение кузова вследствие игры между подшипником и осевой шейкой;

7) то же вследствие игры между осевой шейкой и буксой;

8) то же вследствие поперечного передвижения шкворня в люльке;

9) перекос буксовой лапы поперек пути принимается равным 12,5 *мм* как для дорог широкой, так и узкой колеи;

10) износ шейки оси, подшипника и буксовых лап;

НВ УДУНТ (ДІІТ)

11) неравномерная односторонняя просадка рессор, вызывающая наклон кузова и, следовательно, влияющая на горизонтальное перемещение отдельных частей вагона;

12) возможное уширение пути на прямой;

13) разбег скатов колес в предположении суженной насадки и предельный допускаемый подрез гребней бандажа.

При подсчете поперечных перемещений от уширения пути, разбега скатов колес и подреза гребней надо иметь в виду, что колесные пары и шкворни тележек не совпадают с концом вагона, а находятся на некотором расстоянии от него; поэтому торцы кузова вагона могут смещаться в поперечном направлении на бо́льшие величины, чем части вагона, находящиеся в поперечных плоскостях, проходящих через шкворни тележек и колесные пары.

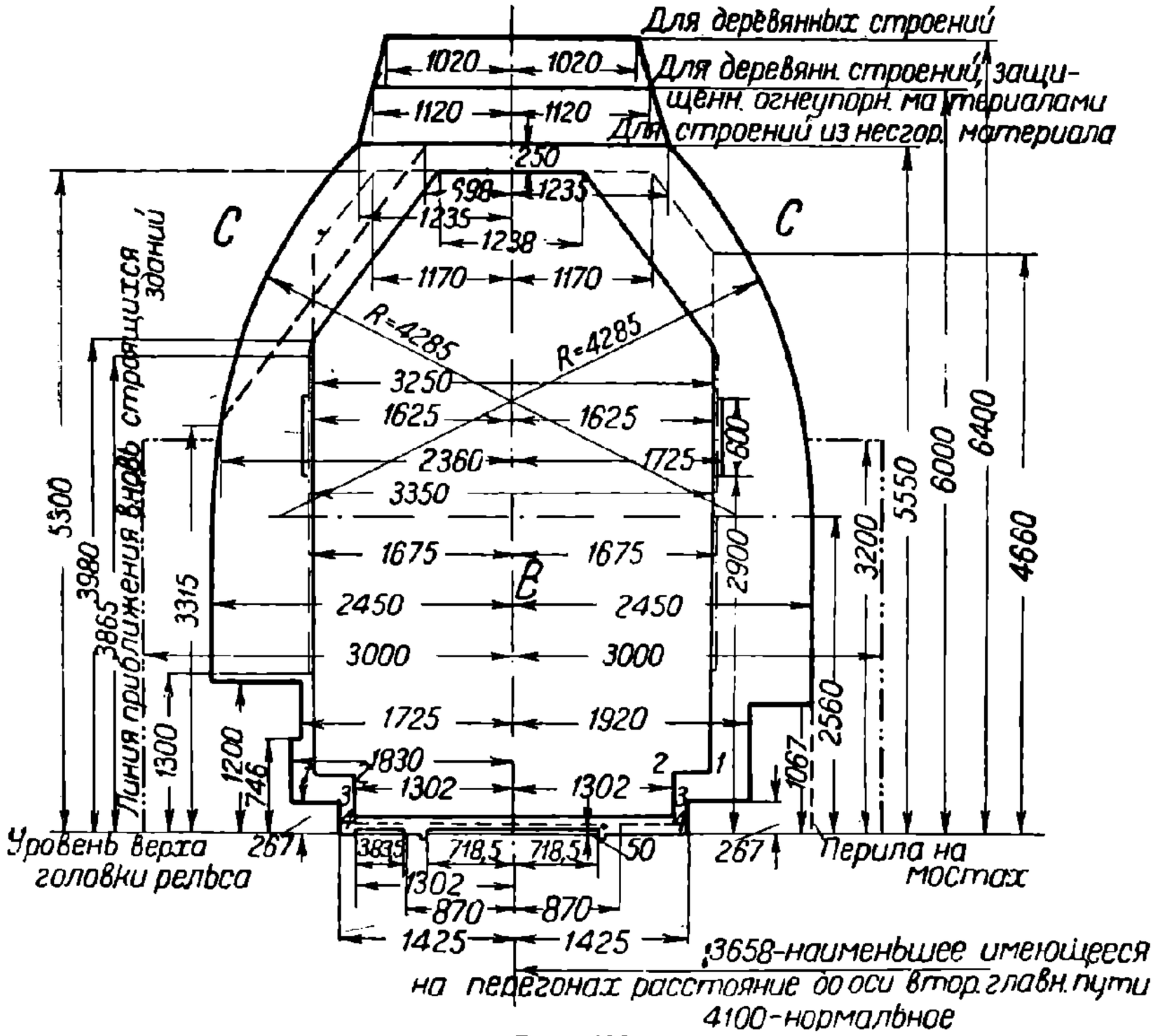


Рис. 422.

Кроме того, на перемещения отдельных частей вагона влияют просадки, т. е. местные оседания одного рельса по сравнению с другим (исключая кривые) и местные просадки обоих рельсов.

При подходе вагона по кривым участкам пути (по закруглениям):

1) торцевые углы и его средние части в плане выходят из очертания габарита подвижного состава;

2) вследствие возвышения наружного рельса ось габарита подвижного состава принимает наклонное положение, между тем как ось габарита приближения строений остается вертикальной;

3) вследствие уширения пути вагон принимает косое расположение.

Влияние этих причин учитывается следующим образом.

1. При размещении подвижного состава в кривой (рис. 424 и 425):

а) середина вагона смещается внутри кривой на величину C. Так как полухорда есть средняя пропорциональная между отрезками диаметра, то

$$\left(\frac{l}{2}\right)^2 = (2R - c_1) \cdot C,$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

откуда:

$$C = \frac{l^2}{4\,(2R - c_1)},$$

или приближенно, вследствие малой величины c по сравнению с $2R$, можно принять;

$$C = \frac{l^2}{8\,R};$$

б) концы вагона выходят наружу кривой на величину b, определяемую, как и в первом случае, из уравнения:

$$\left(\frac{l}{2}\right)^2 = [2\,(R + b) - (b + C)]\,(b + C),$$

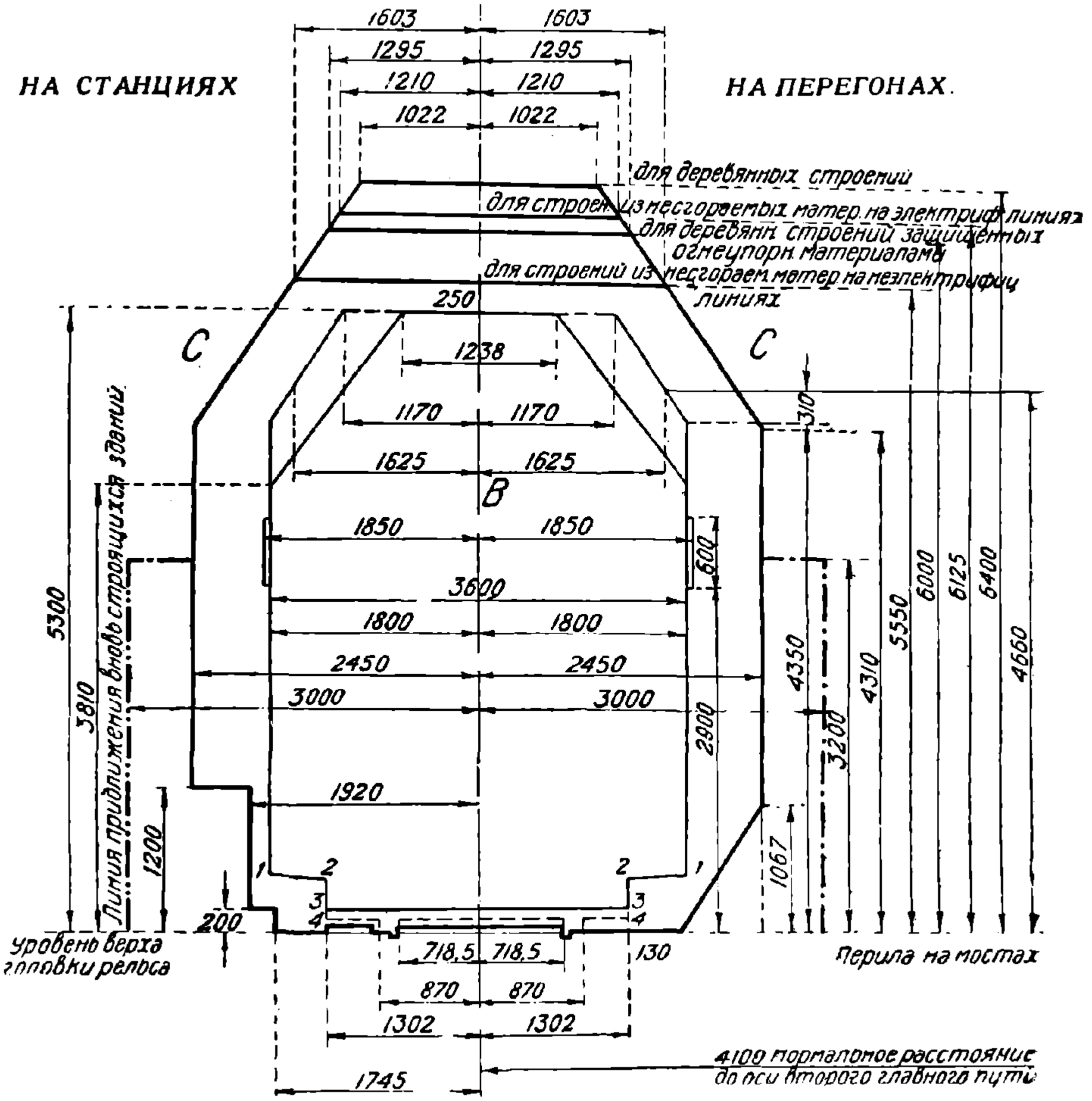


Рис. 423.

или приблизительно с достаточной практической степенью точности:

$$\left(\frac{L}{2}\right)^2 = 2\,R\,(b + C),$$

откуда:

$$b + C = \frac{L^2}{8\,R},$$

или

$$b = \frac{L^2 - l^2}{8\,R}$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

2. Влияние повышения наружного рельса на перемещение частей вагона учитывается по формуле:

$$K = h \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

K—горизонтальное перемещение точки $h = h_1 - \delta$,
h—высота точки K над уровнем головки внутреннего рельса,
δ—половина превышения наружного рельса над внутренним,
$\operatorname{tg}\alpha$—тангенс угла наклона кузова, соответствующий тангенсу угла превышения одного рельса над другим.

Подсчет и суммирование указанных выше перемещений отдельных частей вагона дают возможность ориентировочно определить размеры габарита приближения строений, гарантирующего безопасность движения вагона.

Расстояния между осями путей на двупутных участках колеблются для дорог СССР в пределах 3 658—4 100 *мм* (для прямых участков пути и кривых с $R = 400$ *м*). На кривых участках пути расстояние между осями двух смежных путей увеличивается в зависимости от радиуса кривой. Величины соответствующих уширений пути на

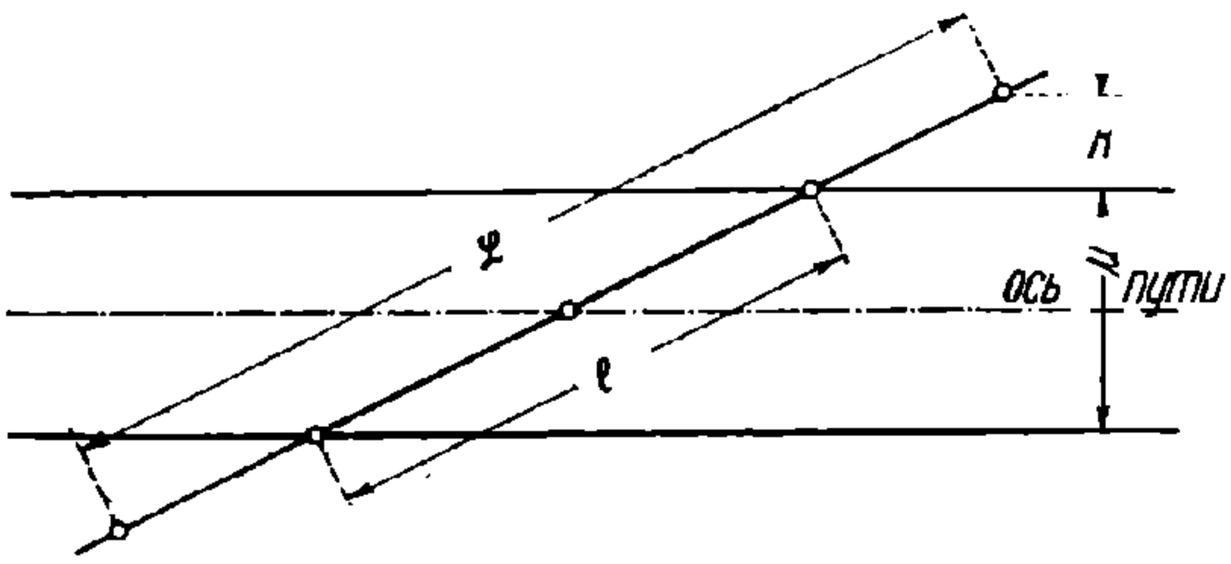


Рис. 424.

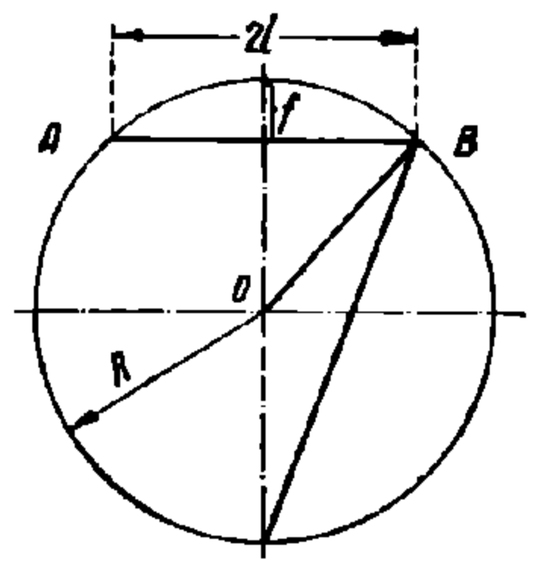


Рис. 425.

кривых участках приняты вполне определенные (см. приказ НКПС № 716/ц от 7/IX 1932 г.).

Габариты колеи шириной 750 и 1 000 *мм* изображены на рис. 426 и 427.

Рассмотрим примеры по применению габаритов №№ 0, 1-В и 2-В для вагонов с шириной колеи 1 524 *мм*.

I. Применение габарита № 0

По габариту № 0 строятся вагоны, предназначенные для обращения в прямом международном сообщении.

Нижнее очертание габарита № 0 определяется согласно приведенной таблице координат, в которой помещены ординаты точек 1, 2, 3, 4, 5 и 6 в зависимости от диаметра колеса, предполагаемого для данного типа вагона.

Вертикальные расстояния от уровня головки рельса (координаты точек)

№№ точек	1	2	3	4	5	6
Горизонтальные расстояния от оси симметрии (абсциссы точек)	1 575	1 350	1 302	1 302	1 110	1 030
Для вагонов с бандажными колесами 1 050 *мм* и 950 *мм* и цельнокатаными стальными 950 *мм*, кои на колеса иного диаметра пересаживаться не будут	500	500	455	310	130	200
Для вагонов с бандажными колесами 1 050 *мм*, кои будут пересаживаться на колеса 950 *мм* цельнокатаные или бандажные	550	550	505	360	180	250
Для вагонов с бандажными колесами 1 050 *мм*, кои будут пересаживаться на цельнолитые чугунные безбандажные необтачиваемые колеса 900 *мм*	525	525	480	335	155	225
Для вагонов с цельнолитыми колесами 900 *мм*, кои на колеса иного диаметра пересаживаться не будут . . .	450	450	405	260	80	150

НБ УДУНТ (ДНТ)

2. Влияние повышения наружного рельса на перемещение частей вагона учитывается по формуле:

$$K = h \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

K—горизонтальное перемещение точки $h = h_1 - \delta$,
h—высота точки K над уровнем головки внутреннего рельса,
δ—половина превышения наружного рельса над внутренним,
$\operatorname{tg}\alpha$—тангенс угла наклона кузова, соответствующий тангенсу угла превышения одного рельса над другим.

Подсчет и суммирование указанных выше перемещений отдельных частей вагона дают возможность ориентировочно определить размеры габарита приближения строений, гарантирующего безопасность движения вагона.

Расстояния между осями путей на двупутных участках колеблются для дорог СССР в пределах 3 658—4 100 *мм* (для прямых участков пути и кривых с $R = 400$ *м*). На кривых участках пути расстояние между осями двух смежных путей увеличивается в зависимости от радиуса кривой. Величины соответствующих уширений пути на

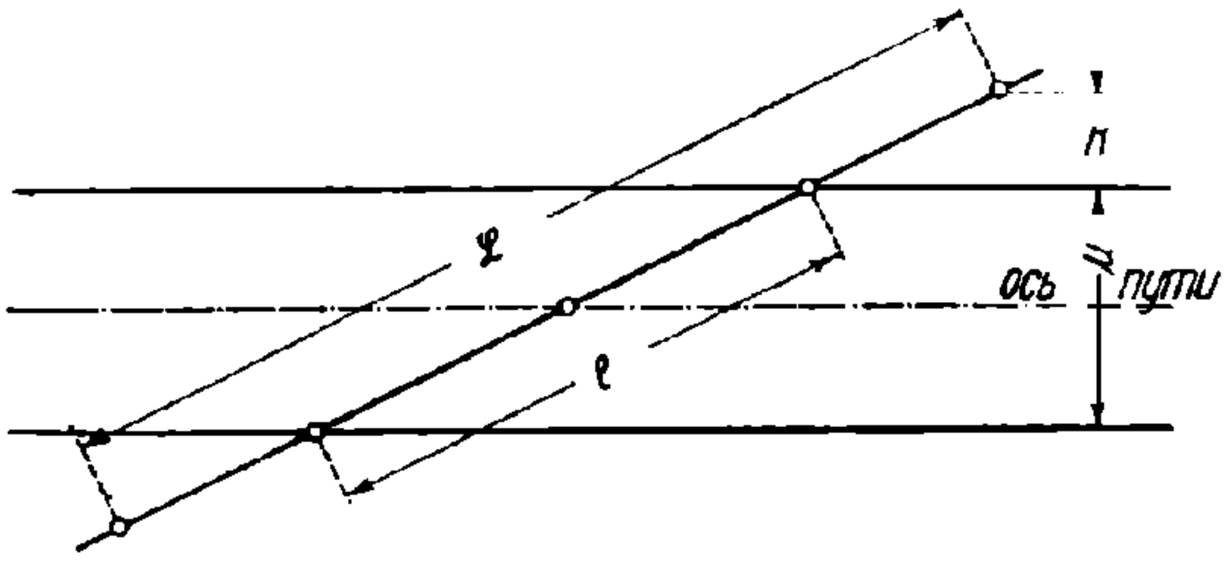


Рис. 424.

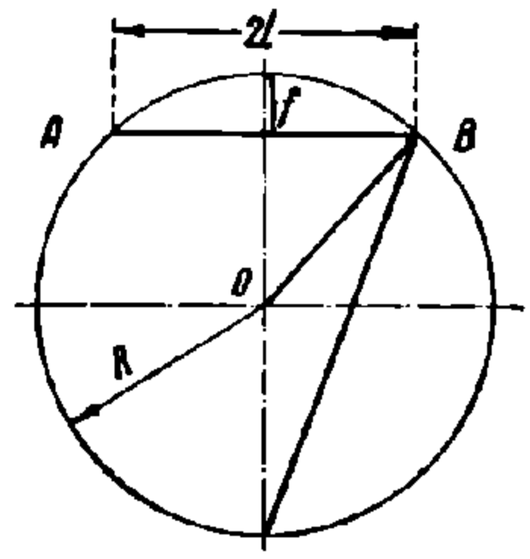


Рис. 425.

кривых участках приняты вполне определенные (см. приказ НКПС № 716/ц от 7/IX 1932 г.).

Габариты колеи шириной 750 и 1 000 *мм* изображены на рис. 426 и 427.

Рассмотрим примеры по применению габаритов №№ 0, 1-В и 2-В для вагонов с шириной колеи 1 524 *мм*.

I. Применение габарита № 0

По габариту № 0 строятся вагоны, предназначенные для обращения в прямом международном сообщении.

Нижнее очертание габарита № 0 определяется согласно приведенной таблице координат, в которой помещены ординаты точек 1, 2, 3, 4, 5 и 6 в зависимости от диаметра колеса, предполагаемого для данного типа вагона.

Вертикальные расстояния от уровня головки рельса (координаты точек)

№№ точек	1	2	3	4	5	6
Горизонтальные расстояния от оси симметрии (абсциссы точек)	1 575	1 350	1 302	1 302	1 110	1 030
Для вагонов с бандажными колесами 1 050 *мм* и 950 *мм* и цельнокатаными стальными 950 *мм*, кои на колеса иного диаметра пересаживаться не будут	500	500	455	310	130	200
Для вагонов с бандажными колесами 1 050 *мм*, кои будут пересаживаться на колеса 950 *мм* цельнокатаные или бандажные	550	550	505	360	180	250
Для вагонов с бандажными колесами 1 050 *мм*, кои будут пересаживаться на цельнолитые чугунные безбандажные необтачиваемые колеса 900 *мм*	525	525	480	335	155	225
Для вагонов с цельнолитыми колесами 900 *мм*, кои на колеса иного диаметра пересаживаться не будут	450	450	405	260	80	150

НБ УДУНТ (ДНТ)

Поперечные размеры габарита № 0 соответствуют длине прямоугольной части вагона не более 12 800 *мм*, при отношении этой длины к базе (к расстоянию между крайними осями или шкворнями тележек) не более чем 1,4.

При большей длине вагона или при отношении этой длины к базе вагона большем 1,4, поперечные размеры габарита № 0 уменьшаются по нижеприведенному подсчету.

После того как определилась база вагона (расстояние между шкворнями тележек и полная длина или отношение полной длины вагона к базе), устанавливается наибольшая допускаемая ширина вагона по следующему расчету.

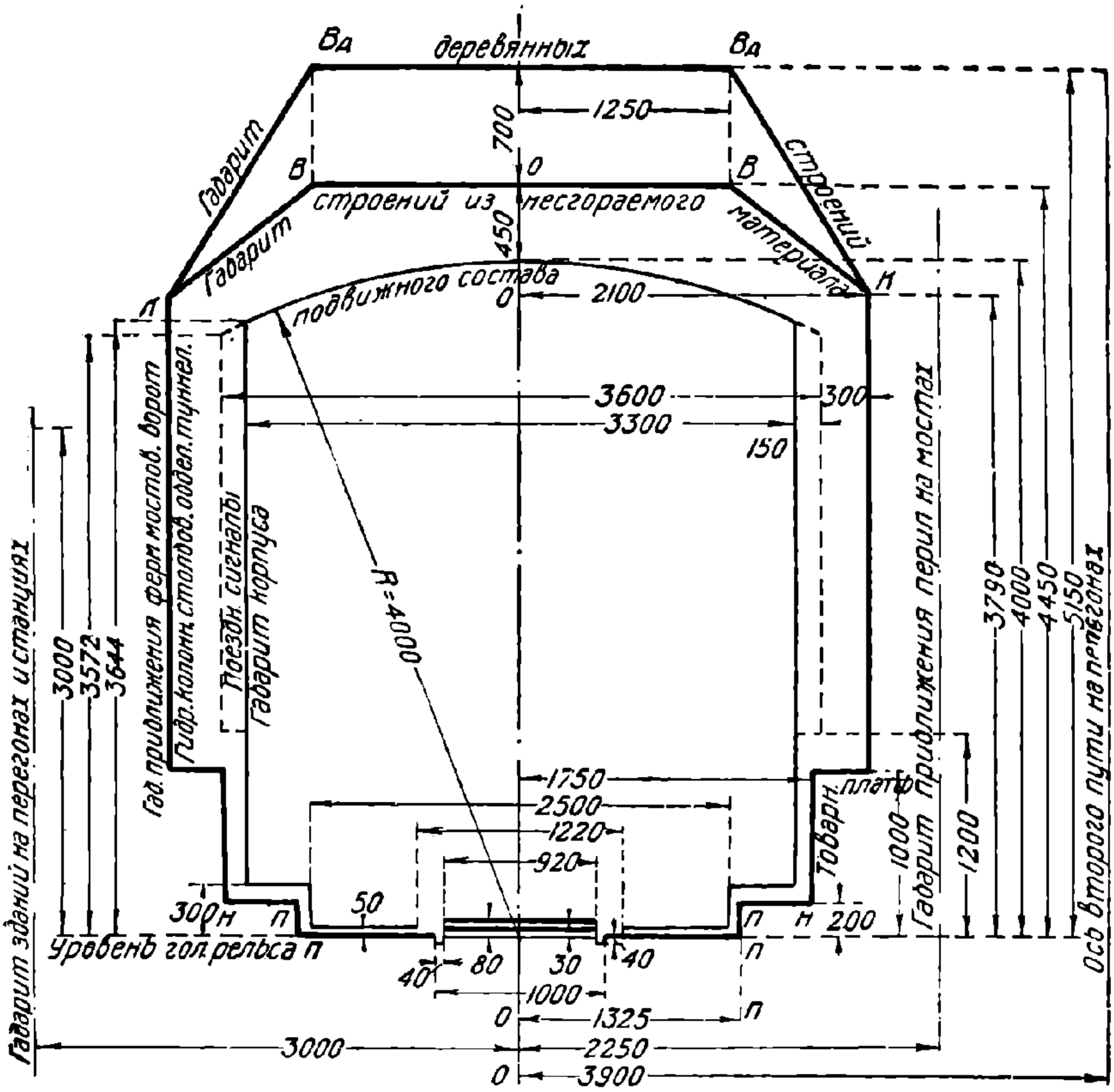


Рис. 426.

1) Определяют в сумме величину отклонений вагона средней частью и консолью от середины пути при вписывании в кривую:

$$a' = \frac{L^2}{8R}, \qquad (1)$$

где:

a' — суммарная величина отклонений вагона его серединой и концом от оси пути при вписывании в кривую,

L — полная длина вагона без буферов,

R — радиус кривей.

2) Определяют величину выхода середины вагона внутрь кривой от оси пути:

$$c = \frac{l^2}{8R}, \qquad (2)$$

где:

c — величина выхода середины вагона внутрь кривой от оси пути,

l — база вагона (расстояние между шкворнями тележек),

R — радиус кривой.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

3) Определяем величину выхода конца вагона наружу кривой от оси пути:

$$b = a' - c, \tag{3}$$

где:

b — величина выхода конца вагона наружу кривой от оси пути,

a' и c — уже известные величины.

4) Определяем величины a_0, b_0 и c_0 для вагона, принятого для габарита № 0, т. е. при полной длине вагона $L = 12\,800$ *мм* и при отношении полной длины вагона к базе l (расстояние между шкворнями тележек) 1,4. При этих условиях вагон вписывается в кривую радиуса, равного 400 *м* и более. Соответственно будем иметь:

$$a_0 = \frac{L_0}{8R}, \tag{4}$$

$$c_0 = \frac{l_0}{8R}. \tag{5}$$

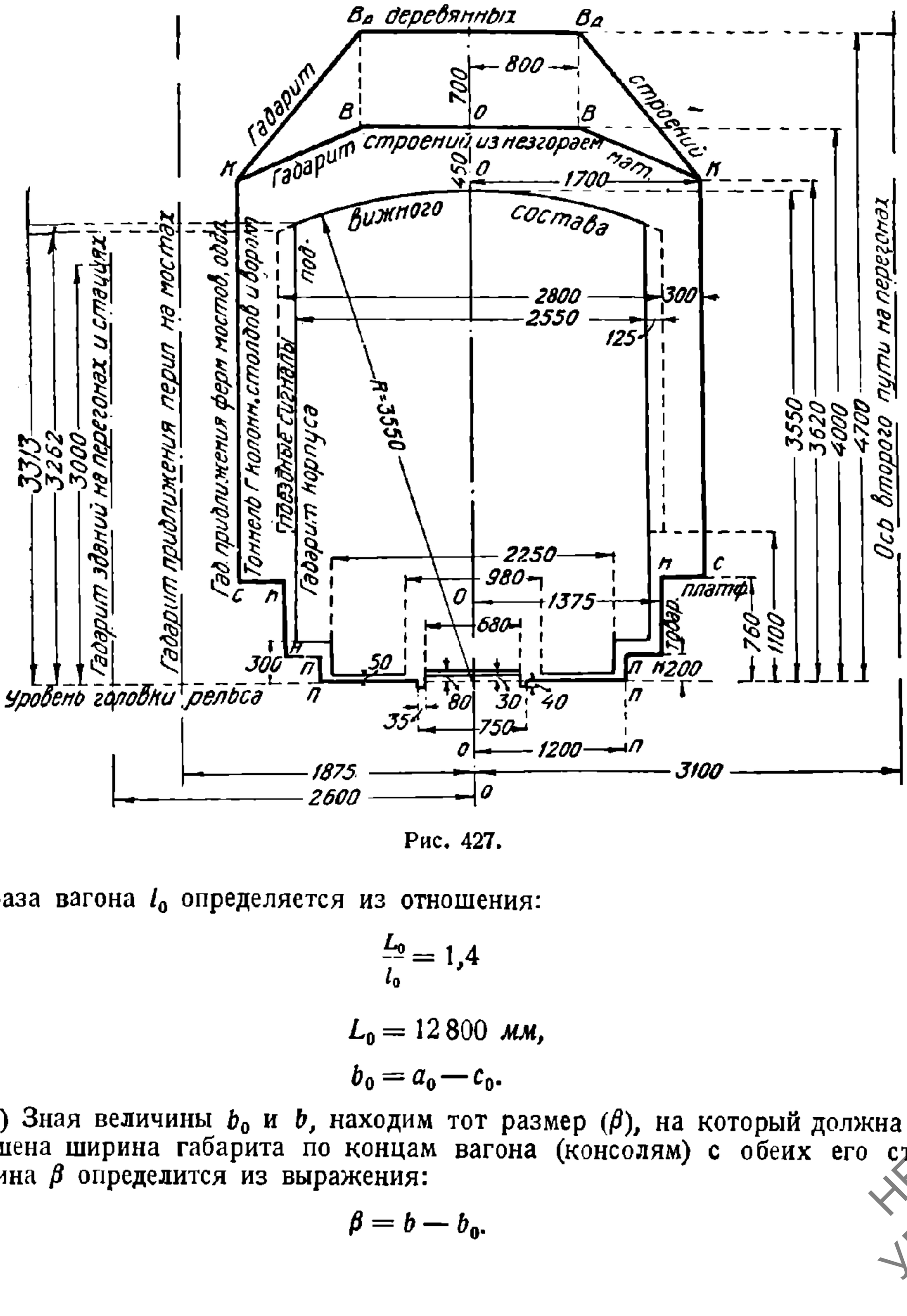


Рис. 427.

База вагона l_0 определяется из отношения:

$$\frac{L_0}{l_0} = 1{,}4$$

и

$$L_0 = 12\,800 \text{ мм},$$

$$b_0 = a_0 - c_0. \tag{6}$$

5) Зная величины b_0 и b, находим тот размер (β), на который должна быть уменьшена ширина габарита по концам вагона (консолям) с обеих его сторон. Величина β определится из выражения:

$$\beta = b - b_0. \tag{7}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

6) Зная величины C и C_0, находим тот размер a, на который должна быть уменьшена ширина габарита посредине вагона на длине l. Величина a определится из выражения:

$$a = C - C_0. \tag{8}$$

7) Определяем ширину габарита по концам:

$$B_1 = 3\,150\ мм - 2\beta, \tag{9}$$

где:

B_1 — новая ширина габарита по концам вагона (консолям),
3 150 *мм* — ширина габарита № 0.

8) Определяем ширину габарита для средней части вагона на длине l:

$$B_2 = 3\,150\ мм - 2a. \tag{10}$$

По определенным величинам B_1 и B_2 вычерчивается предельный габаритный план вагона следующим образом. Наносится продольная ось вагона; перпендикулярно к ней проводятся оси, соответствующие положению базы, и средняя ось, делящая поровну это расстояние. По обе стороны от средней оси откладываются расстояния по 0,7 l. Затем на осях, соответствующих базе вагона, откладывается ширина вагона B_2 (по $\frac{B_2}{2}$ — от продольной оси вагона) и по осям, соответствующим полной длине вагона (по концам вагона), откладывается ширина вагона B_1 $\left(\frac{B_1}{2}\right.$ — от продольной оси вагона$\left.\right)$. Полученные точки соединяются прямыми, в результате чего получают предельное габаритное очертание вагона в плане.

Построение суженого габарита для каждого сечения (средней части вагона на длине l и консолей вагона на длине $\frac{L-l}{2}\Big)$ производится на величину β и a, причем изменяются следующие горизонтальные размеры габарита № 0: 690, 1 395, 1 575 и 1 630 *мм*. Размеры изменяются с двух сторон габарита.

Все остальные размеры остаются без изменения.

Пример. Определить предельный габаритный план четырехосного пассажирского вагона.

Полная длина прямоугольной части $L = 24\,912$ *мм*. База вагона (расстояние между шкворнями тележек) $l = 17\,500$ *мм*.

Расчет. 1) По формуле (1) определим:

$$a' = \frac{L^2}{8R};$$

$$L = 24{,}912\ м;$$

$$R = 400\ м;$$

$$a' = \frac{24{,}912^2}{8 \cdot 400} = 0{,}194\ м = 194\ мм.$$

2) По формуле (2) определим c:

$$c = \frac{l^2}{8R};$$

$$l = 17{,}5\ м; \quad R = 400\ м.$$

$$c = \frac{17{,}5^2}{8 \cdot 400} = 0{,}096\ м = 96\ мм.$$

3) По формуле (3) определим:

$$b = a' - c;$$

$$a' = 194\ мм;$$

$$c = 96\ мм;$$

$$b = 194 - 96 = 98\ мм.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Определим величины a_0, b_0 и c_0 для вагона, свободно проходящего через габарит № 0 при $L = 12{,}8$ *м*:

$$\frac{L_0}{l_0} = 1{,}4$$

и

$$R = 400 \text{ м}$$

Определим базу вагона

$$l_0 = \frac{L_0}{1{,}4} = \frac{12{,}8}{1{,}4} = 9{,}15 \text{ м}.$$

4) По формуле (4) определяем a_0:

$$a_0 = \frac{L_0^2}{8R};$$

$$L_0 = 12{,}8 \text{ м};$$

$$R = 400 \text{ м};$$

$$a_0 = \frac{12{,}8^2}{8 \cdot 400} = 0{,}051 \text{ м} = 51 \text{ мм}.$$

5) По формуле (5) определим c_0:

$$c_0 = \frac{l_0}{8R};$$

$$l_0 = 9{,}15 \text{ м};$$

$$R = 400 \text{ м};$$

$$c_0 = \frac{9{,}15^2}{8 \cdot 400} = 0{,}026 \text{ м} = 26 \text{ мм}.$$

6) По формуле (6) определим b_0:

$$b_0 = a_0 - c_0;$$

$$a_0 = 51 \text{ мм};$$

$$b_0 = 26 \text{ мм};$$

$$b_0 = 51 - 26 = 25 \text{ мм}.$$

7) По формуле (7) определим β:

$$\beta = b - b_0;$$

$$b = 98 \text{ мм};$$

$$b_0 = 25 \text{ мм};$$

$$\beta = 98 - 25 = 73 \text{ мм}.$$

8) По формуле (8) определим α:

$$\alpha = C - c_0;$$

$$C = 96 \text{ мм};$$

$$c_0 = 26 \text{ мм};$$

$$\alpha = 96 - 26 = 70 \text{ мм}.$$

9) По формуле (9) определим ширину габарита B_1:

$$B_1 = 3\,150 - 2\beta;$$

$$\beta = 73 \text{ мм};$$

$$B_1 = 3\,150 - 2 \cdot 73 = 3\,004 \text{ мм}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

10) По формуле (10) определим ширину габарита:

$$B_2 = 3\,150 - 2\,\alpha;$$

$$\alpha = 70 \text{ мм};$$

$$B_2 = 3\,150 - 2 \cdot 70 = 3\,010 \text{ мм}.$$

11) Вычерчиваем предельный габаритный план для рассмотренного типа вагона.

12) Строим сечение габаритов для средней части вагона на длине $l = 17{,}5$ *м* и для консольных частей вагона по длине:

$$\frac{L-l}{2} = \frac{24{,}912 - 17{,}5}{2} = 3{,}706 \text{ м}.$$

Из примера видно, что середина вагона должна быть уменьшена на величину $\alpha = 70$ *мм*. Концы вагона (по углам) уменьшаются на величину $\beta = 73$ *мм*.

II. Применение габарита № 1-В

1. По габариту № 1-В строятся вагоны, предназначенные для обращения по всей сети железных дорог СССР и которые не могут обращаться в международном сообщении.

2. Нижнее очертание габарита № 1-В определяется согласно приведенной таблице координат, в которой помещены ординаты точек 1, 2, 3 и 4 в зависимости от диаметра колеса для данного типа вагона.

№№ точек	1	2	3	4
Горизонтальные расстояния от оси симметрии (абсциссы) точек	1 625	1 302	1 302	1 302
Для вагонов с бандажными колесами диаметром 1 050 *мм* и 950 *мм* и цельнокатаными стальными диаметром 950 *мм*, кои на колеса иного диаметра пересаживаться не будут	470	455	200	430
Для вагонов с бандажными колесами диаметром 1 050 *мм*, кои будут пересаживаться на колеса диаметром 950 *мм*, цельнокатаные или бандажные	520	505	250	130
Для вагонов с бандажными колесами диаметром 1 050 *мм*, кои будут пересаживаться на цельнолитые чугунные безбандажные необтачиваемые колеса диаметром 900 *мм*	495	480	225	155
Для вагонов с цельнолитыми чугунными колесами диаметром 900 *мм*, кои на колеса иного диаметра пересаживаться не будут .	420	405	150	80

3. Поперечные размеры габарита № 1-В соответствуют длине прямоугольной части вагона не более 11 000 *мм* при отношении этой длины к базе (к расстоянию между крайними осями или шкворнями тележек) не более чем 1,4.

4. При большей длине вагона или при отношении этой длины к базе вагона большем 1,4 поперечные размеры габарита № 1-В уменьшаются по специальному нижеприведенному подсчету.

При подсчете для габарита № 1-В вместо принимаемой длины вагона $L = 12\,800$ *мм* для габарита № 0 нужно принимать $L = 11\,000$ *мм*.

В формулы (9) и (10) расчета для габарита № 0 вместо ширины габарита № 0 нужно принимать ширину габарита № 1-В равной 3 250 *мм*.

Пример. Определить предельный габаритный план четырехосного пассажирского вагона и построить для поперечных сечений допускаемый габарит.

Полная длина прямоугольной части $L = 24\,912$ *мм*. База вагона (расстояние между шкворнями тележек) $l = 17\,500$ *мм*.

Расчет. 1) Значения величин a', b и c рассматриваемого вагона остаются теми же, которые были определены в примере для применения габарита № 0 (пример первый).

$$a' = 194 \text{ мм}; \quad b = 98 \text{ мм}; \quad c = 96 \text{ мм}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Определим величины a_0, b_0 и c_0 для нормального вагона габарита № 1-В при

$$L_0 = 11 \text{ м}; \quad \frac{L_0}{l_0} = 1{,}4 \text{ и } R = 400 \text{ м}.$$

Определим базу вагона:

$$l_0 = \frac{L_0}{1{,}4} = \frac{11}{1{,}4} = 7{,}8 \text{ м}.$$

2) По формуле (4) определим a_0:

$$a_0 = \frac{L_0^2}{8R}; \; L_0 = 11 \text{ м}; \; R = 400 \text{ м};$$

$$a_0 = \frac{11^2}{8 \cdot 400} = 0{,}038 \text{ м} = 38 \text{ мм}.$$

3) По формуле (5) определим c_0:

$$c_0 = \frac{7{,}85^2}{8 \cdot 400} = 0{,}019 \text{ м} = 19 \text{ мм}.$$

4) По формуле (6) определим b_0:

$$b_0 = a_0 - c_0;$$

$$a_0 = 38 \text{ мм}; \quad c_0 = 19 \text{ мм};$$

$$b_0 = 38 - 19 = 19 \text{ мм}.$$

5) По формуле (7) определим β:

$$\beta = b - b_0;$$

$$\beta = 98 - 19 = 79 \text{ мм}.$$

6) По формуле (8) определим α:

$$\alpha = c - c_0;$$

$$c = 96 \text{ мм}; \quad c_0 = 19 \text{ мм};$$

$$\alpha = 96 - 19 = 77 \text{ мм}.$$

7) По формуле (9) определим ширину габарита B_1:

$$B_1 = 3\,250 - 2 \cdot \beta;$$

$$B_1 = 3\,250 - 2 \cdot 79 = 3\,092 \text{ мм}.$$

8) По формуле (10) определим ширину габарита B_2:

$$B_2 = 3\,250 - 2\alpha; \quad \alpha = 77 \text{ мм};$$

$$B_2 = 3\,250 - 2 \cdot 77 = 3\,096 \text{ мм}.$$

9) Вычерчиваем предельный габаритный план для рассмотренного типа вагона

10) Строим сечение габаритов для средней части вагона на длине $l = 17{,}5$ м и для консольных частей вагона по длине:

$$\frac{L - l}{2} = \frac{24{,}912 - 17{,}5}{2} = 3{,}706 \text{ м},$$

причем для первого сечения размеры габарита № 1-B уменьшаем на $\alpha = 77$ мм, для второго сечения на $\beta = 79$ мм.

III. Применение габарита № 2-В

По габариту № 2-В строятся вагоны, предназначенные для обращения в замкнутых направлениях на реконструируемых участках железных дорог СССР.

УБ УДУНТ (ДИТ)

Нижнее очертание габарита № 2-В определяется согласно приведенной таблице координат, в которой помещены ординаты точек 1, 2, 3 и 4 в зависимости от диаметра колеса, предполагаемого для данного типа вагона (см. приказ НКПС № 716/ц от 7/IX 1932 г.).

Таблица координат нижнего очертания габарита № 2-В в *мм*

№№ точек	1	2	3	4
Горизонтальные расстояния от оси симметрии (абсциссы точек)	1 800	1 302	1 302	1 302
Для вагонов с бандажными колесами диаметром 1 050 *мм* и 950 *мм* и цельнокатаными стальными диаметром 950 *мм*, которые на колеса иного диаметра пересаживаться не будут	480	455	200	130
Для вагона с бандажными колесами диам. 1 050 *мм*, которые будут пересаживаться на цельнокатанные или бандажные колеса диам. 950 *мм*	530	505	250	180
Для вагонов с бандажными колесами диам. 1 050 *мм*, которые будут пересаживаться на цельнолитые чугунные безбандажные необтачиваемые колеса диам. 900 *мм*	505	480	225	155
Для вагонов с цельнолитыми чугунными колесами диам. 900 *мм*, которые на колеса иного диаметра пересаживаться не будут	430	405	150	80
Для тепловозов, электровозов и моторных вагонов	465	440	150	130
Для неподрессоренных частей электровозов, моторных вагонов и тепловозов между колесами	—	120	—	—

3. Поперечные размеры габарита № 2-В, указанного в приказе № 716/ц от 7/IX 1932 г., соответствуют длине прямоугольной части вагона, не более 24 000 *мм* при отношении этой длины к базе (к расстоянию между крайними осями или шкворнями тележек) не более чем 1,4.

4. При большей длине вагона или при отношении этой длины к базе вагона, большем 1,4, поперечные размеры габарита № 2-В уменьшаются по нижеприведенному подсчету.

5. После того как определились база вагона, устанавливается наибольшая допускаемая ширина вагона по специальному расчету, приведенному ранее.

При подсчете поперечных размеров для габарита № 2-В в формулы (9) и (10) расчета для габарита № 2-В вместо ширины габарита № 0 нужно принимать ширину габарита № 2-В равной 3 600 *мм*.

Вместо горизонтальных размеров габарита № 0—690, 1 395, 1 575 и 1 630 *мм* нужно принимать горизонтальные размеры для габарита № 2-В—619 и 1 800 *мм*.

Вписывание вагонов в кривые по способу Руа

Представим две окружности радиусов R и ϱ с проведенными в них хордами $AB = 2l$; $ab = 2l_1$. Опустим на эти хорды перпендикуляры до пересечения их с окружностями и назовем полученные отрезки перпендикуляров между окружностью и хордой буквами f и f_1. Эти отрезки определим из прямоугольного в треугольника, построенного на диаметре окружности.

Тогда:

$$l^2 = (2R - f)f; \quad \sin a = \frac{l}{2R};$$

$$l_1^2 = (2\varrho - f_1)f_1; \quad \sin \beta = \frac{l_1}{2\varrho}.$$

Если длины хорд малы сравнительно с соответствующими радиусами, то приблизительно:

$$l^2 = 2Rf, \quad l_1^2 = 2\varrho f_1, \quad \sin a = a, \quad \sin \beta = \beta.$$

Откуда:

$$f = \frac{l^2}{2R}; \quad f_1 = \frac{l_1^2}{2\varrho}.$$

Пусть размеры второго чертежа подобраны так, что

$$l_1 = \frac{l}{n}; \quad \varrho = \frac{R}{n^2},$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

т. е. масштаб хорд уменьшен в n раз (например в 10 раз), а масштаб радиусов в n^2 раз (100 раз).

Тогда:

$$f_1 = \frac{l_1^2}{2\varrho} = \frac{\left(\frac{l}{n}\right)^2}{2\left(\frac{R}{n^2}\right)} = \frac{l^2}{2R} =$$

$$\sin\beta = \frac{l_1}{2\varrho} = \frac{\left(\frac{l}{n}\right)}{2\frac{R}{n^2}} = n\frac{l}{2R} = n \cdot \sin\alpha,$$

или

$$\beta = n\alpha.$$

Таким образом при нашем выборе масштабов второго чертежа размер стрелки f_1, перпендикулярной к хорде, получается в натуральную величину, а центральный угол β—в n раз больше первоначального.

Чтобы воспользоваться полученными результатами для вписывания некоторого экипажа в кривую данного радиуса R, представим себе, что плоскости, в которых лежат предельные круги катания колес, сближены до взаимного совпадения (очевидно, на величину расстояния между набегающими на рельс гранями бандажей, равную 1 524 *мм*). Если и внутренние грани рельсов сблизились при этом на ту же величину, то экипаж изобразится в плане отрезком прямой а путь—двумя концентрическими окружностями, отстоящими от осевой линии (радиуса R) на половину ширины зазора f, равного сумме нормального зазора между внутренними гранями головок рельсов и набегающими гранями бандажей плюс уширение пути в кривой c, т. е.

$$f = a + c.$$

Крайние точки отрезка, изображающего базу вписываемого экипажа, не должны выходить за пределы наружной и внутренней окружностей, в крайнем случае—лежать на них. Вписывание вагонов в кривые при стандартных габаритах способом Руа не пользуются; поэтому подробно способ Руа не рассматривается.

136. Определение геометрических размеров вагона

Определение основных геометрических размеров вагона производится в зависимости от основных заданных измерителей нагрузки (погонной на метр пути нагрузки на ось и габарита): от грузооборота или пассажирских перевозок.

При определении размеров грузовых вагонов прежде всего следует установить, какой тип вагона нужен.

Необходимо установить, предназначается ли вагон для замкнутого обращения в одном или нескольких районах (в одном или нескольких направлениях), или вагон будет обращаться по всей сети железных дорог Союза. Затем нужно точно установить преобладающий род груза на данном направлении, для чего нужно сделать анализ грузовых потоков по роду груза, для которых назначается вагон. После анализа грузового потока по преобладающему роду груза нужно будет выбрать тип вагона, т. е. определить, нужен ли для данного направления вагон крытый или открытый, полувагон, платформа и т. д.

При выборе типа пассажирского вагона нужно исходить из объема пассажирских перевозок, анализируя их по дальности перевозки. Отсюда выяснить, какой тип вагона нужен для данного направления—нужен ли вагон местного сообщения, пригородный, дальнего сообщения и т. д.

Грузовые потоки и объем пассажирских перевозок не могут дать исчерпывающих данных для суждения о том, насколько намеченный тип будет удовлетворять условиям перевозки в том или ином районе или на общей сети, так как при выборе такового приходится считаться не только с тем, какой груз преобладает в данном направлении, но и с тем, каково промышленное и сельскохозяйственное развитие данного района.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

Нужно считаться и с тем, каково оборудование на местах погрузки и выгрузки, учитывать требования клиентуры и техническую вооруженность пунктов массового отправления и приемки грузов и т. д.

Нужно учитывать и опыт работы в условиях эксплоатации того или иного типа вагона и главное—перспективу развития промышленности и сельского хозяйства данного района и народного хозяйства страны в целом. Также не следует забывать и развития вагоностроительной техники у нас и за границей.

При выборе типа и определении геометрических размеров вагона прежде всего должен быть глубокий технико-экономический анализ всех вопросов, связанных с развитием экономики страны.

Итак, для определения геометрических размеров вагона необходимо знать; через какой габарит должен проходить вагон, нагрузку на погонный метр длины пути, нагрузку на ось и вес кубического метра груза, для которого рассчитывается вагон.

При перевозке громоздких и длинных грузов: проката, леса, крупных машинных частей, задается длина груза, подлежащего перевозке.

Для сети железных дорог Советского союза нагрузка q на погонный метр длины пути принята различная в зависимости от состояния пути. Для вагонов, обращающихся в общесетевом масштабе, q допускается до 6,5 m на погонный метр; для вагонов, обращающихся в специально замкнутых направлениях или главных магистралях, нагрузка q допускается 8 m и для специальных направлений—до 10—12 m на погонный метр длины пути.

Нагрузка P на ось допускается общесетевая до 18 m и для замкнутых и специальных направлений—20,5 и 23 m.

Габарит при проектировании вагона должен быть задан.

Таким образом, если известны нагрузка q на погонный метр пути и нагрузка на ось, то, выбрав тип вагона после соответствующего технического и экономического анализа, можем определить его размеры.

Пусть подъемная сила вагона задана Q_1, коэфициент тары K; тогда длина вагона с буферами при этом будет

$$L_0 = \frac{Q_1(1+K)}{q}.$$

Из формулы видно, что чем больше будет q, тем меньше длина вагона, следовательно тем меньше будет его тара и тем выше будут эксплоатационные качества вагона при прочих равных условиях.

Ширина вагона определится по условиям габарита. Высота определится, исходя из условий погрузки груза (заданной подъемной силы Q_1 при определенной внутренней длине $L_в$), причем нужно иметь в виду, что высота, так же как и ширина, ограничена габаритом; поэтому при определении размеров вагона нужно максимально использовать габарит с тем, чтобы вагон сделать возможно короче при заданной нагрузке q.

При некоторых грузах (рожь, пшеница, лес и пр.) с небольшим удельным весом длину приходится брать значительно больше, чем та длина, которая может быть допущена по условиям габарита и нагрузки на путь. Это происходит потому, что для заданной подъемной силы вагона нужен такой объем, который обеспечивает соответствующий объем для перевозки этого груза.

Поэтому после того как будет определена длина вагона с буферами по погонной нагрузке и весу вагона брутто, нужно определить внутреннюю длину вагона по объему груза и по его удельному весу.

Пусть подъемная сила вагона остается Q_1; ширину вагона принимаем по габариту равной B, высоту—h, вес 1 $м^3$ груза—γ, длина внутри вагона—$L_в$.

Тогда:

$$L_в B h \gamma = Q_1,$$

откуда:

$$L_1 = \frac{Q_1}{Bh\gamma} \ (м).$$

В том случае, когда задается длина вагона $L_в$, что обычно имеет место для вагонов универсальных—платформ, гондол и др., на которых предполагается возить длинные грузы (лес, прокат, доски и пр.), то в этом случае по длине и ширине опреде-

НЕ УДАЛЯТЬ (ДИТ)

ляют высоту бортов (кузова), исходя из условий загрузки насыпного преобладающего груза. Число осей вагона определяется, исходя из нагрузки на ось. Пусть нагрузка на ось P; вес вагона брутто тогда число осей (m) определится:

$$m = \frac{Q}{P}.$$

При определении геометрических размеров пассажирских вагонов исходят из максимально возможной длины по условиям вписывания в габарит и в кривые и по нагрузке на ось. Практика проектирования и эксплоатация показали, что вагоны большой длины являются более выгодными, так как вес тары на квадратный метр площади пола или на одно пассажирское место получается меньший у длинных вагонов. Поэтому их размеры определяются по вышеуказанным условиям и удобствам обслуживания.

137. Расчет вагонных осей

Вагонные скаты представляют собой опору, фундамент, на котором стоит вагон. С некоторым приближением можно сказать, что все силы, действующие на вагон, передаются полностью на оси вагона. Поэтому прежде чем приступить к расчету их, необходимо выяснить, какие силы действуют на ось.

Действие силы на вагон, в особенности при новых конструкциях, нужно определить отдельно и ни в коем случае не пользоваться материалом аналогичных конструкций без тщательной проверки их. На вагонную ось действуют следующие силы:

1. Статическая нагрузка $Q = Q_1 + Q_2$, где Q_1—вес тары вагона, Q_2—подъемная сила вагона (полезная нагрузка).

Эта нагрузка действует на ось постоянно и изменяется лишь только в пределах допускаемого перегруза вагона и неравномерности распределения грузов в вагоне.

2. Вертикальная составляющая сила W, возникающая от действия горизонтального бокового давления ветра.

3. Центробежная сила, действующая на вагон при прохождении кривых, вызывает вертикальную составляющую Z, которая и нагружает шейку оси того колеса, которое катится по нагруженному рельсу кривой.

4. Вертикальная составляющая N, от действия силы инерции которая нагружает оси передней тележки, вагона или переднюю ось нетележечного вагона. Учитывать влияния этой силы следует при коротких базах вагона; при больших базах влиянием силы N можно пренебрегать.

5. При одностороннем торможении вагона на ось действует горизонтальная сила K.

6. Вертикальная динамическая сила D, появляющаяся вследствие неровности пути, поверхности катания и от поперечных и продольных колебаний вагонов.

7. Усилия, стремящиеся вращать колеса вокруг оси вследствие скольжения при проходе закруглений и вызывающие скручивание оси.

8. Горизонтальная реакция рельса R_1, возникающая при прохождении вагона по кривому пути.

При проектировании необходимо иметь в виду, что из первых пяти нагрузок только одна из них—статическая нагрузка—по всей величине может быть определена вполне точно (в пределах допускаемых перегрузов).

Величины остальных четырех сил, указанных в пп. 2, 3, 4 и 5, колеблются в больших пределах и зависят от скорости движения, радиуса кривой, состояния пути, погоды и пр. Что же касается последних трех сил, указанных в пп. 6, 7 и 8, то их теоретическое определение, даже при некотором приближении, до сих пор не установлено, так как природа этих сил крайне сложна и разнообразна.

Поэтому влияние динамических сил, не поддающихся точному теоретическому определению (от колебаний вагона, от толчков на рельсах и т. п.), практикой германского вагоностроения оценивается 0,4 Q; что же касается влияния остальных динамических сил (трение, скручивание, центробежная сила. смещение и т. д.), то при расчете шейки оси принимается 0,08 Q, а в расчете подступичной части—0,2 Q.

НБ УДУНТ (ДНТ)

По германской методологии расчетная нагрузка на шейку оси будет:

$$P = \frac{Q + 0{,}4Q}{n} + 0{,}08Q,$$

где n — число шеек.

Нагрузка на подступичную часть:

$$P = \frac{1{,}4Q}{n} + 0{,}2Q.$$

Приведенные формулы расчетных нагрузок определены по германской методологии и имеют применение в германском вагоностроении, главным образом для малогрузных и двухосных вагонов.

Для наших условий расчет осей будет более правильным производить по американской методологии в оценке динамических сил и подробно рассматривать влияние основных сил, так как новые типы большегрузных вагонов (реконструктивные), пока еще не имеют аналогии в германском вагоностроении.

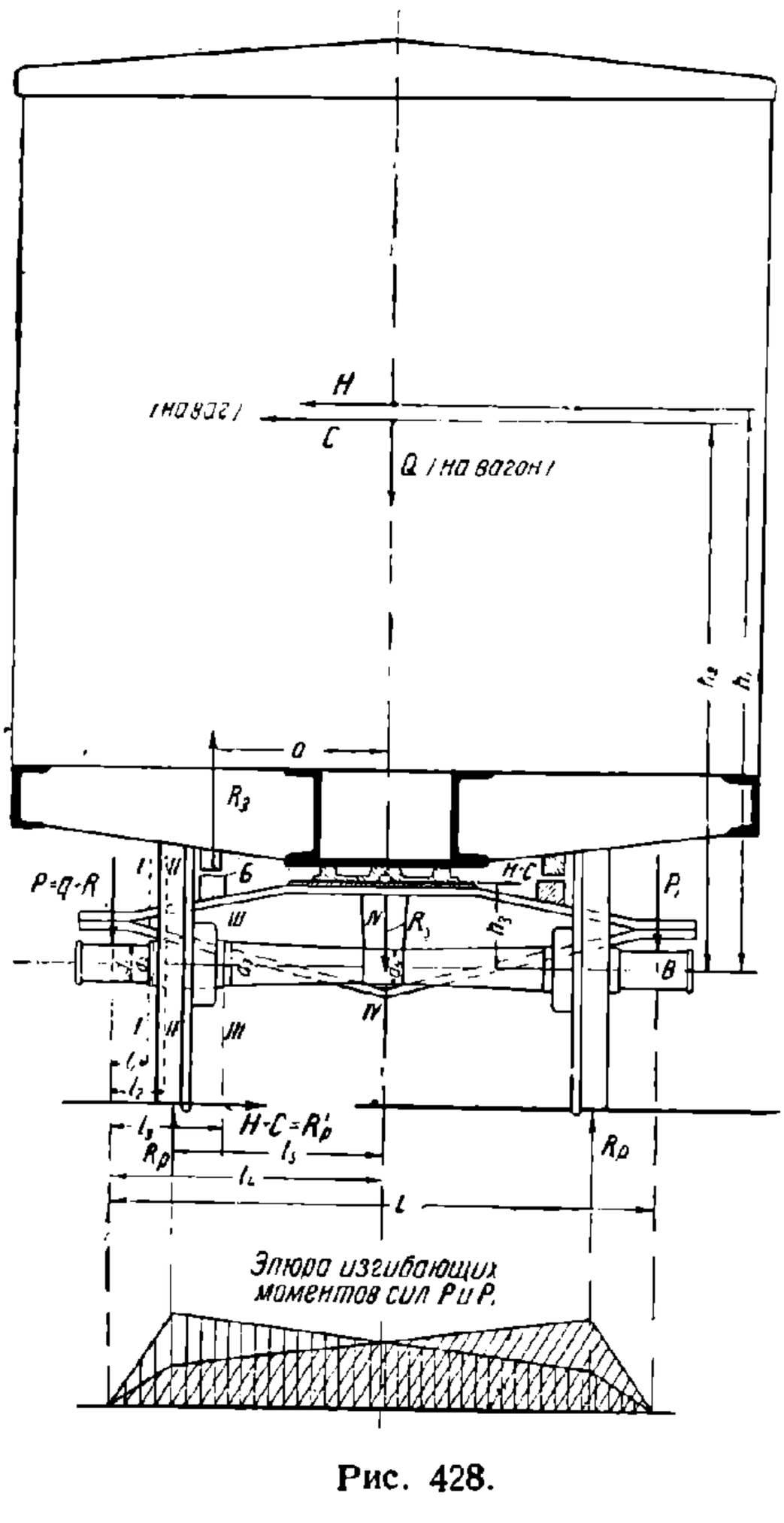


Рис. 428.

Итак, рассмотрим влияние на ось основных динамических и статических сил для четырехосных товарных вагонов (для пассажирских вагонов метод будет тот же).

Статическая нагрузка q_1 на ось определится по формуле:

$$q_1 = \frac{Q}{n} - q,$$

где:

n — число осей под вагоном,

Q — вес вагона брутто (статическая нагрузка),

q — вес двух колес (одного полуската).

Статическая нагрузка на одну шейку оси будет:

$$q_2 = \frac{q_1}{2} = \frac{1}{2}\left(\frac{Q}{n} - q\right).$$

Вертикальная составляющая ($R = W + Z$) от центробежной силы и горизонтального давления ветра, действующего перпендикулярно боковой стене вагона, может быть определена следующим путем.

