

Приложение № 1
к главе 1
(к пункту 1.3)

Особенности размещения и крепления длинномерных грузов

1. Требования к размещению длинномерных грузов

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.

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 центра тяжести груза, далее ЦТ_{гр}^о в поперечной плоскости симметрии вагона определяется по таблицам 1 и 2.

Таблица 1

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 2

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.

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.

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.

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 1-1). При выходе груза за пределы концевых балок рам с обеих сторон вагона более чем на 400 мм используются две платформы прикрытия (рисунок 1-2).

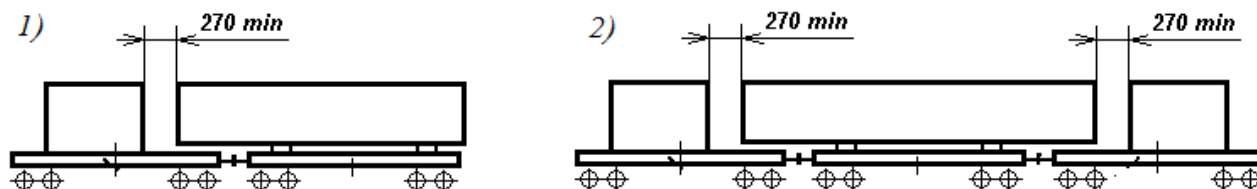


Рисунок 1

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 2, расстояние между длинномерными грузами над платформой, используемой в качестве прикрытия для обоих грузов, должно быть не менее 490 мм.

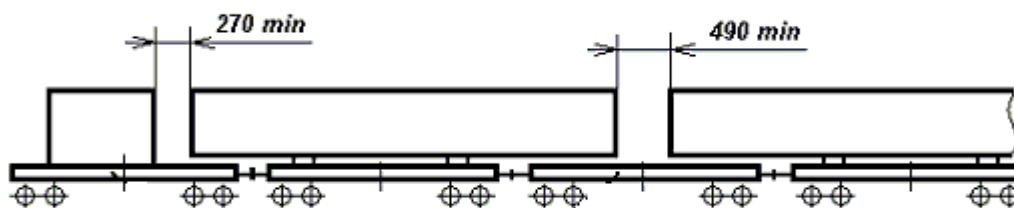


Рисунок 2

1.6. Размещение длинномерных грузов на сцепе с опорой на два вагона производится с применением турникетов (рисунки 3-7).



Рисунок 3

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.

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 4 и 5);

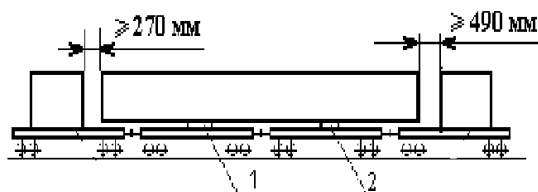


Рисунок 4

1 – неподвижная турникетная опора; 2 – подвижная турникетная опора



Рисунок 5

1 – неподвижная турникетная опора; 2 – подвижная турникетная опора

- со стороны платформы, оборудованной подвижной турникетной опорой, – не менее 490 мм для сцепа без промежуточной платформы не менее 710 мм для сцепа с использованием промежуточной платформы.

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 $(270 + l_{\text{пр}}^{\text{т}})$ мм (рисунки 6 и 7).

