

ПРОТОКОЛ

о внесении изменений в Соглашение между Министерством транспорта Российской Федерации и Министерством транспорта и связи Финляндской Республики о реализации Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Финляндской Республики о прямом международном железнодорожном сообщении, заключенное 22 декабря 2016 года

Министерство транспорта Российской Федерации и Министерство транспорта и связи Финляндской Республики, именуемые в дальнейшем Сторонами,

являясь компетентными органами согласно пункту 1 статьи 4 Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Финляндской Республики о прямом международном железнодорожном сообщении от 28 апреля 2015 года (далее - Межправительственное соглашение),

признавая необходимость внесения изменений в приложения, упомянутые в статье 1 Соглашения между Министерством транспорта Российской Федерации и Министерством транспорта и связи Финляндской Республики о реализации Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Финляндской Республики о прямом международном железнодорожном сообщении от 22 декабря 2016 года (далее – Соглашение между Министерствами), являющиеся неотъемлемой частью Соглашения между Министерствами, и

учитывая положения статьей 1 и 2 Соглашения между Министерствами,

согласились о нижеследующем:

Статья 1

1. Внести в Приложение 3 «Правила погрузки грузов (технические условия размещения и крепления грузов), перевозимых в российско-финляндском прямом международном железнодорожном сообщении» к Соглашению между Министерствами изменения, изложенные в Приложении 1 к настоящему Протоколу.

Статья 2

1. Настоящий Протокол вступает в силу через тридцать дней с даты подписания.

2. Настоящий Протокол прекращает свое действие одновременно с прекращением действия Соглашения между Министерствами.

Совершено в г. Хельсинки «09» сентября 2021 г. в двух подлинных экземплярах на русском и финском языках, причем оба текста имеют одинаковую силу.

За Министерство транспорта
Российской Федерации


Токарев В.А.

Заместитель Министра транспорта
Российской Федерации

За Министерство транспорта и связи
Финляндской Республики


Минна Кивимяки

Статс-секретарь

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1:

Особенности размещения и крепления длинномерных грузов

Методика расчета проволочных растяжек различной длины, расположенных под разными углами к полу вагона

Методика расчета размещения и крепления грузов в вагонах

10. Методика расчета размещения и крепления грузов в вагонах

10.1. 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.

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

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

$$F_{пр} = a_{пр} Q_{гр} (тс), \quad (4)$$

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:

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}^0 (a_{22} - a_{94})}{72} (тс/т); \quad (5)$$

- при погрузке с опорой на два вагона:

$$a_{пр} = a_{44} - \frac{Q_{гр}^0 (a_{44} - a_{188})}{144} (тс/т), \quad (6)$$

где $Q_{гр}^0$ – 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 29).

Таблица 29

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	
	а 22	а94	а44	а188
Упругое: – 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: – 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

10.2.2. Поперечная горизонтальная инерционная сила F_n с учетом действия центробежной силы определяется по формуле:

$$F_n = a_n Q_{гр} / 1000 \text{ (тс)}, \quad (7)$$

где a_n – удельная поперечная инерционная сила на 1 т массы груза, кгс/т.

Для грузов с опорой на один вагон a_n определяется по формуле:

$$a_n = a_c + \frac{2(a_{ш} - a_c)}{l_b} l_{гр} \text{ (кгс/т)}, \quad (8)$$

где a_c , $a_{ш}$ – удельные поперечные инерционные силы для случаев, когда ЦТ_{гр} находится в вертикальных поперечных плоскостях, проходящих соответственно: через середину вагона, через шкворневую балку (таблица 30), кгс/т;

l_b – база вагона, м;

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

Для длинномерных грузов, перевозимых на сцепках с опорой на два вагона, a_n принимается по таблице 30.

Таблица 30

Значения удельных поперечных инерционных сил

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

10.2.3. Вертикальная инерционная сила F_v определяется по формуле:

$$F_v = a_v Q_{гр}/1000 \text{ (тс)}, \quad (9)$$

где a_v – удельная вертикальная сила на 1 тонну массы груза, кгс/т, которая определяется по формуле:

$$a_v = 250 + k l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}^0} \text{ (кгс/т)}. \quad (10)$$

При загрузке вагона грузом массой менее и равной 10т значение $Q_{гр}^0$ принимают равным 10 т. Коэффициент k при погрузке с опорой на один вагон принимают равным 5, с опорой на два вагона – 20.