Обозначая через C центробежную силу (действующую на весь вагон) и через H — силу ветра, на рис. 428 видно, что горизонтальные сиды C и H стремятся опрокинуть кузов вагона относительно точки A. Под действием этих сил вагон накренится на-бок и надавит на скользуны (левой части вагона) или на рессорное подвешивание двухосного вагона, т. е. левая часть вагона получит дополнительную вертикальную нагрузку, а правая разгрузится на ту же величину (см. раздел сил, действующих на вагон). Нагрузка от этих сил на одну ось вагона может быть определена на формулам:

$$C = \frac{Qv^2}{gRn \cdot 3{,}6^2} \quad \text{и} \quad H = \frac{pF}{n}.$$

Суммарная вертикальная составляющая на шейку оси (левой стороны вагона рис. 428) от сил C и H определится из уравнения моментов относительно точки B:

$$M_B = Ch_2 + Hh_1 - RL = 0,$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Из этого уравнения определим вертикальную реакцию R на шейку оси:

$$R = \frac{Ch_2 + Hh_1}{(2)\,L}.$$

Вертикальная составляющая на правую шейку оси будет иметь обратный знак, т. е. шейка будет разгружаться.

Выше указывалось, что при экстренном торможении вагона появляется горизонтальная сила инерции, которая стремится опрокинуть вагон относительно передней оси (при двухосном вагоне) или относительно пятника передней тележки, считая по направлению движения вагона (рис. 419).

Вертикальная составляющая N на ось вагона от силы инерции, возникающей при экстренном торможении, определяется из уравнения моментов относительно точки B:

$$M_B' = Uh_2 - NL_б = 0,$$

откуда:

$$Uh_2 = NL_б.$$

Нагрузка от инерционных сил на одну шейку оси будет:

$$N = \frac{Uh_2}{nL_б},$$

где:

n — число шеек одной передней тележки или одного ската двухосного вагона,

U — горизонтальная сила инерции,

$L_б$ — расстояние между тележками или база в двухосных вагонах.

Вертикальную реакцию N_2 от силы инерции в общую формулу расчетной нагрузки вводить не будем, так как ее значение слишком мало, и, как указывалось выше, принимать ее следует для вагонов с короткими базами, определяя величину этой силы дополнительно по приведенной выше формуле. Расчет оси необходимо вести на более неблагоприятный случай действующих сил на вагон.

Для этого принимаем одновременно действие всех рассмотренных сил, т. е. считаем, что вагон груженый движется по кривой, происходит экстренное торможение и направление силы ветра совпадает с направлением действия центробежной силы. Вертикальные динамические силы принимаем по американской методологии равными:

$$D = 0{,}25\,(q_2 + R). \qquad (5)$$

Тогда суммарная расчетная вертикальная нагрузка, действующая на одну шейку оси (левой стороны) четырехосного тележечного вагона, при этом будет:

$$P = q_2 + R + D. \qquad (6)$$

Подставляя значения сил q_2, R и D, имеем:

$$P = \frac{1}{2}\left(\frac{Q}{n} - q\right) + \frac{Ch_2 + Hh_1}{nL'} + 0{,}25\,(q_1 + R) =$$

$$= \left[\frac{1}{2}\left(\frac{Q}{n} - q\right) + \frac{1}{nL}\,(Ch_2 + Hh_1)\right] + 0{,}25\left[\frac{1}{2}\left(\frac{Q}{n} - q\right) + \frac{1}{nL}\,(Ch_2 + Hh_1)\right];$$

преобразовывая выражение, получим:

$$P = 1{,}25\left[0{,}5\left(\frac{Q}{n} - q\right) + \frac{1}{nL}\,(Ch_2 + Hh_1)\right]. \qquad (7)$$

Расчетная нагрузка P_1 для одной шейки оси (правой стороны), в данном случае для направления сил H и C (указанного на рис. 428), будет меньше силы P на величину вертикальной составляющей $R = W + Z$.

Поскольку направление сил C и H при движении вагона может изменяться на направление, прямо противоположное направлению, указанному на рис. 428, следовательно и вертикальная нагрузка будет периодически передаваться то на правые, то на левые шейки колесных пар. Поэтому расчет оси достаточно произвести одной левой стороны на силу как максимальную.

Для двухосных вагонов P будет определяться таким же путем, суммируя соответствующие силы P двухосных вагонов.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Эпюра изгибающих моментов (без учета собственного веса оси) от сил P и P_1 будет иметь вид, изображенный на рис. 428.

Максимальные изгибающие моменты в оси получаются в подступичных частях и постепенно убывают к средней части.

На основании этого средняя часть оси делается с постепенным уменьшением сечения к средине.

Американская вагоностроительная практика при расчете вагонной оси горизонтальные силы H и C и пр. динамические силы, действующие на кузов, рассматривает как действие одной сосредоточенной силы H_2, приложенной в центре тяжести кузова.

Величина силы H_2 принимается равной $0{,}4\,Q$.

Таким образом,пользуясь американской методологией, суммарную вертикальную нагрузку на шейку оси получим:

$$P' = 1{,}25\left[0{,}5\left(\frac{Q}{n} - q\right) + \frac{0{,}4\,Qh_2}{nL}\right] \tag{8}$$

При прохождении вагона по кривой в силу своей инерции он стремится двигаться по касательной к наружному рельсу.

Колесные скаты набегают гребнем на головку наружного рельса, вследствие чего возникает сила реакции R' от рельса. Эта сила создает изгибающий момент, равный $R'r$, где r—радиус колеса.

Действие этой силы на шейку оси не сказывается. Изгибающий момент $R'r$ стремится вывернуть ступицу колеса и вызывает изгиб подступичной части оси и смятие оси краями ступицы.

Учитывать действие момента $R'r$, следует при расчете средней и подступичной частей оси.

Определив суммарную максимальную силу P, действующую на ось, и рассматривая ось как балку,лежащую на двух опорах,определим изгибающие моменты в опасных сечениях и соответственно диаметры оси.

Максимальный изгибающий момент от силы P в сечении 1—1 (рис. 428) для шейки оси будет:

$$M_1 = Pl_1 \tag{9}$$

где l_1 — расстояние от середины шейки оси до предподступичной части и равно половине длины шейки l.

Момент сопротивления шейки определится по формуле:

$$W = \frac{\pi d^3}{32}. \tag{10}$$

Составляя уравнение прочности, имеем:

$$Pl_1 = W\sigma = \frac{\pi d^3}{32} \cdot \sigma, \tag{11}$$

откуда диаметр шейки оси определится:

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{Pl}{\frac{\pi}{32} \cdot \sigma}}. \tag{12}$$

Максимальный изгибающий момент в сечении II—II предподступичной части оси будет:

$$M_2 = Pl_2. \tag{13}$$

Решая задачу предыдущим способом, диаметр предподступичной части оси определится по формуле:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{Pl_3}{0{,}1\,\sigma}}. \tag{14}$$

Максимальный изгибающий момент в подступичной части оси (сечение III — III) определится:

$$M_3 = Pl_3 + R'r. \tag{15}$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Диаметр подступичной части оси определится по формуле:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{Pl_3 + R'r}{0,1\,\sigma}}. \qquad (16)$$

Максимальный изгибающий момент в средней части оси (сечение IV—IV) будет:

$$M_4 = Pl_4 - R_p l_5 + R'r. \qquad (17)$$

Диаметр средней части оси определяется по формуле:

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{Pl_4 + R'r - R_p l_5}{0,1\,\sigma}}. \qquad (18)$$

Все приведенные формулы (12, 14, 16 и 18) для определения диаметров оси выведены в предположении, что вагоны имеют двухстороннее торможение. При выводе формулы (16) для определения диаметра подступичной части оси не учтено влияние насадки бандажа и центра.

При практическом расчете оси для вагонов аналогичных конструкций с существующими можно пользоваться выведенными формулами, не учитывая местных напряжений от насадки центра и бандажа, но при этом допускаемое напряжение должно быть не свыше 1 200 *кг/см*² при осевой стали с временным сопротивлением 5 000—6 500 *кг/см*² и удлинением 16—24%.

Действительное напряжение, возникающее в оси при движении вагона, значительно выше 1 200 *кг/см*². При теоретической проверке их прочности с учетом влияния насадки бандажа и центра оказалось, что напряжения колеблются от 1600 до 2 600 *кг/см*² в зависимости от величины допусков натяга бандажа и втулки центра.

Следовательно, при расчете осей с учетом местных напряжений от натяга бандажа и центра суммарное допускаемое напряжение (напряжение от силы плюс напряжение, вызываемое насадкой) может быть допущено до 2 000 *кг/см*² (при нормальных допусках насадки 0,001—0,0015 дюйма).

При необходимости определения усилий или напряжений, возникающих в подступичной части оси при запрессовке спицевого колеса и от натяга бандажа, определение их может быть произведено дополнительно по формуле:

$$\sigma_{сум} = \frac{\Delta_0' E}{4R_{ос}}\left[1 - \left(\frac{R_{ос}}{R_{ст}}\right)^2\right] + \frac{\Delta_0 E_к F n}{4\pi R_{ст} l_{ст} L} \cdot \frac{\varphi}{1+\varphi}; \qquad (19)$$

где:

$l_{ст}$ — длина ступицы,
$R_{ос}$ — радиус оси в месте ступицы,
$R_{ст}$ — средний радиус ступицы по профилю,
n — число спиц,
φ — коэфициент, учитывающий деформацию бандажа обода и спиц для вагонных колес, может быть принят в среднем $\varphi = 1$ при средней высоте сечения бандажа по профилю $h = 80$ *мм*. При $h = 30$ *мм* принимают $\varphi = 0,4$;
$E_к$ — модуль упругости колеса,
$E_б$ — модуль упругости бандажа,

$$E = \frac{E_к + E_б}{2},$$

Δ_0' — допуска при насадке колесного центра на ось как средние принимаются

$$\frac{\Delta_0'}{2R_{ос}} = 0,002,$$

Δ — допуск при насадке бандажа $\frac{\Delta}{2R_{ос}} = 0,001$.

F — площадь поперечного сечения спицы.

Формула (19) действительна только для бандажных колес, имеющих стальной центр, и для стальных безбандажных колес. Для чугунных центров и цельнолитых чугунных колес эти формулы применять нельзя, так как при выводе формулы (19) рассма-

НТБ УДУНТ (ДИТ)

тривался материал (сталь) колес, деформация которого следует закону Гука, а деформация чугуна закону Гука не подчиняется.

Что же касается расчета осей для вагона с односторонним торможением, то необходимо учитывать действие горизонтальных сил, которые появляются вследствие нажатия колодки на бандаж и силы сцепления колеса с рельсом. Вертикальную слагающую P_3 от силы нажатия колодок не учитываем, так как она имеет знак противоположной статической нагрузки.

Величина горизонтальной силы, стремящейся изогнуть ось при торможении, незначительна и вызывает напряжение, как показала практика расчета осей, порядка 100—150 *кг/см*^{2}.

Принимая направление силы K (определение см. ниже) перпендикулярно к направлению вертикальной силы P, действующей на шейку оси, суммарная максимальная, результирующая нагрузка на шейку оси (левой стороны, как максимально нагруженной) при одностороннем торможении будет:

$$P'' = \sqrt{P^2 + K^2}$$

Подставляя значение P'' в формулы (12, 14, 16 и 18) при расчете осей для вагонов с односторонним торможением, определим размеры оси.

Следовательно, формулы (12, 14, 16 и 18) действительны и для расчета осей при одностороннем торможении.

Подробное определение горизонтальной силы K, действующей на ось при торможении, может быть произведено дополнительно, исходя из следующих соображений.

При одностороннем торможении, т. е. когда тормозные колодки подвешены с одной стороны колеса, появляется горизонтальная сила K на шейке оси от нажатия колодок на колеса и силы сцепления колеса с рельсом.

Горизонтальная сила, действующая на ось, зависит от угла подвеса колодок, с увеличением которого сила уменьшается; поэтому при одностороннем торможении подвешивание колодок должно быть несколько ниже (рис. 429).

Давление одной колодки на колесо будет:

$$N = \frac{Q_1 \cdot 0{,}8}{n_1},$$

где:

n_1 — число колодок,

T — тара вагона $= 0{,}8Q$.

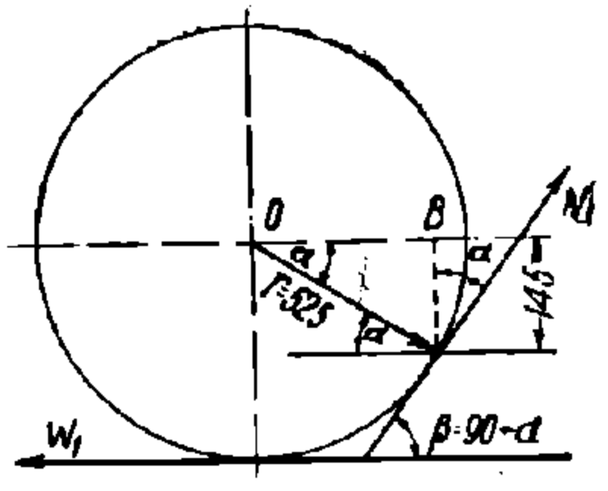


Рис. 429.

При нажатии колодки на колесо появится сила трения, направленная по касательной, и будет равна:

$$N_1 = fN,$$

где f — коэфициент трения колодки о бандаж—принимается $f = 0{,}29 \div 0{,}30$.

Зная силу N_1 и силу сцепления W_1 колеса с рельсом, найдем равнодействующую R от сил N_1 и W_1 графическим методом. Определяем углы α и β из выражений (рис. 430):

$$\sin\alpha = \frac{m}{r}; \quad \beta = 90 - \alpha,$$

где:

r — радиус колеса,

m — расстояние от центра оси до центра подвешивания башмака колодки.

Зная углы α и β и силы N_1 и W_1, построим в масштабе треугольник сил (рис. 431), из которого получим равнодействующую R. Из этого же треугольника определим и горизонтальную составляющую H_2 от силы R, которая при торможении стремится изогнуть ось:

$$H_2 = R \cdot \sin\beta/_2.$$

Горизонтальная составляющая от нажатия колодок силой N (рис. 430) будет:

$$H_1 = N \cdot \cos\alpha.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Суммарная горизонтальная сила, стремящаяся изогнуть ось, равна:

$$K = R' \sin \frac{\beta}{2} + N \cdot \cos \alpha.$$

Имея в виду, что шейка оси в эксплоатации изнашивается и обтачивается, полученный размер ее должен быть увеличен с учетом обточки от 10 до 12% от расчетного размера.

Проверка шейки оси на удельное давление. Кроме механической прочности шейку оси необходимо проверить на удельное давление. Уравнение прочности будет:

$$q_2 = alp_0,$$

где:

a — горизонтальная проекция площади соприкосновения подшипника и может быть принята равной

$$a = \frac{d\sqrt{2}}{2},$$

l — длина шейки оси,
q_2 — статическая нагрузка на шейку,
p_0 — допускаемое удельное давление.

Подставляя значение a, имеем:

$$q_2 = p \cdot l \frac{d\sqrt{2}}{2}.$$

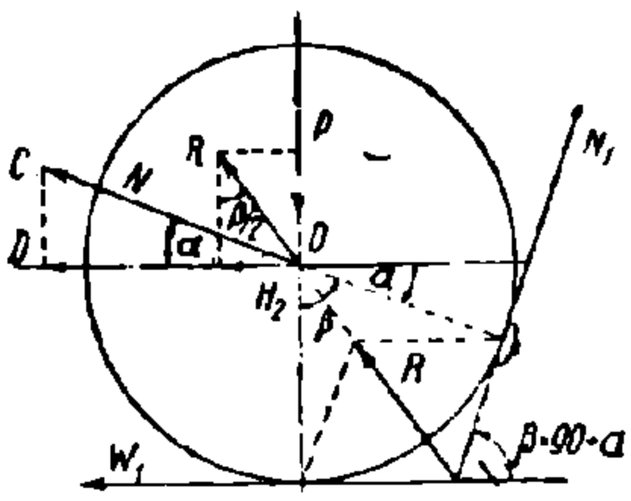


Рис. 430

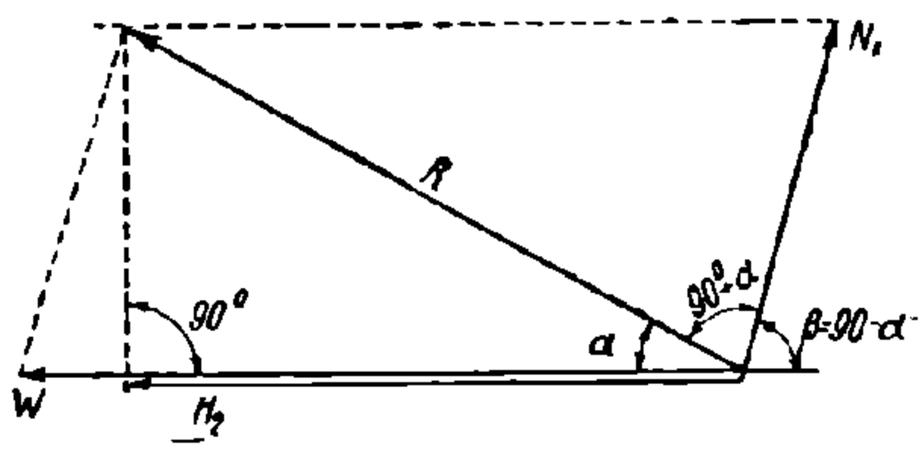


Рис. 431.

Допускаемое удельное давление p_0 принимается:

для товарных вагонов—30—35 *кг/см²*, максимум 35 *кг/см²*;
для пассажирских вагонов—25—30 *кг/см²*;
для вагонов скорых поездов—20 *кг/см²*.

Отношение длины шейки к диаметру принимается:

$$\frac{l}{d_1} = 1{,}8 \text{ до } 2{,}25.$$

При расчете осей для роликовых подшипников увеличивать диаметры шеек на износ не следует, так как шейки при роликовых подшипниках не изнашиваются и не обтачиваются в эксплоатации. Также не надо производить проверки шейки на нагревание, потому что при работе роликовых подшипников обойма наглухо надевается на шейку и шейка вращается вместе с обоймой (трения от вращения шейки не возникает).

Примерный расчет оси сварной 60-тонной угольной гондолы размером 140×254 *мм*

Определяем статическую нагрузку гондолы:

$$Q = T + Q_1,$$

$T = 20\,300$ *кг*—собственный вес полувагона,
$Q_1 = 60\,000$ *кг*—полезная нагрузка,

НБ УДУНТ (ДНТ)

:или

$$Q = 20300 + 60000 = 80300 \text{ кг}.$$

Расчет шейки. Определяем статическую нагрузку на ось:

$$q_1 = \frac{Q}{n_1} - p_1; \qquad (1)$$

:где:

n_1 — число осей под вагоном, равное 4;
p_1 — вес колесной пары за вычетом веса оси, равной 960 *кг*.

Подставляя значения в формулу (1), получим:

$$q_1 = \frac{80300}{4} - 960 = 19115 \text{ кг}.$$

Определяем статическую нагрузку на одну шейку:

$$q_2 = \frac{q_1}{2} = \frac{19115}{2} = 9557 \text{ кг}.$$

Определяем центробежную силу

$$C_1 = \frac{QV^2}{gR\sqrt{3{,}6^2}}, \qquad (2)$$

:где:

V — скорость движения поезда *м/сек* (для нашего случая принимаем равным 13,9 *м/сек*, что соответствует скорости 50 *км/час*).
R — радиус кривой принимаем равным 200 *м*,
g — 9,81 *м/сек*.

Подставляя значения в формулу (2), получим горизонтальную силу для одной шейки оси:

$$C_1 = \frac{19115 \cdot 13{,}9^2}{9{,}81 \cdot 200} = 1880 \text{ кг}.$$

Определяем горизонтальную силу H_1 от действия ветра для одной шейки оси:

$$H_1 = \frac{Fp_2}{n_1}, \qquad (3)$$

где F — площадь боковой поверхности вагона; для нашего случая это будет площадь боковой фермы кузова гондлоы и площадь швеллера рамы по его длине:

$$F = 2{,}38 \cdot 12{,}7 = 28{,}95 \text{ м}^2;$$

p_2 — давление на 1 $м^2$ поверхности, принимаемое равным величине 150 *кг/м*.
Подставляя значения в формулу (3), будем иметь:

$$H_1 = \frac{28{,}95 \cdot 150}{4} = 1085 \text{ кг}.$$

Силу инерции ввиду ее незначительности в расчет не вводим. Суммарная вертикальная составляющая нагрузка R на шейку оси от сил C_1 и H_1 определится:

$$R = \frac{C_1 h_1 + H h_2}{L}. \qquad (4)$$

Для нашего случая числовые значения принимаем следующие:

$$L = 203{,}6 \text{ см}, \quad h_1 = 165 \text{ см}, \quad h_2 = 154 \text{ см}.$$

Подставляя в формулу (4), получаем:

$$R = \frac{1830 \cdot 165 + 1085 \cdot 154}{203{,}6} = 2350 \text{ кг}.$$

Определим силу D, учитывающую динамические усилия, возникающие при движении вагонов. Эта сила принимается в размере 25% суммы $(q_2 + R)$, т. е.

$$D = 0{,}25(q_2 + R) = 0{,}25(9557 + 2350) = 2977 \text{ кг}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Суммарная расчетная вертикальная нагрузка на одну шейку оси будет:

$$P = q_2 + R + D = 9\,557 + 2\,350 + 2\,977 = 14\,884 \text{ кг}.$$

При одностороннем торможении учитываем горизонтальную силу k, которая появляется вследствие нажатия колодки на бандаж. Величина горизонтальной силы k практически может быть принята $k = 3\,500$ *кг* на одну шейку оси.

Принимая направление силы k перпендикулярно к направлению суммарной вертикальной силы P, действующей на шейку, максимальная результирующая нагрузка на шейку будет:

$$P_1 = \sqrt{p^2 + k^2} = \sqrt{14\,884^2 + 3\,500^2} = 15\,580 \text{ кг}.$$

Изгибающий момент при этом будет:

$$M = P_1 \frac{l}{2},$$

где l — длина шейки, равная 25,4 *см*,

или будем иметь:

$$M = 15\,580 \frac{25,4}{2} = 197\,800 \text{ кгсм}.$$

Определим напряжение в шейке:

$$M = W\sigma, \tag{5}$$

откуда:

$$\sigma = \frac{M}{W},$$

где W — момент сопротивления, равный $0,1\,d^3$; при $d = 14$ *см* будем иметь:

$$W = 0,1 \quad 14^3 = 274,4 \text{ см}^3.$$

Подставляя значения в формулу (5), будем иметь:

$$\sigma = \frac{197\,800}{274,4} = 720 \text{ кг/см}^2.$$

Расчет подступичной части

Опасным сечением подступичкой части будет внутреннее сечение, расположенное около внутренней грани ступицы. Момент для этого сечения у наружной подступичной части при прохождении вагона по кривой будет:

$$M_1 = p_1 l_1 - (q_2 + q)\, b + R_p r,$$

где:

b — расстояние от круга катания колеса до внутренней кромки ступицы, равное 15,3 *см*,

R_p — горизонтальная сила реакции бандажа от рельса, возникающая при вписывании вагона в кривую,

l_1 — от середины шейки до рассчитываемого сечения равна 38,6 *см*,

r — радиус колеса $\frac{95}{2} = 47,5$ *см*,

q — вертикальная реакция рельса от статических сил.

Определим реакции рельса q от горизонтальных сил H_1 и C_1:

$$q = \frac{C_1 h_2' + H_1 h_1'}{S}, \tag{6}$$

где:

S — расстояние между кругом катания, равное 157 *см*,

h_2' — расстояние от центра тяжести груженого вагона до головки рельса, равное 201,5 *см*,

h_1' — расстояние точки приложения силы H_1 от головки рельса, равное 212,5 *см*.

НЕ УДУНГ (ДИТ)

Подставляя значения в формулу (6), получим:

$$q = \frac{1\,880 \cdot 201{,}5 + 1\,085 \cdot 212{,}5}{157} = 3\,880 \ кг.$$

Следовательно

$$R_p = H_1 + C_1, \quad H_1 = 1\,085 \ кг, \quad C_1 = 1\,880 \ кг,$$

или

$$R_p = 1\,085 + 1\,880 = 2\,965 \ кг.$$

Определим изгибающий момент подступичной части M_1:

$$M_I = 15\,580 \cdot 38{,}6 - (9\,557 + 3\,880)\,15{,}3 + 2\,965\,\frac{95}{2} =$$

$$= 601\,000 - 205\,500 + 140\,800 = 536\,300 \ кгсм.$$

С другой стороны:

$$M_1 = W_1\sigma_1, \tag{7}$$

откуда:

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1},$$

где W_1 — момент сопротивления подступичной части, равный $0{,}1\ d_2^3$; при $d_2 = 17{,}8\ см$ будем иметь:

$$W_1 = 0{,}1 \cdot 17{,}8^3 = 563{,}97 \ см^3.$$

Подставляя значения в формулу (7),

$$\sigma_1 = \frac{536\,300}{563{,}97} = 952 \ кг/см^2,$$

определим напряжение в средней части.

Для средней части изгибающий момент будет:

$$M_{II} = p_1\,\frac{L}{2} - (q_2 + q)\,\frac{S}{2} + R_p r,$$

$$M_{II} = 1\,587\,000 - 1\,055\,000 + 140\,800 = 672\,800 \ кгсм.$$

С другой стороны:

$$M_{II} = W_2\sigma_2, \tag{8}$$

откуда:

$$\sigma_2 = \frac{M_{II}}{W_2},$$

где W_2 — момент сопротивления оси в середине, равный $0{,}1\ d_3^3$; при $d_3 = 14{,}9\ см$ будем иметь:

$$W_2 = 0{,}1 \quad 14{,}9^3 = 330{,}8 \ см^3.$$

Подставляя в формулу (8), будем иметь:

$$\sigma_2 = \frac{672\,800}{330{,}8} = 2\,000 \ кгсм^2.$$

138. Расчет вагонных тележек

а) Расчет тележки товарного вагона. Тележки грузовых вагонов, независимо от их конструкции и числа осей, при движении вагона испытывают действие почти всех сил, приходящихся на вагон.

В практических расчетах тележек принимаются следующие силы:

1. Статическая нагрузка Q.

Величина нагрузки Q для всех частей тележки будет одинакова, поэтому при расчете нужно исключать вес тех частей, которые не оказывают влияния на рассматриваемую деталь.

НЕ УДУНГ (ДІІТ)

2. Вертикальные составляющие от действия центробежной силы и давления ветра при одновременном их действии в одном направлении.

3. Вертикальная составляющая (сила), возникающая от силы инерции при торможении груженого вагона.

4. Вертикальная динамическая нагрузка (от выбоин бандажей, неровностей пути, от колебания кузова и пр).

Точное определение этой нагрузки теоретически не поддается определению, и практика американского вагоностроения величину этой нагрузки принимает ту же, что и при расчете осей, т. е. 0,25 от статической и от вертикальных составляющих горизонтальных сил (центробежной, инерции и сил ветра).

Выше указывалось, что самой распространенной конструкцией тележек грузовых вагонов наших и американских ж. д. является типовая тележка, изображенная на рис. 99.

Поэтому способ расчета частей тележек грузовых вагонов рассмотрим в соответствии с этой конструкцией как типовой.

Боковая рама. Так как конструкция боковых рам тележки совершенно одинакова, то достаточно произвести расчет одной наиболее нагруженной рамы. Максимальная нагрузка на раму будет в момент одновременного действия всех сил, действующих на вагон. На рис. 432 видно, что максимальную нагрузку будет испытывать рама левой стороны.

На рис. 433 изображена схема боковой рамы, концы которой опираются в точках *A* и *B*.

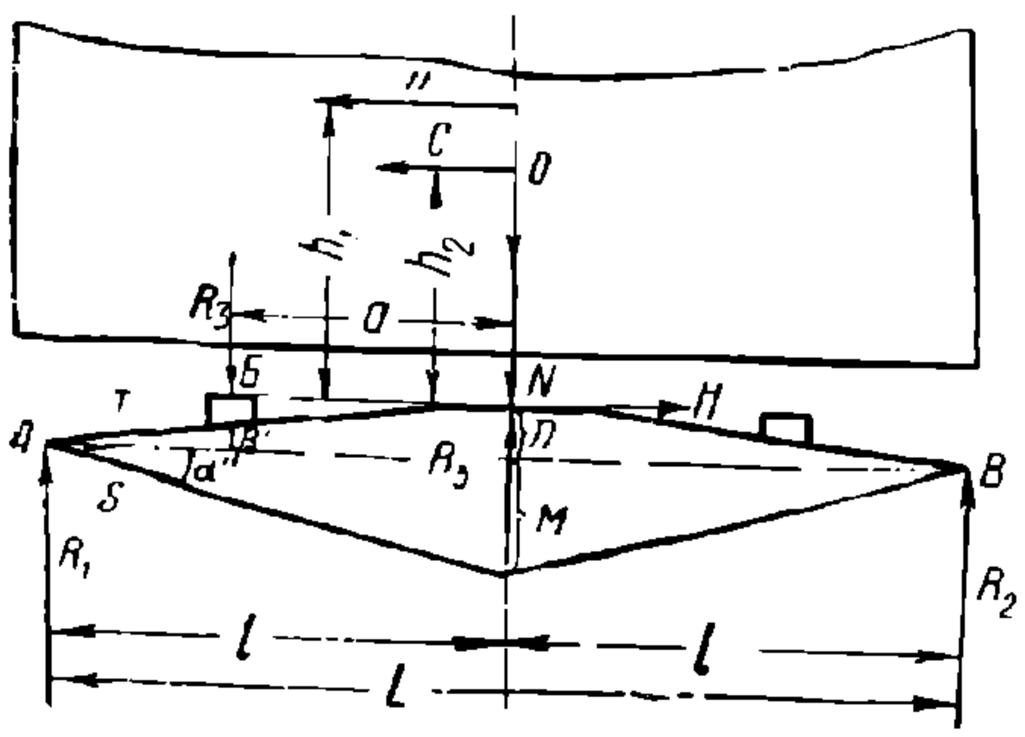


Рис. 432.

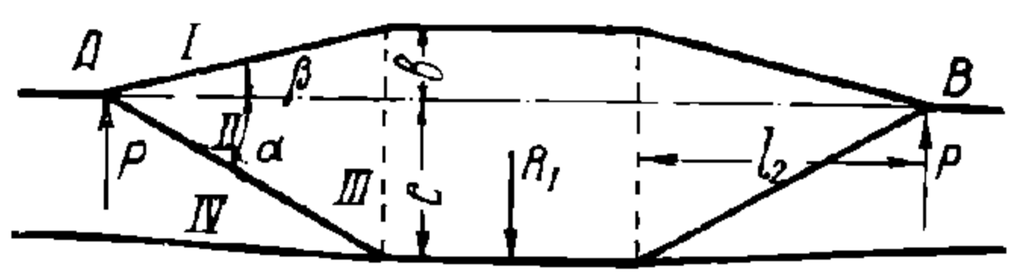


Рис. 433.

Вследствие симметричной конструкции рамы и симметричного распределения нагрузок реактивные силы в точках *A* и *B* будут равны между собой.

Величину силы, действующей в точке *A* или *B*, принимаем равной суммарной нагрузке *P*, приходящейся на шейку оси при самом невыгодном сочетании сил, действующих на весь вагон (определение силы *P* см. раздел «Расчет осей»).

Нижний пояс клепаной или сварной тележки в расчет не принимаем, так как в эксплоатации буксовые болты, связывающие нижний пояс с буксами и со средним поясом рамы, ослабевают и рама при этом не составляет жесткой системы.

Рассматривая левую часть рамы как замкнутый треугольник *ACD* (рис. 434) и зная, что стороны треугольника относятся как синусы их углов, усилия *x*, *y* и *z* в стержнях *I*, *II* и *III* определяются из следующего уравнения:

$$\frac{P}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{x}{\sin(90-\beta)} = \frac{y}{\sin(90-\alpha)},$$

откуда:

$$x = \frac{P\sin(90-\beta)}{\sin(\alpha+\beta)}; \quad y = \frac{P\sin(90-\alpha)}{\sin(\alpha+\beta)}.$$

Величина углов α и β определится из выражений:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{b}{l}; \quad \operatorname{tg}\beta = \frac{c}{l}$$

Усилие *z*, действующее на разрыв буксового болта, будет:

$$z = x\cos(90-\alpha).$$

НБ УДУНТ (ДНТ)

Стержень *I* под действием силы *x* будет сжиматься в направлении продольной его оси, вследствие чего пояс *I* испытывает не только сжатие, но и продольный изгиб.

Поэтому при определении размеров поперечного сечения или напряжения в поясе *I* от сжатия его силой *x* с учетом продольного изгиба определяется из выражения:

$$x = \varphi F_1 \sigma,$$

откуда:

$$\sigma = \frac{x}{\varphi F_1}; \quad F_1 = \frac{x}{\varphi \sigma_б};$$

где:

σ — суммарное условное допускаемое напряжение, при расчетах принимается не больше 1 200 *кг/см²*,

F_1 — площадь поперечного сечения пояса *I*,

φ — коэфициент Новье, учитывающий продольный изгиб при сжатии стержня.

Величина коэфициента стандартизирована, и при расчетах нужно пользоваться данными ОСТ.

При отсутствии ОСТ можно определить по формуле Новье.

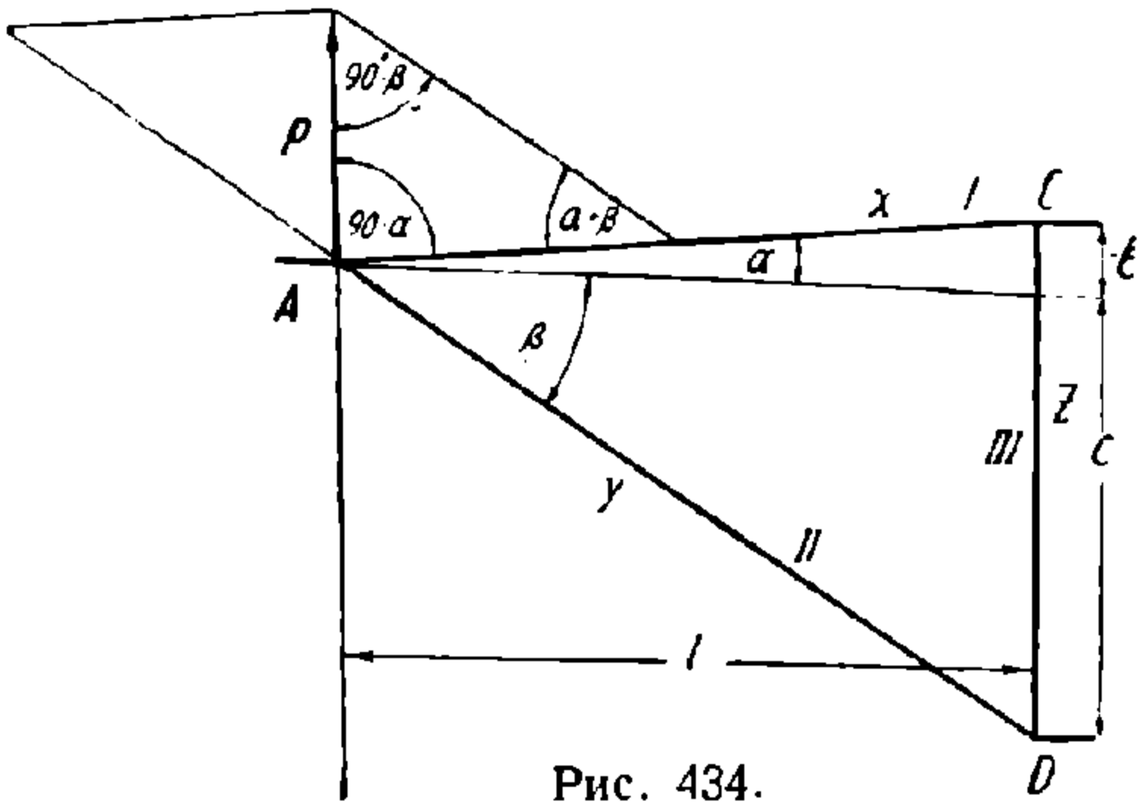


Рис. 434.

$$\varphi = \frac{1}{1 + \beta\left(\frac{l}{r}\right)^2},$$

где:

r — радиус инерции $= \sqrt{\frac{I}{F}}$;

I — момент инерции,

l — длина пояса,

$\beta = 0{,}0001$.

Средний пояс *II* рамы тележки растягивается силой *y*.

Размеры поперечного сечения или напряжения от действия силы *y* определятся из основного уравнения:

$$y = F_2 \sigma,$$

откуда:

$$\sigma = \frac{y}{F_2} \quad F_2 = \frac{y}{\sigma},$$

где:

F_2 — площадь поперечного сечения,

σ — допускаемое условное напряжение принимается 1 200 *кг/см²*.

Средний пояс *II* рамы кроме растяжения от силы *y* в средней части испытывает изгибающий момент от действия реактивной силы R_1, которая передается от конца шкворневой балки через пружины. Ввиду незначительной длины пролета l_1 влияние силы R_1 можно не учитывать.

Практика расчета боковой рамы клепаной или сварной конструкции из поясов полосового прокатного железа показала, что если силу *P* на опорах *A* и *B* принять за 100%, то усилия в стержнях *I*, *II*, *III* и *IV* будут выражаться следующим процентом:

усилие в стержне	*I*	составляет	139% от *P*
»	»	*II*	»	132% » »
»	»	*III*	»	20% » »

Усилие в стержне *IV* (считая систему жесткой) составляет 30%.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Таким образом, для быстрого практического подсчета или проверки рамы определение усилий может быть приближенно произведено на основании оценки указанного процентажа.

Шкворневая балка. Расчет шкворневой балки следует производить на следующие основные силы.

Статическая нагрузка, производящаяся на одну шкворневую балку (двухосной тележки типовой конструкции), будет:

$$q_1 = \frac{Q}{2} - q_2,$$

где:

Q — вес вагона брутто,

q_2 — вес тележки без учета собственного веса шкворневой балки.

Вертикальная нагрузка, возникающая на скользуне при прохождении вагона по кривой в случае одновременного действия силы ветра H и центробежной силы C, определится из условий равновесия системы (рис. 432) по уравнению:

$$R_3 = \frac{Hh_1 + Ch_2}{2a}.$$

Вертикальная составляющая от сил инерции кузова с грузом определится по формуле:

$$N = \frac{Uh_2}{L_6}.$$

Величина ее для вагонов с длинной базой незначительная. При расчете шкворневых балок эту силу нужно иметь в виду и определить дополнительно по вышеприведенной формуле.

Рассматривая шкворневую балку, лежащую на двух жестких опорах, определим опорные реакции в точках A и B. Реакция R_1 в точке A определится из уравнения:

$$R_1 = \frac{q_1}{2} + \frac{1}{2L}(Hh_1 + Ch_2).$$

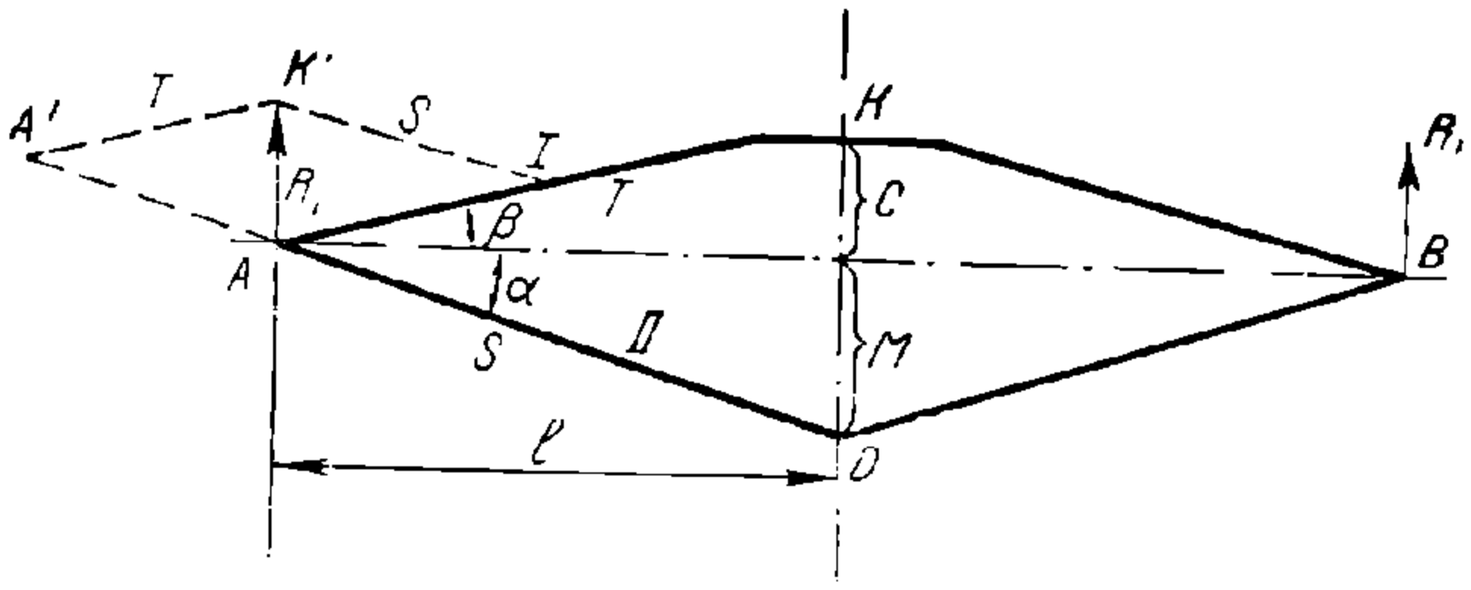


Рис. 435.

Горизонтальная сила H_1, возникающая от сил C и H, будет равна их сумме и приложена к пятнику тележки в противоположном направлении сил H и C. Влияние этой силы нужно учитывать при расчете, болтов или заклепок, прикрепляющих пятник к шкворневой балке. При торможении вагона от силы инерции U возникает горизонтальная сила U_1, приложенная к пятнику тележки и направленная перпендикулярно продольной оси шкворневой балки.

При определении размеров поперечного сечения шкворневой балки расчет следует вести на силы, действующие в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Опасное сечение балки будет в средней ее части (по пятнику). При определении напряжения (при готовых сечениях балки) в случае проверки прочности напряжения должны суммироваться от действия вертикальных и горизонтальных сил. При этом условное суммарное допускаемое напряжение (без учета местных напряжений) не должно превосходить 1 200 *кг/см²*.

При схеме шкворневой балки, изображенной на рис. 435 и 97, составленной из отдельных жестко связанных между собой поясов, усилия в верхнем поясе определяются из треугольников AKD и $A'K'R_1$:

$$T = \frac{R_1 l}{(C + M)\cos\beta}.$$

НБ УДУНТ (ДГТ)

Усилие в нижнем поясе будет:

$$S = \frac{R\,l}{(C + M)\cos\alpha}$$

Верхний пояс испытывает сжатие от силы T и продольный изгиб, и кроме того этот пояс испытывает изгибающий момент от силы R_3 (рис. 432).

Таким образом при расчете верхнего пояса нужно учитывать изгибающий момент от силы R_3 и сжатие от силы T. Суммарное напряжение в стержне I определится:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W} + \frac{T}{\varphi F_3},$$

где:

M_{max} — максимальный изгибающий момент от силы R_3,
F_3 — площадь поперечного сечения стержня,
φ — коэфициент Новье.

б) Расчет тележки пассажирского вагона. Ввиду сложности расчета пассажирской тележки для большей ясности изложения расчет тележки рассмотрим на конкретном примере, заимствованном нами из заводских расчетов при проектировании 20,2-метрового курортного пассажирского вагона. Для сравнения прочности некоторых частей тележки для 20,2-метрового вагона расчет проведем параллельно с расчетом и тележки Фетта. При практическом расчете тележек учитывают следующие основные силы.

Вес тары кузова T' и вес груза Q_2 (вес пассажиров в вагоне с учетом перегруза на 50%). Нагрузку от $T_1' + Q_2 = P$ принимаем сосредоточенной на пятниках обеих тележек вагона. Если принять вес кузова $T_1' = 30\,700$ *кг* и $Q_2 = 3\,600$ *кг*, то нагрузка на шкворневую балку тележки (а следовательно и на всю тележку как целую конструкцию) будет:

от тары кузова

$$\frac{30\,700}{2} = 15\,350 \text{ кг},$$

от веса пассажиров

$$\frac{3\,600}{2} = 1\,800 \text{ кг}.$$

Собственный вес тележки принимаем равномерно распределенным по длине продольных балок тележки. Вес одной тележки принят при расчете равным 4 000 *кг*.

Сила ветра принимается перпендикулярно к боковой стене вагона и приложена в геометрическом центре поверхности боковой стены. Нагрузка от ветра приводится к двум равным силам P, направленным в разные стороны и приложенным к шкворневой балке рамы. Горизонтальная сила H_1 приложена в пятниках тележки и рамы и направлена в противоположную сторону горизонтальной силы ветра H.

Величина силы ветра определится:

$$H = F\gamma.$$

Вертикальная составляющая от горизонтальной силы будет:

$$P_v = \frac{Hh_1}{L}.$$

Центробежная сила, возникающая при прохождении вагона по кривой. Величина этой силы определяется по формуле:

$$C = \frac{QV^2}{gR \cdot 3{,}6^2}.$$

Эта сила будет приложена в центре тяжести вагона (см. рис. 428).

Вертикальная составляющая P_c от силы C определится:

$$P_c = \frac{Ch_2}{L}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Сила $P_в$, так же как и сила ветра, приводится к двум равным силам, направленным в разные стороны, и приложена к шкворневой балке рамы вагона. Для нашего случая примерно будет 580 *кг*. Горизонтальная сила $H_в$ приложена в пятнике тележки.

В момент экстренного торможения передний пятник тележки получит дополнительную вертикальную нагрузку от горизонтальной силы инерции U. Величина этой силы будет:

$$P_и = \frac{Uh_1}{L_б}.$$

Подставив значение в эту формулу, получим, что передний пятник будет нагружен силой $P_и = 280$ *кг*, а пятник задней тележки разгрузится на ту же величину. Горизонтальные силы $H_и$ в продольной плоскости тележки воспримутся пятниками обеих тележек. Величина силы $H_и$ равна силе $U = 1940$ *кг* (рис. 436).

Под действием сил $P_в$ и $P_б$ рама вагона примет наклоное положение и будет опираться на пятник A и скользун B (рис. 436). Так как скользун передавать горизонтальных усилий не может; то реакции от горизонтальных сил H и C целиком воспринимаются опорой A.

Силу, действующую на брус верхней люльки в точке B от силы $P_в$, обозначим через R_B.

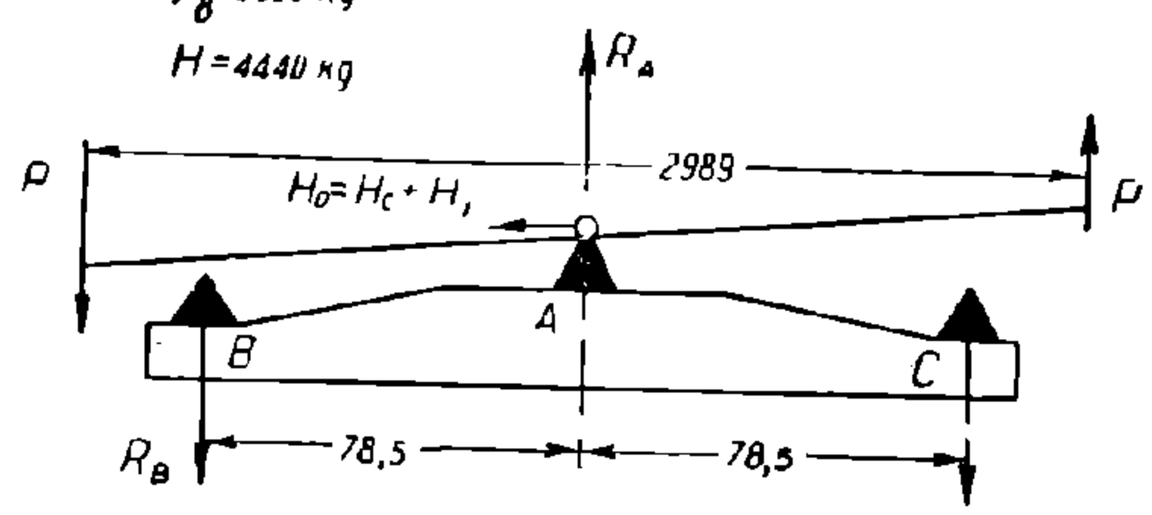


Рис. 436.

$$R_B = \frac{2020 \cdot 298{,}9}{78{,}5} = 7690 \text{ кг и направлена вниз,}$$

$$R_A = -R_B = 7690 \text{ кг и направлена наверх.}$$

Под действием центробежной силы, возникающей при прохождении кривой, реакция в точке B от силы $P_в$ будет:

$$R_B' = \frac{580 \cdot 293{,}9}{78{,}5} = 2210 \text{ кг и направлена вниз,}$$

$$R_A' = -R_B' = 2210 \text{ кг и направлена вверх.}$$

Горизонтальная сила, действующая на пятник:

$$H_0 = H_B + H_в.$$

При торможении пятник передний (по ходу вагона) тележки будет перегружен силой $P_и = 280$ *кг*.

Расчет верхнего бруса люльки

Наибольшее статическое давление на пятник будет:

$$P = 15\,350 + 1\,800 = 17\,150 \text{ кг}.$$

Эта же нагрузка будет передаваться и на рессоры.

Наибольший изгибающий момент будет под пятником A на один брус (рис. 437):

$$M_A = \frac{17\,150}{2} \cdot 78{,}5 = 673\,140 \text{ кгсм}.$$

Сечение верхнего бруса—комбинированное из листовой стали и дубовых брусьев (рис. 437). Для определения напряжений в составном брусе найдем эквивалентное ему сечение, составленное только из стали. Для этого заменяем дубовые брусья полосами стали высотой, равной высоте бруса, т. е. 26 *см*, и шириной, во столько раз меньшей ширины брусьев, во сколько раз модуль упругости дерева меньше стали.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Ширина деревянных брусьев будет, принимая во внимание ослабление бруса отверстием $d = 6{,}2$ *см* для шкворня:

$$b' = 2 \cdot 15{,}6 + 15{,}7 - 2 = 40{,}7 \text{ см}.$$

Принимая модуль упругости для дуба

$$E_д = 100\,000 \text{ кгсм}$$

и для стали

$$E_с = 2\,200\,000 \text{ кгсм},$$

получаем эквивалентную ширину полосы стали:

$$b'' = \frac{40{,}7 \cdot 100\,000}{2\,200\,000} = 1{,}85 \text{ см}.$$

Таким образом полная ширина полосы будет:

$$b = b'' + 2 \cdot 2 = 1{,}85 + 4 = 5{,}85 \text{ см}.$$

Момент сопротивления приведенного профиля будет:

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{5{,}85 \cdot 26^2}{6} = 659{,}1 \text{ см}^3.$$

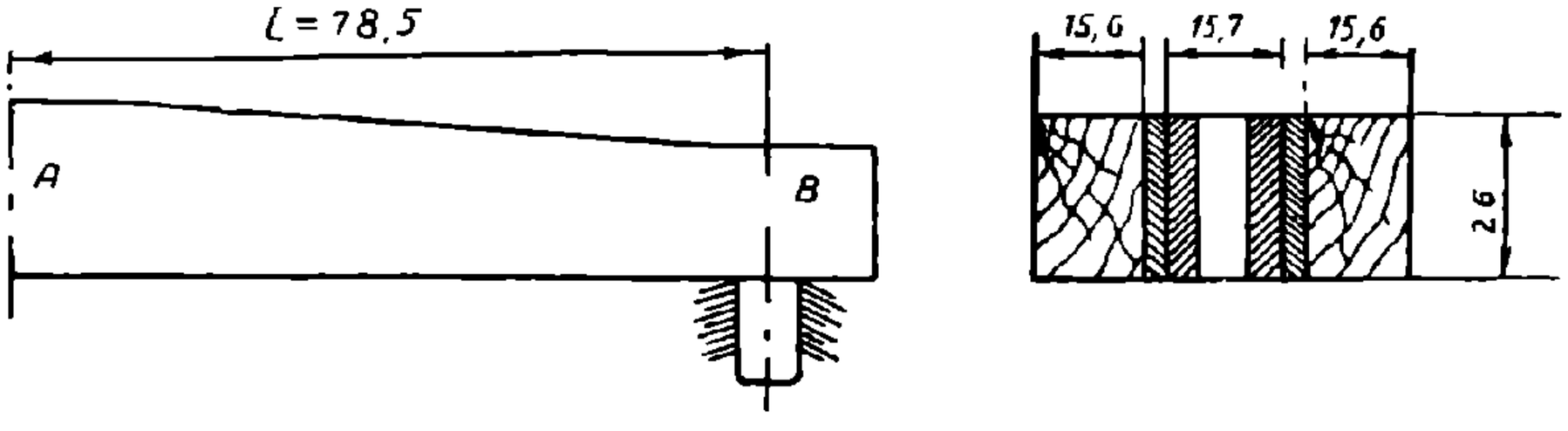


Рис. 437.

Наибольшее напряжение в стали будет:

$$\sigma_1 = \frac{M_A}{W} = \frac{673\,140}{659{,}1} = 1\,021 \text{ кг/см}^2,$$

то же в дубовых брусьях:

$$\sigma_2 = \frac{M_A}{W} = \frac{b}{b'} = \frac{673\,140 \cdot 5{,}85}{659{,}1 \cdot 40{,}7} = 147 \text{ кг/см}^2.$$

Для существующей тележки Фетте сечение этого бруса то же самое, но расстояние от пятника до рессоры $l = 82$ *см*.

Следовательно, напряжения в полосах будут:

$$\text{в стали } \sigma_1' = \sigma_1 \cdot \frac{82}{78{,}5} = 1\,067 \text{ кг/см}^2,$$

$$\text{в дубовых брусьях } \sigma_2' = \sigma_2 \frac{82}{78{,}5} = 154 \text{ кг/см}^2.$$

Давление рессоры в обоих случаях одинаково и равно:

$$P_1 = \frac{P}{2} = \frac{17\,150}{2} = 8\,575 \text{ кг}.$$

Определим прочность той же верхней люльки при наличии динамической нагрузки, т. е. с учетом ветра, кривой и торможения, наибольшее давление, воспринимаемое пятником, будет:

$$P_2 = 17\,150 - 7\,690 - 2\,210 \pm 280 = 7\,530 \text{ (6 970) кг}.$$

Нижний скользун тележки воспримет вертикальное давление, равное:

$$P_3 = 7\,690 + 2\,210 = 9\,900 \text{ кг}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Кроме сего пятник воспримет и передаст горизонтальные силы:

1) направленную перпендикулярно продольной оси вагона:

$$H_0 = 4\,440 + 1\,685 = 6\,125 \text{ кг};$$

2) по продольной оси вагона:

$$H_u = 1\,940 \text{ кг}.$$

Расположение грузов на балке таким образом представится по фиг. 438. Под действием вышеперечисленных сил реакции рессор будут:

$$\text{вертикальные: } R_1 = 9\,900 + 3\,765 + \frac{6\,125 \cdot 26}{157} = 14\,672 \text{ кг},$$

$$R_2 = 3\,765 - \frac{6\,125 \cdot 21}{157} = 2\,758 \text{ кг},$$

$$\text{горизонтальные } T_1 = T_2 = \frac{H_0}{2} = \frac{6\,125}{2} = 3\,062{,}5 \text{ кг}.$$

Сила $H_u = 1\,940$ *кг* поглотится сопротивлением опор *III* и *IV*. Наибольший изгибающий момент в середине пролета будет:

$$M_{max} = 14\,672 \cdot 78{,}5 = 1\,150\,000 \text{ кгсм}.$$

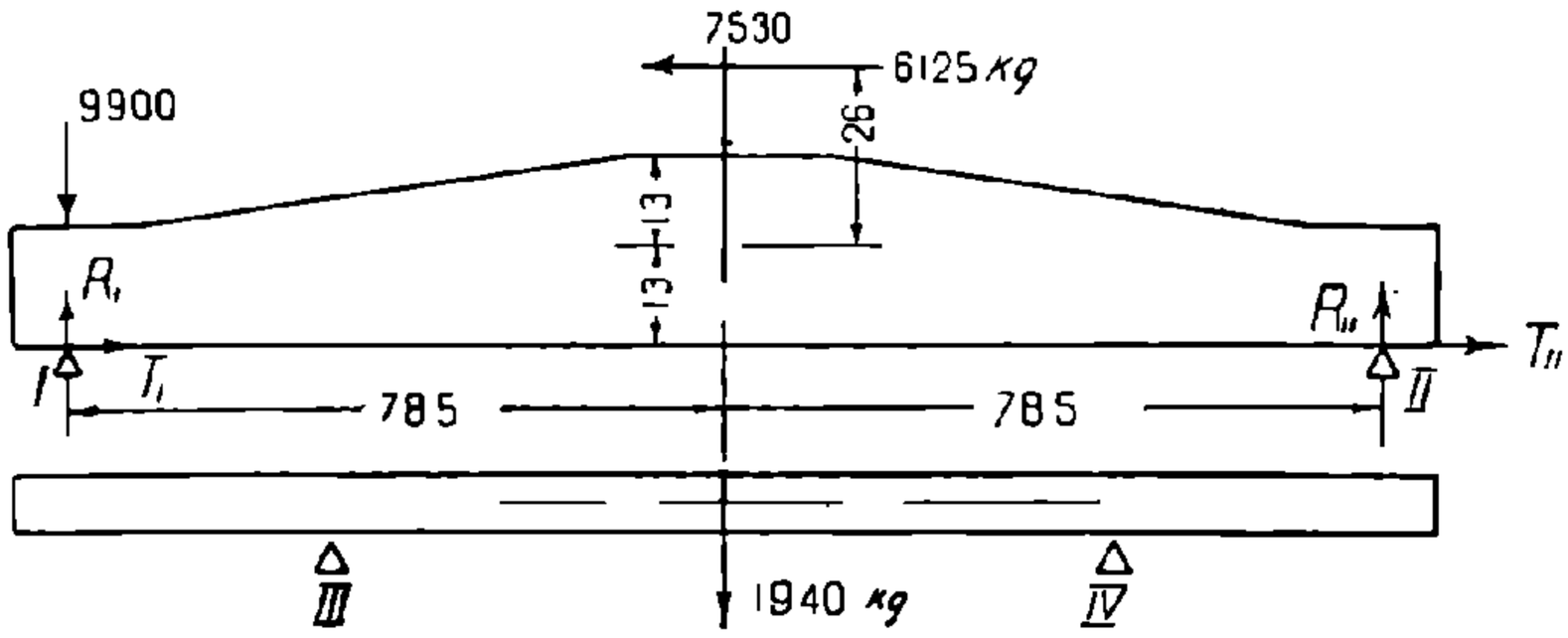


Рис. 438.

Предполагая, что сжимающая сила распределится равномерно по всей площади сечения, получаем напряжение от сжатия равным:

$$\sigma_{сж} = \frac{T_1}{F} = \frac{3\,062{,}5}{1\,162{,}2} \cong 2{,}6 \text{ кг/см}^2,$$

где:

F есть площадь сечения бруса, равная $(50{,}9 - 6{,}2) \cdot 26 = 1\,162$ *см*^{2}.

Напряжение от изгиба будет:

$$\text{в стали } \sigma_1 = \frac{M_{max}}{W} = \frac{1\,150\,000}{659{,}1} = 1\,740 \text{ кг/см}^2,$$

$$\text{и в дубе } \sigma_2 = \frac{M_{max}}{W} \cdot \frac{b}{b'} = \frac{1\,150\,000 \cdot 5{,}85}{659{,}1 \cdot 40{,}7} = 249 \text{ кг/см}^2.$$

Таким образом суммарные сжимающие усилия будут соответственно:

$$\sigma' = \sigma_1 + \sigma_{сж} = 1\,740 + 2{,}6 = 1\,742{,}6 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma'' = \sigma_2 + \sigma_{сж} = 249 + 2{,}6 = 251{,}6 \text{ кг/см}^2.$$

Отсюда видно, что напряжения в верхнем брусе люльки больше, чем в случае статической нагрузки. Наибольшее давление на рессоры в существующей тележке

НБ УДИИТ (ДИТ)

Фетте от полезного груза и тары вагона будет:

$$R_1' = 13052{,}5 \text{ кг},$$
$$R_2' = 3577{,}5 \text{ кг},$$

что объясняется большим расстоянием между скользунами.

Таким образом давление на рессоры больше на

$$\frac{14672 - 13052{,}5}{13052{,}5} \cdot 100 = \sim 12\%.$$

Ввиду незначительности перегруза рессоры оставлены без изменения.

Рессоры нижними своими хомутами опираются на нижнюю балку люльки, поперечное сечение которой показано на фиг. 439.