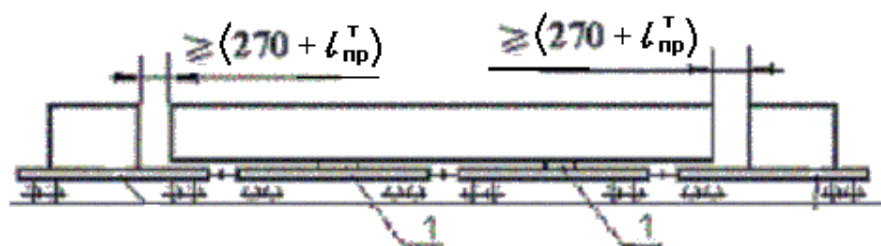


Рисунок 6

1 – подвижная турникетная опора

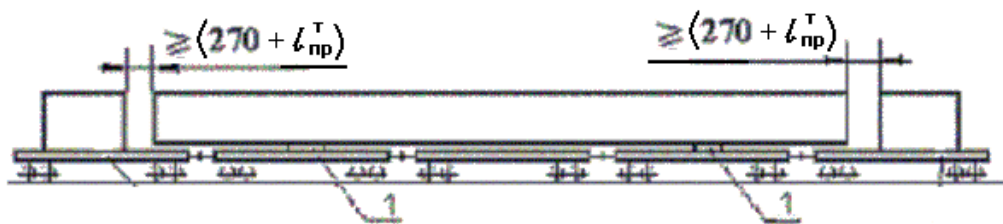


Рисунок 7

1 – подвижная турникетная опора

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

1.7. Размещение длиномерного 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 и величина продольного смещения его центра тяжести $ЦТ_{гр}^0$ от поперечной плоскости симметрии вагона не превышает величин, приведенных в таблицах 3, 4.

Таблица 3

Допускаемые длина и продольное смещение центра тяжести длиномерного груза, размещенного на четырехосной платформе базой 9720 мм

Масса груза, т	Допускаемая длина груза, м		Допускаемое продольное смещение общего центра тяжести от поперечной плоскости симметрии платформы, м
	при выходе одного конца груза за пределы концевой балки рамы на 400 мм	при размещении одного конца груза вплотную к торцевому борту	
До 10	17,20	16,40	3,00
15	16,70	15,90	2,48
20	16,43	15,63	2,23
25	16,30	15,50	2,07
30	16,20	15,40	1,97
35	16,10	15,30	1,89
40	16,04	15,24	1,84
45	16,00	15,20	1,80
50	15,96	15,16	1,76
55	15,10	14,30	0,85
60	14,72	13,92	0,42
62	14,59	13,79	0,39
64	14,33	13,53	0,13
67	14,29	13,49	0,09
72	14,29	13,49	0

Примечание. Для промежуточных значений массы груза допускаемое значение длины груза и смещение центра тяжести груза определяют линейной интерполяцией.

Таблица 4

Допускаемые длина и продольное смещение центра тяжести длинномерного груза, размещенного в четырехосном полувагоне базой 8650 мм

Масса груза, т	Допускаемая длина груза, м		Допускаемое продольное смещение общего центра тяжести от поперечной плоскости симметрии полувагона, м
	при выходе одного конца груза за пределы концевой балки рамы на 400 мм	при размещении одного конца груза вплотную к торцевому порожку	
До 10	16,5	15,7	3,0
15	16,0	15,2	2,48
20	15,73	14,93	2,23
25	15,57	14,77	2,07
30	15,47	14,67	1,97
35	15,38	14,58	1,89
40	15,34	14,54	1,84
45	15,3	14,5	1,8
50	15,26	14,46	1,76
55	14,35	13,55	0,85
60	13,96	13,16	0,46
62	13,84	13,04	0,34
64	13,61	12,81	0,11
66	13,57	12,77	0,07
72	13,17	12,37	0

Примечание. Для промежуточных значений массы груза допускаемые длину груза и смещение центра тяжести определяют линейной интерполяцией.

1.8. При размещении длинномерного груза с опорой на один вагон, имеющего неодинаковое по длине поперечное сечение (рисунок 8), с расположением ЦТ_{гр}⁰ в поперечной плоскости симметрии вагона расстояние от середины вагона до концов груза должно быть не более половины длины, указанной в таблицах 3 и 4.



Рисунок 8

1.9. При погрузке длинномерного груза, имеющего по всей длине одинаковое поперечное сечение, по схемам рисунков 3-7 допускаемая длина груза в зависимости от схемы загрузки сцеп приведена в таблице 5.

Таблица 5

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)
44	28,6	44	$28,82 - 2 \Gamma_{\text{пр}}$
45	57,4	47	$57,62 - 2 \Gamma_{\text{пр}}$
46	71,2	48	$72,24 - 2 \Gamma_{\text{пр}}$

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

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 5 настоящего приложения.

