ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
(ОСЖД)

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ И КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ

Приложение 3
к Соглашению
о международном железнодорожном
грузовом сообщении
(СМГС)

По состоянию на
1 июля 2019 года

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ И КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ

Приложение 3
к Соглашению
о международном железнодорожном
грузовом сообщении
(СМГС)

Технические условия размещения и крепления грузов

Общие положения

1. Технические условия размещения и крепления грузов (далее – ТУ) предусматривают способы размещения и крепления грузов в вагонах колеи 1520 мм и устанавливают порядок разработки способов размещения и крепления, которые не предусмотрены в ТУ.

2. Для грузов, способы размещения и крепления которых на открытом подвижном составе не предусмотрены настоящими ТУ, применяются местные технические условия (далее – МТУ) или схемы размещения и крепления грузов (далее – НТУ), разработанные в соответствии с требованиями главы 1 настоящих ТУ.

Если для перевозки груза применяются многооборотные средства крепления, то в составе МТУ или НТУ размещения и крепления такого груза разрабатывается схема размещения и крепления многооборотного средства крепления при возврате в порожнем состоянии. При отправлении многооборотного средства крепления после выгрузки используются указанные МТУ или НТУ без дополнительного согласования или разрабатываются иные МТУ или НТУ в соответствии с положениями настоящей главы.

3. При предъявлении к перевозке грузов, способ размещения и крепления которых предусмотрен настоящими ТУ, может разрабатываться эскиз с указанием в нем параметров груза, подтверждающий, что способ размещения и крепления груза соответствует настоящим ТУ, если это предусмотрено национальным законодательством.

Данное положение не распространяется на способы размещения и крепления груза в соответствии с главой 5 настоящих ТУ.

4. Размещение и крепление грузов (за исключением домашних вещей) производится под руководством лица, которое проходит проверку знаний настоящих ТУ в соответствии с национальным законодательством в месте погрузки.

5. Настоящие ТУ распространяются на перевозки грузов в составе грузовых поездов со скоростью движения до 100 км/ч включительно.

6. При погрузке, выгрузке и перевозке грузов в вагонах колеи 1520 мм должны выполняться требования по обеспечению сохранности вагонов, изложенные в Межгосударственном стандарте ГОСТ 22235 «Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ».

7. Требования к материалам, применяемым в качестве средств крепления, приведены в соответствии со стандартами РФ (ГОСТ), на которые даны ссылки в тексте настоящих ТУ. Допускается применять для средств крепления материалы, изготовленные по иным нормативно-техническим документам, при условии, что их характеристики соответствуют требованиям указанных стандартов.

8. Физические величины в настоящих ТУ приведены в системе единиц МКГСС. Для представления значений величин в единицах системы СИ следует пользоваться следующими соотношениями: 1 кгс – 9,8 Н; 1 тс – $9{,}8 \times 10^{3}$ Н; 1 тс/т – $9{,}8 \times 10^{3}$ Н/т; 1 кгс/м^2 – 9,8 Па; 1 кгс/см^2 – $9{,}8 \times 10^{4}$ Па; 1 тс/м^2 – $9{,}8 \times 10^{3}$ Па.

ГЛАВА 1
ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ И КРЕПЛЕНИЮ ГРУЗОВ НА ОТКРЫТОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

1. Вводные положения

Способы размещения и крепления грузов, приведенные в соответствующих главах настоящих ТУ, распространяются на грузы, размещаемые в пределах основного габарита погрузки, если иное не предусмотрено конкретными способами.

При наличии в последующих главах настоящих ТУ отступлений в отношении отдельных грузов от требований настоящей главы применяются положения соответствующих глав.

Размещение и крепление грузов, которые по своей массе или габаритным размерам не могут быть погружены в соответствии с требованиями настоящей главы, должны производиться в соответствии с условиями, согласованными между перевозчиками, участвующими в перевозке.

2. Применение габаритов погрузки железных дорог колеи 1520 мм: АЗ, БЧ, ГР, КЗХ, КРГ, ЛДЗ, ЛГ, ЧФМ, УБЖД, РЖД, ТДЖ, ТРК, УТИ, УЗ, ЭВР, а также ЖСР (участок Матевце граница – Ганиска при Кошицах), ПКП (участок Хрубешув граница – Славкув ЛХС)

2.1. Размещение грузов с учетом их упаковки и крепления осуществляется в пределах габаритов погрузки, области применения которых приведены в таблице 1.

Таблица 1

Вид габарита погрузки	Номер рисунка, таблицы	Распространяется на грузы	Применение
Основной	Рисунок 1, таблица 2	Все грузы	АЗ; БЧ; ГР; КЗХ; КРГ; ЛДЗ; ЛГ; ЧФМ; УБЖД; РЖД; ТДЖ; ТРК; УТИ; УЗ; ЭВР, а также ЖСР (участок Матевце граница – Ганиска при Кошицах), ПКП (участок Хрубешув граница – Славкув ЛХС)
Льготный	Рисунок 2, таблица 3	Грузы, размещаемые в пределах длины кузова платформы или полувагона, погруженные в соответствии с настоящими ТУ, МТУ и НТУ	АЗ; БЧ; ГР; КЗХ; КРГ; ЛДЗ; ЛГ; ЧФМ; ТДЖ; ТРК; УТИ; УЗ; ЭВР; РЖД, за исключением участков Дальневосточной ж.д.: – Хабаровск-1 – Амур; – Кимкан – Богучан

Зональный	Рисунок 3, таблица 4	Лесные грузы, погруженные в соответствии с настоящими ТУ и МТУ	БЧ; КЗХ; КРГ; ЛДЗ; ЛГ; ТДЖ; ТРК; УТИ; ЧФМ; ЭВР; АЗ, за исключением участка Горадиз – Джульфа – Шарур; РЖД, за исключением участков: – Белореченская – Туапсе – Веселое, Крымская – Новороссийск Северо - Кавказской ж.д.; – Чум – Лабытнанги Северной ж.д.; – Тигей – Ачинск Красноярской ж.д.; УЗ, за исключением: – участков Хоростков – Копычинцы и Тлусте – Торске Львовской ж.д.; – участка Днепропетровск-Южный – Встречный Приднепровской ж.д.

2.2. Очертания габаритов погрузки приведены на рисунках 1, 2, 3, 4. Значения расстояния **В** от вертикальной плоскости, проходящей через ось железнодорожного пути, до точек очертания габаритов на высоте **Н** от уровня головок рельсов (далее УГР) приведены в таблицах 2, 3, 4.

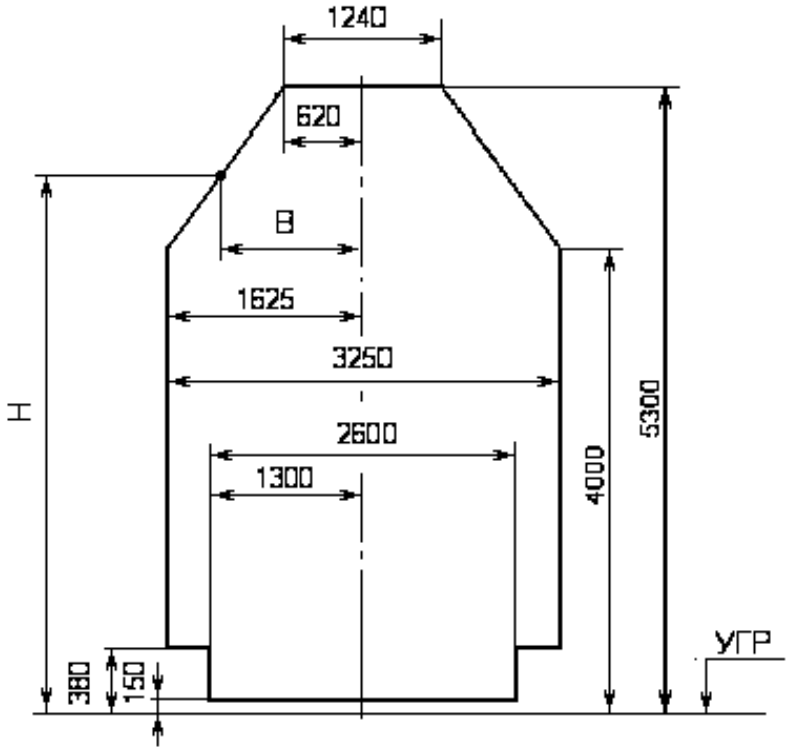


Рисунок 1 – Очертание основного габарита погрузки

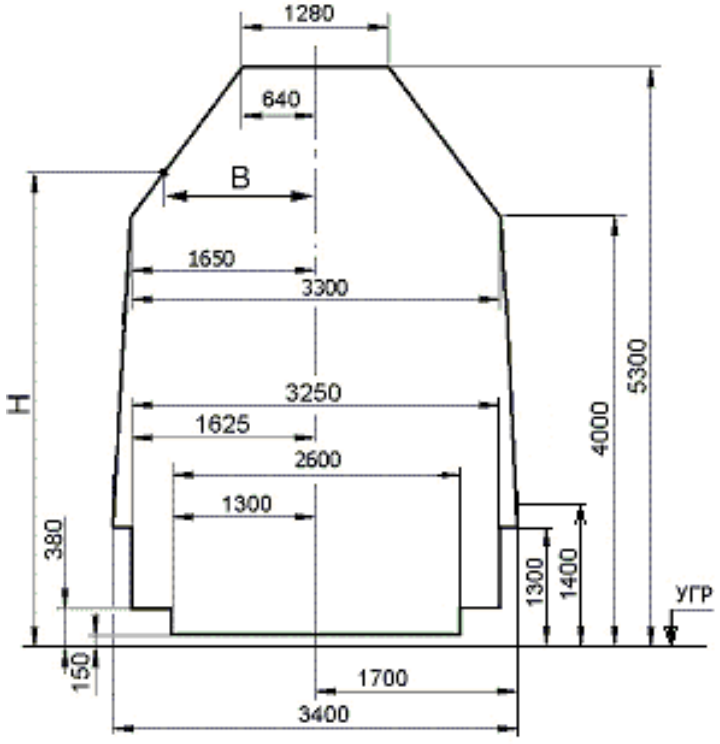


Рисунок 2 – Очертание льготного габарита погрузки

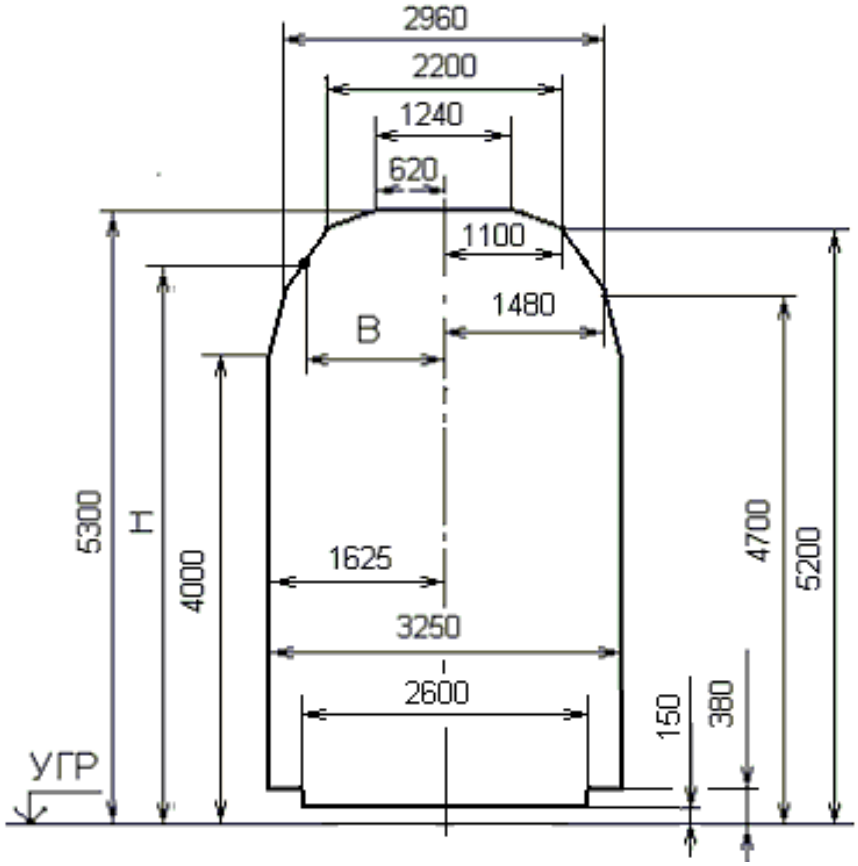


Рисунок 3 – Очертание зонального габарита погрузки

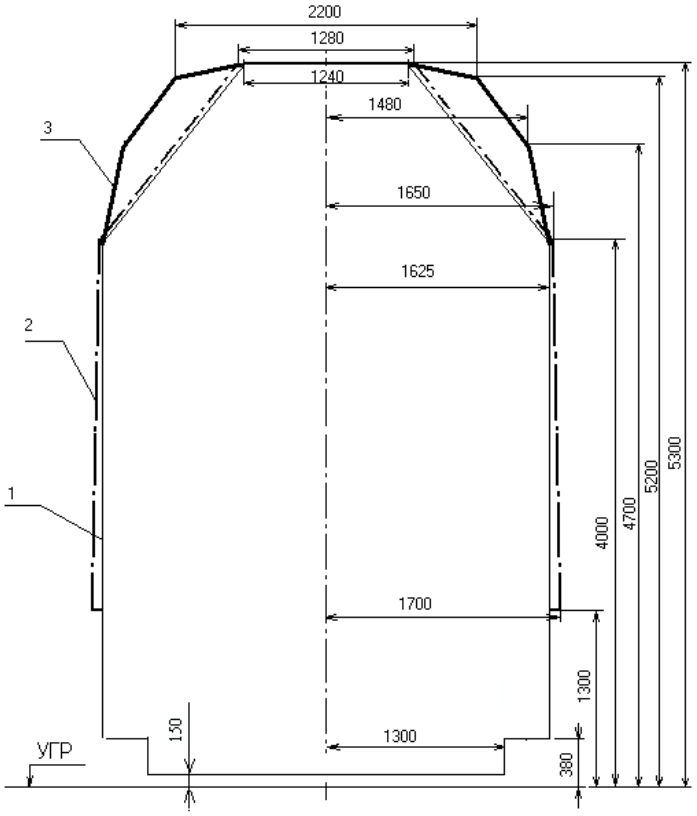


Рисунок 4 – Соотношение очертаний габаритов погрузки
1 – основной габарит погрузки; 2 – льготный габарит погрузки;
3 – зональный габарит погрузки

Таблица 2

Размеры основного габарита погрузки

H, мм	**B, мм**	**H, мм**	**B, мм**	**H, мм**	**B, мм**
380-3999	1625	4430	1292	4870	951
4000	1625	4440	1284	4880	944
4010	1617	4450	1276	4890	937
4020	1609	4460	1268	4900	930
4030	1601	4470	1260	4910	922
4040	1593	4480	1252	4920	915
4050	1585	4490	1245	4930	908
4060	1577	4500	1238	4940	901
4070	1569	4510	1230	4950	893
4080	1561	4520	1222	4960	885
4090	1554	4530	1214	4970	877
4100	1548	4540	1206	4980	869
4110	1540	4550	1198	4990	861
4120	1532	4560	1190	5000	853
4130	1524	4570	1183	5010	845
4140	1516	4580	1176	5020	837
4150	1509	4590	1169	5030	829
4160	1502	4600	1162	5040	821
4170	1495	4610	1154	5050	813
4180	1487	4620	1146	5060	805
4190	1479	4630	1138	5070	797
4200	1471	4640	1130	5080	789
4210	1463	4650	1122	5090	782
4220	1455	4660	1114	5100	775
4230	1447	4670	1106	5110	767
4240	1439	4680	1098	5120	759
4250	1431	4690	1091	5130	751
4260	1423	4700	1084	5140	743
4270	1415	4710	1076	5150	735
4280	1407	4720	1068	5160	727
4290	1400	4730	1060	5170	719
4300	1392	4740	1052	5180	711
4310	1385	4750	1044	5190	704
4320	1378	4760	1036	5200	697
4330	1371	4770	1028	5210	689
4340	1363	4780	1021	5220	681
4350	1355	4790	1014	5230	673
4360	1347	4800	1007	5240	665
4370	1339	4810	999	5250	657
4380	1331	4820	991	5260	649
4390	1323	4830	983	5270	641
4400	1316	4840	975	5280	634
4410	1308	4850	967	5290	627
4420	1300	4860	959	5300	620

Таблица 3

Размеры льготного габарита погрузки

Н, мм	**В, мм**	**Н, мм**	**В, мм**	**Н, мм**	**В, мм**	**Н, мм**	**В, мм**
380-1299	1625	3740	1655	4410	1332	4860	982
1300-1400	1700	3790	1654	4420	1324	4870	975
1452	1699	3844	1653	4430	1316	4880	967
1504	1698	3896	1652	4440	1308	4890	959
1556	1697	3948	1651	4450	1300	4900	951
1608	1696	4000	1650	4460	1293	4910	943
1660	1695	4010	1642	4470	1285	4920	936
1712	1694	4020	1634	4480	1277	4930	928
1764	1693	4030	1627	4490	1270	4940	920
1816	1692	4040	1619	4500	1262	4950	912
1868	1691	4050	1611	4510	1254	4960	905
1920	1690	4060	1603	4520	1246	4970	897
1972	1689	4070	1596	4530	1239	4980	889
2024	1688	4080	1588	4540	1231	4990	882
2076	1687	4090	1580	4550	1223	5000	873
2128	1686	4100	1572	4560	1215	5010	866
2180	1685	4110	1564	4570	1208	5020	858
2232	1684	4120	1557	4580	1200	5030	850
2284	1683	4130	1549	4590	1192	5040	842
2336	1682	4140	1541	4600	1184	5050	835
2388	1681	4150	1533	4610	1176	5060	827
2440	1680	4160	1526	4620	1168	5070	819
2492	1679	4170	1518	4630	1160	5080	811
2544	1678	4180	1510	4640	1153	5090	803
2596	1677	4190	1502	4650	1146	5100	795
2648	1676	4200	1495	4660	1137	5110	787
2700	1675	4210	1487	4670	1129	5120	779
2752	1674	4220	1479	4680	1122	5130	772
2804	1673	4230	1472	4690	1114	5140	764
2856	1672	4240	1464	4700	1106	5150	756
2908	1671	4250	1456	4710	1098	5160	748
2960	1670	4260	1448	4720	1090	5170	741
3012	1669	4270	1441	4730	1083	5180	733
3064	1668	4280	1433	4740	1075	5190	725
3116	1667	4290	1425	4750	1067	5200	717
3168	1666	4300	1417	4760	1060	5210	709
3220	1665	4310	1409	4770	1052	5220	702
3272	1664	4320	1402	4780	1044	5230	694
3324	1663	4330	1394	4790	1036	5240	686
3376	1662	4340	1386	4800	1029	5250	678
3428	1661	4350	1378	4810	1021	5260	671
3480	1660	4360	1371	4820	1013	5270	663
3532	1659	4370	1363	4830	1006	5280	655
3584	1658	4380	1355	4840	998	5290	647
3636	1657	4390	1348	4850	990	5300	640
3688	1656	4400	1339				

Таблица 4

Размеры зонального габарита погрузки

Н, мм	**В, мм**	**Н, мм**	**В, мм**	**Н, мм**	**В, мм**
380-4000	1625	4440	1534	4880	1343
4010	1623	4450	1532	4890	1336
4020	1621	4460	1530	4900	1328
4030	1619	4470	1528	4910	1320
4040	1617	4480	1526	4920	1313
4050	1615	4490	1524	4930	1305
4060	1613	4500	1521	4940	1298
4070	1611	4510	1519	4950	1290
4080	1608	4520	1517	4960	1282
4090	1606	4530	1515	4970	1275
4100	1604	4540	1513	4980	1267
4110	1602	4550	1511	4990	1260
4120	1600	4560	1509	5000	1252
4130	1598	4570	1507	5010	1244
4140	1596	4580	1505	5020	1237
4150	1594	4590	1503	5030	1229
4160	1592	4600	1501	5040	1222
4170	1590	4610	1499	5050	1214
4180	1588	4620	1497	5060	1206
4190	1586	4630	1495	5070	1199
4200	1584	4640	1492	5080	1191
4210	1582	4650	1490	5090	1184
4220	1579	4660	1488	5100	1176
4230	1577	4670	1486	5110	1168
4240	1575	4680	1484	5120	1161
4250	1573	4690	1482	5130	1153
4260	1571	4700	1480	5140	1146
4270	1569	4710	1472	5150	1138
4280	1567	4720	1465	5160	1130
4290	1565	4730	1457	5170	1123
4300	1563	4740	1450	5180	1115
4310	1561	4750	1442	5190	1108
4320	1559	4760	1434	5200	1100
4330	1557	4770	1427	5210	1052
4340	1555	4780	1419	5220	1004
4350	1553	4790	1412	5230	956
4360	1550	4800	1404	5240	908
4370	1548	4810	1396	5250	860
4380	1546	4820	1389	5260	812
4390	1544	4830	1381	5270	764
4400	1542	4840	1374	5280	716
4410	1540	4850	1366	5290	668
4420	1538	4860	1358	5300	620
4430	1536	4870	1350		

2.3. Груз, погруженный на одиночный вагон или на сцеп из двух вагонов, является габаритным, если он ни одной своей частью, включая упаковку и крепление, не выходит за пределы основного габарита погрузки, и расстояние от поперечной плоскости симметрии вагона (либо сцепа) до концов груза, включая упаковку и крепление, не превышает значений, указанных в таблице 5. Проверка габаритности груза должна производиться при условии нахождения вагона на прямом горизонтальном участке пути и совмещения продольной вертикальной плоскости симметрии вагона с осью железнодорожного пути. Для грузов, длина или размещение которых не соответствует вышеперечисленным условиям, допускаемая ширина по условию вписывания в основной габарит погрузки при прохождении кривых определяется в соответствии с пунктом 12.4 настоящей главы.

Таблица 5

Наибольшие расстояния от середины вагона (сцепа) до концов груза

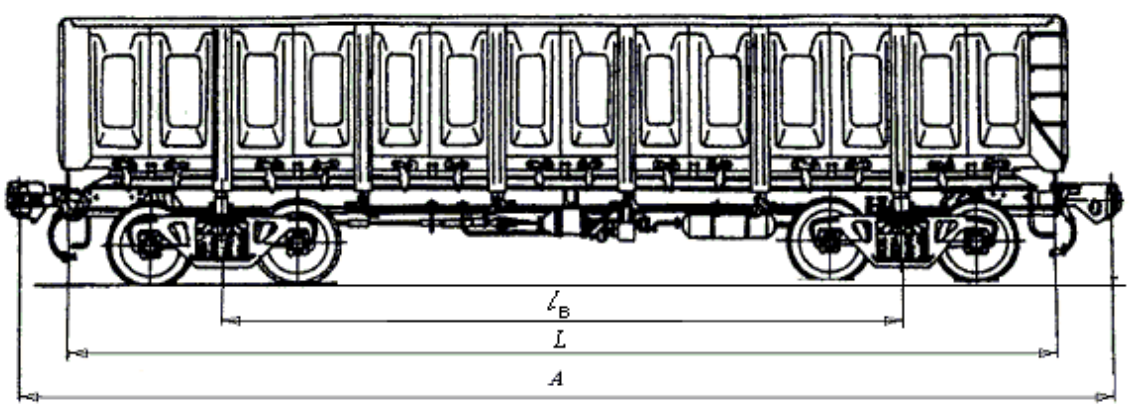
Тип вагона или сцепа	**База*, мм**		**Наибольшее расстояние от середины вагона или сцепа до конца груза, мм**
	вагона	**сцепа**	
Платформа	9720 14720 14400	— — —	8800 11080 10940
Сцеп из 2-х платформ	9720	14620	11030
Полувагон	8650 (8670)	—	8225

*База вагона (или сцепа):
у четырехосных вагонов – расстояние между вертикальными осями шкворней тележек;
у сцепов вагонов при размещении груза с опиранием на два вагона – расстояние между серединами опор.

3. Подвижной состав для перевозки грузов

Технические характеристики основных моделей 4-осного открытого подвижного состава приведены в таблицах 6, 7, 8.

Полувагоны



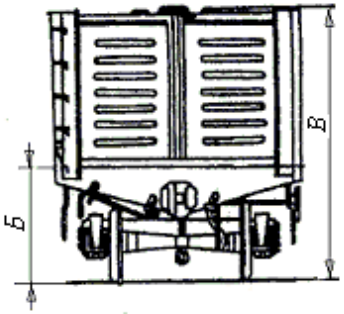


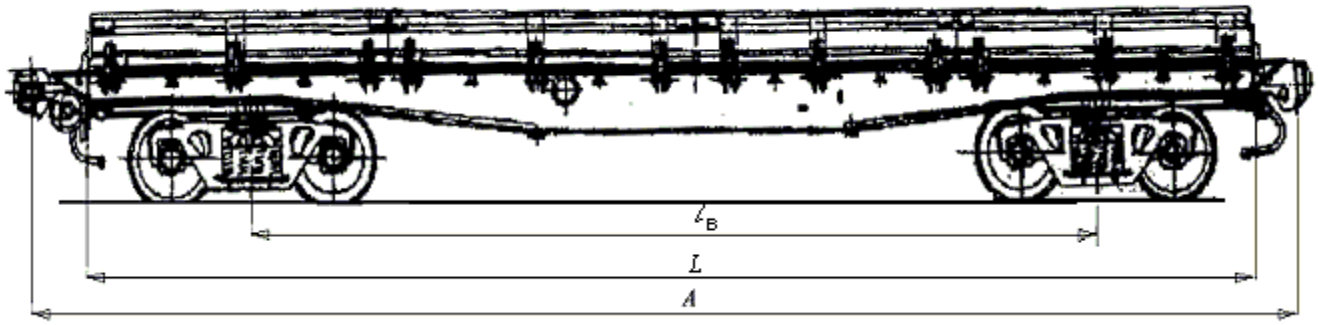
Таблица 6

Технические характеристики основных моделей универсальных полувагонов

Технические характеристики	Модель												
	12-1000	**12-532**	**12-726**	**12-119**	**12-1505**	**12-1592**	**12-757**	**12-127**	**12-753**	**12-295**	**12-132**	**12-141**	**12-П153***
Грузоподъемность, т	69	69	69	69	69	71	69	70	69	71	70	71	63
Масса тары вагона, т	22	22,2	22	22,5	21,1	21,28	25	23,9	22,5	23,0	24,0	23,0	23,2
Статическая нагрузка от оси вагона на рельсы, тс	22,0	22,8	22,75	23,25	22,5	23,05	23,5	23,5	23,25	23,5	23,5	23,5	22,0
База вагона, $l_в$, мм	8650	8650	8650	8650	8650	8650	8670	8650	8650	8650	8650	8650	8650
Длина, мм: по осям сцепления автосцепок, А по концевым балкам рамы, L	 13920 12700	 13920 12700	 13920 12700	 13920 12732	 13920 12700	 13920 12700	 13920 12800	 14520 13440	 13920 12802	 13920 12700	 13920 12780	 13920 12780	 14410 13190
Высота от УГР макс., В, мм	3484	3484	3484	3495	3482	3492	3746	3495	3484	3295	3800	3495	3483
Объем кузова, $м^3$	73	73	73	76	76	83	85	76	74	75,2	88	77	64
Высота уровня пола от УГР, Б, мм	1414	1416	1416	1415	1414	1232	1423	1415	1416	1032	1415	1415	1416
Внутренние размеры кузова, мм: ширина длина высота	 2878 12118 2060	 2878 12118 2060	 2878 12088 2060	 2878 12700 2060	 2878 12700 2060	 2878 12700 2240	 2964 12228 2315	 2878 12700 2060	 2878 12324 2060	 2890 12690 2050	 2911 12750 2365	 2878 12700 2060	 2850 12050 1880
Ширина дверного проема при открытых дверях, мм	2530	2530	2482	—	—	—	2766	—	2530	—	—	-	2610
Площадь пола, $м^2$	35,4	35,5	35,4	36,55	36,55	36,55	36,63	36,55	36,15	36,67	37,125	36,55	35,4
Количество люков	14	14	14	14	-	-	14	14	14	-	14	14	14

* с тормозной площадкой

Платформы



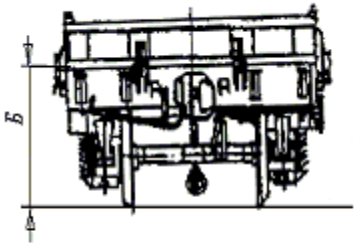
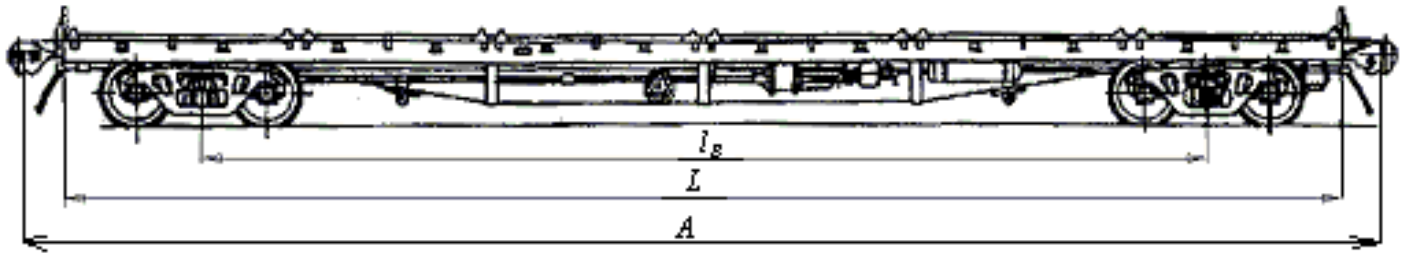


Таблица 7

Технические характеристики основных моделей универсальных платформ

Технические характеристики	Модель					
	13-401	**13-4012**	**13-4019**	**13-Н451**	**13-491**	**13-926**
Грузоподъемность, т	70	71	70	63	66,5	73
Масса тары вагона, т	20,92	21,4	21,9	21,3	26,25	27,0
Статическая нагрузка от оси вагона на рельсы, тс	22,73	23,25	22,97	21,1	23,25	25,0
База вагона, $l_в$, мм	9720	9720	9720	9720	14400	14400
Длина, мм: по осям сцепления автосцепок, А по концевым балкам рамы, L	 14620 13400	 14620 13400	 14620 13400	 14620 13400	 19620 18400	 19620 18400
Высота уровня пола от УГР, Б, мм	1310	1310	1320	1310	1310	1304
Размеры кузова внутри, мм: длина ширина	 13300 2770	 13300 2770	 13300 2770	 13300 2770	 18300 2760	 18300 2830
Размер пола с открытыми бортами, мм: длина ширина	 13400 2870	 13400 2870	 13400 2870	 13400 2870	 18400 2860	 18400 2930
Площадь пола, $м^2$	36,8	36,8	36,8	36,8	52,5	54
Количество боковых бортов, шт.	8	8	8	8	12	12
Количество боковых стоечных скоб, шт.	16	16	16	16	24	24

4-осные платформы для крупнотоннажных контейнеров



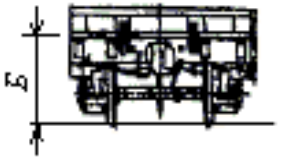


Таблица 8

Технические характеристики основных моделей платформ для крупнотоннажных контейнеров

Технические характеристики	**Модель**					
	13-470 без бортов	**13-9004*** с торц.борт	**13-9007*** с торц.борт	**13-935*** с торц.борт	**13-935А** без бортов	**13-4085*** с бортами
Грузоподъемность, т	60	65	68	73	71	72
Масса тары вагона, т	22	26	25,2	27	23	22
Статическая нагрузка от оси вагона на рельсы, тс	20,5	22,75	23,3	25	23,5	23,5
База вагона, $l_в$, мм	14720	14720	13900	14400	14400	9720
Длина, мм: по осям сцепления автосцепок, А по концевым балкам рамы, L	 19620 18400	 19620 18400	 19620 18400	 19620 18400	 19620 18400	 14620 13400
Высота уровня пола от УГР, Б, мм	1275	1322	1395	1304	1304	1310
Размер пола, мм: длина ширина	 18400 2500	 18300 2870	 18300 2870	 18300 2870	 18400 2930	 13380 2870
Количество упоров, шт.: опрокидывающихся стационарных	 20 4	 24 –	 20 –	 24 –-	 24 –	 12 –
Количество боковых скоб, шт.	–	10	14	24	–	16

* платформа для крупнотоннажных контейнеров и колесной техники

4. Размещение грузов в вагонах

4.1. Суммарная масса груза и средств крепления в вагоне не должна превышать грузоподъемность, указанную на вагоне, а при погрузке груза с опиранием на два вагона доля массы груза и средств крепления, приходящаяся на каждый грузонесущий вагон сцепа, не должна превышать грузоподъемность, указанную на каждом вагоне. При этом статическая нагрузка от колесной пары вагона на рельсы не должна превышать допускаемых величин, приведенных в Приложении 5 к СМГС.

4.2. Выход груза в продольном направлении за пределы концевых балок рамы платформы или полувагона не должен превышать 400 мм.

4.3. Общий центр тяжести грузов (**$ЦТ_{гр}^{o}$**) должен располагаться, как правило, на линии пересечения продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона. В случаях, когда данное требование невыполнимо по объективным причинам (геометрические параметры груза, условия размещения и крепления), допускается смещение **$ЦТ_{гр}^{o}$** относительно продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона. Допускаемая величина смещения **$ЦТ_{гр}^{o}$** в продольном направлении **$l_{см}$** (относительно поперечной плоскости симметрии) при погрузке груза и при проверках в пути следования определяется в соответствии с таблицей 9 в зависимости от общей массы груза в вагоне.

Таблица 9

Допускаемое продольное смещение общего центра тяжести груза в 4-осном вагоне

Масса груза, т	$l_{см}$, мм		Масса груза, т	$l_{см}$, мм	
	при погрузке	в пути следования		при погрузке	в пути следования
≤ 10	2700	3000	50	750	865
15	2250	2480	55	680	785
20	1950	2160	60	600	720
25	1550	1730	62	550	630
30	1250	1440	67	200	260
35	1100	1235	70	0	60
40	950	1080	>70	0	0
45	850	960			

Примечание.

1. В случае жесткого крепления груза на вагоне допускается при погрузке использовать значения $l_{см}$, указанные в графе «в пути следования».

2. Для промежуточных значений массы груза допускаемые смещения $l_{см}$ определяются линейной интерполяцией.

В соответствии с Межгосударственным стандартом ГОСТ 22235 в случае необходимости несимметричного расположения груза в вагоне разница в загрузке тележек не должна превышать для 4-осных вагонов – 10 т; 6-осных – 15 т; 8-осных – 20 т. При этом нагрузка, приходящаяся на каждую из тележек, должна быть не более половины грузоподъемности вагона.

4.4. Допускаемая величина смещения **$ЦТ_{гр}^{o}$** в поперечном направлении **$b_{см}$** (относительно продольной плоскости симметрии) при погрузке груза и при проверках в пути следования определяется в соответствии с таблицей 10 в зависимости от общей массы груза в вагоне и высоты общего центра тяжести вагона с грузом (**$Н_{цт}^{o}$**) над уровнем головок рельсов.

Таблица 10

Допускаемое поперечное смещение общего центра тяжести груза в 4-осном вагоне

Масса груза, т	Высота общего центра тяжести вагона с грузом над УГР, м	$b_{см}$, мм		Масса груза, т	Высота общего центра тяжести вагона с грузом над УГР, м	$b_{см}$, мм	
		при погрузке	в пути следования			при погрузке	в пути следования
≤10	≤ 1,2 1,5 2,0	450 380 290	620 550 410	55	≤ 1,5 2,0 2,3	150 120 100	220 170 150
30	≤ 1,2 1,5 2,0 2,3	380 310 250 200	550 450 350 280	67	≤ 1,5 2,0 2,3	125 95 80	180 140 120
50	≤1,2 1,5 2,0 2,3	250 200 180 140	350 280 250 200	>67	≤ 2,3	70	100

Примечание.

1. В случае жесткого крепления груза на вагоне допускается при погрузке использовать значения $b_{см}$, указанные в графе «в пути следования».
2. Для промежуточных значений массы груза и высоты $Н_{цт}^{о}$ допускаемые смещения $b_{см}$ определяются линейной интерполяцией.

Допускается одновременное смещение $\mathbf{ЦТ_{гр}^{о}}$ относительно продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона в пределах значений, указанных в таблицах 9 и 10.

4.5. Пример применения метода интерполяции.

Определить допускаемые значения продольного и поперечного смещений общего центра тяжести при погрузке груза массой $\mathbf{Q_{гр}}$ = 33 т при высоте общего центра тяжести вагона с грузом над УГР, равной 1,4 м.

Определение допускаемого значения продольного смещения.

$$\mathbf{l_{см\text{-}33} = l_{см\text{-}30} - \frac{l_{см\text{-}30} - l_{см\text{-}35}}{35 - 30} \times (33 - 30) = 1250 - \frac{1250 - 1100}{5} \times 3 = 1250 - 90 = 1160\ мм}$$

Определение допускаемого значения поперечного смещения.

Определяем значение поперечного смещения при $\mathbf{Н_{цт}^{о}}$ = 1,2 м.

$$\mathbf{b_{см\text{-}33/1,2} = b_{см\text{-}30/1,2} - \frac{b_{см\text{-}30/1,2} - b_{см\text{-}50/1,2}}{50 - 30} \times (33 - 30) = 380 - \frac{380 - 250}{50 - 30} \times (33 - 30) = 360,5\ мм}$$

Определяем значение поперечного смещения при $\mathbf{Н_{цт}^{о}}$ = 1,5 м.

$$\mathbf{b_{см\text{-}33/1,5} = b_{см\text{-}30/1,5} - \frac{b_{см\text{-}30/1,5} - b_{см\text{-}50/1,5}}{50 - 30} \times (33 - 30) = 310 - \frac{310 - 200}{50 - 30} \times (33 - 30) = 293,5\ мм}$$

Определяем значение поперечного смещения при $H_{цт}^{o}$ = 1,4 м.

$$b_{см\text{-}33/1,4} = b_{см\text{-}33/1,2} - \frac{b_{см\text{-}33/1,2} - b_{см\text{-}33/1,5}}{1,5 - 1,2} \times (1,4 - 1,2) = 360,5 - \frac{360,5 - 293,5}{0,3} \times 0,2 = 316 \text{ мм}$$

4.6. Положение общего центра тяжести грузов ($ЦТ_{гр}^{o}$) в продольном и поперечном направлениях (рисунок 5) определяется по формулам:

– в продольном направлении:

$$l_{см} = L/2 - \frac{Q_{гр1} l_1 + Q_{гр2} l_2 + ... + Q_{грn} l_n}{Q_{гр}^{0}} \text{ (мм)}, \qquad (1)$$

где $Q_{гр}^{o} = Q_{гр1} + Q_{гр2} + ... + Q_{грn}$ – общая масса груза в вагоне, т;

$Q_{гр1}, Q_{гр2}, ..., Q_{грn}$ – масса единицы груза, т;

$l_1, l_2, ..., l_n$ – расстояния центров тяжести единиц груза от торцевого борта кузова вагона, мм;

L – длина кузова вагона, мм;

– в поперечном направлении:

$$b_{см} = B/2 - \frac{Q_{гр1} b_1 + Q_{гр2} b_2 + ... + Q_{грn} b_n}{Q_{гр}^{0}} \text{ (мм)}, \qquad (2)$$

где $b_1, b_2, ..., b_n$ – расстояния центров тяжести единиц груза от бокового борта кузова вагона, мм;

B – ширина кузова вагона, мм.