Найдем расстояние центра тяжести X этого сечения от оси 00:

$$X = \frac{48{,}1 \cdot 0{,}5 + 17 \cdot 8{,}5 + 5 \cdot 17{,}5}{48{,}1 + 17 + 5} = 3{,}65 \text{ см}.$$

Момент инерции всего сечения относительно оси xx будет:

$$I_x = \frac{48{,}1 \cdot 1^3}{12} + 48{,}1 \cdot 3{,}15^2 + \frac{1 \cdot 17^3}{12} + 17 \cdot 4{,}85^2 +$$
$$+ \frac{5{,}1^3}{12} + 5 \cdot 13{,}82^2 = 2249{,}97 \text{ см}^4.$$

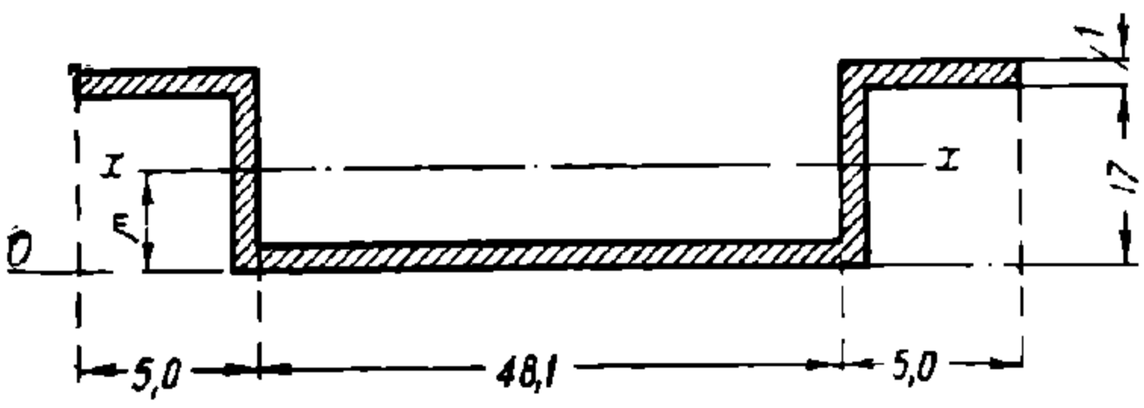


Рис. 439.

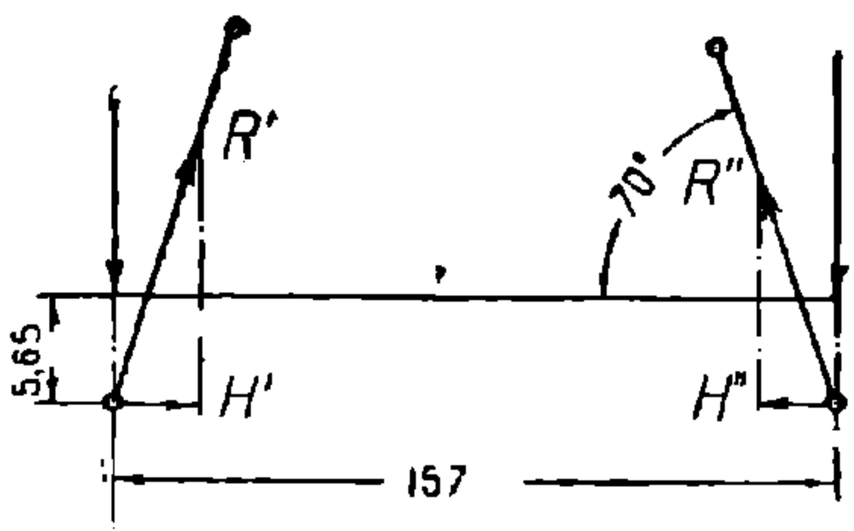


Рис. 440.

Наименьший момент сопротивления будет:

$$W_{min} = \frac{J_x}{18 - 3{,}65} = \frac{2249{,}97}{14{,}35} = 156{,}8 \text{ см}^3.$$

Наибольший

$$W_{max} = \frac{J_x}{3{,}65} = \frac{2249{,}97}{3{,}65} = 616{,}4 \text{ см}^3.$$

Схема нагрузок на эту балку представлена на рис. 440. Вертикальные силы давления рессор уравновешиваются наклонными реакциями подвесок R и двумя горизонтальными силами H. В случае статической нагрузки как реакции подвесок, так и горизонтальные составляющие равны между собой. Подвески наклонены к горизонту под углом в 70°.

При давлении рессоры в 8575 *кг*:

$$R = \frac{P}{\sin \alpha} = \frac{8575}{0{,}940} = 9120 \text{ кг},$$

$$H = P \cdot \operatorname{ctg} 70^\circ = 8575 \cdot 0{,}364 = 3120 \text{ кг}.$$

Из конструкции опоры качающейся балки (рис. 441) усматривается, что сила H расположена в расстоянии 2 *см* от низа балки люльки и, следовательно, в расстоянии $2 + 3{,}65 = 5{,}65$ *см* от нейтральной оси ее. Таким образом действие силы H сведется к изгибающему моменту $M = 3120 \cdot 5{,}65 = 17630$ *кгсм* и к силе, сжимающей балку, $H = 3120$ *кг*.

НЕ УДУМІТ (ДІІТ)

Наибольшее и наименьшее напряжения от этой силы будут:

$$\sigma_z = \frac{M}{W_{min}} - \frac{H}{F} = \frac{17\,630}{156{,}8} - \frac{3\,120}{70{,}1} = 68 \ кг/см^2,$$

$$\sigma_{сж} = \frac{M}{W_{max}} - \frac{H}{F} = \frac{17\,630}{616{,}4} - \frac{3\,120}{70{,}1} = 73 \ кг/см^2$$

Под действием динамической нагрузки подвески изменят прежнее наклонное положение. По теории статики известно, что для трех сил (равнодействующая всех заданных сил и две реакции опор) равновесие возможно только тогда, когда они пересекаются в одной точке (при установившемся положении).

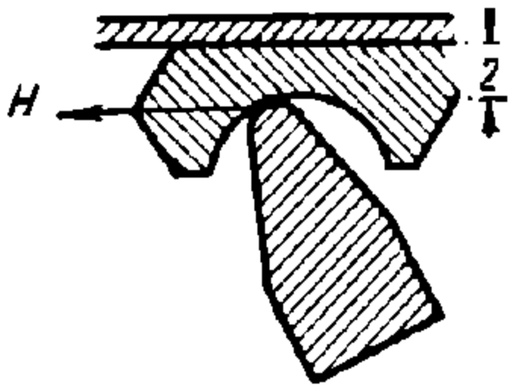


Рис. 441.

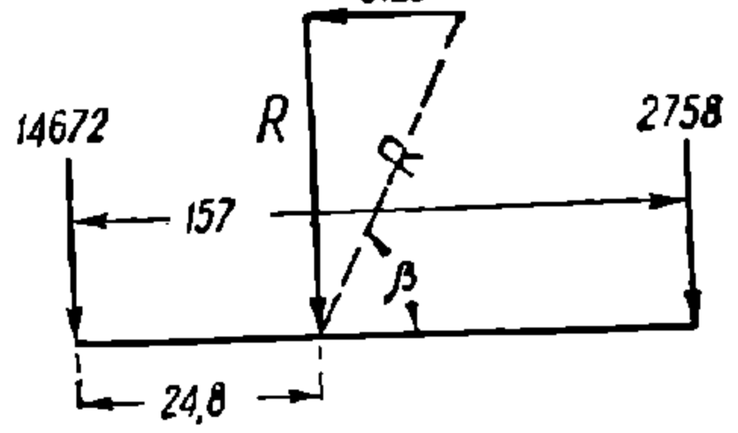


Рис. 442.

Найдем точку приложения и направление равнодействующей всех сил, приложенных к нижней балке люльки (рис. 442). Равнодействующая вертикальных сил будет:

$$R = 14\,672 + 2\,758 = 17\,430 \ кг.$$

Точка приложения отстоит от силы 14 672 *кг* на расстоянии:

$$x_1 = \frac{2\,758 \cdot 157}{17\,430} = 24{,}8 \ см.$$

Результирующая сила от вертикальной и горизонтальной составляющих будет:

$$R_1 = \sqrt{17\,430^2 + 6\,125^2} = 18\,475 \ кг.$$

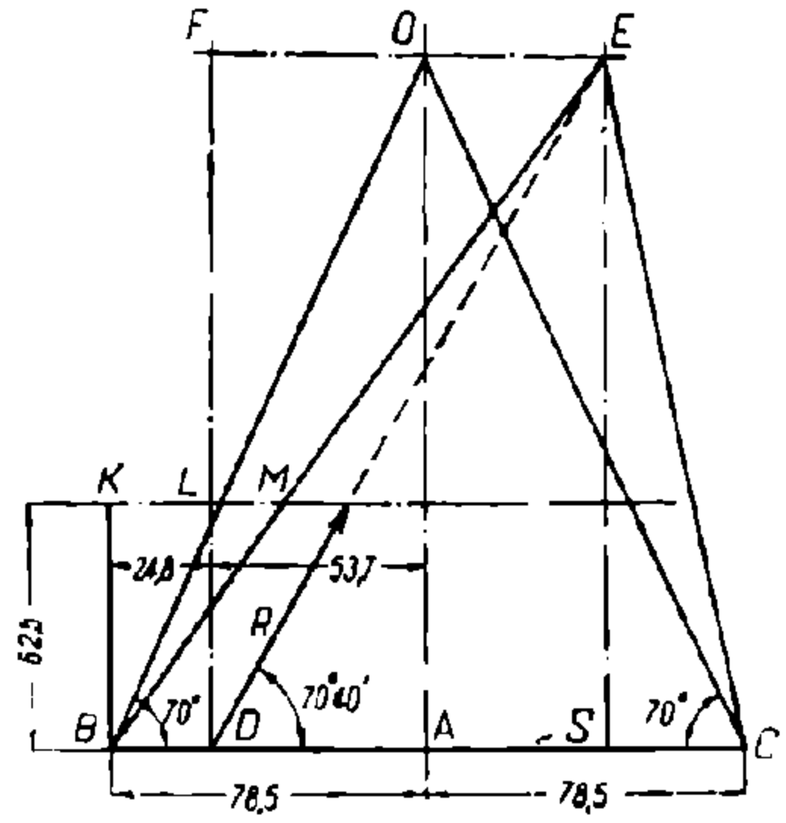


Рис. 443.

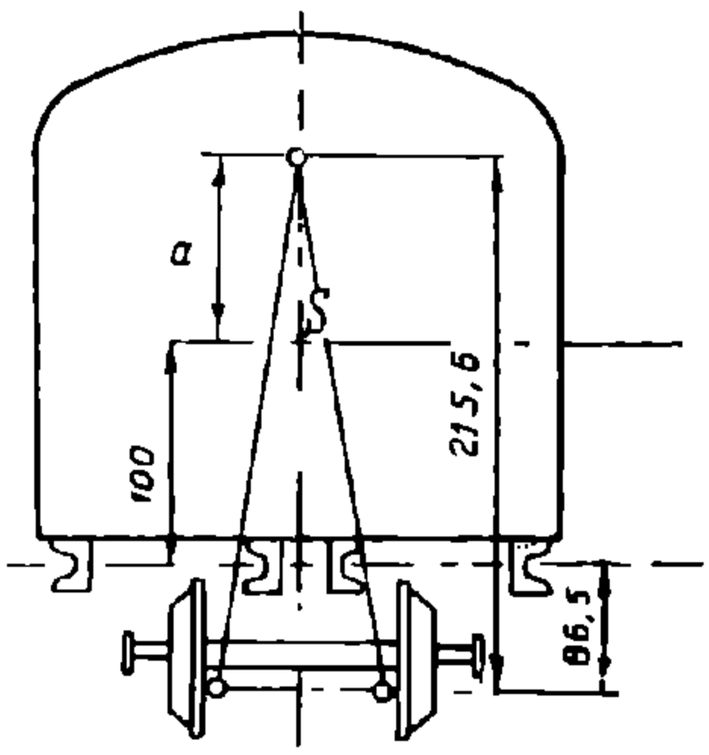


Рис. 444.

Угол наклонения равнодействующей R к горизонтальной линии будет:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{17\,430}{6\,125} = 2{,}846, \quad \beta = \approx 70°40'.$$

Найдем боковое перемещение люльки под действием вышеуказанных сил. Расстояние до теоретического центра маятника от точки касания ножа люльки (рис. 443) будет:

$$OA = AC \cdot \operatorname{tg} 70° = 78{,}5 \cdot 2{,}747 = 215{,}6 \ см.$$

Ввиду незначительности возможных амплитуд колебаний люльки для упрощения расчета можно пренебречь вертикальными перемещениями, и тогда горизон-

НБ УДИИТ (ДИТ)

тальное перемещение люльки в случае подвесок, укрепленных в теоретическом центре, будет равно OE, где:

$$OE = FE - OF.$$

$$EF = \frac{FD}{\operatorname{tg}\beta} = \frac{215{,}6}{2{,}846} = 75{,}75 \text{ см}$$

и следовательно

$$OE = 75{,}75 - 53{,}7 = 22{,}05 \text{ см}.$$

Действительное перемещение люльки будет меньшее вследствие более коротких подвесок, так как точки касания верхних ножей находятся на высоте 625 *мм*.

Угол наклона подвески OB, т. е. $\angle CBE$, будет:

$$\operatorname{tg} CBE = \frac{EG}{BG} = \frac{215{,}6}{78{,}5 + 22{,}05} = 2{,}144 \quad \angle CBE = 65°$$

то же OC:

$$\operatorname{tg} ECB = \frac{EQ}{CG} = \frac{215{,}6}{78{,}5 - 22{,}05} = 3{,}819 \quad \angle ECB = 75°20'.$$

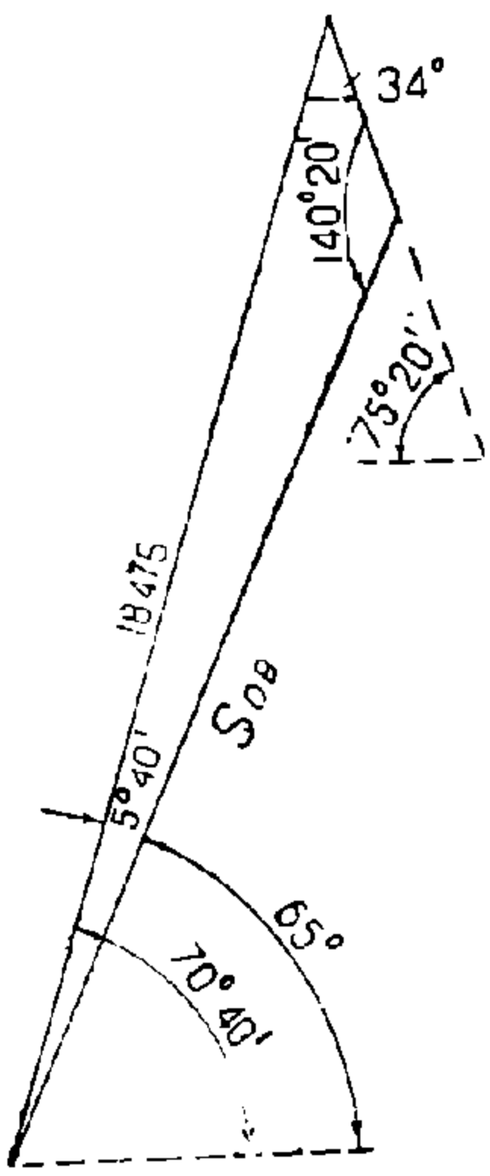


Рис. 445.

Горизонтальное перемещение люльки будет:,

$$LM = KM - KL = 62{,}5° \cdot \operatorname{tg} 65° - 625 \cdot \operatorname{tg} 70° = 6{,}38 \text{ см}.$$

Возможное же перемещение люльки 6,75 *см*. Из этого подсчета видно, что при самых неблагоприятных обстоятельствах движения люлька в раму тележки не ударяется. Если мы обратимся к теоретической длине маятника, то увидим, что его центр подвеса O (пересечение подвесок люльки) находится выше центра тяжести кузова S на величину a:

$$a = 215{,}6 - 186{,}5 = 29{,}1 \text{ см}.$$

Иными словами, при принятом наклоне подвесок кузов находится в устойчивом равновесии (рис. 444).

Переходя к усилиям, действующим на люльку, из нижеприлагаемой схемы силового треугольника (рис. 445) видно, что усилие в тяге $OB(S_{OB})$ определяется из соотношения:

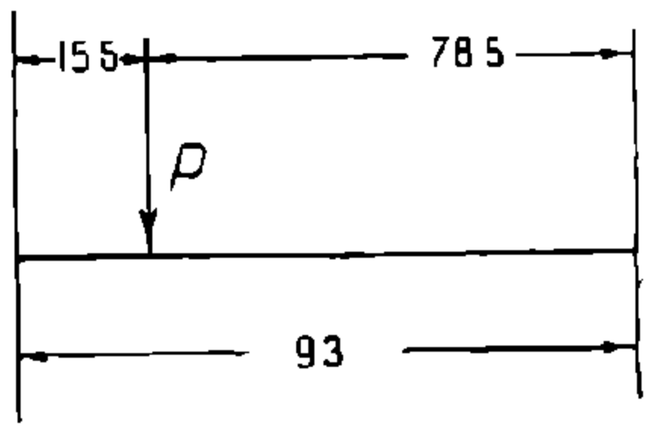


Рис. 446.

$$\frac{S_{OB}}{\sin 34°} = \frac{18\,475}{\sin 140°20'}.$$

Следовательно:

$$S_{OB} = \frac{18\,475 \cdot \sin 34°}{\sin 140°20'} = 16\,060 \text{ кг}.$$

Аналогично:

$$S_{OC} = \frac{18\,475 \cdot \sin 5°40'}{\sin 140°20'} = 2\,845 \text{ кг}.$$

Горизонтальная составляющая сила S_{OB} будет:

$$H_{OB} = S_{OB} \cdot \cos 65° = 16\,060 \cdot 0{,}423 = 6\,795 \text{ кг}.$$

Наибольший изгибающий момент от этой силы в нижней балке люльки будет

$$M = 6\,795 \cdot 5{,}65 = 38\,390 \text{ кгсм}.$$

Наибольшие напряжения в балке будут:

$$\sigma_2 = \frac{M}{W_{min}} - \frac{H}{F} = \frac{38\,390}{156{,}8} - \frac{6\,795}{70{,}1} = 154 \text{ кг/см}^2.$$

$$\sigma = \frac{M}{W_{max}} + \frac{H}{F} = \frac{38\,390}{616{,}4} - \frac{6\,795}{70{,}1} = 154{,}3 \text{ кг/см}^2.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Проверим прочность люльки на случай обрыва подвесного болта. Ради утяжеления условий работы и упрощения задачи считаем, что оба болта одной стороны лопнули, так что люлька является подвешенной на двух болтах с одной стороны и лежит на предохранительной планке со стороны лопнувших болтов.

Схема нагрузки будет по рис. 446. Здесь через P обозначено максимальное давление рессор, т. е. 14 672 *кг*, как случай, создающий наибольшую возможность обрыва подвесного болта.

Наибольший изгибающий момент будет:

$$M_{max} = 14\,672 \cdot 15{,}5 = 227\,420 \ кгсм.$$

Наибольшее напряжение будет:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_{min}} = \frac{227\,420}{156{,}8} = 1\,450 \ кг/см^2.$$

Даже учитывая падение люльки с ударом на предохранительные скобки, напряжение в нижней балке люльки будет не свыше $2 \cdot 1\,450 = 2\,900 \ кг/см^2$.

Определим наибольшее напряжение в нижней балке люльки существующей тележки при вышеприведенных условиях.

Нагрузка будет:

$P = 13\,025{,}5 \ кг$, плечо $l = 17{,}5 \ см$ (см. альбом тележки Фетте).

$$M = P \cdot l = 13\,025{,}5 \cdot 17{,}5 = 228\,420 \ кгсм.$$

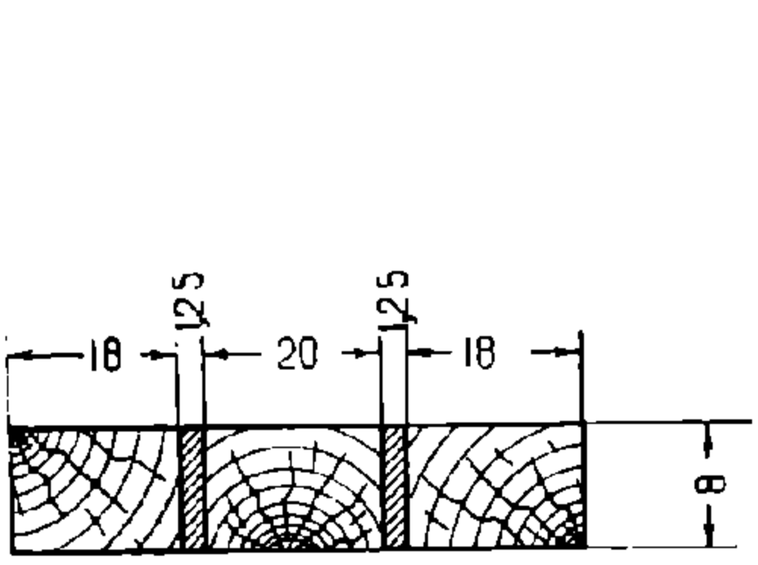


Рис. 447.

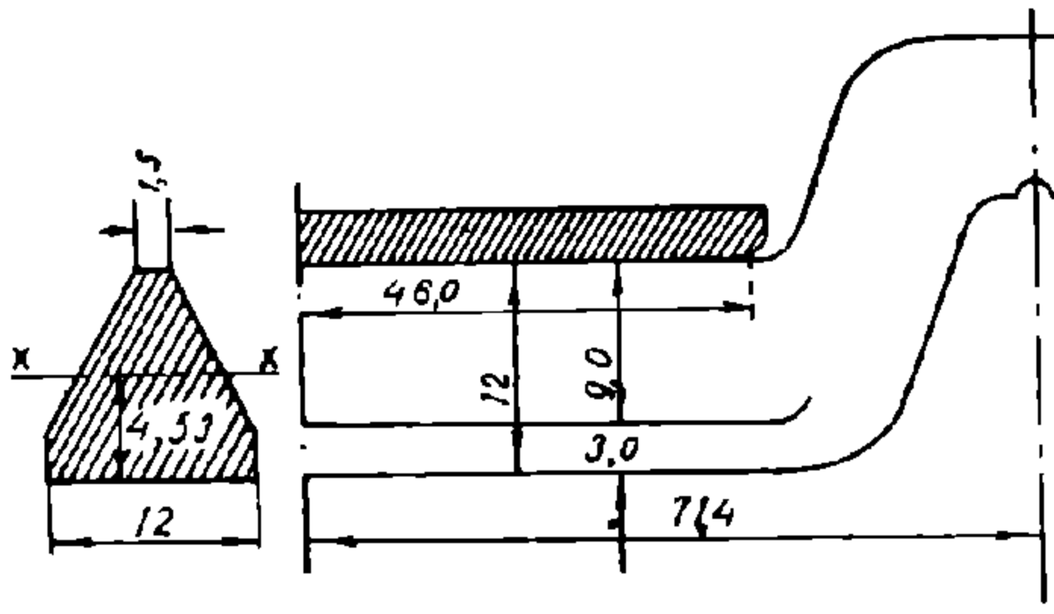


Рис. 448.

Сечение нижнего бруса люльки—комбинированное из стальных листов и дуба.

Приведенная к стали ширина бруса будет:

$$b = \frac{56 \cdot 100\,000}{2\,200\,000} + 2{,}5 = 5{,}05 \ см.$$

Момент сопротивления будет:

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{5{,}05 \cdot 8^2}{6} = 53{,}86 \ см^3.$$

Наибольшее напряжение в стальных листах:

$$\sigma_{max} = \frac{228\,420}{53{,}86} = 4\,240 \ кг/см^2,$$

т. е. значительно больше, чем в проектной.

Качающаяся балка люльки (нож). Общий вид ножа представлен на рис. 448, из которого видно, что нож воспринимает нагрузку от нижней балки люльки по длине в 46 *см*. Будем считать эту нагрузку равномерно распределенной. Изгиб ножа происходит в плоскости подвесных болтов и его оси симметрии. В случае статической нагрузки усилие в подвесном болте будет $R = 4\,560 \ кг$. Наибольший изгибающий момент M будет в середине пролета ножа:

$$M = 4\,560 \cdot 35{,}7 - 4\,560 \cdot 11{,}5 = 110\,350 \ кгсм.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Для определения напряжений найдем момент инерции ножа (рис. 448). Центр тяжести сечения отстоит от нижней плоскости ножа в расстоянии:

$$X = \frac{12 \cdot 31{,}5 + 60{,}75 \cdot 6{,}33}{96{,}75} = 4{,}53 \text{ см},$$

где:

$F = 96{,}75 = 12 \cdot 3 + \frac{1{,}5 + 12}{2} \cdot 9$ — площадь сечения, а 6,33 есть расстояние до центра тяжести трапеции, вычисленное по формуле:

$$h + 3{,}0 = \frac{9{,}0}{3} \cdot \frac{12 + 2 \cdot 1{,}5}{12 + 1{,}5} + 3{,}0 = 3{,}33 + 3{,}0 = 6{,}33 \text{ см}.$$

Момент инерции относительно оси $x-x$, проходящий через центр тяжести сечения, будет:

$$J_x = \frac{12 \cdot 3{,}0^3}{12} + 36\,(4{,}53 - 1{,}5)^2 + \frac{6 \cdot 1{,}5^3 + 6 \cdot 1{,}5 \cdot 10{,}5 + 10{,}5^3}{36\,(2 \cdot 1{,}5 + 10{,}5)}\,9{,}0^3 +$$

$$+ 60{,}75\,(6{,}33 - 4{,}53)^2 = 881{,}72 \text{ см}^4.$$

Наименьший момент сопротивления:

$$W_x = \frac{J_x}{l} = \frac{881{,}72}{7{,}47} = 118 \text{ см}^3.$$

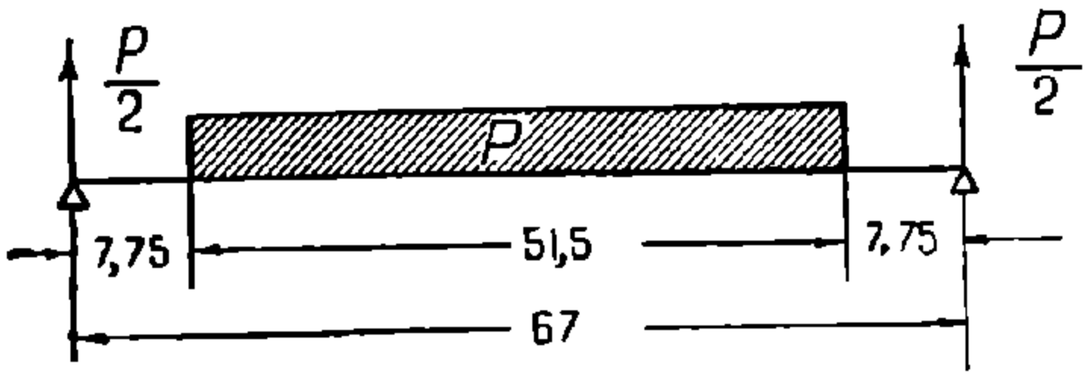


Рис. 449.

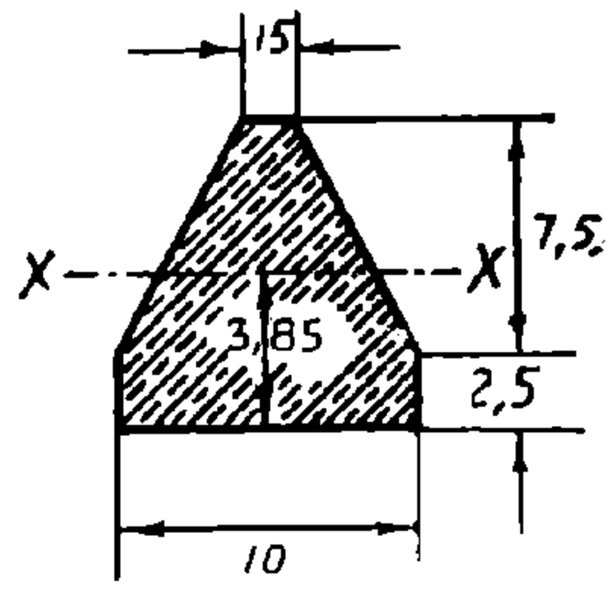


Рис. 450.

Напряжение под статической нагрузкой:

$$\sigma' = \frac{M}{W_x} = \frac{110\,350}{118} = 935 \text{ кг/см}^2.$$

Наибольшее растяжение в болте будет 8 030 *кг*.

Тогда изгибающий момент будет:

$$M_{max} = 8\,030 \cdot 35{,}7 - 8\,030 \cdot 11{,}5 = 194\,330 \text{ кгсм}.$$

и наибольшее напряжение:

$$\sigma'' = \frac{194\,330}{118} = \backsim 1\,650 \text{ кг/см}^2.$$

Схема нагрузки ножа соответствующей тележки будет по рис. 449.

При нагрузке $P = 9\,120$ *кг* наибольший изгибающий момент в середине пролета будет:

$$M_0 = 4\,560 \cdot 33{,}5 - 4\,560 \cdot 12{,}875 = 94\,050 \text{ кгсм}.$$

Сечение ножа—посередине (рис. 448).

Расстояние до центра тяжести сечения ножа (рис. 450):

$$x_2 = \frac{10 \cdot 2{,}5 \cdot 1{,}25 + \frac{1{,}5 + 10}{2}\,5{,}33}{68{,}125} = 3{,}83 \text{ см}.$$

Здесь 68,125 $см^2$ есть площадь сечения, а

$$5{,}33 = \frac{7{,}5}{3} \cdot \frac{10 + 2 \cdot 1{,}5}{10 + 1{,}5} + 2{,}5 = 2{,}83 + 2{,}5$$

есть расстояние от центра тяжести трапеции до низа ножа.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Момент инерции будет:

$$J_x' = \frac{10 \cdot 2{,}5^3}{12} + 25\,(3{,}83 - 1{,}25)^2 + \frac{6 \cdot 1{,}5^3 + 6 \cdot 1{,}5 \cdot 8{,}5 + 8{,}5^3}{36(2 \cdot 1{,}5 + 8{,}5)} \cdot 7{,}5^3 +$$

$$+ 43\,125\,(5{,}33 - 3{,}83)^2 = 441{,}8 \ см^4.$$

Наименьший момент сопротивления:

$$W_{min} = \frac{J_x'}{l'} = \frac{441{,}8}{6{,}17} = 71{,}6 \ см^3.$$

Наибольшее напряжение от статической нагрузки:

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W_{min}} = \frac{94\,050}{71{,}6} = 1\,313 \ кг/см^2.$$

Так как наибольшее давление на рессору достигает 13 052,5 *кг* против 8 575 *кг* под статической нагрузкой, то наибольшее напряжение в ноже тележки Фетте можно считать равным примерно:

$$1313 \frac{13\,052{,}5}{8557} = \backsim 2\,000 \ кг/см^2,$$

т. е. в обоих случаях больше, чем в проектной.

Подвесной болт. Диаметр подвесного болта в самой тонкой части 4,5 *см* с площадью сечения 15,9 $см^2$.

Статическое напряжение в болте будет при условии $P = 4\,560$ *кг*:

$$\sigma_{cm} = \frac{4\,560}{15{,}9} = 287 \ кг/см^2.$$

Максимальное (при усилии 8 030 *кг*):

$$\sigma_{max} = \frac{8\,030}{15{,}9} = 505 \ кг/см^2.$$

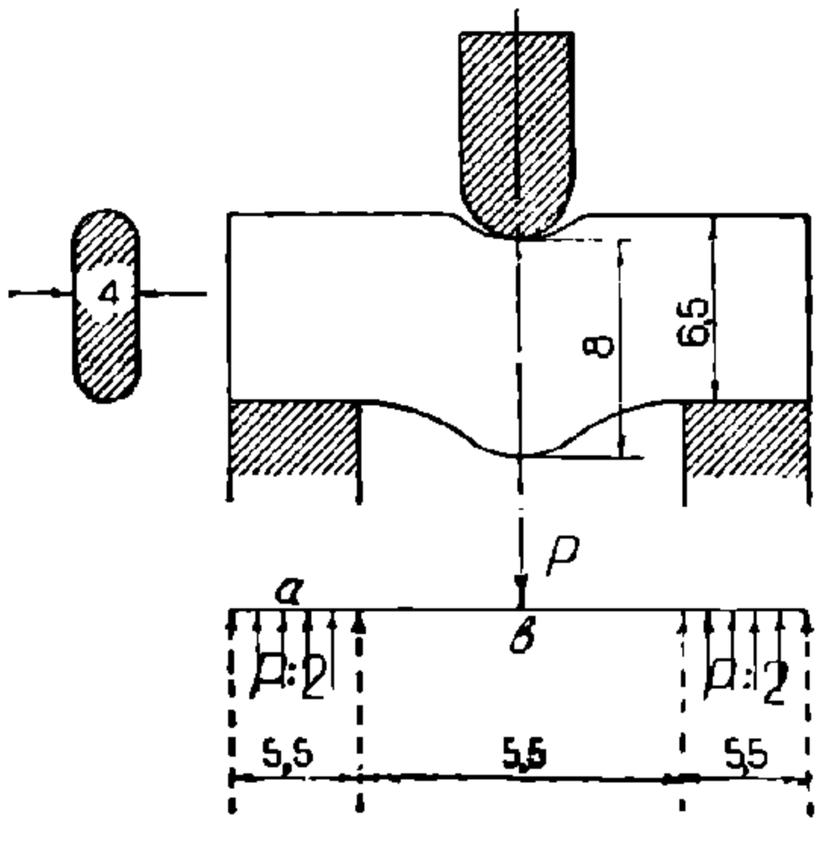


Рис. 451.

Верхний нож подвесного болта. Схема устройства ножа, а также нагрузок на него показана на рис. 451. При силе $P = 4\,560$ *кг* (случай статической нагрузки) изгибающий момент в точке *a* будет:

$$M_a = \frac{P \cdot 5{,}5}{2 \cdot 2} = \frac{4\,560 \cdot 5{,}5}{4} = 6\,270 \ кгсм,$$

в точке *b*:

$$M_b = \frac{P}{2} \quad 5{,}5 = \frac{4\,560 \cdot 5{,}5}{2} = 12\,540 \ кгсм.$$

Моменты сопротивления в точках *a* и *b* будут:

$$W_a = \frac{4 \cdot 6{,}5^2}{6} = 28{,}17 \ см^3, \quad W = \frac{bh^2}{6} = \frac{4 \cdot 8^2}{6} = 42{,}67 \ см^3.$$

Напряжения будут:

$$\sigma_a = \frac{M_a}{W_a} = \frac{6\,270}{28{,}17} = 223 \ кг/см^2,$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{12\,540}{42{,}67} = 294 \ кг/см^2.$$

Наибольшие напряжения будут соответственно (пропорционально усилиям в тягах):

$$\sigma_{a\,max} = 223 \cdot \frac{8\,030}{4\,560} = 393 \ кг/см^2,$$

$$\sigma_{b\,max} = 294 \cdot \frac{8\,030}{4\,560} = 518 \ кг/см^2.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Момент инерции будет:

$$J_x' = \frac{10 \cdot 2{,}5^3}{12} + 25\,(3{,}83 - 1{,}25)^2 + \frac{6 \cdot 1{,}5^3 + 6 \cdot 1{,}5 \cdot 8{,}5 + 8{,}5^2}{36(2 \cdot 1{,}5 + 8{,}5)} \cdot 7{,}5^3 +$$

$$+ 43\,125\,(5{,}33 - 3{,}83)^2 = 441{,}8 \ см^4.$$

Наименьший момент сопротивления:

$$W_{min} = \frac{J_x'}{l'} = \frac{441{,}8}{6{,}17} = 71{,}6 \ см^3.$$

Наибольшее напряжение от статической нагрузки:

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W_{min}} = \frac{94\,050}{71{,}6} = 1\,313 \ кг/см^2.$$

Так как наибольшее давление на рессору достигает 13 052,5 *кг* против 8 575 *кг* под статической нагрузкой, то наибольшее напряжение в ноже тележки Фетте можно считать равным примерно:

$$1\,313 \frac{13\,052{,}5}{8557} = \backsim 2\,000 \ кг/см^2,$$

т. е. в обоих случаях больше, чем в проектной.

Подвесной болт. Диаметр подвесного болта в самой тонкой части 4,5 *см* с площадью сечения 15,9 *см²*.

Статическое напряжение в болте будет при условии $P = 4\,560$ *кг*:

$$\sigma_{cm} = \frac{4\,560}{15{,}9} = 287 \ кг/см^2.$$

Максимальное (при усилии 8 030 *кг*):

$$\sigma_{max} = \frac{8\,030}{15{,}9} = 505 \ кг/см^2.$$

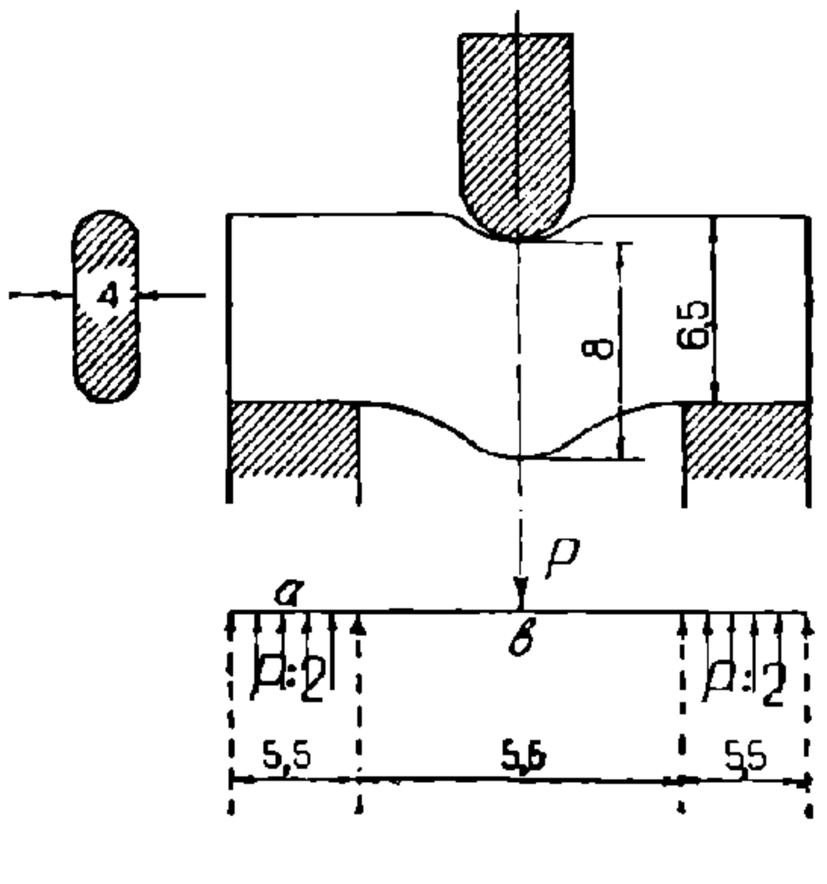


Рис. 451.

Верхний нож подвесного болта. Схема устройства ножа, а также нагрузок на него показана на рис. 451. При силе $P = 4\,560$ *кг* (случай статической нагрузки) изгибающий момент в точке *a* будет:

$$M_a = \frac{P \cdot 5{,}5}{2 \cdot 2} = \frac{4\,560 \cdot 5{,}5}{4} = 6\,270 \ кгсм,$$

в точке *b*:

$$M_b = \frac{P}{2} \cdot 5{,}5 = \frac{4\,560 \cdot 5{,}5}{2} = 12\,540 \ кгсм.$$

Моменты сопротивления в точках *a* и *b* будут:

$$W_a = \frac{4 \cdot 6{,}5^2}{6} = 28{,}17 \ см^3, \quad W = \frac{bh^2}{6} = \frac{4 \cdot 8^2}{6} = 42{,}67 \ см^3.$$

Напряжения будут:

$$\sigma_a = \frac{M_a}{W_a} = \frac{6\,270}{28{,}17} = 223 \ кг/см^2,$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{12\,540}{42{,}67} = 294 \ кг/см^2.$$

Наибольшие напряжения будут соответственно (пропорционально усилиям в тягах):

$$\sigma_{a\,max} = 223 \cdot \frac{8\,030}{4\,560} = 393 \ кг/см^2,$$

$$\sigma_{b\,max} = 294 \cdot \frac{8\,030}{4\,560} = 518 \ кг/см^2.$$

НБ УДУНТ (ДПТ)

Поперечные балки тележки. Сила натяжения подвесного болта при помощи ножа передается на опорные подушки поперечной балки и может быть разложена на две составляющие: параллельно оси балки и перпендикулярно к ней (рис. 452). В случае статической нагрузки сила натяжения болта $P = 4560$ *кг*. Вертикальная составляющая—4 287,5 *кг*. Горизонтальная—1 560 *кг*.

Изгибающий момент в сечении под опорой будет:

$$M = 4287{,}5 \cdot 39{,}3 - 1560 \cdot 11{,}5 = 150560 \text{ кгсм}.$$

Сечение балки состоит из двух швеллеров сечением 180×70×8 с общим моментом сопротивления:

$$W = 151{,}5 \cdot 2 = 303 \text{ см}^3.$$

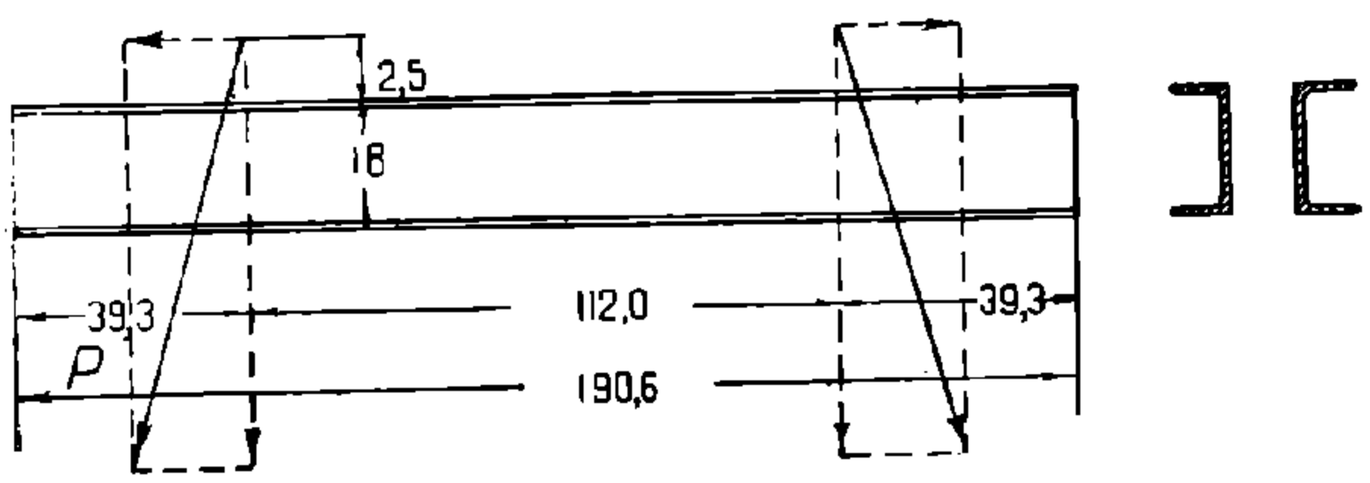


Рис. 452.

Напряжение будет:

$$\sigma = \frac{150560}{303} = 500 \text{ кг/см}^2.$$

Под действием динамической нагрузки схема нагрузок будет по рис. 453.

Составляющие этих сил (горизонтальные и вертикальные) будут:

$$H' = 8030 \cdot \cos 65° = 3397 \text{ кг},$$

$$V' = 8030 \cdot \cos 65° = 7275 \text{ кг},$$

$$H'' = 1422{,}5 \cdot \cos 75°20' = 360 \text{ кг},$$

$$V'' = 1422{,}5 \cdot \cos 75°20' = 1375 \text{ кг}.$$

Вертикальная реакция в точке A будет:

$$A = \frac{1375 \cdot 39{,}3 + 7275 \cdot 151{,}3}{190{,}6} = 6058 \text{ кг},$$

то же в точке B:

$$B = \frac{7275 \cdot 39{,}3 + 1375 \cdot 151{,}3}{190{,}6} = 2592 \text{ кг}.$$

Принимая далее балку свободно опертой, причем опору A будем считать неподвижной, т. е. воспринимающей горизонтальную силу:

$$H = H' - H'' = 3397 - 360 = 3037 \text{ кг}.$$

Таким образом в сечении I балки изгибающий момент будет:

$$M_1 = 6058 \cdot 39{,}3 - 3397 \quad 11{,}5 = 199015 \text{ кгсм}$$

и сжимающая сила:

$$H = 3037 \text{ кг}.$$

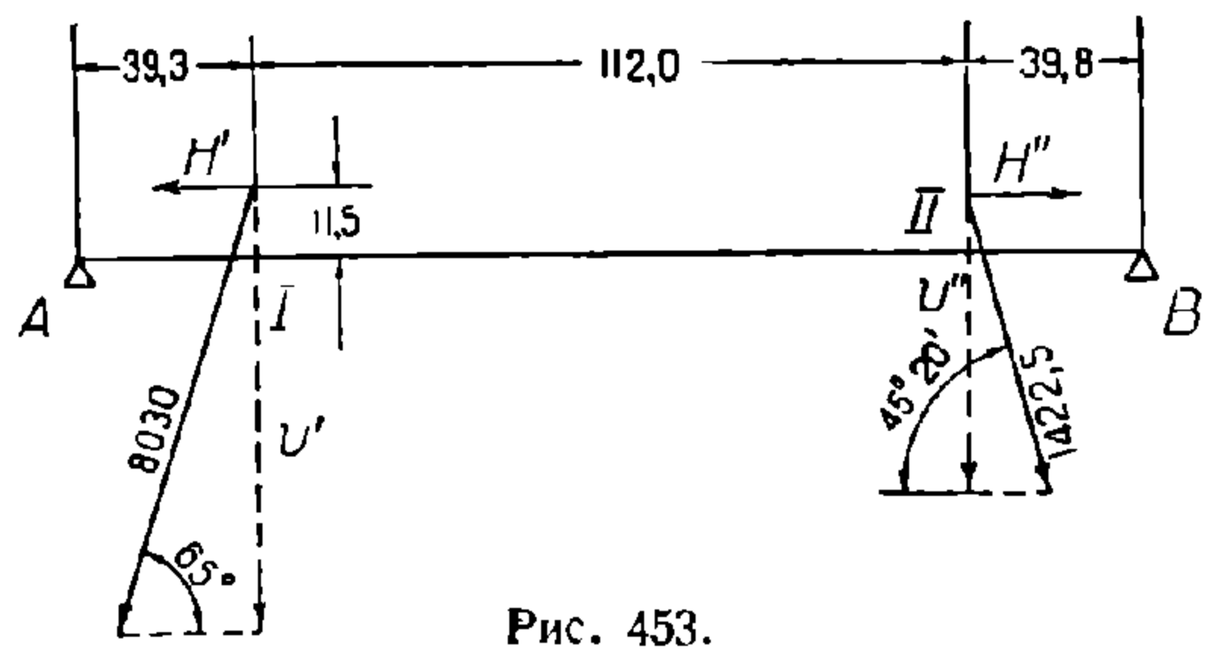


Рис. 453.

Суммарное напряжение в балке будет:

$$\sigma_{max} = \frac{M_1}{W} + \frac{H}{F} = \frac{199015}{303} + \frac{3037}{56} = 710 \text{ кг/см}^2 \text{ (сжатие)},$$

где:

F — площадь сечения обоих швеллеров,

$$F = 2 \cdot 28 = 56 \text{ см}^2.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Во сечении *II* изгибающий момент будет:

$$M_2 = 2\,952 \cdot 39{,}3 = 116\,015 \ кгсм$$

и растягивающая сила:

$$H_2 = 360 \ кг.$$

Наиболее растягивающее напряжение будет:

$$\sigma_{max} = \frac{116\,015}{303} + \frac{360}{56} = 390 \ кг/см^2 \text{ (растяжение).}$$

В случае обрыва подвесного болта нагрузка поперечной балки тележки представится в виде схемы, представленной на рис. 454, из которой видно, что даже в случае обрыва подвесных болтов прочность поперечной балки обеспечена, так как точки приложения сил приближаются к опорам. Сечение предохранительной скобы 80×19 *мм* в месте укрепления к поперечной балке ослаблено отверстием диаметром 41 *мм*.

Так как диаметр валика меньше отверстия скобы (рис. 455), то соприкасания между ними будет происходить по прямой, проходящей через *A*, вследствие чего скоба будет подвергаться изгибу. Часть скобы *BAC* будем рассматривать как брусок с закрепленными концами в сечениях *B* и *C*.

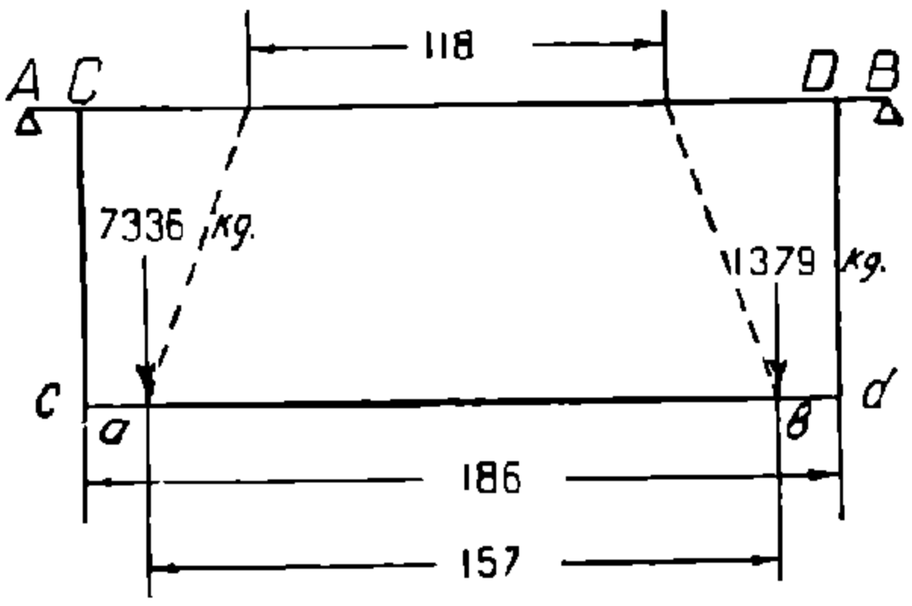


Рис. 454.

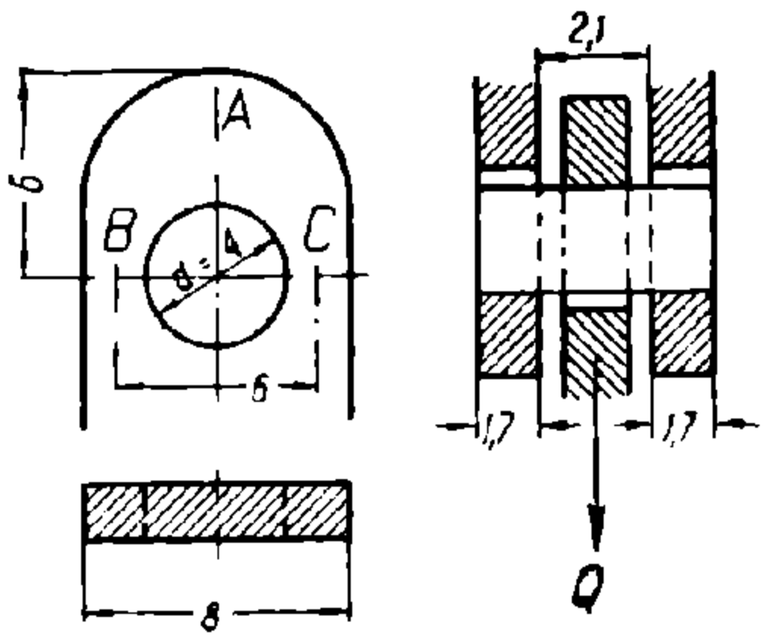


Рис. 455.

Изгибающий момент в точке *A* тогда будет:

$$M_A = \frac{QBC}{8} = \frac{7\,336 \cdot 6}{8} = 5\,500 \ кгсм.$$

Момент сопротивления сечения *A*:

$$W_A = \frac{1{,}9 \cdot 4^2}{6} = 5{,}06 \ см^3.$$

Напряжение от изгиба:

$$\sigma' = \frac{5\,500}{5{,}06} = 1\,090 \ кг/см^2.$$

Растягивающее напряжение в сечениях *B* и *C*:

$$\sigma'' = \frac{7\,336}{2 \cdot 2 \cdot 1{,}9} = 965 \ кг/см^2.$$

Предполагая валик $d = 4 \, см$ заделанным в кронштейне, находим момент, изгибающий валик:

$$M_1 = \frac{7\,336}{2} \cdot 1{,}9 = 6\,970 \ кгсм.$$

Напряжение от изгиба будет:

$$\sigma_1 = \frac{6\,970}{6{,}28} = 1\,110 \ кг/см^2.$$

Напряжение на срез валика будет:

$$\sigma_{ср} = \frac{7\,336}{2 \cdot 12{,}57} = 290 \ кг/см^2.$$

НБ УДУНТ (ДНТ)

Кроме вышеприведенных сил на поперечную балку тележки действуют силы торможения, которые зависят от направления движения вагона. Наиболее неблагоприятное направление будет вниз (т. е. случай растяжения подвесок). Схема нагрузки балки представлена на рис. 456.

Величину этих сил натяжения подвесок найдем в двух предположениях: 1) в момент торможения на кривой при скорости 50 *км*/час и 2) в момент, непосредственно предшествующий остановке.

Сила нажатия всех колодок вагона будет:

$$N = 0{,}8\,T = 35\,200\ кг,$$

что при числе тормозных колодок $n = 16$ даст силу нажатия одной колодки:

$$S = \frac{35\,200}{16} = 2\,200\ кг.$$

При скорости 50 *км*/час коэфициент трения колодки определяемом $\varphi_k = 0{,}144$.

Итак, усилие в тормозной колодке будет:

$$T_1 = 2\,200 \cdot 0{,}144 = 320\ кг.$$

При нулевой скорости коэфициент трения по формуле Франка будет:

$$\varphi_k = 0{,}29\,l^{-\frac{v}{10}} = 0{,}29$$

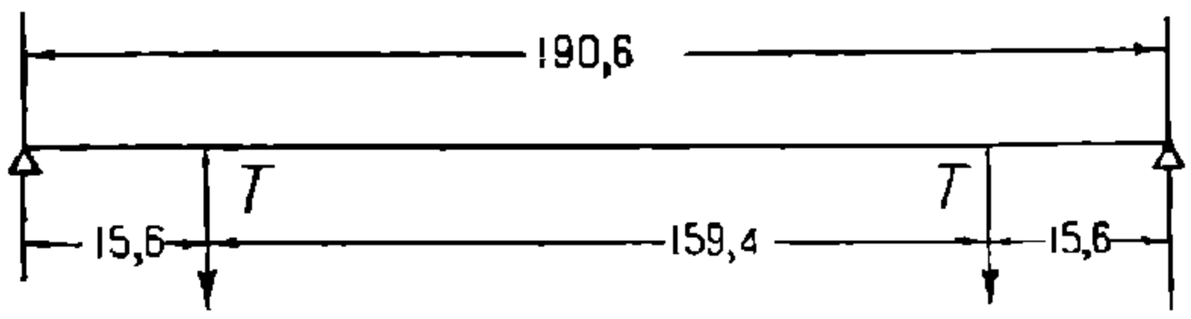


Рис. 456.

и, следовательно, сила:

$$T_2 = 2\,200 \cdot 0{,}29 = \backsim 640\ кг.$$

Наибольшие изгибающие моменты будут:

в первом случае: $M_1 = 15{,}6\,T_1 = 320 \cdot 15{,}6 = 4\,990\ кгсм$,

во втором случае: $M_2 = 15{,}6\,T_2 = 640 \cdot 15{,}6 = 9\,980\ кгсм$

и напряжения будут:

в первом случае: $\sigma_1 = \frac{M_1}{W} = \frac{4\,990}{303} = \backsim 16\ кг/см^2$,

во втором случае: $\sigma_2 = \frac{M_2}{W} = \frac{9\,980}{303} = \backsim 33\ кг/см^2$,

и прибавляя эти напряжения к ранее найденными:

$$\sigma_1' = 710 + 16 = 726\ кг/см^2,$$

$$\sigma_2' = 500 + 33 = 533\ кг/см^2.$$

Так как во втором случае имеется напряжение только от статической нагрузки, то необходимо ввести поправочный коэфициент, зависящий от силы инерции кузова. При коэфициенте трения между бандажом и колодкой $\varphi_k = 0{,}144$ увеличение нагрузки на шкворень составляет 280 *кг*. При увеличении коэфициента трения с 0,144 до 0,29 нагрузка на шкворень возрастает до

$$H_u' = H_u \frac{0{,}29}{0{,}144} = 280\ \ \frac{0{,}29}{0{,}144} = 565\ кг.$$

Это увеличение нагрузки, суммируясь со статической нагрузкой 17 150 *кг* дает

$$17\,150 + 565 = 17\,715\ кг.$$

Следовательно, коэфициент увеличения напряжения K:

$$K = \frac{17\,715}{17\,150} = 1{,}03.$$

Ранее найденные моменты M_1 и M_2 будут действовать и в передней поперечной балке тележки.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Эта балка никаких других усилий в вертикальной плоскости не воспринимает. Сечение балки состоит из швеллера $180 \times 70 \times 8$ с моментом сопротивления $W = 151{,}5\ см^3$.

Напряжения от изгиба будут:

$$\sigma_0' = \frac{4\,990}{151{,}5} = 33\ кг/см^2.$$

$$\sigma_0'' = \frac{9\,980}{151{,}5} = 66\ кг/см^2.$$

Продольные балки тележки. Схема продольной балки показана на рис. 457. Через точки A, A', B и B' показаны места прикрепления поперечных балок.

Принятый профиль металлической балки посередине длины ее указан на рис. 458.

Определим расстояние z до оси xx, проходящей через центр тяжести поперечного профиля, для чего воспользуемся уравнением моментов площадей, которое принимает следующий вид:

$$11\quad 10(z-5) - 10 \cdot 8{,}5(z-4{,}25) = 13{,}7(24-z-3{,}5) - 5{,}8 \cdot 7{,}6(24-z-2{,}9);$$

$$130\,z - 650 - 85 + 361{,}25 = 1\,885{,}5 - 91\,z - 930{,}09 + 44{,}08\,z.$$

$$91{,}92\,z = 1\,244{,}16.$$

$$z = \frac{1\,244{,}16}{91{,}92} = 135\ мм.$$

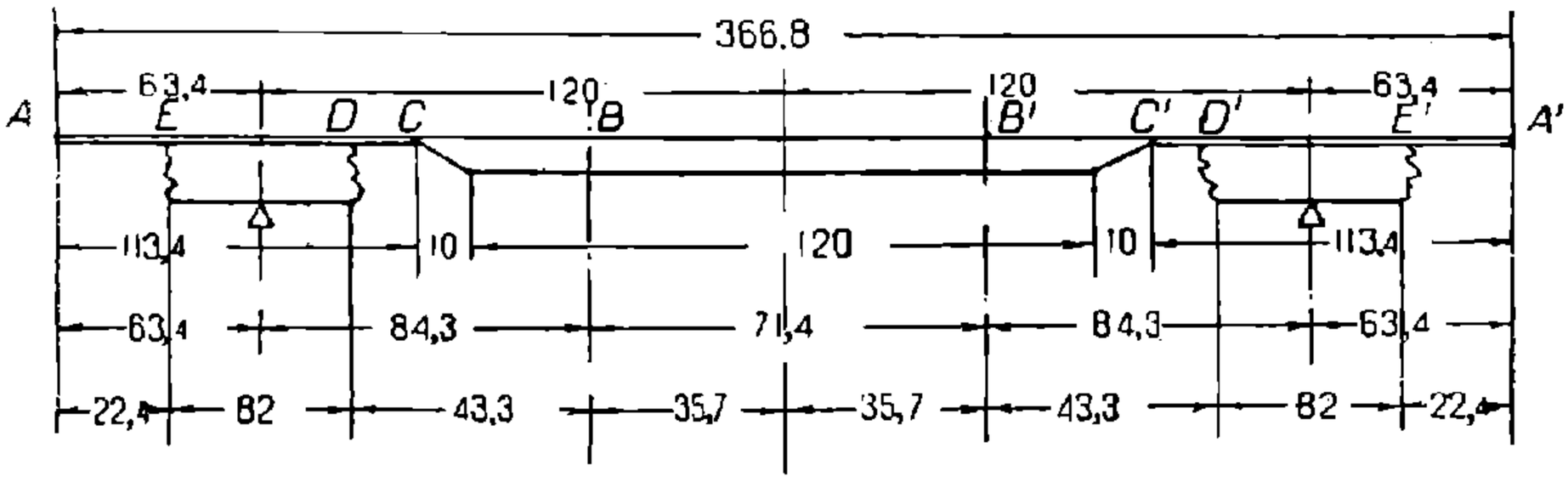


Рис. 457.