1.11. Допускаемые продольные смещения подкладок и турникетных опор при креплении длинномерных грузов должны соответствовать требованиям пункта 4 настоящего приложения.

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

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.

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

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.

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

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.

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 1:

$$\Omega = K_p \sqrt{EI_B / Q_{ГР}} \quad (\text{Гц}), \quad (1)$$

где E – модуль упругости материала груза, тс/м²;

I_B – момент инерции поперечного сечения груза, м⁴, величина которого определяется по формуле 2:

$$I_B = I_0 n, \quad (2)$$

где I_0 – момент инерции поперечного сечения единицы груза относительно горизонтальной оси, м⁴;

n – количество единиц груза;

$Q_{ГР}$ – масса груза, т;

K_p – коэффициент, значение которого зависит от длины груза и расстояния между опорами (таблица 6).

Таблица 6

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

Длина груза, м	Значения коэффициента K_p 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 1, не соответствует диапазонам частот, указанным в таблице 7, то следует изменить расстояние между подкладками или турникетными опорами.

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

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

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 3 и 4:

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

$$B_v = B_r - 2f_v \text{ (мм);} \quad (3)$$

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

$$B_n = B_r - 2f_n \text{ (мм),} \quad (4)$$

где B_r – ширина габарита погрузки на определенной высоте от УГР, мм;

f_v, f_n – ограничения ширины груза с учетом его смещений соответственно внутрь и наружу кривой, мм, которые определяют по таблицам 8 и 9 в зависимости от базы вагона l_v и расстояний n_v от рассматриваемой части груза, расположенной в пределах базы вагона, до ближайшего пятникового сечения вагона и n_n от рассматриваемой части груза, расположенной за пределами базы вагона, до ближайшего пятникового сечения (рисунок 9).

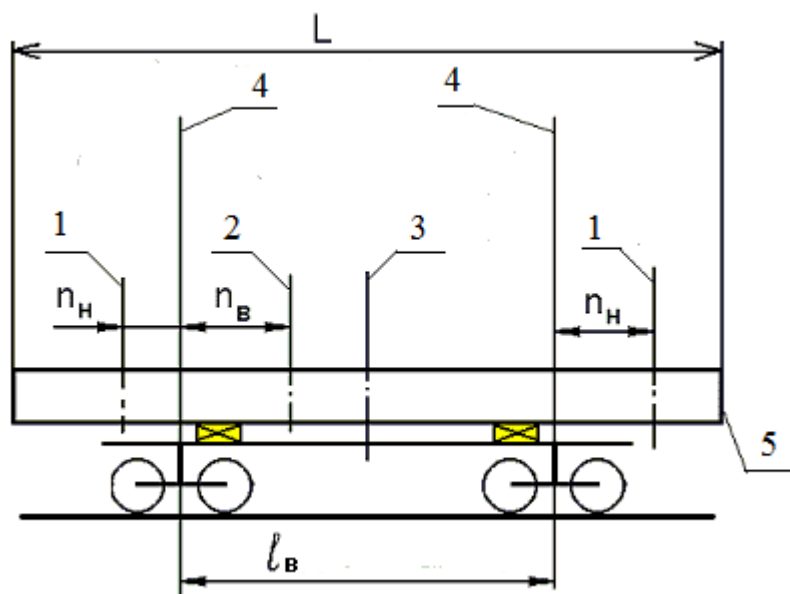


Рисунок 9

1-наружное сечение груза, 2-внутреннее сечение груза, 3-среднее сечение груза, 4-пятниковые (направляющие) сечения груза, 5-концевое сечение груза

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 3 и 4 значений. В этом случае принимают:

$$n_b = 0,5 l_b \text{ (м)} \quad (5)$$

n_n принимают равным наибольшему из значений для концевых сечений. Если груз размещен симметрично относительно поперечной плоскости симметрии платформы, значение n_n принимают:

$$n_n = 0,5 (L - l_b) \text{ (м)}, \quad (6)$$

где L — длина груза, м.