10.2.4. Ветровая нагрузка W_n определяется с учетом удельной ветровой нагрузки, равной 50 кгс/м², по формуле:

$$W_n = 50 S_n/1000 \text{ (тс)}, \quad (11)$$

где S_n – площадь наветренной поверхности груза (проекция поверхности груза, выступающей за пределы боковых бортов платформы либо боковых стен полувагона, на продольную плоскость симметрии вагона), м². Для цилиндрической поверхности S_n принимается равной половине площади наветренной поверхности груза.

10.3. Определение сил трения

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

– в продольном направлении:

$$F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \mu \text{ (тс)}, \quad (12)$$

– в поперечном направлении:

$$F_{тр}^{п} = Q_{гр} \mu (1000 - a_v)/1000 \text{ (тс)}, \quad (13)$$

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 Приложении 1 к настоящей главе.

10.3.2. При размещении на платформе с деревометаллическим полом груза без применения подкладок, центр тяжести которого совпадает с его геометрическим центром (рисунок 39), силы трения, препятствующие перемещению груза, определяются по формулам:

– в продольном направлении:

$$F_{\text{тр}}^{\text{np}} = F_{\text{тр1}}^{\text{np}} + F_{\text{тр2}}^{\text{np}} + F_{\text{тр3}}^{\text{np}} (\text{тс}), \quad (14)$$

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

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

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

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

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:

$$F_{\text{тр}}^{\text{n}} = Q_{\text{гр}} \left(\frac{a}{d} \mu_1 + \frac{b}{d} \mu_2 + \frac{c}{d} \mu_3 \right) (1000 - a_{\text{в}}) / 1000 (\text{тс}), \quad (18)$$

где $a_{\text{в}}$ – удельная вертикальная инерционная сила, определяемая по формуле (10), кгс/т.

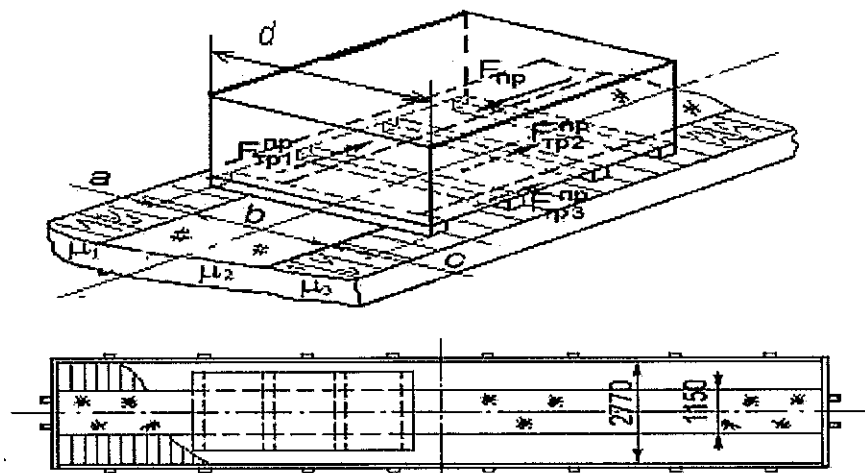


Рисунок 39 – Силы трения, действующие на участках опирания груза на поверхность деревометаллического пола платформы

Груз, расположенный несимметрично продольной плоскости симметрии платформы (рисунок 40), может испытывать дополнительное воздействие момента вращения ($M_{тр}$) в горизонтальной плоскости относительно вертикальной оси, проходящей через его центр тяжести.

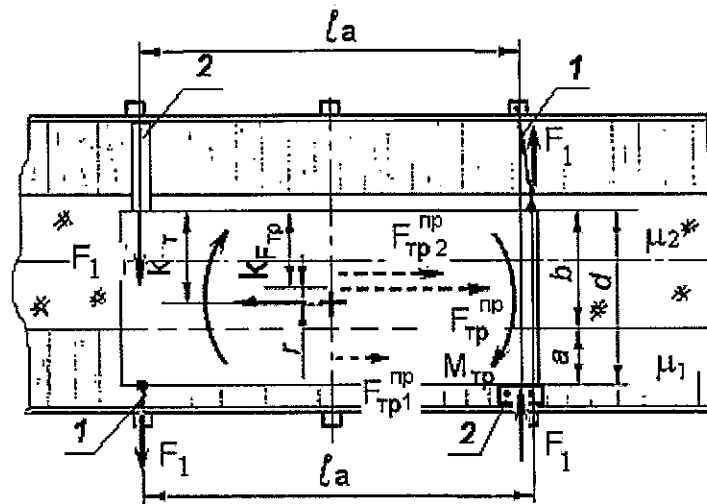


Рисунок 40 – Момент вращения, действующий на груз, расположенный несимметрично относительно продольной плоскости симметрии платформы с деревометаллическим полом