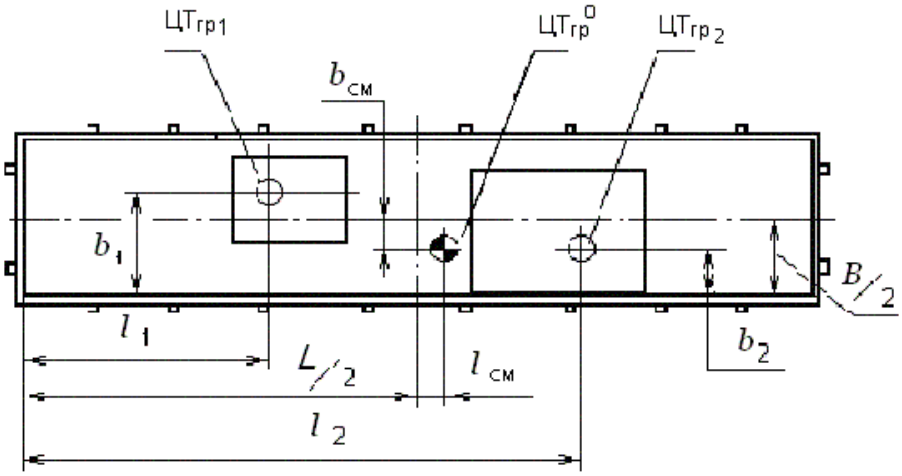


Рисунок 5 – Расчетная схема определения продольного и поперечного смещений общего центра тяжести грузов в вагоне

4.7. С целью соблюдения требований о положении общего центра тяжести грузов допускается балластировка вагона. Расчет потребной массы и расположения балластирующего груза выполняется на основе формул (1) и (2).

4.8. Допускается перевозка двух грузов (или групп грузов) одинаковой массы с кососимметричным размещением их в вагоне (рисунок 6) при соблюдении следующих условий:

– высота общего центра тяжести вагона с грузом ($Н_{цт}^{о}$) над УГР не превышает 2300 мм;

– расстояния между центрами тяжести грузов $ЦТ_{гр1}$ и $ЦТ_{гр2}$ в продольном и поперечном направлениях не превышают допускаемых величин, которые определяются в соответствии с таблицей 11 в зависимости от общей массы грузов;

– **$ЦТ_{гр}^{о}$** находится на пересечении продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона.

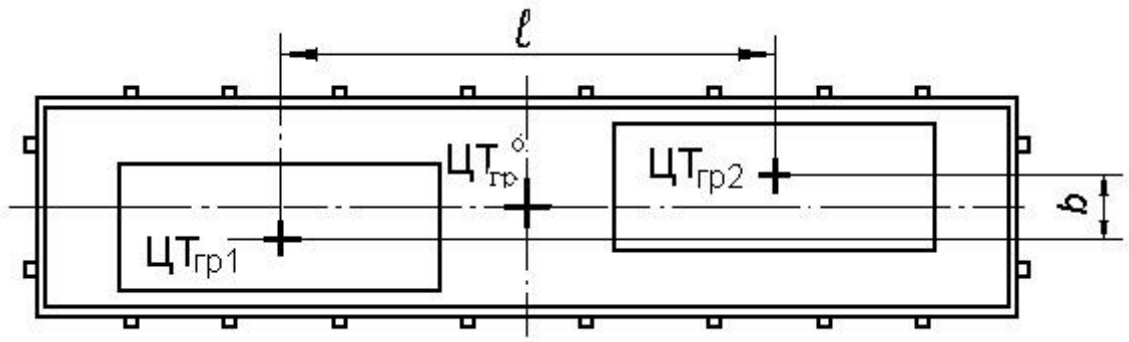


Рисунок 6 – Кососимметричное размещение грузов в вагоне
$ЦТ_{гр1}$, $ЦТ_{гр2}$ – центры тяжести грузов; **$ЦТ_{гр}^{о}$** – общий центр тяжести груза в вагоне

Таблица 11

Максимальные допускаемые расстояния между центрами тяжести грузов с кососимметричным размещением их в вагоне

Общая масса двух грузов, т	**1, мм**	**b, мм**
≤20	8000	1250
30	7000	900
40	6000	750
50	6000	600
55	6000	500
67	5000	400
72	4500	350

Примечание: для промежуточных значений общей массы груза максимальные допускаемые расстояния определяют линейной интерполяцией.

4.9. При размещении на платформе груза на двух подкладках, уложенных поперек ее рамы симметрично относительно поперечной плоскости симметрии платформы, расположение подкладок определяется в зависимости от нагрузки на подкладку и ширины **$B_н$** распределения нагрузки на раму платформы.

Ширина **$B_н$** распределения нагрузки на раму платформы:

$$B_н = b_{гр} + 1{,}35\ h_о \text{ (мм)}, \qquad (3)$$

где **$b_{гр}$** – ширина опоры груза в месте опирания, мм; **$h_о$** – высота подкладки, мм.

Если подкладки расположены в пределах базы платформы (рисунок 7), минимальное допускаемое расстояние **а** между продольной осью подкладки и поперечной плоскостью симметрии платформы определяется в соответствии с таблицей 12.

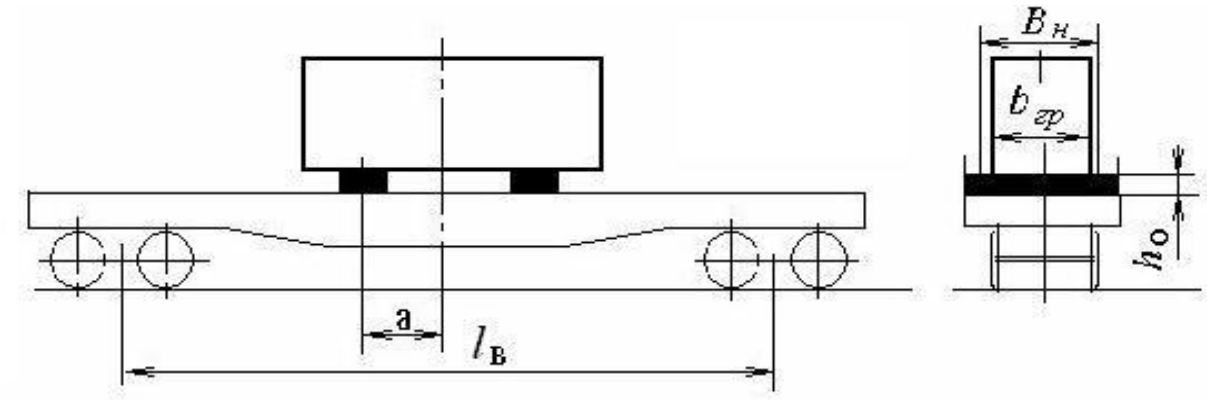


Рисунок 7 – Размещение груза на двух подкладках, расположенных в пределах базы платформы

Таблица 12

Расположение подкладок, находящихся в пределах базы платформы

Нагрузка на одну подкладку, тс	**Минимальное допускаемое расстояние а (мм) при ширине $B_н$(мм) распределения нагрузки**		
	880	**1780**	**2700**
≤ 20	550	325	0
22	950	750	500
25	1200	1100	900
27	1425	1350	1200
30	1675	1600	1450
33	2075	1885	1850
36	3100	2900	2400

Примечание: для промежуточных значений нагрузки на одну подкладку минимальные допускаемые расстояния определяют линейной интерполяцией.

Если подкладки расположены за пределами базы платформы (рисунок 8), максимальное допускаемое расстояние **а** между продольной осью подкладки и поперечной плоскостью симметрии платформы определяется в соответствии с таблицей 13.

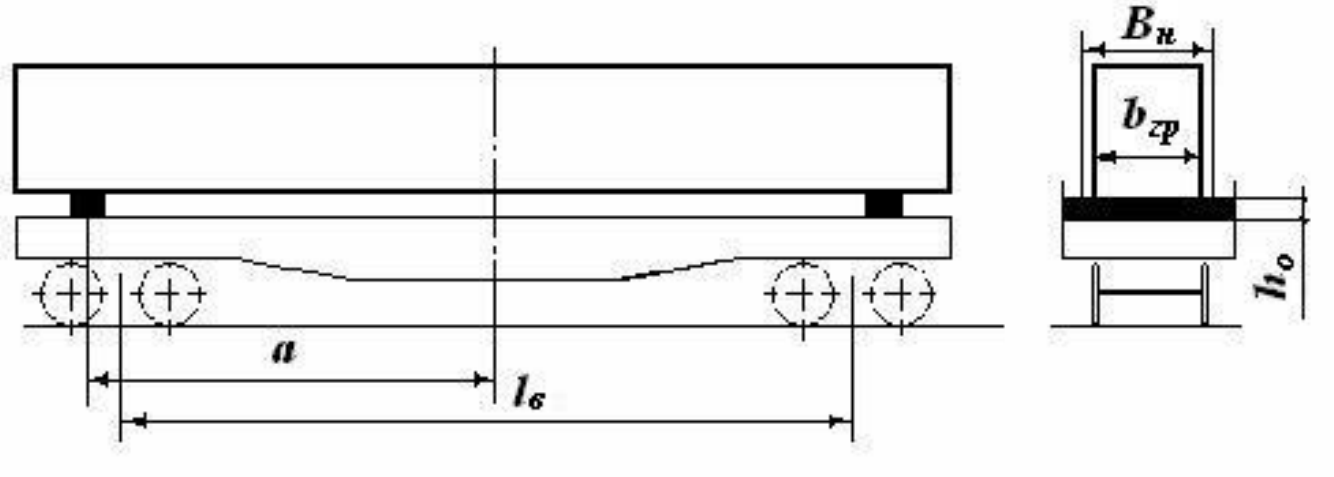


Рисунок 8 – Размещение груза на двух подкладках, расположенных за пределами базы платформы

Таблица 13

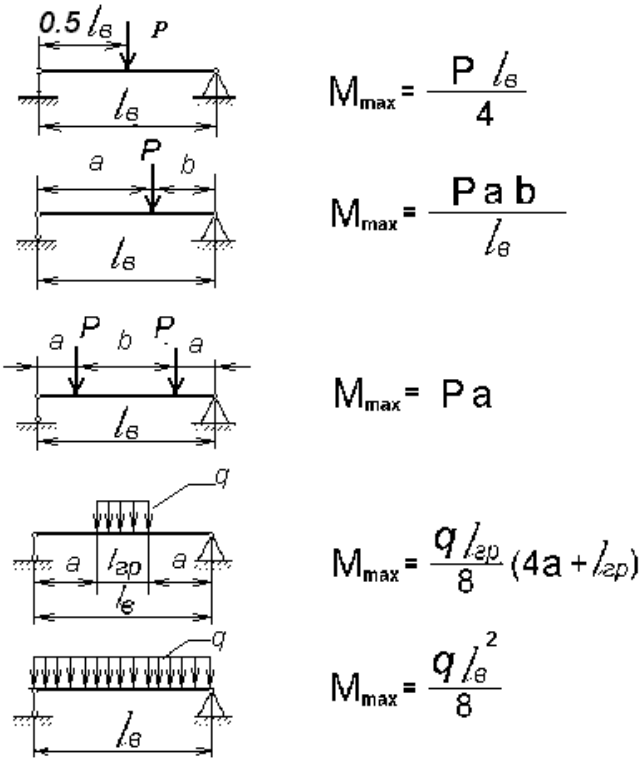
Расположение подкладок, находящихся за пределами базы платформы

Нагрузка на одну подкладку, тс	**Максимальное допускаемое расстояние a (мм) при ширине $B_н$ (мм) распределения нагрузки**		
	880	1780	2700
≤ 12,5	6250	6350	6400
15,0	6000	6050	6150
20,0	5600	5650	5750
25,0	5400	5450	5550
30,0	5370	5420	5520
33,0	5350	5400	5500
36,0	5330	5380	5500

Примечание. Для промежуточных значений нагрузки на одну подкладку максимальные допускаемые расстояния определяют линейной интерполяцией.

4.10. При несимметричном расположении центра тяжести груза либо подкладок относительно поперечной плоскости симметрии вагона должен быть выполнен проверочный расчет изгибающего момента в раме вагона. Также необходимо выполнить проверочный расчет изгибающего момента в раме платформы при размещении подкладок на расстоянии, не соответствующем требованиям таблиц 12 или 13.

Схемы нагружения рам вагонов и формулы для определения максимальных изгибающих моментов ($\mathbf{M_{max}}$) приведены на рисунке 9.



$$M_{max} = \frac{P\ l_в}{4}$$

$$M_{max} = \frac{P\,a\,b}{l_в}$$

$$M_{max} = P\,a$$

$$M_{max} = \frac{q\ l_{гр}}{8}(4a + l_{гр})$$

$$M_{max} = \frac{q\ l_в^{\,2}}{8}$$

Рисунок 9
Схемы нагружения и формулы для определения максимальных изгибающих моментов рам вагонов
M max (тс м) – максимальное значение изгибающего момента;
P (тс) – сосредоточенная нагрузка; **q** (тс/м) – распределенная нагрузка;
$l_{гр}$ (м) – длина распределения нагрузки; **$l_в$** (м) – база вагона

Допускаемые значения изгибающих моментов **$M_{изг}$** в рамах четырехосных полувагонов и платформ приведены в таблице 14.

Таблица 14

Допускаемые изгибающие моменты в рамах четырехосных полувагонов и платформ

$B_н$, мм	**$M_{изг}$ *, тс м**		
	платформ	**полувагонов в зависимости от года постройки**	
		до 01.01.1974	**после 01.01.1974**
880	91	40	46
1780	99	44	50,6
2700	110	50	57,5

*$M_{изг}$ для полувагонов действительны только при передаче нагрузки через поперечные балки.

Допускаемые нагрузки на поперечные балки четырехосных полувагонов приведены в таблице 15.

Таблица 15

Допускаемые нагрузки на поперечные балки четырехосных полувагонов

Период постройки полувагона	Допускаемая нагрузка на одну поперечную балку полувагона, тс											
	среднюю			промежуточную			шкворневую			концевую		
	при ширине распределения нагрузки, мм											
	1400	2100	2700	1400	2100	2700	1400	2100	2700	1400	2100	2700
до 01.01.1974	14,3	15,0	16,1	23,5	25,7	29,0	0,5G*	0,5G*	0,5G*	11,4	13,2	14,0
после 01.01.1974	17,5	18,7	20,7	24,3	27,3	31,0	0,5G*	0,5G*	0,5G*	22,0	24,1	26,3

* G, т – грузоподъемность полувагона.

4.11. При размещении груза в полувагоне допускаются следующие схемы распределения и величины нагрузки на поверхность крышки люка:

- местное нагружение: удельная нагрузка на участок поверхности люка размером до 25х25 см^2 должна быть не более 3,68 кгс/см^2;

- нагрузка, равномерно распределенная по всей поверхности люка, должна быть не более 6 тс;

- нагрузка, передаваемая через подкладки: при размещении груза на двух подкладках длиной не менее 1250 мм, уложенных поперек гофров на расстоянии не менее 700 мм друг от друга и на равных расстояниях от хребтовой балки и боковой стены вагона (рисунок 10), должна быть не более 6 тс. При размещении груза на подкладках, расположенных поперек рамы вагона на двух люках между гофрами с одновременным опиранием на хребтовую балку и на полки продольных угольников нижней обвязки полувагона (рисунок 11), суммарная нагрузка, передаваемая через одну подкладку на пару люков, не должна превышать 8,3 тс. Допускается на одной паре люков устанавливать несколько таких подкладок, при этом суммарная нагрузка на подкладки не должна превышать 12,0 тс.

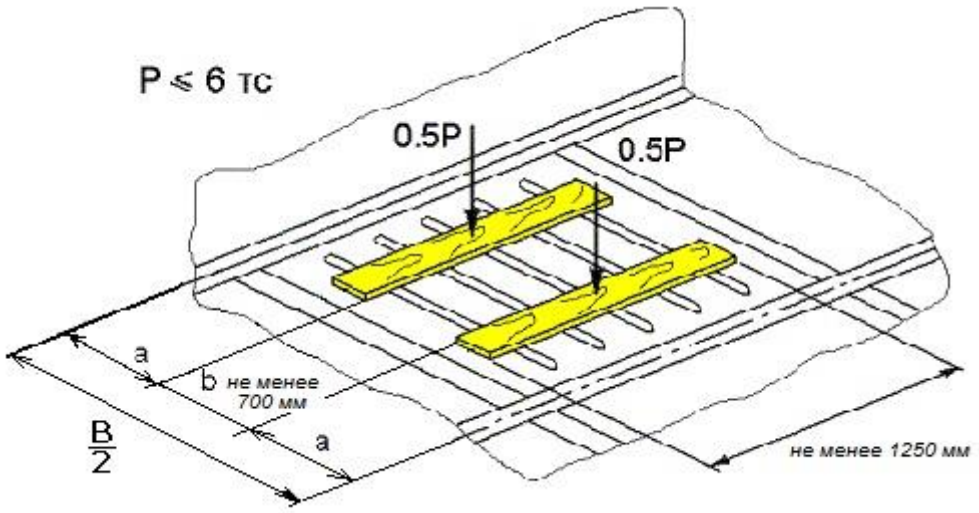


Рисунок 10 – Размещение подкладок на одном люке полувагона

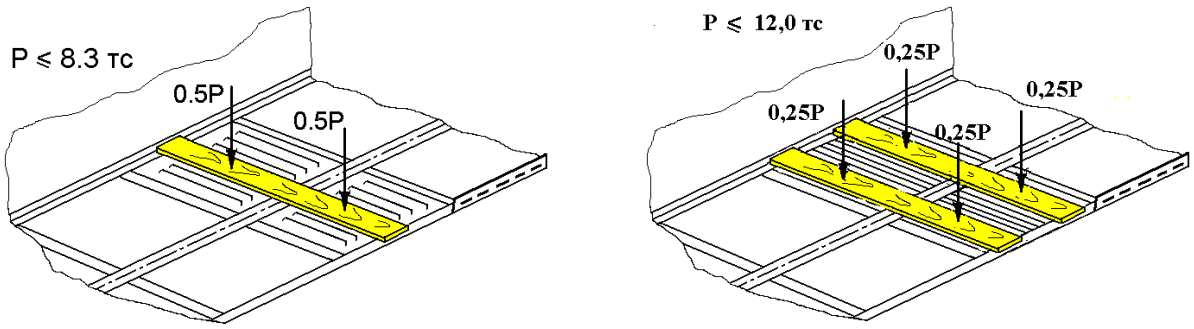


Рисунок 11 – Размещение подкладок на паре люков полувагона

4.12. Допускаемую массу техники на гусеничном ходу, способ размещения и крепления которой на платформах устанавливается НТУ, МТУ, определяют в соответствии с положениями пунктов 1.2 и 1.3 главы 8 настоящих ТУ.

5. Допускаемые нагрузки на элементы платформы и кузова полувагона

5.1. Допускаемые нагрузки на используемые для крепления грузов детали и узлы платформ приведены в таблице 16 и на рисунках 12а, 12б, 12в, 12г, 12д.

Таблица 16

Допускаемые нагрузки на детали и узлы платформ,
используемые для крепления грузов

Детали и узлы универсальных платформ	**Допускаемое усилие, тс**
Стоечная скоба:	
- приклепанная	2,5
- приварная литая	5,0
Опорный кронштейн с торца платформы при передаче нагрузки от растяжки под углом:	
- литой	
90º	6,5
45º	9,1
- сварной	
90º	10,0
45º	14,2
Увязочное устройство внутри платформы	7,5
Детали и узлы платформ для перевозки крупнотоннажных контейнеров и колесной техники	
Скоба приварная, выполненная из полосы	4,0
Стоечная скоба приварная литая	5,0
Опорный кронштейн сварной с торца платформы при передаче нагрузки от растяжки под углом:	
90º	10,0
45º	14,2
Упорная головка	30,0

Примечание. Промежуточные значения нагрузок определяются линейной интерполяцией.

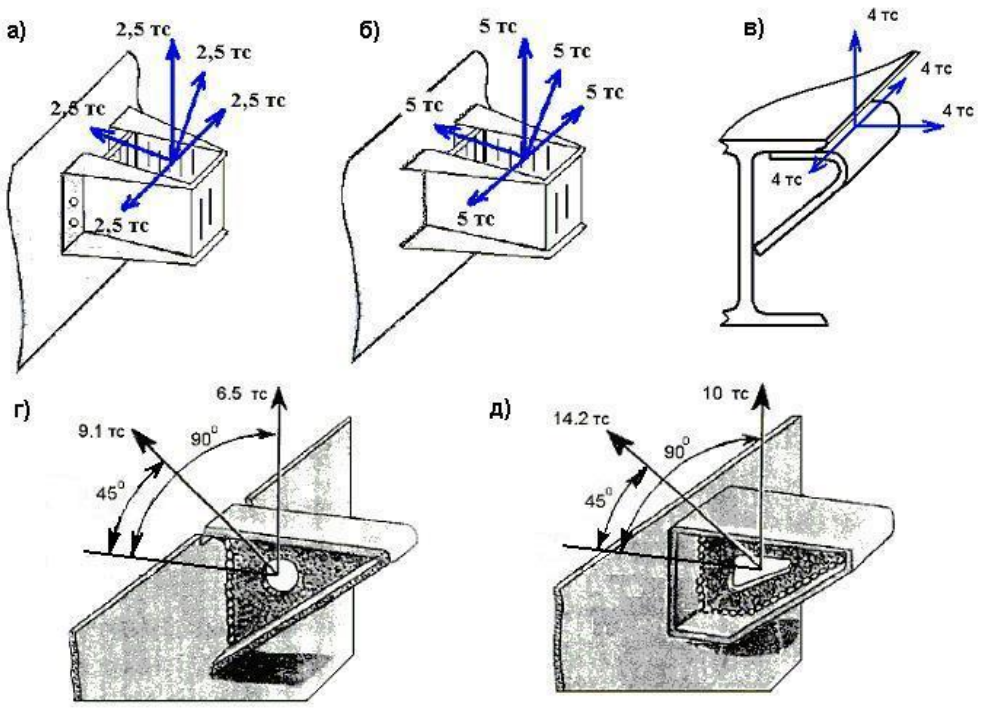
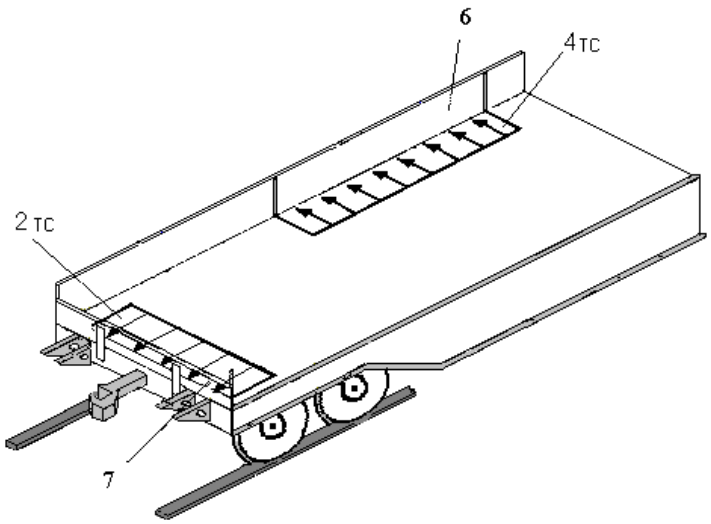


Рисунок 12 – Допускаемые нагрузки на стоечные скобы и торцевые кронштейны универсальных платформ
а – на приклепанную скобу; б – на приварную литую скобу;
в – на приварную скобу из полосы; г – на литой кронштейн;
д – на сварной кронштейн

Допускаемые нагрузки на металлические борта универсальных платформ (рисунок 13) постройки после 1964 года приведены в таблице 17.

а)



б) в)

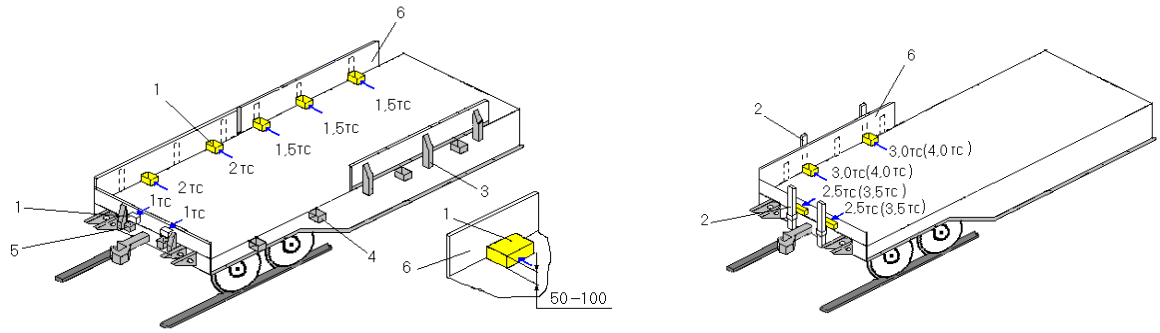


Рисунок 13

1 – упорный брусок; 2 – короткая стойка из дерева или металла;
3 – клиновой запор; 4 – боковая стоечная скоба;
5 – торцевая стоечная скоба; 6 – секция бокового борта; 7 – торцевой борт

Таблица 17

Допускаемые нагрузки на металлические борта универсальных платформ

Конструкция бортов платформы	**Допускаемая нагрузка, тс**				
	равномерно распределенная на нижнюю часть секции борта, не подкрепленной стойками (рис.13а)	**от одного бруска высотой 50-100 мм, установленного напротив**			
		клинового запора секции борта, не подкрепленной стойками (рис.13б)	**стоечной скобы у секции борта**		
			не подкрепленной стойками (рис.13б)	**подкрепленной деревянными стойками (рис.13в)**	**подкрепленной металлическими стойками (рис.13в)**
Боковой с продольными гофрами и клиновыми запорами	4,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Торцевой с клиновыми запорами	2,0	1,0	1,0	2,5	3,5
Боковой с вертикальными гофрами и закидками (постройки до 1964 г.)	1,0	-	0,5	0,75	1,75
Торцевой с закидками (постройки до 1964 г.)	2,0	-	1,0	2,15	3,0

Примечание. Нагрузки на секции бортов платформ должны передаваться через деревянные бруски высотой не более 100 мм.

При креплении грузов распорными брусками число брусков на секцию борта при установке напротив стоечных скоб не должно быть более двух, а напротив клиновых запоров – не более трех. При подкреплении секций боковых бортов двумя стойками, верхние концы которых скреплены с противоположных сторон попарно проволокой диаметром не менее чем 6 мм в 4 нити, допускаемая нагрузка на борта может быть увеличена в 2 раза по сравнению с указанной в таблице 17.

5.2. Допускаемые нагрузки на элементы кузова универсальных полувагонов приведены в таблице 18.

Таблица 18

Допускаемые нагрузки на элементы кузова универсальных полувагонов

Нагружаемый элемент; вид нагрузки	**Величина нагрузки (тс) для полувагонов постройки**	
	до 1974 года	**после 1974 года**
1. Торцевые двери (включая угловые стойки) Равномерно распределенная по всей ширине кузова от уровня пола до высоты (суммарная): – 650 мм – 1200 мм – по всей высоте	 – – –	 44,7 29,9 14,2
2. Торцевая стена Равномерно распределенная по всей ширине кузова от уровня пола до высоты (суммарная): – 650 мм – 1200 мм – по всей высоте	 – – –	 57,8 43,9 40
3. Торцевой порожек Распределенная по всей ширине кузова, передаваемая через брусок высотой не менее 100 мм и шириной не менее 60 мм	41,8	43,7
4. Угловая стойка Сосредоточенное продольное усилие от уровня пола на высоте: – до 100 мм – 650 мм – 1200 мм – на уровне верхней обвязки	 22 18,2 – 16,5	 23 18,9 9,5 17,2
5. Сосредоточенные поперечные усилия распора а) только на угловые стойки (на каждую) от уровня пола на высоте: – 150 мм – 1200 мм – на уровне верхней обвязки б) на каждую боковую стойку, кроме угловых, от уровня пола на высоте: – 150 мм – 1200 мм – на уровне верхней обвязки	 – – – – – –	 63,5 7,9 4,6 16,2 2,0 1,2
6. Изгибающий момент в основании стоек кузова от воздействия поперечных нагрузок, тс м: – угловые стойки – шкворневые стойки – промежуточные стойки	 – – –	 9,5 2,4 2,4

Примечание. Знак (–) в таблице означает, что величины нагрузок для элементов кузова при разработке способов крепления груза не используются.

Допускаемые нагрузки на увязочные устройства полувагонов приведены в таблице 19.

Таблица 19

Допускаемые нагрузки на увязочные устройства полувагонов

Увязочное устройство	**Величина нагрузки, тс, для полувагонов постройки**	
	до 1974 года	**после 1974 года**
Верхнее наружное и внутреннее	1,5	2,5
Среднее	2,5	3,0
Нижнее	5,0	7,0
Наружное увязочное устройство на концевой балке	5,0	7,0

Одновременное нагружение верхнего и среднего увязочных устройств одной стойки не допускается.

6. Подготовка грузов к перевозке

Предъявляемый к перевозке груз должен быть подготовлен таким образом, чтобы в процессе перевозки были обеспечены безопасность движения поездов, сохранность груза и вагона.

Груз должен быть надежно закреплен внутри тары и упаковки, при необходимости дооборудован приспособлениями для его крепления, поворотные и подвижные части груза должны быть приведены в транспортное положение и закреплены предусмотренными конструкцией груза устройствами в соответствии с требованиями технической документации на груз в части условий транспортирования железнодорожным транспортом; узлы и детали груза, предназначенные для постановки крепления, должны выдерживать передаваемые на них усилия от крепления.

Тормозные системы техники должны быть исправны. После размещения на вагоне техника должна быть заторможена в соответствии с требованиями технической документации в части условий транспортирования железнодорожным транспортом.

7. Подготовка вагонов к погрузке

7.1. Вагоны перед погрузкой должны быть очищены от остатков ранее перевозимого груза, средств крепления, мусора, грязи, снега и льда.

Конструктивные зазоры кузова вагона, которые могут явиться причиной повреждения или потери груза, должны быть заделаны изнутри вагона. Способ заделки зазоров должен обеспечивать сохранность вагона, возможность восстановления исходного работоспособного состояния вагона после перевозки груза и не должен вносить изменений в конструкцию вагона. Применение для этих целей монтажной пены и других аналогичных материалов запрещается.

В зимнее время пол вагона и поверхность подкладок в местах опирания груза должны быть посыпаны сухим песком слоем до 2 мм.

7.2. Борта платформ, люки и двери полувагонов, если таковые предусмотрены конструкцией вагона, должны быть закрыты и заперты на запоры. Клиновые запоры бортов платформ необходимо осадить вниз до упора.

Допускается погрузка грузов на платформы без бортов, если крепление грузов не предусматривает их использование.

7.3. Секции боковых бортов платформ сцепа должны быть открыты, если они препятствуют перемещению груза при движении вагонов в кривых участках пути.

7.4. При погрузке груза, не размещающегося в пределах длины пола платформы или полувагона, торцевые борта платформы должны быть откинуты на кронштейны, а торцевые двери полувагона – открыты и закреплены.

Груз не должен опираться на откинутые торцевые борта платформы. При необходимости его размещают на подкладках.

7.5. При перевозке грузов на платформах с открытыми секциями боковых бортов последние должны быть закреплены с помощью колец, имеющихся на боковых бортах, за металлические крючки, расположенные на продольных балках рамы платформы. В случае отсутствия колец противоположные секции бортов должны быть попарно увязаны проволокой диаметром не менее 4 мм, которая пропускается под платформой ниже уровня боковых и хребтовой балок. Проволока не должна соприкасаться с деталями тормозной рычажной передачи и препятствовать их перемещению. Борта платформы после закрепления должны занимать вертикальное положение. На левых крайних секциях опущенных боковых бортов должен быть нанесен несмываемой белой краской номер платформы.

8. (Зарезервирован)

9. Средства крепления грузов в вагонах

9.1. Для крепления грузов в вагонах применяют следующие средства крепления: растяжки, обвязки, стяжки (в том числе многозвенные), увязки, деревянные стойки, щиты и бруски, упорные башмаки, "шпоры", каркасы, кассеты, пирамиды, ложементы, турникеты и др. Средства крепления могут быть одноразового и многоразового использования (многооборотные).

Растяжка – средство крепления, закрепляемое одним концом за увязочное устройство на грузе, другим – за специально предназначенное для этого увязочное устройство на кузове вагона.

Обвязка – средство крепления, охватывающее груз и закрепляемое обоими концами за увязочные устройства на вагоне.

Стяжка – средство крепления, предназначенное для соединения между собой и натяжения других средств крепления (растяжек, обвязок, стоек и др.).

Увязка – средство крепления, предназначенное для объединения отдельных единиц груза в одно место груза.

9.2. При установке на вагон средств крепления используются стандартные крепежные изделия: болты, шпильки, гвозди, строительные скобы и др.

9.3. Для изготовления растяжек, обвязок, стяжек, увязок используются следующие материалы:

– стальная проволока по ГОСТ 3282 в термообработанном (отжиг) состоянии круглого сечения (ГОСТ 2590), квадратного сечения (ГОСТ 2591);

– прокат или полоса стали (ГОСТ 103);

– стальные цепи, тросы.

9.4. Диаметр сечения круглого проката должен быть не менее 5 мм; площадь поперечного сечения некруглого проката должна быть не менее 20 мм^2. На поверхности проката не должно быть механических повреждений, трещин, перекруток, расслоений, задиров.

9.5. Для крепления растяжек и обвязок в вагонах используют:

– на платформах (рисунок 14): боковые и торцевые стоечные скобы; опорные кронштейны на концевой балке рамы; напольные увязочные устройства (при наличии); боковые скобы на платформах для крупнотоннажных контейнеров и колесной техники;

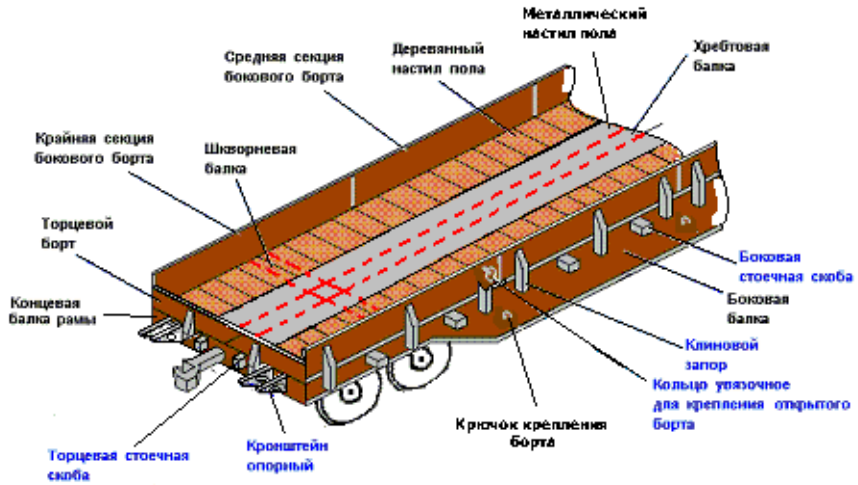


Рисунок 14 – Увязочные устройства универсальной платформы

– в полувагонах (рисунок 15): нижние увязочные устройства (косынки), средние увязочные устройства, находящиеся на стойках боковых стен на высоте 1100-1200 мм от пола; верхние увязочные устройства в виде скоб внутри и снаружи верхнего обвязочного бруса кузова, наружные увязочные устройства на концевых балках рамы.

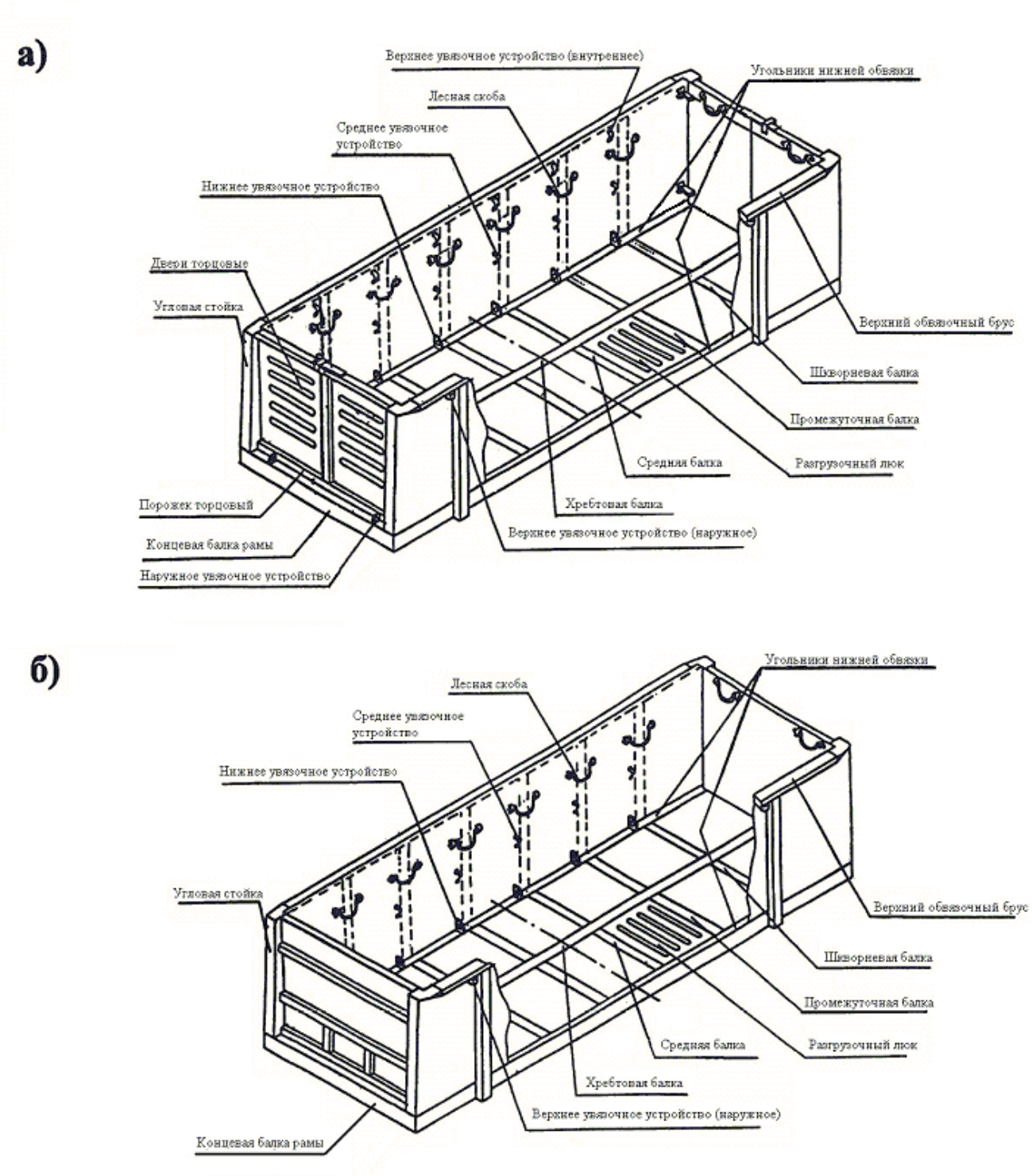


Рисунок 15 – Увязочные устройства универсального полувагона

9.6. Не допускается крепление растяжек и обвязок к другим деталям кузова вагона, в том числе к лесным скобам, к увязочным кольцам, расположенным на верхнем обвязочном брусе полувагона, а также к кольцам на наружной поверхности секций бортов платформы.