Таблица 8

Значения ограничений ширины груза с учетом его смещения наружу кривой f_n в зависимости от длины базы вагона l_b или сцепа $l_{сц}$

l_b или $l_{сц}$, м	Значения f_n , мм, при расстоянии p_n , 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. f_n для промежуточных значений базы и расстояний p_n определяют линейной интерполяцией, за исключением интервалов p_n , для которых левая граница интервала значений f_n равна «0», например, для $p_n = 3,75$ при размещении на сцепе с базой 14,62 м. В этих случаях значение f_n следует рассчитывать по формуле 7.

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

l_b или $l_{сц}$, м	Значения f_b (мм), при расстоянии n_b (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_b для промежуточных значений базы и расстояний n_b определяют линейной интерполяцией, за исключением интервалов n_b , для которых левая граница интервала значений f_b равна «0», например, для $n_b = 5,75$ при размещении на сцепе с базой 19 м. В этих случаях значение f_b следует рассчитывать по формуле 8.

Величины f_b и f_n могут определяться по формулам 7, 8 и 9 :

$$f_b = 500/R (l_b - n_b) n_b - 105 \text{ (мм);} \quad (7)$$

$$f_n = 500/R (l_b + n_n) n_n - 105 + K \text{ (мм),} \quad (8)$$

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

R – радиус расчетной кривой, принимается равным 350 м;

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

$$K=70(L/l_b - 1,41) \text{ (мм)} \quad (9)$$

Величина **K** учитывается в формуле 8 только при положительных ее значениях.

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

4.2. Допускаемая ширина длинномерного груза, погруженного с опорой на два вагона по условию вписывания в габарит погрузки на кривых участках пути определяется по формулам 3 и 4, в которых вместо f_b и f_n следует принимать ограничения f_b^c и f_n^c , определяемые по формулам 10 и 11:

– для частей груза, расположенных между направляющими сечениями сцепа:

$$f_b^c = f_b + f \text{ (мм);} \quad (10)$$

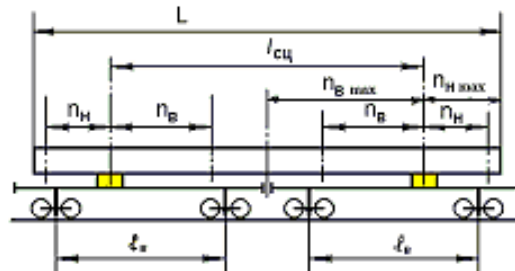


Рисунок 10

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

$$f_n^c = f_n - f \text{ (мм)} \quad (11)$$

Значения f_n и f_b определяют по таблицам 8 и 9 или по формулам 7 и 8, в которых вместо l_b принимают $l_{сц}$. Значение f – смещение грузонесущих вагонов, определяют в зависимости от их базы l_b по таблице 10.

l_b (м)	f (мм)	l_b (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 сцеха – это вертикальная плоскость, проведенная через середину опорной площадки турникетной опоры.

В случаях, когда базы грузонесущих платформ сцеха различны, в формулу 10 подставляют значение f , определенное для большего значения базы, в формулу 11 – значение f , определенное для меньшего значения базы.

Если значения f_b^c и f_n^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 3 и 4 значений. В этом случае n_b принимают по формуле 12:

$$n_b = 0,5 l_{cn} \text{ (м)} \quad (12)$$

n_n принимают равным наибольшему из значений для концевых сечений. Если груз размещен симметрично относительно поперечной плоскости симметрии сцеха, значение n_n может быть рассчитано по формуле 13:

$$n_n = 0,5 (L' - l_{cn}) \text{ (м)}, \quad (13)$$

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 сцеха и типа турникетных опор (рисунки 3-7) определяется по таблице 11.

Таблица 11

Условное увеличение длины груза, размещенного с использованием турникетных опор

Номер рисунка	Значение ΔL , мм
44	220
45	440
46	660
47, 48	$220 + l_{пр}^T$

Значения $f_{в}^c$ и $f_{н}^c$ могут определяться по формулам 14, 15:

$$f_{в}^c = \frac{500}{R} (l_{сц} - n_{в}) n_{в} - 105 + \frac{125}{R} l_{в}^2 \text{ (мм);} \quad (14)$$

$$f_{н}^c = \frac{500}{R} (l_{сц} + n_{н}) n_{н} - 105 - \frac{125}{R} l_{в}^2 + K \text{ (мм)} \quad (15)$$

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 $0,5B_{в}$ и $0,5B_{н}$.