Определим моменты инерции и моменты сопротивления относительно осей x и yy:

$$J_x = \frac{13 \cdot 10^3}{12} + 13 \cdot 10\quad 8{,}5^2 - \frac{10 \cdot 8{,}5^3}{12} - 10 \cdot 8{,}5 \cdot 7{,}75^2 + \frac{13 \cdot 7^3}{12} +$$

$$+ 13 \cdot 7{,}7^2 - \frac{7{,}6 \cdot 5{,}8^3}{12} - 7{,}6 \cdot 5{,}8 \cdot 6{,}4^2 = 1\,083 + 9\,393 - 512 - 5\,105 +$$

$$+ 372 + 4\,459 - 124 - 1\,806 = 7\,760\ см^4,$$

откуда:

$$W_{x\,min} = \frac{7\,760}{13{,}5} = 575\ см^3.$$

$$J_y = \frac{17 \cdot 13^3}{12} - \frac{8{,}5 \cdot 10^3}{12} - \frac{5{,}8 \cdot 7{,}6^3}{12} = 3\,112 - 708 - 212 = 2\,192\ см^4.$$

Откуда:

$$W_y = \frac{2\,192}{6{,}5} = 337\ см^3.$$

Определим те же величины в сечении над серединой балансира.

Профиль сечения указан на рис. 459.

Расстояние z до оси xx, проходящей через центр тяжести поперечного профиля, определяется из формулы:

$$z = \frac{1}{2}\,\frac{aH^2 + bd^2}{aH + bd},$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

где из рис. 460 найдем значения:

$$a = 3\ см; \quad H = 18\ см;$$
$$b = 10\ см; \quad d = 1{,}5\ см.$$

Подставляя эти значения, имеем:

$$z = \frac{3 \cdot 18^2 + 10 \cdot 1{,}5^2}{2\,(3 \cdot 18 + 10 \cdot 1{,}5)} = \frac{972 + 22{,}5}{2(54 + 15)} = \frac{994{,}5}{138} = 7{,}2\ см.$$

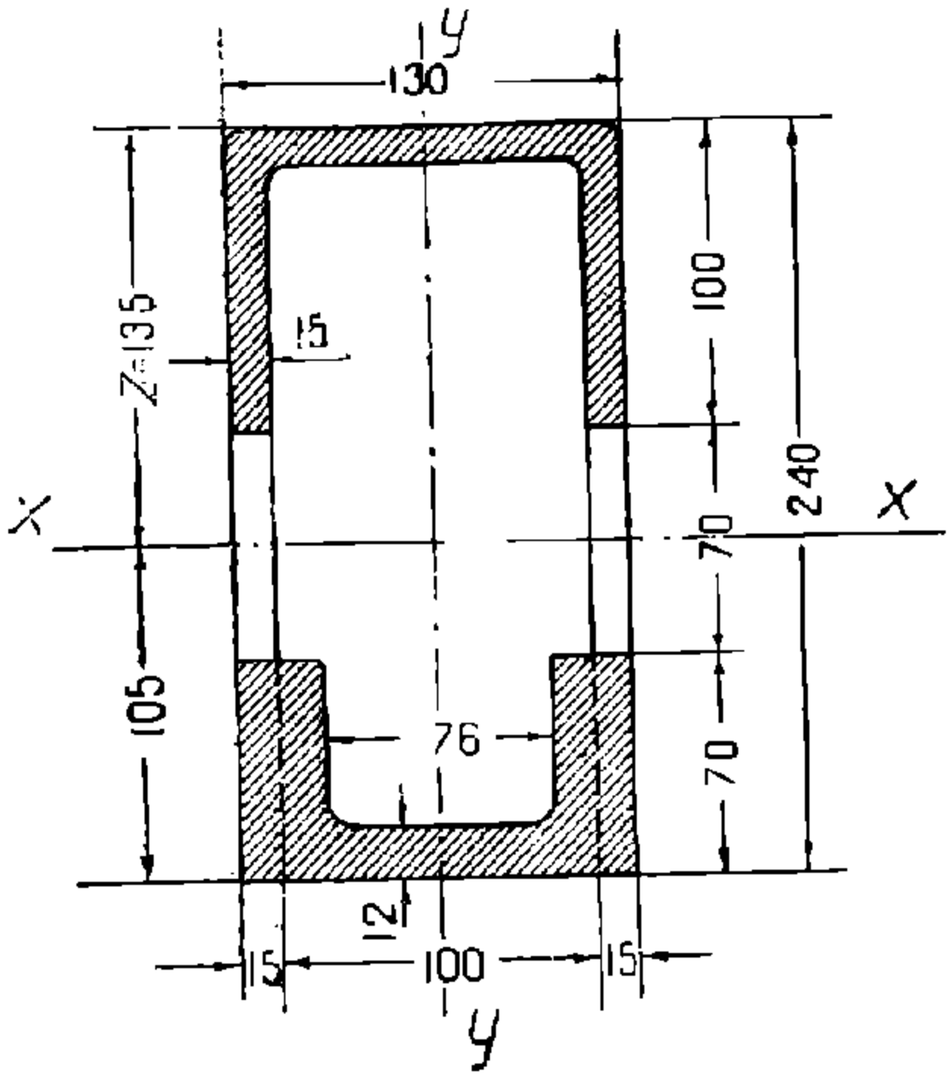


Рис. 458.

Момент инерции относительно оси **xx** определится из формулы:

$$J_x = \frac{1}{3}\left[Bz^3 - bh^3 + a(H - z)^3\right]$$

где:

$B = 13\ см$, $h = 5{,}7\ см$, остальные буквы имеют те же значения.

Подставляя в формулу, имеем:

$$J_x = \frac{1}{3}\left[13 \cdot 7{,}2^3 - 10 \cdot 5{,}7^3 + 3(18 - 7{,}2)^3\right] =$$

$$= \frac{1}{3}(4\,852 - 1\,852 + 3\,779) = \frac{6\,779}{3} = 2\,259\ см^4.$$

Откуда:

$$W_x = \frac{2\,259}{10{,}8} = 209\ см^3.$$

Момент сопротивления сечения относительно оси *yy* определится из формулы:

$$W_y = \frac{HB^3 - cb^3}{6b},$$

где $c = 16{,}5\ см$; остальные обозначения по предыдущему.

Подставляя в формулу, имеем:

$$W_y = \frac{18 \cdot 13^3 - 15\ 5 \cdot 10^3}{6 \cdot 13} = \frac{39\,546 - 16\,500}{78} = \frac{23\,046}{78} = 295\ см^3.$$

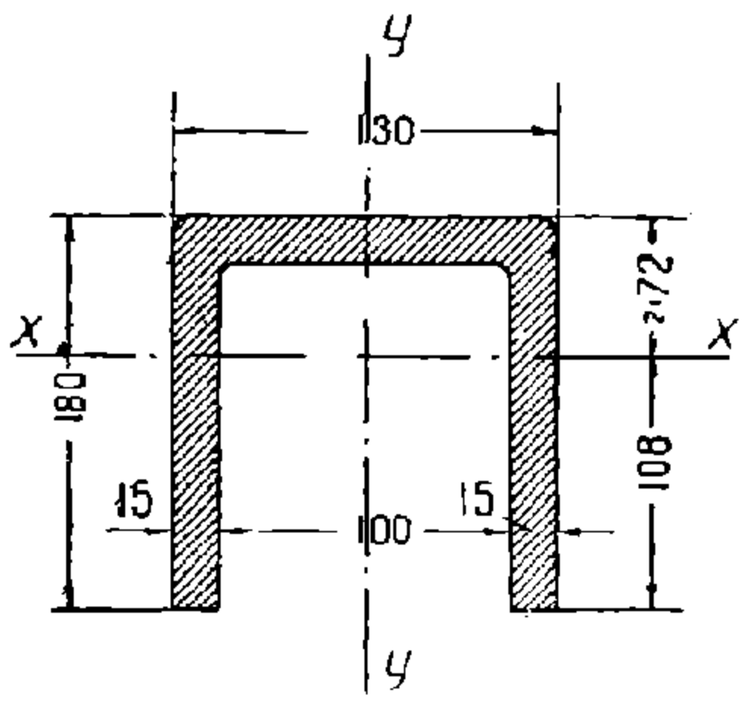


Рис. 459.

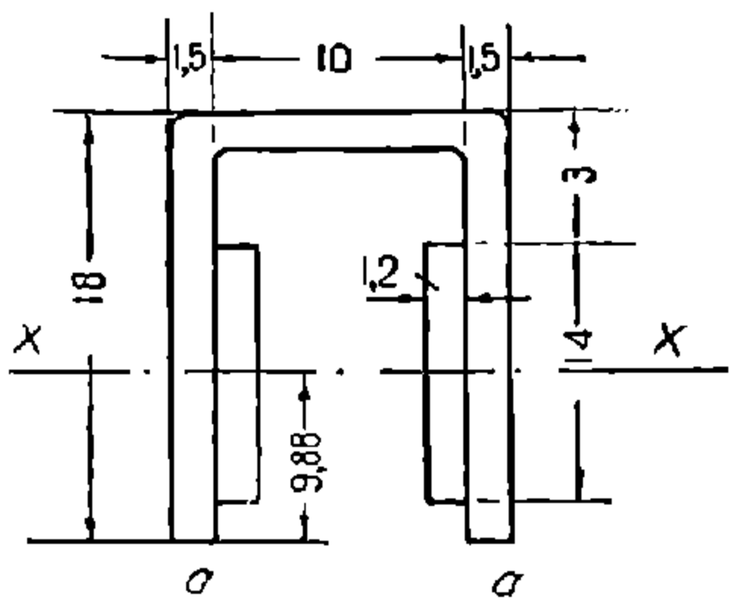


Рис. 460.

Сечение в точке *C* представлено на рис. 460. Расстояние от *aa* до центра тяжести сечения *Z* будет:

$$Z = \frac{2 \cdot 18 \cdot 1{,}5 \cdot 9 + 10 \cdot 1{,}5 \cdot 17{,}25 + 2{,}1 \cdot 14 \cdot 8}{2 \cdot 1{,}5 \cdot 18 + 1{,}5 \cdot 10 + 2 \cdot 1{,}2 \cdot 14} = 9{,}88\ см.$$

Момент инерции сечения относительно оси **xx** будет:

$$I_x = \frac{2 \cdot 1{,}5 \cdot 18^3}{12} + 54 \cdot 0{,}88^2 + 15 \cdot 7{,}37^2 + \frac{2 \cdot 1{,}2 \cdot 14^3}{12} + 33{,}6 \cdot 1{,}88^2 = 2\,981{,}8\ см^4.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Наименьший момент сопротивления будет:

$$W_x = \frac{2\,981{,}8}{9{,}88} = 301{,}8\ см^3.$$

Под действием статической нагрузки проверим продольную балку в сечениях D, C и B. Сечение C соответствует началу изменения сечения балки. Считая, как это было уже выше указано, собственный вес тележки равным 4 000 *кг*, равномерно распределенным по длине балки, находим реакции пружин равными R_1:

$$R_1 = \frac{4\,000}{2 \cdot 4} = 500\ кг.$$

Изгибающие моменты в точках B, C и D будут:

$$M_B' = 1\,000 \cdot 84{,}3 - \frac{2\,000 \cdot 147{,}7^2}{366{,}8 \cdot 2} = 24\,800\ кгсм,$$

$$M_C' = 1\,000 \cdot 50 - \frac{2\,000 \cdot 113{,}4^2}{366{,}8 \cdot 2} = 14\,940\ кгсм,$$

$$M_D' = 500 \cdot 82 - \frac{2\,000 \cdot 104{,}4^2}{366{,}8 \cdot 2} = 11\,290\ кгсм.$$

Действие кузова сведется к двум вертикальным силам, приложенным в точках B и B' и равным $17\,150 : 4 = 4\,287{,}5$ *кг*. Реакции пружин, очевидно, будут:

$$R = \frac{4\,287{,}5}{2} = 2\,143{,}75\ кг.$$

Изгибающие моменты M'' будут:

$$M_B'' = 4\,287{,}5 \cdot 84{,}3 = 361\,440\ кгсм,$$

$$M_C'' = 4\,287{,}5 \cdot 50 = 214\,380\ кгсм,$$

$$M_D'' = 4\,287{,}5 \cdot 41 = 175\,790\ кгсм.$$

Суммируя изгибающие моменты, получаем:

$$M_B = M_B' + M_B'' = 24\,800 + 361\,440 = 386\,240\ кгсм,$$

$$M_D = M_D' + M_D'' = 14\,940 + 214\,380 = 229\,320\ кгсм,$$

$$M_C = M_C' + M_C'' = 11\,290 + 175\,790 = 187\,080\ кгсм.$$

Напряжения в сечениях B, C и D будут:

$$\sigma_B = \frac{M_B}{W_B} = \frac{386\,240}{575} = 672\ кг/см^2,$$

$$\sigma_C = \frac{M_C}{W_C} = \frac{229\,320}{301{,}8} = 760\ кг/см^2,$$

$$\sigma_D = \frac{M_D}{W_D} = \frac{187\,080}{209} = 895\ кг/см^2.$$

Действие динамической нагрузки сведется к вертикальным силам, приложенным в точках B и B', и от действия колодок в A_1, A', C и C'. Кроме этого рама тележки, как одно целое, должна воспринять все горизонтальные усилия.

Нагрузка на обе продольные балки будет неодинакова. Рассмотрим балку, нагрузка на которую больше.

В сечении B (рис. 457 и 461) действуют вертикальное давление кузова, равное 6 058 *кг*, и горизонтальная сила, равная $\frac{1\,940}{4} = 485$ *кг* от силы инерции кузова при торможении, предполагая, что вся сила (1 940 *кг*) распределяется на 4 конца поперечных балок поровну. Тормозные усилия подвесок передадутся на продольную балку в виде двух равных и направленных в разные стороны сил $T = 320$ *кг*. Их

НБ УДУНТ (ДИП)

можно считать приложенными по кругу катания колеса, т. е. на 105 *см* друг от друга. Сила инерции собственно тележки будет:

$$2u' = \frac{U \cdot T'}{Q} = \frac{5388 \cdot 4}{47,6} = \sim 460 \text{ кг}.$$

Здесь 5388 *кг*—сила инерции вагона весом 47,6 *т*, а $T' = 4\,m$ — вес тележки (данные взяты из расчета рамы). На одну продольную балку придется:

$$\varphi = \frac{460}{2} = 230 \text{ кг}.$$

Сила эта приложена в центре тяжести тележки, т. е. на нижней кромке балки (рис. 461).

Это и есть все активные силы, приложенные к балке тележки. Переходя к реакциям, видим, что они будут и вертикальные и горизонтальные. Горизонтальные реакции H' будут приложены на челюстях буксовых лап по оси колеса:

$$H' = 485 + 115 = 600 \text{ кг}.$$

От действия сил инерции и от сил нажатия колодок передняя по движению ось будет перегружена, задняя же разгружена. Величина перегрузки определится из нижеследующего уравнения:

$$\Delta R \cdot 240 = (19 \cdot 2S + 10\varphi' + 2T \quad 105);$$

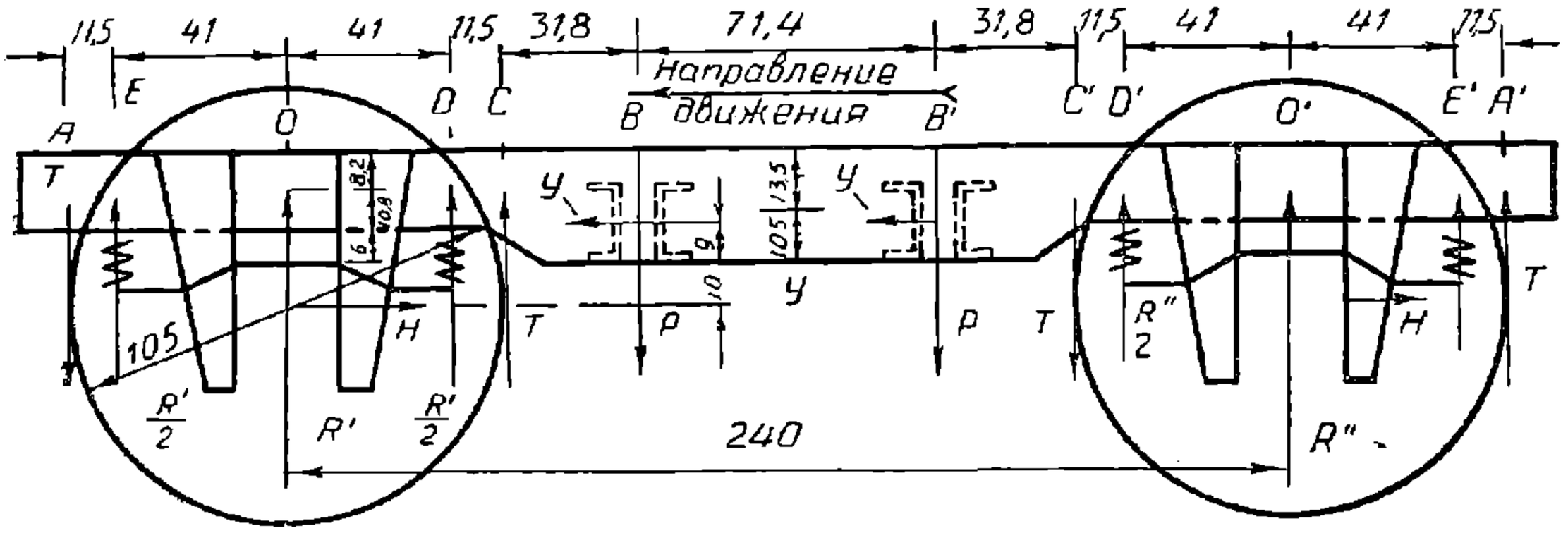


Рис. 461.

откуда:

$$\Delta R = \frac{2S \cdot 19 + 10\varphi' + 2T \quad 105}{240} = \frac{2 \quad 485 \quad 19 + '30 \cdot 10 + 2 \cdot 320 \cdot 105}{240} = 366 \text{ кг}.$$

Следовательно:

$$R' = 6058 + 366 = 6424 \text{ кг},$$
$$R'' = 6058 - 366 = 5692 \text{ кг}.$$

Ввиду наличия балансира эти реакции передадутся на обе пружины поровну, т. е. по

$$\frac{R'}{2} = \frac{6424}{2} = 3212 \text{ кг}$$

и

$$\frac{R''}{2} = \frac{5692}{2} = 2846 \text{ кг}.$$

Найдем изгибающие моменты в сечениях *E*, *O*, *D*, *C*, *B*, *B'*, *C'*, *D'*, *O'* и *E'* (рис. 461):

$$M_E = -320 \cdot 11,5 = -3680 \text{ кгсм},$$
$$M_O = -320 \cdot 52,5 + 3212 \cdot 41 = 114890 \text{ кгсм},$$
$$M_D = -320 \cdot 93,5 + 3212 \cdot 82 - 600 \cdot 26,8 = 217380 \text{ кгсм},$$
$$M_C = -320 \cdot 105 + 6424 \cdot 52,5 - 600 \cdot 26,8 = 287580 \text{ кгсм},$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

$$M_B = -320 \cdot 105 + 6\,424 \cdot 84{,}3 - 600 \cdot 20{,}5 + 485 \cdot 1{,}5 = 451\,300 \text{ кгсм},$$

$$M_B' = 320 \cdot 105 + 5\,692 \cdot 84{,}3 + 600 \cdot 20{,}5 - 485 \cdot 1{,}5 = 528\,790 \text{ кгсм},$$

$$M_{C'} = 320 \cdot 105 + 5\,692 \cdot 52{,}5 + 600 \cdot 26{,}8 = 348\,510 \text{ кгсм},$$

$$M_{D'} = 320 \cdot 93{,}5 + 2\,846 \cdot 82 + 600 \cdot 26{,}8 = 279\,370 \text{ кгсм},$$

$$M_{O'} = 320 \cdot 52{,}5 + 2\,846 \cdot 41 + 600 \cdot 26{,}8 = 149\,560 \text{ кгсм},$$

$$M_{E'} = 320 \cdot 11{,}5 = 3\,680 \text{ кгсм}.$$

Наибольшие напряжения в соответственных сечениях продольных балок тележки будут:

$$\sigma_E = -\frac{3\,680}{209} = -18 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma_O = \frac{114\,890}{209} = 550 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma_D = \frac{217\,380}{209} = 1\,040 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma_C = \frac{287\,580}{301{,}8} = 953 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma_B = \frac{451\,300}{575} = 785 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma_B = \frac{528\,790}{575} = 920 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma_{C'} = \frac{348\,510}{301{,}8} = 1\,155 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma_{D'} = \frac{279\,370}{209} = 1\,336 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma_{O'} = \frac{149\,560}{209} = 715 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma_{E'} = \frac{3\,680}{209} = 18 \text{ кг/см}^2.$$

Дополнительные напряжения в сечениях B, C и D от собственного веса будут:

$$\sigma'_B = \frac{24\,800}{575} = 43 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma'_A = \frac{11\,290}{209} = 54 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma'_C = \frac{14\,940}{301 \cdot 8} = 50 \text{ кг/см}^2.$$

Для сравнения ниже приводится подсчет моментов сопротивления сечений продольной балки существующей тележки Фетте.

Сечение существующей балки по середине длины указано на рис. 462.

Для определения момента инерции комбинированного сечения воспользуемся формулой:

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{M}{EJ}, \qquad (1)$$

где:

ϱ — радиус прогиба балки, соответствующий M,
M — изгибающий момент,
E — модуль упругости материала,
J — момент инерции сечения.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Обозначая через:

M_1, и M_2 — изгибающие моменты, воспринимаемые металлической и деревянной частями сечения, причем $M = M_1 + M_2$, т. е. полному изгибающему моменту,

E_1 и E_2 — модули упругости для металла и дерева,

J_1 и J_2 — моменты инерции металлической и деревянной частей балки,

J — искомый момент инерции для равнопрочного профиля из металла и имея в виду, что ϱ для всех составных частей балки одинаково,

имеем:

$$\frac{M_1}{E_1 J_1} = \frac{M_2}{E_2 J_2}. \tag{2}$$

Так же:

$$\frac{M_1 + M_2}{E J} = \frac{M_1}{E_1 J_1}. \tag{3}$$

Определяя из формулы (2) M_2 и подставляя в формулу (3), имеем:

$$\frac{M_1\left(1 + \frac{E_2 J_2}{E_1 J_1}\right)}{E_1 J} = \frac{M_1}{E_1 J_1}$$

или

$$E_1 J = E_1 J_1 + E_2 J_2$$

откуда:

$$J = \frac{E_1 J_1 + E_2 J_2}{E_1} = J_1 + J_2 \frac{E_2}{E_1}. \tag{4}$$

Принимая E_2 для дуба равным 100 000 *кг/см²* и подставляя в формулу (4), имеем:

$$J = J_1 + \frac{1}{22} J_2. \tag{5}$$

Определим J_1 и J_2 для сечения (рис. 462) в отношении осей xx и yy. Из формулы:

$$\overline{J_x} = \frac{2bh^3}{12} + 4\,(J_x' + fe_1^2), \tag{6}$$

где по рис. 462:

$b = 1{,}3$ *см*,

$h = 23$ *см*,

$J_x = 68{,}85$ *см*⁴ — момент инерции одного угольника,

$e_i = 8{,}5$ *см* — расстояние центра тяжести угольника до оси xx,

$f = 11{,}11$ *см*² — площадь сечения угольника.

Подставляя в формулу (6), имеем:

$$J_x = \frac{2 \cdot 1{,}3 \cdot 23^3}{12} + 4\,(68{,}85 + 11{,}11 \cdot 8{,}5^2) = 2\,636 + 3\,488 = 6\,124 \text{ см}^4.$$

$$J_{2x} = \frac{b'h'^3}{12} = \frac{7{,}3 \cdot 21^3}{12} = 5\,634 \text{ см}^4.$$

Подставляя в формулу (5), имеем:

$$J_x = 6\,124 + \frac{5\,634}{22} = 6\,124 + 256 = 6\,380 \text{ см}^4.$$

Момент сопротивления

$$W_x = \frac{2 J_x}{23} = \frac{2 \cdot 6\,380}{23} = 555 \text{ см}^3.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Определим теперь момент инерции сечения относительно оси *уу* по формуле:

$$J_y = 2\left(\frac{b^3 h}{12} + hbl^2\right) + 4\,(J_y' + f_{e2}{}^2),$$

где по предыдущему.

$h = 23\ см$,

$b = 1{,}3\ см$,

$l = 5{,}3\ см$,

$J_y' = 11{,}21\ см^4$ — момент инерции угольника,

$f = 11{,}11\ см^2$ — площади угольника,

$e_2 = 4{,}65 - 1{,}94 = 2{,}71\ см$.

Подставляя в формулу:

$$J'_y = 2\left(\frac{23 \cdot 1{,}3^3}{12} + 23 \cdot 1{,}3 \cdot 5{,}3^2\right) + 4(11{,}21 + 11{,}11 \quad 2{,}71^2) = 681\ см^4.$$

Подставляя в формулу (5), имеем:

$$J_y = 2\,068 + \frac{681}{22} = 2\,068 + 31 = 2\,099\ см^4.$$

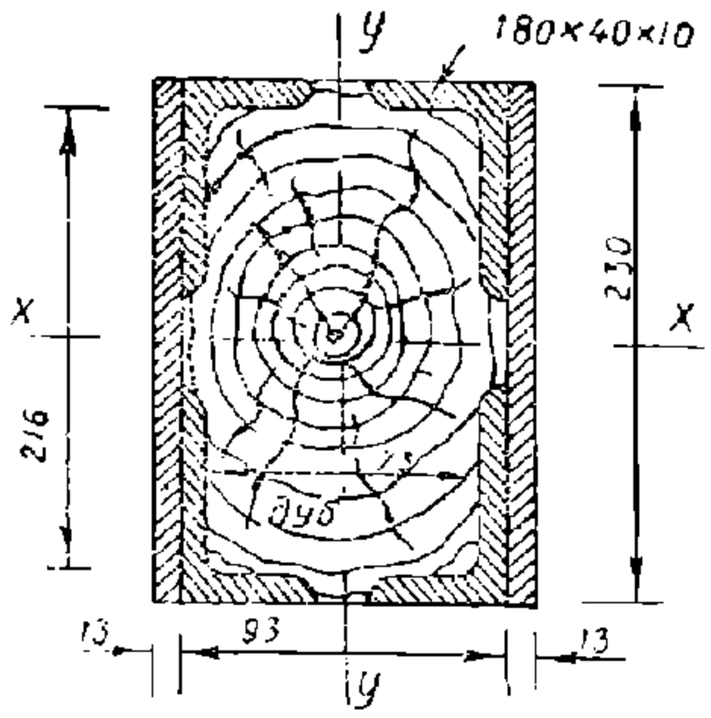


Рис. 462.

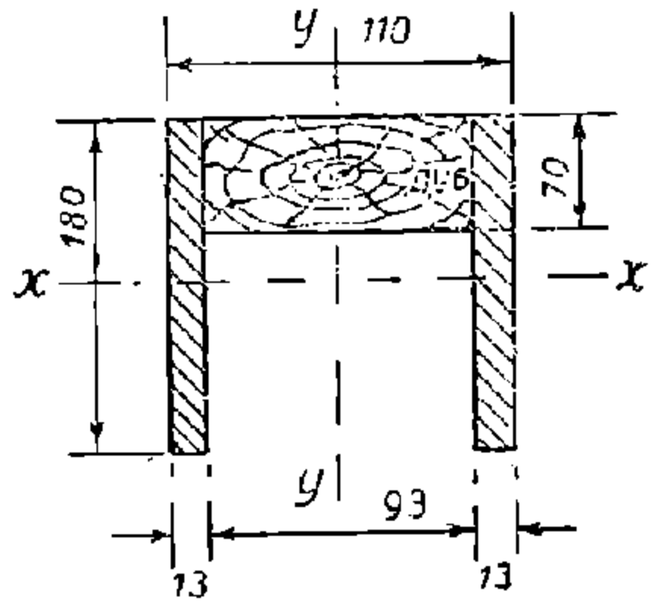


Рис. 463.

Момент сопротивления

$$W_y = \frac{2 \cdot 2\,099}{11{,}9} = 353\ см^3.$$

Сечение той же балки над балансиром указано на рис. 463.

На основании предыдущего имеем:

$$J_{1x}' = \frac{2 \quad 1{,}3 \cdot 18^3}{12} = 1\,264\ см^4,$$

$$J_{2x}' = \frac{9{,}3 \cdot 7^3}{12} + 9{,}3 \cdot 7 \cdot 5{,}5^2 = 266 + 1\,969 = 2\,235\ см^4.$$

Подставляя в формулу (5), имеем:

$$J_x' = 1\,264 + \frac{2\,235}{22} = 1\,264 + 102 = 1\,366\ см^4,$$

откуда:

$$W_x' = \frac{1\,366}{9} = 152\ см^3,$$

$$J_{1y}' = 2\left(\frac{18 \cdot 1{,}3^3}{12} + 18 \cdot 1{,}3 \cdot 5{,}5^2\right) = 2\,(3{,}3 + 657{,}3) = 1\,321\ см^4,$$

$$J_{2y}' = \frac{7 \cdot 9{,}3^3}{12} = 469\ см^4.$$

НБ УДУНТ (ДПТ)

Подставляя в формулу (5), имеем:

$$J_y' = 1321 + \frac{469}{22} = 1321 + 21 = 1342 \ см^4,$$

откуда

$$W_y' = \frac{1342 \cdot 2}{11,9} = 226 \ см^3.$$

В нижеуказанной таблице указана сравнительная сводка полученных моментов сопротивления существующей балки и новой для двух сечений: посередине и над серединой балансира.

Место сечения	Существующая балка		Новая балка	
	W_x	W_y	W_x	W_y
Посередине .	555	353	575	337
Над балансиром .	152	226	209	295

Из этого сравнения видно, что подобранный профиль в обоих сечениях сильнее существующего комбинированного, за исключением сечения посередине относительно оси *уу*, где профиль теоретически слабее на

$$\frac{(353 - 337)\,100}{353} = 4,5\%.$$

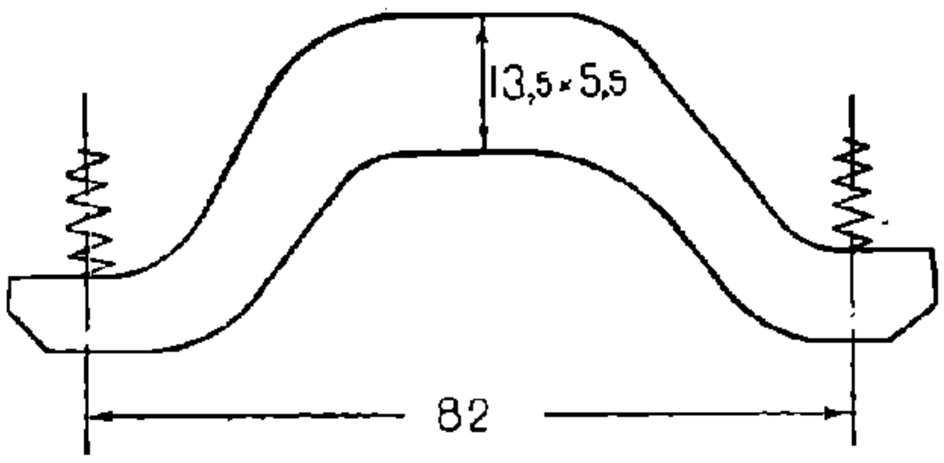


Рис. 464.

Но принимая во внимание незначительность этой величины и что новый профиль представляет собой две металлические коробки, соединенные заклепками, равномерное восприятие изгибающего момента всем сечением более обеспечено в нем, чем в существующем профиле, где в местах соединения болтов дерево может обминаться и тем самым не воспринимает на себя полностью соответствующую нагрузку, перенапрягая тем самым металлические части.

Балансир. Сечение балансира посередине прямоугольное 13,5×5,5 (рис. 464). Момент сопротивления:

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{5,5 \cdot 13,5^2}{6} = 167,1 \ см^3.$$

Изгибающий момент под действием статической нагрузки будет:

$$M = \frac{2\,143,75 \cdot 82}{2} = 87\,890 \ кгсм.$$

где 2 143,75 — сила, передаваемая пружиной.

Напряжение будет:

$$\sigma = \frac{87\,890}{197,1} = 526 \ кг/см^2.$$

Наибольшее давление на пружину достигает 3 212 *кг*.

Следовательно, наибольший изгибающий момент будет:

$$M_{max} = 3\,212 \cdot 41 = 131\,690 \ кг/см.$$

и максимальное напряжение в балансире:

$$\sigma_{max} = \frac{131\,690}{167,1} = 788 \ кг/см^2.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

139. Схема тормозных рычажных передач и их расчет

Тормоза, как известно, служат для остановки поезда и для замедления скорости при движении. Торможение происходит путем нажатия колодок, подвешенных к раме вагона или к тележке на вертикальных рычагах, на поверхность катания колес (бандажа). При нажатии на обод колеса появляется сила трения, препятствующая вращению колес. Эта сила трения имеет направление по касательной к бандажу, стремится в противоположную сторону вращения колеса и называется тормозною силою. Зависит она от силы нажатия колодки на бандаж, от рода материала, от состояния

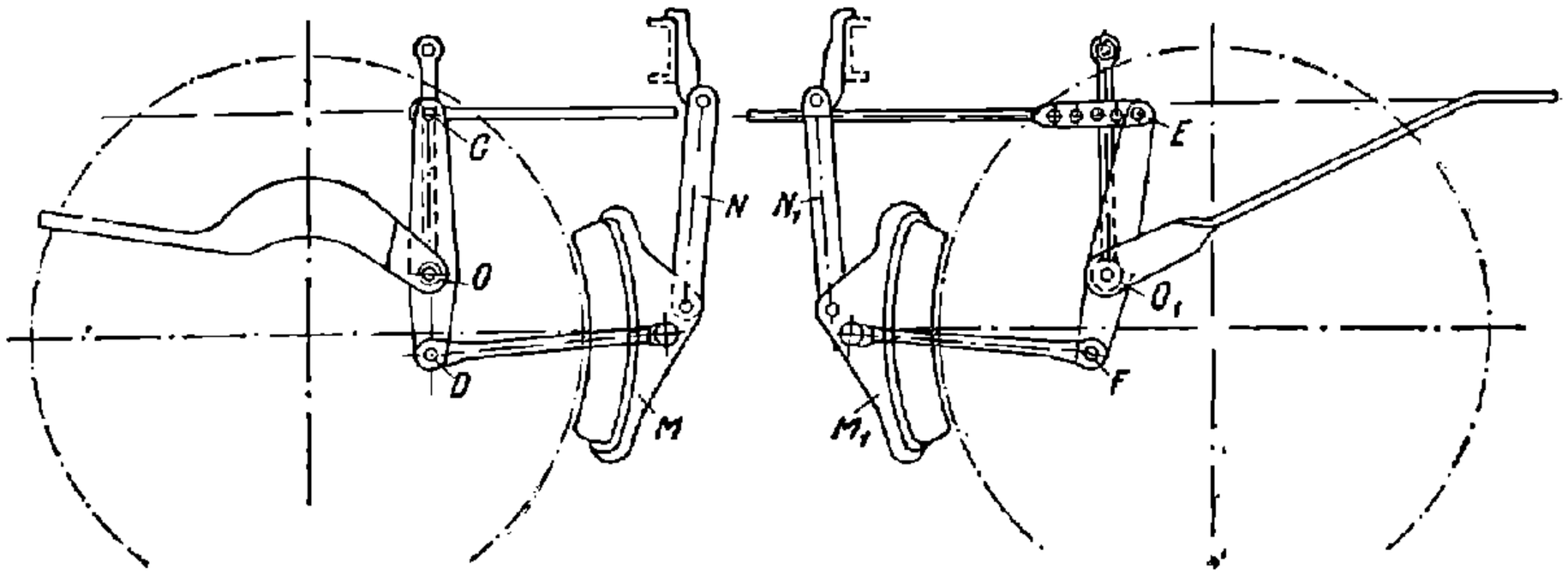


Рис. 465.

трущихся поверхностей и скорости. Нажатие колодок на бандажи производится при помощи рычажной передачи, которая приводится в действие двумя способами: с помощью усилия человека или усилия, возникающего на штоке поршня воздушного тормозного цилиндра; в зависимости от этого тормоза делятся на ручные и воздушные,

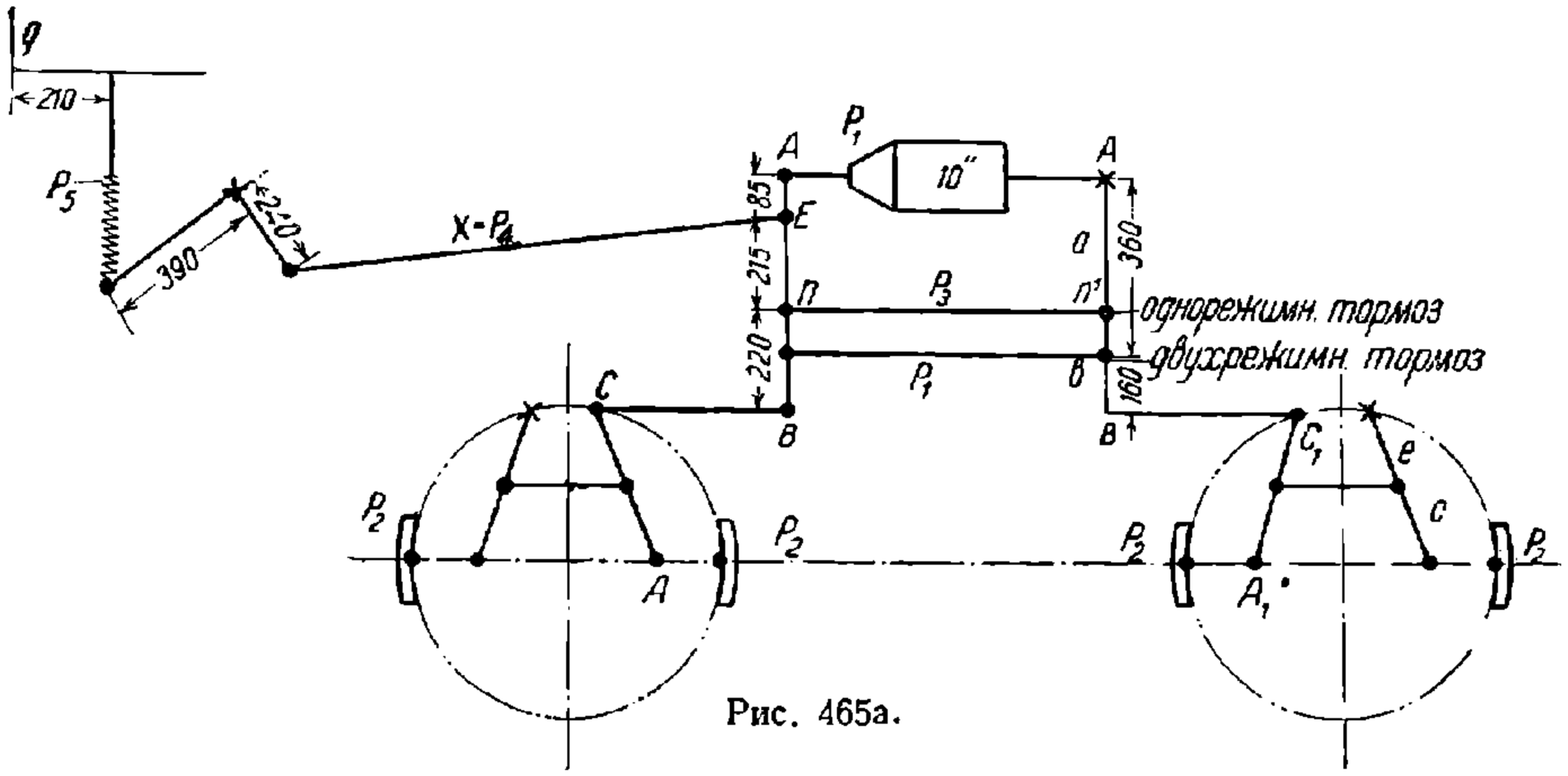


Рис. 465а.

называемые автоматическими. Автоматическими они называются потому, что при разрыве поезда и разъединении водухопроводных труб тормоза обеих разорвавшихся частей поезда приходят в действие и останавливают оторвавшуюся часть поезда без участия машиниста. Торможение существует двух типов: одностороннее и двухстороннее. При одностороннем торможении колодки подвешиваются с одной стороны колес.

На рис. 465 указана схема рычажной передачи одностороннего тормоза 2-осного вагона старой конструкции. Эта рычажная передача больше не изготовляется. Преимущество одностороннего торможения—простота конструкции, меньший вес и более дешевая стоимость по сравнению с двухсторонним торможением. Недостатки этой конструкции заключаются в том, что нажатие колодок на бандажи при износе их резко уменьшается с увеличением угла наклона рычагов, при этом увеличивается путь перемещения всех рычагов и тяг, что является недопустимым, так как гайка винта ручного тормоза и поршень автоматического тормоза имеют ограниченный ход. Для

НЕ УДУТ (ДГТ)

устранения вредных последствий отклонения рычагов устраивается регулирование при помощи пяти дыр, сделанных на головке длинной тяги. В настоящее время одностороннее торможение существует только на узкоколейных вагонах, на вагонетках и на ж.-д. 2-осных вагонах подъемной силы 16,5 *т*, как платформ, так и крытых. Одностороннее нажатие колодок на бандаж вызывает добавочную силу, действующую

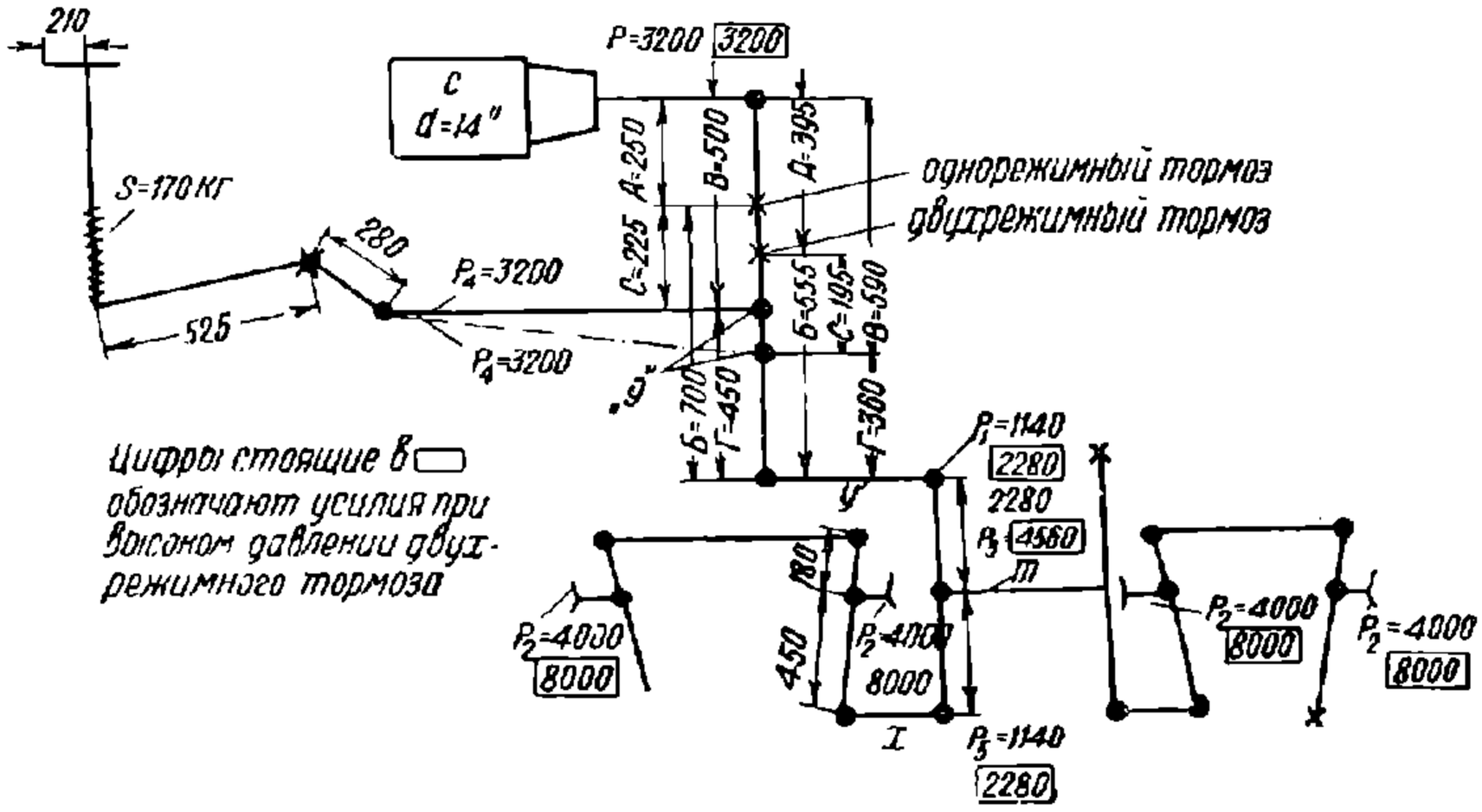


Рис. 466.

в горизонтальной плоскости, которая изгибает шейки оси. На всех 2-осных вагонах подъемной силы в 20 *т* устанавливается рычажная передача для двухстороннего торможения. Надо заметить следующее, что до 1931 г. одноименные детали имели разные размеры и даже конструкции. Позднее, в том же году, НКПС была поставлена задача перед промышленностью о том, чтобы объединить все одноименные детали и создать, насколько будет возможно, меньше типов рычажных передач.

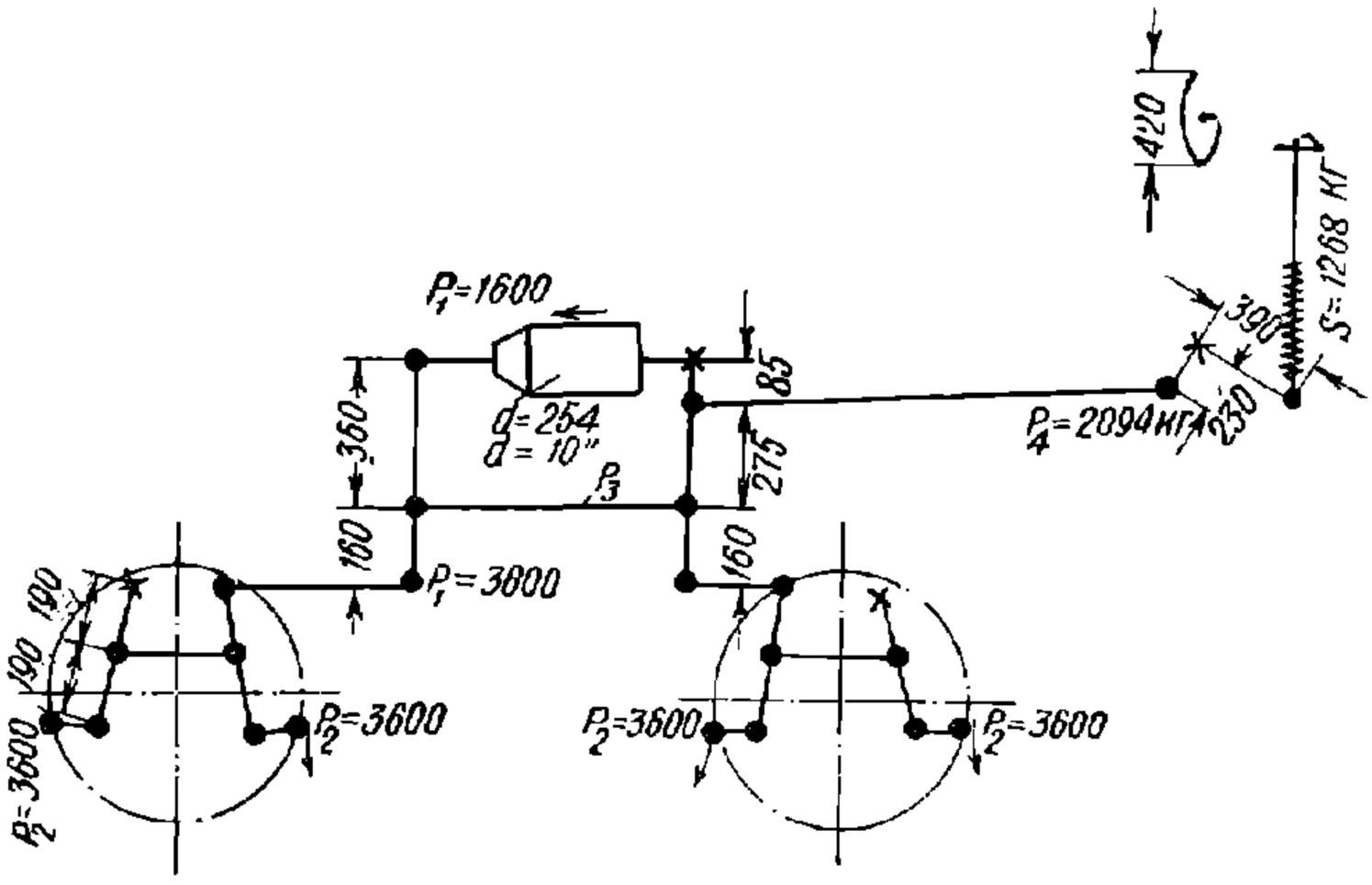


Рис. 467.

Была разработана стандартная тормозная рычажная передача для 2-осных вагонов по типу 20-тонного крытого вагона (рис. 465а). Для 4-осных вагонов, строящихся в 1932 г., схема передачи изображена на рис. 466 и 467.

При разработке проектов в частитехнологических процессов изготовления были широко применены методы электросварки, благодаря чему и достигли снижения веса деталей и упрощения технологических процессов при изготовлении деталей. Наиболее характерные изменения сводятся к следующему: для 2-осных 14-метровых вагонов пригородного сообщения, а также для 14-метровых дальнего следования существующую рычажную передачу заменили рычажной передачей по типу 2-осных вагонов подъемной силы 20 *т* с соответствующими для этого изменениями (рис. 467). Под 4-осным пассажирским вагонам длиной 20,2 *м* введены в конструкцию рычажной передачи однотипные детали с 2-осных вагонов, как-то: колодка международного типа, башмаки, чеки и затяжки вертикальных рычагов. Триангель спроектирован сварной конструкции. Так как подвешивание триангеля применено по типу 20-тонного товарного вагона, то кронштейн подвески вертикальных рычагов тоже измененна более простую конструкцию по типу 20-тонного товарного вагона.

НБ УДУХТ (ДІТ)

Так как в соответствии с планом реконструкции вагонного парка ж.-д. постройка новых типов грузовых вагонов предусматривается исключительно 4-осных тележечных, то для примера подробно рассмотрим рычажную передачу полувагона типа «гондола» грузоподъемностью в 60 *т*. На рис. 468 изображены схема расположения рычагов, отнесенная к одной плоскости, и усилия, действующие в соответствующих частях передачи. Воздушный цилиндр диаметром внутри 14" работает под давлением воздуха в 3,5 *ат* при груженом режиме.

Воздух в цилиндре давит на диск поршня; последний, перемещаясь вместе со штоком, передает точке *К* усилие $P = 3\,200$ *кг*, действующее на горизонтальный рычаг *КТ*. Вследствие жесткого закрепления горизонтальных рычагов мертвой тягой *АБ* на другом конце возникает усилие *Р* в шарнире *Т*. Это усилие передается через тягу *ТЖ* вертикальному рычагу *ЖД*. Величина силы *Р* в точке *Ж* определяется в 2 000 *кг*.

Горизонтальная тяга *ДД* служит связью нижних шарниров вертикальных рычагов. Подбором соответствующих плеч в вертикальных рычагах получаем усилие, передающееся через точку *И* на колодки P_2, равное 7 000 *кг*.

Действие передачи при торможении состоит в следующем. Под давлением воздуха в цилиндре поршень переместится, и шарнир *К* отойдет влево, горизонтальный рычаг *КТ* повернется около шарнира *А*, и точка *Т* переместится вправо и потянет за собою горизонтальную тягу *ЖТ*; в этот момент вертикальный рычаг *ЖД* повернется около точки *Д*, и колодка *И* переместится вправо до соприкосновения с поверхностью бандажа. Как только колодка *И* нажмет на бандаж, в этот момент точка *Д* (перестает быть опорой) начнет перемещаться

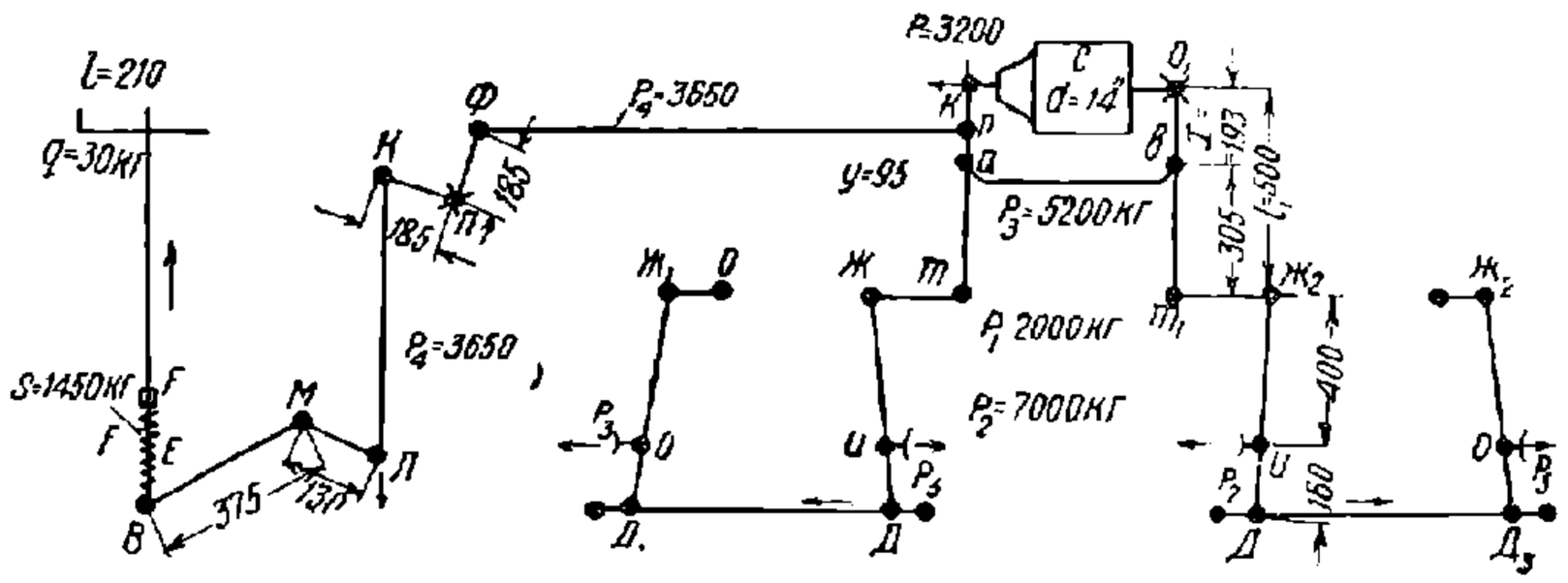


Рис. 468.

влево, толкая шарнир *Ж* в том же направлении, а вместе с ним и колодку *И*. Перемещение точки *И* произойдет потому, что рычаг *ДЖ* подвешен на мертвой тяге *ЖО* в точке *Ж*. В момент касания обеих колодок левой части тормоза сейчас же передается дальнейшее движение шарнира *К*, который увлекает влево при помощи тяги *АБ* точку *А*, а так как этот горизонтальный рычаг мертво закреплен в точке *О*, то начинается перемещение шарнира *Т* влево, увлекающего за собой горизонтальную тягу *ТЖ*. Последняя в свою очередь наклоняет вертикальный рычаг *ЖД* до начала прикосновения колодки, после чего начнет отклоняться тяга *ДД* вправо, толкая вертикальный рычаг, а вместе с ним и колодку до момента нажатия на бандаж. В следующий момент, после того как наступило касание колодок, начинается торможение, т. е. все колодки одновременно нажимают на бандажи с силой *Р*. Для регулирования рычажной передачи при износе колодки служат головки длинных горизонтальных тяг *ТЖ*, которые имеют несколько дыр для того, чтобы путем перестановки валиков можно было уменьшить длину тяг.

При переходе всего вагонного парка на автоматическое торможение ручной тормоз играет второстепенную роль. Он будет применяться только на маневровых работах с горок, где вагон, отцепленный от состава поезда и пущенный с горки на сортировочные пути, может быть задержан путем ручного торможения. В настоящее время при маневрах применяют особое приспособление (башмаки) для остановки вагонов, но этот способ примитивен: башмак ставится на рельс, и вагон, налетая на него, теряет живую силу и уменьшает скорость.

Привод ручного тормоза. Винт товарных вагонов делается однооборотный с полукруглой нарезкой. Наружный диаметр винта $d = 41{,}3$ *мм* и внутренний $d = 31{,}7$ *мм*, шаг нарезки $h = 9{,}5$ *мм*; такие размеры имеют все тормозные винты товарных вагонов на наших дорогах. Винт устанавливается вертикально у концевой стены тамбура или открытой площадки вагона; внизу винт опирается на подпятник, стоящий на буферном брусе, а верхний конец его поддерживается скобой, укрепленной на деревянном брусе тормозной площадки.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

На верхний конец винта надевается на квадрат рукоятка с плечом 210 *мм*. Гайка *Г* на винте имеет две цапфы, которые соединяются с кривым неравноплечим рычагом с помощью тяг (помочей) *ГЕ*. Для предупреждения вращения гайки ставится направляющая полоса.

Действие ручного тормоза происходит следующим путем. Для того чтобы затормозить вагон, тормозильщик вращает руками рукоятку с плечом *l*. Тормозной винт вращается, и по нему перемещается гайка, увлекая за собою тягу *Е* вверх. Усилие, появившееся в гайке, передается через тягу на конец кривого рычага *ВЛ*. Возникающее усилие в точке *В* передается в точку *Л* вследствие того, что точка *М* есть центр вращения рычага *ВЛ*. Точка *Л* переместится вниз и потянет за собою горизонтальную тягу *НП*, которая увлекает за собой равноплечий рычаг *НФ*, имеющий постоянную точку вращения *П*. Шарниры этого рычага *Н* и *Ф* переместятся влево, потянут за собой горизонтальную тягу *ФП*. Дальнейшее перемещение рычагов и передача усилий будут происходить так же, как и при передаче усилий от тормозного цилиндра.

Головка *П* горизонтального рычага *ФП* имеет четыре отверстия для регулирования при износе колодок. При сборке рычажной передачи должны быть приняты меры к уменьшению износа и трения в шарнирах и к уничтожению шума и скрипа. Для этого необходимо все соприкасающиеся поверхности рычажной передачи ставить гладкими и чистыми. Дыры аккуратно рассверлены, а валики пригнаны по дырам с зазором не более 0,5 *мм*. Для повышения коэфициента полезного действия рычажной передачи тормоза нужно производить обточку валиков и делать хорошую пригонку их по дырам в рычагах. Регулирование рычажной передачи тормоза должно производиться исходя из условия, чтобы зазор между колодкой и бандажом был в пределах от 3 до 5 *мм* при отпущенном тормозе.

Расчет тормозной рычажной передачи

Данные к расчету. Для того чтобы произвести расчет тормозной передачи, необходимо иметь следующие данные:

1. Внутренний диаметр цилиндра d — для 4-осных вагонов установлен в 356 *мм*.
2. Расчетное давление в тормозном цилиндре: а) при груженом режиме p принимается равным 3,5 *ат*, б) при порожнем режиме p_1—1,8 *ат*.
3. Коэфициент полезного действия рычажной передачи:

$$\eta = 0{,}9.$$

4. Передаточное число всей рычажной передачи:

$$i = 9.$$

5. Сила на рукоятке винта тормозильщика q принимается от 25 до 30 *кг*.
6. Ручное торможение должно обеспечивать 80% от тары T для нажатия всех колодок.
7. Допускаемое напряжение в расчете рычажной передачи:

$$\sigma = 1\,200\ кг/см^2.$$

Расчет при груженом режиме

1. Усилие на поршне в цилиндре:

$$P = 0{,}785\, d^2 p\, \eta.$$

2. Усилие на шарнире T, передающееся на длинную тягу $ЖТ$:

$$P_1 = \frac{Pak}{am}.$$

3. Усилие, действующее на затяжку триангеля:

$$P_2 = \frac{P_1 ЖD}{UD}.$$

4. Нажатие колодок на бандаж:

$$P_б = \frac{P_2}{2}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Размеры горизонтальных рычагов в тялежке «Диамонд» взяты по конструктивным соображениям длиною 500 *мм* с плечами 195 и 305 *мм*; вертикальные рычаги взяты длиною 560 *мм* с плечами 400 и 160 *мм* (рис. 468).

5. Проверяется передаточное число:

$$i = \frac{195 \cdot 560}{305 \cdot 160} = 9.$$

6. Полное нажатие всех колодок:

$$П = P_б \cdot 8,$$

где 8—число колодок.