9.7. Допускается использовать составные (из нескольких составных частей) проволочные или комбинированные (из нескольких видов растяжек, обвязок) растяжки и обвязки. Прочность соединительных элементов таких растяжек и обвязок должна быть не ниже прочности составных частей растяжки, обвязки.

9.8. Обвязки на платформах закрепляют за две противоположные стоечные скобы.

9.9. Растяжки, обвязки из проволоки устанавливают следующими способами.

Способ 1. Растяжка, обвязка изготавливается из одной непрерывной нити проволоки. Один конец проволоки (рисунок 16) обводят 2 раза вокруг увязочного устройства вагона (груза) и закручивают не менее 2 раз вокруг нити. Другой конец проволоки пропускают через увязочные устройства последовательно на грузе и вагоне, формируя необходимое число нитей в растяжке, обвязке. Конец нити заделывают на увязочном устройстве вагона (или груза) порядком, указанным выше, обводя его вокруг одной или нескольких нитей растяжки, обвязки. Концы проволоки для заделки должны быть длиной не менее 500 мм. Направление обвода концов нитей при заделке должно быть таким, чтобы при последующем скручивании растяжки их заделка не ослаблялась. Нити растяжки, обвязки скручивают ломиком или другим приспособлением до натяжения.

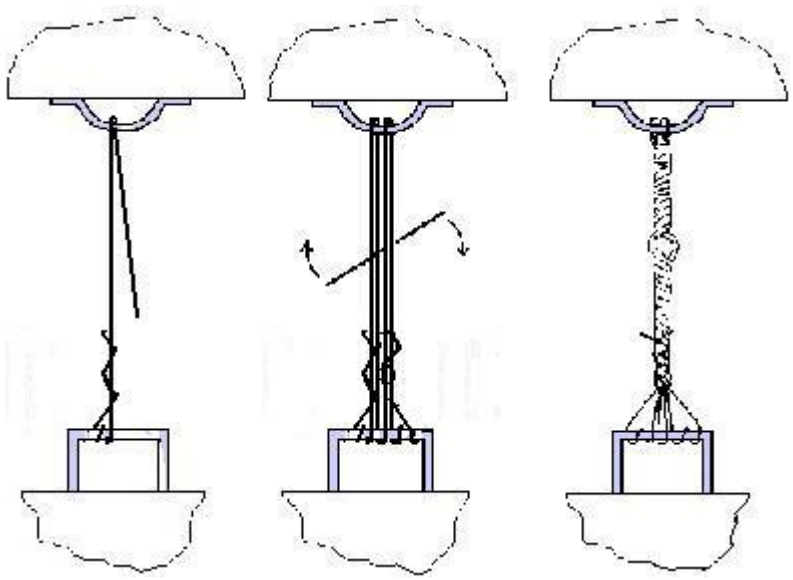


Рисунок 16 – Установка растяжек, обвязок по способу 1

Способ 2. Растяжка, обвязка изготавливается из одной непрерывной нити проволоки. Нить пропускают через увязочное устройство вагона (груза) и перегибают на нем, образовывая прядь из двух равных по длине нитей (рисунок 17). Далее прядь заводят в увязочные устройства последовательно груза и вагона, формируя необходимое количество нитей в растяжке, обвязке. Конец пряди обводят два раза вокруг увязочного устройства вагона (груза), затем концы проволоки – по отдельности вокруг одной или нескольких нитей растяжки (обвязки). Концы проволоки для заделки должны быть длиной не менее 500 мм. Требования к заделке концов и скручиванию растяжки, обвязки аналогичны способу 1.

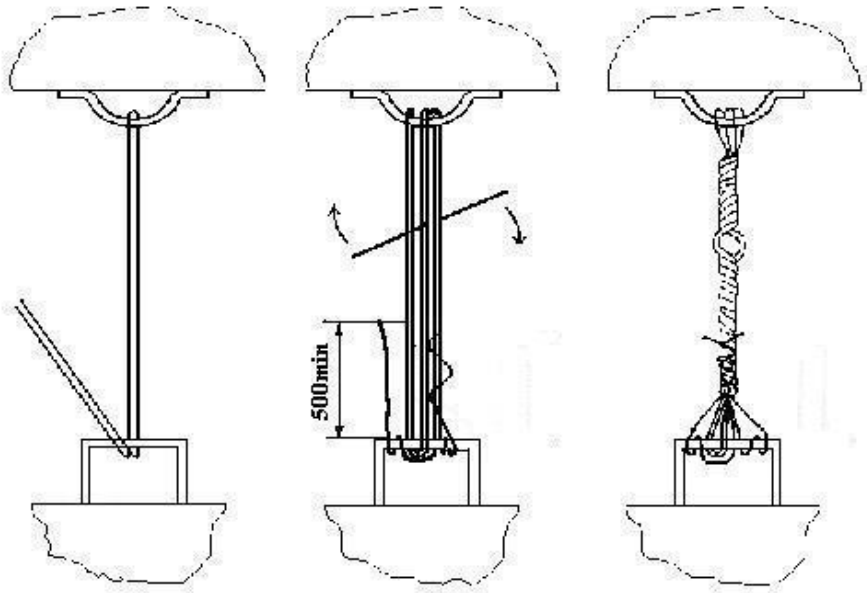


Рисунок 17 – Установка растяжек, обвязок по способу 2

Способ 3. Растяжку, обвязку изготавливают из пряди, состоящей из двух непрерывных нитей проволоки (рисунок 18). Прядь пропускают через увязочное устройство вагона (груза) и перегибают, оставляя один конец для заделки длиной не менее 500 мм. Каждую нить обводят два раза вокруг увязочного устройства вагона (груза) и закручивают не менее 2 раз вокруг пряди. После формирования необходимого количества нитей растяжки, обвязки конец пряди обводят два раза вокруг увязочного устройства вагона (груза). Затем концы проволоки по отдельности обводят вокруг одной или нескольких нитей растяжки, обвязки. Концы проволоки для заделки должны быть длиной не менее 500 мм. Требования к заделке концов и скручиванию растяжки, обвязки аналогичны способу 1.

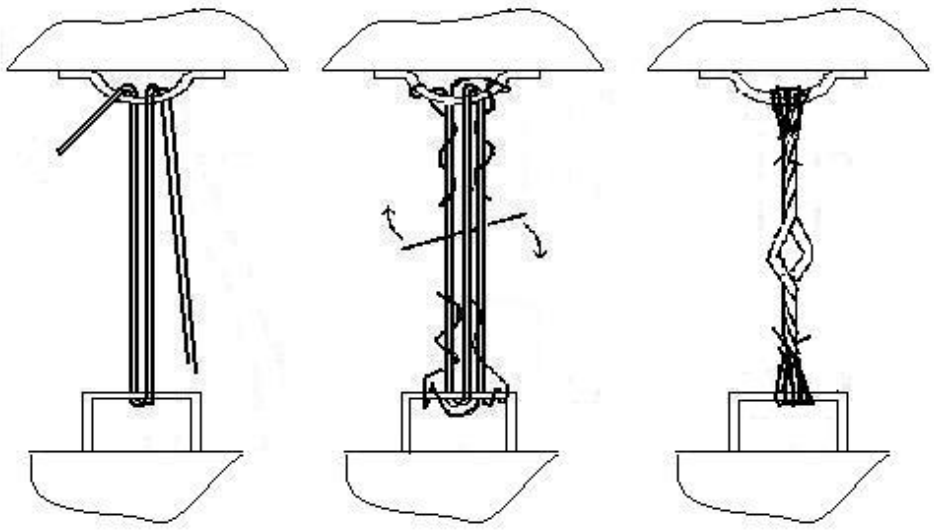


Рисунок 18 – Установка растяжек, обвязок по способу 3

9.10. Скручивание растяжки, обвязки должно быть равномерным по всей ее длине. Приспособление для скручивания должно устанавливаться посередине между увязочными устройствами вагона и груза (увязочным устройством вагона и перегибом на грузе, местами перегиба на грузе).

Допускается при длине растяжки, обвязки более 1,5 м скручивать ее в 2-х местах, не допуская раскручивания скрученного ранее участка.

Обвязки необходимо скручивать не менее чем в 2-х местах – на противоположных ветвях.

В растяжках, обвязках, имеющих перегибы ветвей на грузе, необходимо дополнительно скручивать участки между перегибами длиной более 300 мм (рисунок 19).

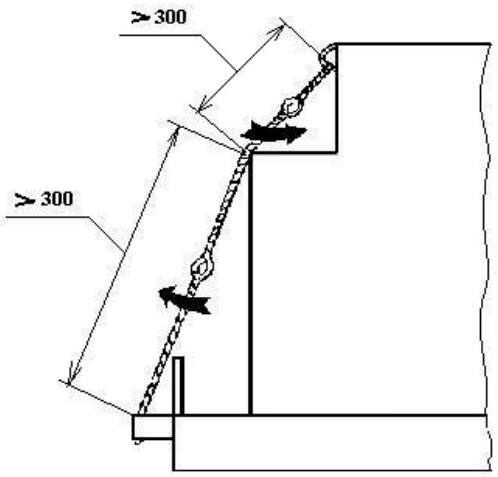


Рисунок 19 – Порядок скручивания растяжек при наличии перегиба

9.11. При расчете растяжек, обвязок, стяжек, увязок число нитей проволоки и, соответственно, рабочее сечение и допускаемая нагрузка определяются без учета концов заделки (рисунок 20). Число нитей в растяжках, обвязках, стяжках должно быть четным.

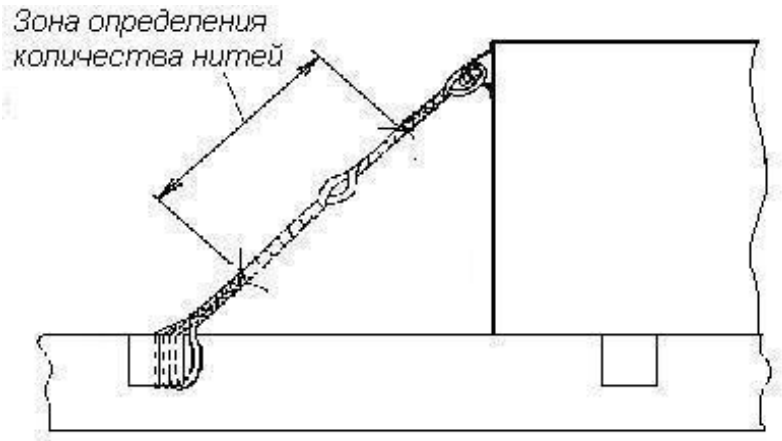


Рисунок 20 – Определение количества нитей проволоки в растяжках, обвязках, стяжках

9.12. Не допускается изготавливать растяжки, обвязки, увязки, стяжки числом нитей более 8 при диаметре проволоки 6 мм и более.

9.13. Не допускается касание между собой растяжек, обвязок при закреплении груза, имеющего возможность упругих колебаний относительно вагона, например, обрессоренного.

9.14. Растяжки, обвязки, выполненные из прутка или из полосовой стали с натяжными устройствами, не должны касаться закрытого борта платформы. Если этого избежать невозможно, то борт должен быть опущен.

9.15. Не допускается опирание растяжек, обвязок из проволоки на борт платформы, если угол между растяжкой и вертикальной плоскостью в точке касания с бортом платформы составляет более 15° (рисунок 21а). При невозможности выполнить это условие растяжки и обвязки пропускают под боковыми бортами (рисунок 21б) или борта платформы должны быть опущены (рисунок 21в).

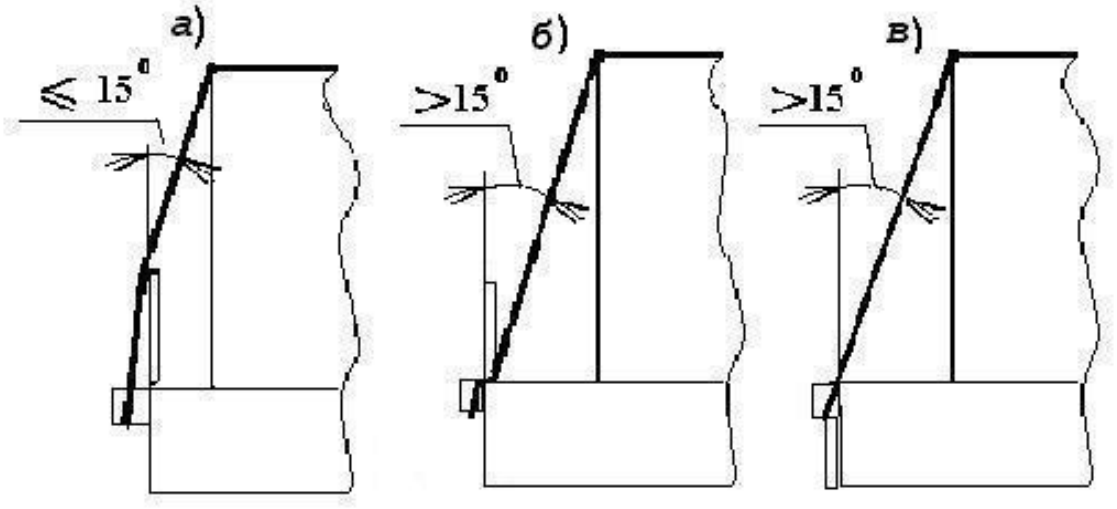


Рисунок 21 – Допускаемые положения проволочных растяжек, обвязок относительно бортов платформы

9.16. Допускается при применении проволочных средств крепления заменять предусмотренный диаметр проволоки другим при условии обеспечения равнопрочности средства крепления в соответствии с таблицей 20.

Таблица 20

Соответствие сечения проволочных средств крепления

Количество нитей проволоки диаметром 6 мм, подлежащих замене	**Соответствующее количество нитей проволоки диаметром, мм**								
	4,0	**4,5**	**5,0**	**5,5**	**6,3**	**6,5**	**7,0**	**7,5**	**8,0**
2	6	4	4	4	2	2	2	2	2
4	-	8	6	6	4	4	4	4	4
6	-	-	8	8	6	6	6	4	4
8	-	-	-	-	8	8	6	6	6

9.17. Для способов размещения и крепления грузов, предусмотренных настоящими ТУ, а также НТУ, МТУ, допускается замена проволочных и комбинированных растяжек, обвязок, увязок тросовыми растяжками, обвязками и увязками.

Тросовые растяжки, обвязки, части комбинированных растяжек, обвязок, увязки изготавливают из непрерывного отрезка каната (троса) с применением тросовых зажимов и натяжных устройств – талрепов.

Для изготовления тросовых растяжек, обвязок, увязок применяют стальные канаты (тросы) двойной свивки диаметром не менее 5 мм с разрывным усилием каната не менее 1320 кгс. Технические характеристики используемого каната (троса) должны соответствовать требованиям международных или национальных стандартов.

Диаметр каната (троса) для изготовления тросовых растяжек, обвязок, увязок взамен растяжек, обвязок, увязок из проволоки диаметром 6 мм принимают в соответствии с таблицей 21.

Таблица 21

Заменяемость растяжек, обвязок, увязок из проволоки диаметром 6 мм растяжками, обвязками, увязками из стальных канатов (тросов)

Количество нитей проволоки диаметром 6 мм в растяжке, обвязке, увязке, подлежащих замене	**Диаметр каната (троса), не менее, мм**
2	5
4	6,4
6	8,0
8	9,1

Диаметр каната (троса) определяют как наибольший размер его поперечного сечения.

Соединение ветвей каната (троса) между собой производят тросовыми зажимами (рисунок 22). Технические характеристики тросовых зажимов должны соответствовать требованиям международных или национальных стандартов.

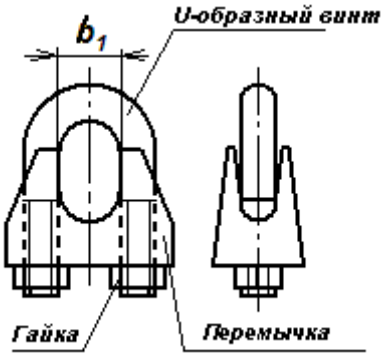


Рисунок 22 – Тросовый зажим

Зажимы подбирают в соответствии с диаметром используемого каната (троса) таким образом, чтобы размер b_1 зажима превышал диаметр каната (троса) на 1,0 – 1,5 мм.

Количество устанавливаемых тросовых зажимов зависит от диаметра троса (таблица 22).

Таблица 22

Диаметр троса (каната), мм	**Минимальное количество зажимов, шт.**	**Усилие затяжки зажимов, Н м/кгс м**
5	3	2,0/0,2
6,5	3	3,5/0,4
8	4	4,4/0,5
10	4	6,6/0,7
12	4	14,8/1,5
13	4	24,3/2,4
14	4	24,3/2,4
16	4	36,0/3,6
19	5	50,0/5,0
22	5	79,0/7,9

Зажимы не должны иметь на поверхности заусенцев, борозд и трещин. Зажимы должны иметь ясно различимую маркировку.

Не допускается придавать другую форму зажиму путем сварки, нагрева или изгиба.

Для натяжения тросовой растяжки используют натяжное устройство – талреп только закрытого типа (рисунок 23): проушина (кольцо) – проушина (кольцо), скоба – скоба, захват – захват, захват – проушина (кольцо). Технические характеристики талрепов должны соответствовать требованиям международных или национальных стандартов.

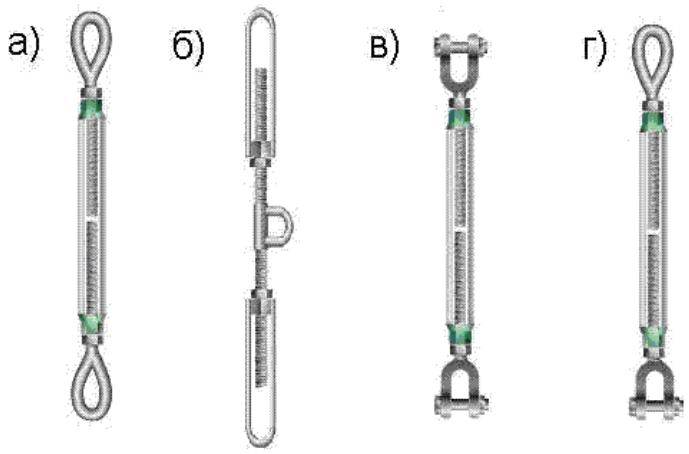


Рисунок 23 – Варианты конструкции талрепов:
а – проушина (кольцо) – проушина (кольцо);
б – скоба – скоба;
в – захват – захват;
г – проушина (кольцо) – захват

Используемые талрепы должны иметь контргайки, препятствующие самораскручиванию.

Подбор талрепов при установке тросовой растяжки, обвязки производят по величине их допускаемой рабочей нагрузки, которая должна быть не менее величины разрывного усилия каната, применяемого для этой растяжки, обвязки.

Канаты (тросы) не должны иметь обрывов проволок. Концы каната (троса) не должны быть расплетены. Для этого резка каната (троса) производится посередине предварительно наложенного бандажа длиной не менее 40 мм из полимерной ленты.

При креплении тросовых растяжек за увязочные устройства вагона или устройства на грузе, имеющие острые кромки, во избежание перетирания растяжек применяют растяжки с коушами или между растяжкой и острой кромкой увязочного устройства дополнительно прокладывают толстый слой эластичного прокладочного материала.

Тросовые зажимы должны быть установлены равномерно по длине участка соединения ветвей каната (рисунок 24). Длина участка соединения (длина свободного конца каната) должна быть достаточной для размещения необходимого количества зажимов. Расстояние от конца каната до крайнего зажима должно быть не менее ширины перемычки зажима. Второй крайний зажим должен располагаться максимально близко к петле. Расстояние между зажимами должно быть равным 6 – 8 диаметрам троса. Перемычка зажима должна быть расположена на несущей нагрузку стороне троса, U-образный болт зажима – на свободном конце каната (троса).



Рисунок 24 – Установка тросовых зажимов

При установке зажимов производят предварительную затяжку их гаек моментом на 20-30% ниже величин, приведенных в таблице 22. Окончательную затяжку производят после натяжения растяжки, обвязки талрепом.

При формировании растяжки, обвязки талрепы предварительно должны быть максимально раскручены.

Растяжки, обвязки из троса устанавливают следующими способами (рисунок 25).

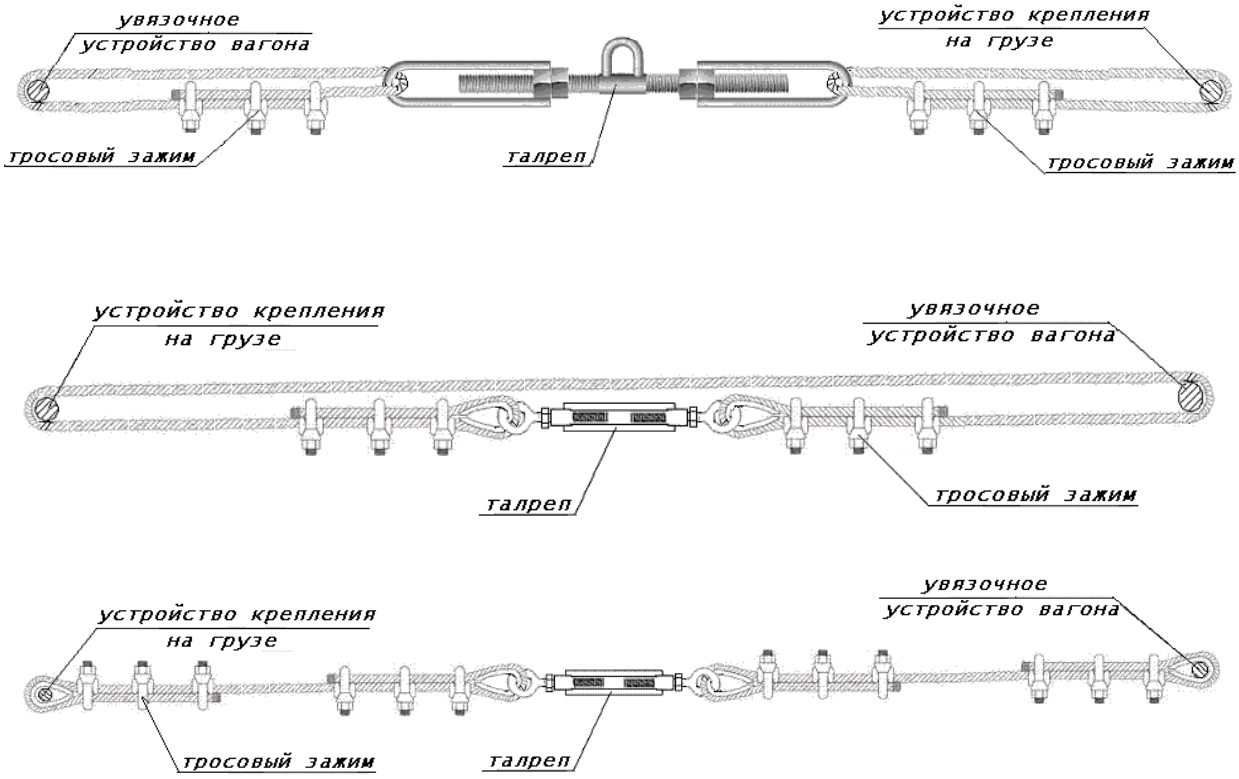


Рисунок 25

9.18. Стяжки (рисунок 26) формируют из непрерывной нити проволоки. Нити проволоки стяжки скручивают ломиком или другим приспособлением до натяжения растяжки. Прочность стяжки должна быть не менее прочности соединяемых составных частей средства крепления.

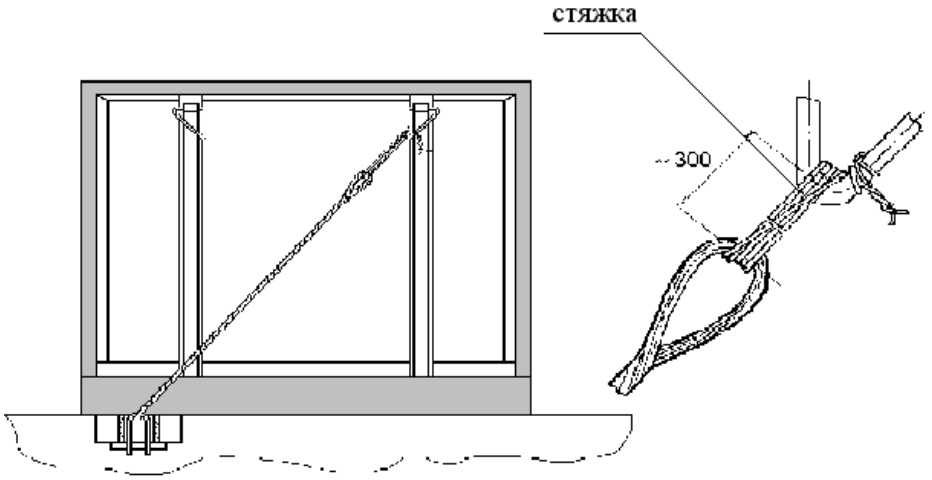


Рисунок 26 – Способ заделки концов проволоки в стяжке

9.19. Увязку формируют из непрерывной нити проволоки. Количество нитей проволоки в увязках определяют расчетным или экспериментальным путем. Нити проволоки в увязке должны плотно прилегать друг к другу и располагаться в плоскости, перпендикулярной продольной оси связки. Концы нитей проволоки скручивают между собой не менее пяти раз до натяжения всех нитей увязки (рисунок 27).

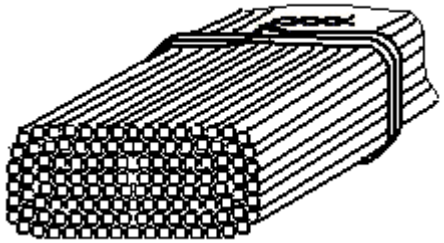


Рисунок 27 – Установка увязки

9.20. Деревянные средства крепления изготавливают из пиломатериалов не ниже третьего сорта в соответствии с ГОСТ 8486 и ГОСТ 2695. Применение березы, осины, липы и ольхи допускается для изготовления подкладок и прокладок, работающих только на сжатие, к которым не крепятся упорные, распорные бруски и другие средства крепления. Не допускается применение этих пород древесины, а также сухостойной древесины всех пород для изготовления стоек, упорных и распорных брусков.

Размеры деревянных средств крепления (подкладки, прокладки, упорные и распорные бруски) указаны в настоящих ТУ в следующей последовательности: высота х ширина х длина или высота х ширина.

9.21. Подкладки и прокладки применяют для увеличения площади опирания груза на пол вагона, предохранения штабеля груза от развала, обеспечения возможности механизированной погрузки и выгрузки грузов, предохранения опорной поверхности груза и (или) вагона от повреждения, а также для крепления распорных и упорных брусков. В случаях, когда вышеуказанные условия обеспечиваются без применения подкладок и прокладок, их установка необязательна.

Высота подкладок, прокладок должна быть не менее 25 мм. Ширина подкладок, прокладок должна быть не менее 80 мм, при этом отношение ширины к высоте должно быть не менее 1,5. Длина подкладок, укладываемых поперек вагона, должна быть равна ширине кузова, а прокладок – не менее ширины груза. Поперечные прокладки, применяемые для разделения штабеля груза, укладывают одна над другой на расстоянии не менее 500 мм от концов груза и не менее 300 мм от боковых стоек.

Допускается подкладки и прокладки изготавливать составными по высоте, ширине из двух частей, по длине – из нескольких частей (рисунок 28). В полувагонах стыкование подкладок по длине допускается только на хребтовой балке (для поперечных подкладок) либо на поперечных балках (для продольных подкладок). Толщина составных частей подкладок, прокладок в месте соединения должна быть не менее 35 мм. Размеры общего поперечного сечения составных подкладок, прокладок должны соответствовать вышеизложенным требованиям.

Высота составных частей подкладок и прокладок, составных по ширине и по длине, должна быть одинаковой по всей длине.

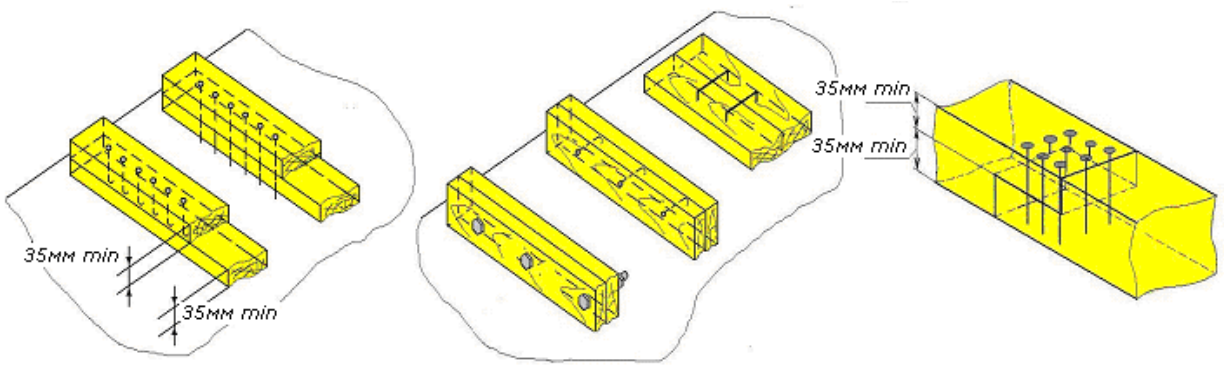


Рисунок 28 – Варианты составных подкладок, прокладок

Если способ размещения и крепления груза предусматривает крепление подкладок к полу вагона, крепление частей подкладок должно производиться следующим порядком.

Подкладки, составные по высоте: нижнюю часть подкладки прибивают к полу необходимым количеством гвоздей, аналогичным образом прибивают верхнюю часть к нижней. Допускается части подкладки прибивать к полу необходимым количеством гвоздей, проходящих через обе части подкладки.

Подкладки, составные по ширине и составные по длине: составные части соединяют между собой гвоздями, болтами, скобами в количестве, обеспечивающем их неподвижность друг относительно друга при укладке на вагоне. Каждую часть подкладки прибивают к полу гвоздями требуемого сечения в количестве не менее чем 75 % от общего требуемого на подкладку количества.

Допускается изготовление подкладок и прокладок из металла различных профилей, железобетона и других материалов, если это не приводит к повреждению груза.

9.22. Стойки деревянные окоренные и неокоренные, применяемые для бокового и торцевого ограждений штабельных грузов, изготавливают из круглого лесоматериала либо из пиломатериалов не ниже второго сорта с прямыми волокнами в соответствии с ГОСТ 8486 и ГОСТ 2695. Толщина стоек из круглого лесоматериала должна быть 120-140 мм в нижнем отрубе и не менее 90 мм в верхнем. Сечение стоек из пиломатериалов должно быть не менее 90х120 мм.

Толщина стоек, устанавливаемых в полувагон, должна быть не менее 100 мм на уровне верхнего обвязочного бруса полувагона (рисунок 29а).

Боковые стойки должны устанавливаться следующими способами.

Способ 1. Стойку устанавливают на пол полувагона, пропуская ее через лесную скобу, и крепят к нижнему увязочному устройству проволокой диаметром не менее 5 мм (рисунок 29б), при этом нить проволоки дважды обводят вокруг стойки, одновременно пропуская в отверстие нижнего увязочного устройства. Концы проволоки скручивают между собой не менее трех раз на увязочном устройстве. Допускается крепить стойку прядью, состоящей из двух нитей проволоки, при этом ее пропускают в отверстие нижнего увязочного устройства, обводят один раз вокруг стойки, концы пряди скручивают между собой не менее трех раз на увязочном устройстве.

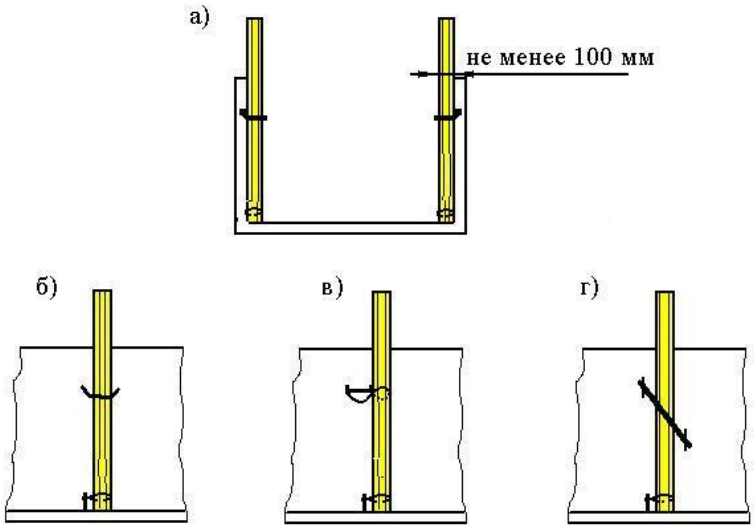


Рисунок 29 – Установка боковых стоек в полувагоне

Способ 2. Стойку устанавливают на пол полувагона вплотную к лесной скобе и нижнему увязочному устройству и крепят к ним проволокой диаметром не менее 5 мм аналогично способу 1 (рисунок 29в).

Способ 3. В полувагонах, оборудованных лесными скобами, развернутыми под углом 30^0, стойку в наклонном положении вставляют в лесную скобу и устанавливают вертикально; нижний конец стойки устанавливают вплотную к нижнему увязочному устройству и крепят к нему аналогично способу 1 (рисунок 29г).

Высота боковых стоек над уровнем пола полувагона должна быть не более:

2760 мм – при погрузке в пределах основного габарита погрузки;

3260 мм – при погрузке в пределах зонального габарита погрузки.

На платформах стойки устанавливают в предназначенные для этого боковые и торцевые стоечные скобы. Стойки из круглых лесоматериалов устанавливают комлем вниз. Нижний конец стойки должен быть затесан по внутренним размерам скобы. Стойка должна выступать за нижнюю кромку скобы на 100-200 мм. Зазор между стойкой и скобой допускается не более 15 мм только на уровне нижней кромки скобы. В этом случае стойка должна быть дополнительно закреплена клином (рисунок 30). Клин должен быть плотно забит снизу и прибит к стойке двумя гвоздями длиной 80-90 мм, если клин установлен между стойкой и балкой рамы, и одним гвоздем, если клин установлен между стойкой и скобой.

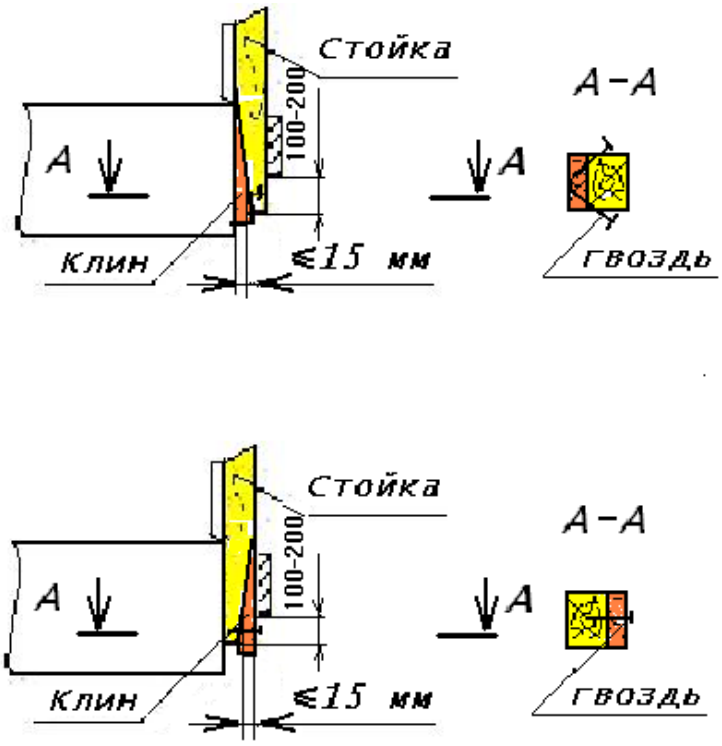


Рисунок 30 – Крепление стойки в стоечной скобе платформы

Короткие стойки устанавливают для увеличения несущей способности бортов платформы. Высота коротких стоек от уровня пола платформы должна быть больше высоты подкрепляемого борта не менее чем на 100 мм, а при скреплении стоек стяжками – не менее чем на 150 мм.

Высокие стойки при необходимости применяют для ограждения груза, имеющего высоту погрузки, значительно превышающую высоту бортов платформы.

При размещении груза в пределах основного габарита погрузки высота боковых стоек над уровнем пола платформы должна быть не более 2800 мм.

Для увеличения несущей способности крепления противоположные стойки скрепляют стяжками в верхней, а при необходимости – в верхней и средней по высоте частях (рисунок 31).