4.4. При перевозке длинномерных грузов, имеющих одинаковые поперечные размеры по всей длине, на сечах с опорой на два полувагона допустимую ширину груза определяют по формулам 16, 17:

– с учетом смещения конца груза наружу кривой:

$$B_{н} = B_{пв} - 2(\delta_{пв} + K) \text{ (мм);} \quad (16)$$

– с учетом смещения середины груза внутрь кривой:

$$B_{в} = B_{дп} - 2\delta_{дп} \text{ (мм),} \quad (17)$$

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

$B_{дп}$ - ширина дверного проема, мм;

$\delta_{пв}$ - смещение конца груза, определяемое по формуле 18:

$$\delta_{пв} = 1000 \frac{L^2 - l_{сц}^2}{8R} \text{ (мм)} \quad (18)$$

Смещение $\delta_{дп}$ средней части груза в плоскости дверного проема определяется по формуле 19:

$$\delta_{дп} = 1000 \frac{l_{сц}^2 - l_{мв}^2}{8R} \text{ (мм),} \quad (19)$$

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

5. Определение высоты и ширины опор для длинномерного груза

5.1. Высота подкладок или турникетных опор при перевозке длинномерных грузов на сцепках платформ с длиной базы 9720 мм или полувагонов с длиной базы 8650 мм определяется по формулам 20, 21:

– для схем, приведенных на рисунках 11, 12:

$$h_o = a_n \operatorname{tg} \gamma + h_n + f_{гр} + h_3 + h_6 + h_ч \text{ (мм);} \quad (20)$$

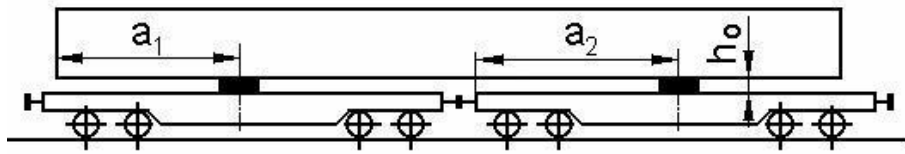


Рисунок 11

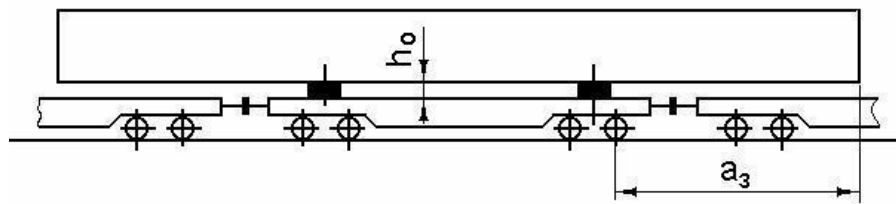


Рисунок 12

– для схемы, приведенной на рисунке 13:

$$h_o = 228 + 27 \frac{(l_{сц} - 14,6)}{2} + f_{гр} + h_ч \text{ (мм),} \quad (21)$$

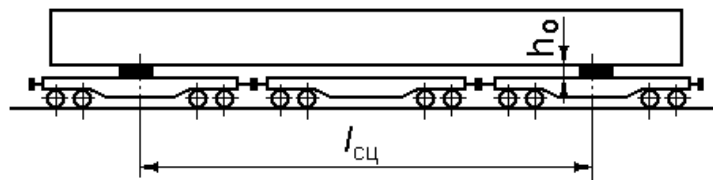


Рисунок 13

где a_n (a_1 , a_2 , a_3) – расстояние от возможной точки касания грузом пола вагона до середины опоры (для случаев погрузки по рисунку 11) или до оси крайней колесной пары грузонесущего вагона (для случая погрузки по рисунку 12), мм; при использовании турникета расстояние a_n увеличивают на величину ΔL , указанную в таблице 11;

γ – угол между продольными осями груза и вагона сцепа, тангенс которого принимают по таблице 12;

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

$h_3 = 25$ мм – предохранительный зазор;

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

h_6 – 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 12

Значения тангенса угла γ в зависимости от способа размещения

Способ погрузки груза на сцеп	Значения $\operatorname{tg} \gamma$ 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

5.2. Ширина подкладок и турникетных опор (b_0) при перевозке длинномерных грузов определяется по формуле 22:

$$b_0 \geq \frac{2(1,25N_0 \mu h_0 - P_y h_y)}{N_0} \text{ (мм)}, \quad (22)$$

где N_0 – 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.