Расчет при порожнем режиме

1. Усилие на поршне в цилиндре:

$$P' = 0{,}785 d^2 p_1 \eta.$$

2. Усилие на длинную горизонтальную тягу *ЖТ*:

$$P_1' = P \frac{ak}{am}.$$

3. Усилие, действующее на затяжку триангеля:

$$P_2' = P_1' \frac{ЖD}{UD}.$$

4. Полное нажатие всех колодок:

$$П' = P_2 \cdot 4,$$

где 4—число пар колодок (число триангеля).

5. Процент торможения в зависимости от тары допускается от 0,75 до 0,8 и определяется по формуле:

$$\varphi = П' \frac{100}{T}.$$

Ручное торможение

1. Усилие на гайке винта при силе рабочего в 30 *кг*:

$$S = \frac{ql(2\pi r - \mu h)}{r(h + 2\pi r\mu)},$$

где:

q — сила нажатия на рукоятку винта 30 *кг*,
l — плечо рукоятки, сидящей на винте, 21 *см*,
r — средний радиус нарезки винта 1,825 *см*,
h — высота нарезки винта 0,95 *см*,
μ — коэфициент трения гайки по винту 0,15.

2. Усилие на горизонтальном рычаге *НЛ*, передающееся через неравноплечий кривой рычаг:

$$P_4 = S \frac{B\mu}{Л \cdot \mu}.$$

3. Усилие, передающееся на длинную тягу *ФП*:

$$P_4' = P_4 \frac{НП}{ПФ}.$$

4. Усилие на горизонтальной тяге *ЖТ* при ручном торможении:

$$P_1 = 0{,}8\, T \frac{OD}{ЖD}.$$

НБ УДУНТ (ДПТ)

5. Определение точки соединения горизонтальной тяги $ФП$ с горизонтальным рычагом $КТ$, плечо $ПТ = y + 305$, из уравнения имеем:

$$P_4' y = P_1 \ am,$$

$$y = \frac{P_1 \ am}{P_4'} \ см.$$

Примерный расчет рычажной передачи

Для примера произведем проверочной расчет рычажной передачи 20-тонного крытого товарного вагона (рис. 465).

Предварительно определим:

1. Площадь поршня тормозного цилиндра:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = 0{,}785 \cdot 25{,}4^2 = 506{,}5 \ см^2.$$

Внутренний диаметр тормозного цилиндра принят стандартным 254 *мм*.

2. Усилие на поршень при порожнем режиме:

$$P_1 = p_1 F = 2 \cdot 506{,}5 = 1\,013 \ кг,$$

при груженом режиме:

$$P = pF = 3{,}6 \cdot 506{,}5 = 1\,823 \ кг.$$

Рабочее давление в тормозном целиндре принято:

$$P_1 = 2 \ am, \ P = 3{,}6 \ am.$$

Отношением плеч горизонтального рычага AB задаемся 2,25; тогда передаточное число через вертикальные рычаги CD и $C'D'$ и колодкой при общем передаточном числе 9 будет:

$$i = \frac{9}{2{,}25} = 4.$$

Отношение плеч вертикальных рычагов должно быть подобрано так, чтобы в результате получить принятое передаточное число, равное 9:

$$i_1 = \frac{360}{160} \cdot \frac{190}{190} 4 = 9.$$

Сила нажатия колодок не должна быть больше или равна силе трения между колесом и рельсом, т. е.

$$\Sigma P \varphi \leqslant P f.$$

Поэтому при практических расчетах тормозной рычажной передачи силу нажатия колодок принимают: 75—80% от тары вагона, при ручном торможении принимают 70%.

На основании вышеприведенных соображений и учета коэфициента полезного действия передачи сила нажатия всех колодок определится:

при порожнем режиме:

$$P_2 = P_1 \eta i = 1\,013 \cdot 0{,}9 \cdot 9 = 8\,205 \ кг,$$

при груженом режиме:

$$P_2' = P \eta i = 1\,823 \cdot 0{,}9 \cdot 9 = 14\,766 \ кг$$

где $\eta = 0{,}9$—коэфициент полезного действия рычажной передачи.

Коэфициент торможения при двухстороннем нажатии колодок будет:

$$P_2' = 2 \alpha T,$$

откуда:

$$\alpha = \frac{P_2'}{2T} = \frac{14\,776}{2 \cdot 10\,000} = 0{,}74.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

5. Определение точки соединения горизонтальной тяги $ФП$ с горизонтальным рычагом $КТ$, плечо $ПТ = y + 305$, из уравнения имеем:

$$P_4' y = P_1 \ am,$$

$$y = \frac{P_1 \cdot am}{P_4'} \ см.$$

Примерный расчет рычажной передачи

Для примера произведем проверочной расчет рычажной передачи 20-тонного крытого товарного вагона (рис. 465).

Предварительно определим:

1. Площадь поршня тормозного цилиндра:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = 0{,}785 \cdot 25{,}4^2 = 506{,}5 \ см^2.$$

Внутренний диаметр тормозного цилиндра принят стандартным 254 *мм*.

2. Усилие на поршень при порожнем режиме:

$$P_1 = p_1 F = 2 \cdot 506{,}5 = 1013 \ кг,$$

при груженом режиме:

$$P = pF = 3{,}6 \cdot 506{,}5 = 1823 \ кг.$$

Рабочее давление в тормозном целиндре принято:

$$P_1 = 2 \ am, \ P = 3{,}6 \ am.$$

Отношением плеч горизонтального рычага AB задаемся 2,25; тогда передаточное число через вертикальные рычаги CD и $C'D'$ и колодкой при общем передаточном числе 9 будет:

$$i = \frac{9}{2{,}25} = 4.$$

Отношение плеч вертикальных рычагов должно быть подобрано так, чтобы в результате получить принятое передаточное число, равное 9:

$$i_1 = \frac{360}{160} \cdot \frac{190}{190} 4 = 9.$$

Сила нажатия колодок не должна быть больше или равна силе трения между колесом и рельсом, т. е.

$$\Sigma P\varphi \leqslant Pf.$$

Поэтому при практических расчетах тормозной рычажной передачи силу нажатия колодок принимают: 75—80% от тары вагона, при ручном торможении принимают 70%.

На основании вышеприведенных соображений и учета коэфициента полезного действия передачи сила нажатия всех колодок определится:

при порожнем режиме:

$$P_2 = P_1 \eta i = 1013 \cdot 0{,}9 \cdot 9 = 8205 \ кг,$$

при груженом режиме:

$$P_2' = P \eta i = 1823 \cdot 0{,}9 \cdot 9 = 14766 \ кг$$

где $\eta = 0{,}9$—коэфициент полезного действия рычажной передачи.

Коэфициент торможения при двухстороннем нажатии колодок будет:

$$P_2' = 2\alpha T,$$

откуда:

$$\alpha = \frac{P_2'}{2T} = \frac{14776}{2 \cdot 10000} = 0{,}74.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Из выведенной формулы видно, что коэфициент торможения есть отношение силы нажатия колодок к таре вагона.

Определим усилие P_1, действующее в точке B:

$$P_1 = \frac{2P}{2}\,\frac{a}{b} = \frac{360}{160} \cdot 1\,823 = 4\,100\ кг.$$

Сила P_1 при помощи горизонтальной тяги будет передаваться в точку C на верхний конец вертикального рычага CD, а затем P_1 передается в точку D прямо пропорционально плечам рычага CD, т. е. усилие на одну колодку будет:

$$2P_2'' = P_1\,\frac{C}{l} \cdot \eta,$$

откуда:

$$P_2'' = \frac{4\,100 \cdot 190}{2 \cdot 190} \cdot 0{,}9 = 1\,845.$$

Проверяем напряжения в проушине—горизонтального рычага AB.

По формуле Ляме, эта формула учитывает кривизну и тем самым дает более точный результат, чем обычный способ подсчета на разрыв подобных сечений:

$$K = \frac{P\,(D^2 + d^2)}{2\,(D^2 - d^2)\,\delta d} = \frac{1\,823\,(5 + 2{,}4)}{2 \cdot 1{,}2\,(5 - 2{,}4)\,2{,}4} = 512\ кг/см^2.$$

Все проушины тяг и других рычагов передачи следует рассчитывать по формуле Ляме с допускаемым напряжением на разрыв до 1 200 $кг/см^2$.

Определим напряжение в валике шарнира A.

Рассматривая валик как балочку, лежащую на двух опорах с свободно опертыми концами и нагруженную сосредоточенной силой (нагрузка будет равномерно распределена на некоторой длине валика как сосредоточенную принимаемой в запас прочности).

Напряжение изгиба будет:

$$K_в = \frac{Pl}{4 \cdot W'} = \frac{1\,823 \cdot 2{,}7}{1{,}382} = 890\ кг/см^2,$$

где l — длина валика.

Напряжение смятия:

$$K_{см} = \frac{P}{\delta d}\,\frac{1\,823}{2{,}4 \cdot 1{,}2} = 636\ кг/см^2,$$

где:

δ — толщина проушины;
d — диаметр валика.

Определим ширину рычага AB в средней части.
Изгибающий момент относительно точки B (см. схему):

$$M = \frac{Pab}{a + b} = 1\,823\,\frac{36 \cdot 16}{52} = 20\,180\ кгсм.$$

При допускаемом напряжении на изгиб $K = 1\,200\ кг/см^2$ и толщине рычага 12 $мм$ ширина его определится:

$$W = \frac{M}{K} = \frac{20\,180}{1\,200} = 16{,}82\ см^3,$$

$$W = \frac{bh^2}{6};$$

откуда:

$$h^2 = \frac{6W}{b}; \quad h = \sqrt{\frac{16{,}82 \cdot 6}{1{,}2}} = 9{,}18\,см.$$

Округляем ширину соответственно ОСТу до 100 $мм$.

Расчет вертикальных рычагов CD и $C'D'$ будет аналогичен с расчетом горизонтального рычага AB, поэтому их расчета не приводим.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Все тормозные тяги подвергаются соответствующим растягивающим усилиям; поэтому расчет их следует вести на разрыв.

Проверим соединительную тягу nn', находящуюся под действием силы:

$$P_3 = P\frac{a+b}{b} = 1\,823\frac{36+16}{16} = 5\,923\ кг.$$

Напряжение в тяги:

$$K = \frac{P_3}{F} = \frac{5\,923}{4{,}9} = 1\,200\ кг/см^2,$$

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 2{,}5^2}{4} = 4{,}9\ см^2$$—площадь поперечного сечения.

Напряжение на разрыв в сечении головки:

$$K_p = \frac{P_1}{F} = \frac{4\,100}{3{,}6} = 1\,139\ кг/см^2,$$

$F = 1{,}2\ (6-3) = 3{,}6\ см^2$—площадь поперечного сечения.

Напряжение смятия в проушине будет:

$$K = \frac{P_2}{\delta d} = \frac{4\,100}{1{,}2 \cdot 3} = 1\,139\ кг/см^2.$$

Проверим на разрыв тягу BC от действия силы P_1:

$$K = \frac{P_1}{F} = \frac{4\,100}{4{,}52} = 907\ кг/см^2,$$

где:

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = 0{,}785 \cdot 2{,}4^2 = 4{,}52\ см^2$$—площадь поперечного сечения тяги.

Проверим напряжение в подвеске тормозной колодки.

Расчет подвески считаем при условии полного заклинения колеса, т. е. тормозную силу принимаем равной весу тары вагона:

$$T = 10\,200\ кг.$$

Для определения нагрузки, приходящейся на подвеску, предварительно определим окружное усилие P, возникающее на колесе при торможении.

$$P' = \frac{Tf}{8} = \frac{10\,200 \cdot 0{,}3}{8} = 384\ кг,$$

где $f = 0{,}3$ — коэфициент трения между колодкой и бандажом.

Значение коэфициента зависит от скорости. Принятое нами значение f соответствует скоростям, при которых чаще всеех происходит торможение.

Момент сопротивления подвески:

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{5 \cdot 2{,}4^2}{6} = 48\ см^3.$$

Подвеска работает на растяжение или на сжатие в зависимости от направления движения вагона.

Напряжение на растяжение будет:

$$K = \frac{P'}{W} = \frac{384}{4{,}8} = 80\ кг/см^2.$$

Из полученного напряжения видно, что сечение подвески взято с чрезмерным запасом прочности.

Определим путь перемещения колодок

$$S = s_1\frac{P}{P'_3} = \frac{1\,823}{14\,766} \cdot 150 = 18{,}5\ мм,$$

где $s_1 = 150\ мм$ — ход поршня тормоза.

При износе колодок на 1 *мм* ход поршня увеличивается на величину передаточного числа.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Расчет рычажной передачи ручного тормоза

При нажатии колодок ручным тормозом эффект торможения должен быть тот же, что и при автоматическом.

Принимаем, что сила нажатия колодок будет одинакова с автоматическим горможением, т. е.

$$P'_2 = 14\,766 \text{ кг},$$

тогда усилие, передаваемое горизонтальному рычагу через тягу *ME*, будет:

$$P_4 = \frac{P_1 l}{(a-8{,}5)} = \frac{4\,100 \cdot 16}{36-8{,}5} = 2\,790 \text{ кг}.$$

Найдем усилие, передаваемое через гайку винта:

$$P_5 = \frac{24 P_4}{39{,}0} = \frac{2\,790 \cdot 24{,}0}{39{,}0} = 1\,710 \text{ кг}.$$

Берем одноходовой винт вагона подъемной силы 20 *т*.

Определим крутящий момент на винте по формуле:

$$M = P_5 r \frac{h + 2\pi r\mu}{2\pi r - \mu h} = 1\,710 \cdot 1{,}825 \frac{0{,}95 + 2 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}825 \cdot 0{,}15}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}825 - 0{,}15 \cdot 0{,}95} = 700 \text{ кгсм},$$

где:

r — средний радиус нарезки винта 1,825 *см*,
h — высота нарезки винта 0,95 *см*,
μ — коэфициент трения гайки по винту 0,15.

Усилие тормозильщика на рукоятке винта определится:

$$q = \frac{M}{l} = \frac{700}{21} = 33 \text{ кг},$$

где $l = 21$ *см* — плечо рукоятки винта.

Полученное усилие тормозильщика находится в пределах допускаемого (30 — 35 *кг*).

Тормозные тяги ставятся под вагоны не меньще как диаметра 20 *мм*, так как более тонкие тяги легко могут быть погнуты при сборке и эксплоатации.

Расчет триангеля

При торможении триангель подвергается действию силы (рис. 469):

$$P_1' = 2P_0'' = 1\,845 \cdot 2 = 3\,690 \text{ кг}.$$

Найдем усилие S, возникающее в стержне AC:

$$P_2 = S \sin \alpha,$$

откуда:

$$S = \frac{1\,845}{0{,}4067} = 4\,500 \text{ кг},$$

где угол α будет:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{320}{752} = 0{,}425,$$

откуда:

$$\alpha = 24°; \quad \sin 24° = 0{,}4067; \quad \cos 24° = 0{,}9135.$$

Стержень AC работает на растяжение. Напряжение на разрыв будет:

$$K = \frac{S}{F} = \frac{4\,500}{5{,}06} = 890 \text{ кг/см}^2,$$

где:

$F = \frac{\pi d^2}{4} = 0{,}785 \cdot 2{,}5^2 = 5{,}06 \text{ см}^2$ — площадь поперечного сечения стержня.

РБ УДУНТ (ДИИТ)

Определим усилие X, действующее на стержень AB:

$$X = S \cdot \cos\alpha = 4\,500 \cdot 0{,}9135 = 4\,140 \ кг,$$

сила X сжимает стержень AB.

Стержень AB по концам имеет высадки, благодаря чему он испытывает изгиб при сжатии его силой X.

Изгибающий момент $M = xa = 4\,140 \cdot 2 = 8\,280 \ кгсм$.

Напряжение от изгибающего момента:

$$K = \frac{M}{W} = \frac{8\,280}{9{,}11} = 912 \ кг/см^2,$$

где: $W = 0{,}1\,d^3 = 0{,}1 \cdot 4{,}5^3 = 9{,}11 \ см^3$—момент сопротивления.

Напряжение на сжатие:

$$K_c = \frac{X}{F} = \frac{4\,140}{15{,}9} = 260 \ кг/см^2,$$

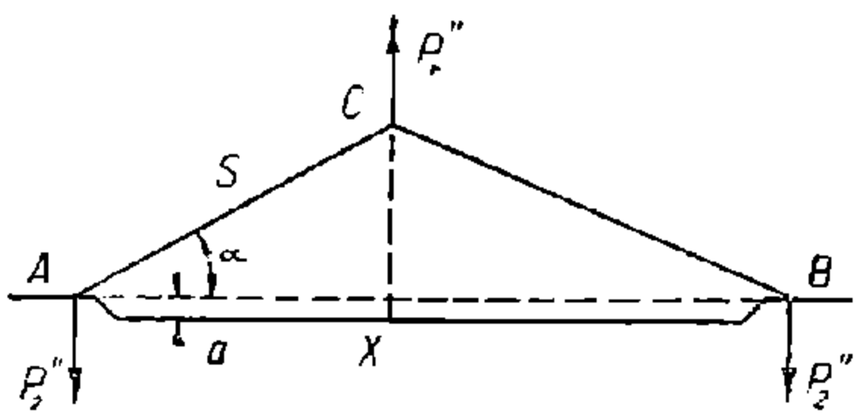


Рис. 469.

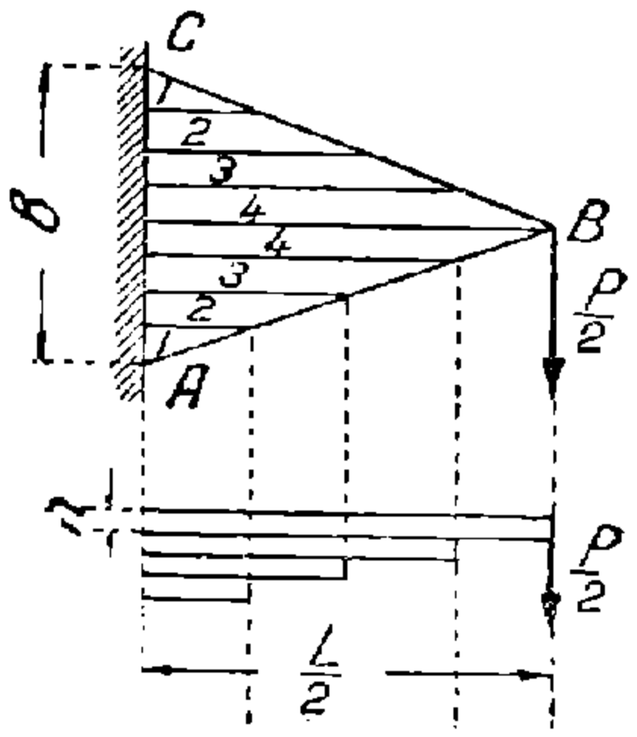


Рис. 470.

где:

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 4{,}5^2}{4} = 15{,}9 \ см^2$$—площадь поперечного сечения.

Суммарное напряжение:

$$K_0 = K_в + K_c = 912 + 260 = 1\,172 \ кг/см^2.$$

При расчете новых конструкций триангеля стержень AB следует проверять на продольный изгиб.

140. Расчет рессор и пружин

а) Расчет листовых рессор. В описательной части рессор указывалось, что нагрузка от веса груза и тары вагона и вертикальные динамические силы, возникающие от неровности пути и выбоин на бандажах, воспринимаются рессорами независимо от типа рессорного подвешивания.

Рессоры изготовляются не из одного бруса или пластинки, а из нескольких пластинок, так как рессора, изготовленная из одной пластинки, практически была бы неудобна потому, что в сечении максимальных деформаций представляла бы треугольник с очень большим основанием.

Поэтому рессоры делают составные, рассчитывая их таким образом, чтобы они имели такую же прочность и тот же прогиб, что и треугольная пластинка.

Представим себе, что треугольная пластинка ABC (рис. 470) мысленно разделена на четное число ($2n$) частей (полос) одинаковой ширины $\frac{B}{2n}$.

Полученные полосы соединяем с одинаковыми номерами попарно, накладывая одну на другую; тогда получим рессору, составленную из отдельных пластин.

Высота h каждой пластинки останется неизмененной и будет одинакова с толщиной первоначальной простой рессоры (треугольника ABC рис. 470).

Из приведенных соображений видно, что простая рессора из одной пластинки ABC может быть заменена составной рессорой из отдельных пластин (с числом листов n шириной b и толщиной h) и рассмотрена как брус равного сопротивления, у ко-

НТБ УДУЕТ (ДІІТ)

торого момент сопротивления возрастает пропорционально возрастанию изгибающего момента.

Пренебрегая трением между листами, работу каждого листа можем рассматривать как работу отдельной пластинки.

Пусть пластинка AB (рис. 471) изгибается силой $\frac{P}{2}$. Радиус кривизны ее в точке m определится по формуле:

$$r = \frac{Ebh^2}{6PX}.$$

Из этой формулы видно, что радиус r изменяется с изменением X, т. е. этот радиус различен для разных поперечных сечений пластинки. Для конечных точек пластинки, т. е. при $X = 0$, радиус кривизны наименьший, а для начальных, т. е. при $X = \frac{l}{2}$, он имеет наибольшую величину. Для того чтобы радиус кривизны был одинаков для всех сечений пластинки, т. е. чтобы пластинка изгибалась по дуге круга, необходимо, чтобы с изменением X соответственно изменилось b или h, т. е. ширина или толщина пластинки.

Если предположить, что пластинка имеет треугольную форму (рис. 471), ширина основания которой равняется b_0, то ширина ее в любом поперечном сечении на расстоянии X от конца равняется:

$$b = b_0 \frac{X}{\frac{1}{2}l};$$

при $X = 0 \quad b = 0;$

при $X = \frac{1}{2}l \quad b = b_0.$

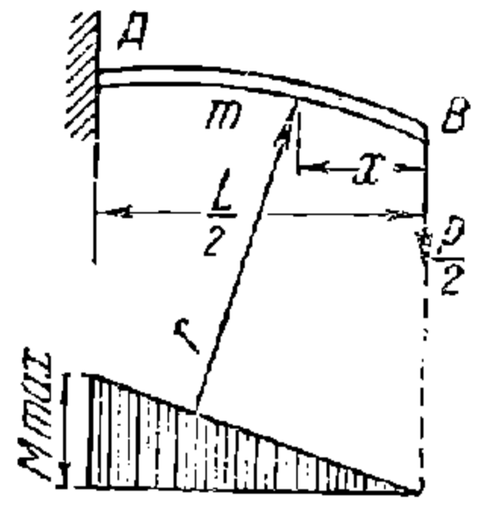


Рис. 471.

Подставив в равенство $r = \frac{Ebh^2}{6PX}$ вышеприведенное выражение b, получим:

$$r = \frac{Eb_0 \frac{X}{\frac{1}{2}l} h^3}{6PX} = \frac{Eb_0h^3}{3Pl}.$$

При этом условии радиус кривизны рессоры r является величиной постоянной при изгибе пластинки. Радиус кривизны будет оставаться постоянным также и в том случае, если ширина пластинки будет одинакова по всей длине, а толщина будет изменяться по формуле:

$$h^3 = h_0 \frac{X}{\frac{1}{2}l},$$

где:

h_0 — толщина основания листа рессоры;
h — толщина в любом сечении на расстоянии X от конца.

Если поставим написанное выражение для b в формулу r, то получим:

$$r = \frac{Ebh^3}{6PX} = \frac{Ebh_0^3 \frac{X}{\frac{1}{2}l}}{6PX} = \frac{Ebh_0^3}{3Pl}.$$

Выражение $h^3 = h_0 \frac{X}{\frac{1}{2}l}$ представляет уравнение кубической параболы.

При проектировании рессор контур вписывают в две параболические кривые (рис. 472), пересечение которых берется в центре ушков рессоры.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Одна парабола служит очертанием верхнего коренного листа рессоры, вторая парабола служит очертанием нижнего контура рессоры, причем концы листов ее должны лежать на кривой.

Из рассмотренных выше основных конструкций вагонов видно, что в двухосных вагонах применяются надбуксовые листовые рессоры.

Схема нагружения рессоры изображена на рис. 473, из которого видно, что рессора может быть рассмотрена как балка, свободно лежащая на двух опорах и нагруженная посредине сосредоточенной силой P.

Поскольку сила P приложена по середине рессоры, то каждый из концов ее испытывает нагрузку: $P_1 = \frac{P}{2}$ (рис. 471).

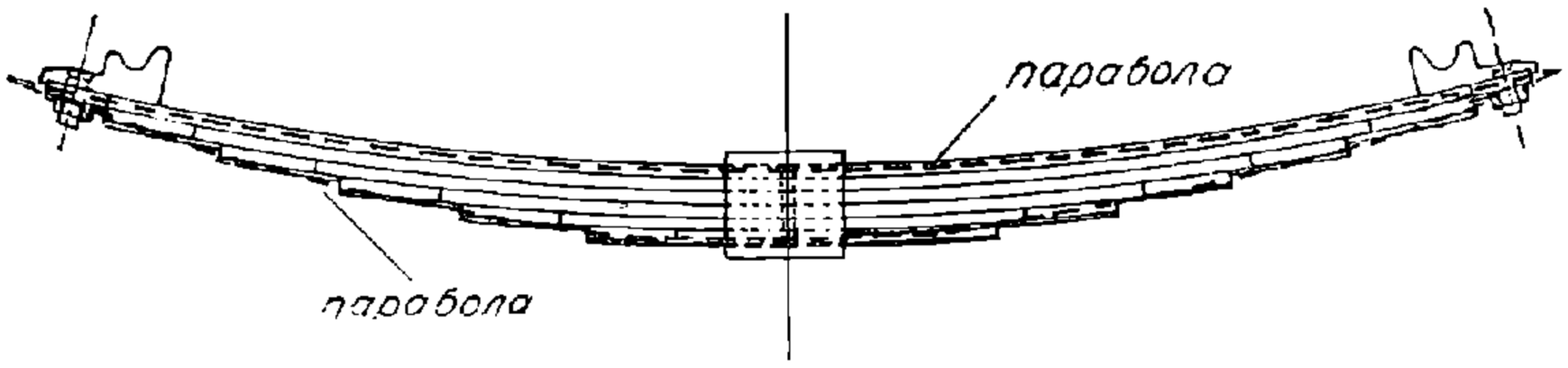


Рис. 472.

Изгибающий момент от силы P_1 будет возрастать по мере увеличения расстояния X, и максимальная величина его будет в месте закрепления рессоры, т. е. когда

$$X = \frac{L}{2},$$

$$M_{max} = P_1 \frac{L}{2}.$$

Эпюра изгибающих моментов будет в виде треугольника.

Момент сопротивления W рессоры определяется из уравнения:

$$M = W\sigma$$

при

$$W = \frac{bh^2}{6}\ см^3.$$

Подставив его, получим следующее выражение:

$$M = \frac{bh^2}{6}\sigma,$$

или

$$P_1 \frac{L}{2} = \frac{bh^2}{6}\sigma\ кгсм,$$

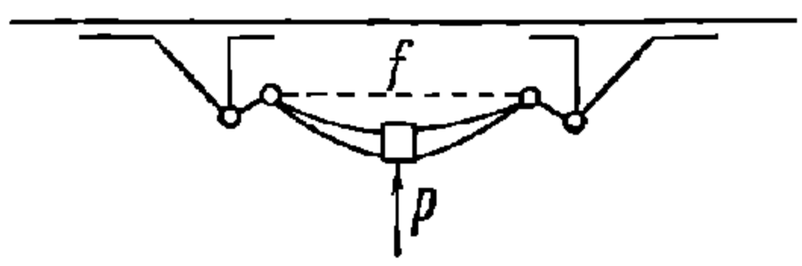


Рис. 473.

где:

b — ширина рессоры в $см$,
h — толщина рессоры в $см$,
σ — напряжение листовой рессоры в $кг/см^2$.

Это соответствует рессоре, изготовленной из одного листа, но так как рессора составляется из числа листов n, то с учетом их уравнение будет иметь вид:

$$P_1 \frac{L}{2} = n\sigma \frac{bh^2}{6}.$$

Из приведенной формулы можем определить напряжение в рессоре σ, число листов n, нагрузки P_1 ширину и толщину листа рессоры, а также L длину рессоры. Все эти элементы могут быть определены при условии, когда имеется только одно неизвестное.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Напряжение в рессоре из уравнения определится:

$$\sigma = \frac{P_1 L 6}{2nbh^2} = \frac{3 P_1 L}{n bh^2}.$$

Число листов рессоры определится:

$$n = \frac{P_1 L}{2} \frac{6}{\sigma bh^2} = \frac{3 P_1 L}{\sigma bh^3}.$$

Нагрузка на конец рессоры определится:

$$P_1 = \frac{nbh^2}{3L} \sigma.$$

Поперечное сечение листа рессоры выбирается по существующему сортаменту, принятому ОСТом. В том случае, когда необходимо определить толщину листа рессоры h, сначала выбирают ширину b листа по ОСТу и определяют по формуле:

$$h = \sqrt{\frac{3 P_1 L}{nb \sigma}}.$$

Задаваясь толщиной рессоры, определяют ширину тем же путем. Поскольку рессоры предназначаются для того, чтобы смягчать толчки, не вызывая резких сотрясений кузова вагона, и обеспечивать плавный и спокойный ход вагона, этим требованиям должна удовлетворять каждая рессора и в особенности пассажирская.

Основное свойство рессор—упругость. Это свойство называется также мягкостью или гибкостью рессор. Чем больше упругость рессор, тем плавнее ход вагона, тем меньше ощущаются в нем удары и толчки, воспринимаемые вагоном. Наоборот, рессоры, обладающие малой упругостью, не вполне смягчают толчки и удары, поэтому ход вагона с такими рессорами недостаточно плавный; такие рессоры называются жесткими.

Однако гибкость рессор не должна быть чрезмерно большой, так как при очень мягких рессорах вагон получает медленные и большие колебания, что особенно проявляется при больших скоростях.

При проектировании рессор для вагонов стрела прогиба, гибкость рессор устанавливаются в зависимости от типа рессор и рессорного подвешивания. Вывод формулы для стрелы прогиба листовой рессоры произведем следующим путем.

Момент инерции J рессоры определится по формуле:

$$J = \frac{nbh^3}{12}.$$

Момент сопротивления рессоры W определится по формуле:

$$W = \frac{J}{\frac{h}{2}} = \frac{\frac{nbh^3}{h}}{\frac{h}{2} 12} = \frac{nbh^2}{6}.$$

Пусть до приложения силы P_1 рессора имела прогиб F_1 и радиус кривизны R. При этом имеем уравнение:

$$\left(\frac{L}{2}\right)^2 = F_1 (2R_1 - F_1) = 2R_1 F_1 - F_1^2.$$

Ввиду малой величины F_1^2 по сравнению с радиусом R_1, величиной F_1^2 можно пренебречь, тогда:

$$\frac{L^2}{4} = 2R_1 F_1,$$

откуда:

$$R_1 = \frac{L^2}{8F_1},$$

или

$$\frac{1}{R_1} = \frac{8F_1}{L^2}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

При действии на рессору сил P_1 стрела прогиба будет F_2 и радиус кривизны — R_2. Зависимость между ними, подобно предыдущему:

$$\frac{L^2}{4} = 2F_2R_2,$$

откуда:

$$\frac{1}{R_2} = \frac{8F_2}{L^2}.$$

На основании теории изгиба кривых брусьев имеем уравнение:

$$\frac{PL}{4} = EJ\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right).$$

Раскрывая скобки и преобразовывая уравнение, имеем:

$$\frac{PL}{4} = \frac{Enbh^3}{12} \cdot \frac{1}{R_2} - \frac{Enbh^3}{12} \cdot \frac{1}{R_1};$$

$$\frac{Enbh^3}{12R_2} = \frac{LP}{4} + \frac{Enbh^3}{12R_1}.$$

Умножаем числитель на 12 и делим знаменатель на $Enbh^3$.

Тогда имеем:

$$\frac{1}{R_2} = \frac{3PL}{Enbh^3} + \frac{1}{R_1}.$$

Подставляя значения $\frac{1}{R_2}$ и $\frac{1}{R_1}$, получим:

$$\frac{8F_2}{R_2} = \frac{8F_1}{R_1} + \frac{3P\,L^3}{Enbh^3}$$

или

$$\frac{8F_2}{R_2} - \frac{8F_1}{R_1} = \frac{3P_1L^3}{Enbh^3}.$$

Преобразовывая это уравнение, получим стрелу прогиба рессоры как разность между начальным и конечным прогибами:

$$f = F_2 - F_1 = \frac{3\ P_1L^3}{8\ Enbh^3}.$$

Определяем нагрузку P_1 на рессору по уравнению:

$$\frac{P_1L}{4} = \frac{bh^2}{6}\sigma,$$

откуда:

$$P_1 = \frac{2bh^2\sigma}{3L}.$$

Подставив значение P_1 для определения стрелы прогиба в окончательном виде, получим:

$$f = \frac{2nbh^2L^2\sigma}{8Enbh^3} = \frac{L^2\sigma}{4Eh}.$$

Из приведенных формул видно, что при одном и том же допускаемом напряжении σ рессоры и постоянной длине прогиб ее обратно пропорционален толщине листов, из которых она составлена, и прямо пропорционален квадрату длины рессоры L.

При изготовлении рессоры листы ее изгибаются.

Расстояние, взятое по середине от горизонтальной линии, соединяющей центра ушков рессоры, до верхней плоскости коренного листа, называется фабричной стрелой прогиба F_3.

Под действием груза фабричная стрела уменьшается на величину F_4.

Разность между F_3 и F_4 называется прогибом рессоры, т. е

$$f = F_3 - F_4.$$

Прогиб рессоры, получающийся при действии на нее груза в 1 m, называется гибкостью рессоры. Например, если фабричная стрела $F_3 = 120$ *мм*, а стрела прогиба под действием груза $P_1 = 5$ m, $F_4 = 40$ *мм*, то гибкость рессоры будет:

$$f_1 = \frac{F_3 - F_4}{P_1} = \frac{120 - 40}{5} = 16\ мм.$$

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Величина груза, под действием которого рессора прогнется на 1 *см*, называется коэфициентом жесткости рессоры K. Пусть нагрузка P_1 в килограммах, прогиб рессоры f в сантиметрах, коэфициент рессоры — K. Тогда:

$$P_1 = Kf,$$

откуда:

$$K = \frac{P_1}{f} \ кг/см.$$

Стрелу прогиба f и нагрузку на рессору P_1 можно определить с учетом качества рессорной стали, обусловливаемым относительным удлинением i. Формулы, рекомендуемые французским инженером Дегардом, следующие:

$$P_1 = \frac{2}{3L} Einbh^2,$$

$$f = \frac{L^2 i}{4h}.$$

Величина модуля упругости:

$$E = \frac{\sigma}{i},$$

где i — относительное удлинение,

$$E = 2\,100\,000 \div 2\,200\,000 \ кг/см^3.$$

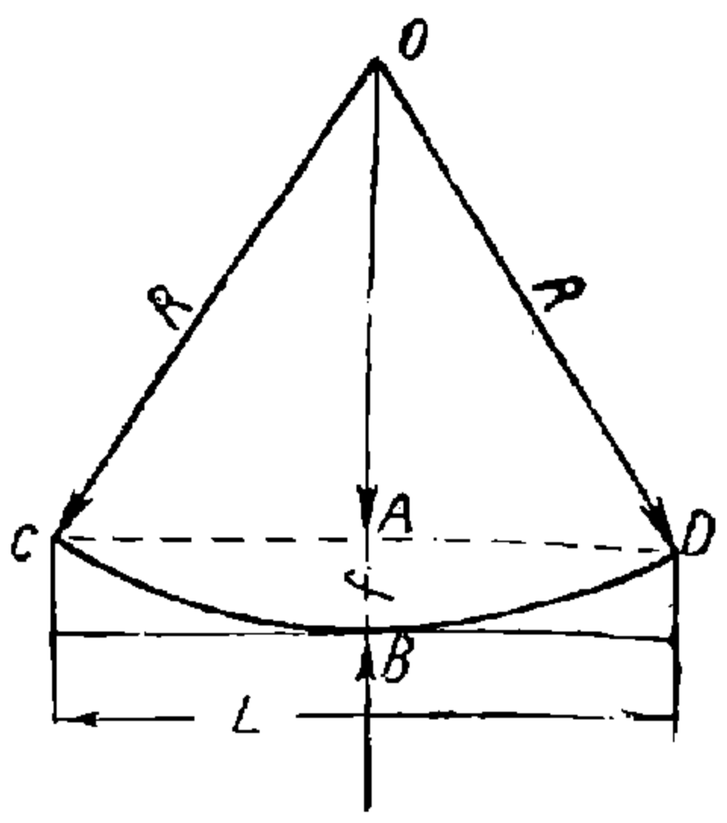


Рис. 474.

Рессоры изготовляются из специальной стали, которая должна удовлетворять техническим условиям как по химическому составу, так и по механическим свойствам. Сталь в незакаленном состоянии имеет разрывное усилие $\sigma_p = 75$ до 85 $кг/мм^2$ пи удлинении $i = 10\%$.

Закаленная рессорная сталь должна выдерживать без каких-либо повреждений разрывное усилие $\sigma_p = 100—110$ $кг/мм^2$.

Рессоры под товарными вагонами, воспринимающие непосредственно толчки и удары, рассчитываются на пониженное напряжение. Если расчет рессоры ведется на статическую нагрузку, то для товарных вагонов будут напряжения в пределах от 55 до 65 $кг/мм^2$, для пассажирских вагонов это напряжение берут от 65 до 75 $кг/мм^2$.

При расчете рессор на динамическую нагрузку максимальное напряжение допускают до 90 $кг/мм^2$.

Длина L_1 коренного листа рессоры в выпрямленном состоянии определится по геометрической зависимости между величинами: фабричной стрелой прогиба F_3, радиусом нейтральной оси коренного листа в свободном состоянии R по формуле Кайзера (рис. 474):

$$L_1 = \sqrt{8RF_3 + \frac{4}{3}F^2}.$$

Определение пробного груза для изготовленной рессоры

После изготовления рессоры, последняя подвергается испытанию под прессом пробной нагрузкой. Величина пробной нагрузки определяется из условия, что напряжение в листах рессоры будет 100 $кг/мм^2$.

После первого обжатия рессоры пробным грузом усадка рессоры от высоты фабричной стрелы должна быть не больше 3%, причем после вторичного обжатия этим же грузом усадки не должно быть.

Величина пробной нагрузки определяется из условий расчета рессоры на прочность:

$$\frac{Pl}{4} = W\sigma,$$

где:

P — пробная нагрузка,

l — расстояние в *см* между ушками рессоры в свободном ее состоянии без нагрузки за вычетом хомута рессоры,

НБ УДУНТ (ДНТ)

W — модуль сопротивления сечения рессоры у заделки в хомуге,

$$W = \frac{n\,b\,h^2}{6},$$

n — число листов рессоры,
b — ширина листа рессоры в *см*,
h — толщина листа рессоры в *см*,
σ — напряжение под пробным грузом,
σ — 10,000 *кг/см²*.

Пример подсчета пробной нагрузки рессоры

Рессора двухосного товарного 20-тонного вагона.

$n = 13$; $b = 7{,}6$ *см*; $h = 1{,}27$ *см*; ширина хомута $a = 7{,}6$ *см*; хорда рессоры $l_1 = 100$ *см*;

$$l = l - a = 100 - 7{,}6 = 92{,}4 \text{ см};$$

$$P = \frac{2nbh^2\sigma}{3l} = \frac{2 \cdot 13 \cdot 7{,}6 \cdot 1{,}27 \cdot 10\,000}{3{,}92{,}4} = 11{,}4 \text{ т}.$$

б) Расчет спиральных пружин. Спиральные пружины для буферов и упряжных приборов, подвергающиеся действию сил, значительно превышающих расчетные, должны рассчитываться на максимальное напряжение при полной осадке пружины до соприкосновения витков ее.

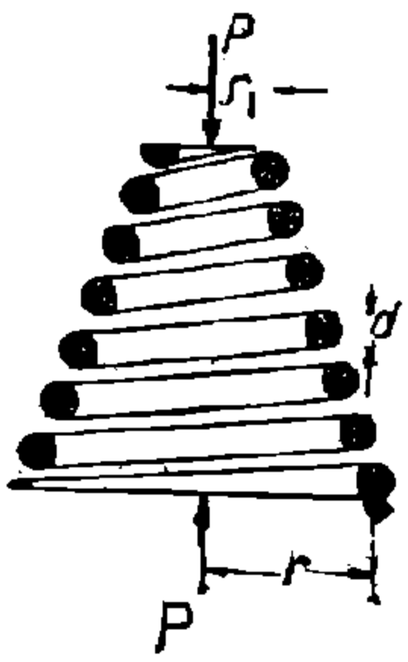


Рис. 475.

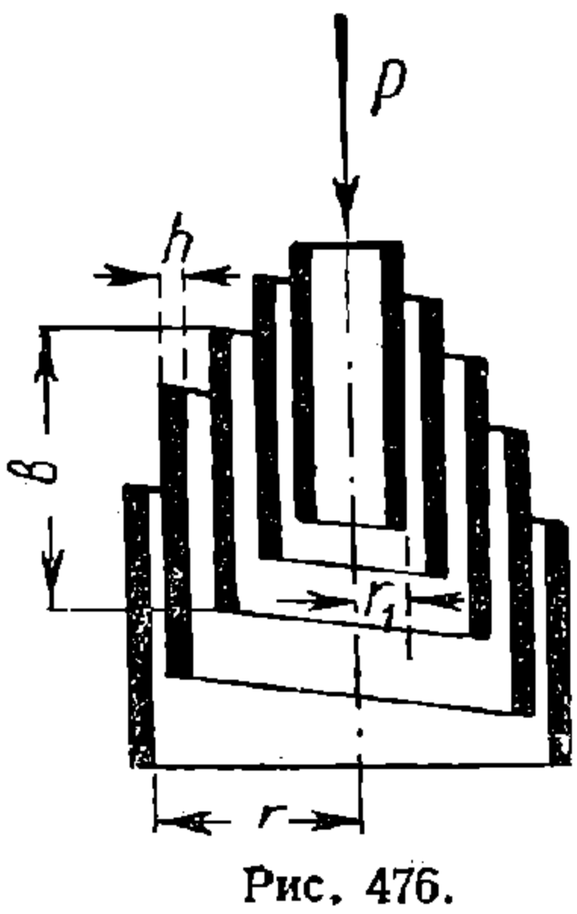


Рис. 476.

Максимально допускаемое напряжение будет 65 *кг/мм²*. Если же пружина часто подвергается действию сил, превышающих расчетную нагрузку, то для более длительной работы ее целесообразно напряжение при полном сжатии понизить до 55 *кг/мм²*.

Из курса сопротивления материалов известно, что волокна, расположенные по внешнему диаметру пружины, имеют пониженное напряжение против расчетного; наоборот, на внутренних волокнах того же витка напряжение больше расчетного. Поэтому спиральные пружины не следует применять диаметром стали больше 40 *мм*.

На основании опытов предлагается вводить поправочный коэфициент, учитывающий разность напряжений в волокнах для внутренней стороны:

при $\frac{D}{d} = 3$ поправочный коэфициент $K = 1{,}6$,

при $\frac{D}{d} = 4$ поправочный коэфициент $K = 1{,}4$,

при $\frac{D}{d} = 5$ поправочный коэфициент $K = 1{,}3$,

при $\frac{D}{d} = 6$ поправочный коэфициент $K = 1{,}25$,

где:

D — средний диаметр пружины,
d — диаметр стали, из которой изготовляется пружина.

На основании опытов можно брать следующие соотношения, дающие удовлетворительные результаты.

Средний диаметр пружины $Д$ должен быть не менее $4d$ и не более $8d$.

Высота пружины H_0 в свободном состоянии не менее D и не более $2D$.

Спиральные пружины имеют применение на вагонах грузового и пассажирского парка в буферах, тяговых приборах и тележках. В зависимости от применения спиральные пружины подразделяются на цилиндрические и конические. Цилиндрические пружины наиболее распространены в вагоностроении, чем конические, и подразделяются на однорядные, двухрядные и многорядные, которые входят одна в другую (рис. 79).

НБ УДУМТ (ДІІТ)

Конические пружины изготовляются только однорядными из круглой стали (рис. 475) и прямоугольного сечения (рис. 476).

Возьмем спиральную цилиндрическую пружину круглого сечения, изображенную на рис. 477, находящуюся под действием нагрузки P. Зависимость между напряжением, нагрузкой, диаметром и количеством витков выразится следующими формулами.

Нагрузка:

$$P = \frac{\pi d^3}{16R} \sigma_d.$$

Стрела прогиба:

$$f = \frac{64PnR^3}{d^4G}.$$

Стрела прогиба, когда известно напряжение:

$$f = \frac{4\pi nR^2}{dG} \sigma_d,$$

где:

P — нагрузка на пружину,

G — модуль скольжения, равный для рессорной стали 780 000 — 850 000 *кг/см²*,

σ_d — напряжение на скручивание и σ_b — напряжение от изгиба,

n — число витков,

R — средний радиус пружины,

d — диаметр витка стали.

При двухрядной пружине необходимо соблюдать следующие условия:

1. Разница между наружным диаметром внутренней пружины и внутренним диаметром наружной должна быть около 4 *мм*.

2. Обе пружины должны обладать одинаковой гибкостью.

3. Желательно иметь одинаковые напряжения в завитках обеих пружин.

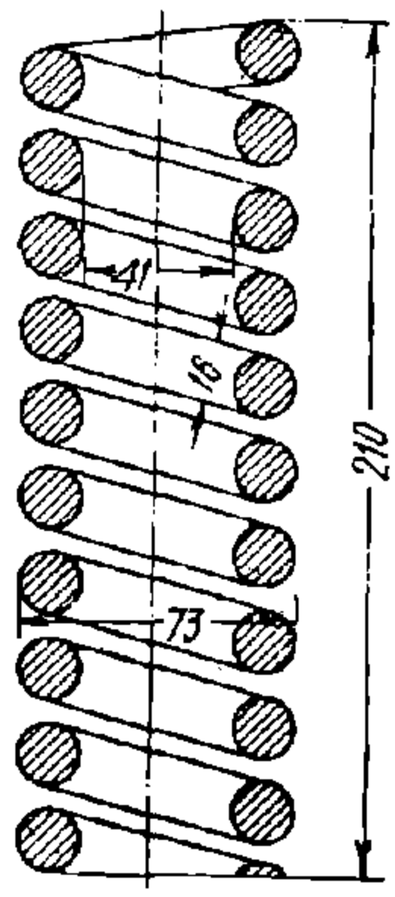


Рис. 477.

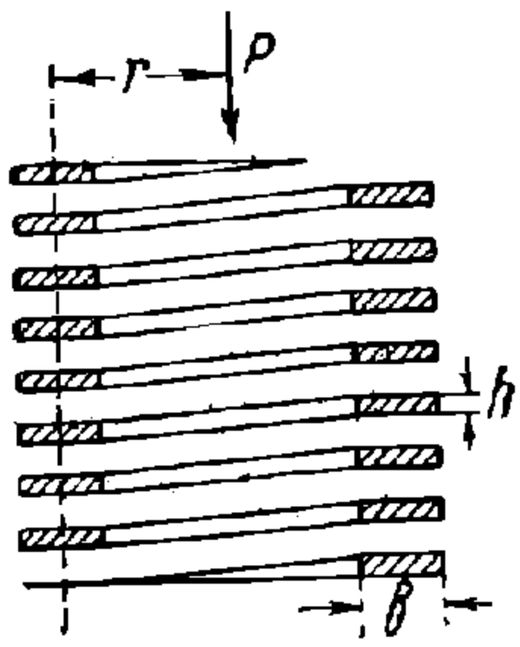


Рис. 478.

Если напряжение выразится в зависимости от модуля упругости E и от удлинения i, соответствующего пробному грузу P при

$$\sigma_d = 0{,}5\sigma_b = 0{,}5Ei,$$

тогда нагрузка определится по формуле:

$$P = \frac{\pi Eid^3}{32R}.$$

Если подставить вместо зависимости между модулем скольжения G и напряжением в ней:

$$\frac{\sigma_d}{G} = i,$$

то получим стрелу прогиба по формуле:

$$f = \frac{4\pi nR^2}{d} i.$$

Спиральная цилиндрическая пружина из стали прямоугольного сечения, изображенная на рис. 478, рассчитывается по следующим формулам.

Нагрузка:

$$P = \frac{b^2h}{\varphi R} \sigma_d.$$

Стрела прогиба:

$$f = \psi\pi nR^3 \frac{b^2 + h^2P}{b^3 \cdot h^3G},$$

или

$$f = \frac{\psi}{\varphi} \pi nR^2 \frac{b^2 + h^2\sigma_d}{bh^2G}$$

НБ УДУНТ (ДГТ)

где:

b — горизонтальная сторона прямоугольника в сечении спирали,

h — вертикальная сторона,

φ и ψ — численные коэфициенты. Для удобства пользования этими формулами приводим таблицу коэфициентов при разных отношениях $\frac{b}{h}$:

$\frac{b}{h}$	φ	ψ	$\frac{\psi}{\varphi}$	$\frac{b}{h}$	φ	ψ	$\frac{\psi}{\varphi}$
1,0	4,80	7,12	1,48	8	3,260	6,42	1,970
1,3	4,48	7,08	1,58	9	3,230	6,38	1,975
1,6	4,26	7,04	1,65	10	3,200	6,34	1,980
2,0	4,06	7,00	1,72	12	3,164	6,28	1,980
3,0	3,73	6,84	1,83	14	3,140	6,24	1,985
4,0	3,56	6,70	1,88	16	3,120	6,22	1,990
5,0	3,44	6,60	1,92	18	3,110	6,19	1,990
6,0	3,35	6,52	1,95	20	3,095	6,18	2,000
7,0	3,30	6,45	1,96	—	—	—	—

Для расчета спиральных пружин из прямоугольной стали можно применять более простые формулы, дающие достаточно точные результаты для практических целей.

Нагрузка:

$$P = \frac{iEbh^3}{6R}.$$

Стрела прогиба:

$$f = \frac{4\pi nR^3}{h} i.$$

Расчет конических пружин производится по следующим формулам.

Для круглого сечения стали:

нагрузка:

$$P = \frac{\pi d^3}{16R} \sigma_d;$$

стрела прогиба по модулю скольжения:

$$f = \frac{16Pn(R^2 + R^2)(R + R_1)}{d^4G},$$

или

$$f = \frac{\pi n(R^2 + R_1^2)(R + R_1)\sigma_d}{RdG}.$$

Для прямоугольного сечения стали:

нагрузка:

$$P = \frac{bh^2}{\varphi R} \sigma_b.$$

стрела прогиба:

$$f = 0{,}25\psi\pi n(R^2 + R_1^2)(R + R_1)\frac{b^2 + h^2}{b^3h^3} \cdot \frac{P}{G},$$

или

$$f = 0{,}25\frac{\psi}{\varphi}\frac{\pi n(R^2 + R_1^2)(R + R_1)}{R}\frac{b^2 + h^3}{bh^2}\frac{\sigma_d}{G},$$

где:

R — средний радиус нижнего витка,

R_1 — средний радиус верхнего витка,

b — горизонтальная сторона прямоугольного сечения,

h — вертикальная сторона прутка,

φ и ψ — (см. таблицу на этой странице вверху).

Расчет конических пружин можно производить и по формулам, предложенным французским инж. Дегардом.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ным требованиям не удовлетворяет, а потому приходится размер до центра буферов увеличить до 1093 *мм*.

Таким образом во всех двухосных платформах и крытых вагонах высота от головки рельса до центра буфера повышена против 1060—1080 *мм*, преимущественно для вновь строящихся вагонов.

141. Рамы и их расчет

Из рассмотрения различных типов вагонов в описательной части книги видно, что рама вагона является одной из ответственных частей вагона и служит основанием кузова, связью обрешетки в нижней части. На раме укрепляется половой настил (в платформах, крытых изотермических, пассажирских и т. п. вагонах), люки (в гондолах и хопперах), устанавливаются тормозная рычажная передача, ударные и тяговые приборы.

Рама вагона воспринимает вертикальную нагрузку от груза, собственного веса и веса кузова; растягивающие усилия от силы тяги локомотива; сжимающие и ударные усилия—от набегания задних вагонов на передние при замедлении движения или при маневрах, а также рама испытывает действие горизонтальных сил (ветра, инерции, центробежной и пр.).

Дать точное распределение конструкции рам по вполне конкретным признакам, как было видно из описания, трудно, так как основные характеристики рам в той или другой степени относятся к различным типам рам и вагонов.

Так например рамы с хребтовыми балками бывают у двухосных вагонов и четырехосных; следовательно, число осей под вагоном не может служить признаком, определяющим в полной мере конструкцию рамы.

В нашем вагонном парке имеется большое число старых нормальных двухосных вагонов (крытых, платформ, цистерн и пр.), рамы которых в основном одинаковы по конструкции и не имеют хребтовых балок.

Рамы новых типов вагонов значительно отличаются по конструкции от старых, но не имеют большого отличия (в своей схеме) между собой. Так например рама четырехосной гондолы и рама четырехосного 50-тонного крытого вагона являются рамами с хребтовыми балками.

Итак, в основном конструкции рам разобьем на группы:

1) рамы двухосных вагонов (старой конструкции) без хребтовых балок,
2) рамы тележечных вагонов (четырехосных с хребтовыми балками),
3) рамы двухосных вагонов (новой конструкции) с хребтовыми балками.

Рама двухосного грузового вагона

На рис. 128 видно, что рама двухосного нормального вагона представляет систему продольных и поперечных балок.

Рама запроектирована под постановку винтовой стяжки и сквозной упряжи (тяговые крюки имеют длинные хвостовики, концы которых соединены муфтой).

Растягивающие усилия от локомотива рамой не воспринимаются. Вся сила тяги передается сквозной упряжи.

Силы сжатия от буферного удара воспринимаются буферными брусьями, продольными боковыми балками и частично диагональными брусьями.

Вертикальная нагрузка от груза, веса кузова и рамы, а также вертикальная составляющая от горизонтальных сил (центробежной, ветра и пр.) передаются полностью раме вагона, так как конструкция кузова (обрешетка деревянная) не может воспринимать вертикальных нагрузок.

При расчете рамы разбивают ее на отдельные элементы и по каждому из них ведут расчет.

Практически при расчете боковой продольной балки рассматривают ее как балку, лежащую на жестких опорах, и рассчитывают на следующие основные силы:

1) равномерно распределенную нагрузку от веса груза и собственного веса (кузова и рамы);

2) вертикальную составляющую от центробежной силы и силы ветра (рассматривая равномерно распределенной по длине балки);

НБ УДУНТ (ДНТ)

3) на сосредоточенную нагрузку от веса буферов, стен и буферных брусьев;

4) проверяется на продольный изгиб от буферного удара.

Надрессорная балка, усиленная шпренгелем, рассчитывается на те же нагрузки, что и бесшпренгельная. Расчет производится на общем основании расчета шпренгельных балок.

Расчет рамы четырехосного вагона

На рис. 479 показана рама четырехосных крытых американских вагонов; та же конструкция в основном принята на наших крытых большегрузных четырехосных вагонах.

Как видно на фотографии, хребтовая балка состоит из двух швеллеров, соединенных между собою накладкой из листового железа.

Поперечные балки—штампованные.

Отличительная особенность рам новых конструкций от старых состоит в том, что нет крайних продольных балок (в четырехосных вагонах), так как эти балки при боковых фермах (обрешетках), воспринимающих вертикальную нагрузку, относятся к нижним поясам ферм.

Рама запроектирована под постановку автосцепки с мощной центральной продольной балкой (называемой хребтовой), которая воспринимает ударные (сжимающие) силы при автосцепке, растягивающие усилия от силы тяги локомотива как при

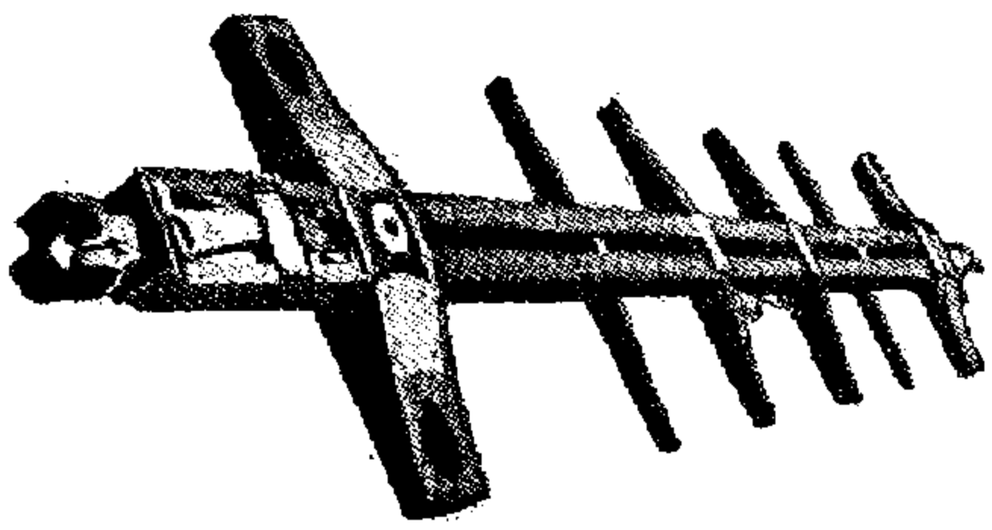


Рис. 479.

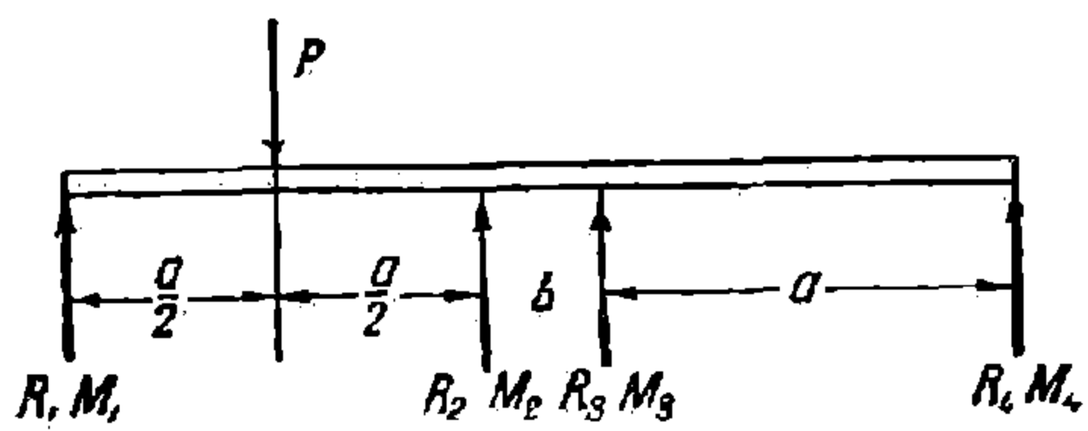


Рис. 480.

винтовой, так и при автоматической сцепке. Поскольку конструкция рам новых типов вагонов в основном аналогична, то расчет рамы четырехосного вагона с хребтовой балкой рассмотрим в соответствии с типовой конструкцией крытого американского вагона.

Вес груза принимается равномерно распределенным по всей площади пола.

В результате расчета установлено, что у большегрузного вагона примерно 0,6 веса равномерно распределенного груза и половых досок передается хребтовой балке, а остальные 0,4 этого веса приходятся на нижний обвязочный пояс боковых ферм.

Расчет половых досок

Рассматривая половую доску как неразрезную балку, опертую на нижние пояса боковых ферм и на швеллерах хребтовой балки, половые доски рассчитываются на следующие нагрузки:

1) собственный вес половых досок;

2) вес равномерно распределенного груза;

3) сосредоточенную нагрузку P, приложенную в любом из наибольших пролетов; комбинирование сосредоточенной и равномерно распределенной нагрузок не допускается.

Величина нагрузки P для крытых 50-тонных вагонов установлена опытом и принята в американском вагоностроении равной 0,15 m.

Изгибающие моменты определяем, пользуясь теоремой о трех моментах (рис. 480):

$$M_1 a + 2M_2(a+b) + M_3 b = -P\frac{\left(\frac{a}{2}\right)^2 - \left(a+\frac{a}{2}\right)}{a}, \quad (1)$$

$$M_2 b + 2M_3(b+a) + M_4 a = 0, \quad (2)$$

НБ УДУНТ (ДІПТ)

так как $M_1 = M_4 = 0$, то уравнения (1) и (2) перепишутся так:

$$2M_2(a+b) + M_3 b = -\frac{3}{8} P a^2, \tag{3}$$

$$M_2 b + 2M_3(b+a) = 0. \tag{4}$$

Из уравнений (3) и (4) определяются M_2 и M_3.

Уравнение прочности, учитывающее максимальный изгибающий момент M_2 или M_3, имеет вид:

$$M_{max} = \sigma W. \tag{5}$$

Максимальное допускаемое напряжение для сосны может быть принято до 100 *кг/см²*. Определяя из уравнения (5) момент сопротивления W половой доски) $W = \frac{bh^2}{6}$ и задаваясь напряжением, найдем необходимые ее размеры.

Расчет хребтовой балки четырехосного крытого вагона.