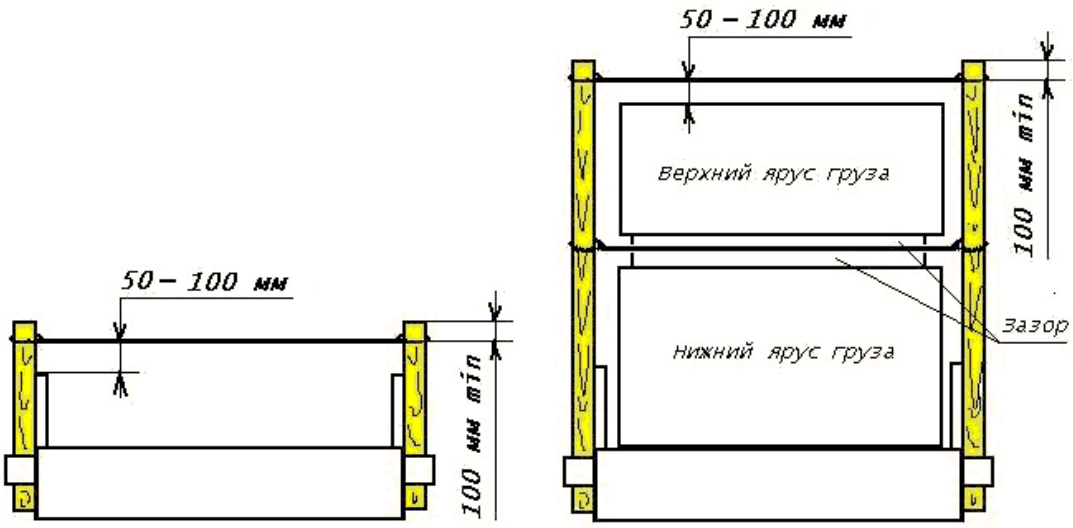


Рисунок 31 – Скрепление стоек на платформе

Скрепление коротких стоек и верхнее скрепление высоких стоек должно быть выполнено таким образом, чтобы расстояние от стяжки до поверхности груза составляло 50-100 мм, расстояние от стяжки до верхнего обреза стоек – не менее 100 мм. Среднее скрепление высоких стоек по возможности не должно касаться груза.

Способы скрепления деревянных стоек приведены на рисунке 32.

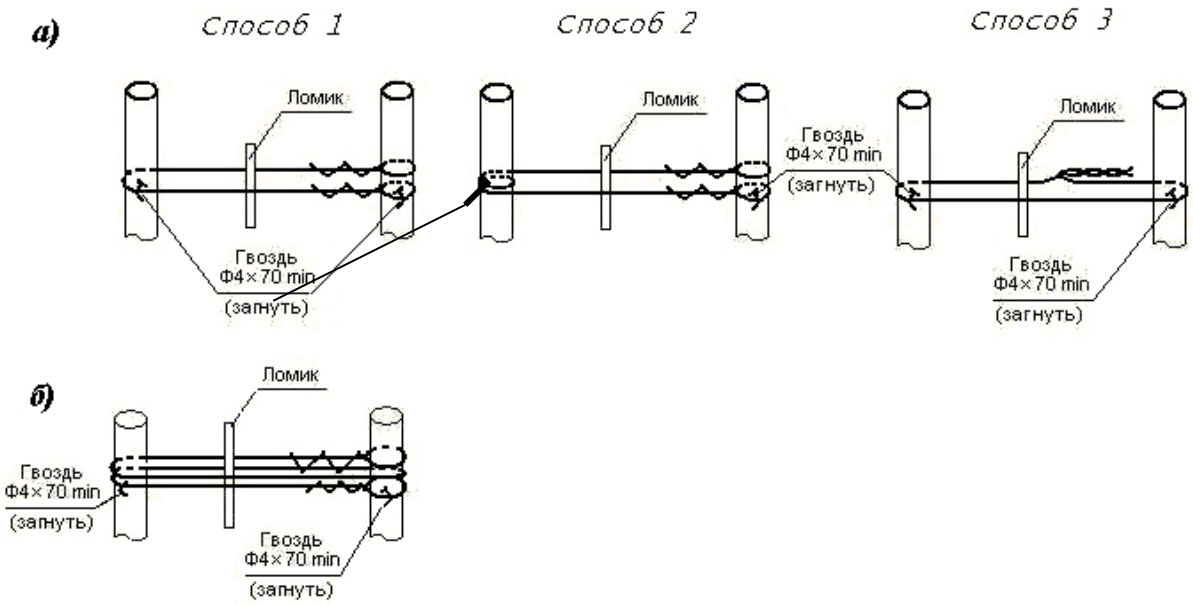


Рисунок 32 – Способы скрепления деревянных стоек

9.23. Упорные и распорные бруски, распорные рамы применяют для закрепления грузов от поступательных перемещений вдоль и поперек вагона, а также для передачи инерционных усилий от груза на элементы кузова вагона (боковые и торцевые борта платформ, торцевой порожек, угловые стойки, нижнюю обвязку кузова полувагона).

Бруски должны быть изготовлены из пиломатериалов хвойных пород не ниже третьего сорта в соответствии с ГОСТ 8486. Допускается использование в качестве упорных и распорных брусков и рам изделий из других материалов, прочность которых подтверждена нормативными документами. Параметры деревянных брусков принимаются в соответствии с нормативами настоящего раздела.

Высота упорных и распорных брусков должна быть не менее 50 мм. Отношение ширины упорного бруска к его высоте должно быть не менее 1.

Типовые схемы установки упорных и распорных брусков показаны на рисунке 33.

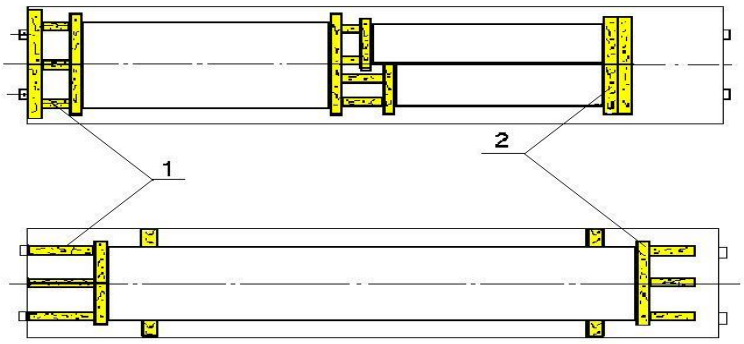


Рисунок 33 – Типовые схемы установки распорных и упорных брусков
1 – распорный брусок; 2 – упорный брусок

Если по конструктивным особенностям полувагона невозможно установить упорный брусок между грузом и торцевым порожком полувагона по всей ширине кузова, то он может быть составным по длине не более чем из трех частей одинакового сечения.

Допускается упорные бруски высотой более 200 мм изготавливать составными по высоте из двух частей (рисунок 34). Высота каждой части составного упорного бруска должна быть не менее 50 мм, ширина – не менее 100 мм. Отношение ширины составного бруска, расположенного длиной вдоль груза, к его общей высоте (b/h) должно быть не менее 0,5. Если отношение ширины к общей высоте менее 1,0, вплотную к нему должны быть установлены перпендикулярно упорные или распорные бруски (также могут быть составными по высоте), общая высота которых должна превышать высоту нижней части составного бруска не менее чем на 50 мм.

Нижние части составных брусков прибивают к полу необходимым для крепления груза количеством гвоздей; верхние части прибивают к нижним таким же количеством гвоздей.

Допускается упорные бруски выполнять составными одновременно по высоте и ширине с соблюдением условий, изложенных выше.

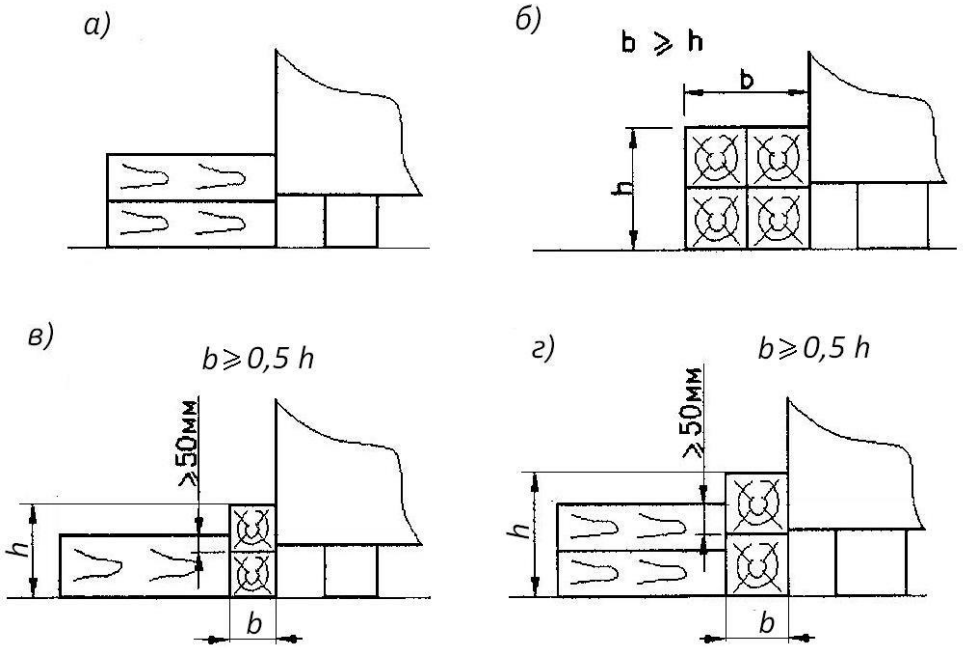


Рисунок 34 – Варианты исполнения составных по высоте упорных брусков

Распорные рамы могут быть сформированы из упорных и распорных брусков (рисунок 34-1а, 34-1б, 34-1в, 34-1д) или только из распорных брусков и соединительных планок (досок) (рисунок 34-1г).

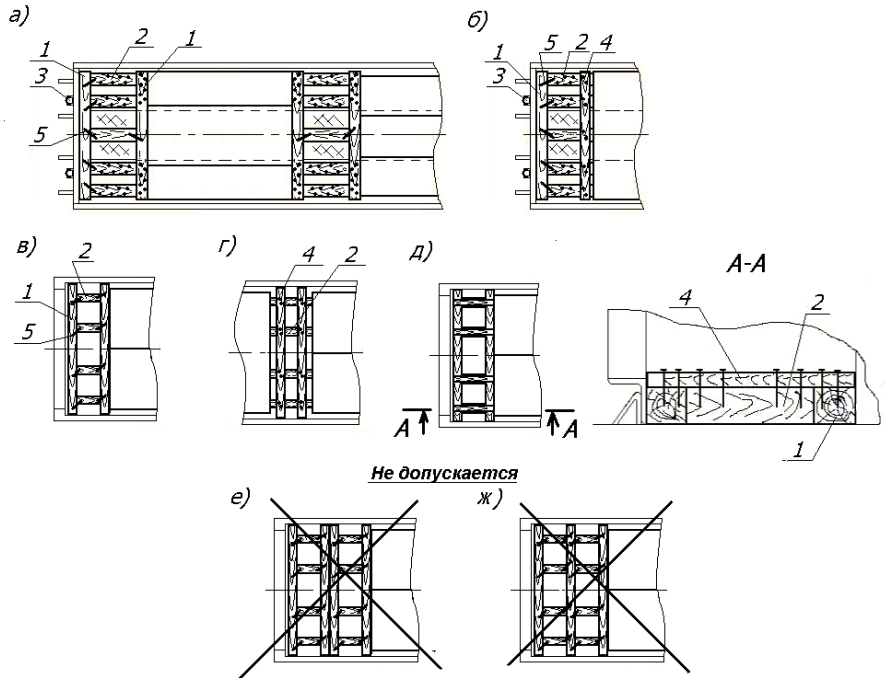


Рисунок 34-1 – Примеры распорных рам:
а, б – на платформе; в, г, д, е, ж – в полувагоне
1 – упорный брусок; 2 – распорный брусок; 3 – торцевая стойка;
4 – соединительная планка (доска); 5 – строительная скоба

Упорные и распорные бруски распорных рам соединяют гвоздями, строительными скобами диаметром прутка не менее 6 мм, соединительными планками (досками) толщиной не менее 25 мм, другими крепежными изделиями.

Крепление гвоздями брусков распорных рам, расположенных на деревянном настиле пола платформы, выполняют в соответствии с положениями пункта 9.24 настоящей главы.

Бруски, расположенные на металлическом настиле пола (рисунок 34-1а, 34-1б), скрепляют с примыкающими брусками строительными скобами. Если брусок, расположенный вплотную к торцевому борту, невозможно прибить к полу гвоздями, его также скрепляют с примыкающими брусками строительными скобами.

В полувагоне упорные и распорные бруски распорных рам скрепляют с помощью строительных скоб или соединительных планок (досок) толщиной не менее 25 мм (рисунок 34-1в, 34-1г, 34-1д).

На платформе длина распорных брусков (в том числе в распорных рамах), прибиваемых к полу платформы, должна быть не более 2500 мм.

В полувагоне (а также на платформе, в случае невозможности закрепления к полу) длина распорных брусков (в том числе в распорных рамах) должна быть не более 1700 мм.

9.24. Для крепления деревянных подкладок, упорных, распорных брусков и рам к деревянному настилу пола вагона при закреплении груза, а также для соединения между собой деревянных элементов крепления применяют гвозди по ГОСТ 283, размеры которых приведены в таблице 23.

Таблица 23

Допускаемые размеры гвоздей

Диаметр гвоздя, мм	Длина гвоздя, мм	Диаметр шляпки гвоздя, мм
4,0	100-120	7,5
5,0	100-150	9,0
6,0	150-200	11,0
8,0	250	14,0

Допускается замена гвоздей одного диаметра соответствующим количеством гвоздей другого диаметра (таблица 24) при условии соблюдения требований к их длине.

Таблица 24

Взаимозаменяемость гвоздей различных диаметров

Количество гвоздей диаметром 6 мм, подлежащих замене	Соответствующее количество гвоздей диаметром, мм		
	4,0	5,0	8,0
2	5	3	2
3	7	5	2
4	9	6	3
5	12	8	3
6	14	9	4
7	16	10	4
8	18	12	5
9	20	13	5
10	23	15	6

Схемы размещения гвоздей при креплении деревянных средств крепления к полу вагона приведены на рисунке 35.

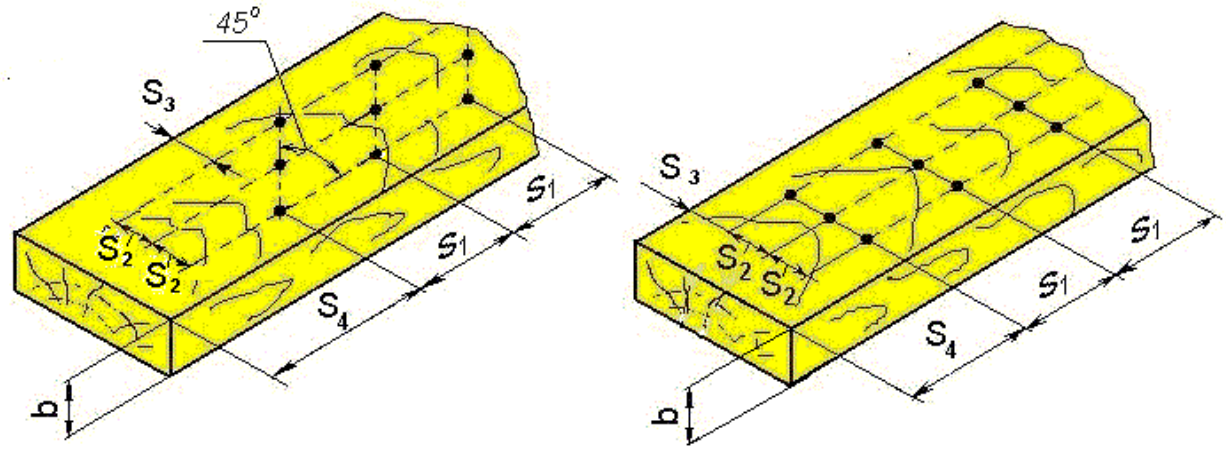


Рисунок 35 – Схемы размещения гвоздей

Минимальные допускаемые расстояния между гвоздями, а также между гвоздями и кромками деревянных элементов в зависимости от толщины элементов приведены в таблице 25.

Таблица 25

Минимальные допускаемые расстояния между гвоздями,
между гвоздями и кромками деревянных элементов

Обозначение расстояния (рисунок 35)	**Минимальные допускаемые расстояния при толщине элемента b, мм**	
	≤ 50	**> 50**
S_1	125	90
S_2	30	30
S_3	30	30
S_4	90	90

При закреплении средств крепления (либо их частей) к полу вагона гвозди должны быть забиты перпендикулярно полу вагона. Изгиб стержня гвоздя не допускается. Длина гвоздей должна быть на 50-60 мм больше высоты деталей крепления.

Не допускается образование трещин в средствах крепления при прибивании их гвоздями. В необходимых случаях перед забивкой гвоздей в средствах крепления должны быть просверлены отверстия для гвоздей диаметром не более 0,85 диаметра гвоздя. Сверлить отверстия в досках пола платформ не допускается.

Гвозди, забитые в щели между досками пола платформы, не учитываются в общем количестве используемых для крепления гвоздей.

9.25. Допускается использование металлических скоб и костылей для крепления груза к деревянным элементам крепления и соединения этих элементов между собой, если это не приводит к образованию в них трещин. Скобы из стержней диаметром более 8 мм и костыли забивать в доски пола вагона запрещается.

9.26. При использовании в креплении болтов, шпилек, винтов расчет их на прочность в зависимости от вида нагружения производится в соответствии с Приложением 1 к настоящей главе.

Для предотвращения ослабления резьбовых соединений должны применяться стопорные шайбы, контргайки, шплинты, сварка или расклепка резьбы.

9.27. Для крепления груза допускается применять шурупы (рисунок 36). Заворачивать шурупы в пол вагона не допускается. Характеристики шурупов приведены в таблицах 26 и 27.

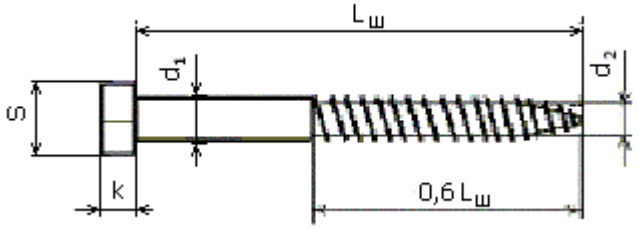


Рисунок 36

Таблица 26

Основные размеры шурупов (мм)

d_1	6	8	10	12	16
d_2	4,2	5,6	7,0	8,5	12,0
k	4,0	5,5	7,0	8,0	10,0
s	10	13	17	19	24
$L_ш$	55	65	75	90	130
	60	70	80	100	140
		75	90	110	150
		80	100	120	160

Таблица 27

Допускаемые нагрузки на шурупы

d_1, мм	6	8	10	12	16
$R_ш$, кгс	170	300	450	600	750

$R_ш$ –допускаемое усилие на шуруп.

Под шуруп необходимо просверлить отверстие до завинчивания шурупа. Отверстие просверливается сверлом на 0,5 – 1,0 мм меньше, чем внутренний диаметр резьбы **d_2**.

Шуруп должен быть завернут до упора, при этом в закрепляемый предмет должно войти не менее 0,8 **$L_ш$** шурупа, а контактная поверхность должна находиться в зоне не нарезанной части шурупа (рисунок 37).

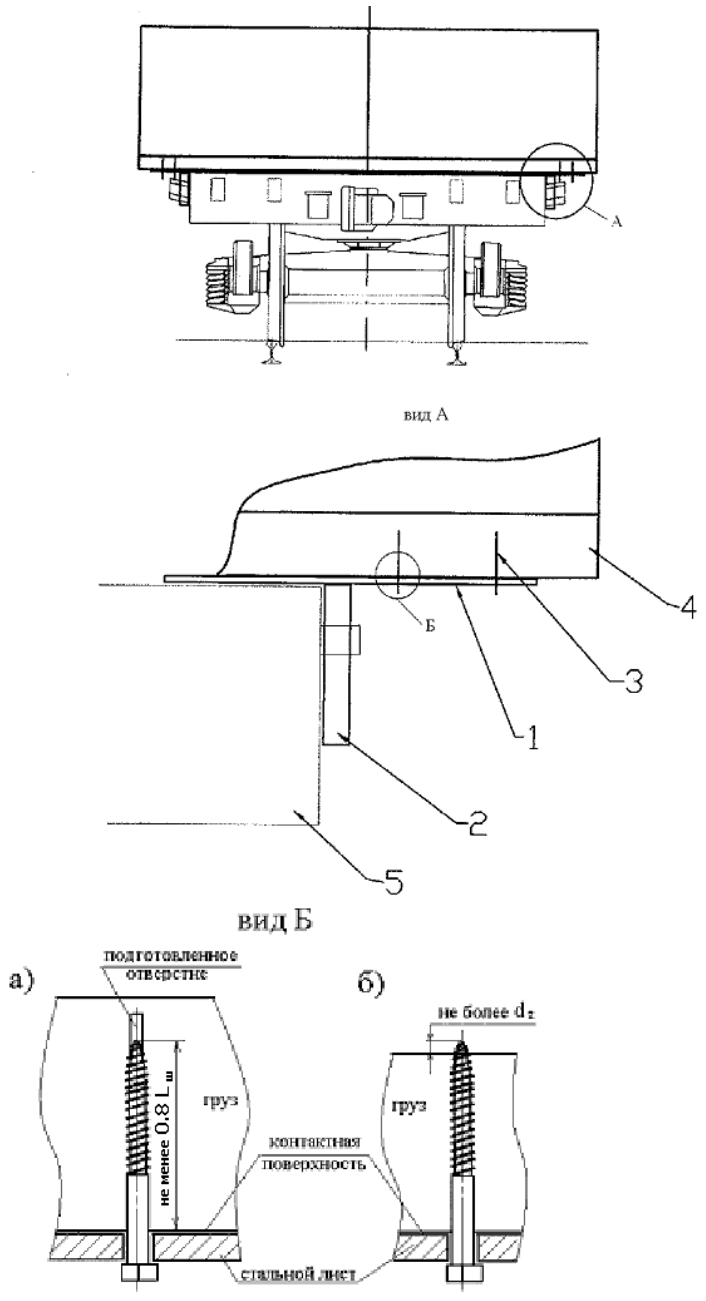


Рисунок 37

1 – стальной лист; 2 – стальная стойка; 3 – шуруп; 4 – груз; 5 – вагон

9.28. Допускается для соединения деталей крепления между собой и с грузом применение электросварки. При выполнении сварочных работ должны быть обеспечены меры безопасности, предусмотренные соответствующими правилами и инструкциями. При проведении сварочных работ средство крепления (груз), на котором выполняется сварка, должно быть заземлено отдельным проводом в обход вагона.

10. Многооборотные средства крепления

10.1. Под многооборотными средствами крепления понимают средства крепления многоразового использования, предназначенные для размещения и закрепления грузов в вагонах и контейнерах, например, кассеты, турникеты, пирамиды, стропы, стяжки и др.

10.2. Кассеты, турникеты, пирамиды и аналогичные им средства крепления должны изготавливаться в климатическом исполнении "ХЛ" категории 1 по ГОСТ 15150.

10.3. Многооборотные средства крепления должны обеспечивать:

– распределение массы груза на раму и тележки вагона в соответствии с требованиями пункта 4 настоящей главы;

– возможность производства погрузочно-разгрузочных работ (в том числе с применением грузозахватных средств);

– надежное закрепление груза, исключающее его недопустимые поступательные смещения, развал, опрокидывание;

– сохранность груза и подвижного состава в процессе перевозки и при выполнении погрузочно-разгрузочных операций.

10.4. Устройство многооборотного средства крепления должно обеспечивать его закрепление на подвижном составе к предусмотренным для этого деталям и узлам вагона.

10.5. В состав комплекта документации на разрабатываемые многооборотные средства крепления должны входить:

– рабочие чертежи;

– руководство по эксплуатации (паспорт).

В руководстве по эксплуатации (паспорте) многооборотного средства крепления должны содержаться необходимые указания по периодичности технического обслуживания (осмотр, смазка, регулировка и ремонт узлов) и освидетельствования, информация о возможных неисправностях и способах их устранения, указания по безопасности обслуживания и эксплуатации, правила хранения.

10.6. Каждый комплект многооборотного средства крепления должен иметь на видном месте маркировку, регламентированную технической документацией на него, например:

- марку устройства;
- наименование (товарный знак) изготовителя;
- дату выпуска и порядковый номер;
- грузоподъемность или другие необходимые технические параметры;
- наименование (обозначение) собственника;
- дату следующего очередного испытания (освидетельствования) и (или) ремонта.

11. Методика расчета размещения и крепления грузов в вагонах

11.1. Вводные положения к Методике расчета

При определении способов размещения и крепления груза должны наряду с его массой учитываться следующие силы и нагрузки:

– продольные горизонтальные инерционные силы, возникающие при движении в процессе разгона и торможения поезда, при соударении вагонов во время маневров и роспуске с сортировочных горок;

– поперечные горизонтальные инерционные силы, возникающие при движении вагона и при вписывании его в кривые и переходные участки пути;

– вертикальные инерционные силы, вызываемые ускорениями при колебаниях движущегося вагона;

– ветровая нагрузка;

– силы трения.

Точкой приложения продольных, поперечных и вертикальных инерционных сил является центр тяжести груза (**$ЦТ_{гр}$**). Точкой приложения равнодействующей ветровой нагрузки принимается геометрический центр наветренной поверхности груза.

Особенности расчета размещения и крепления длинномерных грузов приведены в пункте 12 настоящей главы.

11.2. Определение инерционных сил и ветровой нагрузки, действующих на груз

11.2.1. Продольная инерционная сила (**$F_{пр}$**) определяется по формуле:

$$F_{пр} = a_{пр} \, Q_{гр} \text{ (тс)}, \qquad \textbf{(4)}$$

где $a_{пр}$ – удельная продольная инерционная сила на 1 т массы груза, тс/т;
$Q_{гр}$ – масса груза, т.

Значения $a_{пр}$ для конкретной массы груза определяются по формулам:

- при погрузке с опорой на один вагон:

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}^{o} (a_{22} - a_{94})}{72} \text{ (тс/т)}; \qquad \textbf{(5)}$$

- при погрузке с опорой на два вагона:

$$a_{пр} = a_{44} - \frac{Q_{гр}^{o} (a_{44} - a_{188})}{144} \text{ (тс/т)}, \qquad \textbf{(6)}$$

где $Q_{гр}^{o}$ – общая масса груза в вагоне или на сцепе, т;

a_{22}, a_{94}, a_{44}, a_{188} – значения удельной продольной инерционной силы в зависимости от типа крепления при массе брутто соответственно вагона: 22 т и 94 т; сцепа: 44 т и 188 т (принимаются по таблице 28).

Таблица 28

Значения удельной продольной инерционной силы в зависимости от типа крепления груза

Тип крепления	Значения $a_{пр}$ (тс/т) при опирании груза на			
	один вагон		два вагона	
	a_{22}	a_{94}	a_{44}	a_{188}
Упругое, например: – проволочные растяжки и обвязки, тросовые растяжки и обвязки с натяжным устройством, металлические полосовые обвязки; – деревянные упорные, распорные бруски; – крепление груза в кассете, пирамиде и т.п. с упором груза в их элементы через деревянные бруски; – крепление металлическими упорными конструкциями, закрепленными к вагону болтами: груза, упакованного в деревянный ящик, неупакованного груза в случае, когда между грузом и металлическим упором уложен деревянный брусок	1,2	0,97	1,2	0,86
Жесткое, например: – крепление груза к вагону болтами, шпильками, иными аналогичными средствами крепления; – в случае размещения груза (за исключением упакованного в деревянный ящик) с непосредственным упором в элементы конструкции вагона; – крепление кассеты, пирамиды и т.п. к стоечной скобе платформы болтами, при помощи металлических стоек или металлических упоров; – крепление металлическими упорными конструкциями, закрепленными к вагону болтами, неупакованного груза из металла, железобетона	1,9	1,67	1,9	1,56

11.2.2. Поперечная горизонтальная инерционная сила $\mathbf{F_п}$ с учетом действия центробежной силы определяется по формуле:

$$\mathbf{F_п = a_п Q_{гр} / 1000}\ (\text{тс}), \qquad \mathbf{(7)}$$

где $\mathbf{a_п}$ – удельная поперечная инерционная сила на 1 т массы груза, кгс/т.

Для грузов с опорой на один вагон $\mathbf{a_п}$ определяется по формуле:

$$\mathbf{a_п = a_с + \frac{2\,(a_ш - a_с)}{l_в}\, l_{гр}}\ (\text{кгс/т}), \qquad \mathbf{(8)}$$

где $\mathbf{a_с}$, $\mathbf{a_ш}$ – удельные поперечные инерционные силы для случаев, когда $\mathbf{ЦТ_{гр}}$ находится в вертикальных поперечных плоскостях, проходящих соответственно**:** через середину вагона, через шкворневую балку (таблица 29), кгс/т;

$\mathbf{l_в}$ – база вагона, м;

$\mathbf{l_{гр}}$ – расстояние от $\mathbf{ЦТ_{гр}}$ до поперечной плоскости симметрии вагона, м.

Для длинномерных грузов, перевозимых на сцепах с опорой на два вагона, $\mathbf{a_п}$ принимается по таблице 29.

Таблица 29

Значения удельных поперечных инерционных сил

Размещение груза	**Значения удельных поперечных инерционных сил, кгс/т**
С опорой на один вагон и расположением $\mathbf{ЦТ_{гр}}$ в вертикальной поперечной плоскости, проходящей через:	
- середину вагона, $\mathbf{a_c}$	330
- шкворневую балку, $\mathbf{a_ш}$	550
С опорой на два вагона	400

11.2.3. Вертикальная инерционная сила $\mathbf{F_в}$ определяется по формуле:

$$\mathbf{F_в = a_в\ Q_{гр}/1000}\ (тс), \qquad \mathbf{(9)}$$

где $\mathbf{a_в}$ – удельная вертикальная сила на 1 тонну массы груза, кгс/т , которая определяется по формуле:

$$\mathbf{a_в = 250 + к\ l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}^{o}}}\ (кгс/т). \qquad \mathbf{(10)}$$

При загрузке вагона грузом массой менее и равной 10т значение $\mathbf{Q_{гр}^{o}}$ принимают равным 10 т. Коэффициент **к** при погрузке с опорой на один вагон принимают равным 5, с опорой на два вагона – 20.

11.2.4. Ветровая нагрузка $\mathbf{W_п}$ определяется с учетом удельной ветровой нагрузки, равной 50 кгс/м^2, по формуле:

$$\mathbf{W_п = 50\ S_п/1000}\ (тс), \qquad \mathbf{(11)}$$

где $\mathbf{S_п}$ – площадь наветренной поверхности груза (проекции поверхности груза, выступающей за пределы боковых бортов платформы либо боковых стен полувагона, на продольную плоскость симметрии вагона), м^2. Для цилиндрической поверхности $S_п$ принимается равной половине площади наветренной поверхности груза.

11.3. Определение сил трения

11.3.1. Силы трения, препятствующие перемещению груза, опирающегося на один или два вагона без применения турникетных опор, определяются по формулам:

– в продольном направлении:

$$\mathbf{F_{тр}^{пр} = Q_{гр}\ \mu}\ (тс); \qquad \mathbf{(12)}$$

– в поперечном направлении:

$$\mathbf{F_{тр}^{п} = Q_{гр}\ \mu\ (1000 - a_в)/1000}\ (тс), \qquad \mathbf{(13)}$$

где μ – коэффициент трения между контактирующими поверхностями груза и вагона (или подкладок).

Значения коэффициентов трения скольжения между очищенными от грязи, снега, льда опорными поверхностями груза, подкладок и пола вагона (в зимний период посыпанных тонким слоем песка) принимаются равными:

- дерево по дереву 0,45;
- сталь по дереву 0,40;
- сталь по стали 0,30;
- железобетон по дереву 0,55;
- вертикально устанавливаемые рулоны листовой стали (штрипсы) с открытыми торцами по дереву 0,61;
- пачки промасленной листовой стали по дереву 0,21;
- резина по дереву (для колесной техники) 0,50;
- алюминий по дереву 0,38;
- свинец и цинк по дереву 0,37.

Коэффициент трения качения принимается равным 0,10.

Применение в расчетах иных значений коэффициента трения (для других контактирующих материалов или при особых условиях контактирования) должно быть обосновано в соответствии с требованиями, изложенными в Приложении 2 к настоящей главе.

Особенности определения сил трения, препятствующих перемещению длинномерных грузов при их размещении с применением турникетных опор, рассмотрены в пункте 12.8 настоящей главы.

11.3.2. При размещении на платформе с деревометаллическим полом груза без применения подкладок, центр тяжести которого совпадает с его геометрическим центром (рисунок 38), силы трения, препятствующие перемещению груза, определяются по формулам:

– в продольном направлении:

$$\mathbf{F_{тр}^{пр} = F_{тр1}^{пр} + F_{тр2}^{пр} + F_{тр3}^{пр}}\ (\text{тс}), \qquad \mathbf{(14)}$$

где $\mathbf{F_{тр1}^{пр}}$, $\mathbf{F_{тр2}^{пр}}$, $\mathbf{F_{тр3}^{пр}}$ – силы трения, действующие на участках опирания груза на поверхность пола. Их значения определяются по формулам:

$$\mathbf{F_{тр1}^{пр} = Q_{гр}} \frac{\mathbf{a}}{\mathbf{d}} \mu_1\ (\text{тс}); \qquad \mathbf{(15)}$$

$$\mathbf{F_{тр2}^{пр} = Q_{гр}} \frac{\mathbf{b}}{\mathbf{d}} \mu_2\ (\text{тс}); \qquad \mathbf{(16)}$$

$$\mathbf{F_{тр3}^{пр} = Q_{гр}} \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{d}} \mu_3\ (\text{тс}), \qquad \mathbf{(17)}$$

где μ_1, μ_2, μ_3 – коэффициенты трения части груза о соответствующие участки поверхности пола;

a/ d, **b/ d**, **c/ d** – доли массы груза, которые приходятся на соответствующие участки поверхности пола;

– в поперечном направлении:

$$\mathbf{F_{тр}^{п} = Q_{гр}} \left(\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{d}} \mu_1 + \frac{\mathbf{b}}{\mathbf{d}} \mu_2 + \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{d}} \mu_3 \right) \mathbf{(1000 - a_в)/1000}\ (\text{тс}), \qquad \mathbf{(18)}$$

где $\mathbf{a_в}$ – удельная вертикальная инерционная сила, определяемая по формуле **(10),** кгс/т.

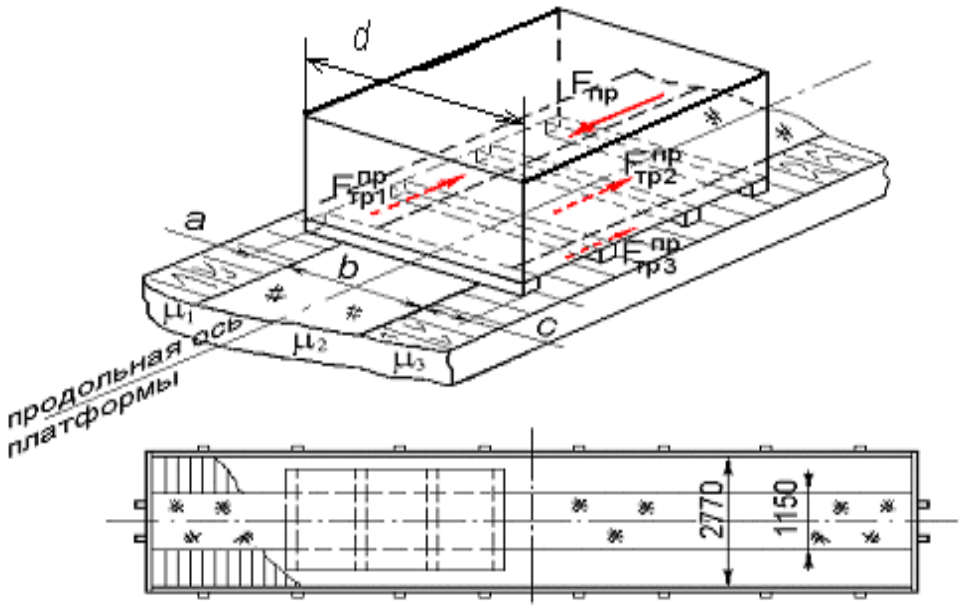


Рисунок 38 – Силы трения, действующие на участках опирания груза на поверхность деревометаллического пола платформы

Груз, расположенный несимметрично продольной плоскости симметрии платформы (рисунок 39), может испытывать дополнительное воздействие момента вращения ($\mathbf{M_{тр}}$) в горизонтальной плоскости относительно вертикальной оси, проходящей через его центр тяжести.

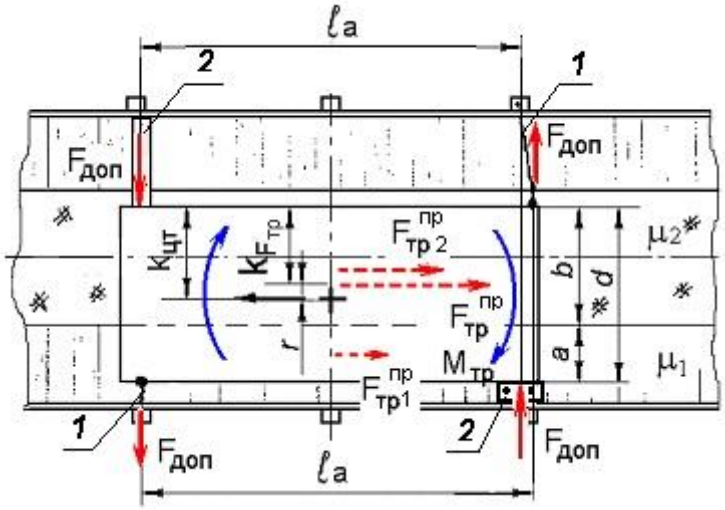


Рисунок 39 – Момент вращения, действующий на груз, расположенный несимметрично относительно продольной плоскости симметрии платформы с деревометаллическим полом
1 – растяжка; 2 – распорный брусок

Момент вращения $\mathbf{M_{тр}}$ определяется по формуле:

$$\mathbf{M_{тр}} = \mathbf{F_{тр}^{пр}}\ \mathbf{r}\ (\text{тсм}), \qquad \mathbf{(19)}$$

где **r** – плечо силы трения $\mathbf{F_{тр}^{пр}}$, определяемое как абсолютная величина разности:

$$r = |К_{цт} - К_{Fтр}| \text{ (м)}, \qquad (20)$$

где $К_{цт}$, $К_{Fтр}$, – координаты в поперечном направлении центра тяжести соответственно груза и силы трения $F_{тр}^{пр}$ относительно края поверхности опирания груза на пол, м.

$$К_{Fтр} = \frac{F_{тр1}^{пр}(b + a/2) + F_{тр2}^{пр} b/2}{F_{тр1}^{пр} + F_{тр2}^{пр}} \text{ (м)} \qquad (21)$$

При r = 0 момент вращения груза отсутствует, и расчет проводят только для плоско-параллельного движения.