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

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 м².

Высоту общего центра тяжести грузонесущих вагонов сцепа с грузом (рисунок 14) независимо от наличия промежуточных вагонов определяют по формуле 23:

$$H_{\text{цт}}^0 = \frac{Q_{\text{гр}} h_{\text{цт}} + 2Q_{\text{т}} H_{\text{цт}}^{\text{в}} + Q_{\text{тур}} h_{\text{цт}}^{\text{тур}}}{Q_{\text{гр}} + 2Q_{\text{т}} + Q_{\text{тур}}} \text{ (мм)}, \quad (23)$$

где $Q_{\text{гр}}$ – масса груза, тс;

$Q_{\text{т}}$ – тара вагона, т;

$Q_{\text{тур}}$ – масса турникета, т;

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



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

$$\frac{P_{ц} + P_{в}}{P_{ст}} \leq 0,55, \quad (24)$$

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.

6.3. Дополнительную вертикальную нагрузку на колесо от действия центробежной силы и ветровой нагрузки определяют по формуле 25:

$$P_{ц} + P_{в} = \frac{1}{n_k(2S + f_{ок})} (0,075(2 Q_T + Q_{тур} + Q_{гр}) H_{цт}^0 + W_{п} h + 1000(2p - q)) \text{ (тс)}, \quad (25)$$

где n_k – 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 26:

$$f_{ок} = \frac{l_{нш}^2 - l_{вш}^2}{8 R_p} \text{ (мм)}, \quad (26)$$

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

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 27:

$$P_{ст} = \frac{1}{n_k} (2Q_T + Q_{гр} + Q_{тур}) \text{ (тс)} \quad (27)$$

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 28:

$$P_{ст} = \frac{1}{n_{к}^T} (0,5Q_T + (Q_{гр\ min} + 0,5 Q_{тур})(0,5 - \frac{l_o}{l_b})(1 - \frac{b_{см} - b_o}{S + 0,5 f_{ок}})) \text{ (тс)} \quad (28)$$

В формулах 27 и 28:

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

$$Q_{гр\ min} = \frac{Q_{гр}(l_{сц} - 2l_{см})}{2l_{сц}} \text{ (тс);} \quad (29)$$

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

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

$$b_o = \frac{(l_c \pm 2l_o)^2 - l_c^2}{8 R_p} \text{ (мм),} \quad (30)$$

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

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

$n_{к}^T$ – число колес тележки вагона.

7. Использование турникетов различных типов для перевозки длинномерных грузов

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 15) 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.

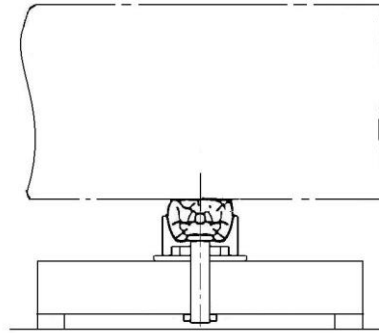


Рисунок 15

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 16);

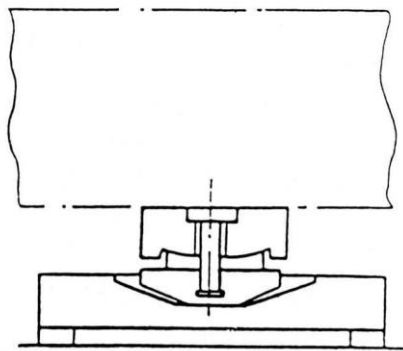


Рисунок 16

– двухопорные с размещением опорных элементов в двух поперечных плоскостях турникетной опоры (рисунок 17);