Хребтовая балка рассчитывается на комбинированные действия следующих нагрузок:

1) давление от половых досок (от веса груза и собственного веса);

2) собственный вес хребтовой балки;

3) концевую горизонтальную нагрузку $P = 100\,m$, действующую по центральной линии от удара при сцеплении автосцепки. Нагрузка от груза передается хребтовой балке, равная $0{,}6\,Q$, а $0{,}4\,Q$ передается боковым фермам. Этот способ распределения веса груза более упрощенный и в практике расчетов вагонных рам применяется при приближенных и проверочных практических подсчетах. При более точных расчетах хребтовой балки распределение нагрузки между хребтовой балкой и боковыми фермами производится посредством полового настила.

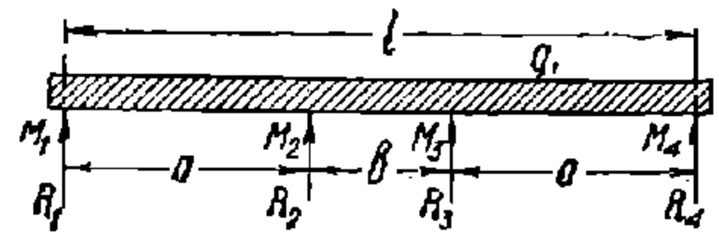


Рис. 481.

Груз в вагоне считают равномерно распределенным по площади пола. Половые доски рассматривают как балки, лежащие на жестких опорах и опирающиеся по концам на нижние пояса фермы, а средней своей частью на хребтовую балку.

Затем определяют реакции, возникающие от груза в половой доске на ее опорах. Эти реакции и принимают как нагрузку, передающуюся хребтовой балке или фермам.

Определение реакции от половых досок (нагруженных грузом) на хребтовую балку и нижний пояс боковых ферм произведем следующим путем.

Обозначая через q вес груза (включая и вес полового настила), отнесенного к кв. единице площади пола (рис. 481), найдем реакции R_2 и R_3, действующие на хребтовую балку, и реакции R_1 и R_4, приходящиеся на боковые фермы. Пользуясь уравнением трех моментов, которое для нашего случая при равномерно распределенной нагрузке напишется:

$$M_1 a + 2M_2(a+b) + M_3 b = -\frac{q}{4}(a^3 + b^3). \tag{6}$$

Замечая, что $M_1 = M_4 = 0$, уравнение (6) перепишется так:

$$2M_2(a+b) + M_3 b = -\frac{q}{4}(a^3 + b^3). \tag{7}$$

Вследствие симметричного распределения нагрузки и опор на хребтовой балке $M_2 = M_3$, реакции $R_1' = R_4$ и $R_2'' = R_3'$.

Изгибающие моменты имеем:

$$2M_2\,a + 2M_2 b + M_3 b = -\frac{q}{4}(a^3 + b^3);$$

откуда:

$$2M_2 a + 3M_2 b = -\frac{q}{4}(a^3 + b^3);$$

$$M_2(2a+3b) = -\frac{q}{4}(a^3+b^3); \quad M_2 = M_3 = -\frac{q(a^3+b^3)}{4(2a+3b)}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

реакция R_4' определится из следующего уравнения:

$$R_1' a = \frac{qa^2}{2} + M_2;$$

из этого уравнения имеем:

$$R_1' = R_4 = \frac{\frac{qa^2}{2} + M_2}{a}.$$

Промежуточные реакции определяются из уравнения:

$$R_2'' = R_3' = \frac{2a+b}{2} \cdot q - R_1' = \frac{2a+b}{2} q - \frac{q\frac{a^2}{2} + M}{2}. \qquad (10)$$

Полученные реакции R_1' и R_4 являются нагрузкой на погонный сантиметр длины нижнего пояса боковой фермы кузова вагона. Реакции R_2'' и R_3' есть нагрузки, приходящиеся на погонный сантиметр длины хребтовой балки. Зная эти реакции R_2' и R_3', переходим к расчету хребтовой балки (рис. 481-а).

Обозначим через:

$R_1 = R_6$ — реакции на буферных брусьях,
$R_2 = R_5$ — реакции на шкворневых балках,
$R_3 = R_4$ — реакции на промежуточных балках,

$R_2'' = R_3' = q_1$ — суммарную нагрузку, приходящуюся на погонный сантиметр хребтовой балки (нагрузка на погонный сантиметр хребтовой балки от груза и полового настила плюс вес погонного сантиметра хребтовой балки с креплениями).

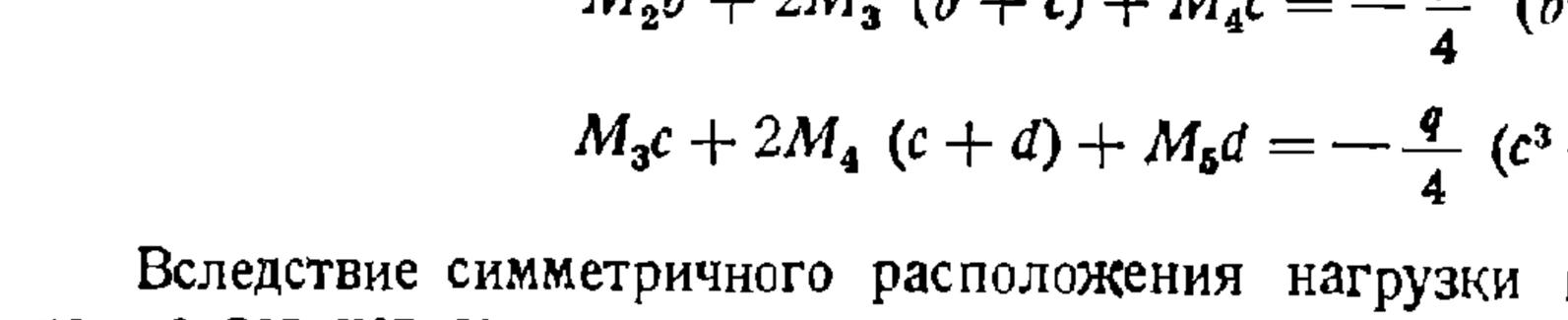


Рис. 481а.

Рассматриваем хребтовую балку как многоопорный брус. Поэтому для определения сечения балки необходимо найти наибольший изгибающий момент от равномерно распределенной нагрузки q_1. Для решения этой задачи применяют уравнение трех моментов, каковые в данном случае будет иметь следующий вид:

$$M_1 a + 2M_2 (a+b) + M_3 b = \frac{q}{4} (a^3 + b^3). \qquad (11)$$

$$M_2 b + 2M_3 (b+c) + M_4 c = -\frac{q}{4} (b^3 + c^3). \qquad (12)$$

$$M_3 c + 2M_4 (c+d) + M_5 d = -\frac{q}{4} (c^3 + d^3). \qquad (13)$$

Вследствие симметричного расположения нагрузки и опор будем иметь следующие равенства:

$$M_1 = M_6 = 0; \quad M_2 = M_5; \quad M_3 = M_4.$$

Имея такую зависимость, можно определить изгибающие моменты M_2 и M_3, сделав алгебраические преобразования с соответствующими подстановками в данных уравнениях (11) и (12.) Из уравнения (11) изгибающий момент M_3, выраженный через M_2:

$$M_2 (a+b) + M_3 b = -\frac{q}{4} (a^3 + b^3);$$

откуда

$$M_3 = -\frac{q}{4} \frac{(a^3 + b^3)}{b} - M_2 \frac{a+b}{b}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Полученное выражение подставляем в уравнение (12), одновременно заменяя M_2 через M_3; получим следующие уравнения:

$$M_2 b + 2M_3(b + c) + M_3 c = -\frac{q}{4}(b^3 + c^3).$$

$$M_2 b + M_3(2b + 3c) = -\frac{q}{4}(b^3 + c^3), \text{ или } M_2 b = -\frac{q}{4}(b^3 + c^3) - M_3(2a + 3c).$$

$$M_2 b + \left[\frac{q}{4}\left(\frac{a^3 + b^3}{b}\right) - M_2\left(\frac{a + b}{b}\right)\right](2b + 3c) = -\frac{q}{4}(b^3 + c^3).$$

$$M_2 b - \frac{q}{4}\left(\frac{a^3 + b^3}{b}\right)(2b + 3c) - M_2\left(\frac{a + b}{b}\right)(2b + 3c) = -\frac{q}{4}(b^3 + c^3).$$

$$M_2\left[b - \left(\frac{a + b}{b}\right)(2b + 3c)\right] = -\frac{q}{4}(b^3 + c^3) + \frac{q}{4}\left(\frac{a^3 + b^3}{a}\right)(2b + 3c) =$$

$$= -\frac{q}{4}\left[(b^3 + c^3) - \left(\frac{a + b}{b}\right)(2b + 3c)\right].$$

$$M_2 = -\frac{q}{4}\left[\frac{(b^3 + c^3) - \left(\frac{a^3 + b^3}{b}\right)(2b + 3c)}{b - \left(2a + 2b + 3c + 3\frac{ac}{b}\right)}\right] = -\frac{q}{4}\left[\frac{(b^3 + c^3) - \left(2a^3 + 2b^3 + 3b^2c + 3\frac{a^3c}{b}\right)}{b - \left(2a + 2b + 3c + 3\frac{ac}{b}\right)}\right] \quad (14)$$

Определив величину изгибающего момента M_2, подставляем ее в уравнение (11) и выявляем величину момента M_3.

Определив изгибающие моменты хребтовой балки, переходим к определению опорных реакций:

$$R_1 = \frac{M_2 + q\frac{a^2}{2}}{a}$$

(R_1 — наибольшее давление, передаваемое хребтовой балкой буферному брусу),

$$R_2 = \frac{M_3 - R_1(a + b) + \frac{q}{2}(a + b)^2}{b}$$

(R_2 — наибольшее давление, передаваемое хребтовой балкой шкворневой балке),

$$R_3 = \frac{M_4 - R_1(a + b + c) - R_2(b + c) + \frac{q}{2}(a + b + c)^2}{c}$$

(R_3 — наибольшее давление, передаваемое хребтовой балкой поперечному брусу).

По наибольшему изгибающему моменту определяют сечение хребтовой балки или напряжение при изгибе, если известно сечение балки.

Напряжение определяется из уравнения прочности:

$$M_{max} = W\sigma_1,$$

откуда:

$$\sigma_1 = \frac{M_{max}}{W}$$

Определив изгибающие моменты, действующие на хребтовую балку от вертикальных сил (статической нагрузки), необходимо учитывать влияние силы тяги локомотива и удара от автосцепки. Опасной силой является удар, и расчет сечений или определение напряжений производится на горизонтальную силу $P = 150$ *т*, направленную вдоль продольной оси хребтовой балки.

НВ УДУТ (ДИТ)

Уравнение прочности при центральном ударе имеет вид:

$$P_{\text{в}} = F\sigma_2;$$

откуда

$$\sigma_2 = \frac{P_{\text{в}}}{F},$$

где F есть площадь поперечного сечения хребтовой балки. При постановке автосцепки линия удара не всегда совпадает с осью симметрии сечения хребтовой балки; поэтому приходится учитывать изгибающий момент от эксцентричного удара (см. рис. 481-б).

$$M_{\text{э}} = P_{\text{в}}a = W\sigma_{\text{э}};$$

откуда

$$\sigma_{\text{э}} = \frac{M_{\text{э}}}{W}$$

Окончательный выбор сечения следует производить по суммарному изгибающему моменту от всех сил, действующих на хребтовую балку.

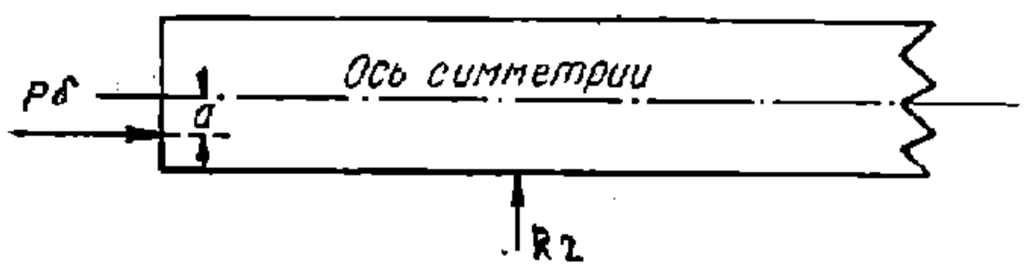


Рис. 482б.

Расчет промежуточной поперечной балки (рис. 482)

Поперечные брусья рассчитываются на нагрузки: а) собственный вес поперечного бруса, б) давление R_3, передаваемое поперечному брусу хребтовой балкой.

Реакции определяются из уравнения:

$$R = R_3 + q\frac{2}{2},$$

$$M = \left(Ra - q\frac{a^2}{2}\right). \qquad (16)$$

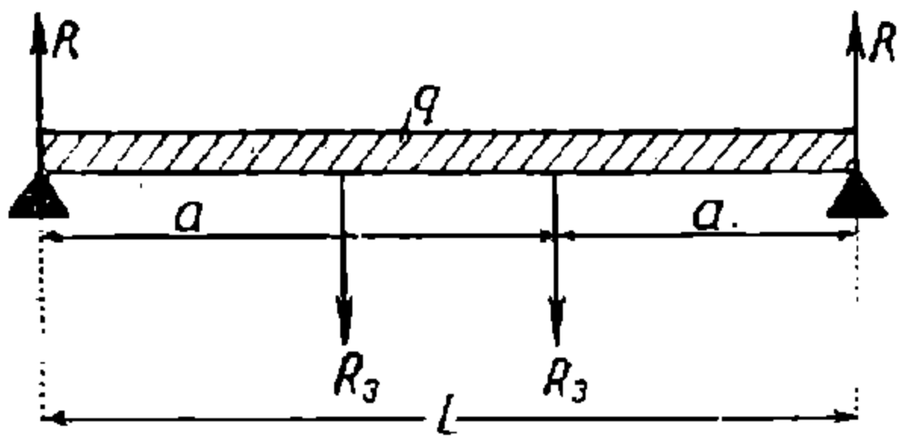


Рис. 482.

Усилие, сдвигающее горизонтальные листы $\frac{M}{h}$ где h — расстояние между центрами тяжести горизонтальных листов.

Возникающие при этом напряжения в поясах:

$$\sigma = \frac{M}{hF},$$

где F—поперечное сечение листов (нетто).

Число заклепок должно обеспечивать величину возникающих в них напряжений не выше: 700 *кг/см²*—на срез, 1 400 *кг/см²*—на скольжение.

При соединении поперечных балок с хребтовым и нижним поясами ферм посредством электросварки напряжение по месту приварки на срез допускается 600 *кг/см²*, а на растяжение 800 *кг/см²*.

Расчет шкворневой балки

Шкворневая балка рассчитывается на комбинированное действие следующих нагрузок, приложенных к каждому его концу:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4.$$

P_1 — $^1/_2$ нагрузки от хребтовой балки, передаваемой поперечному брусу,
P_2 — $^1/_2$ нагрузки от бокового нижнего пояса фермы,
P_3 — $^1/_4$ веса кузова вагона за вычетом веса хребтовой балки и полового настила,
P_4 — $^1/_2$ нагрузки буферного бруса,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

H — 1,5 m, усилие, учитывающее продольное смещение груза под влиянием силы инерции (рис. 483).

Изгибающий момент от силы H:

$$M_и = Ha.$$

Этот момент создает пару сил, стремящихся сдвинуть горизонтальные листы шкворневой балки. Величина каждой из этих сил равна $\frac{M_и}{h}$, где h — расстояние между центрами тяжести горизонтальных листов; $M_и$ вызывает в листах напряжение, равное

$$\sigma = \frac{M_и}{hF},$$

где F — площадь поперечного сечения шкворневой балки (нетто).

Вертикальные силы P создают в каждом из горизонтальных листов изгибающий момент:

$$M_р = Pa.$$

Поперечное сечение шкворневой балки определяется из условия прочности по максимальному суммарному изгибающему моменту.



Рис. 483.

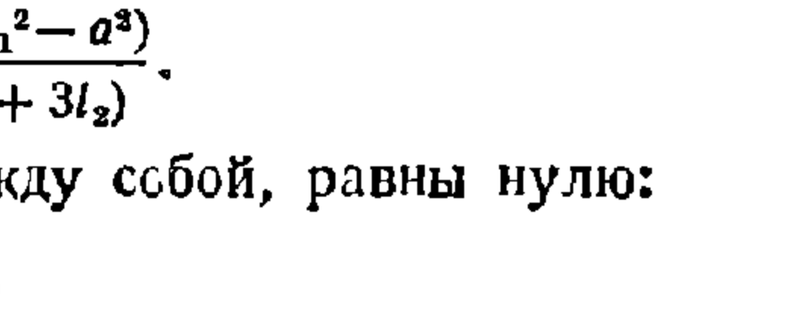


Рис. 484.

Расчет буферной балки при винтовой стяжке (рис. 484):

Расчет многоопорной балки производится по уравнению трех моментов:

$$2M_1(l_1 + l_2) + M_2 l_2 = -\frac{Pab(l_1 - a)}{l_1}.$$

Виду того что балка симметрична, изгибающие моменты будут одинаковые, т. е.

$$M_1 = M_2 = -\frac{2Pa(l_1^2 - a^2)}{l_1(2l_1 + 3l_2)}.$$

Крайние изгибающие моменты, равные между собой, равны нулю:

$$M_4 = M_3 = 0.$$

Реакции на боковые швеллера определяются из уравнения:

$$R_3 l_1 - Pb + M_1 = 0,$$

откуда

$$R_3 = \frac{Pb - M_1}{l_1}.$$

Изгибающий момент для расчета сечения буферного бруса будет:

$$M = R_3 a.$$

Для определения сечения буферного бруса нужно задаться допускаемым напряжением σ и по полученному максимальному изгибающему моменту M определить момент сопротивления:

$$W = \frac{M}{\sigma}.$$

НБ УДУНТ (ДПТ)

Расчет хребтовой балки двухосного вагона

Распределение статическсй нагрузки (от груза и собственного веса досок) производится через половой настил, рассматривая половую доску как балку, лежащую на четырех опорах (рис. 485).

Груз, приходящийся на 1 пог. *см* длины доски:

$$q = \frac{Q}{Ll_0}.$$

Изгибающие моменты и опорные реакции половой доски определяются из уравнения трех моментов:

$$M_0 l_1 + 2M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 = -\frac{q}{4}(l_1^3 + l_2^3),$$

причем изгибающие моменты на крайних опорах будут вследствие симметричной нагрузки равны:

$$M_0 = M_3 = -q\frac{c^2}{2}.$$

Изгибающие моменты M_1 и M_2 также равны вследствие симметричного расположения и определяются из предыдущего уравнения, подставив известные величины в него.

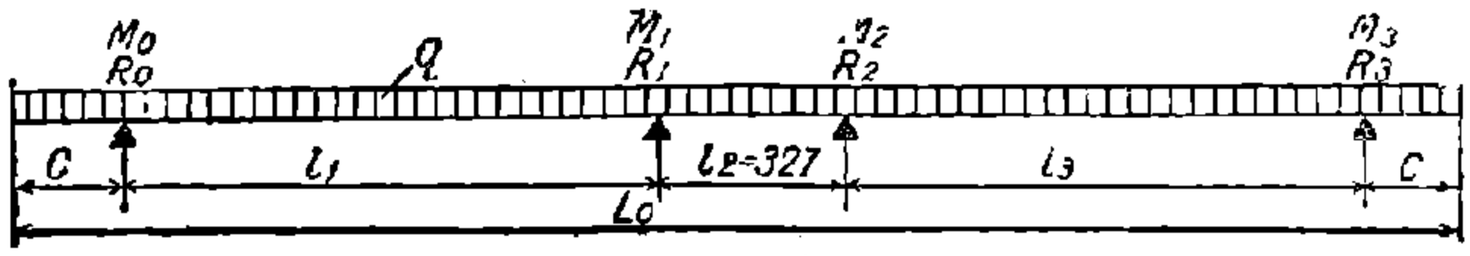


Рис. 485.

Опорная реакция определяется из следующего уравнения:

$$M_1 + R_0 l_1 - \frac{q(c + l_1)}{2l_1} = 0,$$

откуда:

$$R_3 = R_0 = \frac{q(c + l_1)^2 - M_1}{2l_1^2}; \quad R_1 = 0{,}5(Q - 2R_0).$$

В двухосных вагонах хребтовая балка воспринимает на себя часть полезного груза, передающегося через половой настил, собственный вес балки и буферный удар. Хребтовая балка опирается на буферные и поперечные брусья, которые жестко связаны с боковыми продольными балками (рис. 485а).

Изгибающие моменты хребтовый балки определяются при помощи уравнения трех моментов:

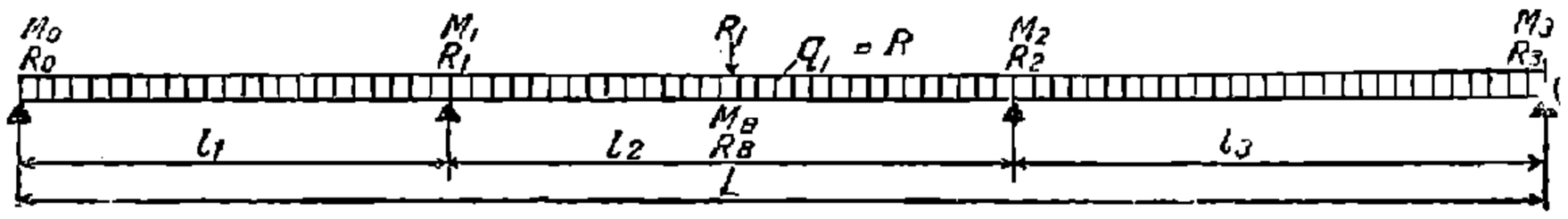


Рис. 485а.

$$M_0 l_1 + 2M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 = -\frac{q}{4}(l_1^3 + l_2^3),$$

причем:

$$M_0 = M_3 = 0;\ M_1 = M_2;\ R_0 = R_3;\ R_1 = R_2.$$

Подставив все известные величины в уравнение трех моментов, получают изгибающий момент:

$$2M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 = -\frac{q}{4}(l_1^3 + l_2^3).$$

Реакции на опорах определяются из уравнения:

$$R_0 l_1 + M_1 - \frac{q l_1^2}{2} = 0,$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

откуда:

$$R_0 = \frac{ql_1^2 - M_1}{2l_1^2}; \quad R_1 = 0{,}5(qL - 2R_0).$$

Максимальный изгибающий момент посередине хребтовой балки будет:

$$M = R_0\left(l_1 + \frac{l_2}{2}\right) - \frac{q}{2}\left(l_1 + \frac{l_2}{2}\right)^2 + R_1\frac{l_2}{2}.$$

После определения максимального изгибающего момента определяют напряжение от изгиба в верхних и нижних волокнах:

$$\sigma_1 = \frac{M}{W_1}; \quad \sigma_2 = \frac{M}{W_2},$$

где моменты сопротивления W_1 и W_2 определяются в соответствии с выбранным сечением хребтовой балки.

Кроме вертикальных нагрузок хребтовая балка воспринимает горизонтальное усилие от силы тяги на крюке и буферный удар при постановке автосцепки.

Напряжение в хребтовой балке от буферного удара при автосцепке определится:

$$\sigma_3 = \frac{P}{F\varphi} \pm \frac{M_{эксц}}{W},$$

где:

F — площадь поперечного сечения хребтовой балки;

φ — коэфициент, учитывающий продольный изгиб;

$M_{эксц}$ — изгибающий момент от эксцентричного расположения автосцепки и равен Pa, где a есть расстояние от центра тяжести сечения хребтовой балки до горизонтальной силы автосцепки.

Величину эксцентриситета a не рекомендуется брать больше 50 *мм*.

По полученному суммарному напряжению окончательно устанавливаются размеры хребтовой балки.

Расчет продольной боковой балки

Боковая продольная балка в двухосном вагоне является главной несущей балкой и рассчитывается на следующие нагрузки: действия центробежной силы и ветра (считаем равномерно распределенными по всей длине боковой балки) и статическую равномерно распределенную нагрузку.

Дополнительная нагрузка от центробежной, ветра и инерции, приходящаяся на 1 *см* длины балки, определится:

$$q_2 = \frac{0{,}4Q_1h}{aL},$$

где:

a — расстояние между центрами тяжести боковых балок,

h — высота от центра тяжести и надрессорного строения до центра оси ската.

Собственный вес вагона и вес полезного груза, приходящиеся на один боковой швеллер, считаем как равномерно распределенную нагрузку по всей длине балки.

Давление, приходящееся на одно ушко рессоры от всех сил, действующих на вагон, будет (рис. 486):

$$Z = \frac{S_1 + 2S_2 + 2S_3 + q_4L}{4},$$

где:

S_1 — сосредоточенный груз, приходящийся на боковую балку в дверном пролете, определяется заданием при проектировании,

S_2 — давление от веса буферной балки с аппаратом,

S_3 — реакция промежуточной поперечной балки,

q_4 — равномерно распределенная нагрузка, приходящаяся на 1 *см* длины балки, передаваемая половыми досками с учетом нагрузки q_2.

НБ УДУНТ (ДТ)

Давление Z_1, приходящееся с внутренней стороны рессорной державки:

$$Z_1 = \frac{Z(l+l)}{l_1}.$$

Давление Z_2, приходящееся с наружной стороны рессорной державки:

$$Z_2 = \frac{Zl}{l_1}.$$

Напряжение от удара при сжатии балки будет с учетом коэфициента Навье:

$$\sigma = \frac{R_0}{F\varphi} \pm \frac{M_{вкс}}{W},$$

где $M_{вкс}$ — изгибающий момент от буферного удара.

Зная все силы, приходящиеся на боковую балку, подставляя их значение и приводя взаимно противоположное к одной силе, находят максимальные изгибающие моменты в опасных сечениях (опасными сечениями являются средняя часть и между рессорными державками), по которым и определяется сечение балки или напряжение с учетом влияния реакции от буферного удара.

Расчет швеллеров и шпренгелей рамы двухосной платформы

Вес платформы:

$$Q = 6\,744 \ кг.$$

Принимая: вес 2 колесных пар равным 2 457 *кг*,
вес 4 надбуксовых рессор равным 197 *кг*,
вес 4 колесных букс равным 197 *кг*,

получим вес кузова и рамы платформы, равный:

$$Q_1 = 6\,744 - 197 - 197 - 2\,457 = 3\,893 \ кг.$$

При длине платформы $L = 9$ *м* получим нагрузку, приходящуюся на 1 *м* длины

$$q = \frac{Q_1}{L} = \frac{3\,893}{9} = 432{,}7 \ кг,$$

а на 1 *м* бокового швеллера нагрузка будет:

$$q_1 = \frac{432.7}{2} = 216{,}35 \ кг.$$

Рассматривать будем наиболее нагруженную и наиболее опасную часть швеллера ABC (в пределах шпренгеля) (рис. 486), пердполагая, что вся внешняя нагрузка, приходящаяся на один швеллер и равная $\frac{16\,500}{2} = 8\,250$ *кг*, сосредоточена в точке B; в этой же точке B сосредоточен и собственный вес платформы, приходящийся на длину AC. Нагрузка в пролете будет $216{,}35 \cdot 4{,}25 = 920$ *кг*. Таким образом действующая в точке B сила

$$P = 8\,250 + 920 = 9\,170 \ кг.$$

Под действием силы P швеллер ABC прогнется, стойка BD будет сжата, а струны AB и CB будут растянуты (рис. 486а).

Имеем следующие данные:

$$l_1 = 212{,}5 \ см; \quad l_2 = 218{,}3 \ см; \quad h = 50 \ см.$$

$J = 4\,925 \ см^4$ — момент инерции швеллера,
$d = 38 \ мм$ — диаметр струн AB и CB,
$\omega_1 = 11{,}34 \ см^2$ — площадь сечения струны,
$\omega_2 = 21{,}6 \ см^2$ — площадь сечения стойки шпренгеля BD.

Так как распределение сил на отдельные части рассматриваемой системы будет зависеть от степени изменяемости форм отдельных частей, то составим выражения, которые давали бы понятия об изменяемости форм.

НВ УДУТ (ДІІТ)

Определим стрелу прогиба BB_1 (рис. 486а) от груза в 1 *кг*, приложенного в точке D, если бы отсутствовали струнки и стойка:

$$f_1 = \frac{l_1^3}{6EJ} = \frac{212.5^3}{6 \cdot 2\,000000 \cdot 49.5} = 0{,}0001623 \text{ мм}.$$

Определим удлинение струны AB от 1 *кг* нагрузки:

$$f_2 = \frac{l_2}{E\omega_1} = \frac{218{,}3}{2\,000\,000 \cdot 11{,}34} = 0{,}00000962 \text{ мм}.$$

Определим сжатие стойки BD от груза в 1 *кг*:

$$f_3 = \frac{h}{\omega_2 \cdot E} = \frac{50}{21{,}6 \cdot 2\,000\,000} = 0{,}0000011 \text{ мм}.$$

Под действием груза P швеллер AC прогнется, колонка сожмется и будет поддерживать швеллер силой X, следовательно изгиб швеллера AC будет производиться силой $P' = P - X$. При этом прогиб швеллера f_1' будет больше прогиба f_1 (прогиб под $P = 1$ *кг*), во сколько раз сила $P - X$ больше 1 *кг*, или можем написать:

$$f_1' = f_1(P - X).$$

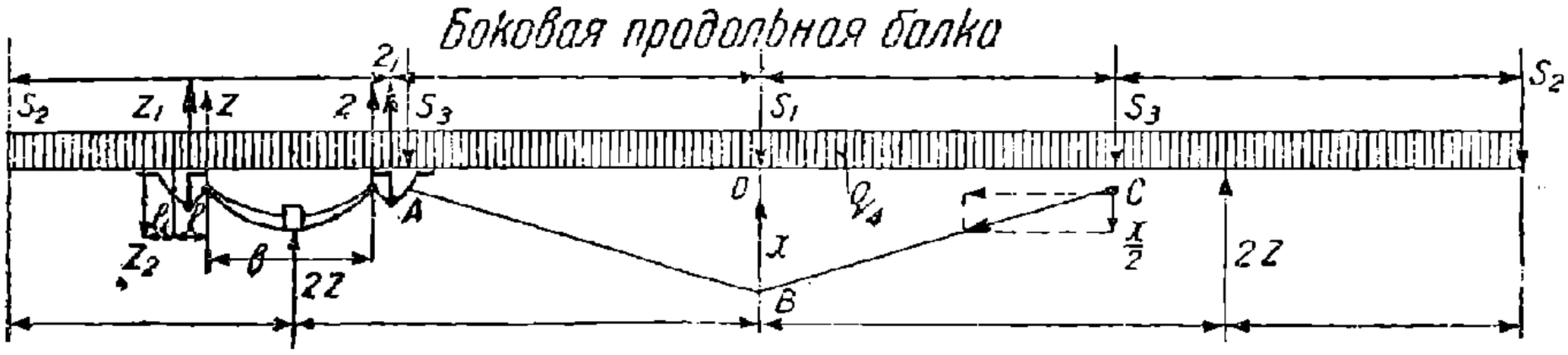


Рис. 486.

В то же время сила X будет сжимать колонку на величину:

$$f_3' = f_3 X.$$

Силы же, которые будут расстягивать струнки AB и CB, определятся из уравнения:

$$Y = \frac{X}{2 \sin \alpha}.$$

Следовательно, удлинение струнок будет определяться:

$$f_2' = f_2 \frac{X}{2 \sin \alpha}.$$

При рассмотрении системы нетрудно установить связь между величинами: f_1', f_2' и f_3'.

Под грузом P точка швеллера B опустится на величину $BB_1 = f_1'$ (рис. 486а). Точка D опустится на величину DD_1, которая меньше BB_1, так как стойка BD сжалась на величину f_3, или можем написать:

$$DD_1 = f_1 - f_3.$$

Струна AB после деформаций займет положение AB_1, при этом удлинение струны будет равно величине KB_1.

Из $\triangle BKB_1$ удлинение KB_1 определится так:

$$f_2 = KB_1 = BB_1 \cdot \sin \alpha = (f_1' - f_3') \cdot \sin \alpha.$$

Подставляя значения f_1', f_2' и f_3', после преобразования получим силу X, сжимающую колонку шпренгеля:

$$X = P \frac{f_1}{f_1 + f_3 + \frac{f_2}{\sin \alpha}}.$$

НБ УДУНТ (ДПТ)

Для рассматриваемого случая

$$\sin\alpha = \frac{500}{2\,183} = 0{,}229.$$

Подставляя числовые значения в выражение силы X, будем иметь:

$$X = 9170\,\frac{0{,}0001623}{0{,}0001623 + 0{,}0000011 + \dfrac{0{,}00000962}{0{,}229}} = 9\,170 \cdot 0{,}79.$$

$$X = 7240\ кг.$$

Определим силу $P_1 = P - X$:

$$P_1 = 9\,170 - 7\,240 = 1\,930\ кг.$$

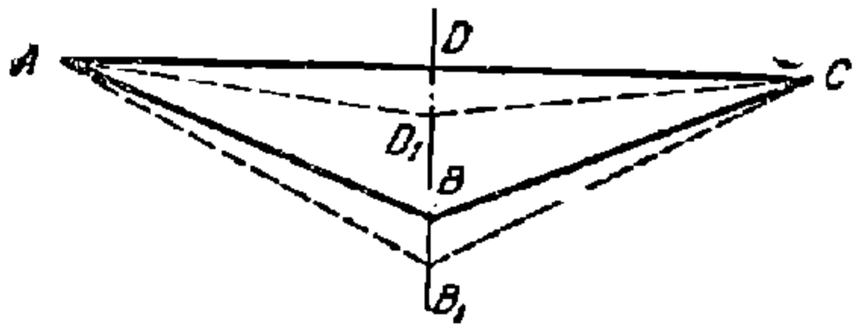


Рис. 486а.

Определим изгибающий момент для швеллера:

$$M_{изг} = \frac{P_1 l}{2} = \frac{1\,930 \cdot 212{,}5}{2} = 205\,000\ кгсм.$$

Определим напряжение в швеллере:

$$\sigma = \frac{M_{изг}}{W};\quad W = 328\ см^3.$$

$$\sigma = \frac{205\,000}{328} = 625\ кг/см^2.$$

Определим силу Y, растягивающую струны:

$$Y = \frac{X}{2\sin\alpha} = \frac{7\,240}{2 \cdot 0{,}229} = 4\,210\ кг.$$

Определим напряжение растяжения струны:

$$\sigma_{рас} = \frac{Y}{\omega_1} = \frac{4\,210}{11{,}34} = 372\ кг/см^2.$$

142. Кузова и их расчет

Кузова грузовых вагонов по конструкции обрешетки делятся на:

1) кузова, не воспринимающие вертикальные нагрузки от веса вагона, груза и от вертикальных составляющих динамических сил (от действия ветра и центробежных сил);

2) кузова с обрешетками, воспринимающими вертикальные нагрузки.

К первой группе относятся главным образом старые вагоны с деревянными обрешетками (некоторые с железными стойками без раскосов) и с деревянной обшивкой.

Деревянная обрешетка кузова, независимо от того, запроектирована ли она со стойками и раскосами между ними (раскосно-стоечной конструкции) или без раскосов, не представляет жесткой цельной системы раскосной или безраскосной фермы; поэтому вся вертикальная нагрузка в таких конструкциях при проектировании передается на раму вагона.

Что же касается металлической стоечной обрешетки кузова (без раскосов между ними) при деревянной обшивке кузова, отсутствие раскосов не дает возможности стойкам воспринимать всю часть нагрузки, приходящейся на обрешетку. Учесть влияние стоек в работе всей системы обрешетки и рамы точно крайне сложно и, кроме того, величина участия стоечных конструкций не представляет определенной величины. Поэтому при расчетах такой обрешетки стойки рассчитываются только на распирающие усилия от груза, а вертикальная нагрузка передается вся на раму вагона.

Ко второй группе кузовов относятся все кузова новых конструкций (хопперов-гондол, крытых большегрузных), обрешетка которых представляет раскосно-стоечную конструкцию, жестко связанную в узлах как между ее элементами, так и с рамой вагона. Поэтому при расчете кузова (обрешетки) вертикальные нагрузки частично передаются на обрешетку, и последняя рассматривается как ферма.

НЕ УДУПГ (ДІІТ)

Передача вертикальных сил на фермы кузова дала возможность использовать металл кузова, а за счет его нагружения облегчить раму вагона и получить более легкую конструкцию, так как независимо от того, несет нагрузку обрешетка или нет; ставить ее необходимо для того, чтобы укреплять обшивку и делать стены, т. е. установка обрешетки все равно необходима по самой конструкции кузова и его назначению.

Применение в новых вагонах кузовов с обрешетками, несущими вертикальную нагрузку, делает их совершенно отличными от старых, а также изменяет подход к расчету и самый метод расчета вагона.

Поэтому при проектировании новых вагонных конструкций, прежде чем приступить к расчету на прочность, необходимо ясно представить себе, как конструкция должна правильно работать и насколько она отвечает предъявленным к ней эксплоатационным требованиям, а также выяснить строительную и ремонтную возможности конструкции.

Для того чтобы ориентироваться в нагрузках, приходящихся на различные элементы всей системы, а также выяснить, как эти нагрузки распределяются между отдельными элементами ферм и рамы и каковы напряжения материала, вызванные этими нагрузками, необходимо предварительно проделать тщательный анализ, после

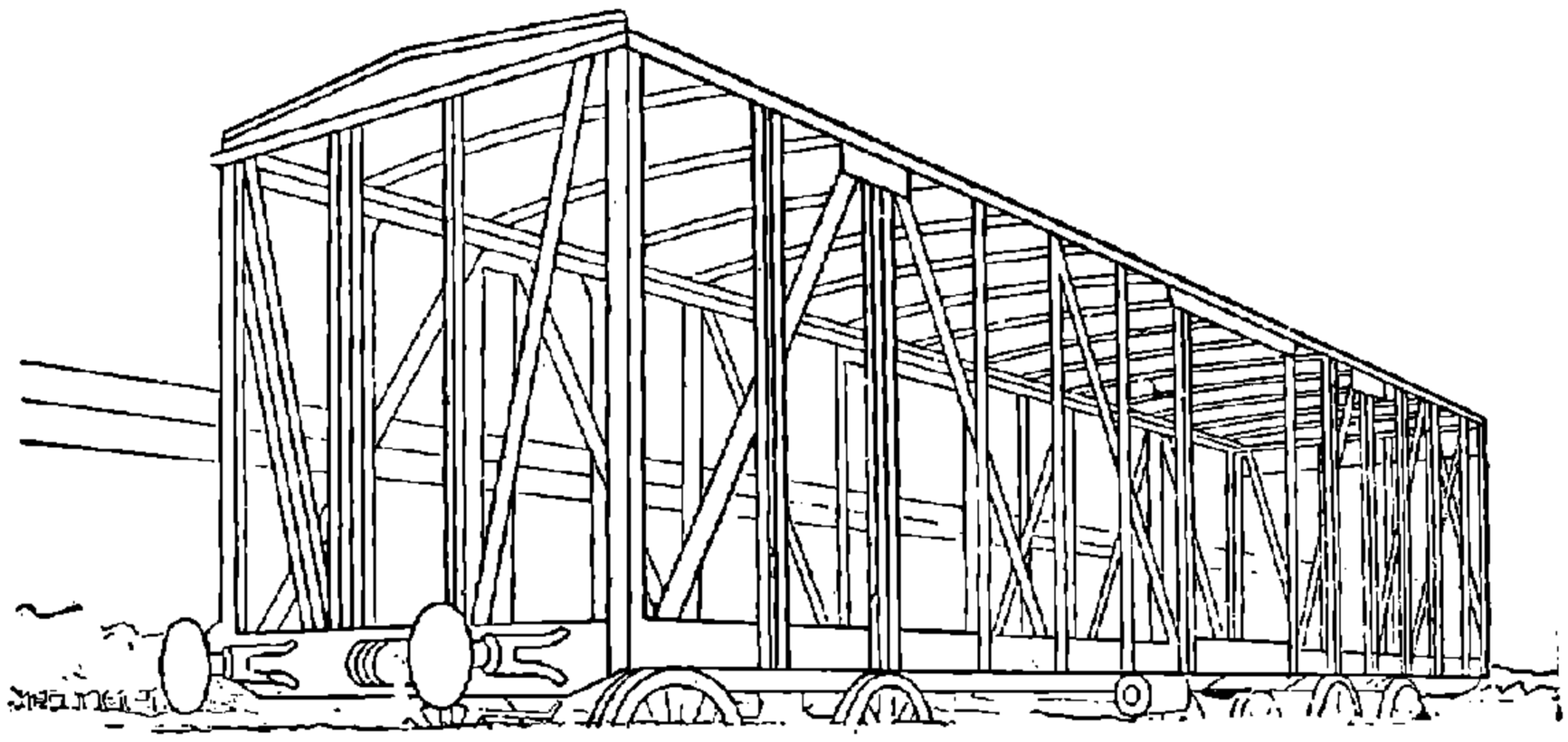


Рис. 487.

чего приступить к проектированию вагона. Надо стремиться к тому, чтобы фермы были как можно проще по своей конструкции; чем проще, тем легче установить взаимную связь между элементами, тем точнее можно определить величину возникающих в них усилий и тем лучше можно будет распределить и использовать металл.

Вагонные фермы рассмотренных типов, строго говоря, являются системами статически-неопределимыми по числу опор и их характеру (опоры упругие), а некоторые и по комбинации элементов фермы. Вагоностроительная практика, как наша, так и заграничная, американская в частности, рассматривает фермы преимущественно лежащими на двух жестких опорах (шкворневых балок); влияние промежуточных поперечных балок, как упругих опор, не учитывается.

На рис. 487 изображена схема боковой железной обрешетки (фермы) большегрузного крытого черырехосного вагона подъемной силой 50 *т*. По этой схеме запроектированы фермы угольных полувагонов (гондол и др.). Как видно из рис. 487, обрешетка представляет собою ферму с параллельными поясами и с треугольной однорядной комбинацией элементов; обрешетки кузова при деревянной обшивке, применяемые в американских вагонах, по конструкциям такие же, как и в наших большегрузных крытых вагонах и полувагонах-хопперах и гондолах.

На рис. 255 показан общий вид американского крытого вагона; эти конструкции имеют фермы, отличающиеся от наших тем, что элементы (раскосы) имеют другую комбинацию, отсюда и усилия, возникающие в раскосах, имеют различные направления, т. е. часть элементов подвергается только сжатию, а часть растяжению. Поэтому и профили раскосов в американских конструкциях различны,—то зетообразные, то штампованные, корытообразные и др. Конструкции обрешеток с раскосами из фасонного проката или специальной штамповки очень устойчивы, жестки, но дороже при постройке, чем из полосового железа.

НЕ УДУНГ (ДИТ)

Фермы в наших вагонах, как указывалось выше, запроектированы таким образом, что все раскосы работают исключительно на растяжение. Это дало возможность изготовлять раскосы из полосового железа, что несомненно удешевило конструкцию.

На рис. 281 изображен полувагон-хоппер с железной обшивкой. Обрешетка этих вагонов состоит только из стоек, к которым прикреплена железная обшивка толщиною от 6 до 7 *мм*; таким образом кузов (стены) вагона представляют жесткую систему, и каждая из боковых стен является фермой балочной конструкции.

Распределение нагрузки от веса груза между рамой и фермой зависит от конструкции обрешетки кузова.

Распределение нагрузок между рамой и обрешеткой, конструкция которой позволяет воспринимать нагрузку от груза, может быть произведено через половой настил (по американской методологии расчета), определяя реакции половых досок от веса груза (R_1 и R_4, рис. 481, см. расчет рам).

Эти реакции и будут соответственно нагружать обрешетку кузова.

Распределение нагрузки от веса груза в полувагонах с горизонтальным и тем более с открывающимся наклонным дном (люком) нельзя рассматривать как неразрезную систему, так как наличие люков по всей длине (в полувагонах-гондолах) не создает жесткой системы.

В этих конструкциях следует распределить нагрузку, исходя из допускаемых напряжений в хребтовой балке, ориентируясь на лучшие существующие конструкции; всю нагрузку, приходящуюся на хребтовую балку сверх допускаемых напряжений 1 200 *кг/см*^{2}, передавать через поперечные балки на боковые фермы. Практика проектирования указывает, что для подобных конструкций с достаточной точностью для практического подсчета нагрузку на одну боковую ферму можно принять равной $^3/_{16}$ от веса груза и прибавить собственный вес фермы.

Вертикальные составляющие от действия горизонтальных сил (центробежной и ветра) будут восприниматься боковыми фермами и определяться следующими формулами:

$$P_1' = \frac{Ch'}{2L}, \qquad P_2' = \frac{Hh_2'}{2L},$$

где:

C — центробежная сила,
h_1' — расстояние от пятника до точки приложения силы C,
H — горизонтальная сила ветра,
h_2 — расстояние от точки приложения силы до пятника.

Нагрузки P'_1 и P'_2 принимаются равномерно распределенными по всей длине нижнего пояса боковой обрешетки кузова.

Суммируя силы P'_1 и P'_2 со статической нагрузкой, получим полную расчетную равномерно распределенную нагрузку, приходящуюся на боковую ферму от веса груза, центробежной силы и силы ветра.

Определив все вертикальные силы, действующие на ферму, суммируя их и сосредоточивая в узлах (схема нагружения—рис. 488), перейдем к определению усилий в элементах формы типа большегрузного вагона, которые могут быть определены графическим способом (Кремона) или аналитическим методом.

Рассмотрим узел A.

По схеме обрешетки верхняя панель AA_1 и стойка (угловая) вертикальной нагрузки не воспринимают, и усилие в раскосе AB определится:

$$P_1 - AB \cdot \cos\varphi = 0,$$
$$BH - AB \cdot \sin\varphi = 0.$$

Из этих уравнений определятся усилия в стержне AB и BH.

Рассмотрим узел B.

Идя тем же методом, определим усилие в стойке BC и раскосе CA:

$$AB \cdot \cos\varphi + BC + CD \cdot \cos\varphi = 0,$$
$$AB \cdot \sin\varphi + CD \cdot \sin\varphi + AD = 0.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Усилия в элементах узла C определятся из выражения:

$$CD \cdot \cos\varphi + P_2 + DE = 0,$$

$$CD \cdot \sin\varphi + CK + EK = 0.$$

Усилия в отдельных элементах в следующих углах фермы определяются таким же способом, разрешая задачу последовательно, один узел за другим.

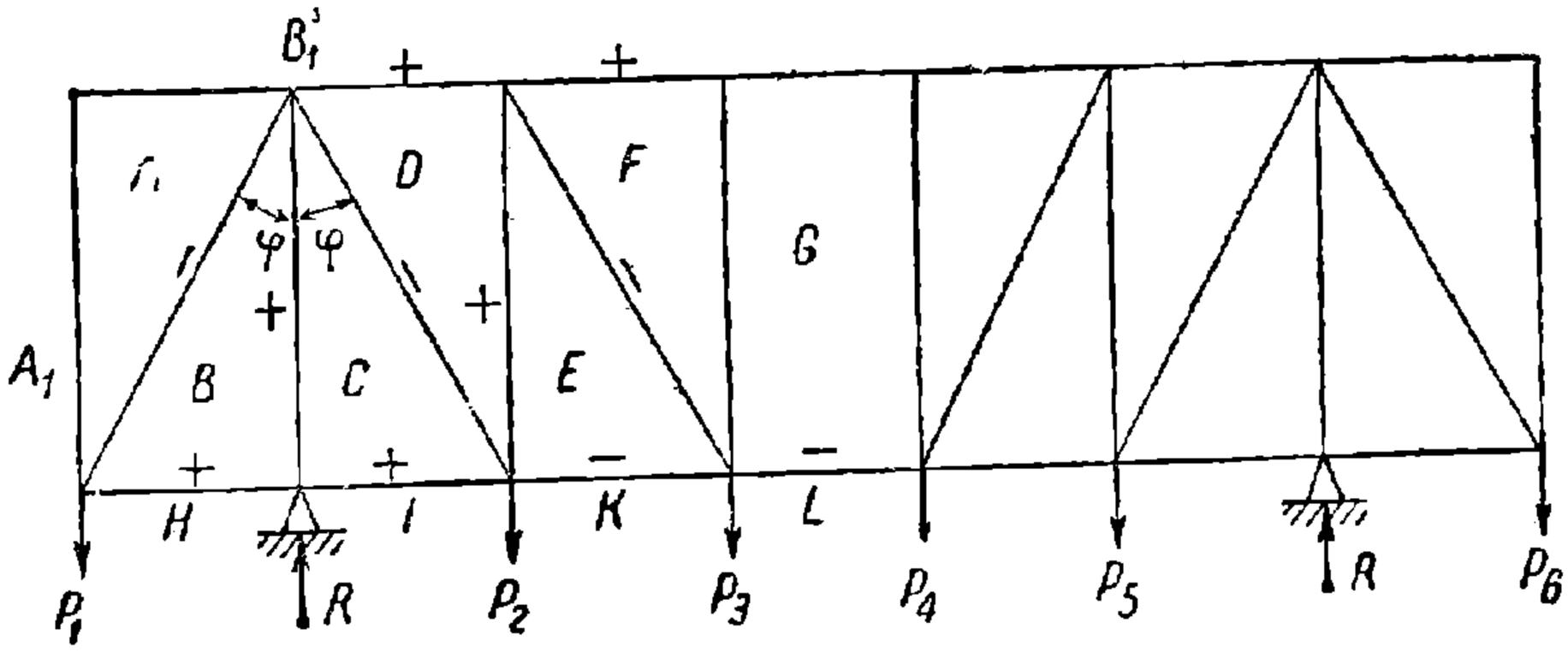


Рис. 488.

Кроме продольных усилий, возникающих в стойках от действия вертикальных сил, они подвергаются действию распирающих усилий от груза, определяющихся по формуле:

$$P = \frac{1}{2} W h^2 \frac{1 + \sin\alpha}{1 - \sin\alpha}.$$

После того как будет найдено давление P от груза на 1 пог. $м$ длины боковой стены, можно перейти к определению изгибающих моментов стоек распирающими усилиями по формулам (рис. 489):

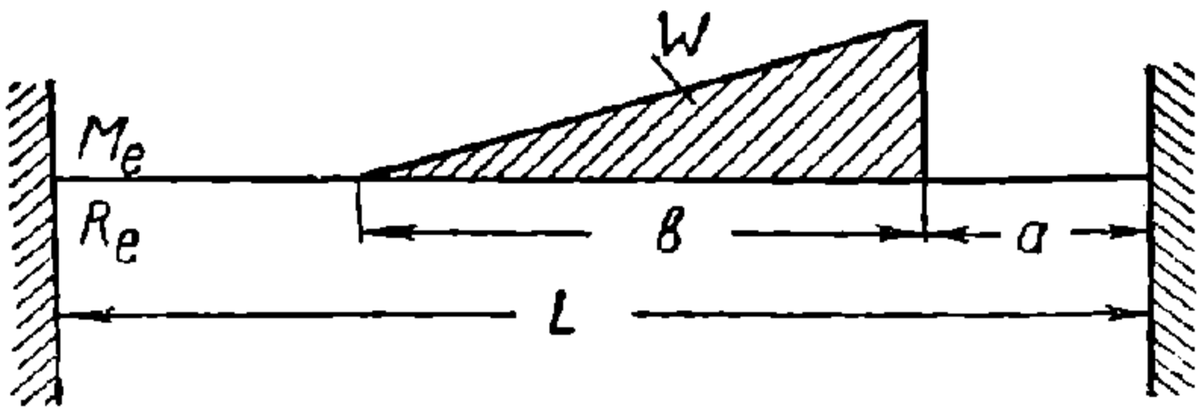


Рис. 489.

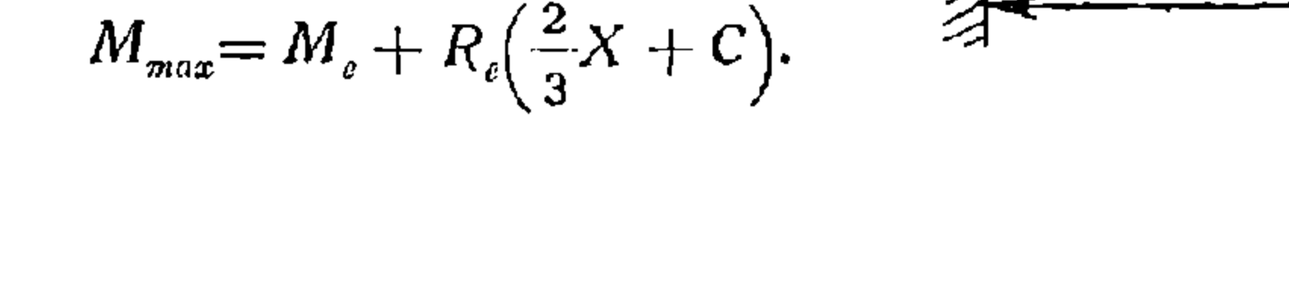


Рис. 490.

$$M_e = \frac{-2W}{(b-a)^2 L^2}\left[\frac{Lb(b^3-a^3)}{3} + \right.$$
$$\left. + \frac{(L+b)(a^4-b^4)}{4} + \frac{b^5-a^5}{5}\right];$$

$$R_e = \frac{2W}{(b-a)^2 L^3}\left[Lb(b^3-a^3) + \right.$$
$$\left. + \frac{(3L+2b)(a^4-b^4)}{4} + \frac{2(b^5-a^5)}{5}\right];$$

$$M_R = \frac{2W}{(b-a)^3 L^3} +$$
$$+\left[\frac{La(a^3-b^3)}{3} + \frac{(L+a)(b^4-a^4)}{4} + \right.$$
$$\left. + \frac{a^5-b^5}{5}\right].$$

$$M_{max} = M_e + R_e\left(\frac{2}{3}X + C\right).$$

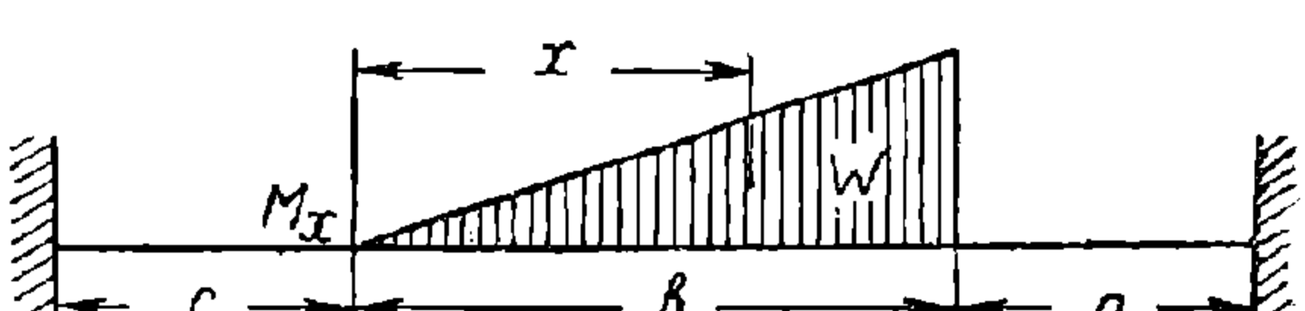


Рис. 491.

НБ УДУНТ (ДПТ)

$$X = (b - a)\sqrt{\frac{R_e}{W}}.$$

Влиянием центробежной силы на увиличение распирающего усилия в практических подсчетах пренебрегают ввиду небольшой его величины.

143. Расчет котла цистерны

Котел цистерны, независимо от характера перевозимого груза (за исключением химпродуктов, разъедающих металл), рассчитывают исходя из предположения, что вся вертикальная нагрузка от котла с грузом не передается на раму цистерны, а воспринимается котлом. Надо заметить, что в действительности, как показали опыты, рама все же воспринимает незначительную часть нагрузки, момент инерции самого котла во много раз больше момента инерции рамы.

Применяемые способы расчета котлов цистерны при практическом проектировании не дают сколько-нибудь точного ответа, по которому можно было бы судить о действительных напряжениях, возникающих в котле при работе цистерны в эксплоатации.

Несмотря на большое практическое значение задачи, все же до сих пор вопрос недостаточно разработан, так как разрешение его связано с затруднениями чисто математического характера.

Применяемые расчеты при практической сравнительной проверке прочности котла не дают определенного ответа.

При проектировании котлов, цистерн и при проверке их прочности расчетом для правильного выбора толщины цилиндрической части и днищ котла, а также выбора его конструкции получаемые результаты подсчета необходимо сравнить с существующими лучшими конструкциями и материалами испытаний в условиях эксплоатации и на основании всех данных делать окончательный вывод о прочности котла.

При расчете котла учитывают действие следующих сил: 1) вес груза, помещенного в котле; 2) вес самого котла и рамы; 3) инерционные силы, возникающие при торможении; 4) центробежные силы на кривых и силы ветра; 5) силы буферного удара; 6) опорные давления; 7) внутреннее давление.

При испытании котла на внутреннее давление p для перевозки нефти и бензина принимают от 3 до 5 *am*. Разрывное усилие, испытываемое стенками котла, определяется по формуле:

$$P_p = p\,\frac{\pi d^2}{4},$$

где

d—внутренний диаметр котла.

Силы инерции (от жидкости в котле), возникающие при торможении, принимаем действующими на днище и определяем по формуле:

$$U = mj = \frac{Q}{g}\,j$$

(см. стр 244, определение силы инерции).

Давление на единицу поверхности днища котла от инерционных сил будет:

$$p_1 = \frac{U}{0{,}785\,d^2}.$$

Напряжение от этого давления p_1 в днище котла будет:

$$\sigma = \frac{p_1 R}{2\sigma}.$$

При расчете котла от действия статической нагрузки и центробежных сил, котел рассматривается как балка, лежащая на трех жестких опорах с равномерно распределенной нагрузкой расчет деталей платформы.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

144. Расчет деталей платформы

Расчет прочности рычагов и кронштейнов платформ

Сила горизонтального давления на погонный метр борта от распора угля определяется по формуле Ранкина:

$$p = \frac{Wh^2}{2} \quad \frac{1-\sin\alpha}{1+\sin\alpha},$$

$$p = \frac{900 \cdot 0{,}3025}{2} \cdot \frac{1-0{,}5}{1+0{,}5} = \frac{900 \cdot 0{,}3025 \cdot 0{,}5}{2 \cdot 1{,}5} = 45{,}4 \text{ кг},$$

где:

W — вес 1 $м^3$ угля = 900 *кг*,

α — угол естественного откоса угля = 30°.

Давление на борт длиной 4 550 *мм* определится:

$$P = p \cdot 4{,}55 = 45{,}4 \cdot 4{,}55 = 206{,}57 = 210 \text{ кг}.$$

Давление от распора грузом на борт платформы будет распределяться по закону треугольника. Максимальное давление будет на уровне пола, точка приложения распирающей силы будет на $^1/_3\,h$. Горизонтальная реакция—в месте укрепления подпорного рычага.

Точка приложения силы P_1, равной $\frac{P}{2}$, находится на:

$$m = \frac{h}{3} = \frac{55}{3} = 18{,}3 \text{ см}.$$

Реакция X (рис. 492) определяется из уравнения:

$$X(55 + 11{,}5 - 4{,}5) = P_1(m + 11{,}5),$$

откуда X равен:

$$X = \frac{P_1(m+11{,}5)}{55+11{,}5-4{,}5} = \frac{210}{2} \cdot \frac{18{,}3+11{,}5}{55+11{,}5-4{,}5} = 50 \text{ кг}.$$

Вследствие распора борта грузом подпорный рычаг будет сжиматься силой Y (рис. 492), которая определится:

$$Y = \frac{X}{\sin\beta}.$$

Из чертежа имеем:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{13}{55{,}5} = 0{,}234,$$

$$\beta = 13^\circ 10'.$$

Следовательно:

$$Y = \frac{50}{\sin 13^\circ\ 10'} = \frac{50}{2{,}227} = 220 \text{ кг}.$$

Расчет подпорного рычага на предельное сжатие

Напряжение определится по формуле:

$$K = \frac{Y}{\omega}\left(1 + 0{,}00004 - \frac{l^2}{r^2}\right),$$

НБ УДУНТ (ДГТ)

где:

$l = 560$ *мм*—длина рычага

r — радиус инерции,
ω — площадь поперечного сечения рычага,
β — коэфициент, равный 0,00004,

$$\omega = bh = 4 \cdot 1{,}6 = 6{,}4 \ см^2,$$

$$J = \frac{bh^3}{12} = \frac{4 \cdot 1{,}6^3}{12} = 1{,}365 \ см^4,$$

$$r = \frac{J}{\omega} = \frac{1{,}365}{6{,}4} = 0{,}213.$$

Подставляя значения в формулу, имеем:

$$K = \frac{220}{6{,}4}\left(1 + 0{,}00004 \cdot \frac{56^2}{0{,}213^2}\right) = 130 \ кг/см^2.$$

Вертикальное давление Z_1 на опору рычага будет (рис. 493):

$$Z_1 = Y \cdot \cos\beta = 220 \cdot \cos 13^\circ 10' = 220 \cdot 0{,}974 \cong 215 \ кг.$$

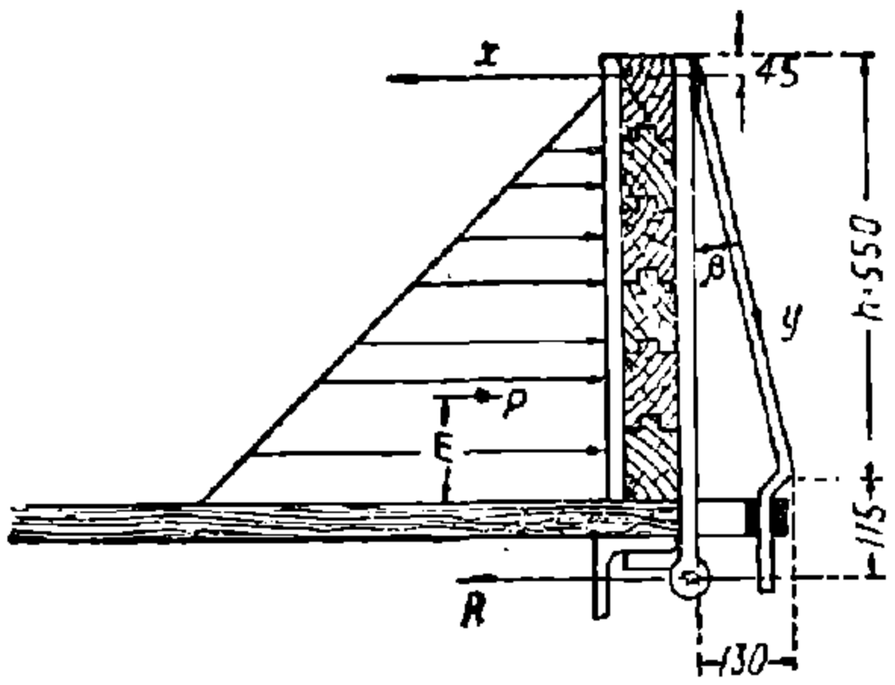


Рис. 492.