Дополнительные усилия ($F_{доп}$), которые должны создаваться средствами крепления для предотвращения разворота груза, определяют по формуле:

$$F_{доп} = M_{тр} / l_a \text{ (тс)}, \qquad (22)$$

где l_a – расстояние между вертикальными плоскостями, проведенными через $F_{доп}$, м.

Усилие в растяжке, соответствующее $F_{доп}$, определяют с учетом углов наклона растяжки.

11.4. Определение устойчивости груженого вагона и груза в вагоне

11.4.1. Высота общего центра тяжести вагона с грузом (рисунок 40) определяется по формуле:

$$Н_{цт}^{о} = \frac{Q_{гр1} h_{цт1} + Q_{гр2} h_{цт2} + ... + Q_{грn} h_{цтn} + Q_т Н_{цт}^{в}}{Q_{гр}^{0} + Q_т} \text{ (мм)}, \qquad (23)$$

где $Q_т$ – масса тары вагона, т;

$h_{цт1}$, $h_{цт2}$, ... $h_{цтn}$ – высота ЦТ единиц груза от УГР, мм;

$Н_{цт}^{в}$ – высота ЦТ порожнего вагона от УГР, мм (таблица 30).

Таблица 30

Площадь наветренной поверхности и высота центра тяжести вагонов, значения коэффициентов **p** и **q**

Тип вагона	Площадь наветренной поверхности, м²	Высота ЦТ порожнего вагона от УГР, м	Значение коэффициентов	
			p	q
Четырехосный полувагон:				
- с объемом кузова до 77 м³	34	1,13	5,61	0,11
- с объемом кузова 83-88 м³	37	1,13	5,61	0,11
Четырехосная платформа базой 9720 мм:				
- с закрытыми бортами	13	0,8	3,34	0,10
- с открытыми бортами	7	0,8	3,34	0,10
Четырехосная платформа базой 14400 мм:				
- с закрытыми бортами	16	0,8	4,11	0,08
- с открытыми бортами	11	0,8	4,11	0,08
Четырехосная платформа базой 14720 мм	9	0,8	3,30	0,08

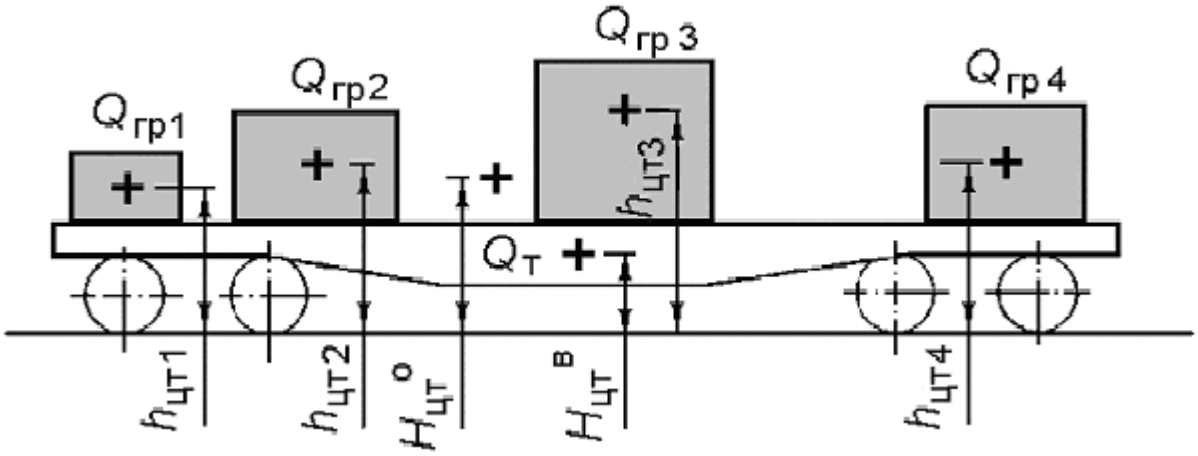


Рисунок 40 – Определение высоты общего центра тяжести вагона с грузом относительно УГР

11.4.2. Поперечная устойчивость вагона проверяется в случаях, когда высота центра тяжести вагона с грузом (сцепа с грузом, если груз опирается на один вагон) от УГР превышает 2300 мм или наветренная поверхность вагона с грузом превышает 50 м^2.

Поперечная устойчивость груженого вагона обеспечивается, если удовлетворяется условие:

$$\frac{\mathbf{P_ц + P_в}}{\mathbf{P_{ст}}} \leq \mathbf{0,55}, \qquad \mathbf{(24)}$$

где $\mathbf{P_{ст}}$ – статическая нагрузка от колеса на рельс, тс;

$\mathbf{P_ц + P_в}$ – дополнительная вертикальная нагрузка на колесо от действия центробежной силы и ветровой нагрузки, тс.

Статическая нагрузка $\mathbf{P_{ст}}$ определяется по следующим формулам.

При симметричном размещении груза относительно продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона:

$$\mathbf{P_{ст}} = \frac{\mathbf{Q_т + Q_{гр}^{о}}}{\mathbf{n_к}} \text{ (тс)} \qquad \mathbf{(25)}$$

При смещении груза только поперек вагона:

$$\mathbf{P_{ст}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{n_к}} \mathbf{(Q_т + Q_{гр}^{о} (1,0 - \frac{b_{см}}{S}))} \text{ (тс)} \qquad \mathbf{(26)}$$

При смещении груза только вдоль вагона – для менее нагруженной тележки:

$$\mathbf{P_{ст}} = \frac{\mathbf{2}}{\mathbf{n_к}} \mathbf{(\frac{Q_т}{2} + Q_{гр}^{о} (0,5 - \frac{l_{см}}{l_в}))} \text{ (тс)} \qquad \mathbf{(27)}$$

При одновременном смещении груза вдоль и поперек вагона – для менее нагруженной тележки:

$$\mathbf{P_{ст}} = \frac{\mathbf{2}}{\mathbf{n_к}} \mathbf{(\frac{Q_т}{2} + Q_{гр}^{о} (0,5 - \frac{l_{см}}{l_в})(1,0 - \frac{b_{см}}{S}))} \text{ (тс)}, \qquad \mathbf{(28)}$$

где $\mathbf{n_к}$ – число колес грузонесущего вагона;

$\mathbf{2S}$ = 1580 мм – расстояние между кругами катания колесной пары.

Дополнительная вертикальная нагрузка на колесо от действия центробежных сил и ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$P_ц + P_в = \frac{1}{n_к S}(0{,}075(Q_т + Q_{гр}^{o}) H_{цт}^{o} + W_п h + 1000p) \text{ (тс)}, \qquad (29)$$

где $W_п$ – ветровая нагрузка, действующая на части груза, выступающие за пределы кузова вагона, тс;

h – высота геометрического центра наветренной поверхности груза от УГР, мм;

p – коэффициент, учитывающий ветровую нагрузку на кузов и тележки грузонесущих вагонов и поперечное смещение **ЦТ** груза за счет деформации рессор. Значения **p** приведены в таблице 30.

Особенности определения устойчивости сцепов вагонов с размещенными на них длинномерными грузами, если груз опирается на два вагона, рассматриваются в пункте 12 настоящей главы.

11.4.3. Кроме поступательных перемещений грузы в процессе перевозки могут подвергаться опрокидыванию. Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания определяется по формулам:

– при опрокидывании вдоль вагона (рисунок 41):

$$\eta_{пр} = \frac{l_{пр}^{o}}{a_{пр}(h_{цт} - h_{у}^{пр})}; \qquad (30)$$

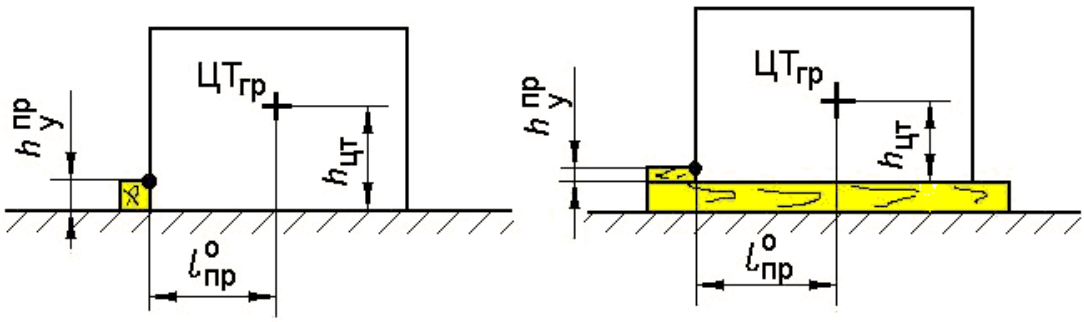


Рисунок 41 – Варианты расположения упоров от опрокидывания груза в продольном направлении

– при опрокидывании поперек вагона (рисунок 42):

$$\eta_{п} = \frac{Q_{гр} b_{п}^{o}}{F_{п}(h_{цт} - h_{у}^{п}) + W_{п}(h_{нп}^{п} - h_{у}^{п})}, \qquad (31)$$

где $l_{пр}^{o}$, $b_{п}^{o}$ – кратчайшие расстояния от проекции ЦТ груза на горизонтальную плоскость до ребра опрокидывания соответственно вдоль и поперек вагона, мм;

$h_{цт}$ – высота ЦТ груза над полом вагона или плоскостью подкладок, мм;

$h_{у}^{пр}$, $h_{у}^{п}$ – высота соответственно продольного и поперечного упора от пола вагона или плоскости подкладок, мм;

$h_{нп}^{п}$ – высота центра наветренной поверхности груза от пола вагона или плоскости подкладок, мм.

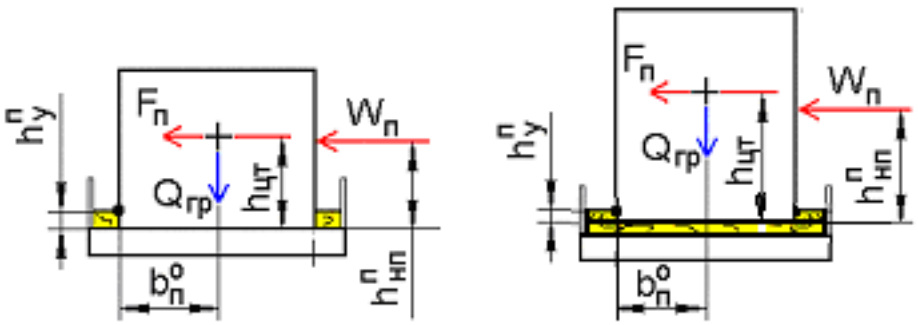


Рисунок 42 – Варианты расположения упоров от опрокидывания груза в поперечном направлении

Если значения $\eta_{пр}$ и $\eta_п$ составляют не менее 1,25, груз является устойчивым, дополнительное закрепление его от опрокидывания не требуется.

Если значение $\eta_{пр}$ или $\eta_п$ составляет менее 1,25, устойчивость груза должна быть обеспечена соответствующим креплением:

– грузы, значение $\eta_{пр}$ или $\eta_п$ которых менее 0,8, а также грузы, для которых одновременно $\eta_{пр}$ и $\eta_п$ менее 1,0, следует перевозить с использованием специальных устройств (металлических кассет, каркасов и пирамид), конструкция и параметры которых должны быть обоснованы отправителем расчетами;

– если значение $\eta_{пр}$ или $\eta_п$ находится в пределах от 0,8 до 1,0, то закрепление груза от поступательных перемещений и от опрокидывания рекомендуется выполнять раздельно, независимыми средствами крепления. При закреплении груза от опрокидывания в поперечном направлении растяжками следует стремиться к их установке таким образом, чтобы проекция растяжки на пол вагона была перпендикулярна к продольной плоскости симметрии вагона, а место закрепления растяжки на грузе находилось на максимальной высоте от уровня пола;

– если значение $\eta_{пр}$ или $\eta_п$ находится в пределах от 1,01 до 1,25, допускается закреплять груз от опрокидывания и от поступательных перемещений едиными средствами крепления, воспринимающими как продольные, так и поперечные инерционные силы.

При закреплении груза растяжками усилие в растяжках от опрокидывания определяется по формулам:

– в продольном направлении (рисунок 43а):

$$R_{пр}^{o} = \frac{1{,}25\, F_{пр}\,(h_{цт} - h_y^{пр}) - Q_{гр}\, l_{пр}^{o}}{n_р^{пр}\,(h_р \cos\alpha \cos\beta_{пр} + l_{пр}^{р} \sin\alpha)} \text{ (тс);} \qquad \textbf{(32)}$$

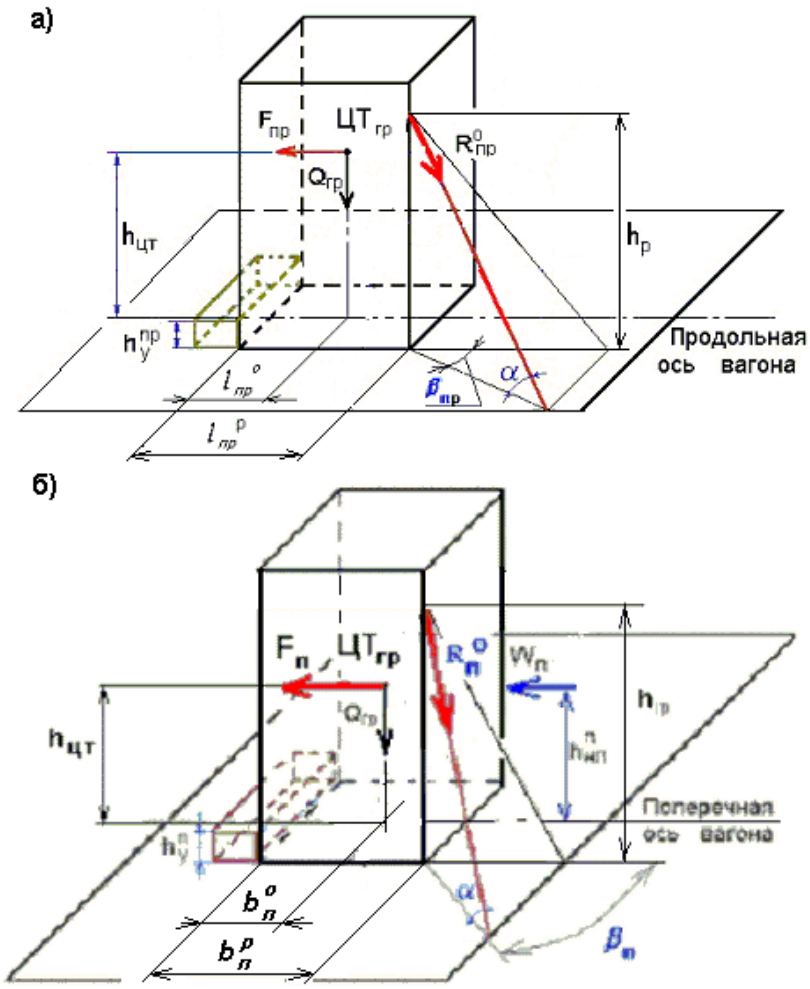


Рисунок 43 – Крепление груза от опрокидывания растяжками:
а) – в продольном направлении;
б) – в поперечном направлении

– в поперечном направлении (рисунок 43б):

$$R_п^o = \frac{1{,}25(F_п\,(h_{цт} - h_y^п) + W_п\,(h_{нп}^п - h_y^п)) - Q_{гр}\,b_п^o}{n_p^п\;\;(h_p \cos\alpha \cos\beta_п + b_п^p \sin\alpha)} \text{ (тс)} \qquad \textbf{(32а)}$$

В формулах 32 и 32а:

α – угол наклона растяжки к полу вагона;

$\beta_{пр}$, $\beta_п$ – углы между проекцией растяжки на горизонтальную плоскость и соответственно продольной, поперечной плоскостями симметрии вагона;

$n_p^{пр}$, $n_p^п$ – число растяжек, работающих в одном направлении;

$l_{пр}^p$, $b_п^p$ – расстояния от точки закрепления растяжки на грузе до вертикальных плоскостей, проходящих через ребро опрокидывания соответственно в продольном, поперечном направлениях, мм;

h_p – высота точки закрепления растяжки на грузе относительно уровня пола вагона (подкладок), мм.

При закреплении груза от опрокидывания обвязками (рисунок 44) должны быть выполнены следующие требования:

– обвязки должны быть установлены в плоскостях, перпендикулярных продольной плоскости симметрии вагона;

– при закреплении от опрокидывания в продольном направлении количество обвязок должно быть не менее двух;

– на грузе обвязки должны располагаться симметрично относительно его центра тяжести;

– при установке обвязок в плоскости, не параллельной поперечной плоскости симметрии вагона (наклонные обвязки), должно быть обеспечено их крепление на грузе от сдвига.

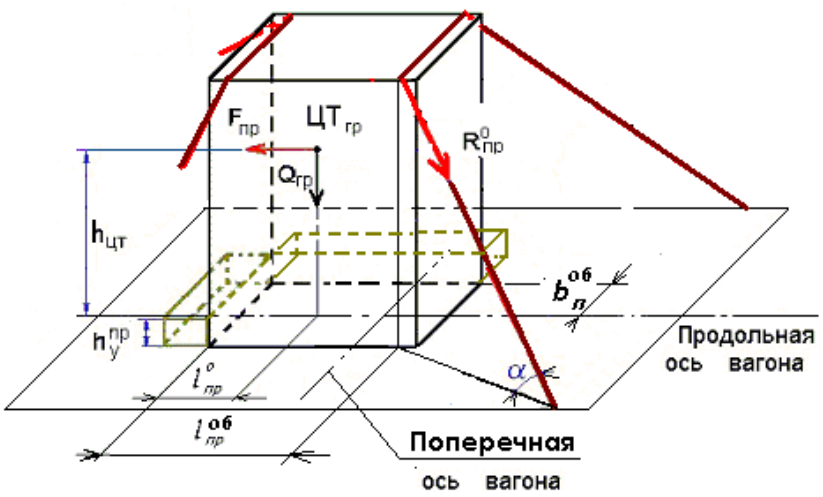


Рисунок 44 – Крепление груза от опрокидывания обвязками

При закреплении груза от опрокидывания обвязками усилие в них определяется по формулам:

– в продольном направлении

$$R_{пр}^{o} = \frac{1{,}25\, F_{пр}\,(h_{цт} - h_{у}^{пр}) - Q_{гр}\, l_{пр}^{o}}{2 n_{об}^{пр}\, l_{пр}^{об} \sin\alpha} \text{ (тс);} \qquad \textbf{(33)}$$

– в поперечном направлении

$$R_{п}^{o} = \frac{1{,}25(F_{п}\,(h_{цт} - h_{у}^{п}) + W_{п}\,(h_{нп}^{п} - h_{у}^{п})) - Q_{гр}\, b_{п}^{o}}{2 n_{об}^{п}\, b_{п}^{об} \sin\alpha} \text{ (тс),} \qquad \textbf{(33а)}$$

где $n_{об}^{пр}$, $n_{об}^{п}$ – число обвязок, работающих в одном направлении;

$l_{пр}^{об}$ – расстояние от линии огибания обвязкой груза до вертикальной плоскости, проходящей через ребро опрокидывания в продольном направлении, мм;

$b_{п}^{об}$ – расстояние от проекции центра тяжести груза на пол вагона до вертикальной плоскости, проходящей через ребро опрокидывания в поперечном направлении, мм; остальные обозначения те же, что в формулах 32 и 32а.

11.5. Выбор и расчет средств крепления. Допускаемые нагрузки на средства крепления

Крепление груза в зависимости от его конфигурации и параметров, характера возможных перемещений и других факторов осуществляется растяжками, обвязками, упорными и распорными брусками, ложементами и другими средствами крепления (таблица 31).

У техники на колесном и гусеничном ходу, способ размещения и крепления которой устанавливается МТУ или НТУ, поворотную в горизонтальной плоскости часть техники, не демонтированную или частично демонтированную стрелу дополнительно к креплению, предусмотренному требованиями технической документации на груз, закрепляют в соответствии с пунктом 8 главы 7 или пунктами 2.6.2 и 2.6.3 главы 8 настоящих ТУ.

Таблица 31

Рекомендации по выбору средств крепления грузов

Грузы	Возможные перемещения груза	Рекомендуемые средства крепления
Штучные с плоскими опорами	Поступательные продольные и поперечные перемещения	Упорные, распорные бруски; растяжки, обвязки
	Опрокидывание продольное, поперечное	Растяжки, обвязки; упорные бруски; кассеты, каркасы, пирамиды и пр.
Цилиндрической формы, размещаемые на образующую	Продольное (поперечное) поступательное перемещение	Упорные, распорные бруски; растяжки, обвязки
	Перекатывание поперек (вдоль) вагона	Упорные бруски, ложементы; обвязки, растяжки
На колесном ходу	Перекатывание вдоль (поперек) вагона	Упорные бруски; растяжки; многооборотные колесные упоры (башмаки)
	Продольное, поперечное поступательное перемещение	Упорные, распорные бруски; растяжки
С плоскими опорами, размещаемые штабелями	Поступательные продольные и поперечные перемещения всего штабеля или отдельных единиц	Упорные, распорные бруски; увязки, растяжки, обвязки; щиты ограждения; стойки; каркасы, кассеты
Длинномерные	Продольные и поперечные поступательные перемещения	Растяжки, обвязки; щиты ограждения, стойки
	Поперечное опрокидывание	Обвязки, растяжки; подкосы, упорные бруски; ложементы

11.5.1. Продольное $\Delta F_{пр}$ и поперечное $\Delta F_{п}$ усилия, которые воспринимают средства крепления, определяются по формулам:

$$\mathbf{\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}^{пр}} \text{ (тс);} \qquad \mathbf{(34)}$$

$$\mathbf{\Delta F_{п} = n\,(F_{п} + W_{п}) - F_{тр}^{п}} \text{ (тс),} \qquad \mathbf{(35)}$$

где **n** – коэффициент, значение которого принимается равным 1,0 при разработке способов размещения и крепления грузов, включаемых в настоящие ТУ или МТУ, и 1,25 – для НТУ.

Эти усилия могут восприниматься как одним, так и несколькими видами средств крепления:

$$\Delta F_{пр} = \Delta F_{пр}^{р} + \Delta F_{пр}^{б} + \Delta F_{пр}^{об} \text{ (тс);} \quad \textbf{(36)}$$

$$\Delta F_{п} = \Delta F_{п}^{р} + \Delta F_{п}^{б} + \Delta F_{п}^{об} \text{ (тс),} \quad \textbf{(37)}$$

где $\Delta F_{пр}^{р}$, $\Delta F_{п}^{р}$, $\Delta F_{пр}^{б}$, $\Delta F_{п}^{б}$, $\Delta F_{пр}^{об}$, $\Delta F_{п}^{об}$ – части продольного или поперечного усилия, воспринимаемые соответственно растяжками, брусками, обвязками.

При разработке способов крепления грузов от продольного смещения предпочтительно обеспечивать их устойчивость одним видом средств крепления.

В случае, когда коэффициент трения μ_2 между подкладками и полом меньше коэффициента трения μ_1 между грузом и подкладками ($\mu_2 < \mu_1$), для реализации величин сил трения $F_{тр}^{пр}$ и $F_{тр}^{п}$ подкладки должны быть закреплены к полу вагона. Суммарное количество гвоздей для закрепления подкладок определяется по формуле:

$$n_{гв}^{п} = 1000 Q_{гр}(\mu_1 - \mu_2)/ R_{гв} \text{ (шт.),} \quad \textbf{(38)}$$

где $R_{гв}$ – допускаемое усилие на один гвоздь, принимается по таблице 34.

11.5.2. При закреплении груза от смещения растяжками (рисунок 45а) величину усилий в растяжках с учетом увеличения сил трения от вертикальных составляющих усилий в них определяют по формулам:

– от сил, действующих в продольном направлении:

$$R_{р}^{пр_i} = \frac{\Delta F_{пр}}{\Sigma(n_{р}^{пр_i} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{пр\,i}))} \text{ (тс);} \quad \textbf{(39)}$$

– от сил, действующих в поперечном направлении:

$$R_{р}^{п_i} = \frac{\Delta F_{п}}{\Sigma(n_{р}^{п_i} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{п\,i}))} \text{ (тс),} \quad \textbf{(40)}$$

где $R_{р}^{пр_i}$, $R_{р}^{п_i}$ – усилия в **i**-той растяжке;

$n_{р}^{пр_i}$, $n_{р}^{п_i}$ – количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении, расположенных под одинаковыми углами α_i , $\beta_{пpi}$, $\beta_{пi}$;

α_i – угол наклона i-той растяжки к полу вагона;

$\beta_{пpi}$, $\beta_{пi}$ – углы между проекцией i-той растяжки на пол вагона и, соответственно, продольной, поперечной плоскостями симметрии вагона;

μ – коэффициент трения между контактирующими поверхностями груза и вагона (подкладок).

В случаях, когда растяжки используются для закрепления груза одновременно от смещения и опрокидывания, растяжки должны рассчитываться по суммарным усилиям ($R_{р}^{пр} + R_{пр}^{о}$) и ($R_{р}^{п} + R_{п}^{о}$).

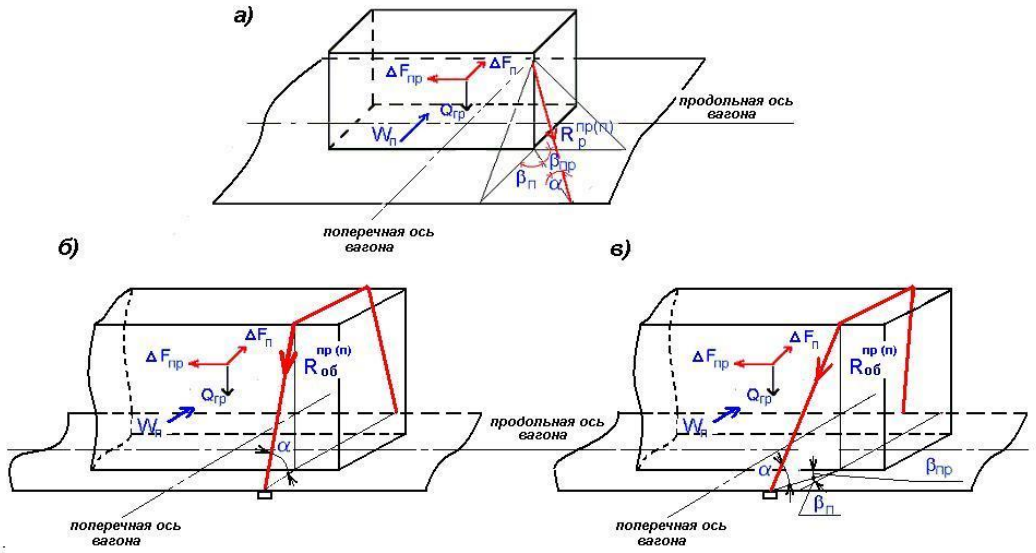


Рисунок 45 – Расчетные схемы усилий в растяжке, обвязке
а) – в растяжке; б), в) – в обвязке

Количество нитей в растяжке или ее сечение определяется по большему усилию ($\mathbf{R_p^{пр} + R_{пр}^{о}}$) или ($\mathbf{R_p^{п} + R_{п}^{о}}$) в соответствии с таблицами 32 и 33.

В случае использования проволочных растяжек, работающих на одном грузе в одном направлении и отличающихся по длине более чем в 2 раза или имеющих разные углы наклона к полу вагона, расчет параметров растяжек следует производить по методике, приведенной в Приложении 3 к настоящей главе.

Не рекомендуется устанавливать проволочные растяжки длиной более 4 метров.

Таблица 32

Допускаемые растягивающие нагрузки на проволочные средства крепления в зависимости от диаметра проволоки и числа нитей (кгс)

Число нитей	**Диаметр проволоки, мм**									
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,3	6,5	7,0	7,5	8,0
2	270 440	350 560	430 680	530 840	620 980	680 1080	730 1150	850 1350	970 1550	1100 1750
4	540 880	700 1120	860 1360	1060 1680	1240 1960	1360 2160	1460 2300	1700 2700	1940 3100	2200 3500
6	810 1320	1050 1680	1290 2040	1590 2520	1860 2940	2040 3240	2190 3450	2550 4050	2910 4650	3300 5250
8	1080 1760	1400 2240	1720 2720	2120 3360	2480 3920	2720 4320	2920 4600	3400 5400	3880 6200	4400 7000

Примечание. В числителе приведены значения для способов крепления по НТУ, в знаменателе – для способов крепления по МТУ, а также для способов, приведенных в других главах настоящих ТУ.

11.5.3. При закреплении груза от продольного и поперечного смещения обвязками, расположенными в плоскости, параллельной поперечной плоскости симметрии вагона (рисунок 45б), усилие в обвязке определяют по формулам:

– от сил, действующих в продольном направлении:

$$R_{об}^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}^{об}}{2\, n_{об}\, \mu \sin \alpha} \text{ (тс);} \qquad \textbf{(41)}$$

– от сил, действующих в поперечном направлении:

$$R_{об}^{п} = \frac{\Delta F_{п}^{об}}{2\, n_{об}\, \mu \sin \alpha} \text{ (тс),} \qquad \textbf{(42)}$$

где $n_{об}$ – количество обвязок.

Допускается для закрепления груза от продольного и поперечного смещения применять обвязки, расположенные в плоскости, перпендикулярной продольной плоскости симметрии вагона и не параллельной поперечной плоскости симметрии вагона (рисунок 45в) («наклонные обвязки»).

В этом случае расчет крепления груза выполняется:

– в продольном направлении – в соответствии с пунктом 11.5.2 настоящей главы, при этом принимается, что каждая боковая ветвь одной обвязки эквивалентна одной растяжке. Усилие в ветвях обвязки определяется по формуле:

$$R_{об}^{пр} = 1{,}2\, R_{р}^{пр} \text{ (тс),} \qquad \textbf{(43)}$$

где $R_{р}^{пр}$ – усилие в растяжке, определенное по формуле (39) при $n_{р}^{пр} = 2\, n_{об}$;

– в поперечном направлении – по формуле:

$$R_{об}^{п} = \frac{\Delta F_{п}^{об}}{2\, n_{об}\, \mu \sin \alpha \cos \beta_{п}} \text{ (тс),} \qquad \textbf{(44)}$$

где $\beta_{п}$ – угол между проекцией ветви обвязки на пол вагона и поперечной плоскостью симметрии вагона.

11.5.4. Площадь сечения растяжек и обвязок, за исключением проволочных, определяют по формуле:

$$S = \frac{1000\, R}{[\sigma]} \text{ (см}^2\text{),} \qquad \textbf{(45)}$$

где R – усилие в растяжке, обвязке, тс;

$[\sigma]$ – допускаемые напряжения на растяжение; принимают в зависимости от марки стали по таблице 33.

Таблица 33

Допускаемые напряжения стальных элементов крепления в зависимости от вида нагружения

Виды нагружения	Марка стали по ГОСТ 380, ГОСТ 1050 и ГОСТ 6713	Допускаемые напряжения, кгс/см^2
Растяжение - сжатие	Ст. 3, Ст. 5 и сталь 20	1650
То же	Сталь 30	1850
Изгиб	Ст. 3 и сталь 20	1650
То же	Ст. 5 и сталь 30	1850
Срез	Ст. 3, Ст. 5 и сталь 20	1200
Смятие	Ст. 3 и сталь 20	2500
Растяжение для болтов	Ст. 3 и сталь 20	1400

11.5.5. При закреплении груза от смещения брусками количество гвоздей для крепления упорного или распорного бруска к полу вагона определяют по формулам:

– от сил, действующих в продольном направлении:

$$n_{гв} = \frac{1000\Delta F_{пр}^{б}}{n_{б}^{пр} R_{гв}} \text{ (шт.);} \qquad \textbf{(46)}$$

– от сил, действующих в поперечном направлении:

$$n_{гв} = \frac{1000\Delta F_{п}^{б}}{n_{б}^{п} R_{гв}} \text{ (шт.),} \qquad \textbf{(47)}$$

где $n_{б}^{пр}$, $n_{б}^{п}$ – количество брусков, одновременно работающих в одном направлении;

$R_{гв}$ – допускаемое усилие на один гвоздь, принимается по таблице 34.

Таблица 34

Допускаемые усилия на гвозди

Диаметр гвоздя, мм	Длина гвоздя, мм	Допускаемое усилие на гвоздь, кгс
4,0	100-120	47
5,0	100-150	75
6,0	150-200	108
8,0	250	192

11.5.6. Грузы цилиндрической формы и на колесном ходу закрепляются от перекатывания деревянными брусками, многооборотными упорами (например, ложементами, упорными рамами, колесными упорами) или упорными деревянными брусками совместно с растяжками (обвязками). При закреплении цилиндрических грузов и грузов на колесном ходу от перекатывания только деревянными брусками или многооборотными упорами необходимая высота упоров (рисунок 46) определяется по формулам:

– от перекатывания вдоль вагона:

$$h_y^{пр} = r\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + (1{,}25\, a_{пр})^2}}\right) \text{ (мм);} \qquad \textbf{(48)}$$

– от перекатывания поперек вагона:

$$h_y^{п} = r\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \varepsilon^2}}\right) \text{ (мм),} \qquad \textbf{(49)}$$

где

$$\varepsilon = 1{,}25\ (a_п/1000 + W_п/Q_{гр}), \qquad \textbf{(50)}$$

где **r** – радиус круга катания груза, мм;

1,25 – коэффициент запаса устойчивости при перекатывании груза.

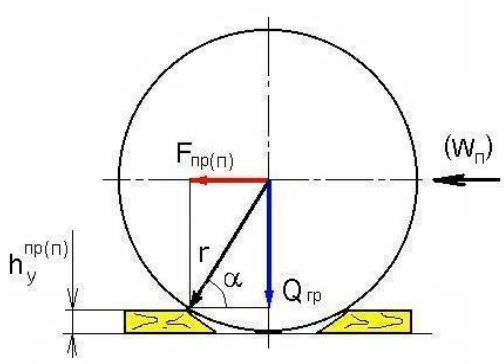


Рисунок 46 – Крепление груза упорными брусками от перекатывания

Число гвоздей для закрепления одного упорного бруска определяют по формулам:

– от перекатывания вдоль вагона:

$$n_{гв}^{пр} = \frac{1000\, F_{пр}\,(1 - \mu_1\ \mathrm{tg}\,\alpha)}{n_б^{пр}\, R_{гв}} \text{ (шт.);} \qquad \textbf{(51)}$$

– от перекатывания поперек вагона:

$$n_{гв}^{п} = \frac{1000\,(F_п + W_п)\,(1 - \mu_1\ \mathrm{tg}\,\alpha)}{n_б^{п}\, R_{гв}} \text{ (шт.),} \qquad \textbf{(52)}$$

где μ_1 – коэффициент трения скольжения между упорным бруском и опорной поверхностью (полом вагона или подкладкой), к которой он прикреплен.

11.5.7. В случае, когда крепление цилиндрического груза от перекатывания осуществляется упорными брусками совместно с обвязками или растяжками (рисунок 47), усилие в обвязке для крепления цилиндрических грузов от перекатывания определяют по формуле:

$$R_п^{об} = \frac{1{,}25[F_п (D/2 - h_у^п) + W_п (h_{нп}^п - h_у^п)] - Q_{гр}\, b_п^о}{n_{об}^п\ b_{пер}} \text{ (тс)}, \qquad \textbf{(53)}$$

где $n_{об}^п$ – число обвязок;

D – диаметр груза, мм;

$b_{пер}$ – проекция расстояния от ребра опрокидывания до обвязки на поперечную плоскость симметрии вагона, мм.

Усилия в растяжках для крепления цилиндрических грузов от перекатывания определяют по формулам 32, 32а.

В этом случае высота упорных брусков должна составлять:

- для крепления от перекатывания в продольном направлении – не менее 0,1 **D**;
- для крепления от перекатывания в поперечном направлении – не менее 0,05 **D**.

Число гвоздей для закрепления одного упорного бруска определяют по формулам 51 и 52.

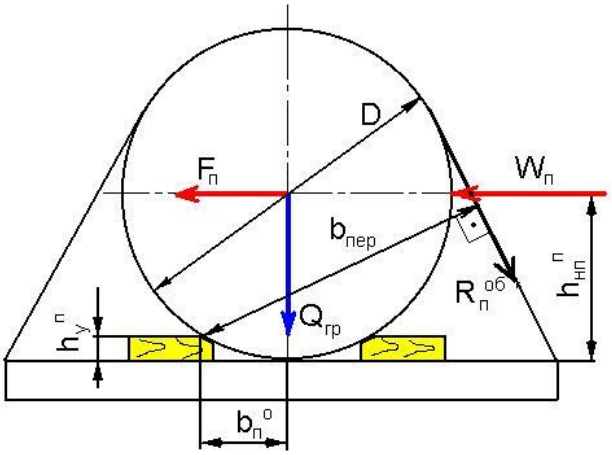


Рисунок 47 – Крепление цилиндрического груза от перекатывания упорными брусками и проволочными обвязками

11.5.8. Расчет на изгиб, сжатие и смятие деревянных съемных деталей крепления и досок пола производят по формулам:

$$\sigma_и = \frac{M}{W} \text{ (кгс/см}^2\text{)}; \qquad \textbf{(54)}$$

$$\sigma_с = \frac{1000\ F}{S_о} \text{ (кгс/см}^2\text{)}, \qquad \textbf{(54а)}$$

где **M** – изгибающий момент, кгс см;

$W = bh^2/6$ – момент сопротивления изгибу бруска прямоугольного сечения, см^3;

b – ширина бруска, см;

h – высота бруска, см;

F – усилие сжатия (смятия), действующее на деталь крепления, тс;

$S_о$ – суммарная площадь деталей, см^2, воспринимающая усилие **F**. Усилие **F** определяется для упорных и распорных брусков по формулам 34, 35, а для подкладок и прокладок – по формуле:

$$F = Q_{гр} + F_{в} + 2n\,R \sin \alpha \text{ (тс)}, \qquad \textbf{(54б)}$$

где **n** – количество обвязок или пар растяжек, удерживающих груз в продольном или (и) поперечном направлении и одновременно работающих в одном направлении;

R – усилие в растяжке или обвязке, тс.

Для настила пола платформ применяют еловые или сосновые доски первого сорта толщиной 48 –55 мм, шириной 150 мм.

Напряжения не должны превышать допускаемых напряжений для древесины хвойных пород (ель, сосна), приведенных в таблице 35.