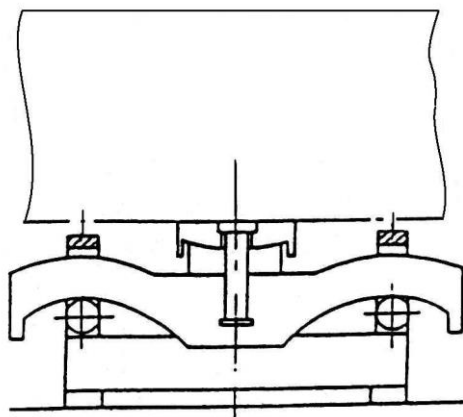


Рисунок 17

– маятникового типа (рисунок 18), 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.

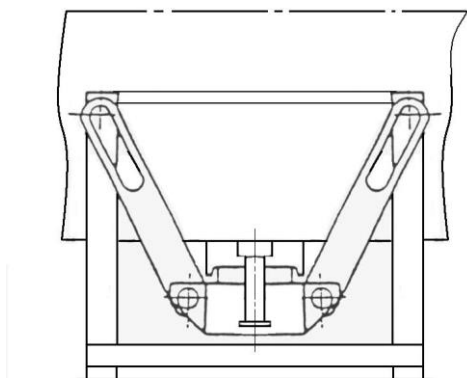


Рисунок 18

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, перекатывающих 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° 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.

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

8.1. 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:

$Q_{\text{тур}}$ – масса турникета;

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

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

сил трения в продольном направлении:

$F_{тр.оп}^{пр}$ – между турникетной опорой и платформой;

$F_{тр.пп}^{пр}$ – между подвижными и неподвижными частями турникетной опоры;

$F_{тр.гп}^{пр}$ – между грузом и грузовой площадкой;

сил трения в поперечном направлении:

$F_{тр.оп}^{п}$ – между турникетной опорой и платформой;

$F_{тр.пп}^{п}$ – между подвижными и неподвижными частями турникетной опоры;

$F_{тр.гп}^{п}$ – между грузом и грузовой площадкой.

Для грузов, размещенных на сцепе с опорой на два вагона, точкой приложения продольных инерционных сил принимается центр тяжести груза (**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.

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 31:

$$F_{пр} = a_{пр}^T (Q_{гр} + n_{п} Q_{тур.п}) (тс) \quad (31)$$

Продольная инерционная сила, действующая на крепление турникетной опоры к вагону, рассчитывается по формулам 32 - 34:

– для неподвижной опоры неподвижного турникета:

$$F_{пр} = a_{пр}^T (Q_{гр} + 0,5 Q_{тур} + Q_{тур.п}) (тс); \quad (32)$$

– для подвижной опоры неподвижного турникета:

$$F_{пр} = 1,25(0,5 Q_{гр} + Q_{тур.п}) \mu_{ск} + Q_{тур.п} a_{пр}^T (тс); \quad (33)$$

– для каждой опоры подвижного турникета:

$$F_{пр} = a_{пр}^T 0,5(Q_{гр} + Q_{тур}) (тс), \quad (34)$$

где $a_{пр}^T$ – 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 $a_{пр}^T$ определяется в зависимости от типа и конструкции турникета.

Для подвижных турникетов со стальными фрикционными элементами $a_{пр}^T$ 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 $a_{пр}^T$ принимается равной:

Угол наклона, град	14	15	17	19
--------------------	----	----	----	----

Значение a_{np}^T , тс/т	0,48	0,53	0,58	0,7
----------------------------	------	------	------	-----

Для груза массой менее 65 тонн для определения a_{np}^T необходимо проведение экспериментальных работ; если это невозможно, следует пользоваться формулой 35.