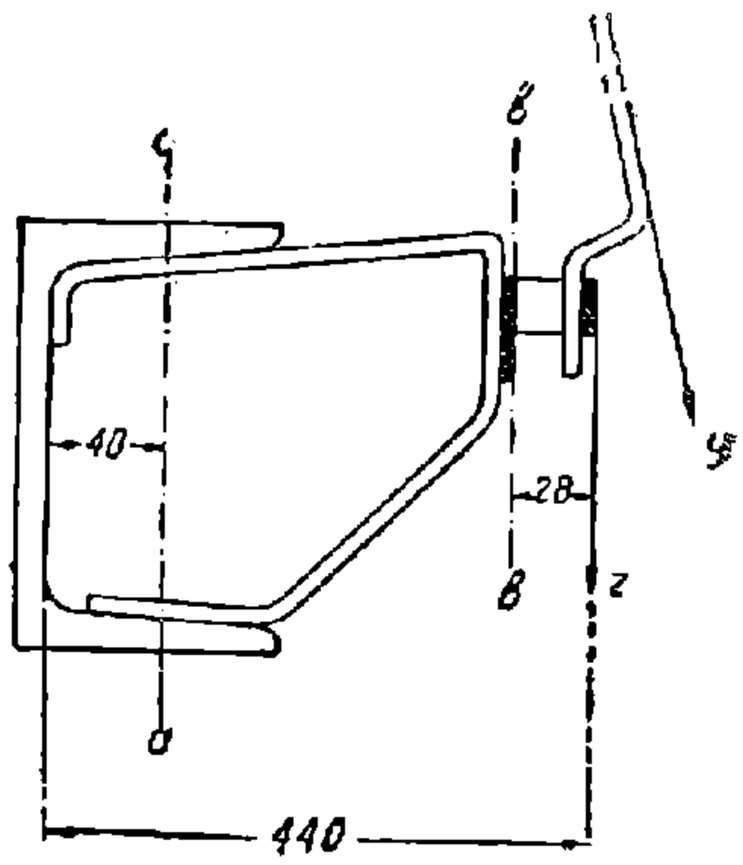


Рис. 493.

Давление на опору от двух рычагов:

$$Z = 2Z_1 = 430 \ кг.$$

Момент, изгибающий кронштейн в сечении ab, будет:

$$M_{max} = Z(49 \cdot 4) = 430 \cdot 45 = 19\,350 \ кг \ см.$$

Момент сопротивления кронштейна в сечении ab будет:

$$W = \frac{(b - b)(H^3 - h^3)}{6 \cdot H} = \frac{(q - 2)(21{,}2^3 - 18^3)}{6 \cdot 21{,}2} = 203 \ см^3.$$

Напряжение в кронштейне определится:

$$K = \frac{M_a}{W} = \pm\frac{19\,350}{203} = \pm 95 \ кг \ см^2.$$

Изгибающий момент в сечении bb у основания поддержки рычагов:

$$-M_b = Zl.$$

Из чертежа $l = 28$ *мм*:

$$M_b = 430 \cdot 28 = 1\,204 \ кгсм.$$

Сила N, растягивающая заклепки, укрепляющая поддержку к кронштейну, определится:

$$N = \frac{M_b}{2{,}5} = \frac{1\,204}{2{,}5} = 482 \ кг.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Заклепки установлены с $d = 13$ *мм*.

Напряжения растяжения в заклепках:

$$\sigma = \frac{N}{2\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{482}{\frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}3^2}{4}} = \frac{482}{2 \cdot 1{,}3^2} = 183 \text{ кг/см}^2.$$

Напряжение среза этих заклепок силою Z:

$$\sigma_{ср} = \frac{Z}{2\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{430}{20{,}785 \cdot 1{,}3^2} = 163 \text{ кг/см}^2.$$

Расчет болта, укрепляющего рычаг к верхней части борта

Усилие, изгибающее болт, будет $Z_1 = 215$ *кг*.

Момент, изгибающий болт, принимая для большей надежности плеча:

$$l = \frac{1{,}3 + 2{,}2}{2} = 1{,}75 \text{ см}.$$

$$M_и = Z_1 \cdot 1{,}75 = 215 \cdot 1{,}75 = 376 \text{ кгсм}.$$

Поставлен болт диаметром $^5/_8$".

Момент сопротивления болта:

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3{,}14 \cdot 1{,}6^3}{32} = \frac{3{,}14 \cdot 4{,}096}{32} = 0{,}402 \text{ см}^3.$$

Напряжение изгиба в болте:

$$\sigma_{из} = \frac{M_и}{W} = \frac{376}{0{,}402} = 910 \text{ кг/см}^2.$$

При расчете болта на срез имеем:

$$\sigma_{ср} = \frac{Z}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{215}{2{,}01} = 107 \text{ кг/см}^2.$$

Расчет бортовой петли (рис. 492).

Небольшая нагрузка приходится на среднюю петлю:

$$P_0 = p\frac{4{,}55}{2} = 103 \text{ кг},$$

$$m = \frac{55}{3} = 18{,}3 \text{ см}.$$

Реакция опоры определяется из уравнения:

$$P_0(55 - m) = R(55 + 11{,}5),$$

$$R = P_0\frac{(55 - 18{,}3)}{55 + 11{,}5} = \frac{103 \cdot 36{,}7}{66{,}5} = 57 \text{ кг}.$$

Изгибающий момент в сечении *аа* через нижний болт:

$$M_a = 57(11{,}5 + 2{,}8) = 844 \text{ кгсм}.$$

Момент сопротивления петли в сечении *аа*:

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{(5 - 1{,}4) \cdot 1{,}3^2}{6} = \frac{3{,}6 \cdot 2{,}19}{6} = 1{,}31 \text{ см}^3.$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{из} = \frac{M_a}{W} = \frac{844}{1{,}31} = 644 \text{ кг/см}^2.$$

НБ УДУНТ (ДІТ)

145. Электросварные швы

Преимущества электрической сварки металлов, как черных, так и цветных, по сравнению с другими видами соединений содействовали быстрому внедрению ее во все отрасли металлопромышленности, потому что как соединения, так и конструкции являются более экономичными. Электросварные соединения металлов дают возможность получить прочные и плотные соединения отдельных частей металлических конструкций при меньшем расходе металла. В заклепочных соединениях детали имеют отверстия для заклепок, что понижает крепость металла. Для достижения нужной прочности приходится швы усиливать планками, что увеличивает вес конструкции.

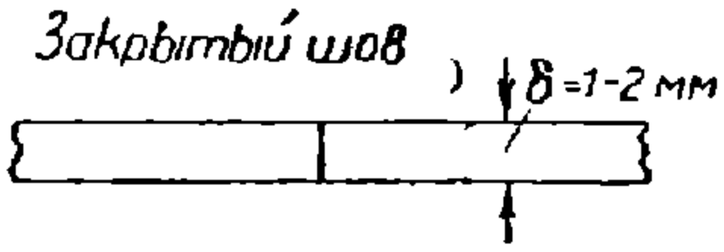


Рис. 494.

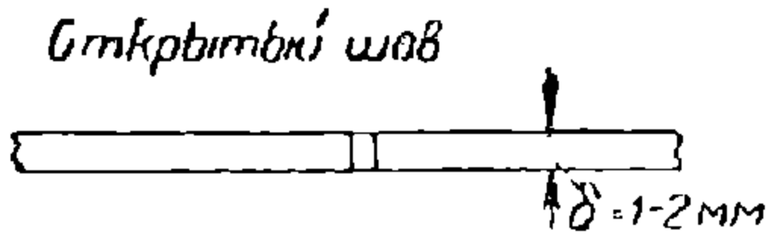


Рис. 495.

Заклепочные швы выполняются или внахлестку или с накладками. Вообще, несмотря на добавочный расход металла, заклепочные соединения всегда уступают по прочности и плотности целому металлу. Все вышеприведенные недостатки легко устраняются при электросварке. Кроме этого механическое оборудование по электросварке значительно проще, чем оборудование механического отделения для сверловки и клепки.

При сварке швов применяются следующие соединения: стыковое, внахлестку, угловое, т-образное, краевое, с односторонней и двухсторонней накладками, комбинированные.

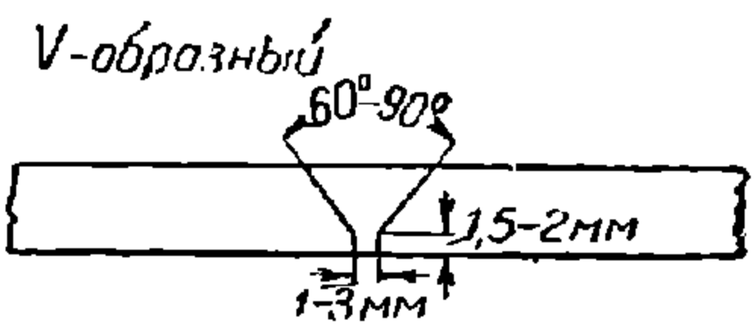


Рис. 496.

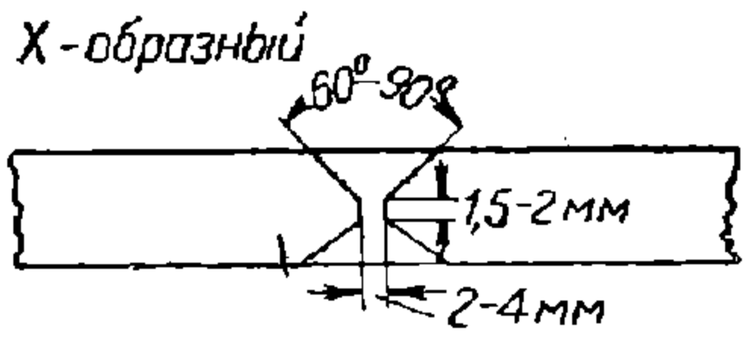


Рис. 497.

Для выполнения этих соединений употребляют швы различной формы в зависимости от вида соединения и условий работы последнего. Например для выполнения соединений встык в зависимости от толщины свариваемого металла применяют следующие конструкции: бескосный закрытый (рис. 494), бескосный открытый (рис. 495), шов с односторонним скосом у-образный (рис. 496), шов с двухсторонним скосом х-образный (рис. 497).

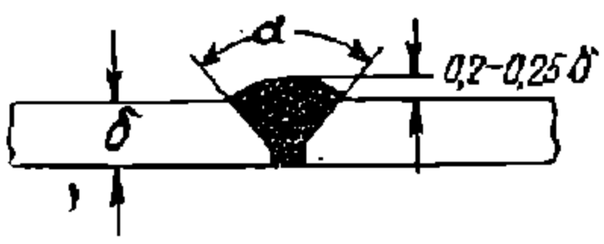


Рис. 498.

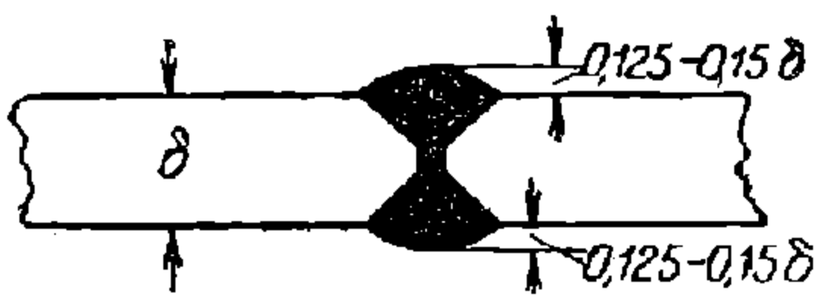


Рис. 499.

Листы толщиною до 2 *мм* сваривают закрытым швом, так как при такой толщине конструкции можно получить полный провар; листы толщиною 3—4 *мм* свариваются металлическим электродом при открытом шве, так как при такой толщине листов может получиться непровар при закрытом шве.

Зазор 1—2 *мм* между листами должен обеспечить доступ вольтовой дуги для расплавления нижних кромок листов.

По мере увеличения толщины листов приходится прибегать к скашиванию кромок (рис. 498).

Односторонние швы применяются для листов при толщине до 16 *мм*. Двухсторонним скосом (рис. 499) производят сварку листов при толщине от 16 *мм* и выше.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Скашивание углов дает возможность обеспечить хороший провар по всему сечению. Угол скоса колеблется от 60 до 90°. Скос в 60° применяют для менее ответственных изделий. Скос в 90° применяют для более ответственных изделий. Приводим ориентировочную таблицу 1 весов наплавленного металла в шве на 1 пог. *м* шва при одностороннем скосе 60 и 90° и при разных толщинах свариваемых изделий.

Таблица 1

Толщина свариваемого металла в *мм*	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0
Вес металла, наплавленн. в шве на 1 пог. *м* при 60°	0,31	0,55	0,86	1,25	1,95	2,80	3,40
То же при скосе 90°	0,47	0,83	1,30	1,87	2,90	4,20	5,20

На рис. 496—497 показана конструкция шва, подготовленного так, чтобы у вершины кромки были притуплены толщиной от 2 до 3 *мм*. Это делается для того, чтобы избежать пережога и провала при действии вольтовой дуги на острую кромку листов.

С другой стороны, притупление не должно быть слишком большим, чтобы обеспечить полный провар вершины шва.

На рис. 497—499 показано выполнение шва для прочного соединения встык. Утолщение практически берут от 0,2 до 0,25 *мм* толщины соединяемых листов, но не меньше 1,5—2 *мм* для у-образного шва и 0,125—0,15 *мм* для х-образного. Утолще-



Рис. 500.

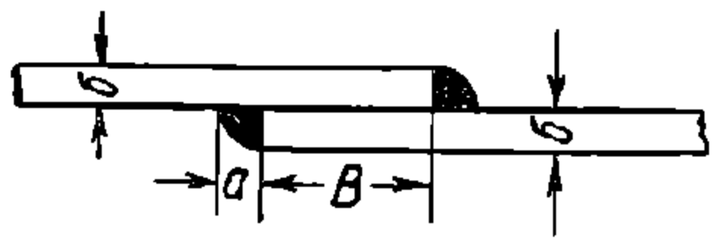


Рис. 501.

ние должно выполняться так, чтобы не было резких переходов от основного металла к шву, как например указано на рис. 501, где видно подплавление основного металла. Такой способ заварки швов создает опасное место для разрыва. Следует также обратить внимание на проварку притупленных кромок, как показано на рис. 500, потому что на практике бывают случаи непровара и образуются пустоты.

Швы внахлестку (фиг. 501) практически изготовляются из расчета длины перекрытия *B* в зависимости от толщины свариваемого листа, т. е. примерно 3—6-кратной толщины. При соединении листов разной толщины перекрытие берется по тонкому листу (+) плюс на 20% больше, чем полагается при сварке листов равной толщины. Длина нахлестки берется из расчета, чтобы избежать коробления от действия эксцентричности осевых сил.

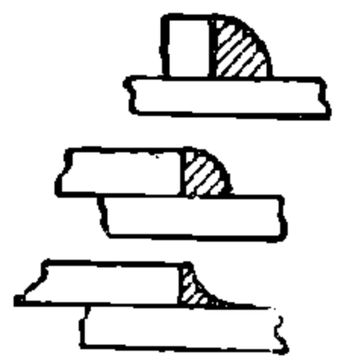


Рис. 502.

Швы (рис. 502) бывают: нормальный шов, у которого поверхность гипотенузы слегка выпуклая; усиленный шов, у которого поверхность гипотенузы описывается радиусом, равным катету шва; ослабленный шов, у которого поверхность гипотенузы слегка вогнутая.

Швы бывают сплошные и прерывистые.

Механические качества шва зависят от многих причин, как-то: качество электродов, квалификация сварщика, качество свариваемого металла и др. Поэтому напряжение при расчете принимается пониженное. Примерно швы, работающие на растяжение, принимают от 65 до 75% крепости основного сечения. Если для малоуглеродистой стали считают допускаемое напряжение 1 200 *кг/см²*, то для сварного берут 700—800 *кг/см²*. На сжатие сварные швы работают наравне с основным металлом.

В нижеследующей таблице 2 приводим усилия на 1 пог. *см* стыкового шва для листов разной толщины. Если взять 4-кратный запас прочности и при условии, что сварной металл шва имеет прочность, равную 70% от основного сечения.

НВ УДУНТ (ДНТ)

Таблица 2

Толщина металла в *мм*	3	4	5	6	8	10	12	15	20
Допускаемое усиление на 1 пог. *м* шва в *кг*	210	280	350	420	560	700	840	1 000	1 400

Определение высоты в критическом сечении треугольника шва (рис. 503). Обозначив катеты через a и b, имеем:

$$h = \frac{a \cdot b}{\sqrt{a^2 + b^2}}.$$

Если катеты $a = b$, тогда уравнение будет:

$$h = \frac{a^2}{\sqrt{0\,a^2}} = \frac{a}{\sqrt{2}} = 0{,}7\,a.$$

Площадь критического сечения, работающего на срез при длине шва в 1 *см*, будет:

$$f = h \cdot 1 = 0{,}7\,a \cdot 1\ см^2.$$

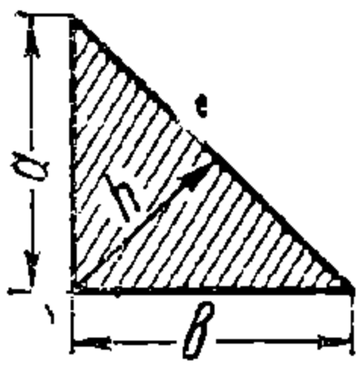


Рис. 503.

Момент сопротивления будет:

$$W = 0{,}7\,a\sigma.$$

Длина шва определяется при усилии P следующим образом:

$$L = \frac{P}{W} = \frac{P}{0{,}7\,a\sigma}.$$

Допускаемое напряжение на срез берут примерно 80% от допускаемого напряжения на разрыв.

Пример. Временное сопротивление—4000 *кг/см²*, запас прочности—4, поправочный коэфициент для сварного шва—0,7 на растяжение, тогда временное сопротивление сварного шва будет:

$$\sigma_1 = 0{,}7 \cdot 4000 = 2800\ кг/см^2.$$

Допускаемое напряжение на растяжение будет:

$$\sigma_z = \frac{\sigma_1}{4} = 2800 : 4 = 700\ кг/см^2.$$

Допускаемое напряжение на срез при коэфициенте 0,8 будет:

$$\sigma_{ср} = 0{,}8 \cdot 700 = 560\ кг/см^2.$$

Исходя из вышеизложенного, составлена таблица 3 усилий в килограммах на 1 пог. *см* шва для различных размеров поперечного шва внахлестку.

Таблица 3

Размеры шва	4×4	5×5	6×6	7×7	8×8	9×9	10×10	12×12
Допускаемое усилие *W*	100	200	240	280	315	350	390	480

Для швов, расположенных параллельно действующим силам, вышеуказанные усилия понижаются на 25%, так как опыты показали, что фланговые швы слабее поперечных.

Из этого видно, что необходимо обращать серьезное внимание при конструировании на расположение швов, так как оно определяет степень надежности соединения. Кроме того необходимо избегать швов, работающих на растяжение и изгиб.

При расчете следует общую длину шва брать меньше на 1,6 *см*, так как начало и конец шва имеют прочность меньше, чем середина (см. Electrischeweilstung, 1931).

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Пример 1. Возьмем для примера срост двух швеллеров № 30 хребтовой балки вагона под действием растягивающей силы P; площадьпоперечного сечения швеллера $F=30 \cdot 1=30$ *см*^{2}.

Допускаемое напряжение для расчета будет:

$$\sigma_z = 0{,}7 \cdot 1200 = 840 \text{ кг/см}^2.$$

Определяем усилие, которое может воспринять этот шов:

$$P = F\sigma_z = 30 \cdot 840 = 25\,200 \text{ кг}.$$

Если например оказалось, что разрывное усилие $P_1 = 30\,000$ *кг*, тогда вводятся накладки, исходя из следующего подсчета: берут разность усилий и по этой разности определяют сечение накладки:

$$P_2 = P_1 - P = 30\,000 - 25\,200 = 4\,800 \text{ кг}.$$

Определяем допускаемое напряжение на срез:

$$\sigma_{ср} = 0{,}7 \cdot 840 = 588 \text{ кг/см}^2,$$

(обычно берут 500 *кг*/*см*^{2}).

Определяем длину шва для накладок:

$$L = \frac{P_2}{W} = \frac{4\,800}{0{,}7\,a\,\sigma_{ср}} = \frac{4\,800}{0{,}7 \cdot a \cdot 500} = 13{,}7\ a.$$

Если взять ориентировочно шов 6×6 *мм*, тогда по таблице 3 имеем усилие:

$$W = 240 \text{ кг/см}.$$

Длина получится:

$$L = \frac{4\,800}{240} = 20 \text{ см}.$$

Проверяя предыдущее, имеем:

$$L = \frac{13{,}7}{0{,}6} = 23 \text{ см}.$$

Окончательно имеем усиливающую накладку шириной $\frac{23}{2} = 11{,}5$ *см* при толщине 0,6 *см*.

Пример 2. Раскос фермы работает под растягивающим усилием $P=8\,400$ *кг*. Определить длину швов для соединения раскоса с фермой и площадь сечения раскоса:

$$F = \frac{P}{\sigma} = \frac{8\,400}{1\,200} = 7 \text{ см}^2.$$

По ОСТ подходит швеллер № 5 или № 6,5 с $F_1 = 6{,}2$ *см*^{2}, или угловое железо с сечением

$$65 \times 65 \times 6;$$

$$F_2 = 7{,}51 \text{ см}^2.$$

Шов ориентировочно возьмем 8 *мм*, тогда по таблице 3 имеем допускаемое усилие $W = 315$ *кг*/*см*^{2}.

Длина поперечного шва 6,5 *см*; тогда усилие, которое воспринимает этот шов, будет:

$$P_1 = LW = 6{,}5 \cdot 315 = 2\,048 \text{ кг}.$$

На фланговые швы остается усилие:

$$P_2 = P - P_1 = 8\,400 - 2\,048 = 6\,352 \text{ кг}.$$

Допускаемое усилие на срез 1 пог. *см* флангового шва будет:

$$W_1 = 0{,}75\,W = 0{,}75 \cdot 315 = 238 \text{ см}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Необходимая длина фланговых швов получится:

$$L_1 = \frac{P_2}{W_s} = \frac{6\,352}{238} = 26{,}7 \text{ см}.$$

Следовательно, на каждую сторону приходится:

$$L_2 = \frac{L_1}{2} = \frac{26{,}7}{2} = 13{,}3 \text{ см}.$$

Пример 3. Возьмем для расчета соединение уголка с основной деталью (рис. 504), где усилие действует не центрально. Например ∠ 50×50×7 *мм*—площадь поперечного сечения $F = 6{,}5$ *см*², расстояние центра тяжести $a = 1{,}48$ *см*. Ввиду несимметричности соединения по отношению действия силы последняя распределяется неравномерно на обе полки уголка, а именно—на вертикальную полку будет усилие больше, чем на горизонтальную. Действующее усилие распределяется обратно пропорционально расстоянию кромок от оси, проходящей через центр тяжести сечения уголка. Усилие P возьмем равным 7 000 *кг*.

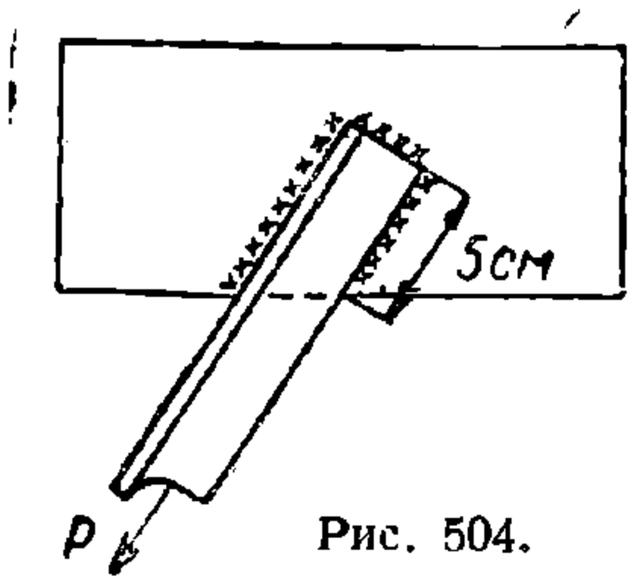


Рис. 504.

Поперечный шов берем по толщине полки уголка равным 7×7 *см*, тогда по таблице 7 имеем допускаемое усилие на 1 пог. *см* шва $W = 280$ *кг*. Определяем усилие, воспринимаемое поперечным швом при длине его 5 *см*:

$$P_1 = LW = 5 \cdot 280 = 1\,400 \text{ кг}.$$

На фланговые швы остается усилие:

$$P_2 = P - P_1 = 7\,000 - 1\,400 = 5\,600 \text{ кг}.$$

Это усилие будет распределяться на обе стороны уголка следующим порядком:

$$P_3 = \frac{P_2 b}{a+b} = \frac{5\,600 \cdot 3{,}52}{1{,}48 + 3{,}52} = 3\,942 \text{ кг},$$

$$P_4 = \frac{P_2 a}{a+b} = \frac{5\,600 \cdot 1{,}48}{1{,}48 + 3{,}52} = 1\,658 \text{ кг}.$$

С одной стороны, фланговый шов делаем 7×7 *мм*, а вдоль вертикальной полки возьмем ориентировочно 10×10 *мм*. Учитывая, что фланговые швы слабее поперечных на 25%, имеем допускаемые усилие фланговых швов на срез 1 пог. *см*.

$$W_s' = 0{,}75 \cdot 280 = 210 \text{ кг},$$

$$W_s'' = 0{,}75 \cdot 390 = 292 \text{ кг}.$$

Определяем длину швов на каждую сторону уголка:

$$L' = \frac{P_4}{W_s'} = \frac{1\,658}{210} = 7{,}9 \text{ см},$$

$$L'' = \frac{P_3}{W_s''} = \frac{3\,942}{292} = 13{,}5 \text{ см}.$$

145. Расчет отопления вагонов и вентиляции

В описательной части курса нами рассмотрены различные типы отопления вагонов.

Для климатических условий Советского Союза вопрос отопления вагонов при огромном растущем пассажирском парке вагонов требует большого к себе внимания.

Каждый вагон имеет свое, можно сказать, миниатюрное тепловое хозяйство; в каждом вагоне устанавливается котел для отопления. Следовательно, при наличии десятков тысяч вагонов на нашей сети имеются десятки тысяч мелких котельных установок. Для того чтобы эти установки удовлетворяли предъявленным к ним требованиям, при проектировании пассажирского или товарного вагона, требующего отопления, производится специальный тепловой расчет вагона.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Вопрос о составлении теплового баланса вагона требует хороших теплотехнических знаний. Для ясности изложения вопроса рассмотрим расчет водяного отопления для пассажирского вагона на конкретном примере.

Охлаждающая поверхность вагона имеет большие размеры, и притом вся поверхность омывается воздухом при больших скоростях движения, что значительно увеличивает отдачу тепла со стороны стен вагона.

Для сохранения тепла в вагоне стены кузова устраиваются так, чтобы они плохо проводили тепло. Для этой цели конструкция стен вагона устраивается таким образом, чтобы ее можно было изолировать специальными материалами, плохо проводящими тепло, а стены были бы достаточно плотны и не быстро расшатывались в соединениях.

Нормы потока свежего воздуха в людских помещениях принимаем:

в зимнее время от 20 до 30 $м^3$ на 1 чел. в час,

в летнее время от 40 до 50 $м^3$ на 1 чел. в час.

В помещениях с переменным количеством людей приток свежего воздуха принимается от 10 до 20 $м^3$ на человека в 1 час.

Практически установлено, что обмен воздуха в вагонах не должен превышать десятикратного объема помещения, в противном случае трудно сохранять установленную температуру в вагоне. Поток подогретого воздуха целесообразно осуществлять снизу вверх.

Воздушная прослойка между стенами, полом, крышей и т. д. в расчет не вводится, так как воздух, находящийся между стенками, нельзя считать герметически закрытым вследствие неплотностей в соединениях.

Температура воздуха непостоянна; поэтому при расчете отопления допускается колебание температур для наружной стенки на 6° С и для внутренней стенки 4° С. Расчетную температуру наружного воздуха для средней полосы СССР можно принять:

$$t_н' = (-25 + 6) = -19°C.$$

Температура воздуха в вагоне принимается у пола 8° С, у потолка 18° С. Средняя расчетная температура в вагоне будет:

$$t_в = \frac{8 + 18}{2} = 13° C.$$

При подсчете теплоотдачи нагревательными приборами нужно иметь в виду, что присутствие людей (пассажиров) в вагоне дает некоторое повышение температуры воздуха вследствие того что человеческий организм выделяет теплоту.

По исследованиям Flugge и Rubner установлено, что человек при тяжелой работе выделяет 140 *кал* в час. При средней работе организм человека выделяет 120 *кал* в час. При спокойном состоянии—100 *кал* в час.

Дети выделяют 50% от тепла, выделяемого взрослым человеком. Ritschel в своих исследованиях при расчете отопления предлагает брать 75 *кал* от одного человека, так как переполнение помещения людьми понижает лучеиспускание вследствие обратного взаимодействия нагретых тел.

Поверхность нагрева приборов отопления в климатических условиях средней полосы СССР и при изоляционном слое пробки или шевелина между двойной деревянной обшивкой толщиною в 15—20 *мм* практика показала вполне достаточной.

При водяном отоплении 0,12—0,18 $м^2$ на 1 $м^3$ объема вагона.

При паровом отоплении высокого давления 0,06—0,12 $м^2$ на 1 $м^3$ объема вагона.

Низший предел относится к закрытым отделениям, высший—к коридорам и проходам.

Поверхность нагрева котла парового самостоятельного отопления в четырехосных вагонах составляет 2,3 $м^2$. Рабочее давление пара в котле допускается в 2 *ат*. Паропроизводительность котла около 34 *кг* пара в час.

Поверхность нагрева котла центрального отопления, применяемого в наших пригородных поездах в составе 14 двухосных вагонов, составляет 40,5 $м^2$. Рабочее давление пара в котле допускается в 5 *ат*.

РГВУТ УДУНТ (ДПТ)

Примерный расчет водяного отопления

Расчет водяного отопления рассмотрим по заводскому практическому расчету.

Производительность котла ($W_{кот}$). Обыкновенно производительность котлов водяного отопления низкого давления оценивается в 7 000—8 000 ЕТ (единиц тепла в килограммо-калориях) в 1 час на 1 $м^2$ поверхности нагрева. Но ввиду необычно малого в нашем случае отношения объема воды в котле к поверхности нагрева производительность котла определим путем сравнения с обыкновенным вагонным котлом парового отопления, дающим в 1 час 34 *кг* пара давлением от 3 до 5 *ат* при поверхности нагрева 2,3 $м^2$, что равносильно сообщению 655—660 ЕТ тому же количеству воды на 1 *кг*, имеющей начальную температуру 0°. Так как температура воды, поступающей в котел, всегда несколько выше 0°, то можно считать, что 1 $м^2$ поверхности нагрева вагонного парового котла дает:

$$K = \frac{34 \cdot 650}{2{,}3} = 9\,600 \text{ ЕТ в 1 час},$$

каковое значение K примем и для нашего котла.

Поверхность нагрева F котла считаем состоящей из цилиндрической части диаметром 0,326 *м* и высотою 0,9 *м* без площади топочного отверстия с кольцом диаметром 0,350 *м* и из конической части диаметром 0,326 и 0,152 *м* и высотою 0,44 *м*, уклоняясь в невыгодную сторону; в поверхность нагрева не включаем площади трубы диаметром 0,152 *м* и высотою около 1,6 *м*, проходящей через горловину котла и расширитель:

$$F = \pi\left[0{,}326 \cdot 0{,}9 - \frac{0{,}35^2}{4} + \frac{0{,}326 + 0{,}152}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{4}(0{,}326 - 0{,}152)^2 + 0{,}44^2}\right] = 1{,}16 \text{ } м^2.$$

Примем во внимание потерю тепла наружной поверхностью котла и особенно расширителем, верхняя часть которого выступает над крышей вагона. Приняв эту потерю в 10%, найдем теплоотдачу от котла к трубам.

$$W_{кот} = 0{,}9 \cdot K \cdot F \cdot = 9\,600 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}16 = 10\,000 \text{ ЕТ/час}.$$

Теплоотдача труб ($W_{тр}$). Трубопровод состоит из двух одинаковых ветвей труб, идущих по обе стороны вагона. Верхние трубы (2,5") с диаметром в свету d =68,5 *мм*, идущие над багажными полками от расширителя до лобовой стенки вагона, изолированы асбестовым картоном толщиною 3 *мм* и обернуты клеенкой. Такие же трубы, но без изоляции, ниспадают по лобовой стенке. Обратные нижние трубы (нагревательные) имеют продолговатое сечение размерами в свету 127×63,5 *мм*, получаемое сплющиванием 4-дюймовых труб. Последние соединяются с нижней частью котла опять $2^1/_2$-дюймовыми неизолированными трубами.

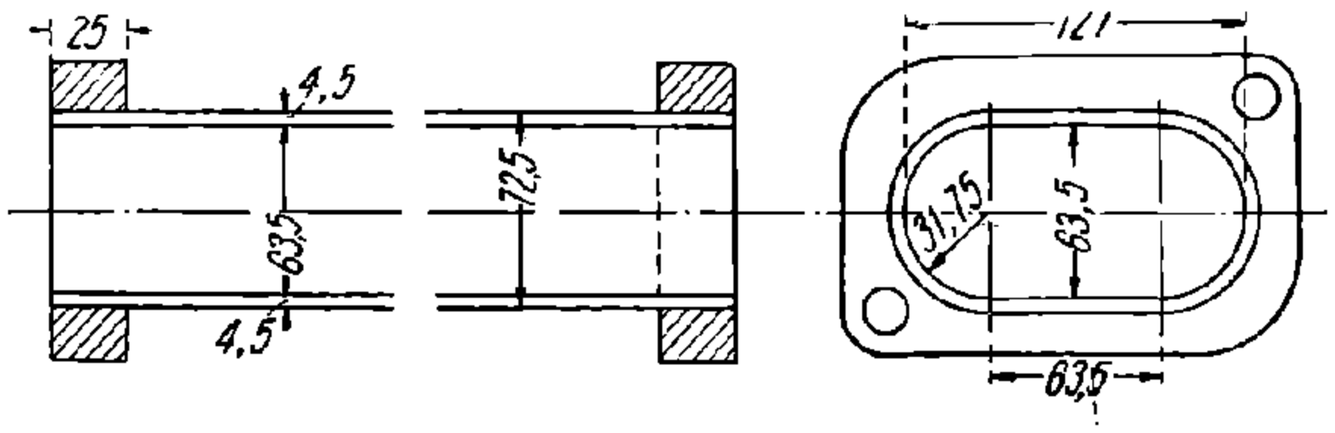


Рис. 505.

Теплоотдачу трубопровода определим из его размеров и действующего напора по методу проф. Ритшеля.

Обозначения и данные (см. рис. 505):

K_1—коэфициент теплоотдачи от воды воздуху неизолированных труб примем, как для железных трубчатых змеевиков, K_1=8,5 ЕТ в час при поверхности трубы в 1 $м^2$.

K_2—тот же коэфициент для изолированных верхних труб; ввиду сравнительно слабой изоляции полагаем:

$$K_2 = 0{,}3\,K_1 = 0{,}3 \cdot 8{,}5 = 2{,}5 \text{ ЕТ}.$$

t_1 — температура воды при выходе из расширителя; ввиду неизбежного охлаждения воды в расширителе принимаем t_1 на 10° ниже точки кипения, т. е. t_1 = 90° С; t_2, t_3, t_4 и t_5 — подлежащие определению температуры воды в конце верхней трубы t_2, в начале t_3 и в конце t_4 нижней (нагревательной) трубы и при возвращении в котел t_5.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

γ_1, γ_2, γ_3, γ_4 и γ_5 — соответствующие этим температурам плотности воды, когда известна t; плотность воды γ найдем по таблице (Хютте, изд. 1921 г., ч. I); пока имеем только для $t_1 = 90°$ $\gamma_1 = 0{,}9653$.

$\theta_1 = 18°$ C и $\theta_2 = 12°$ C — температура внутри вагона выше багажных полок и вблизи пола, в среднем $\theta = 15°$, по заданию.

F_1, F_2, F_3, и F_4 — поверхности труб: для верхней горизонтальной $2^1/_2$-дюймовой трубы (наружный диаметр 76 *мм*) длиною 13,3 *м* $F_1 = 0{,}076\,\pi \cdot 13{,}3 = 3{,}17$ *м*², для $2^1/_2$-дюймовой ниспадающей трубы длиною 2,2 *м* $F_2 = 0{,}076\,\pi \cdot 15{,}5 = 0{,}53$ *м*², для нагревательной трубы длиною 11 *м* $F_3 = (0{,}0725\,\pi + 2 \cdot 0{,}0635) \cdot 11 = 4{,}0$ *м*², для соединительной (с котлом) $2^1/_2$-дюймовой трубы длиною 1,05 *м* $F_4 = 0{,}076\,\pi \cdot 1{,}05 = 0{,}25$ *м*².

v_1 и v_2 — скорости движения воды в *м/сек* в $2^1/_2$-дюймовых и в нагревательных трубах; так как скорости обратно пропорциональны площадям сечений в свету, то:

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}0635^2}{4} : \left(0{,}0635^2 + \frac{\pi}{4} \cdot 0{,}0635^2\right) = 0{,}5\,v_1, \text{ или } v_1 = 2v_2.$$

$H = 2{,}2$ *м* — вертикальное расстояние между осями верхней и нагревательной труб,

h_1 — подлежащий определению действующий напор,

P — сумма гидравлических сопротивлений от трения в одной ветви трубопровода,

l_1 и ϱ_1 — общая длина в одной ветви $2^1/_2$-дюймовых труб и коэфициент трения воды в тех же трубах, зависящий от скорости v_1; $l_1 = 16{,}5$ *м* и $\varrho_1 = 0{,}0144 + 0{,}00947 \sqrt{v_1}$ (Хютте, изд. 1921 г., ч. III, стр. 564).

$l_2 = 11$ *м* — длина нагревательной трубы и $\varrho_2 = 0{,}0144 + 0{,}00947 : \sqrt{v_2}$ — коэфициент трения воды в ней.

$\Sigma n\xi = n_1\xi + n_2\xi_2 + n_3\xi_3$ — сумма местных сопротивлений в одной ветви трубопровода, причем $n_1 = 4$ — число прямоугольных колец, для которых принимаем:

$\xi_1 = 1$; $n_2 = 2$ — число открытых кранов; $\xi_2 = 0{,}75$; $n_3 = 4$ — число резких изменений сечения струн; $\xi_3 = 0{,}5$, так что $\Sigma n\xi = 4 \cdot 1 + 2 \cdot 0{,}75 + 4 \cdot 0{,}5 = 7{,}5$; все местные сопротивления считаем принадлежащими $2^1/_2$-дюймовым трубам со скоростью воды v_1.

W_1 — теплоотдача верхней трубы,
W_2 — » ниспадающей трубы,
W_3 — » нагревательной »
W_4 — » соединительной »

При помощи приведенных выше обозначений и данных составим уравнения, по методу Ритшеля.

Для каждого участка трубопровода составляется уравнение:

$$V = \frac{Wn}{10\,000\,Cd^2\,(t' - t'')}\ м/сек,$$

в котором d — диаметр трубы в свету, t' и t'' — температура воды в начале и конце трубы, V — скорость движения воды, Wn — число ET, отдаваемое трубою в 1 час, и для водяного отопления низкого давления $C = 276$.

Вместо Wn в нашем случае надо подставить для верхней изолированной трубы:

$$W_1 = K_1\left(\frac{t_1 + t_2}{2} - \theta_1\right) \cdot F_1 = 2{,}5\left(\frac{90 + t_2}{2} - 18\right) \cdot 3{,}17 \text{ ET;} \qquad (А)$$

следовательно:

$$V = \frac{5 \cdot \left(\frac{90 + t_2}{2} - 18\right) 3{,}17}{10\,000 \cdot 276 \cdot 0{,}0635^2\,(90 - t_2)} = 0{,}000313\,\frac{t_2 + 54}{90 - t_2}\ м/сек. \qquad (1)$$

Для ниспадающей неизолированной трубы:

$$W_2 = K_1\left(\frac{t_2 + t_3}{2} - \theta\right) F_2 = 8{,}5\left(\frac{t_2 + t_3}{2} - 15\right) \cdot 0{,}53 \text{ ET,} \qquad (Б)$$

НБ УДУНТ (ДПТ)

и

$$V_2 = \frac{8{,}5\left(\frac{t_2 + t_3}{2} - 15\right)0{,}53}{10\,000 \cdot 276 \cdot 0{,}0635^2 (t_2 - t_3)} = 0{,}000176\,\frac{t_2 + t_3 - 30}{t_2 - t_3}\ \textit{м/сек.} \qquad (2)$$

Для нагревательной трубы:

$$W_3 = K_1\left(\frac{t_3 + t_4}{2} - \theta_2\right)F_3 = 8{,}5\left(\frac{t_3 + t_4}{2} - 12\right)4{,}0\ \text{ЕТ}, \qquad (\text{В})$$

и приняв во внимание: 1) что площадь сечения в свету этой трубы в 2 раза больше, чем $2^1/_2$-дюймовой, значит при определении V_2 вместо d_1^2 следует взять $2d_1^2$; 2) что скорость движения воды в ней $V_2 = 0{,}5\ V_1$, получим, исключая теперь же V_2:

$$V_1 = \frac{8{,}5\left(\frac{t_3 + t_4}{2} - 12\right)\ 4{,}0}{10\,000 \cdot 276 \cdot 0{,}0635^2 (t_3 - t_4)} = 0{,}00133\,\frac{t_3 + t_4 - 24}{t_3 - t_4}\ \textit{м/сек.} \qquad (3)$$

Для соединительной неизолированной трубы:

$$W_4 = K_1\left(\frac{t_4 + t_5}{2} - \theta_2\right)F_4 = 8{,}5\left(\frac{t_4 + t_5}{2} - 12\right)0{,}25\ \ \text{ЕТ} \qquad (\Gamma)$$

и

$$\mathrm{V}_4 = \frac{8{,}5\left(\frac{t_4 + t_5}{2} - 12\right)0{,}25}{10\,000 \cdot 276 \cdot 0{,}0635^2 (t_4 - t_5)} = 0{,}000087\,\frac{t_4 + t_5 - 24}{t_4 - t_5}\ \textit{м/сек.} \qquad (4)$$

Действующий напор h в нашем случае определяется как разность гидростатических давлений в ниспадающей трубе и в котле, деленная на среднюю плотность воды в трубопроводе.

Имеем:

$$h = \left(H \cdot \frac{\gamma_3 + \gamma_2}{2} - H\gamma_1\right) : \frac{\gamma_5 + \gamma_1}{2},$$

откуда при $H = 2{,}2\ м$:

$$h = \frac{\gamma_3 + \lambda_2 - 2\gamma_1}{\gamma_5 + \gamma_1} = 2{,}2\ м. \qquad (5)$$

Сумма гидравлических, от трения и местных сопротивлений в одной ветви трубопровода:

$$R = \frac{V_1^2}{2g} l_1 \cdot \frac{\varrho_1}{d_1} + \frac{V_2^2}{2g} l_2 \cdot \frac{\varrho_2}{d_2} + \frac{V_1^2}{2g} \cdot \Sigma n\xi.$$

Исключая отсюда V_2 и заметив, что вместо d_2 следует взять наименьший размер сечения сплющенной трубы, т. е. 0,0635 $м$, получаем по замене известных их арифметическими значениями (см. выше):

$$R = \frac{\alpha V_1^2}{29{,}81}\left(16{,}5\,\frac{\varrho_1}{0{,}0635} + \frac{1}{4}\,11{,}0 \cdot \frac{\varrho_2}{0{,}0635} + 7{,}5\right),$$

где ϱ_1 и ϱ_2 — функции скоростей V_1 и V_2 (см. выше) и α — введенный нами коэфициент ($\alpha > 1$), ввиду указания справочных книг о превышении фактических сопротивлений над исчисленными обычным путем (см. Хютте, изд. 1921 г., ч. III, сноска на стр. 562).

Принимая с уклоном в невыгодную сторону $\alpha = 2$, имеем после упрощений:

$$R = \mathrm{V}_1^2 (24{,}55\,\varrho_1 + 4{,}41\,\varrho_2 + 0{,}76). \qquad (6)$$

И наконец действующий напор равен сумме гидравлических сопротивлений в каждой ветви, т. е.

$$h = R. \qquad (7)$$

Таким образом имеем систему семи уравнений с семью неизвестными: V_1, t_2, t_3, t_4, t_5, h и R. Входящие в уравнение (5) γ_1, γ_2, γ_3 и γ_5 не увеличивают числа неизвестных, так как каждой температуре соответствует определенная плотность воды.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Общая теплоотдача труб обеих ветвей:

$$W_{тр} = 2(W_1 + W_2 + W_3 + W_4) = 2(565 + 330 + 2474 + 148) = 7034 \text{ ET/час},$$

т. е. около 7 000 ET/час.

Таким же путем находим, что при $\alpha = 1$ в уравнении (6), т. е. не удваивая R против расчета, $V_1 = 0{,}04$ *м/сек*. При этой скорости из уравнений (1), (2), (3) и (4) получаем последовательно:

$$t_2 = 88°,88, \quad t_3 = 88°,23, \quad t_4 = 83°,35, \quad t_5 = 83°,04,$$

каковым температурам соответствуют плотности воды:

$$\gamma_2 = 0{,}96606, \quad \gamma_3 = 0{,}96650, \quad \gamma_5 = 0{,}96992,$$

и из уравнения (5) действующий напор $h = 0{,}00222$ *м*, а из уравнения (6) при

$$\varrho_1 = 0{,}0144 + 0{,}00947 : \sqrt{0{,}04} = 0{,}0618$$

и

$$\varrho_2 = 0{,}0144 + 0{,}00947 : \sqrt{0{,}02} = 0{,}0814$$

гидравлическое сопротивление

$$R = \frac{1}{2} \cdot 0{,}4^2 \cdot (24{,}55 \cdot 0{,}0618 + 4{,}41 \cdot 0{,}0814 + 0{,}76) = 0{,}00211 \text{ м},$$

и, следовательно, можно считать, что уравнение (7) удовлетворяется.

Формулы (А), (Б), (В) и (Г) дают: $W_1 = 566$, $W_2 = 331$, $W_3 = 2509$, $W_4 = 151$, и общая теплоотдача обеих ветвей $W_{тр} = 7114$ ET/час превосходит исчисленную нами для скорости $V_1 = 0{,}032$ *м/сек* всего лишь на 1,14%.

Из этого видно, что при коротком трубопроводе, как в нашем случае, вследствие малого падения температуры воды, теплоотдача труб мало зависит от скорости, и даже искусственное (помощью насоса) ее усиление не в состоянии ощутительно повышать теплоотдачу.

Потеря тепла кузовом ($W_{куз}$). Часовую потерю тепла через 1 $м^2$ стен, пола, крыши, окон и дверей будем определять по общей формуле:

$$W = \frac{(t_1 - t_2)}{\frac{1}{C_1 + S_1} - \frac{1}{C_2 + S_2} + \Sigma \frac{\delta}{\lambda}} \text{ ET/час}, \qquad (Д)$$

в которой $t_1 = 15°$ C — внутренняя температура воздуха в вагоне, $t_2 = 35°$ C — температура наружного воздуха; C_1 — коэфициент приобретения тепла поверхностью от внутреннего воздуха через соприкосновение; S_1 — то же через лучеиспускание; C_2 — коэфициент отдачи тепла поверхностью наружного воздуха через соприкосновение; S_2 — то же через лучеиспускание; $\Sigma \frac{\delta}{\lambda} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} -$ . . , где δ_1, δ_2, δ_3 . . в *м* — толщины слоев составных стенок и λ_1, λ_2, λ_3 . . . — соответствующие материалу этих слоев коэфициенты теплопроводности, выраженные в ET/час. на 1 $м^2$ при толщине слоя 1 *м*.

По формуле (Д) определим потери тепла через 1 $м^2$ для: стен $W_{ст}$, пола $W_п$, крыши $W_{кр}$, окон $W_{ок}$ и дверей $W_{дв}$, и тогда общая потеря тепла кузовом $W_{куз} = \Sigma WF$, где F в кв. метрах — площадь, теряющая тепло.

а) Стена состоит из слоев толщиною: $\delta_1 = 0{,}016$ *м* — внутренняя деревянная обшивка; $\delta_2 = 0{,}032$ *м* — воздушная прослойка; $\delta_3 = 0{,}02$ *м* — прессованная пробка; $\delta_4 = 0{,}012$ *м* — наружная деревянная обшивка; $\delta_5 = 0{,}0016$ *м* — железная обшивка.

Теплопроводность деревянных нештукатуренных стен толщиною 20—25 *мм* составляет в час 2,1—1,9 ET, т. е. в среднем $\lambda = 2 \cdot 0{,}0225 = 0{,}045$. Проводимость прессованной пробки по опытам проф. Георгиевского равна также 0,045. Проводимость замкнутого воздуха обыкновенно принимают около 0,04. В нашем случае воздушная прослойка стойками, раскосами, закладками разделена на мелкие участки, чем уничтожается возможность чувствительной циркуляции воздуха. Поэтому,

ЦВ УДИП (ДІП)

Наша система уравнений решается способом последовательных приближений без особых затруднений, если за главную переменную принять скорость V_1. Приняв для первого приближения $V_1 = 0{,}02$ *м/сек* из уравнений (1), (2), (3) и (4), получаем последовательно температуру t_2, t_3, t_4 и t_6 и тогда по соответствующим им плотностям находим из уравнения (5) $h = 0{,}00442$ *м*. Далее при $\varrho_1 = 0{,}0144 + 0{,}00947 : \sqrt{0{,}02} = 0{,}0814$ и $\varrho_2 = 0{,}0144 + 0{,}00947 : \sqrt{0{,}01} = 0{,}1092$ из уравнения (6) получаем $R = 0{,}00130$ *м*. Но по уравнению (7) $h = R$. Следовательно на самом деле $h < 0{,}00442$ *м* и $R > 0{,}0013$ *м* и для второго приближения надо взять $V_1 > 0{,}02$ *м/сек*. При увеличении скорости падения температура в нисходящей трубе уменьшается, вместе с чем уменьшается и действующий напор h, но увеличивается сопротивление R.

Вполне удовлетворительный результат получается при скорости $V = 0{,}032$ *м/сек*, для которой и сделаем все требуемые выкладки.

Из уравнения (1):

$$t_2 = \frac{90 \cdot V_1 - 0{,}000313 \cdot 54}{V_1 + 0{,}000313} = \frac{90 \cdot 0{,}032 - 0{,}000313 \cdot 54}{0{,}032 + 0{,}000313} = 88{,}6°,$$

для каковой температуры по таблице (Хютте, изд. 1921 г., ч. I, стр. 400), считая, что в пределах каждого 5-градусного интервала разности между температурами и плотностями пропорциональны, находим $\gamma_2 = 0{,}96625$.

Из уравнения (2):

$$t_3 = \frac{t_2 V_1 - 0{,}000176 \cdot (t_2 - 30)}{V_1 + 0{,}000176} = \frac{88{,}60 \cdot 0{,}032 - 0{,}000176 \cdot 58{,}6}{0{,}032 + 0{,}000176} = 87{,}8°,$$

чему соответствует $\gamma_3 = 0{,}96683$.

Из уравнения (3):

$$t_4 = \frac{t_3 V_1 - 0{,}00133 \cdot (t_3 - 24)}{V_1 + 0{,}00133} = \frac{87{,}8 \cdot 0{,}032 - 0{,}00133 \cdot 63{,}8}{0{,}032 + 0{,}00133} = 81{,}75°.$$

Из уравнения (4):

$$t_5 = \frac{t_4 V_1 - 0{,}000087 \cdot (t_4 - 24)}{V_1 + 0{,}000087} = \frac{81{,}75 \cdot 0{,}032 - 0{,}000087 \cdot 57{,}75}{0{,}032 + 0{,}000087} = 81{,}37°,$$

чему соответствует $\gamma_5 = 0{,}97095$.

Из уравнения (5):

$$h = \frac{0{,}96680 + 0{,}96625 - 2 \cdot 0{,}96530}{0{,}97095 + 0{,}96530} \cdot 2{,}2 = 0{,}00279 \text{ м}.$$

Из уравнения (6) при $\varrho_1 = 0{,}0144 + 0{,}00947 : \sqrt{0{,}032} = 0{,}0673$

и $\varrho_2 = 0{,}0144 + 0{,}00947 : \sqrt{0{,}016} = 0{,}0893$ получаем:

$$R = 0{,}032^2 (24{,}55 \cdot 0{,}0673 + 4{,}41 \cdot 0{,}0893 + 0{,}76) = 0{,}00287 \text{ м}.$$

Так как полученные значения для h и для R почти одинаковы, то считаем уравнение (7) практически допустимым и нашу систему уравнений решенной. Остается исчисленные температуры внести в формулы (А), (Б), (В) и (Г), определяющие теплоотдачу участков трубопровода:

$$W_1 = 2{,}5\left(\frac{90 + 88{,}6}{2} - 18\right) \cdot 3{,}17 = 565 \text{ ET},$$

$$W_2 = 8{,}5\left(\frac{88{,}6 + 87{,}8}{2} - 15\right) \cdot 0{,}53 = 330 \text{ ET},$$

$$W_3 = 8{,}5\left(\frac{87{,}8 + 81{,}75}{2} - 12\right) \cdot 4{,}0 = 2\,474 \text{ ET},$$

$$W_4 = 8{,}5\left(\frac{81{,}75 + 81{,}37}{2} - 12\right) \cdot 0{,}25 = 148 \text{ ET}.$$

НБ УДУНТ (ДІПТ)

рассматривая воздух прослойки как замкнутый по близости коэфициентов теплопроводности слоев, принимаем:

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = 0{,}045$$

при

$$\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 = 0{,}08\ м.$$

Железную обшивку, почти не влияющую на проводимость стенки, во внимание не принимаем.

По Пекле, для малоподвижного внутреннего воздуха $C_1 = 4$, для наружного $C_2 = 6$; однако ввиду большой скорости наружного воздуха относительно стен вагона примем $C_2 = 8$. Для стен, окрашенных масляной краской, принимаем $S_1 = S_2 = 3{,}7$.

При приведенных значениях коэфициентов имеем по формуле (Д):

$$W_{cm}' = \frac{50}{\frac{1}{4+3{,}7} + \frac{1}{8+3{,}7} + \frac{0{,}08}{0{,}045}} = \frac{50}{2{,}0} = 25\ \text{ET/час.}$$

б) Пол состоит из слоев толщиной $\delta_1 = 0{,}038\ м$ — верхний настил; $\delta_2 = 0{,}026\ м$ — воздушная прослойка; $\delta_3 = 0{,}02\ м$ — прессованная пробка; $\delta_4 = 0{,}016\ м$ — нижний настил; всего — 100 *мм*. При тех же коэфициентах теплопередачи поверхностей и слоев, что и для стен, получаем:

$$W_n = \frac{50}{\frac{1}{4+3{,}7} + \frac{1}{8+3{,}7} + \frac{0{,}1}{0{,}045}} = \frac{50}{2{,}44} = 20{,}5\ \text{ET/час.}$$

в) Для крыши: $\delta_1 = 0{,}016\ м$ — внутренняя обшивка; $\delta_2 = 0{,}02\ м$ — воздушная прослойка; $\delta_3 = 0{,}04\ м$ — изоляционный слой; $\delta_4 = 0{,}022\ м$ — наружная обшивка; всего 0,098 *м* (при прежних коэфициентах):

$$W_{кр} = \frac{50}{\frac{1}{4+3{,}7} + \frac{1}{8+3{,}7} + \frac{0{,}098}{0{,}045}} = \frac{50}{2{,}39} = 21{,}0\ \text{ET/час.}$$

г) Для окон с двойными рамами со стеклами толщиною $\delta_1 = \delta_3 = 0{,}0035\ м$ и расстоянием между стеклами $\delta_2 = 0{,}04\ м$ примем: для наружного воздуха $C_1 = 8$, для внутреннего $C_2 = 4$, для промежутка $C = 6$, для всех поверхностей стекол $S_1 = 3$, для стекла $\lambda_1 = \lambda_3 = 7{,}5$, для воздушной прослойки, ввиду неизбежной циркуляции воздуха, коэфициент теплопроводности примем сильно преувеличенным, именно $\lambda_2 = 0{,}4$ (вместо 0,04), и тогда:

$$W_{ок} = \frac{50}{\frac{1}{4+3} + \frac{2}{6+3} + \frac{1}{8+3} + \frac{2 \cdot 0{,}0035}{7{,}5} + \frac{0{,}04}{0{,}4}} = \frac{50}{0{,}565} = 88{,}5\ \text{ET/час.}$$

д) Для закрытых дверей (из тамбура в вагон) с филенками толщиною $\delta_1 = 0{,}015\ м$, воздушной прослойкой $\delta_2 = 0{,}01\ м$ и железной обшивкой толщиною 1,6 *мм* принимаем как для стен: $C_1 = 4$, $C_2 = 8$, $S_1 = S_2 = 3{,}7$ и $\lambda_1 = \lambda_2 = 0{,}045$, а потому:

$$W_{дв} = \frac{50}{\frac{1}{4+3{,}7} + \frac{1}{8+3{,}7} + \frac{0{,}025}{0{,}045}} = \frac{50}{0{,}77} = 65\ \text{ET/час.}$$

Если из осторожности не будем считаться с влиянием воздушных прослоек (32 *мм* в стенках, 26 *мм* в полу, 40 *мм* в крыше, 40 *мм* между стеклами окон, 10 *мм* в дверях), то, приняв во всех случаях их толщину равной нулю, получим:

$$W_{cm} = \frac{50}{2{,}0 - \frac{0{,}032}{0{,}045}} = \frac{50}{1{,}29} = 39\ \text{ET/час.},$$

НБ УДУНТ (ДІТ)

$$W_{л} = \frac{50}{2{,}44 - \frac{0{,}026}{0{,}045}} = \frac{50}{1{,}86} = 27 \text{ ET/час},$$

$$W_{кр} = \frac{50}{2{,}39 - \frac{0{,}04}{0{,}045}} = \frac{50}{1{,}50} = 33{,}5 \text{ ET/час},$$

$$W_{ок} = \frac{50}{0{,}565 - \frac{0{,}04}{0{,}4}} = \frac{50}{0{,}465} = 107{,}5 \text{ ET/час},$$

$$W_{д} = \frac{50}{0{,}77 - \frac{0{,}01}{0{,}045}} = \frac{50}{0{,}55} = 91 \text{ ET/час}.$$

Для определения площадей, теряющих тепло по размерам «общего вида вагона», принимая лобовые стены за наружные, т. е. считая воздух в тамбурах наружным, составлена следующая таблица:

Наименование	Количество	Длина *м*	Высота или ширина *м*	Площадь $м^2$
Продольные стены	2	12,05	2,48	59,768
Лобовые стены	2	3,04	2,82	17,146
Пол	1	12,05	3,04	36,633
Крыша	1	12,05	3,3	39,765
Окна	12	0,98	0,65	7,644
Окна	4	0,98	0,56	2,195
Двери	2	1,96	0,70	2,744

Из таблицы получаем:

Площадь стен за вычетом окон и дверей:

$$F_{ст} = 59{,}768 + 17{,}146 - 7{,}644 - 2{,}195 - 2{,}744 = 64{,}33 \ м^2.$$

Площадь пола:

$$F_{п} = 36{,}633 \ м^2.$$

Площадь крыши:

$$F_{кр} = 39{,}765 \ м^2.$$

Площадь окон:

$$F_{ок} = 7{,}644 + 2{,}195 = 9{,}839 \ м^2.$$

Площадь дверей:

$$F_{дв} = 2{,}744 \ м^2.$$

Общая часовая потеря тепла выведена в следующий таблице:

	Площадь $м^2$	Часовая потеря тепла			
		с учетом воздушной прослойки		без учета воздушной прослойки	
		на 1 $м^2$ в ET	на всю площадь в ET	на 1 $м^2$ в ET	на всю площадь в ET
Стены	64,331	25,0	1 608	39,0	2 509
Пол	36,633	20,5	751	27,0	989
Крыша	39,765	21,0	835	33,5	1 332
Окна	9,839	88,5	371	107,5	1 058
Двери	2,744	65,0	178	91,0	250
Всего	153,312	—	4 243	—	6 138

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Так как воздушные прослойки несомненно уменьшают потерю тепла кузовом, то на основании результата таблицы примем кругло:

$$W_{куз} = 5\,000 \text{ ET/час.}$$

Отдача тепла вентиляционному воздуху. Количество тепла, выделяемое жизненными процессами пассажиров:

$$W_{ж} = 6\,(37 - t_1) \text{ ET/час,}$$

где $6(37 - t_1)$ — число ET/час, выделяемое одним взрослым человеком при температуре помещения t_1 (в нашем случае $t_1 = +15°$ C), и $n = 40$ — число пассажиров.