Таблица 35

Допускаемые напряжения для древесины хвойных пород (ель, сосна)

Вид напряжений	**Допускаемое напряжение, кгс/см^2**	
	съемные детали крепления	**детали вагонов**
Изгиб	120	85
Растяжение вдоль волокон	85	60
Сжатие и смятие вдоль волокон	120	85
Сжатие и смятие поперек волокон	18	12
Смятие местное поперек волокон на части длины (если длина свободного конца детали составляет 100 мм или более, но не менее ее толщины)	30	20
Смятие местное под шайбами при передаче нагрузки поперек волокон (перпендикулярно или под углом не менее 60°)	40	—
Скалывание в лобовых врубках при условии, что длина скалывания не превышает двух полных толщин вставляемой детали или 10 глубин врубки: вдоль волокон поперек волокон	 12 6	 — —
Скалывание вдоль волокон в щековых врубках при условии, что длина скалывания не превышает пяти полных толщин детали в сопряжениях деталей под углом: менее 30° 30° и более	 6 4	 — —
Срез поперек волокон	55	40

При использовании других пород древесины допускаемое напряжение, приведенное в таблице 35, необходимо умножить на переводной коэффициент, приведенный в таблице 36.

Таблица 36

Коэффициенты для определения допускаемых напряжений других пород древесины

Порода древесины	**Поправочный коэффициент для допускаемых напряжений различных пород древесины**		
	Растяжение, изгиб, сжатие, смятие вдоль волокон	**Сжатие и смятие поперек волокон**	**Скалывание**
Лиственница	1,2	1,2	1,0
Сосна якутская, пихта кавказская, кедр	0,9	0,9	0,9
Сосна и ель Кольского полуострова, пихта	0,8	0,8	0,8
Дуб, ясень, граб, клен, акация белая	1,3	2,0	1,6
Береза, бук, ясень дальневосточный	1,1	1,6	1,3

12. Особенности размещения и крепления длинномерных грузов

12.1. Требования к размещению длинномерных грузов

12.1.1. К длинномерным относятся грузы, которые при погрузке в вагон выходят за пределы одной или обеих его концевых балок рамы более чем на 400 мм.

12.1.2. Максимально допускаемая длина длинномерного груза при размещении с опорой на один вагон, имеющего по всей длине одинаковое поперечное сечение и равномерно распределенную массу, с расположением $\mathbf{ЦТ_{гр}^{o}}$ в поперечной плоскости симметрии вагона определяется по таблицам 37 и 38.

Таблица 37

Максимально допускаемая длина груза одинакового сечения по длине, с равномерно распределенной массой, размещенного симметрично относительно продольной и поперечной плоскостей симметрии платформы

Масса груза, т	Длина груза, м	Масса груза, т	Длина груза, м
20	30,0	45	20,0
25	27,0	50	19,0
30	24,0	55	18,5
35	22,5	60	18,0
40	21,0	≥ 65	14,3

Примечание. Расстояние от середины платформы до концов груза должно быть не более половины длины груза.

Таблица 38

Максимально допускаемая длина груза одинакового сечения по длине, с равномерно распределенной массой, размещенного симметрично относительно продольной и поперечной плоскостей симметрии полувагона

Масса груза, т	Длина груза, м	Масса груза, т	Длина груза, м
20	28,3	45	18,9
25	25,5	50	17,9
30	22,6	55	17,4
35	21,2	60	17,0
40	19,8	≥ 65	13,5

Примечание. Расстояние от середины полувагона до концов груза должно быть не более половины длины груза.

12.1.3. Центр тяжести длинномерного груза, погруженного на сцеп вагонов с опорой на два вагона, должен располагаться на пересечении продольной и поперечной плоскостей симметрии сцепа.

12.1.4. Длинномерные грузы размещают на сцепе вагонов с опорой на один вагон или с опорой на два вагона в зависимости от их длины и массы. Сцеп вагонов может состоять из грузонесущих вагонов, вагонов прикрытия и промежуточных вагонов. Вагоны прикрытия могут загружаться грузом, следующим в адрес того же получателя.

12.1.5. Размещение длинномерных грузов на сцепе с опорой на один вагон производится без применения турникетов.

При выходе груза за пределы концевой балки рамы с одной стороны вагона более чем на 400 мм используется одна платформа прикрытия (рисунок 48а). При выходе груза за пределы концевых балок рам с обеих сторон вагона более чем на 400 мм используются две платформы прикрытия (рисунок 48б).

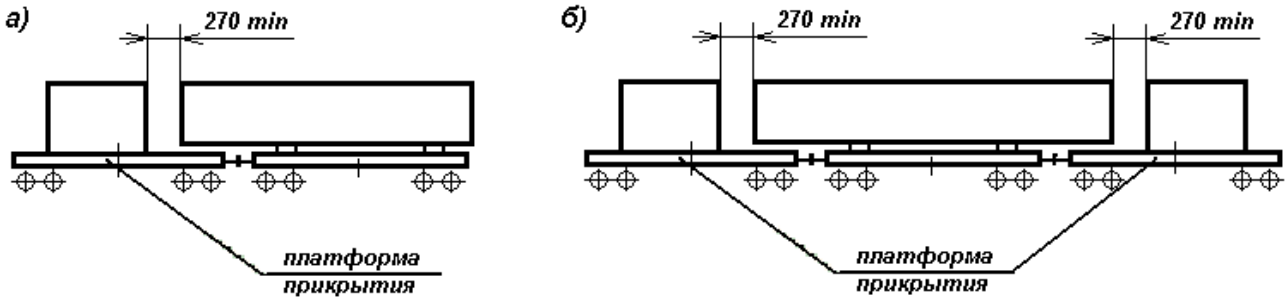


Рисунок 48

В этом случае расстояние между длинномерным грузом, закрепленным на грузонесущей платформе, и грузом, размещенным на платформе прикрытия, должно быть не менее 270 мм.

В случае размещения длинномерных грузов по схеме, приведенной на рисунке 49, расстояние между длинномерными грузами над платформой, используемой в качестве прикрытия для обоих грузов, должно быть не менее 490 мм.

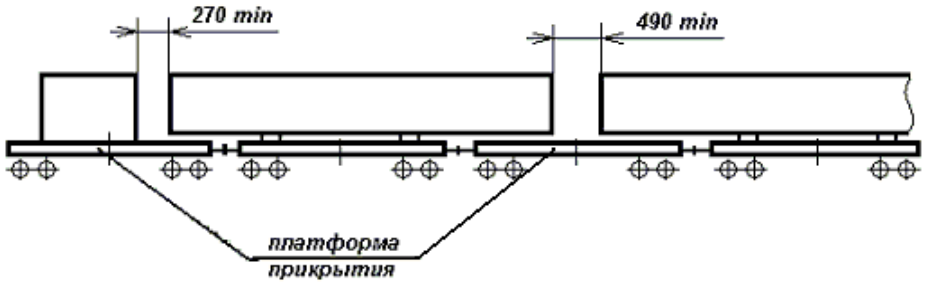


Рисунок 49

12.1.6. Размещение длинномерных грузов на сцепе с опорой на два вагона производится с применением турникетов (рисунки 50-54).

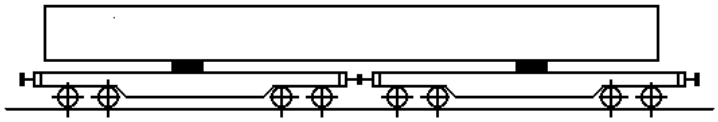


Рисунок 50

Турникет – это комплект опорно-крепежных устройств (турникетных опор), предназначенный для компенсации всех видов усилий, действующих на груз в процессе перевозки, а также для обеспечения безопасного прохождения сцепа по криволинейным участкам пути и участкам с переломным профилем при различных режимах движения.

Применяются турникеты двух видов:

– неподвижные турникеты, обеспечивающие неподвижное закрепление груза в продольном направлении относительно одной из грузонесущих платформ;

– подвижные турникеты, обеспечивающие закрепление груза на двух грузонесущих платформах с возможностью ограниченного продольного перемещения груза относительно обеих платформ.

12.1.6.1. В случае, когда груз закреплен с использованием неподвижного турникета, расстояние между торцом длинномерного груза и грузом на платформе прикрытия должно быть:

– со стороны платформы, оборудованной неподвижной турникетной опорой – не менее 270 мм (рисунки 51 и 52);

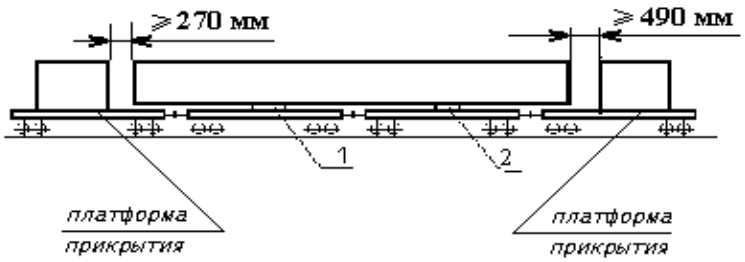


Рисунок 51
1 – неподвижная турникетная опора; 2 – подвижная турникетная опора



Рисунок 52
1– неподвижная турникетная опора; 2 – подвижная турникетная опора

– со стороны платформы, оборудованной подвижной турникетной опорой, – не менее 490 мм для сцепа без промежуточной платформы (рисунок 51); не менее 710 мм для сцепа с использованием промежуточной платформы (рисунок 52).

12.1.6.2. В случае, когда груз закреплен с использованием подвижного турникета, расстояние между торцом длинномерного груза и грузом на платформе прикрытия должно быть не менее $(270 + l^{т}_{пр})$ мм (рисунки 53 и 54).

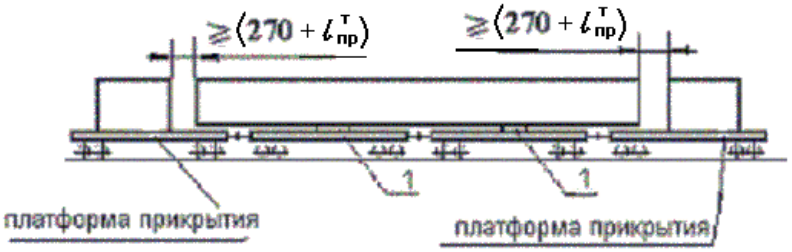


Рисунок 53
1 – подвижная турникетная опора

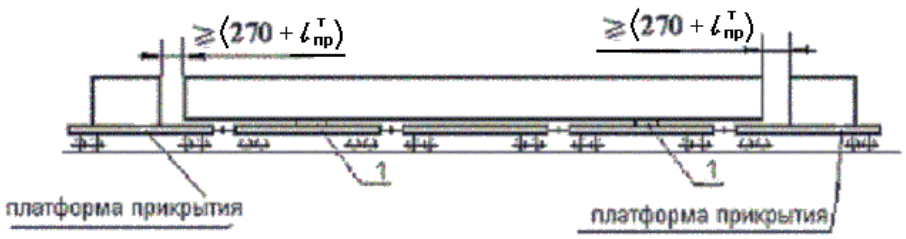


Рисунок 54
1 – подвижная турникетная опора

$l^{т}_{пр}$ – суммарная величина свободного и рабочего ходов турникета в одну сторону (мм), принимается по конструкторской документации на турникет.

12.1.7. Размещение длинномерного груза на сцепе с опорой на один вагон с различным выходом концов груза за пределы концевых балок допускается при соблюдении следующих условий:

– груз имеет по всей длине одинаковое поперечное сечение и равномерно распределенную массу;

– один конец груза выступает за пределы концевой балки вагона не более чем на 400 мм;

– длина груза не превышает величин, приведенных в таблицах 39, 40.

Таблица 39

Допускаемая длина длинномерного груза,
размещенного на четырехосной платформе базой 9720 мм

Масса груза, т	**Допускаемая длина груза, м**	
	при выходе одного конца груза за пределы концевой балки рамы на 400 мм	**при размещении одного конца груза вплотную к торцевому борту**
≤ 10	17,20	16,40
15	16,70	15,90
20	16,43	15,63
25	16,30	15,50
30	16,20	15,40
35	16,10	15,30
40	16,04	15,24
45	16,00	15,20
50	15,96	15,16
55	15,10	14,30
60	14,72	13,92
62	14,59	13,79
67	14,29	13,49
70	14,29	13,49
>70	14,29	13,49

Примечание. Для промежуточных значений массы груза допускаемое значение длины груза определяют линейной интерполяцией.

Таблица 40

Допускаемые длина длинномерного груза,
размещенного в четырехосном полувагоне базой 8650 мм

Масса груза, т	Допускаемая длина груза, м	
	при выходе одного конца груза за пределы концевой балки рамы на 400 мм	при размещении одного конца груза вплотную к торцевому порожку
≤ 10	16,50	15,70
15	16,00	15,20
20	15,73	14,93
25	15,57	14,77
30	15,47	14,67
35	15,38	14,58
40	15,34	14,54
45	15,30	14,50
50	15,26	14,46
55	14,35	13,55
60	13,96	13,16
62	13,84	13,04
67	13,50	12,70
70	13,30	12,50
>70	13,30	12,50

Примечание. Для промежуточных значений массы груза допускаемое значение длины груза определяют линейной интерполяцией.

12.1.8. При размещении длинномерного груза с опорой на один вагон, имеющего неодинаковое по длине поперечное сечение (рисунок 55), с расположением **$ЦТ_{гр}^{o}$** в поперечной плоскости симметрии вагона расстояние от середины вагона до концов груза должно быть не более половины длины, указанной в таблицах 37 и 38.

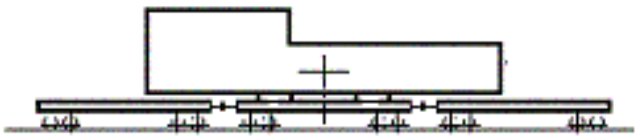


Рисунок 55

12.1.9. При погрузке длинномерного груза, имеющего по всей длине одинаковое поперечное сечение, по схемам рисунков 50–54 допускаемая длина груза в зависимости от схемы загрузки сцепа приведена в таблице 41.

Таблица 41

Максимальная длина груза, погруженного на сцепы платформ длиной базы 9720 мм с использованием турникета

При использовании неподвижного турникета		**При использовании подвижного турникета**	
Номер рисунка схемы размещения	**Длина груза (м)**	**Номер рисунка схемы размещения**	**Длина груза (м)**
50	28,6	50	28,82 – 2 $\mathbf{l^{r}_{пр}}$
51	57,4	53	57,62 – 2 $\mathbf{l^{r}_{пр}}$
52	71,2	54	72,24 –2 $\mathbf{l^{r}_{пр}}$

Примечание: максимальная длина груза реализуется при отсутствии на платформах прикрытия попутного груза.

12.1.10. Подкладки, применяемые при перевозке длинномерного груза с опорой на один вагон, должны иметь длину, равную ширине вагона. Ширина и высота подкладок определяется расчетным путем в соответствии с пунктом 12.5 настоящей главы.

12.1.11. Допускаемые продольные смещения подкладок и турникетных опор при креплении длинномерных грузов должны соответствовать требованиям пункта 4 настоящей главы.

12.1.12. При размещении длинномерного груза с использованием турникета отдельные единицы груза должны быть объединены в монолитный пакет.

12.1.13. Перед погрузкой груза с использованием турникета необходимо:

– проверить комплектность и исправность турникета и дополнительно используемых устройств крепления;

– очистить и смазать трущиеся поверхности пятника, подпятника промежуточной рамы в местах ее контакта с нижней и верхней рамами каждой турникетной опоры в соответствии с руководством по эксплуатации.

12.2. Требования к вагонам, используемым при перевозке длинномерных грузов на сцепах

12.2.1. Сцеп для перевозки длинномерного груза должен быть сформирован таким образом, чтобы в порожнем состоянии высота продольных осей автосцепок грузонесущих вагонов от уровня верха головок рельсов была больше высоты осей автосцепок вагонов прикрытия и промежуточных вагонов на 50-100 мм.

12.2.2. Допускается использовать для формирования сцепа вагоны с различной длиной базы.

12.2.3. В целях предупреждения разъединения сцепа в пути следования с обеих сторон каждого вагона сцепа слева делается надпись: «Сцеп не разъединять», рукоятки расцепных рычагов всех вагонов сцепа фиксируются к кронштейнам платформ или скобам полувагонов отожженной проволокой диаметром не менее 4 мм.

12.3. Определение частоты собственных колебаний длинномерного груза

Частота собственных колебаний длинномерного груза определяется в случаях, когда жесткость груза при продольном изгибе не превышает 9000 тс м^2.

Частота собственных колебаний **Ω** длинномерного груза, размещенного на двух опорах (подкладки, турникетные опоры), определяется по формуле:

$$\Omega = K_P \sqrt{EI_B / Q_{ГР}} \text{ (Гц)}, \qquad \textbf{(55а)}$$

где **E** – модуль упругости материала груза, тс/м^2;

$I_в$ – момент инерции поперечного сечения груза, м^4, величина которого определяется по формуле:

$$I_в = I_o \, n, \qquad \textbf{(55б)}$$

где **I_o** – момент инерции поперечного сечения единицы груза относительно горизонтальной оси, м^4;

n – количество единиц груза;

$Q_{гр}$ – масса груза, т;

$K_р$ – коэффициент, значение которого зависит от длины груза и расстояния между опорами (таблица 42).

Таблица 42

Значения коэффициента $K_р$ при определении собственных колебаний длинномерного груза при размещении на двух опорах

Длина груза, м	Значения коэффициента $K_р$ при расстоянии между опорами, м											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
14	3,91	3,41	2,83	2,14	1,20	-	-	-	-	-	-	-
15	4,16	3,67	3,11	2,46	1,64	-	-	-	-	-	-	-
16	4,42	3,93	3,39	2,78	2,04	1,14	-	-	-	-	-	-
17	4,68	4,20	3,68	3,09	2,40	1,60	-	-	-	-	-	-
18	4,96	4,48	3,96	3,41	2,74	2,01	1,14	-	-	-	-	-
19	5,23	4,76	4,24	3,71	3,08	2,39	1,60	-	-	-	-	-
20	5,48	5,04	4,54	4,01	3,40	2,75	2,01	1,13	-	-	-	-
21	5,78	5,31	4,82	4,31	3,72	3,09	2,40	1,59	-	-	-	-
22	6,04	5,59	5,13	4,60	4,03	3,43	2,77	2,01	1,17	-	-	-
23	6,32	5,86	5,40	4,90	4,32	3,75	3,12	2,40	1,61	-	-	-
24	6,59	6,16	5,68	5,18	4,64	4,08	3,46	2,77	2,03	1,21	-	-
25	6,86	6,44	5,95	5,48	4,94	4,39	3,79	3,14	2,43	1,65	-	-
26	7,16	6,72	6,25	5,77	5,25	4,70	4,12	3,47	2,80	2,06	1,25	-
27	7,46	6,99	6,53	6,07	5,55	5,00	4,45	3,82	3,17	2,46	1,69	-
28	7,70	7,29	6,81	6,34	5,83	5,31	4,76	4,16	3,68	2,85	2,11	1,29
29	7,98	7,55	7,12	6,62	6,14	5,63	5,08	4,47	3,86	3,21	2,51	1,74
30	8,27	7,84	7,39	6,94	6,41	5,92	5,56	4,80	4,20	3,57	2,89	2,14
31	8,54	8,13	7,69	7,22	6,73	6,20	5,69	5,12	4,53	3,91	3,25	2,54
32	8,82	8,42	7,99	7,53	7,02	6,53	6,01	5,43	4,86	4,14	3,62	2,93

Если частота собственных колебаний груза, определенная по формуле 55а, не соответствует диапазонам частот, указанным в таблице 43, то следует изменить расстояние между подкладками или турникетными опорами.

Таблица 43

Рекомендуемые диапазоны частот собственных колебаний груза

Тип четырехосного вагона	Рекомендуемые диапазоны частот собственных колебаний груза, Гц
Полувагон базой 8650	0–1,6; 3,4–4,7; 17,2–21,7; >54,3
Платформа базой 9720	0–1,6; 3,4–9,7; 18,7–26,6; >55,2

12.4. Определение ширины длинномерного груза по условиям вписывания в габарит погрузки

12.4.1. Допускаемая ширина длинномерного груза, погруженного с опорой на один вагон, по условию вписывания в габарит погрузки на кривых участках пути определяется по формулам:

– для частей груза, расположенных между пятниковыми (направляющими) сечениями вагона базой 17 м и более и смещающихся внутрь кривой:

$$\mathbf{B_в = B_г - 2f_в}\ (мм); \qquad \mathbf{(56)}$$

– для частей груза, расположенных снаружи пятниковых (направляющих) сечений вагона (за пределами базы вагона) и смещающихся наружу кривой:

$$\mathbf{B_н = B_г - 2f_н}\ (мм), \qquad \mathbf{(57)}$$

где $\mathbf{B_г}$ – ширина габарита погрузки на определенной высоте от УГР, мм;

$\mathbf{f_в}$, $\mathbf{f_н}$ – ограничения ширины груза с учетом его смещений соответственно внутрь и наружу кривой, мм, которые определяют по таблицам 44 и 45 в зависимости от базы вагона $\mathbf{l_в}$ и расстояний $\mathbf{n_в}$ от рассматриваемой части груза, расположенной в пределах базы вагона, до ближайшего пятникового сечения вагона и $\mathbf{n_н}$ от рассматриваемой части груза, расположенной за пределами базы вагона, до ближайшего пятникового сечения (рисунок 56).

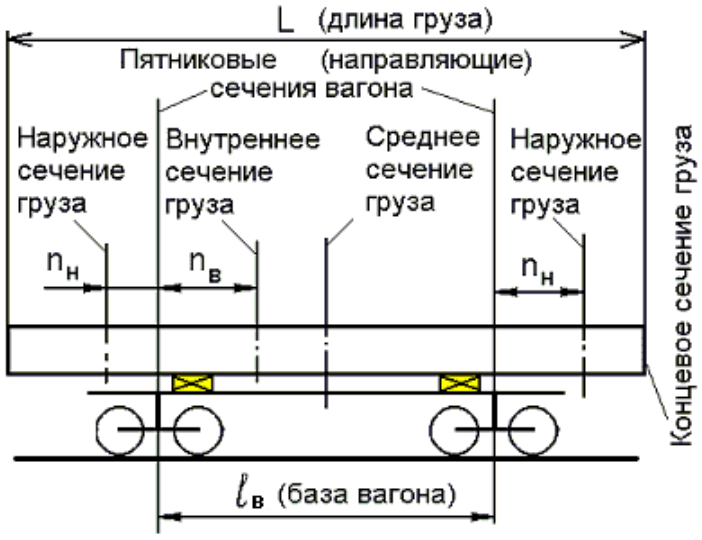


Рисунок 56

Для груза, имеющего по всей длине одинаковые размеры поперечного сечения, расчет ширины груза проводится только для среднего и концевых сечений; максимальная допускаемая ширина принимается равной меньшему из полученных по формулам (56) и (57) значений. В этом случае принимают:

$$\mathbf{n_в = 0{,}5\ l_в}\ (м) \qquad \mathbf{(58)}$$

$\mathbf{n_н}$ принимают равным наибольшему из значений для концевых сечений.

Если груз размещен симметрично относительно поперечной плоскости симметрии платформы, значение $\mathbf{n_н}$ принимают:

$$\mathbf{n_н = 0{,}5\ (L - l_в)}\ (м), \qquad \mathbf{(59)}$$

где **L** – длина груза, м.

Таблица 44

Значения ограничений ширины груза с учетом его смещения наружу кривой $\mathbf{f_н}$ в зависимости от длины базы вагона $\mathbf{l_в}$ или сцепа $\mathbf{l_{сц}}$

$l_в$ или $l_{сц}$, м	Значения $f_н$, мм, при расстоянии $n_н$, м, от рассматриваемого наружного поперечного сечения груза до ближайшего пятникового (направляющего) сечения вагона или сцепа														
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10
8,65	0	0	4	24	45	67	89	112	136	161	186	212	239	267	295
9,0	0	0	3	23	44	66	88	112	135	160	185	211	238	265	294
9,29	0	0	3	23	44	66	88	111	135	159	185	211	237	265	293
9,72	0	0	2	22	44	65	88	111	134	159	184	210	237	264	292
10,0	0	0	2	22	43	65	88	111	134	159	184	210	236	263	292
11,0	0	0	3	23	44	63	88	112	135	160	185	211	238	265	293
12,0	0	0	4	25	46	68	91	114	138	163	188	214	241	268	297
13,0	0	0	6	27	49	71	94	118	142	167	192	218	246	273	302
14,0	0	0	8	30	52	74	98	122	146	171	198	224	252	280	308
14,19	0	0	9	31	53	75	99	123	147	173	199	226	253	282	311
14,62	0	0	11	32	54	77	101	125	150	175	202	229	256	285	314
15,0	0	0	12	34	56	79	102	127	152	177	204	230	259	287	317
16,0	0	0	17	37	63	83	107	132	157	183	210	238	266	295	325
17,0	0	0	19	42	65	88	113	137	164	190	218	245	275	304	334
18,0	0	0	23	46	69	94	119	144	171	197	226	254	283	313	344
19,0	0	4	27	50	74	99	125	151	178	205	234	263	292	323	354
20,0	0	8	31	55	80	105	131	157	185	213	242	272	302	333	364
21,0	0	12	35	60	85	111	138	164	193	221	251	281	312	343	375
22,0	0	15	40	65	90	117	144	172	201	230	260	290	322	354	387
23,0	0	20	44	70	97	119	151	179	209	239	269	300	332	365	398
24,0	0	24	49	75	102	130	158	187	217	247	279	310	343	376	410
25,0	0	27	54	82	108	136	166	195	225	256	288	320	353	387	422
26,0	0	32	59	86	114	143	173	203	234	265	298	331	364	398	434
27,0	10	36	64	92	120	149	180	211	242	274	308	341	376	411	446
28,0	14	41	69	98	126	156	188	219	251	282	318	352	387	422	468
29,0	18	46	74	103	133	163	195	227	260	293	328	362	398	434	471
30,0	22	50	79	109	138	171	203	235	269	303	338	373	410	446	484

Примечание. $\mathbf{f_н}$ для промежуточных значений базы и расстояний $\mathbf{n_н}$ определяют линейной интерполяцией, за исключением интервалов $\mathbf{n_н}$, для которых левая граница интервала значений $\mathbf{f_н}$ равна «0», например, для $n_н = 3{,}75$ при размещении на сцепе с базой 14,62 м. В этих случаях значение $\mathbf{f_н}$ следует рассчитывать по формуле 61.

Таблица 45

Значения ограничений ширины груза с учетом его смещения внутрь кривой $f_в$
в зависимости от длины базы вагона $l_в$ или сцепа $l_{сц}$

$l_в$ или $l_{сц}$, м	Значения $f_в$ (мм), при расстоянии $n_в$ (м) от рассматриваемого внутреннего поперечного сечения груза до ближайшего пятникового (направляющего) сечения вагона или сцепа																					
	3,0	**3,5**	**4,0**	**4,5**	**5,0**	**5,5**	**6,0**	**6,5**	**7,0**	**7,6**	**8,0**	**8,6**	**9,0**	**9,5**	**10,0**	**10,5**	**11,0**	**11,6**	**12,0**	**13,0**	**14,0**	**15,0**
До 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	2	5	8	9	10	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	6	11	15	19	21	23	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	2	9	15	20	26	30	32	35	36	38	38	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	1	9	17	24	30	36	40	44	47	49	51	52	52	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	7	16	25	33	39	45	51	55	60	62	65	66	67	68	0	0	0	0	0
23	0	0	4	14	24	32	40	48	55	62	66	72	75	79	81	82	83	84	0	0	0	0
24	0	0	9	20	31	40	49	57	66	73	78	84	88	92	95	98	99	100	101	0	0	0
25	0	2	15	26	38	48	58	67	76	84	89	97	101	106	109	112	115	117	118	0	0	0
26	0	7	21	33	45	56	66	76	86	95	101	109	114	119	123	128	130	134	134	136	0	0
27	0	12	26	40	52	64	75	85	96	106	112	120	127	133	138	144	147	151	152	155	0	0
28	2	17	32	46	59	72	83	95	106	116	123	133	139	146	152	158	162	167	169	173	175	0
29	6	22	38	52	66	80	92	104	116	127	135	146	152	160	166	174	178	183	186	192	195	0
30	11	27	44	59	74	87	100	113	126	138	146	157	165	174	181	188	194	200	203	211	215	216

Примечание. $f_в$ для промежуточных значений базы и расстояний $n_в$ определяют линейной интерполяцией, за исключением интервалов $n_в$, для которых левая граница интервала значений $f_в$ равна «0», например, для $n_в = 5{,}75$ при размещении на сцепе с базой 19 м. В этих случаях значение $f_в$ следует рассчитывать по формуле 60.

Величины $f_в$ и $f_н$ могут определяться по формулам :

$$f_в = 500/R\,(l_в - n_в)\,n_в - 105 \text{ (мм)}; \quad (60)$$

$$f_н = 500/R\,(l_в + n_н)\,n_н - 105 + К \text{ (мм)}, \quad (61)$$

где **105** – часть уширения габарита приближения строений и междупутий в расчетной кривой, мм;

R – радиус расчетной кривой, принимается равным 350 м;

К – дополнительное смещение концевых сечений груза вследствие перекоса вагона в рельсовой колее с учетом содержания пути и подвижного состава. Для вагонов на тележках ЦНИИ-Х3

$$К=70(L/l_в - 1{,}41) \text{ (мм)} \quad (62)$$

Величина **К** учитывается в формуле 61 только при положительных ее значениях.

Если значения $f_в$ и $f_н$ получаются отрицательными, то их не учитывают, и груз в рассматриваемом сечении может иметь ширину габарита погрузки.

12.4.2. Допускаемая ширина длинномерного груза, погруженного с опорой на два вагона (рисунок 57), по условию вписывания в габарит погрузки на кривых участках пути определяется по формулам 56 и 57, в которых вместо $f_в$ и $f_н$ следует принимать ограничения $f_в^c$ и $f_н^c$, определяемые по следующим формулам:

– для частей груза, расположенных между направляющими сечениями сцепа:

$$f_в^c = f_в + f \text{ (мм)}; \quad (63)$$

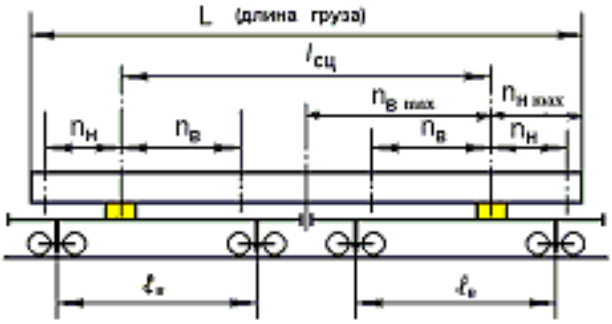


Рисунок 57

– для частей груза, расположенных снаружи направляющих сечений сцепа (за пределами базы сцепа):

$$f_н^c = f_н - f \text{ (мм)} \quad (64)$$

Значения $f_н$ и $f_в$ определяют по таблицам 44 и 45 или по формулам 60 и 61, в которых вместо $l_в$ принимают $l_{сц}$. Значение **f** – смещение грузонесущих вагонов, определяют в зависимости от их базы $l_в$ по таблице 46.

Таблица 46

$l_в$ (м)	f (мм)	$l_в$ (м)	f (мм)
8	23	20	144
9	29	21	158
10	36	22	174
11	43	23	190
12	52	24	203
13	61	25	225
14	67	26	241
15	81	27	261
16	92	28	282
17	103	29	301
18	116	30	324
19	130		

Направляющее сечение сцепа – это вертикальная плоскость, проведенная через середину опорной площадки турникетной опоры.

В случаях, когда базы грузонесущих платформ сцепа различны, в формулу (63) подставляют значение **f,** определенное для большего значения базы, в формулу (64) – значение **f**, определенное для меньшего значения базы.

Если значения $f_в^c$ и $f_н^c$ получаются отрицательными, то их не учитывают, и груз в рассматриваемом сечении может иметь ширину габарита погрузки.

Для груза, имеющего по всей длине одинаковые размеры поперечного сечения, расчет ширины груза проводится только для среднего и концевых сечений; максимальная допускаемая ширина принимается равной меньшему из полученных по формулам (56) и (57) значений. В этом случае принимают:

$$n_в = 0{,}5\, l_{сц} \text{ (м)} \qquad \textbf{(65)}$$

$n_н$ принимают равным наибольшему из значений для концевых сечений. Если груз размещен симметрично относительно поперечной плоскости симметрии сцепа, значение $n_н$ может быть рассчитано по формуле:

$$n_н = 0{,}5\,(L' - l_{сц}) \text{ (м)}, \qquad \textbf{(66)}$$

где $L' = L + \Delta L/1000$ – расчетная длина груза, м; ΔL – условное увеличение длины груза, обусловленное смещением его относительно грузонесущих платформ при использовании турникетных опор. Значение ΔL в зависимости от количества платформ сцепа и типа турникетных опор (рисунки 50-54) определяется по таблице 47.

Таблица 47

Условное увеличение длины груза, размещенного с использованием турникетных опор

Номер рисунка	Значение ΔL, мм
50	220
51	440
52	660
53, 54	$220 + l^{т}_{пр}$

Значения $f_в^c$ и $f_н^c$ могут определяться по формулам:

$$f_в^c = \frac{500}{R}(l_{сц} - n_в)n_в - 105 + \frac{125}{R}l_в^2 \text{ (мм)}; \quad (67)$$

$$f_н^c = \frac{500}{R}(l_{сц} + n_н)n_н - 105 - \frac{125}{R}l_в^2 + К \text{ (мм)} \quad (68)$$

12.4.3. Фактическая ширина погруженного на открытый подвижной состав груза должна быть не более допускаемой (расчетной).

При несимметричном расположении груза относительно продольной плоскости симметрии вагона, на который он погружен, поперечные размеры груза, отсчитываемые от продольной плоскости симметрии вагона, с каждой стороны должны быть не более значений 0,5$В_в$ и 0,5$В_н$.

12.4.4. При перевозке длинномерных грузов, имеющих одинаковые поперечные размеры по всей длине, на сцепах с опорой на два полувагона допустимую ширину груза определяют по формулам:

– с учетом смещения конца груза наружу кривой:

$$В_н = В_{пв} - 2(\delta_{нв} + К) \text{ (мм)}; \quad (69)$$

– с учетом смещения середины груза внутрь кривой:

$$В_в = В_{дп} - 2\delta_{дп} \text{ (мм)}, \quad (70)$$

где $В_{пв}$ – внутренняя ширина кузова полувагона в поперечной вертикальной плоскости, проходящей через конец груза, мм;

$В_{дп}$ – ширина дверного проема, мм;

$\delta_{нв}$ – смещение конца груза, определяемое по формуле:

$$\delta_{нв} = 1000\frac{L^2 - l_{сц}^2}{8R} \text{ (мм)} \quad (71)$$

Смещение $\delta_{дп}$ средней части груза в плоскости дверного проема определяется по формуле:

$$\delta_{дп} = 1000\frac{l_{сц}^2 - l_{мв}^2}{8R} \text{ (мм)}, \quad (72)$$

где $l_{мв}$ – расстояние между наружными плоскостями внутренних торцевых дверей сцепленных полувагонов; для четырехосных полувагонов принимается $l_{мв}$ = 1,75 м.

12.5. Определение высоты и ширины опор для длинномерного груза

12.5.1. Высота подкладок или турникетных опор при перевозке длинномерных грузов на сцепах платформ с длиной базы 9720 мм или полувагонов с длиной базы 8650 мм определяется по формулам:

– для схем, приведенных на рисунках 58, 59:

$$h_o = a_п \operatorname{tg}\gamma + h_п + f_{гр} + h_з + h_б + h_ч \text{ (мм);} \qquad \textbf{(73)}$$

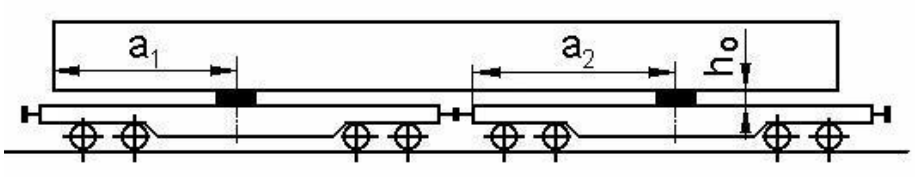


Рисунок 58

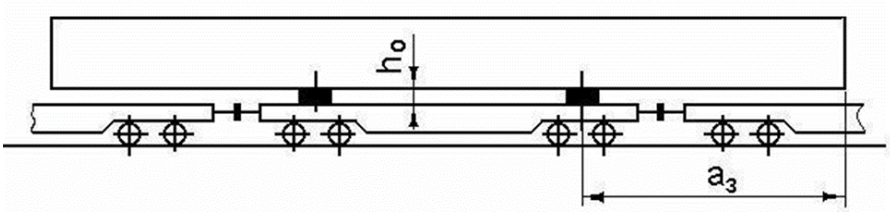


Рисунок 59

– для схемы, приведенной на рисунке 60:

$$h_o = 228 + 27\frac{(l_{сц} - 14{,}6)}{2} + f_{гр} + h_ч \text{ (мм),} \qquad \textbf{(74)}$$

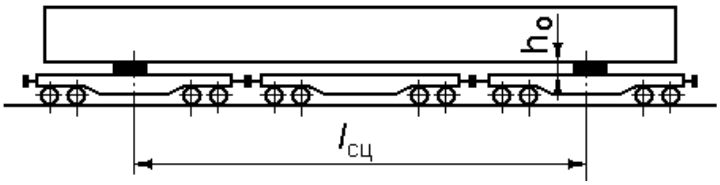


Рисунок 60

где $a_п$ (a_1, a_2, a_3) – расстояние от возможной точки касания грузом пола вагона до середины опоры (для случаев погрузки по рисунку 58) или до оси ближайшего пятникового сечения грузонесущего вагона (для случая погрузки по рисунку 59), мм; при использовании турникета расстояние $a_п$ увеличивают на величину ΔL, указанную в таблице 47;

γ – угол между продольными осями груза и вагона сцепа, тангенс которого принимают по таблице 48;

$h_п$ = 100 мм – максимальное допускаемое значение разности в уровнях полов смежных вагонов сцепа;

$h_з$ = 25 мм – предохранительный зазор;

$f_{гр}$ – упругий прогиб груза, мм (представляется отправителем);

$h_б$ – высота торцевого порожка полувагона, равная 90 мм (учитывается при размещении груза на сцепе, состоящем из полувагонов);

$l_{сц}$ – база сцепа, м;

$h_ч$ – высота выступа груза ниже уровня подкладки в месте проверки касания грузом пола вагона, мм.

Таблица 48

Значения тангенса угла γ в зависимости от способа размещения

Способ погрузки груза на сцеп	Значения tgγ для частей груза	
	средней	концевой
с опорой на два смежных вагона (в том числе с прикрытием)	0,036	0,017
с опорой на один вагон	–	0,025

12.5.2. Ширина подкладок и турникетных опор (b_o) при перевозке длинномерных грузов определяется по формуле:

$$b_o \geq \frac{2(1{,}25N_o\,\mu\,h_o - P_y\,h_y)}{N_o} \text{ (мм)}, \qquad \textbf{(75)}$$

где N_o – нагрузка на опору от веса груза и вертикальной составляющей усилия в креплении, тс;

P_y – усилие от упоров, удерживающее подкладку (турникетную опору) в продольном направлении, тс;

h_y – высота приложения усилия P_y, мм;

μ – коэффициент трения между грузом и опорой.