Для других типов подвижных турникетов, а также для неподвижных турникетов a_{np}^T определяют по формуле 35:

$$a_{np}^T = a_{np}^{T44} - \frac{(Q_{гр} + n_{п} Q_{тур.п})(a_{np}^{T44} - a_{np}^{T188})}{144} \text{ (тс/т)} \quad (35)$$

В формуле 35 величины a_{np}^{T188} и a_{np}^{T44} принимаются равными:

- для подвижных турникетов и неподвижных (шкворневых) турникетов с упругим креплением груза к неподвижной опоре – $a_{np}^{T188} = 0,86$ тс/т; $a_{np}^{T44} = 1,2$ тс/т;
- для неподвижных (шкворневых) турникетов с жестким креплением груза к неподвижной опоре: для несъемных турникетов (закрепленных на платформе сваркой) $a_{np}^{T188} = 2,0$ тс/т, $a_{np}^{T44} = 3,0$ тс/т; для съемных турникетов – $a_{np}^{T188} = 1,56$ тс/т, $a_{np}^{T44} = 1,9$ тс/т.

8.3. Поперечные горизонтальные инерционные силы, действующие на длинномерный груз и турникетные опоры, рассчитываются по формулам 36, 37:

- сила, действующая на груз:

$$F_{п} = a_{п}^T (Q_{гр} + n_{п} Q_{тур.п}) / 1000 \text{ (тс)}, \quad (36)$$

где $a_{п}^T = 450$ 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:

$$F_{п}^T = a_{п}^T 0,5 (Q_{гр} + Q_{тур}) / 1000 \text{ (тс)}. \quad (37)$$

8.4. Вертикальные инерционные силы, действующие на груз и турникетные опоры, определяются по формулам 38, 39:

- сила, действующая на груз:

$$F_{в} = a_{в} Q_{гр} / 1000 \text{ (тс)}; \quad (38)$$

- сила, действующая на турникетную опору с грузом:

$$F_{в}^T = a_{в} 0,5 (Q_{гр} + Q_{тур}) / 1000 \text{ (тс)}, \quad (39)$$

где $a_{в}$ – удельная вертикальная сила определяется по формуле 40:

$$a_{в} = 250 + 20 I_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр} + Q_{тур}} \text{ (кгс/т)}, \quad (40)$$

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

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

8.5. Ветровую нагрузку принимают перпендикулярной к продольной плоскости симметрии сеча и определяют по формуле 41:

$$W_n = 50(S_{гр} + S_{тур}) \text{ (кгс)}, \quad (41)$$

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

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

8.6. Силы трения для расчета крепления груза и турникетных опор неподвижного турникета определяют по следующим формулам 42-47.

В продольном направлении:

– при креплении груза на неподвижной турникетной опоре:

$$F_{тр}^{np} = 0,5 (Q_{гр} + Q_{тур.п}) (\mu_{гт} + \mu_{ск}) \text{ (тс)}; \quad (42)$$

– при креплении турникетной опоры к вагону:

$$F_{тр}^{np} = 0,5 (Q_{гр} + Q_{тур}) \mu \text{ (тс)}, \quad (43)$$

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

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:

$$F_{тр}^{np} = (0,5Q_{гр} + Q_{тур.п}) \mu_{п} \text{ (тс)}, \quad (44)$$

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

– при креплении турникетной опоры к вагону:

$$F_{тр}^{np} = 0,5(Q_{гр} + Q_{тур}) \mu \text{ (тс)}. \quad (45)$$

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:

$$F_{тр}^n = 0,5 Q_{гр} \mu_{гт} (1000 - a_v) / 1000 \text{ (тс)}; \quad (46)$$

– при креплении турникетной опоры к вагону:

$$F_{тр}^n = 0,5(Q_{гр} + Q_{тур}) \mu (1000 - a_v) / 1000 \text{ (тс)} \quad (47)$$

Также производятся расчеты крепления груза к грузовым площадкам турникетных опор и турникетных опор к вагонам.

9. Основные технические и эксплуатационные требования к вновь разрабатываемым турникетам

Подвижные и неподвижные части турникетных опор должны иметь надежную механическую связь, исключаящую 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°;
- 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°.

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

Размещение турникетной опоры на платформе не должно приводить к возникновению в раме платформы при самых неблагоприятных сочетаниях внешних нагрузок и взаимном расположении деталей турникетной опоры изгибающих моментов, превышающих 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 48:

$$C_{np} = (4l_a + 20)(n - 1) + d + 50, \quad (48)$$

где 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.