Количество тепла, поглощаемое вентиляционным воздухом:

$$W_в = a \cdot C_p (t_1 - t_2)\, n \text{ ET/час,}$$

где a — часовой обмен воздуха на 1 пассажира, выраженный в $м^3$, $C_p = 0{,}282$ — теплоемкость 1 $м^3$ воздуха при $p = 1\ ат$, $t_1 = 15°$ и $t_2 = -35°$ C — температура наружного воздуха.

Как было определено выше, при достаточно интенсивной, но вполне посильной работе котла теплоотдача трубопровода $W_{тр} = 7\,000$ ET/час и потеря тепла кузовом $W_{куз} = 5\,000$ ET/час (не более). И так как:

$$W_{тр} + W_{ж} = W_{куз} + W_в,$$

то

$$W_в - W_{ж} = W_{тр} - W_{куз} = 7\,000 - 5\,000 = 2\,000 \text{ ET/час.}$$

С другой стороны:

$$W_в - W_{ж} = [ac_p (t_1 - t_2) - 6\,(37 - t_1)]\, n \text{ ET/час,}$$

откуда:

$$a = \left[\frac{W_в - W_{ж}}{n} + 6\,(37 - t_1)\right] : c_p (t_1 - t_2) =$$

$$= \left[\frac{2\,000}{40} - 6\,(37 - 15)\right] : 0{,}282\,(15 - 35) = 13\ м^3,$$

т. е. часовой обмен воздуха составляет 13 $м^3$ в 1 час на одного пассажира, что при наружной температуре — 35° С вполне достаточно.

Принимаем пропускную способность вагонного вентилятора при полном его открытии равной 180 $м^3$/час. А потому полный часовой обмен воздуха в вагоне, равный в нашем случае $an = 13 \cdot 40 = 520$ $м^3$/час, соответствует 520 : 180, т. е. почти трем вполне открытым вентиляторам.

На практике, конечно, в сильные морозы число открытых одновременно вентиляторов будет обыкновенно меньше, и нередко все вентиляторы будут закрыты, так как вентиляционный воздух поступает также через открываемые в тамбур двери и через неустранимые неплотности в окнах и закрытых дверях, и работа котла не всегда достаточно интенсивна и равномерна, что зависит от личных качеств истопника, а также от качеств и запаса топлива.

Расчет вентиляции

Конструкции вентиляторов должны соответствовать максимальному обмену воздуха в вагоне и не пропускать атмосферных осадков внутрь вагона.

Числовой пример. По исследованиям Ритшеля для определения зависимости между скоростью движения поезда V и скоростью высасывания воздуха из помещения V_1 через вентилятор берется соответствующий коэфициент для определенной скорости движения вагона:

$$\alpha = \frac{1}{5}.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Диаметры вытяжных труб вентиляторов, наиболее ходовые, применяются следующие: 150, 175, 200 и 250 *мм*.

Задаваясь диаметром вытяжной трубы вентилятора $d = 0{,}2$ *м*, определим пропускную способность в час одного вентилятора по формуле:

$$L = 0{,}785\, d^2 V\, a\, 1000 = 0{,}785 \cdot 0{,}04 \cdot 30 \cdot 1000 \cdot 0{,}2 = 188\ м^3,$$

где V есть средняя скорость поезда.

По таблице Ритшеля берем среднюю величину количества воздуха, необходимого на одного пассажира, $L' = 8\ м^3$ в час при населенном вагоне. Для примера перенаселенность вагона для пригородного сообщения можно взять примерно $n = 1$. Определим количество вентиляторов m для данного вагона:

$$m = \frac{L' \cdot n}{L} = \frac{8 \cdot 110}{188} = 4{,}7 \text{ вентилятора.}$$

Практически приходится ставить по одному вентилятору на каждое купе, уменьшив соответственно диаметр выходной трубы вентилятора.

Примерный расчет рамы и кузова пассажирского вагона

Рассмотрим для примера практический расчет пассажирского вагона длиною 25 *м* с металлической обрешеткой кузова, выполненного конструкторским бюро ВОВАТа.

Следует оговориться, что установившегося метода расчета нет, и поэтому приводимый расчет следует рассматривать именно как пример, который может быть выполнен и другими приемами строительной механики.

В основу расчета вагона как грузового, так и пассажирского должны быть положены технические условия, которые для рассматриваемого примера приводятся ниже.

1. Длина вагона по буферным брусьям L . . . . . 24 880 *мм*
2. Ширина вагона B . . . . . 3 100 *мм*
3. Тара вагона с тележками (ориентировочно) . . . . . 52 000 *кг*
   Вес двух тележек . . . . . 13 000 *кг*
4. Грузоподъемность . . . . . 10 000 *кг*
5. Давление ветра на боковую вертикальную проекцию стенки вагона p . . . . . 150 *кг/м²*
6. Центробежная сила при скорости v на кривой радиусом $R = 200$ *мм* . . . . . 70 *км*/час
7. Тяговое усилие P_1 . . . . . 65 000 *кг*
8. Удар автосцепки P . . . . . 80 000 *кг*.

Напряжения при наиневыгоднейшем сочетании указанных нагрузок не должны превосходить 1 200 *кг/см²* для прокатной стали марки Ст. 3.

Распределение нагрузок между частями кузова

Вес кузова с грузом (пассажирами) принимаем $Q = 49\,000$ *кг*.

Веса отдельных основных частей вагона по проектным данным принимаем:

Вес одной боковой стены $q_2 = 5\,200$ *кг*

Вес одной концевой стены $q_3 = 600$ *кг*

Вес крыши $q_4 = 4700$ *кг*

Вес автосцепки = 360 *кг*.

Остальной вес (внутреннее оборудование, пассажиры, рама, пол, тормозные части) будет:

$$Q_1 = 49\,000 - (2 \times 5\,200 + 2\,600 + 4\,700 + 2\,300) = 32\,100\ кг.$$

Нагрузку считаем равномерно распределенной по длине и ширине вагона.

Нагрузку распределим между боковыми и хребтовыми балками, исходя из условия, что пол вагона представляет собой неразрезную балку, лежащую на трех опорах (рис. 506).

НВ УДУГТ (ДІІТ)

Равномерно распределенная нагрузка, на 1 пог. *см* длины хребтовой балки определится:

$$q = \frac{5 \cdot Q}{8 \cdot L} = \frac{5 \cdot 32\,100}{8 \cdot 2\,488} = 8{,}1 \ кг/см^2.$$

Равномерно распределенная нагрузка, приходящаяся на 1 пог. *см* боковой балки рамы вагона будет:

$$q_1 = \frac{3}{16} \cdot \frac{Q_1 + q_2 + q_4}{L} = \frac{3 \cdot (32\,100 + 5\,200 + 0{,}5 \cdot 4\,700}{16 \cdot 2\,488} = 5{,}45 \ кг/см.$$

Нагрузка, приходящаяся на концевую стенку:

$$Q_2 = 300 + 600 = 900 \ кг.$$

Распределив нагрузку Q_1 между боковыми и хребтовой балками вагона, перейдем к определению их размеров и возникающих в них напряжений.



Рис. 506.

Расчет рамы

Хребтовая балка. Хребтовую балку принимаем как неразрезную балку на 9 опорах (2 концевых, 2 лобовых балках, 3 поперечных балках, 2 шкворнях), нагруженную равномерно распределенной нагрузкой q и горизонтальной силой P, получающейся при сцеплении вагонов с автосцепкой, при чем силу P рассматриваем как статическую нагрузку и все опоры хребтовой балки принимаем жесткими (рис. 507).

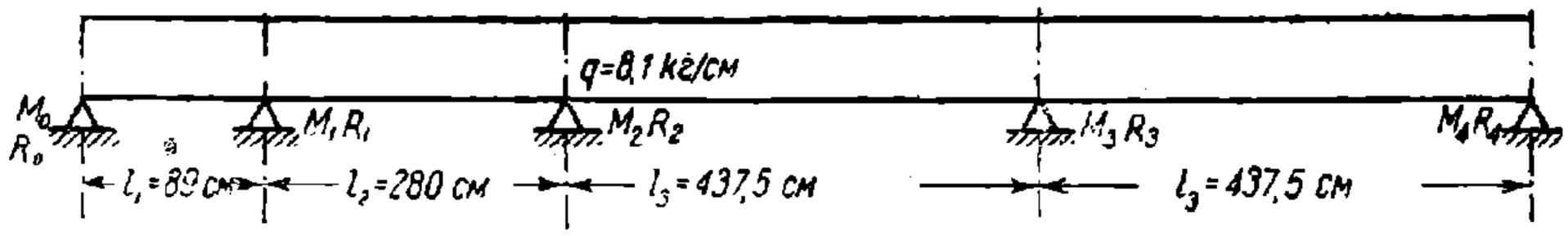


Рис. 507.

Определим надопорные моменты M_1, M_2, M_3, M_4.
По теореме трех моментов имеем:

$$2M_1(l_1 + l_2) + M_2 l_2 = -\frac{q}{4}(l_1^3 + l_2^3)$$

$$M_1 l_2 + 2M_2(l_2 + l_3) + M_3 l_3 = -\frac{q}{4}(l_2^3 + l_3^3)$$

$$M_2 l_3 + 4M_3 l_3 + M_4 l_3 = -0{,}5\, q l_3^3$$

$$2M_3 l_3 + 4M_4 l_3 = -0{,}5\, q l_3^3.$$

Подставляя значения известных величин, получим:

$$738\,M_1 + 280\,M_2 = -45\,880\,362 \ кг/см \qquad (I)$$

$$280\,M_1 + 1\,435\,M_2 + 437{,}5\,M_3 = -214\,026\,773 \ кг/см \qquad (II)$$

$$437{,}5\,M_2 + 1\,750\,M_3 + 437{,}5\,M_4 = -339\,147\,948 \ кг/см \qquad (III)$$

$$815\,M_3 + 1\,750\,M_4 = -339\,147\,948 \ кг/см \qquad (IV)$$

Упрощая, получим:

$$1328{,}768\,M_2 + 437{,}5\,M_3 = -196\,619\,229 \ кг/см$$

$$1\,750\,M_2 + 6\,125\,M_3 = -101\,443\,844 \ кг/см.$$

НБ УДУНТ (ДНТ)

Решая эту систему, получим:

$$M_3 = \frac{759\,263\,840}{5548{,}8125} = -136\,830\ кг/см.$$

$$M_2 = \frac{-196\,619\,229 + 280 \cdot 102\,910}{738} = -102\,910\ кг/см.$$

Из уравнения (I) имеем:

$$M_1 = \frac{-45\,880\,562 + 280 \cdot 102\,910}{738} = -23\,124\ кг/см.$$

Из уравнения (IV) имеем:

$$M_4 = \frac{-339\,147\,948 + 875 \cdot 136\,830}{1\,750} = -125\,380\ кг/см.$$

Переходим к определению реакций на опорах.

$$R_0 = \frac{ql_1}{2} - \frac{M_1}{l_1} = \frac{8{,}1 \cdot 89}{2} - \frac{23\,124}{89} = 101\ кг.$$

$$R_1 = \frac{q}{2}\left(l_1 + l_2\right) + \frac{M_2 - M_1}{l_3} - \frac{M_1}{l_2} = \frac{8{,}1 \cdot 369}{2} + \frac{-102\,910 + 21\,324}{280} + \frac{23\,124}{89} = 1\,469\ кг.$$

$$R_2 = \frac{q}{2}\left(l_2 + l_3\right) + \frac{M_3 - M_2}{l_3} - \frac{M_2 - M_1}{l_2} = \frac{8{,}1}{2}\left(280 + 437{,}5\right) + \frac{-136\,830 + 102\,910}{437{,}5} -$$

$$- \frac{102\,910 + 23\,124}{280} = 3\,120\ кг.$$

$$R_3 = ql_3 + \frac{M_4 - M_3}{l_3} - \frac{M_3 - M_2}{l_3} = 8{,}1 \cdot 437{,}5 + \frac{-125\,380 + 136\,830}{437{,}5} - \frac{-136\,830 + 102\,910}{437{,}5} =$$

$$= 3\,648\ кг.$$

$$R_4 = ql_3 + 2\frac{M_3 - M_4}{l_3} = 8{,}1 \quad 437{,}5 + 2\frac{-136\,830 + 125\,380}{437{,}5} = 3\,491\ кг.$$

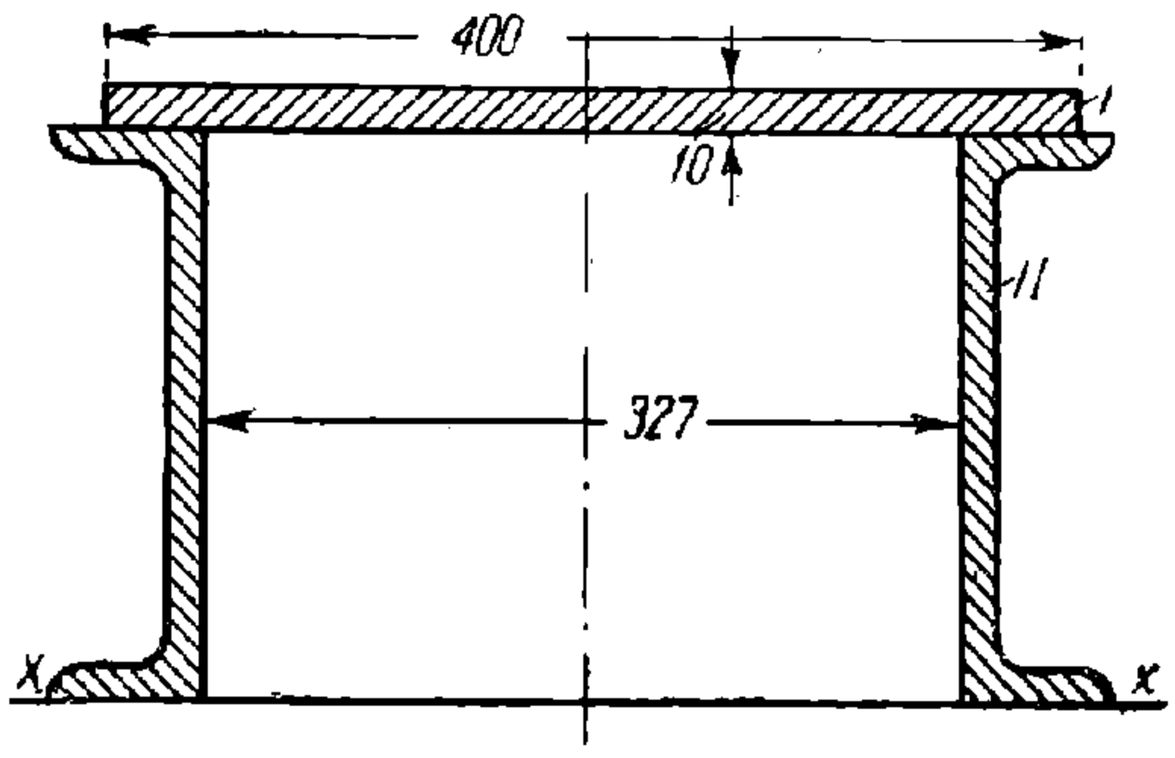


Рис. 508.

Кроме действия вертикальной нагрузки учтем действие удара автосцепки на хребтовую балку $P = 800\,000\ кг$ и тягового усилия $P_1 = 65\,000\ кг$.

При переходе к определению напряжений в балке определим моменты сопротивлений хребтовой балки (рис. 508).

Сечение хребтовой балки

Элементы сечения	F	y	Fy	d	d^2	Fc^2	J_x
I . . .	40	30,5	1 220	11,7	136,89	5475,6	3,3
II × 2 .	124,6	15	1 869	3,8	14,44	1799,2	167,22
Сумма .	164,6	15	3069	3,8	14,44	7274,8	16725,3

НБ УДУНТ (ДІІТ)

$$y_1 = \frac{\Sigma F y}{\Sigma F} = \frac{3\,089}{164{,}6} = 18{,}8\ см.$$

$$y_2 = 31 - 18{,}8 = 12{,}2\ см$$

$$J_0 = Fd^2 + \Sigma J_x = 7274{,}8 + 16725{,}3 = 24000{,}1\ см^4.$$

$$W_в = \frac{J_0}{y_2} = \frac{24000{,}1}{12{,}2} = 1967{,}2\ см^3.$$

$$W_н = \frac{J_0}{y_1} = \frac{24000{,}1}{18{,}8} = 1276{,}6\ см^3.$$

Напряжение в опасном сечении $(m - m)$ хребтовой балки:
Эксцентриситет приложения ударного и тягового усилий автосцепки $a = 5{,}3\ см$.

Верхние волокна

Учитывая удар автосцепки:

$$\sigma = \frac{M_э}{W_в} - \frac{P}{F} + \frac{P \cdot a}{W_в} = -\frac{136\,830}{1967{,}2} - \frac{80\,000}{164{,}6} + \frac{80\,000 \cdot 5{,}3}{1967{,}2} = -203\ кг/см^2 \text{ (сжатие)}.$$

Учитывая тяговое усилие:

$$\sigma = \frac{M_э}{W_в} + \frac{P_1}{F} - \frac{P_1 \cdot a}{W_в} = 69{,}7 + 394 - 175 = 290\ кг/см^2 \text{ (растяжение)}.$$

Нижние волокна (сжатие) при учете удара автосцепки

$$\sigma_н = \frac{M_э}{W_н} + \frac{P}{F} + \frac{P \cdot a}{W_н} = \frac{136\,830}{1276{,}6} + \frac{80\,000}{164{,}6} + \frac{80\,000 \cdot 5{,}3}{1476{,}6} = 932\ кг/см^2.$$

Шкворневая балка

Расчет шкворневой балки пассажирского вагона можно было бы провести тем же способом, какой был проведен при расчете шкворневой балки грузового четырехосного вагона.

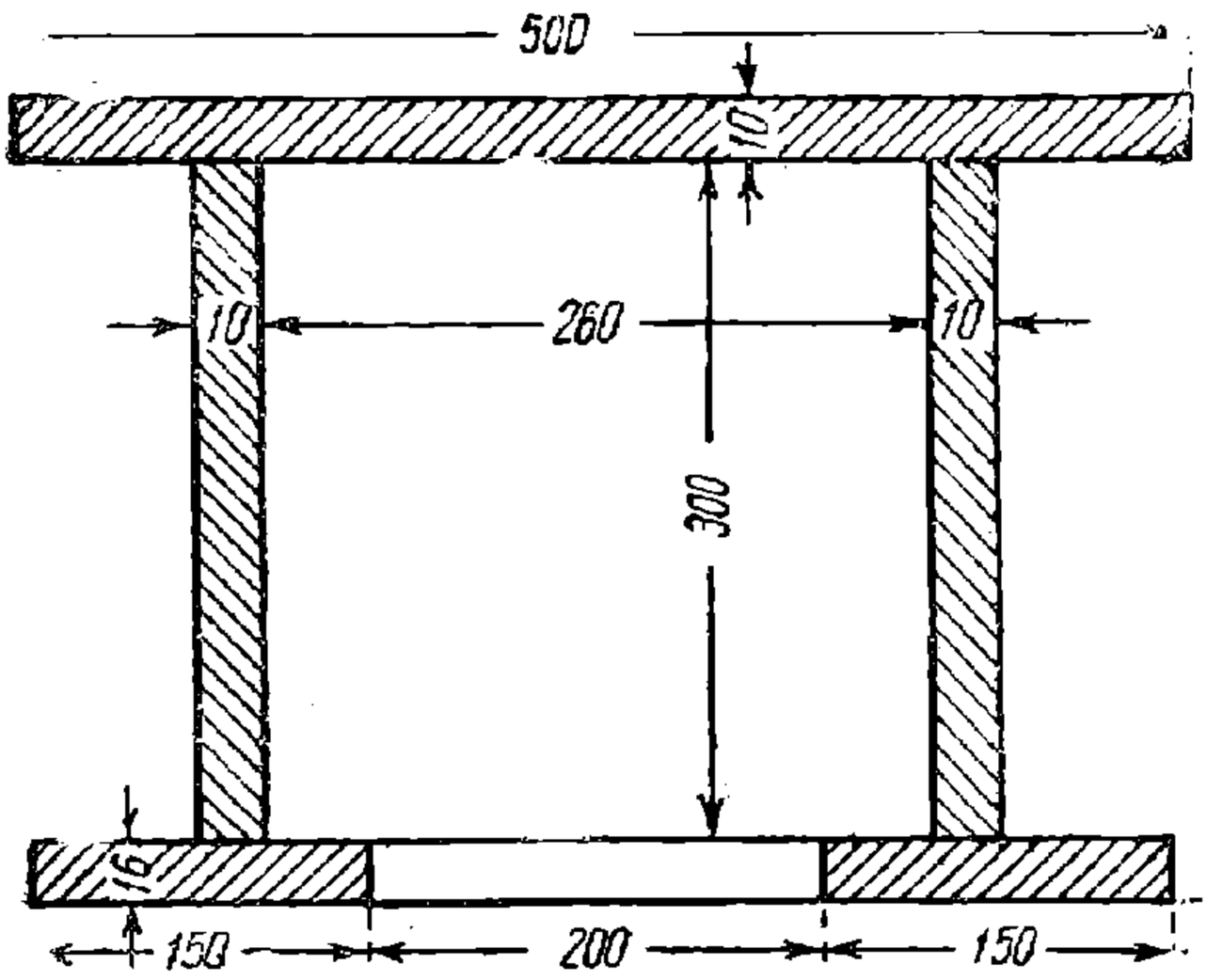


Рис. 509.

Как выше было указано, твердо установленного метода расчета вагонных конструкций нет, поэтому для знакомства с различными способами подхода к расчету основных вагонных частей рассмотрим расчет шкворневой балки пассажирского вагона по способу, проведенному ЦВКБ.

Определим усилие, действующее на шкворневую балку:

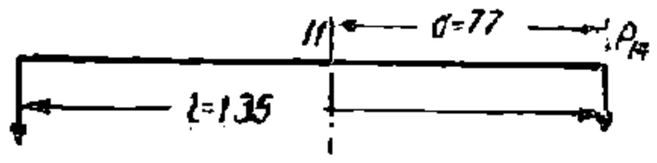


Рис. 509а.

$$P_ш = 0{,}5\,(q_1 L + Q_2 + R_0 + R_1 + R_3 + 0{,}5\,R_4) = 0{,}5\ (13670 + 900 + 101 + 3648 + + 0{,}5 \cdot 3491) = 9982\ кг.$$

Определим момент сопротивления шкворневой балки (рис. 509 и 509а).

НБ УДУНТ (ДИТ)

Элементы сечения	F	y	Fy	d	d^2	Fd^2	J_x
I	50	32,1	1605	15,4	237,16	11858	4,16
II×2	60	16,6	996	0,1	0,01	0,6	4500
III×2	48	0,8	38,4	15,8	249,64	11982,72	10,24
Сумма	158		2639,4			23841,32	4514,4

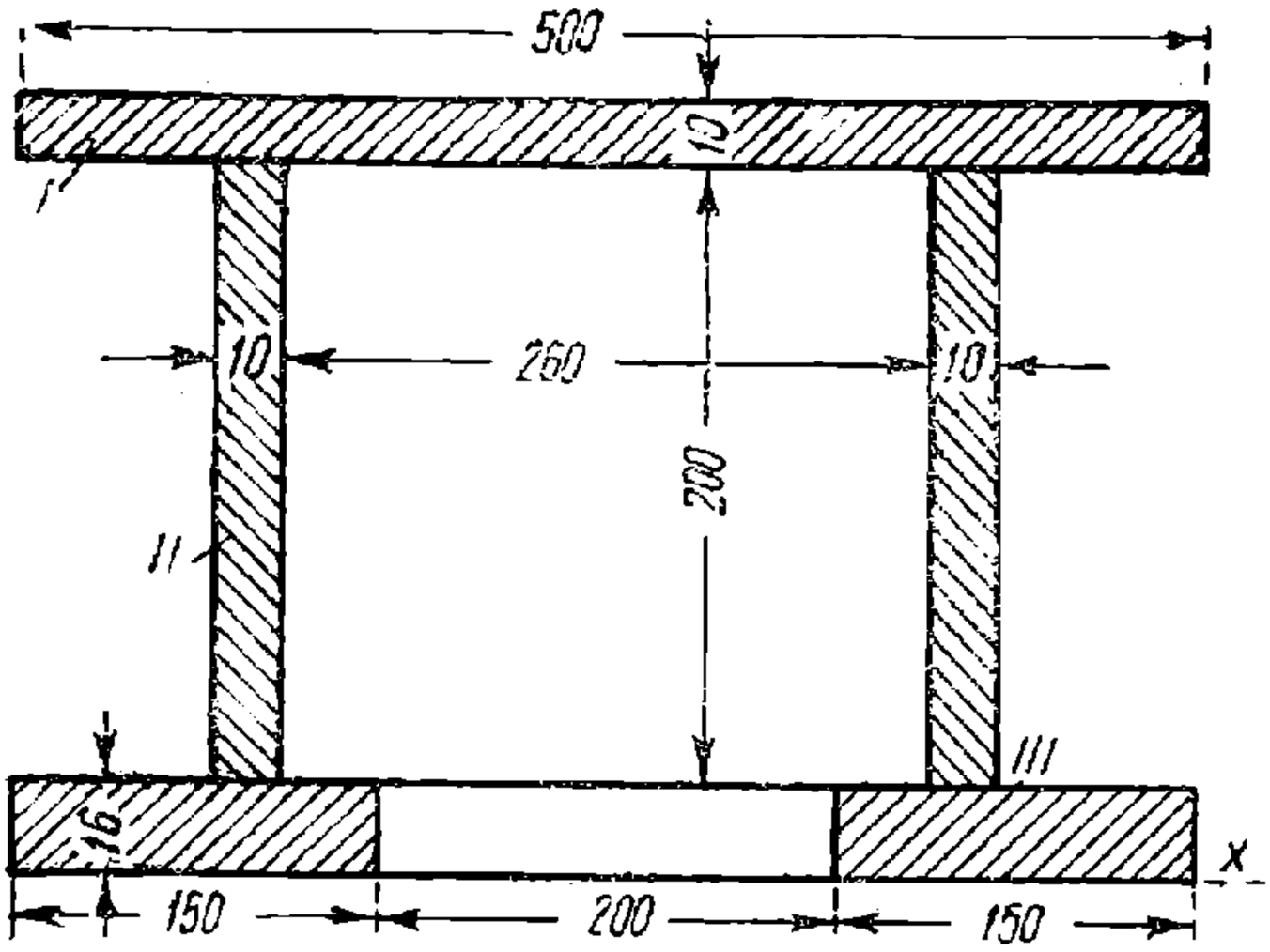


Рис. 510.

$$y_1 = \frac{2639,4}{158} = 16,7\ см.$$

$$y_2 = 32,6 - 16,7 = 15,9\ см.$$

$$J_0 = 23841.31 + 4514,4 = 28355,72\ см^4$$

$$W_н = \frac{28355,72}{16,7} = 1,697\ см^3$$

$$W_в = \frac{28355,72}{15,9} = 1\,783\ см^3.$$

Определим момент сопротивления у начала скоса шкворневой балки (рис. 510).

Элементы сечения	F	y	Fy	d	d^2	Fd^2	J_x
I	50	22,1	1105	10,5	110,25	5512,5	4,16
II×2	40	11,6	464	0	0	0	1333,2
III×3	48	0,8	38,4	10,8	116,64	5598,72	10,24
Сумма	138		1607,4			11111,22	1347,6

$$y_1 = \frac{1607,4}{138} = 11,6\ см.$$

$$y_2 = 22,6 - 11,6 = 11\ см.$$

$$J_0 = 1347,6 + 11111,22 = 12458,8\ см^4.$$

$$W_в = \frac{12458,8}{11} = 1132,6\ см^3.$$

$$W_н = \frac{12458,8}{11,6} = 1074,0\ см^3.$$

Напряжение в сечении I—I.
Верхние волокна (растяжение)

$$\sigma_в = \frac{P_ш l}{W_в} = \frac{9982 \cdot 135}{1\,783} = 755\ кг/см^2.$$

Нижние волокна (сжатие)

$$\sigma = \frac{P_ш l}{W_н} = \frac{9982 \cdot 135}{1\,697} = 796\ кг/см^2.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Напряжение в сечении II—II.

Верхние волокна (растяжение)

$$\sigma = \frac{P_u \cdot a}{W_в} = \frac{9\,982 \cdot 77}{1\,133} = 666\ кг/см^2.$$

Нижние волокна (сжатие)

$$\sigma_н = \frac{P_u \cdot a}{W_н} = \frac{9\,982 \cdot 77}{1\,074} = 714\ кг/см^2.$$

Расчет кузова

Расчет кузова пассажирских вагонов с точки зрения распределения нагрузок между рамой и обрешеткой кузова аналогичен с грузовыми вагонами.

Расчет элементов обрешетки кузова ведется только в стальных конструкциях, что же касается расчета деревянных обрешеток, то их не рассчитывают на вертикальные нагрузки от груза и вертикальных составляющих от горизонтальных сил, а всю нагрузку передают на раму вагона.

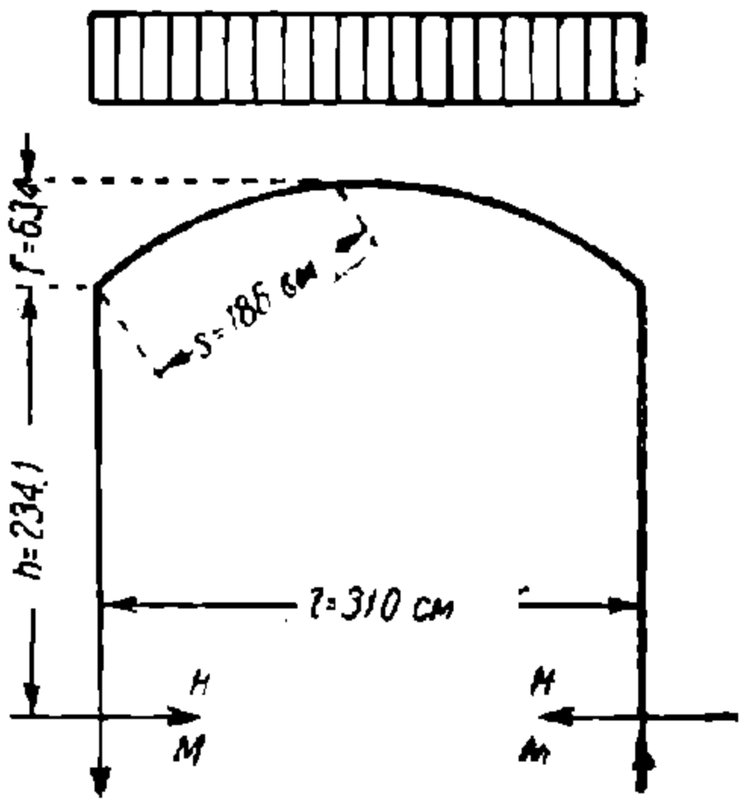


Рис. 511.

Метод расчета обрешетки различен и зависит от конструкции обрешетки.

Рассмотрим расчет стальной обрешетки кузова 25-метрового вагона, пользуясь способом расчета рамных конструкций, предложенных Клейнлагелем.

Находим изгибающие моменты, возникающие в частях кузова от действия собственного веса крыши (рис. 511).

Рассматриваем пояс боковой стены и крыши. Ширина = 1 790 *мм*. Вес 1 $м^2$ крыши = 53,6 *кг*.

Равномерно распределенная нагрузка на единицу длины пояса и крыши

$$q' = \frac{53,6 \cdot 1,79 \cdot 3,72}{310} = 1,15\ кг/см,$$

J_1 — момент инерции боковины (сечение по окну) (рис. 512).

$$J_1 = 192\ см^4.$$

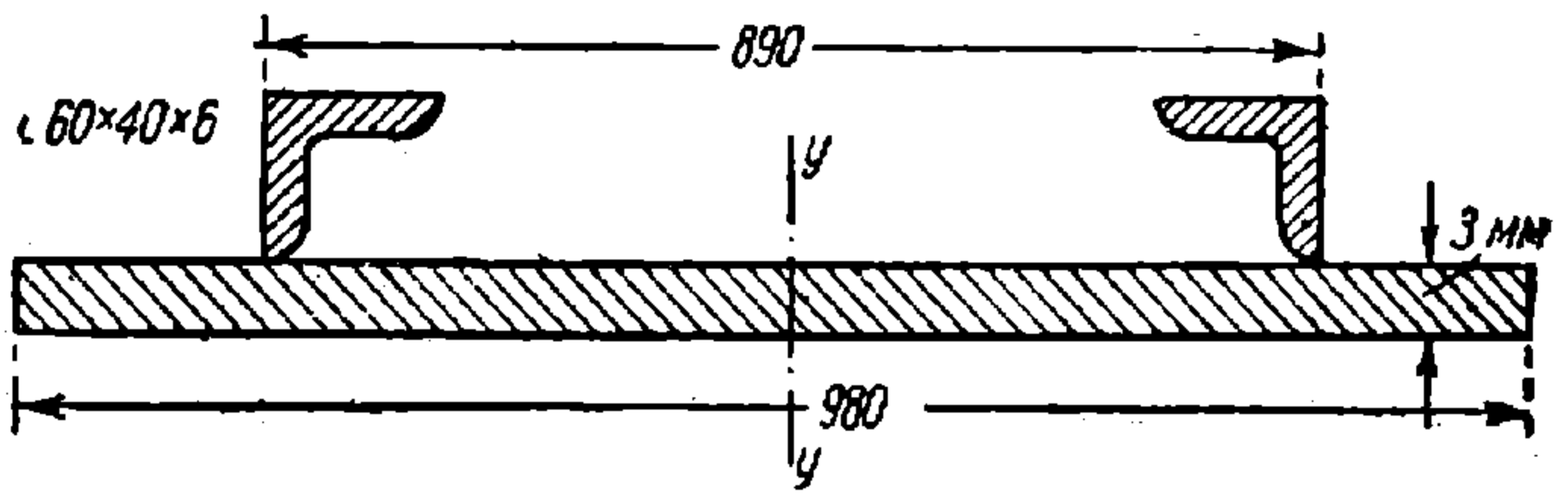


Рис. 512.

$J_в$ — момент инерции сечения пояса крыши.

$$J_2 = 40,12\ см^4\ (2\ уголка\ 60 \times 40 \times 6),$$

$$K = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{S} = \frac{40,12}{192} \cdot \frac{234,1}{186} = 0,253.$$

$$M = \frac{q' l_n^2}{48} \cdot \frac{Kh(8h + 15f) + f \cdot (6 \cdot h - 17f)}{(Kh + f)^2 + 4K(h^2 + Kf + f^2)} = 4\,800\ кг/см.$$

$$H = \frac{q' l_n^2}{8} \cdot \frac{h(4h + 5f)f}{(Kh + f^2)^2 + 4K(h^2 + hf + f^2)} = 58,4\ кг.$$

$$M'_B = M'_D = -Hh + M_A = 8\,900\ кг/см.$$

$$M'_C = H(h + f) + M_A + \frac{q' l_n^2}{4} = 15\,100\ кг/см.$$

НБ УДУНТ (ДПТ)

Эпюра изгибающих моментов изображена на рис. 513, схема нагружения кузовной рамки показана на рис. 511.

Изгибающие моменты, возникающие в частях кузова от действия центробежной силы и силы ветра (рис. 514).

Рассматриваем пояс боковой стены и крыши шириной 1790 *мм*.

Вес 1 $м^2$ крыши . . . . . 53,6 *кг*
Вес 1 $м^2$ боковой стены . . . . 88,5 *кг*
Давление ветра $p = 150$ *кг*/$м^2$.

Отношение центробежного ускорения к ускорению силы тяжести (на кривой $R = 200$ *м* при скорости $v = 70$ *км*/час)

$$\frac{v^2}{q \cdot R \cdot 3{,}6^2} = \frac{70^2}{9{,}81 \cdot 200 \cdot 3{,}6^2} = 0{,}193.$$

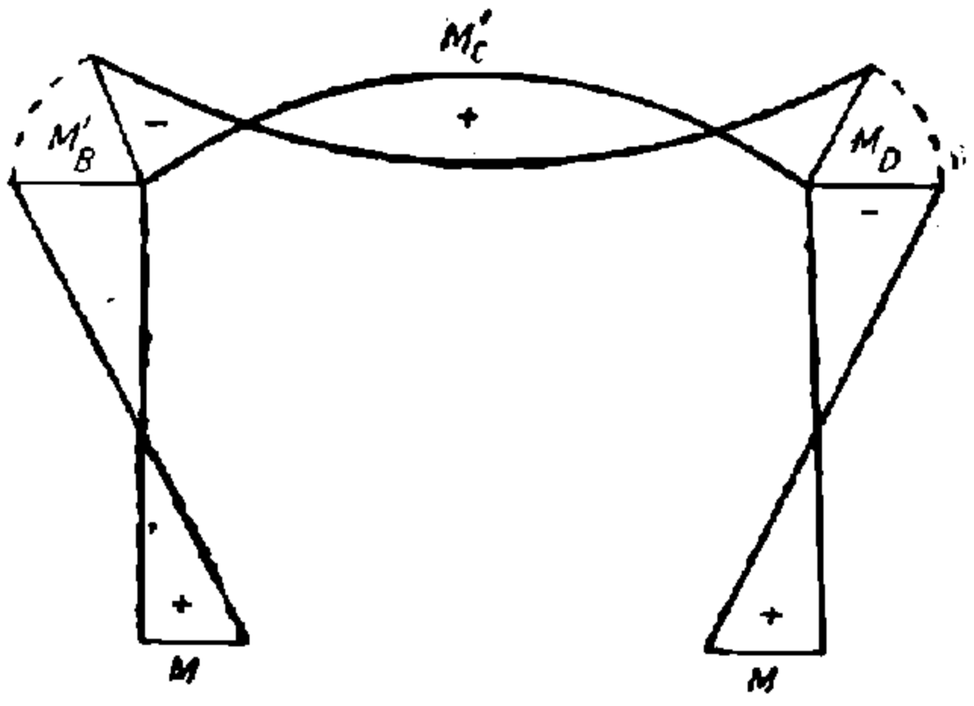


Рис. 513.

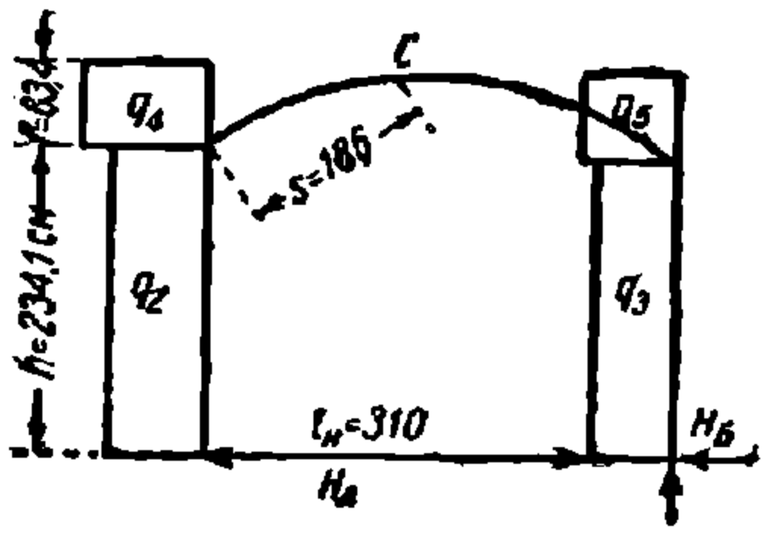


Рис. 514.

Из этих данных определяем нагрузки:

На подветренный пояс боковой стены на 1 пог. *см*:

$$q_2 = 0{,}0179\,(88{,}5 \cdot 0{,}193 + 150) = 299 \text{ кг}.$$

На противоположный пояс боковой стены:

$$q_3 = 0{,}0179 \cdot 88{,}5 \cdot 0{,}193 = 0{,}306 \text{ кг}.$$

На подветренную половину пояса крыши:

$$q_4 = 1{,}79\left(\frac{53{,}6 \cdot 1{,}86}{63{,}4} \cdot 0{,}193 + 0{,}01 \cdot 150\right) = 3{,}23 \text{ кг}.$$

На противоположную половину пояса крыши:

$$q_5 = \frac{1{,}79 \cdot 53{,}6 \cdot 1{,}86}{63{,}6} \cdot 0{,}193 = 0{,}545 \text{ кг}.$$

$$H_Б = \frac{(q_2 - q_3)\,h^2\,[K^2 h + K\,(3h + 2f)] + (q_4 - q_5)\,f\,[5fK\,(2h + f) + 2h^2 K\,(K + 4) + f^2]}{4\,[(Kh + f) + 4K\,(h^2 + hf + f^2)]} +$$

$$+ q_3 h + q_5 f = 275 \text{ кг}.$$

$$H_A = (q_2 + q_3)\,h + (q_4 + q_5)\,f - H_Б = 675 \text{ кг}.$$

$$M_A = \frac{(q_2 + q_3)\,h^2\,[Kh^2\,(K + b) + Kf\,(16h + 16f) + 6f^2] + (q_4 + q_3)\,f^2\,[Kh\,(4h + 9f) + f\,(6h + f)]}{24\,[(Kh + f)^2 + 4K\,(h^2 + hf + f^2)]}$$

$$\frac{(q_2 - q_3)\,h^2\,(12K + 6)}{24\,(3K - 1)} - \frac{(q_4 - q_5)\,f\,[12h\,(3K + 2) + 3f]}{24\,(6K + 2)} = -63\,400 \text{ кг/см}.$$

$$M_C = M_A + 2\,\frac{(q_2 - q_3)\,h^2\,(12K + 6)}{3K + 1} + 2\,\frac{(q_4 - q_5)\,f\,[12h\,(3K + 2) + 3f]}{24\,(6K + 2)} = 30\,900 \text{ кг/см}.$$

$$M_Б = M_A - \frac{q_2 h^2}{2} + H_A h = 12\,300 \text{ кг/см}.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

$$M_O = M_Б - \frac{q_4 f^2}{2} - \frac{(q_2 - q_3)\,h^2}{4} + \frac{(q_2 - q_3)\,h^2}{48} \cdot \frac{12K + 6}{3K + 1} \cdot \frac{(q_4 + q_5)\,f\,(h + f)}{2} -$$

$$- \frac{(q_4 + q_5)\,f}{48} \cdot \frac{12h\,(3K + 2) + 3f}{6K + 2} + H_A f = 17\,100 \ кг/см.$$

$$M_D = M_Б + \frac{q_5 h^2}{2} - H_Б h = 30\,200 \ кг/см.$$

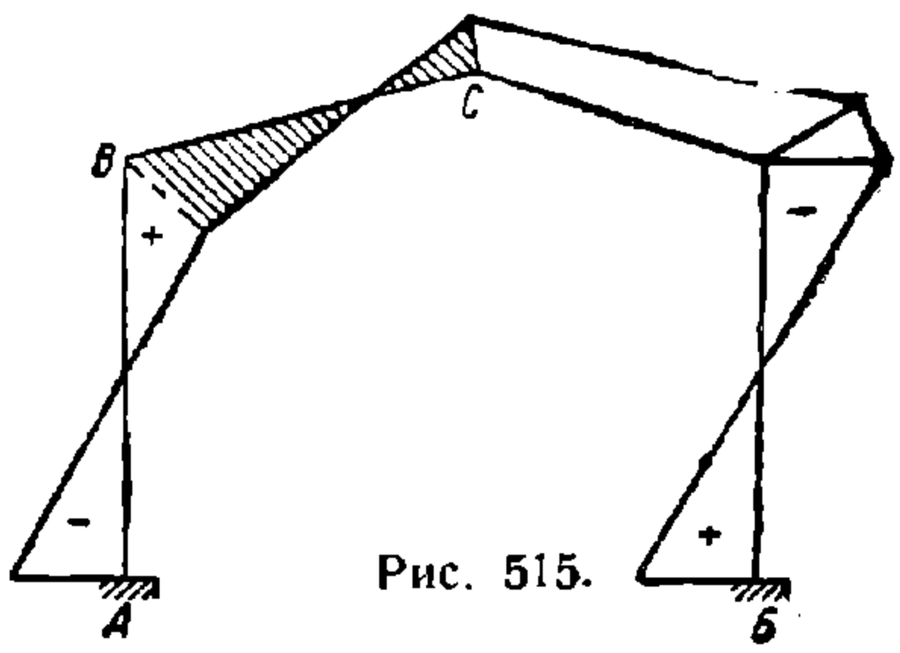


Рис. 515.

Эпюра изгибающих моментов изображена на рис. 515.

Напряжение в стойках боковины:

Сжатие:

$$\sigma = \frac{M_A - M}{W_в} = \frac{630\,400 - 4\,800}{48} = 1\,220 \ кг/см^2 \ \text{(рис. 516).}$$

Растяжение:

$$\sigma = \frac{M_Б - M}{W_в} = \frac{30\,900 + 4\,800}{48} = 745 \ кг/см^2.$$

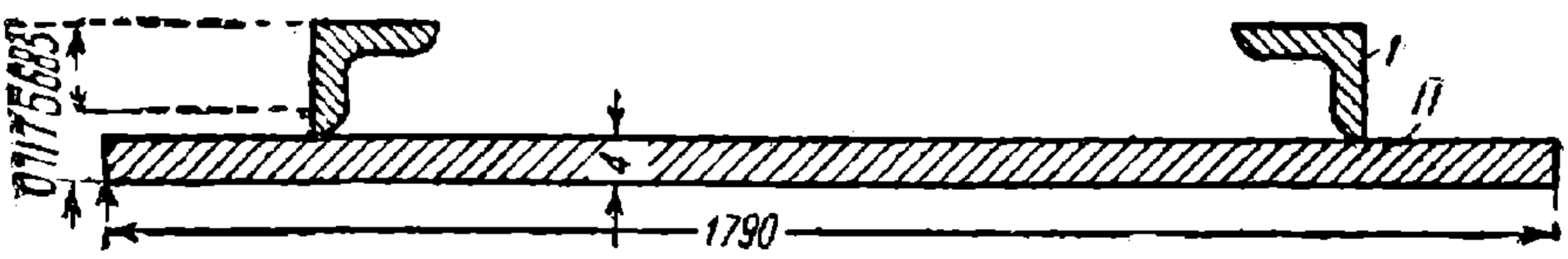


Рис. 516.

Напряжение в листах боковины, сечение внизу.
Растяжение:

$$\sigma = \frac{M_A - M}{W_H} = \frac{63\,400 - 4\,800}{380} = 154{,}5 \ кг/см^2.$$

$$\frac{M_Б + M}{W_H} = \frac{30\,900 + 4\,800}{380} = 94 \ кг/см^2.$$

Напряжение в верхнем сечении боковины (рис. 517).
Сжатие:

$$\sigma = \frac{M_D + M_D}{W_в} = \frac{30\,200 + 8\,900}{263} = 149 \ кг\,см^2.$$

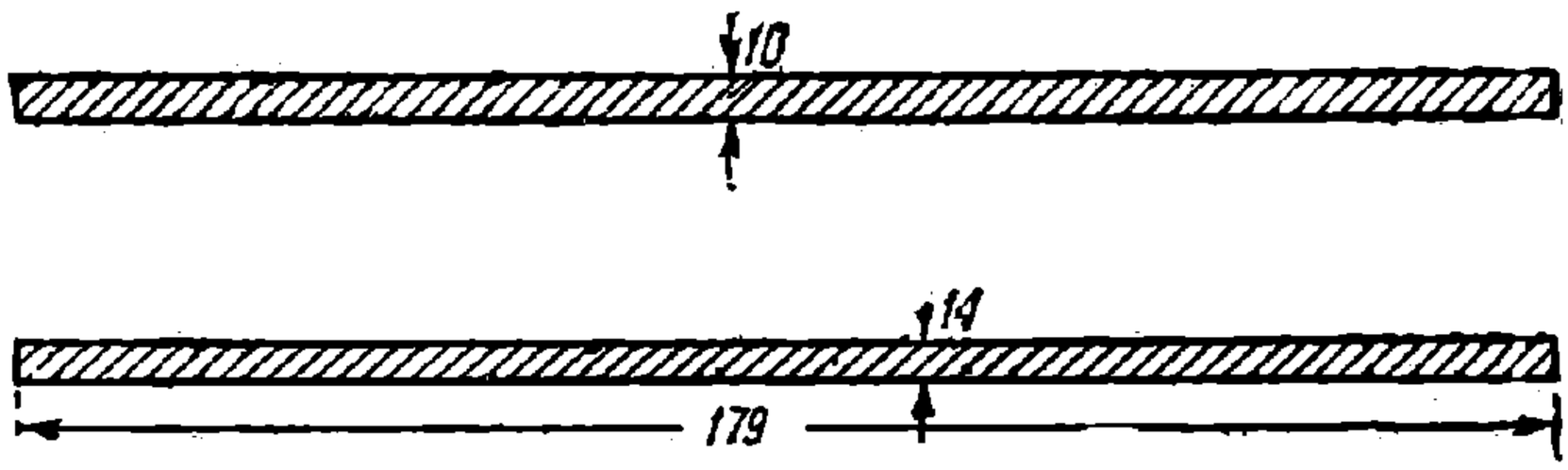


Рис. 517.

Растяжение:

$$\sigma_р = \frac{M_D + M'_D}{W_H} = \frac{30\,200 + 8\,900}{263} = 149 \ кг/см^2.$$

НБ УДУНТ (ДПТ)

Расчет боковины

Усилия, действующие на боковину в вертикальной плоскости (фиг. 514).

1. Равномерно распределенная нагрузка на боковину.

Статическая $q_1 = 5{,}45$ *кг/см.*

2. Слагающая от центробежной силы и силы ветра.

Центробежная сила C.

Полный вес груженого кузова $Q = 49\,000$ *кг.*

Скорость поезда $v = 70$ *км*/час.

Радиус кривой $R = 200$ *м.*

Ускорение силы тяжести $g = 9{,}81$ *м*/сек^2

$$C = \frac{Q \cdot v^2}{g \cdot R \cdot 3{,}6^2} = \frac{49\,000 \cdot 70^2}{9{,}81 \cdot 200 \cdot 3{,}6^2} = 9\,470 \text{ кг}$$

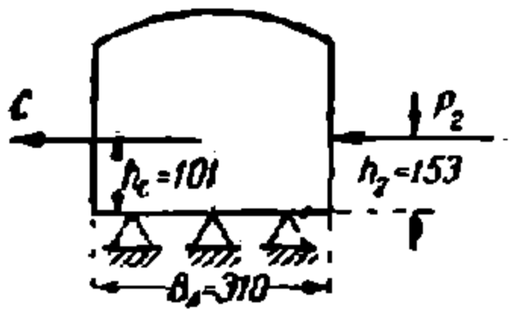


Рис. 518.

Ветровое усилие—$H_в$.

Давление ветра $p = 150$ *кг/см*^{2}.

Площадь боковой поверхности кузова:

$$F = 24{,}88 \cdot 3{,}061 = 76{,}16 \text{ м}^2.$$

$$H_в = pF = 150 \cdot 76{,}16 = 11\,424 \text{ кг}.$$

Слагающая на боковину от центробежной силы и силы ветра (рис. 518)

$$H_0 = \frac{Ch_1 + H_в h_2}{B} = \frac{9470{,}101 + 11424{,}153}{310} = 8\,740 \text{ кг}.$$

Полная равномерно распределенная нагрузка на боковину будет:

$$q_n = q_1 + \frac{H_0}{L} = 5{,}45 + \frac{8\,740}{2\,468} = 8{,}96 \text{ кг}.$$

II. Реакции поперечных балок на боковину концевой стены:

$$\frac{R_1}{2} = 731{,}5 \text{ кг};$$

$$\frac{R_3}{2} = 1\,824 \text{ кг};$$

$$\frac{R_4}{2} = 1745{,}5 \text{ кг};$$

$$\frac{Q_2 + R_0}{2} = 500{,}5 \text{ кг}.$$

Напряжение в боковой стене

Сечение I—над шкворневой балкой.

Изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M_в' = \frac{Q_2 + R_0}{2} K + \frac{R_1}{2} l_2 + \frac{q_n K^2}{2} =$$

$$= 500{,}5 \cdot 369 + 731{,}5 \cdot 280 + \frac{8{,}96 \cdot 369^2}{2} = 999\,5{,}5 \text{ кг/см}.$$

Напряжения от действия изгибающего момента в верхних волокнах (растяжение) (рис. 519)

$$\sigma = \frac{M_в'}{W_в'} = \frac{999\,505}{5\,812} = 172 \text{ кг/см}^2.$$

Нижние волокна

$$\sigma = \frac{M_в'}{W_н} = \frac{999\,505}{6\,233} = 160 \text{ кг/см}^2.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Сечение боковой стенки по боковой двери

Верхний пояс

Элементы	F	y	Fy	c	c^2	Fc^2	J_{x1}
I . . .	9,43	13,21	124,570	3,93	15,445	145,646	51,9
II . . .	5,69	2,59	14,737	6,71	45,02	256,163	20,06
III . . .	7,6	9,5	72,20	0,2	0,04	0,304	228,6
	22,72	216,507				402,113	300,56

$$y = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F} = \frac{211,507}{22,72} = 9,3$$

$$y_1 = \Sigma J_{x_1} + \Sigma F c_2 = 300,56 + 402,113 = 702,673 \ см^4.$$

Нижний пояс

Элементы	F	y	Fy	d	d^2	Fd^2	J_0
I	7	8,75	51,25	1,08	1,16	8,12	178,676
II	5,69	15,43	87,8	7,76	60,22	342,5	42,6
III	15,59	4,37	68,15	3,3	10,89	169,77	331
	28,28		217,18			52,54	553,25

$$C = \frac{217,18}{28,28} = 7,67 \qquad y = 1074 \ см^4.$$

Подсчет полного сечения по дверному месту

Элементы	F	y	Fy	d	d^2	Fd^2	J_0
Нижний пояс	28,28	7,67	216,34	105,53	11136,6	314,943	702,613
Верхний пояс	22,72	244,6	5557,5	131,4	17,266	392,283	1074
	51	5773,64			—	—	

$$C = \frac{5773,64}{51} = 113,2 \quad J = 709\,003 \ см^4.$$

$$W_{верх} = \frac{709\,003}{131,4} = 5\,812 \ см^3. \qquad W_{нижн.} = \frac{709\,003}{113,2} = 6\,233 \ см^3.$$

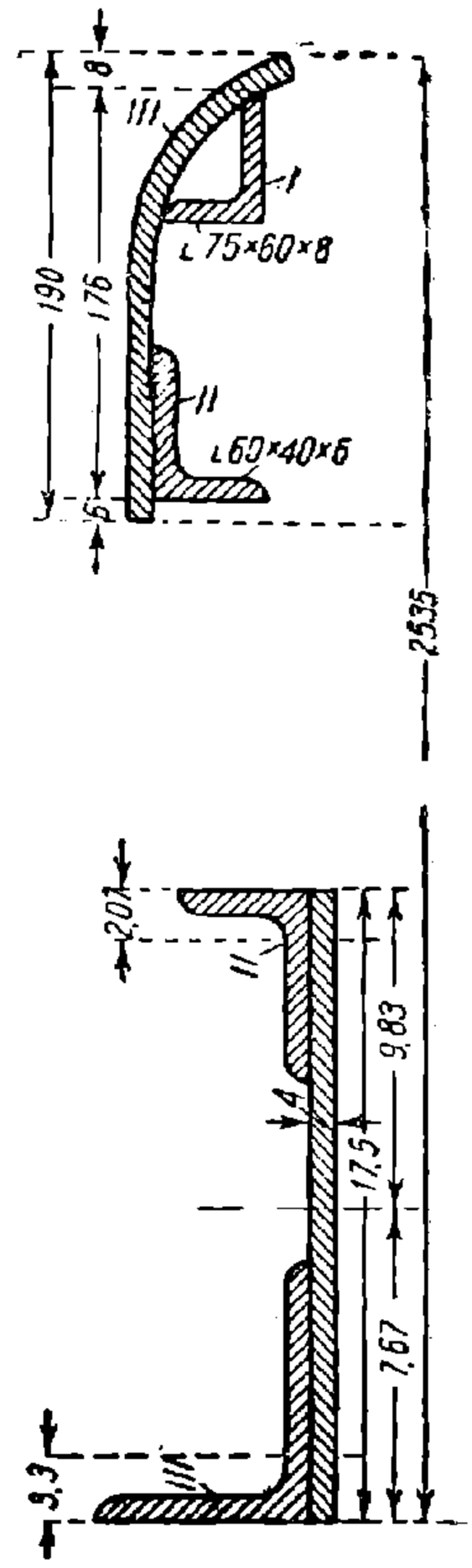


Рис. 519.

Но в виду имеющегося дверного отверстия в данном сечении возникает дополнительный изгибающий момент от действия срезывающей силы, которая выразится следующей формулой:

$$M_{ср} = \frac{a(r_2 - r_1)}{2J} [R_0 + Q_2 + R_1 + q_n(2K - a)] \left\{ F_e d + \frac{1}{2}[C(r_2 - r_1) - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{3}(r_2^2 + r_2 r_1 - 2r_1^2) \right] \} = 35\,785 \ кг/см.$$

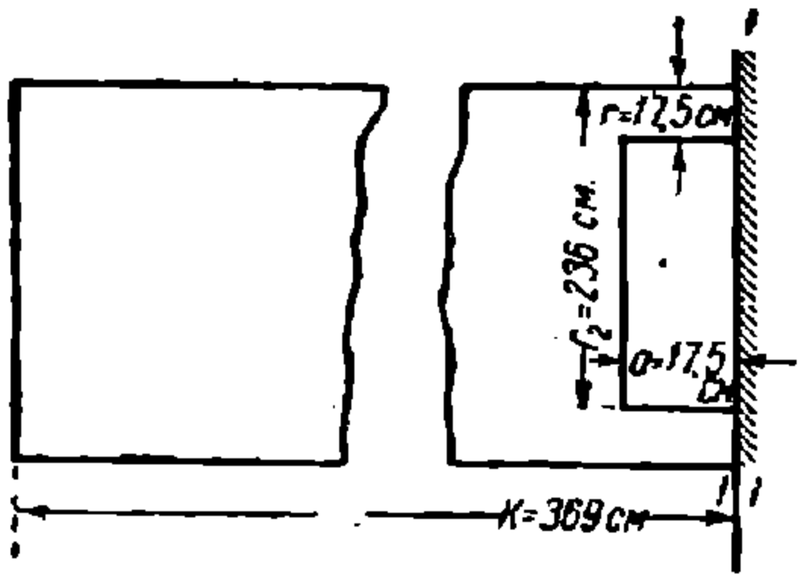


Рис. 520.

Величины отдельных значений в ф-ле следующие (рис. 52):

a — 17,5 *см*,
r^2 — 236 *см*,
r_1 — 17,5 *см*,
J — 1 199 237 $см^4$,
R_0 — 101 *кг*,
Q_2 — 900 *кг* нагрузка, приходящаяся на концевую стену,
R_1 — 1 463 *кг*,
q_n — 8,96 *кг*,
K — 369 *см*,
F_e — 22,7 *см* площадь сечения верхнего пояса,
d — 120,47 *см* расстояние от центра тяжести верхнего пояса сечения до нейтральной оси,

НБ УДУТ (ДИТ)

Цена 4 руб.

Переплет 65 коп.



Издания
Транжелдориздата
продаются в магазинах
Книгообъединения
ОГИЗа
Единичные экземпляры
высылает наложенным
платежом
„Книга — почтой"
Москва, 64

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

Сканувала Брюховецька О. О.