12.6. Определение устойчивости сцепа с длинномерным грузом с опорой его на два вагона

12.6.1. Поперечную устойчивость проверяют в случаях, когда общий центр тяжести грузонесущих вагонов сцепа с длинномерным грузом находится на высоте от УГР более 2300 мм или площадь наветренной поверхности грузонесущих вагонов сцепа с грузом превышает 80 м^2.

Высоту общего центра тяжести грузонесущих вагонов сцепа с грузом (рисунок 61) независимо от наличия промежуточных вагонов определяют по формуле:

$$H_{цт}^{o} = \frac{Q_{гр}\,h_{цт} + 2Q_т\,H_{цт}^{в} + Q_{тур}\,h_{цт}^{тур}}{Q_{гр} + 2Q_т + Q_{тур}} \text{ (мм)}, \qquad \textbf{(76)}$$

где $Q_{гр}$ – масса груза, тс;

$Q_т$ – тара вагона, т;

$Q_{тур}$ – масса турникета, т;

$h_{цт}$, $H_{цт}^{в}$, $h_{цт}^{тур}$ – высота центра тяжести от УГР соответственно груза, порожнего вагона и турникета, мм.

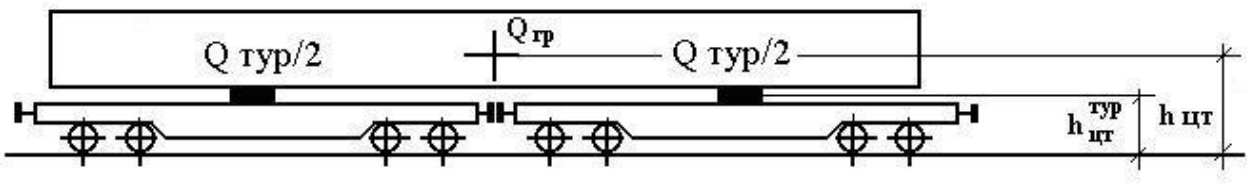


Рисунок 61

Значения высоты центра тяжести порожних вагонов ($H_{цт}^{в}$) приведены в таблице 30.

12.6.2. Поперечная устойчивость груженого сцепа обеспечивается, если удовлетворяется неравенство:

$$\frac{P_ц + P_в}{P_{ст}} \le 0{,}55, \qquad (77)$$

где $P_ц$ и $P_в$ – дополнительная вертикальная нагрузка на колесо от действия соответственно центробежных сил и ветровой нагрузки**,** тс;

$P_{ст}$ – статическая нагрузка от колеса на рельс, тс.

12.6.3. Дополнительную вертикальную нагрузку на колесо от действия центробежной силы и ветровой нагрузки определяют по формуле:

$$P_ц+P_в= \frac{1}{n_к(2S+ f_{ок})} (0{,}075(2\ Q_т + Q_{тур} + Q_{гр})H_{цт}{}^{o}+W_п\ h+1000(2p -q)) \text{ (тс)}, \qquad (78)$$

где $n_к$ – число колес грузонесущих вагонов;

q – коэффициент, учитывающий увеличение ширины опорного контура вагонов сцепа и смещение ЦТ длинномерного груза при прохождении кривых участков пути. Значения **p** и **q** приведены в таблице 30;

2S – расстояние между кругами катания колесной пары (принимается равным 1580 мм);

$f_{ок}$ – увеличение ширины опорного контура вагонов сцепа при прохождении кривых расчетного радиуса, величина которого определяется по формуле:

$$f_{ок} = \frac{l_{нш}^2 - l_{вш}^2}{8\ R_р} \text{ (мм)}, \qquad (79)$$

где $l_{нш}$ – расстояние между осями шкворней наружных тележек грузонесущих вагонов сцепа, мм;

$l_{вш}$ – расстояние между осями шкворней внутренних тележек грузонесущих вагонов сцепа, мм;

$R_р$ – расчетный радиус кривой при максимальной скорости движения 100 км/ч (принимается равным 10^6 мм).

12.6.4. Статическую нагрузку от колеса на рельс при отсутствии продольного и поперечного смещений центра тяжести груза относительно плоскостей симметрии сцепа и отсутствии продольного смещения турникетных опор относительно поперечных плоскостей симметрии грузонесущих вагонов определяют по формуле:

$$P_{ст} = \frac{1}{n_к} (2Q_т + Q_{гр} + Q_{тур}) \text{ (тс)} \qquad (80)$$

Статическую нагрузку от колеса на рельс при одновременном продольном и поперечном смещении центра тяжести груза относительно плоскостей симметрии сцепа и смещении турникетных опор относительно поперечных плоскостей симметрии грузонесущих вагонов (для менее нагруженной тележки) определяют по формуле:

$$P_{ст} = \frac{1}{n_к^т}(0{,}5Q_т + (Q_{гр\ min} + 0{,}5\,Q_{тур})(0{,}5 - \frac{l_о}{l_в})(1 - \frac{b_{см} - b_о}{S + 0{,}5\,f_{ок}})) \text{ (тс)} \qquad (81)$$

В формулах **80** и **81:**

$Q_{гр\ min}$ – часть массы груза, приходящаяся на менее нагруженный вагон сцепа:

$$Q_{гр\ min} = \frac{Q_{гр}(l_{сц} - 2\,l_{см})}{2l_{сц}} \text{ (тс);} \qquad (82)$$

$l_{см}$ и $b_{см}$ – продольное и поперечное смещения **ЦТ** груза относительно поперечной и продольной плоскостей симметрии сцепа, мм;

$b_о$ – дополнительное поперечное смещение центра тяжести длинномерного груза на сцепе при прохождении кривых, мм:

$$b_о = \frac{(l_с \pm 2l_о)^2 - l_с^2}{8\ R_р} \text{ (мм),} \qquad (83)$$

где: $l_с$ – расстояние между серединами грузонесущих вагонов сцепа, мм;

$l_о$ – расстояние от опоры до середины грузонесущего вагона, мм. Знак (+) принимается при смещении опор от середины грузонесущих вагонов наружу сцепа, знак (–) – внутрь;

$n_к^т$ – число колес тележки вагона.

12.7. Использование турникетов различных типов для перевозки длинномерных грузов

12.7.1. Неподвижный турникет состоит из двух турникетных опор, каждая из которых состоит из основания и грузовой площадки, соединенных между собой с помощью шкворня, пятника или того и другого вместе. Одна из опор – подвижная, другая – неподвижная. У неподвижной опоры грузовая площадка имеет только возможность (рисунок 62) поворота вокруг вертикальной оси – шкворня. У подвижной опоры шкворень вместе с грузовой площадкой может перемещаться также вдоль продольной плоскости симметрии платформы, компенсируя взаимные перемещения платформ сцепа. Неподвижные турникеты могут быть использованы для крепления длинномерных грузов массой до 60 тонн.

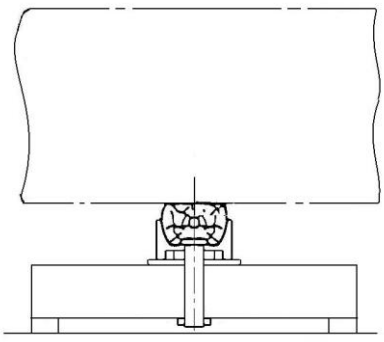


Рисунок 62

12.7.2. Подвижный турникет обеспечивает возможность продольного смещения обеих грузовых площадок с грузом при соударениях вагонов, а также возможность поворота при проходе сцепа по кривым участкам пути и участкам с переломами профиля пути. По конструктивному исполнению подвижные турникеты можно разделить на три типа:

– одноопорные с размещением опорных элементов (катков, шаров, скользунов) в одной поперечной плоскости турникетной опоры (рисунок 63);

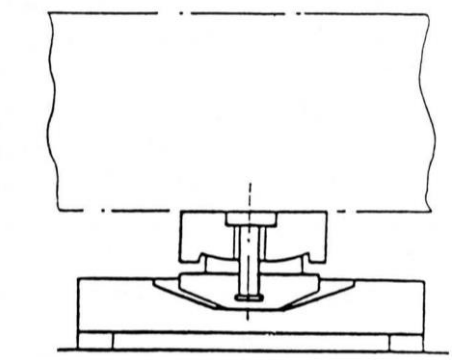


Рисунок 63

– двухопорные с размещением опорных элементов в двух поперечных плоскостях турникетной опоры (рисунок 64);

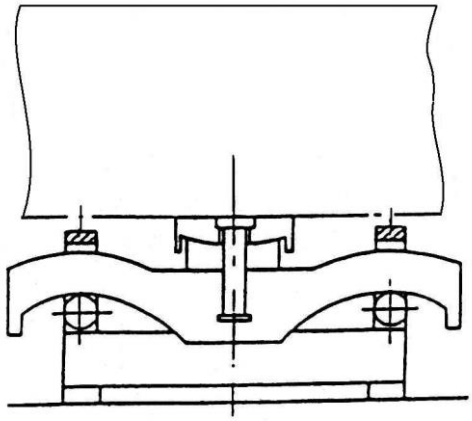


Рисунок 64

– маятникового типа (рисунок 65), грузовая площадка которых может перемещаться в продольном направлении за счет отклонения маятниковых подвесок, верхние концы которых шарнирно связаны со стойками основания, а нижние – с грузовой площадкой.

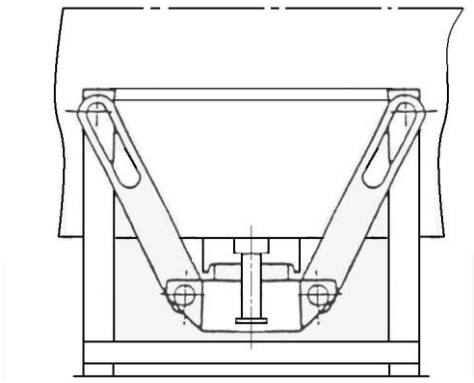


Рисунок 65

Одноопорные подвижные турникеты изготавливают в трех вариантах:

– клиновые, у которых продольное перемещение груза осуществляется скольжением наклонных опорных плоскостей грузовой площадки, жестко связанной с грузом, по клиновым опорам, закрепленным на основании турникетной опоры;

– катковые, у которых грузовая площадка опирается на основание посредством цилиндрических или шаровых катков, перекатывающихся по профильным направляющим основания;

– фрикционные, у которых опорные элементы грузовой площадки выполнены в виде фрикционного сектора, а на основании имеются соответствующие профильные направляющие поверхности.

Двухопорные подвижные турникеты известны в двух конструктивных исполнениях: катковые и фрикционные, принципы действия которых аналогичны соответствующим конструкциям одноопорных турникетов.

Турникеты маятникового типа известны в двух модификациях: с верхним и нижним расположением опорных шарниров. На практике нашли применение турникеты с верхним расположением шарниров. Тяги, соединяющие концы стоек с грузовой площадкой, располагаются под углом 13-15^{o} к вертикали и имеют вверху продольные прорези. При смещении груза вдоль платформы площадка оказывается подвешенной только на одной паре тяг, а вторая пара тяг, за счет имеющихся пазов, скользит относительно опорных шарниров.

12.8. Определение сил, действующих на длинномерные грузы и используемые для их перевозки турникеты

12.8.1. При погрузке длинномерного груза с опорой на один вагон расчеты выполняют в соответствии с пунктом 11 настоящей главы.

При размещении груза с опорой на два вагона с использованием турникета производится расчет устройств для крепления грузов к грузовым площадкам турникетных опор и турникетных опор к вагону.

При разработке новых конструкций турникетов должны рассчитываться турникетные опоры и устройства их крепления к вагонам. Расчеты выполняются с учетом продольных, поперечных и вертикальных инерционных сил, а также сил трения и ветровой нагрузки.

В формулах для определения сил приняты следующие обозначения:

массы:

$\mathbf{Q_{тур}}$ – масса турникета;

$\mathbf{Q_{тур.н}}$ – масса неподвижных частей турникетной опоры;

$\mathbf{Q_{тур.п}}$ – масса подвижных частей турникетной опоры;

сил трения в продольном направлении:

$\mathbf{F^{пр}_{тр.оп}}$ – между турникетной опорой и платформой;

$\mathbf{F^{пр}_{тр.пн}}$ – между подвижными и неподвижными частями турникетной опоры;

$\mathbf{F^{пр}_{тр.гп}}$ – между грузом и грузовой площадкой;

сил трения в поперечном направлении:

$\mathbf{F^{п}_{тр.оп}}$ – между турникетной опорой и платформой;

$\mathbf{F^{п}_{тр.пн}}$ – между подвижными и неподвижными частями турникетной опоры;

$\mathbf{F^{п}_{тр.гп}}$ – между грузом и грузовой площадкой.

Для грузов, размещенных на сцепе с опорой на два вагона, точкой приложения продольных инерционных сил принимается центр тяжести груза **($\mathbf{ЦТ_{гр}}$).**

Точками приложения поперечных и вертикальных инерционных сил принимаются центры тяжести поперечных сечений груза, расположенные в вертикальных плоскостях, проходящих через середину опор.

Точкой приложения равнодействующей ветровой нагрузки принимается геометрический центр общей наветренной поверхности груза и турникетных опор.

12.8.2. Продольные инерционные силы, действующие на длинномерный груз и на турникетные опоры, зависят от конструкции турникетов, способа закрепления груза к турникетным опорам и турникетных опор к вагону.

Продольная инерционная сила, действующая на груз, рассчитывается по формуле:

$$F_{пр}=a_{пр}^{т}\,(\,Q_{гр}\;+\;n_{п}Q_{тур.п}\,)\ (тс) \qquad (84)$$

Продольная инерционная сила, действующая на крепление турникетной опоры к вагону, рассчитывается по формулам:

– для неподвижной опоры неподвижного турникета:

$$F_{пр}=a_{пр}^{т}\,(Q_{гр}+0{,}5Q_{тур}+Q_{тур.п}\,)\ (тс); \qquad (85)$$

– для подвижной опоры неподвижного турникета:

$$F_{пр}=1{,}25(0{,}5Q_{гр}+Q_{тур.п})\,\mu_{ск}+Q_{тур.п}\,a_{пр}^{т}\ (тс); \qquad (86)$$

– для каждой опоры подвижного турникета:

$$F_{пр}=a_{пр}^{т}\,0{,}5(Q_{гр}+Q_{тур}\,)\ (тс), \qquad (87)$$

где $a_{пр}^{т}$ – удельная продольная инерционная сила;

$\mu_{ск}$ – коэффициент трения скольжения между подвижной грузовой площадкой и основанием подвижной опоры неподвижного турникета, принимается равным 0,1;

$n_{п}$ – количество подвижных опор турникета: $n_{п}$ = **1** для неподвижного турникета, $n_{п}$ = 2 для подвижного турникета.

Величина удельной продольной инерционной силы $a_{пр}^{т}$ определяется в зависимости от типа и конструкции турникета.

Для подвижных турникетов со стальными фрикционными элементами $a_{пр}^{т}$ зависит от угла наклона к горизонтальной плоскости клиновой поверхности или криволинейных направляющих в точке, находящейся на расстоянии 400 мм от нейтрального положения подвижной части турникетной опоры. При массе груза вместе с подвижными частями турникетных опор свыше 65 т $a_{пр}^{т}$ принимается равной:

Угол наклона, град	14	15	17	19
Значение $a_{пр}^{т}$, тс/т	0,48	0,53	0,58	0,7

Для груза массой менее 65 тонн для определения $a_{пр}^{т}$ необходимо проведение экспериментальных работ; если это невозможно, следует пользоваться формулой 88.

Для других типов подвижных турникетов, а также для неподвижных турникетов $a_{пр}^{т}$ определяют по формуле:

$$a_{пр}^{т}=a_{пр}^{т\,44}-\frac{(Q_{гр}+n_{п}\,Q_{тур.п}\,)(\,a_{пр}^{т\,44}-a_{пр}^{т\,188})}{144}\ (тс/т) \qquad (88)$$

В формуле (88) величины $a_{пр}^{т\,188}$ и $a_{пр}^{т\,44}$ принимаются равными:

– для подвижных турникетов и неподвижных (шкворневых) турникетов с упругим креплением груза к неподвижной опоре – $a_{пр}^{т\,188}$ = 0,86 тс/т; $a_{пр}^{т\,44}$ = 1,2 тс/т;

– для неподвижных (шкворневых) турникетов с жестким креплением груза к неподвижной опоре: для несъемных турникетов (закрепленных на платформе сваркой) $\mathbf{a_{пр}^{т}_{188}}$ = 2,0 тс/т, $\mathbf{a_{пр}^{т}_{44}}$ = 3,0 тс/т; для съемных турникетов – $\mathbf{a_{пр}^{т}_{188}}$ = 1,56 тс/т, $\mathbf{a_{пр}^{т}_{44}}$ = 1,9тс/т.

12.8.3. Поперечные горизонтальные инерционные силы, действующие на длинномерный груз и турникетные опоры, рассчитываются по формулам:

– сила, действующая на груз:

$$\mathbf{F_{п} = a_{п}^{т} (Q_{гр} + n_{п} Q_{тур.п})/1000} \text{ (тс)}, \qquad \mathbf{(89)}$$

где $\mathbf{a_{п}^{т}}$ = 450 кгс/т – удельная поперечная инерционная сила при размещении груза с опорой на два вагона;

– сила, действующая на крепление опор подвижного и неподвижного турникетов к вагону:

$$\mathbf{F_{п}^{т} = a_{п}^{т} 0{,}5 (Q_{гр} + Q_{тур})/1000} \text{ (тс)}. \qquad \mathbf{(90)}$$

12.8.4. Вертикальные инерционные силы, действующие на груз и турникетные опоры, определяются по формулам:

– сила, действующая на груз:

$$\mathbf{F_{в} = a_{в} Q_{гр}/1000} \text{ (тс)}; \qquad \mathbf{(91)}$$

– сила, действующая на турникетную опору с грузом:

$$\mathbf{F_{в}^{т} = a_{в} 0{,}5 (Q_{гр} + Q_{тур})/1000} \text{ (тс)}, \qquad \mathbf{(92)}$$

где $\mathbf{a_{в}}$ – удельная вертикальная сила определяется по формуле:

$$\mathbf{a_{в} = 250 + 20\, l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр} + Q_{тур}}} \text{ (кгс/т)}, \qquad \mathbf{(93)}$$

где $\mathbf{l_{гр}}$ – расстояние от поперечной плоскости симметрии платформы до поперечной оси турникетной опоры, м.

В случаях загрузки сцепа грузом массой менее 10 тонн в расчетах значение $\mathbf{Q_{гр}}$ принимают равным 10 т.

12.8.5. Ветровую нагрузку принимают перпендикулярной к продольной плоскости симметрии сцепа и определяют по формуле:

$$\mathbf{W_{п} = 50(S_{гр} + S_{тур})} \text{ (кгс)}, \qquad \mathbf{(94)}$$

где $\mathbf{S_{гр}}$, $\mathbf{S_{тур}}$ – площадь наветренной поверхности соответственно груза и турникетных опор, м^2.

Для цилиндрической поверхности $\mathbf{S_{гр}}$ принимают равной половине площади проекции поверхности груза на продольную плоскость симметрии вагона.

12.8.6. Силы трения для расчета крепления груза и турникетных опор неподвижного турникета определяют по следующим формулам.

В продольном направлении:

− при креплении груза на неподвижной турникетной опоре:

$$F_{тр}^{пр} = 0{,}5\,(Q_{гр} + Q_{тур.п})\,(\mu_{гт} + \mu_{ск}) \text{ (тс);} \qquad (95)$$

− при креплении турникетной опоры к вагону:

$$F_{тр}^{пр} = 0{,}5\,(Q_{гр} + Q_{тур})\,\mu \text{ (тс),} \qquad (96)$$

где μ – коэффициент трения турникетной опоры по полу вагона;
$\mu_{гт}$ – коэффициент трения груза по грузовой площадке турникетной опоры.

12.8.7. Силы трения для расчета крепления груза и турникетных опор подвижного турникета определяют по следующим формулам.

Силы трения в продольном направлении:

− при креплении груза на опорной площадке турникетной опоры:

$$F_{тр}^{пр} = (0{,}5Q_{гр} + Q_{тур.п})\,\mu_{п} \text{ (тс),} \qquad (97)$$

где $\mu_{п}$ – коэффициент трения грузовой площадки по основанию турникетной опоры;

− при креплении турникетной опоры к вагону:

$$F_{тр}^{пр} = 0{,}5(Q_{гр}+Q_{тур})\mu \text{ (тс).} \qquad (98)$$

12.8.8. Силы трения для турникетной опоры подвижного и неподвижного турникетов в поперечном направлении определяют по формулам:

− при креплении груза на опорной поверхности турникетной опоры:

$$F_{тр}^{п} = 0{,}5\,Q_{гр}\,\mu_{гт}(1000 - a_{в})/1000 \text{ (тс);} \qquad (99)$$

− при креплении турникетной опоры к вагону:

$$F_{тр}^{п} = 0{,}5(Q_{гр} + Q_{тур})\,\mu\,(1000 - a_{в})/1000 \text{ (тс)} \qquad (100)$$

Расчеты крепления груза к грузовым площадкам турникетных опор и турникетных опор к вагонам производят в соответствии с пунктом 11.5 настоящей главы.

12.9. Основные технические и эксплуатационные требования к вновь разрабатываемым турникетам

Турникеты должны изготавливаться в климатическом исполнении "ХЛ" категории 1 по ГОСТ 15150.

Подвижные и неподвижные части турникетных опор должны иметь надежную механическую связь, исключающую сход подвижных частей с направляющих при роспуске сцепов вагонов с горки, при движении в поездах и при маневровых работах. Подвижные части турникетных опор подвижных турникетов после прекращения действия продольных инерционных сил, а также при снятии вертикальных нагрузок на них должны возвращаться в исходное (среднее) положение.

Съемные турникеты должны допускать установку и снятие их с платформы грузоподъемными механизмами с минимальными трудозатратами и без каких-либо нарушений конструкции платформы.

Конструкция турникетов должна обеспечивать доступ к узлам, требующим регулировки и технического обслуживания.

Турникеты должны сохранять работоспособность и не иметь повреждений при скоростях соударения сцепов до 9 км/ч.

Конструкция турникетов должна обеспечивать:

– сохранность груза и подвижного состава;

– безопасное движение в составе грузового поезда со скоростью до 100 км/ч;

– проход кривых радиусом, равным минимальному радиусу вписывания в кривую вагонов сцепа, и габаритность погрузки в кривых радиусом 350 м;

– прохождение сцепа вагонов через горб сортировочной горки, для чего подвижная часть турникетной опоры должна иметь возможность поворота в вертикальной плоскости на угол не менее 5^{o};

– исключение скручивания груза при проходе сцепа вагонов по криволинейному участку пути с максимальным возвышением наружного рельса при максимальном расчетном угле поворота груза относительно продольной оси пути при входе на кривую не более $0,5^{o}$.

Для закрепления груза на турникетных опорах рекомендуется использовать стандартные крепежные изделия (болты, винты, шпильки и прочие).

Конструкция основания турникетных опор и установка турникетной опоры на платформе при самых неблагоприятных сочетаниях внешних нагрузок и взаимном расположении деталей турникетной опоры не должны приводить к возникновению в раме платформы изгибающего момента, превышающего допускаемые значения, приведенные в таблице 14. Проверочный расчет изгибающего момента в раме платформы выполняется в соответствии с рекомендациями, приведенными в Приложении 4 к настоящей главе.

Длина прорези для продольного перемещения шкворня определяется по формуле:

$$\mathbf{C_{пр}=(4l_a+20)(n-1)+d+50,} \qquad \mathbf{(101)}$$

где $\mathbf{l_a}$ – ход поглощающего аппарата автосцепки, мм (принимается 100 мм);

n – число вагонов в сцепе без учета вагонов прикрытия концов груза;

d – диаметр шкворня, мм.

При погрузке груза на турникет шкворень должен находиться в центре прорези.

13. Порядок разработки МТУ и НТУ

13.1. Проект МТУ должен содержать описательную часть и расчетно-пояснительную записку.

Описательная часть проекта МТУ должна содержать:

– характеристику груза (наименование, массу, основные размеры и др.);

– порядок подготовки груза к перевозке;

– сведения о подвижном составе (тип и, при необходимости, модель) и требования к нему;

– порядок размещения груза в вагоне;

– описание способа крепления груза с указанием всех элементов крепления и их расположения относительно груза и вагона;

– схему (схемы) размещения и крепления груза (далее схема).

Расчетно-пояснительная записка должна содержать расчетное обоснование предлагаемого способа размещения и крепления груза, выбор типа и количества средств крепления. Расчеты должны выполняться в соответствии с требованиями настоящей главы.

В случае использования в предполагаемом способе погрузки многооборотных средств крепления к проекту МТУ должна прилагаться документация на них (необходимые чертежи, паспорт или инструкция по эксплуатации).

Предложенный в проекте МТУ способ размещения и крепления груза проверяется экспериментально в соответствии с требованиями пункта 14 настоящей главы.

В ходе экспериментальной проверки могут меняться количество и характеристики средств крепления, способы установки растяжек, предусмотренные проектом МТУ.

По результатам экспериментальной проверки разрабатывается уточненный проект МТУ, содержащий описательную часть и схему.

МТУ могут быть предложены в качестве дополнений в настоящие ТУ при условии осуществления перевозок по ним грузов и отсутствия случаев нарушения погрузки и расстройства крепления в пути следования.

13.2. НТУ разрабатываются на грузы, способы размещения и крепления которых не предусмотрены настоящими ТУ или МТУ.

НТУ должны содержать схему размещения и крепления груза и расчетно-пояснительную записку. Расчеты должны выполняться в соответствии с требованиями настоящей главы. В случае использования в предполагаемом способе погрузки многооборотных средств крепления к проекту НТУ должна прилагаться документация на них (необходимые чертежи, паспорт или инструкция по эксплуатации).

Способ размещения и крепления груза НТУ может быть проверен экспериментально в соответствии с требованиями пункта 14 настоящей главы.

13.3. Оформление и утверждение МТУ, НТУ осуществляется в соответствии с национальным законодательством.

14. Проведение экспериментальной проверки способов размещения и крепления грузов

14.1. Экспериментальная проверка включает два этапа:

– испытания на соударения;

– опытные перевозки.

Экспериментальная проверка проводится комиссией. В состав комиссии включаются специалисты по грузовой работе, по вагонам, по безопасности движения поездов, представители перевозчика и отправителя.

Комиссия обеспечивает:

– контроль соответствия состояния груза, его размещения и крепления проекту МТУ*;*

– соблюдение методики и условий проведения экспериментальных работ;

– оформление актов о проведении соответствующих этапов экспериментальной проверки с заключением о надежности испытываемого способа размещения и крепления груза;

– разработку предложений по улучшению испытываемого способа размещения и крепления груза.

При опытных перевозках члены комиссии могут сопровождать груз до станции назначения.

Результаты этапов экспериментальной проверки фиксируют в соответствующих актах. Рекомендуемые формы актов приведены в Приложении 5 к настоящей главе.

14.2. Проведение испытаний на соударение производят в следующем порядке.

Производят подготовку к испытаниям вагонов, загруженных по проекту МТУ по проверяемому способу размещения и крепления груза, которая включает в себя:

– размещение и крепление груза в соответствии с проектом МТУ (опытная погрузка);

– нанесение на груз и на вагон контрольных меток, фиксирующих начальное положение груза относительно вагона. Контрольные метки должны быть нанесены в местах и способом, обеспечивающими их отчетливую различимость в процессе испытаний. Испытания на соударения одиночных вагонов или сцепов с опорой груза на один вагон проводят на прямом горизонтальном участке пути.

Испытания на соударения сцепов с опорой на два вагона проводят на прямом горизонтальном участке пути, а затем – на криволинейном горизонтальном участке пути радиусом кривой 300 - 400 м.

Соударениям подвергается каждый испытываемый вагон или сцеп.

Соударения испытуемого вагона (сцепа) производят с группой неподвижно стоящих на пути вагонов («стенкой»), загруженных до полной грузоподъемности инертным грузом (например, песком, щебнем и т.п.). «Стенка» должна состоять не менее чем из трех вагонов. Вагоны «стенки» устанавливают в конце испытательного участка пути в сцепленном состоянии и затормаживают пневматическим тормозом, вагон со стороны набегания испытуемого вагона дополнительно затормаживают двумя тормозными башмаками. Размечают контрольный участок пути – прямолинейный горизонтальный отрезок пути длиной 10 м от оси автосцепки полувагона «стенки» со стороны набегания испытуемого вагона. Контрольный участок предназначен для определения скорости соударения испытуемого вагона со «стенкой».

Испытуемый вагон (сцеп) при помощи локомотива отводят от «стенки» на необходимое расстояние и разгоняют толканием с разъединенной сцепкой по направлению к «стенке» до необходимой скорости. На расстоянии от «стенки» не менее 15 м производят саморасцеп сцепки, локомотив затормаживает, а испытуемый вагон по инерции накатывается на «стенку». В случаях использования локомотива без устройства саморасцепа автосцепка разъединяется перед началом разгона.

На прямом участке пути проводят 10 соударений в следующей последовательности:

- 4 соударения со скоростями от 4 до 5 км/ч;
- 3 соударения со скоростями от 5 до 6 км/ч;
- 2 соударения со скоростями от 6 до 7 км/ч;
- 1 соударение со скоростью от 7 до 8 км/ч.

При испытаниях сцепов на криволинейном участке проводится 10 соударений со скоростями от 4 до 8 км/ч, как указано выше.

При испытаниях сцепов с грузом, закрепленным неподвижно относительно одной из грузонесущих платформ, соударения проводят в обоих направлениях.

Скорость вагона перед соударением рассчитывается по формуле:

$$v=36/t \text{ (км/ч)},$$

где **t** – время прохождения контрольного участка свободно движущимся вагоном, сек. Время **t** замеряется секундомером.

Допускается по решению комиссии определение скорости вагонов перед соударением с использованием специального оборудования.

Для проведения испытаний на соударения допускается использование специальных стендов горочного типа.

После каждого соударения вагон (сцеп), груз и все элементы крепления осматриваются членами комиссии.

Значения скорости соударений, результаты осмотра (изменения положения груза, состояния элементов крепления, повреждения конструкции вагона) фиксируют в Акте испытаний на соударение. Смещение груза определяют по положению меток до и после соударения.

Если во время испытаний смещение груза или повреждение элементов крепления угрожает безопасности движения или сохранности груза и подвижного состава, испытания должны быть немедленно прекращены, о чем делается соответствующая запись в Акте испытаний на соударение.

Способ размещения и крепления груза считается выдержавшим испытания, если в результате 10 соударений (со скоростью до 8 км/ч) на прямом, а для сцепов – на прямом и криволинейном участках пути реквизиты крепления груза не имели существенных дефектов, груз находился в закрепленном состоянии, пригодном для перевозки, и не зафиксировано повреждений вагона.

По результатам испытаний на соударения комиссия принимает решение о проведении опытной перевозки. По решению комиссии вагоны для участия в опытной перевозке могут быть полностью или частично перегружены, заменены все или некоторые средства крепления.

14.3. Опытные перевозки проводят с целью проверки надежности способа размещения и крепления в реальных условиях перевозок. Вагоны, загруженные по проекту МТУ, включают в поезда на общих основаниях. Опытные перевозки могут быть как однократными, так и назначаемыми на определенный период – многократными. Многократные опытные перевозки назначают по усмотрению комиссии, например, в случаях недостаточной дальности однократной перевозки, для проверки надежности способа крепления груза в зимних и летних условиях.

Общий пробег каждого вагона в процессе опытных перевозок должен составлять не менее 1500 км.

В верхней части лицевой стороны первого листа накладной на груз, отправляемый в опытную перевозку, делают отметку «Опытная перевозка».

При отправлении каждого испытуемого вагона в опытную перевозку:

– на груз и вагон наносят контрольные метки;

– оформляют Акт опытной перевозки.

Левая часть Акта заполняется и подписывается членами комиссии на станции отправления. В Акте должен быть указан адрес, по которому он должен быть возвращен после выгрузки вагонов. Акт опытной перевозки прикладывают к накладной на вагон.

Необходимость сопровождения вагонов, погруженных по проверяемому проекту МТУ, в процессе опытных перевозок определяется комиссией.

Если опытная перевозка осуществляется с сопровождением, члены комиссии систематически осматривают состояние груза и его крепление в пути следования. Результаты осмотров заносят в журнал опытной перевозки.

При обнаружении повреждения средств крепления сопровождающие члены комиссии оценивают возможность дальнейшего следования опытных вагонов в составе поезда.

При необходимости роспуска состава с опытными вагонами с сортировочных горок груз, крепление и вагоны осматривают перед роспуском и после него.

При опытных перевозках без сопровождения договорной перевозчик извещает перевозчика на станции назначения о проведении комиссионной выгрузки.

На станции назначения выгрузку опытных вагонов производят под наблюдением перевозчика и получателя. Перед выгрузкой проводят осмотр груза и видимых средств крепления груза в вагонах, а после выгрузки – окончательную оценку состояния груза, вагона и средств крепления. Перевозчик и получатель заполняют и подписывают правую часть Акта опытной перевозки.

14.4. На основании анализа материалов экспериментальной проверки принимается решение о пригодности проверяемого способа размещения и крепления груза. При необходимости формулируются замечания и предложения по корректировке проверяемого способа размещения и крепления груза.

Приложение № 1
к главе 1 Технических условий размещения и крепления грузов
(к пунктам 9.26 и 9.28)

Расчет болтовых и сварных соединений

1. Расчет болтовых соединений с поперечной нагрузкой

1.1. Болт установлен в отверстия деталей без зазора. Болт работает на срез и смятие.

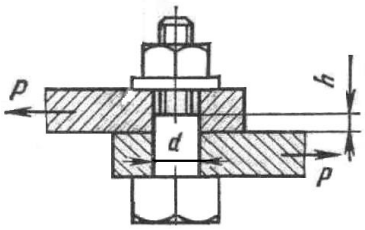


Рисунок П 1.1
Болт цилиндрический

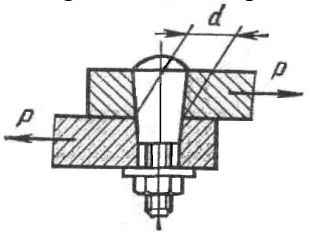


Рисунок П 1.2
Болт конусный

На срез болт рассчитывают по формуле:

$$\pi\,(d/10)^2\,[\tau_{ср}]\,/\,4 \geq P,\ \text{откуда}\ d \geq 10\sqrt{4P/\pi\,[\tau_{ср}]},$$

где **P** – сила, действующая поперек болта, кгс;

$[\tau_{ср}]$ – допускаемое напряжение на срез, кгс/см^2;

d – диаметр посадочной поверхности болта, мм.

На смятие болт рассчитывают по формуле:

$$(d\,h\,[\sigma_{см}])/100 \geq P,\ \text{откуда}\ h \geq 100P\,/\,d\,[\sigma_{см}],$$

где **h** – высота участка смятия, мм;

$[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение на смятие, кгс/см^2.

1.2. Болт установлен в отверстия деталей с зазором. Затяжкой болта обеспечивают достаточную силу трения между деталями для предупреждения их сдвига и перекоса болта.

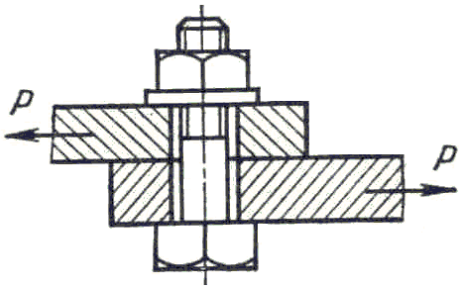


Рисунок П 1.3

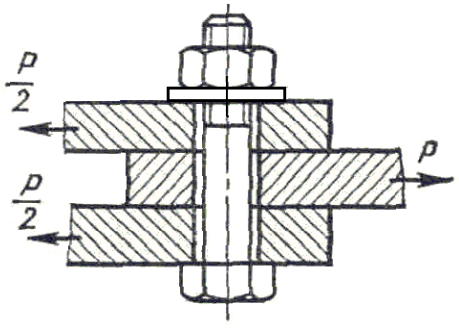


Рисунок П 1.4

Болт рассчитывают на усилие затяжки **Q** по формулам:

$$Q = P / f = \pi\,(d_1/10)^2\,[\sigma_р]\,/\,4,$$

где **f** – коэффициент трения между соединяемыми деталями; принимается в соответствии с п. 11.3.1 настоящей главы;

d_1 – внутренний диаметр резьбы болта, мм;

$[\sigma_р]$ – допускаемое напряжение при растяжении, кгс/см^2

$$Q = P / f\,i,$$

где **i** – число стыков

2. Расчет сварных соединений

2.1. Стыковое соединение с прямым швом.

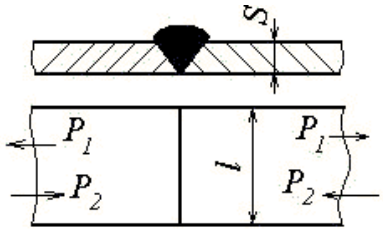


Рисунок П 1.5

Допускаемое усилие для соединения при:

– растяжении $\mathbf{P_1 = [\sigma`_р] l S/100}$ (кгс);

– сжатии $\mathbf{P_2 = [\sigma`_{сж}] l S/100}$ (кгс),

где $\mathbf{[\sigma`_р]}$, $\mathbf{[\sigma`_{сж}]}$ – допускаемые напряжения для сварного шва соответственно при растяжении и сжатии, кгс/см^2;

l, S – ширина и толщина соединяемых деталей, мм.

При расчете прочности все виды подготовки кромок в стыковых соединениях принимают равноценными.

2.2. Стыковое соединение с косым швом.

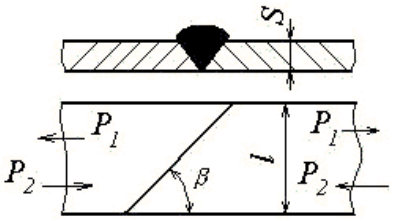


Рисунок П 1.6

Допускаемое усилие для соединения при:

– растяжении $\mathbf{P_1 = [\sigma`_р] l S/100 \sin \beta}$ (кгс);

– сжатии $\mathbf{P_2 = [\sigma`_{сж}] l S/ 100 \sin \beta}$ (кгс),

при β=45^o соединение равнопрочно целому сечению.

2.3. Нахлесточное соединение.

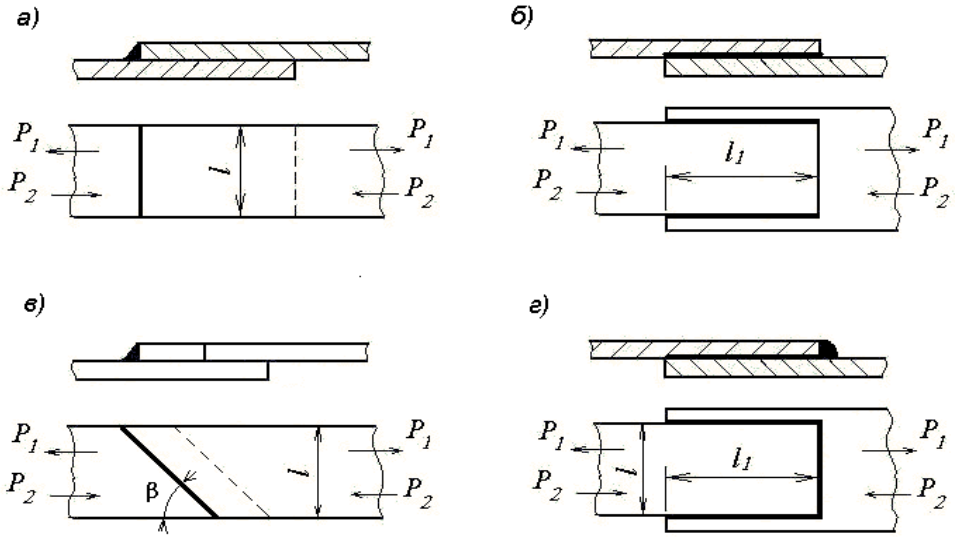


Рисунок П 1.7

Соединения выполняют угловым швом. В зависимости от направления шва относительно направления действующих сил угловые швы называют лобовыми (рисунок П 1.7а), фланговыми (рисунок П 1.7б), косыми (рисунок П 1.7в) и комбинированными (рисунок П 1.7г).

Максимальную длину лобового и косого швов не ограничивают. Длину фланговых швов следует принимать не более 60К, где К – величина катета шва (мм). Минимальная длина углового шва 30 мм; при меньшей длине дефекты в начале и конце шва значительно снижают его прочность. Минимальный катет углового шва K_{min} принимают равным 3 мм, если толщина металла $S \geq 3$ мм.

Допускаемое усилие для соединения

$$\mathbf{P_1 = P_2 = 0{,}7\,[\tau`_{ср}]\,KL/100}\ \text{(кгс)},$$

где $\mathbf{[\tau`_{ср}]}$ – допускаемое напряжение для сварного шва на срез, кгс/см^2;

К – катет шва, мм;

L – периметр угловых швов, мм:

– для лобовых швов **L=l;**
– для фланговых швов $\mathbf{L=2l_1}$;
– для косых швов $\mathbf{L=l/\sin\beta}$;
– для комбинированных швов $\mathbf{L=2l_1 + l}$.

2.4. Соединение несимметричных элементов.

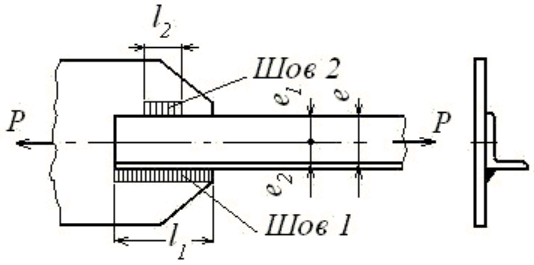


Рисунок П 1.8

Усилия, передаваемые на швы 1 и 2, находят из уравнения статики:

$$\mathbf{P_1 = P\,e_1/e;\ \ P_2 = P\,e_2/e.}$$

Необходимая длина швов:

$$\mathbf{l_1 = P_1/0{,}007\,[\tau`_{ср}]\,K}\ \text{(мм)};\qquad \mathbf{l_2 = P_2/0{,}007\,[\tau`_{ср}]\,K}\ \text{(мм)},$$

где $\mathbf{[\tau`_{ср}]}$ – допускаемое напряжение для сварного шва на срез, кгс/см^2;

К – катет шва, мм.

Допускается увеличение $\mathbf{l_2}$ до размера $\mathbf{l_1}$.

2.5. Тавровое соединение, обеспечивающее лучшую передачу усилий.

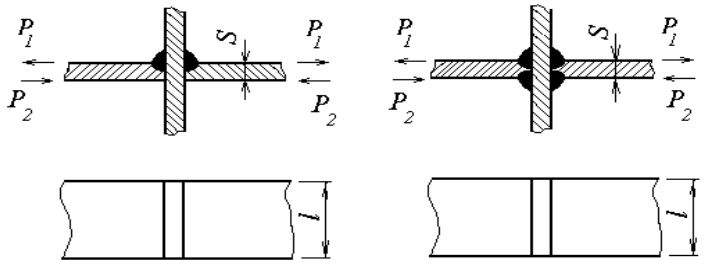


Рисунок П 1.9

Допускаемое усилие при:

- растяжении $\mathbf{P_1 = [\sigma`_р] \, l \, S/100}$ (кгс);
- сжатии $\mathbf{P_2 = [\sigma`_{сж}] \, l \, S/100}$ (кгс),
-

где $\mathbf{[\sigma`_р]}$, $\mathbf{[\sigma`_{сж}]}$ – допускаемые напряжения для сварного шва соответственно при растяжении, сжатии, кгс/см^2;

l, S – ширина и толщина пристыкованных деталей, мм.

2.6. Допускаемые напряжения для сварных швов.

Допускаемые напряжения для сварных швов принимают в соответствии с таблицей П1.1 в зависимости от допускаемых напряжений, принятых для основного металла.

Таблица П 1.1

Допускаемые напряжения для сварных швов

Сварка	**Для стыковых соединений**		**При срезе**
	при растяжении $[\sigma`_р]$	**при сжатии $[\sigma`_{сж}]$**	**$[\tau`_{ср}]$**
Ручная электродами Э42	0,9 $[\sigma_р]$	$[\sigma_р]$	0,6 $[\sigma_р]$
Ручная электродами Э42А	$[\sigma_р]$	$[\sigma_р]$	0,65 $[\sigma_р]$

$\mathbf{[\sigma_р]}$ – допускаемое напряжение при растяжении для основного металла

Приложение № 2
к главе 1 Технических условий размещения и крепления грузов
(к пункту 11.3.1)

Основные методические требования по обоснованию величин коэффициентов трения между опорными поверхностями груза и вагона

1. Обоснование величины коэффициента трения между опорными поверхностями груза и вагона, значение которого не предусмотрено пунктом 11.3.1 главы 1 настоящих ТУ, производится экспериментальным путем в лабораторных условиях, а затем в условиях натурного эксперимента.

В случаях использования значения величины коэффициента трения, приведенного в иных, нежели настоящие ТУ, официально изданных источниках, допускается выполнять его проверку только в условиях натурного эксперимента.

2. Определение величины коэффициента трения в лабораторных условиях.

Лабораторная установка для определения величины коэффициента трения должна включать в себя:

– основание с устройствами для закрепления неподвижного образца, имитирующего поверхность, на которую опирается груз;

– подвижную (нагрузочную) плиту с устройствами для закрепления подвижного образца;

– сдвигающее устройство, обеспечивающее создание и определение необходимого сдвигающего усилия, приложенного к подвижной плите;

– нагружающее устройство для создания требуемой нагрузки на поверхности контакта образцов (при необходимости);

– контрольно-измерительные приборы.

Подвижный образец выполняется в виде плоского тела (пластина, плита) из материала, соответствующего материалу опорной поверхности груза. Размеры опорной поверхности подвижного образца и величина его необходимого вертикального догружения определяются из условия обеспечения удельного давления между поверхностями подвижного и неподвижного образцов, соответствующего реальным условиям размещения груза.

Предел измерения прибора для измерения сдвигающего усилия должен отвечать условию:

$$\mathbf{P \cong 1{,}25\ S\ \mu_o q},$$

где **S** – площадь опорной поверхности подвижного образца, см^2; μ_o – предполагаемое значение коэффициента трения, принимаемое по известным аналогам; **q** – удельное давление между опорными поверхностями груза и вагона, кгс/см^2.

Неподвижный образец выполняется в виде плоского тела (пластина, плита) из того же материала, из которого изготовлена поверхность, на которую опирается груз. Размеры неподвижного образца в плане должны быть: в направлении действия сдвигающего усилия (длина) – не менее двух длин подвижного образца; в перпендикулярном направлении (ширина) – не менее 1,25 ширины подвижного образца.

Шероховатость контактирующих поверхностей образцов должна соответствовать шероховатости контактирующих поверхностей груза и вагона (подкладок). При испытании гигроскопичных материалов их относительная влажность должна составлять 20-25%.

Для грузов, имеющих опорную поверхность из полимерных материалов, эксперименты должны проводиться при отрицательных температурах окружающей среды до минус 25^o С включительно.

Эксперимент заключается в многократном сдвиге подвижного образца под воздействием сдвигающего усилия и замере максимального значения усилия в момент начала сдвига.

Сдвигающее усилие должно быть приложено параллельно плоскости контакта образцов. Смещение подвижного образца должно происходить в направлении действия сдвигающего усилия и составлять не менее 0,5 его длины. Перед каждым следующим приложением сдвигающего усилия подвижный образец должен устанавливаться в исходное положение; смещение в поперечном направлении не допускается.

Перед первым приложением сдвигающей нагрузки образцы должны находиться в исходном положении не менее 5 мин.

Время наращивания усилия сдвига груза от момента приложения до начала сдвига должно составлять не более 3 сек.

Количество повторных смещений каждой пары образцов должно быть не менее 30.

Коэффициент трения (μ) рассчитывается по формуле:

$$\mu = \frac{F}{N},$$

где **F** – значение сдвигающего усилия, замеренное в момент начала сдвига подвижного образца, кгс; **N** – сила давления подвижного образца на неподвижный, кгс.

Результаты замеров обрабатываются методом вариационной статистики. Результаты первых 10 смещений не учитываются, так как происходит притирка поверхностей, вследствие чего получаемые значения могут быть завышены.

Результаты лабораторных исследований должны быть оформлены актом. Акт должен содержать: описание эксперимента (включая данные о физических параметрах груза и моделирующем его объекте, используемом испытательном оборудовании и средствах измерения), результаты всех измерений, методику обработки результатов измерений, результаты расчета значения коэффициента трения. Акт лабораторных исследований должен быть утвержден руководителем организации, проводившей эти исследования.

3. Экспериментальная проверка значений коэффициентов трения в натурных условиях выполняется путем проведения испытаний на соударение в соответствии с пунктом 14 главы 1 настоящих ТУ.

Экспериментальная проверка для грузов, перевозимых на открытом подвижном составе, должна проводиться в условиях осадков в виде дождя. Для грузов, имеющих опорную поверхность из полимерных материалов, эксперименты должны проводиться при отрицательных температурах окружающей среды до минус 25ºС включительно.

Груз на вагоне должен быть размещен без крепления; при этом должна быть обеспечена возможность его свободного перемещения в продольном направлении не менее 500 мм. Условия контактирования груза с вагоном на длине возможного смещения должны быть неизменными.

Соударения должны проводиться в следующей последовательности:

- 6 соударений со скоростями от 4 до 5 км/ч;
- 6 соударений со скоростями от 5 до 6 км/ч;
- 5 соударений со скоростями от 6 до 7 км/ч;
- 3 соударения со скоростями от 7 до 8 км/ч.

После каждого соударения должен быть проведен осмотр груза и зафиксировано наличие его смещения от начального положения. При отсутствии смещения груза после какого-либо из вышеуказанных режимов соударений количество соударений следующего скоростного режима увеличивается на величину, равную количеству соударений, после которых не зафиксировано смещение груза. Соударения продолжают до достижения количества смещений груза не менее двадцати.

Замеры ускорения груза производят датчиком ускорения, установленным на грузе.

Коэффициент трения (μ) рассчитывается по формуле:

$$\mu = \frac{j}{g},$$

где **j** – ускорение груза при соударении вагона с группой неподвижно стоящих вагонов прикрытия («стенкой»), м/сек^2;

g = 9,81 м/сек^2 – ускорение свободного падения.

В расчетах должны учитываться результаты замеров ускорения только тех соударений, при которых зафиксировано смещение груза. Результаты замеров обрабатываются методом вариационной статистики.

Результаты экспериментальной проверки должны быть оформлены актом. В акте должно быть сделано заключение о величине коэффициента трения, которая должна быть использована в расчетах при разработке проекта технических условий размещения и крепления испытуемого груза.

Акты о лабораторных и экспериментальных исследованиях по определению коэффициента трения должны быть включены в состав комплекта документов на разрабатываемый способ размещения и крепления груза.

Приложение № 3
к главе 1 Технических условий размещения и крепления грузов
(к пункту 11.5.2)

Методика расчета проволочных растяжек различной длины, расположенных под разными углами к полу вагона

При закреплении единичного груза растяжками из проволоки одинакового диаметра, с различным количеством нитей ($\mathbf{n_{ні}}$), различных длин ($\mathbf{1_i}$) и расположения ($\mathbf{\alpha_i, \beta_i, h_{pi}}$) усилие $\mathbf{R_{pi}}$ в рассматриваемой i-ой растяжке определяется по формулам:

1. От продольной инерционной силы (рисунок П3.1):

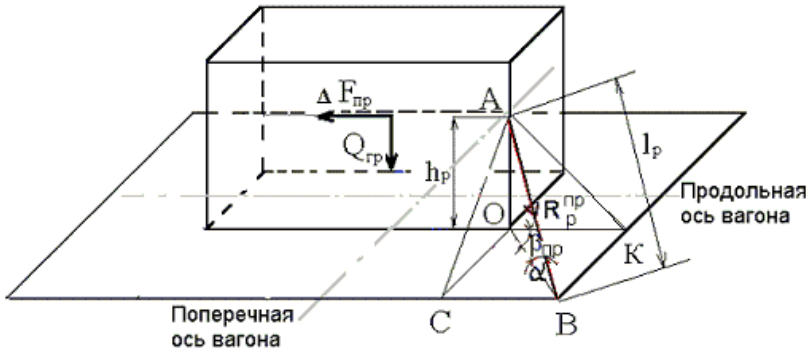


Рисунок П3.1

$$R_{pi}^{пр} = Z^{пр} (n_{ні} / 1_i) \cos \alpha_i \cos \beta_{пpi}, \qquad (1)$$

$$\text{где } Z^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}}{\sum_{i=1}^{n_p^{пр}} \left[\frac{n_{ні}}{1_i} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{пpi}) \cos \alpha_i \cos \beta_{пpi}\right]} \text{ (тс)}, \qquad (2)$$

где $\mathbf{R_{pi}^{пр}}$ – усилие в i-й растяжке от продольной инерционной силы, тс;

$\mathbf{n_p^{пр}}$ – количество растяжек, работающих одновременно в одну сторону вдоль вагона;

$\mathbf{n_{ні}}$ – количество нитей (проволок) в **i**-й растяжке; $\beta_{пpi}$ – угол между проекцией i-й растяжки на горизонтальную плоскость и продольной осью вагона;

$\mathbf{1_i}$ – длина i-й растяжки, м.

2. От поперечной инерционной силы (рисунок П3.2):

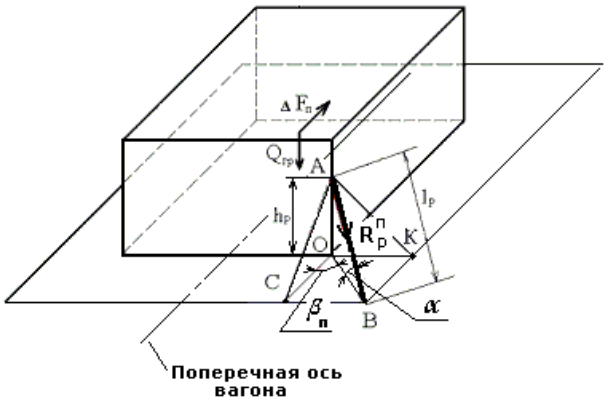


Рисунок П3.2

$$R_{pi}^{\,п} = Z^{п} (n_{нi} / 1_i) \cos \alpha_i \cos \beta_{пi} , \qquad (3)$$

$$\text{где } Z^{п} = \frac{\Delta F_п}{\sum_{i=1}^{} \left[\frac{n_p^{\,п} \; n_{нi}}{1_i} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{пi}) \cos \alpha_i \cos \beta_{пi} \right]} \text{ (тс)}, \qquad (4)$$

где $\mathbf{R_{pi}^{\,п}}$ – усилие в i-ой растяжке от поперечной инерционной силы, тс;

$\mathbf{n_p^{\,п}}$ – количество растяжек, работающих одновременно в одну сторону поперек вагона;

$\mathbf{n_{нi}}$ – количество нитей (проволок) в i-ой растяжке;

$\boldsymbol{\beta_{пi}}$ – угол между проекцией i-ой растяжки на горизонтальную плоскость и поперечной осью вагона;

$\mathbf{1_i}$ – длина i-ой растяжки, м.

3. Расчет выполняется в два этапа. Сначала по методике, изложенной в пункте 11.5 главы 1, определяют усилие в растяжках и производят ориентировочный подбор сечения растяжек по таблице 32. Затем выполняют уточненный расчет в соответствии с пунктами 1 и 2 настоящего приложения.

4. Пример расчета.

Исходные данные:

К перевозке по МТУ предъявлен груз массой 14,7 т в деревянной ящичной упаковке размером 3500х1600х2500 мм, размещенный на платформе с деревянным полом и закрепленный четырьмя парами проволочных растяжек (рисунок П3.3).

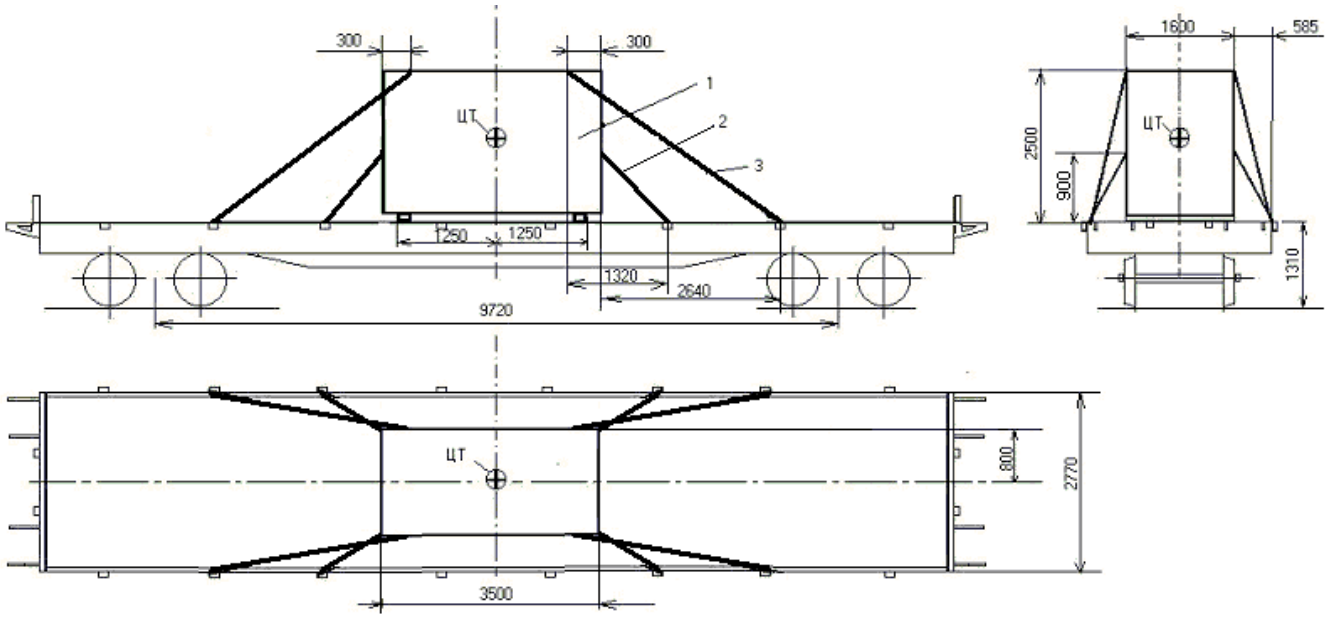


Рисунок П3.3
1 – груз; 2,3 – растяжка

В соответствии с выполненными предварительными расчетами имеем:

$a_{пр}$=1,15 тс/т; $a_{п}$=0,33 тс/т; $a_{в}$=0,396 тс/т; $W_{п}$=0,438 тс; μ=0,45;
$\Delta F_{пр}$=10,33 тс;
$\Delta F_{п}$=1,29 тс.

Расчет геометрических параметров и соотношений элементов растяжек целесообразно выполнять в табличной форме (таблица П3.1).

Таблица П3.1

Геометрические параметры растяжек	**Растяжка поз. 2**	**Растяжка поз. 3**
АО = $h_{р,}$ м	0,900	2,500
ВК= ОС, м	0,585	0,585
КО = ВС, м	1,020	2,940
В0 = $(КО^2 + ВК^2)^{½}$, м	1,176	2,998
АВ = $l_р = (ВО^2 + АО^2)^{½}$, м	1,480	3,859
Sin α = АО/АВ	0,608	0,648
Cos α = ВО/АВ	0,795	0,777
Cos $\beta_{пр}$ = КО/ВО	0,867	0,981
Cos $\beta_{п}$ = ВК/ВО	0,497	0,195

4.1. Расчет по методике, изложенной в пункте 11.5 главы 1.

$$R_р^{пр} = \frac{10,33}{2(0,45x0,608+0,795x0,867)+2(0,45x0,648+0,777x0,981)} = 2,56 \text{ тс;}$$

$$R_p^{п} = \frac{1,29}{2(0,45x0,608+0,795x0,497)+2(0,45x0,648+0,\ 777x0,195)} = 0,580 \text{ тс}$$

В соответствии с таблицей 32 главы 1 для крепления груза от смещений в продольном направлении необходимы растяжки из проволоки диаметром 6 мм в 6 нитей, для крепления груза от смещения в поперечном направлении необходимы растяжки из проволоки диаметром 6 мм в 2 нити.

4.2. Уточненный расчет.

Усилия от продольной инерционной силы.

По формуле (2) и данным таблицы П3.1:

$$Z^{пр} = \frac{10,33}{2(0,45x0,608+0,795x0,867)x0,795x0,867x6/1,48+ \\ + 2(0,45x0,648+0,777x0,981)\ x\ 0,777x0,981\ x\ 6/3,859} = 1,349$$

По формуле (1) и данным таблицы П3.1 усилия в растяжках:

$R_{р2}^{пр}$ = 1,349x(6/1,480)x0,795x0,867= 3,769 тс
$R_{р3}^{пр}$ = 1,349x(6/3,859)x0,777x0,981= 1,599 тс

Усилия от поперечной инерционной силы.

По формуле (4) и данным таблицы П3.1:

$$Z^{п} = \frac{1,29}{2(0,45x0,608+0,795x0,497)x0,795x0,497x2/1,480+ \\ + 2(0,45x0,648+0,\ 777x0,195)x0,\ 777x0,195x2/3,859} = 1,646$$

По формуле (3) и данным таблицы П3.1 усилия в растяжках:

$R_{р2}^{п}$ = 1,646x(2/1,48)x0,795x0,497 = 0,879 тс
$R_{р3}^{п}$ = 1,646x(2/3,859)x 0,777x0,195 = 0,1293 тс

Окончательное определение количества нитей в растяжках.

Количество нитей в растяжках принимаем в соответствии с таблицей 32 главы 1, исходя из рассчитанных уточненных значений усилий от продольной и поперечной инерционных сил.

По максимальным значениям $R_{р2}^{пр} > R_{р2}^{п}$ = 3,769 тс и $R_{р3}^{пр} > R_{р3}^{п}$ = 1,599 тс принимаем количество нитей в растяжках:

- растяжка поз. 2 – восемь нитей;
- растяжка поз. 3 – четыре нити.

Приложение № 4
к главе 1 Технических условий размещения
и крепления грузов
(к пункту 12.9)

Методические рекомендации по расчету изгибающего момента в раме платформы при размещении груза с применением турникета

1. Расчет изгибающего момента в раме платформы, возникающего при размещении груза с применением турникета, производят с учетом конструктивных параметров турникетных опор, особенностей их установки на платформу, характера передачи нагрузки от груза на турникетную опору (сосредоточенная или распределенная).

2. В настоящем приложении приняты следующие обозначения величин:

$Q = Q_{гр}/2$ – вертикальная сосредоточенная сила, с которой груз действует на турникетную опору, т;

$q_{гр} = Q/l_р$ – равномерно распределенная нагрузка от груза на турникетную опору, т/м;

$l_р$ – длина участка приложения равномерно распределенной нагрузки (вдоль вагона), м;

$l_в$ – база платформы, м;

$Q_{то}$ – масса турникетной опоры, т;

$l_т$ – длина опорной части турникетной опоры (вдоль вагона), м;

a, b – расстояния от шкворневых сечений платформы до крайних точек опорной части турникетной опоры (для схемы, приведенной на рисунке П 4.2 – до середины подкладок), м;

$l_п$ – длина между осями поперечных подкладок опорной части турникетной опоры, м;

$a_т$, $b_т$ – расстояния от крайних точек опорной части турникетной опоры до точек приложения нагрузки на турникетную опору, м.

3. Возможные варианты передачи вертикальной нагрузки от груза на опорную часть турникетной опоры описаны схемами, приведенными на рисунке П 4.1.

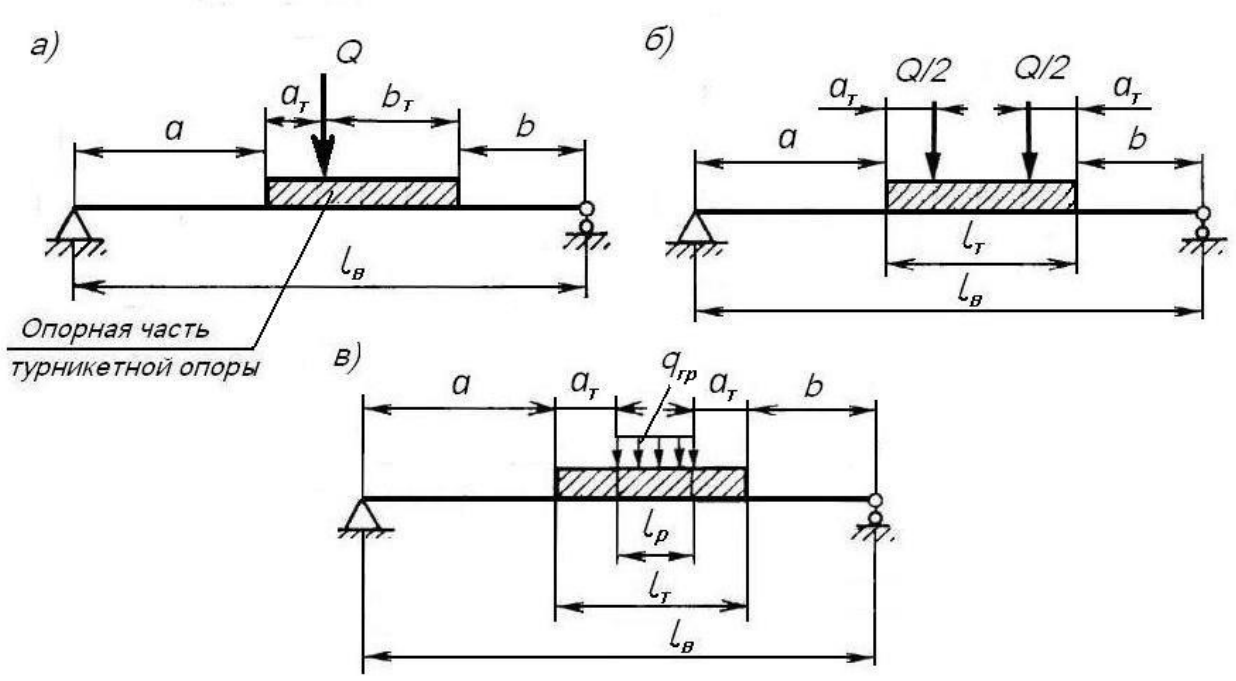


Рисунок П 4.1

4. При установке турникетной опоры на двух поперечных подкладках, расположенных симметрично относительно опоры, изгибающий момент в раме платформы определяют в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рисунке П 4.2, независимо от характера передачи нагрузки от груза на опорную часть турникетной опоры.

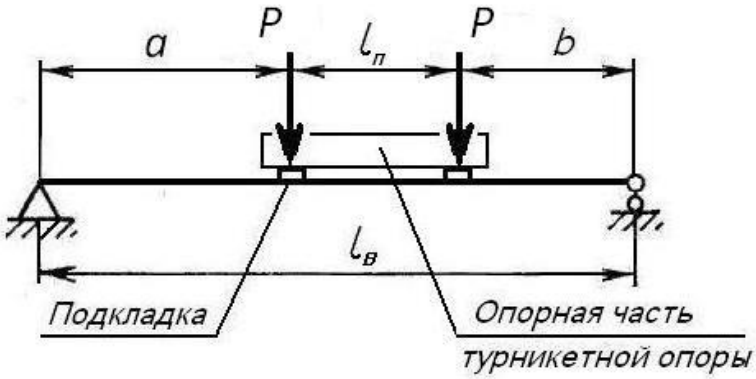


Рисунок П 4.2

Величину максимального изгибающего момента в раме платформы определяют по формуле:

$$M_{max} = \frac{Pa(l_п + 2b)}{l_в} \text{ (тс м)}, \qquad (1)$$

где $P = (Q+Q_{то})/2$, или $P = (q_{гр}l_р+Q_{то})/2$ (2)

5. При установке турникетной опоры на платформу без применения подкладок (всей площадью опорной части) расчетную схему нагружения выбирают в зависимости от жесткости **С** основания турникетной опоры (таблица П 4.1). Жесткость основания турникетной опоры определяет разработчик турникета.

Таблица П 4.1

Длина опорной части турникетной опоры (вдоль платформы), $l_т$, м	Граничные жесткости основания турникетной опоры, т/м^2		Длина опорной части турникетной опоры (вдоль платформы), $l_т$, м	Граничные жесткости основания турникетной опоры, т/м^2	
	первая, C_1	вторая, C_2		первая, C_1	вторая, C_2
2,0	2,533	0,207	3,6	16,953	1,332
2,2	3,414	0,278	3,8	20,412	1,593
2,4	4,494	0,365	4,0	24,411	1,892
2,6	5,801	0,469	4,2	29,023	2,233
2,8	7,367	0,592	4,4	34,330	2,621
3,0	9,224	0,738	4,6	40,428	3,061
3,2	11,410	0,908	4,8	47,431	3,559
3,4	13,971	1,105	5,0	55,470	4,123

5.1. Если жесткость основания турникетной опоры больше или равна первой граничной жесткости ($C \geq C_1$), изгибающий момент независимо от схемы нагружения самой опорной части турникетной опоры определяют в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рисунке П 4.3.

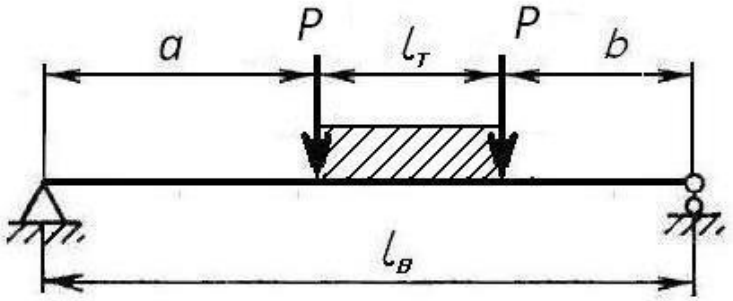


Рисунок П 4.3

Величину максимального изгибающего момента в раме платформы определяют по формуле:

$$M_{max} = \frac{Pa(l_т + 2b)}{2l_в} \text{ (тс м)} \qquad \textbf{(3)}$$

Нагрузку **P** от турникетной опоры с грузом определяют по формуле (2).

5.2. Если $C_1 > C \geq C_2$, изгибающий момент независимо от схемы нагружения самой опорной части турникетной опоры определяют в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рисунке П 4.4.

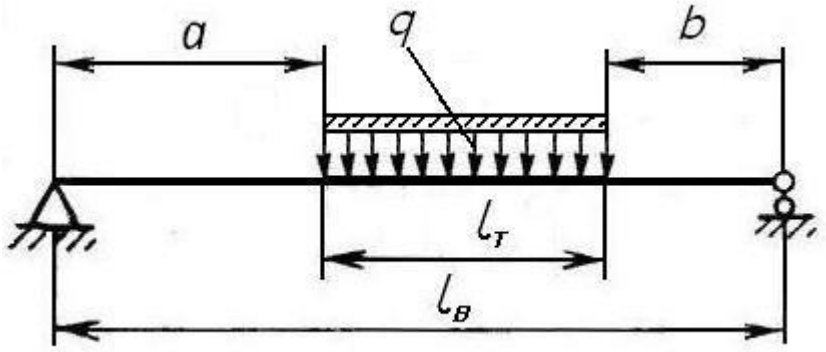


Рисунок П 4.4

Величину максимального изгибающего момента в раме платформы определяют по формуле:

$$M_{max} = \frac{q l_т (2b + l_т)(4al_в + 2l_т b + l_т^2)}{8l_в^2} \text{ (тс м)}, \qquad \textbf{(4)}$$

где $q = 2P / l_т$, т/м.

Нагрузку **P** от турникетной опоры с грузом определяют по формуле (2).

5.3. Если $C < C_2$, величину максимального изгибающего момента в раме платформы определяют по формуле:

$$M_{max} = M_1 + M_2 \text{ (тс м)} \qquad \textbf{(5)}$$

Величину изгибающего момента $\mathbf{M_1}$ определяют от воздействия груза условно непосредственно на раму платформы (без учета турникетной опоры) по соответствующей схеме из числа приведенных на рисунке П 4.1 по формулам:

– для схемы, приведенной на рисунке П 4.1а:

$$M_1 = \frac{Q\,(a + a_т)(b + b_т)}{l_в} \text{ (тс м);} \qquad \textbf{(6)}$$

– для схемы, приведенной на рисунке П 4.1б:

$$M_1 = \frac{Q\,(a + a_т)(l_т - 2a_т + 2b + b_т)}{2l_в} \text{ (тс м);} \qquad \textbf{(7)}$$

– для схемы, приведенной на рисунке П 4.1в:

$$M_1 = \frac{q_{гр} l_р [2(b + a_т) + l_р][4l_в(a + a_т) + 2l_р\,(b + a_т) + l_р^2]}{8l_в^2} \text{ (тс м)} \qquad \textbf{(8)}$$

Величину изгибающего момента $\mathbf{M_2}$ определяют от воздействия турникетной опоры (без учета массы груза), равномерно распределенного по длине ее опорной части, в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рисунке П 4.4, по формуле:

$$M_2 = \frac{q_{то} l_т\,(2b + l_т)(4a\,l_в + 2\,l_т b + l_т^2)}{8l_в^2} \text{ (тс м),} \qquad \textbf{(9)}$$

где $q_{то} = Q_{то}/l_т$ – равномерно распределенная нагрузка от массы турникетной опоры, тс/м.

Приложение № 5
к главе 1 Технических условий размещения и крепления грузов
(к пункту 14.1)

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ АКТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ

Станция_____ «____» _____ 20 г.
наименование

А К Т
испытаний на соударение

способа размещения и крепления груза _____
наименование груза

по проекту_____
обозначение проекта МТУ, НТУ

_____
наименование разработчика (отправителя)

Испытания на соударение проведены в соответствии с _____ от _____ №_____ комиссией в составе:

Председатель комиссии:_____
фамилия, имя, занимаемая должность

Члены комиссии: _____
фамилия, имя, занимаемая должность

_____

1. Контроль размещения и крепления груза

Данные о загруженных полувагонах (платформах):

Номер вагона	**Грузоподъемность, т**	**Масса тары, т**	**Общая масса груза, т**	**Краткая характеристика груза**	**Количество и масса каждого места**	**Примечание**
1	2	3	4	5	6	7

Комиссия, осмотрев вагоны, загруженные в опытном порядке, установила**:**

1.1. Груз, его размещение и крепление соответствует проекту МТУ (НТУ). Проект МТУ (НТУ), расчет прочности крепления прилагается.

1.2. Отклонения от проекта МТУ (НТУ):

_____
не зафиксированы или в чем заключались

1.3. Контрольные метки на вагонах и грузе нанесены.

2. Испытания на соударение

2.1. Испытания на соударение с группой неподвижно стоящих вагонов («стенкой»), состоящей из _____ неподвижно стоящих на пути вагонов, проводились в соответствии с
количество

требованиями пункта 14 главы 1 Приложения 3 к СМГС**.** Данные о вагонах «стенки»:

Номер вагона	**Грузоподъем-ность, т**	**Масса тары, т**	**Масса груза, т**	**Наименование груза**	**Примечание**
1	2	3	4	5	6

2.2. Результаты испытаний на соударение:

№ вагона	№ соударения	Скорость набегающего вагона, км/ч	Продольное перемещение груза от первоначального положения, мм	Дефекты крепления, обнаруженные после соударения (указать подробно)
1	2	3	4	5

2.3. На основании анализа результатов испытаний на соударение комиссия считает проверяемый способ размещения и крепления груза _____
выдержавшим или не выдержавшим
испытания на соударение.

2.4. Комиссия предлагает:

– провести опытную перевозку вагонов, загруженных в соответствии с проектом _____;
обозначение проекта МТУ, НТУ

– перед опытной перевозкой заменить следующие элементы крепления груза (заполняется при необходимости):

_____;

– внести в способ погрузки и крепления следующие изменения (заполняется при необходимости):

_____

Председатель комиссии: _____ (расшифровка подписи)
подпись
Члены комиссии: _____ (расшифровка подписей)
подписи

АКТ

опытных перевозок

по проекту_____

обозначение проекта МТУ, НТУ

_____

наименование разработчика (отправителя)

1. Наименование груза _____

2. Отправитель_____ 7. Получатель_____

3. Станция отправления _____ 8. Станция назначения_____

4. Дата погрузки _____ 9. Дата выгрузки_____

5. Состояние погоды при погрузке:_____ 10. Состояние погоды при выгрузке:_____

температура, облачность, осадки температура, облачность, осадки

6. Расстояние опытной перевозки, км _____ 11. Адрес возврата Акта _____

Заполняется на станции отправления Заполняется на станции назначения

№ п/п	Номер вагона	Грузопо-дъемность вагона, т	Общая масса груза, количество мест груза	Перечень элементов крепления, их количество	Обнаруженное смещение груза, мм, в направлении		Обнаруженные дефекты крепления	Заключение о пригодности способа размещения и крепления
					продольном	поперечном		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Подписи на станции отправления:

_____

должность, подпись, расшифровка подписи

_____

должность, подпись, расшифровка подписи

Подписи на станции назначения:

_____

должность, подпись, расшифровка подписи

_____

должность, подпись, расшифровка подписи