1 – растяжка; 2 – распорный брусок

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

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

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

$$r = |K_{шт} - K_{F_{тр}}| \text{ (м)}, \quad (20)$$

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

$$K_{гр} = \frac{F_{тр1}^{np} (b + a/2) + F_{тр2}^{np} b/2}{F_{тр1}^{np} + F_{тр2}^{np}} \quad (м) \quad (21)$$

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:

$$F_{доп} = M_{гр} / l_a \quad (тс), \quad (22)$$

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

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

10.4. Определение устойчивости груженого вагона и груза в вагоне

10.4.1. Высота общего центра тяжести вагона с грузом (рисунок 41) определяется по формуле:

$$H_{цт}^0 = \frac{Q_{гр1} h_{цт1} + Q_{гр2} h_{цт2} + \dots + Q_{грn} h_{цтn} + Q_t H_{цт}^B}{Q_{гр}^0 + Q_t} \quad (мм), \quad (23)$$

где Q_t – масса тары вагона, т;

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

$H_{цт}^B$ – высота ЦТ порожнего вагона от УГР, мм (таблица 31).

Таблица 31

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

Тип вагона	Площадь наветренной поверхности, м ²	Высота ЦТ порожнего вагона от УГР, м	Значение коэффициентов	
			p	q
Четырехосный полувагон:				
- с объемом кузова до 77 м ³	34	1,13	5,61	0,11
- с объемом кузова 83-88 м ³	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

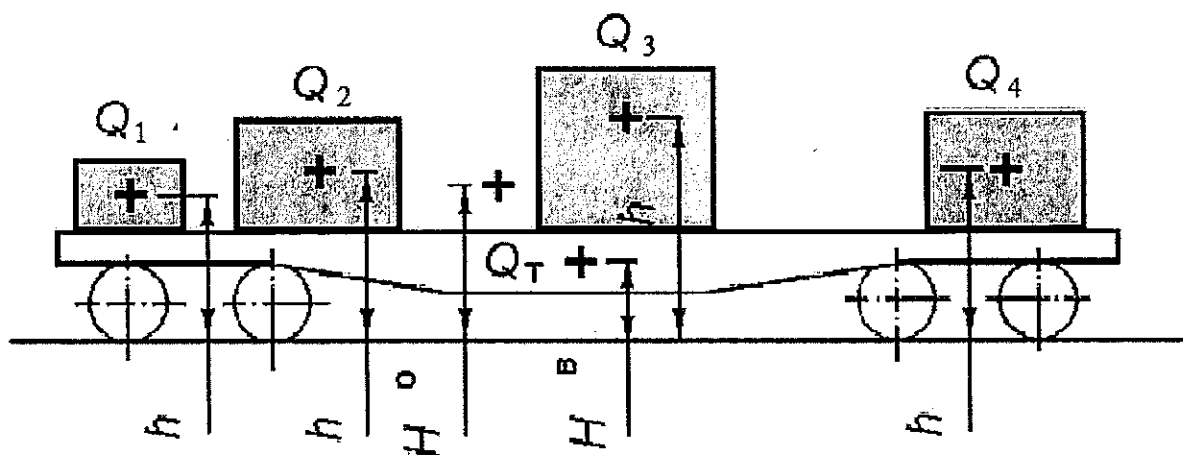


Рисунок 41 – Определение высоты общего центра тяжести вагона с грузом относительно УГР

10.4.2. Поперечная устойчивость вагона проверяется в случаях, когда высота центра тяжести вагона с грузом (сцепы с грузом, если груз опирается на один вагон) от УГР превышает 2300 мм или наветренная поверхность вагона с грузом превышает 50 м².

Поперечная устойчивость груженого вагона обеспечивается, если удовлетворяется условие:

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

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

$P_{ц} + P_{в}$ – дополнительная вертикальная нагрузка на колесо от действия центробежной силы и ветровой нагрузки, тс.

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

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

$$P_{ст} = \frac{Q_{т} + Q_{гр}^0}{n_{к}} \quad (тс) \quad (25)$$

При смещении груза только поперек вагона :

$$P_{ст} = \frac{1}{n_{к}} \left(Q_{т} + Q_{гр}^0 \left(1,0 - \frac{b_{см}}{S} \right) \right) \quad (тс) \quad (26)$$

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

$$P_{ст} = \frac{2}{n_{к}} \left(\frac{Q_{т}}{2} + Q_{гр}^0 \left(0,5 - \frac{l_{см}}{l_{в}} \right) \right) \quad (тс) \quad (27)$$

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

$$P_{ст} = \frac{2}{n_{к}} \left(\frac{Q_{т}}{2} + Q_{гр}^0 \left(0,5 - \frac{l_{см}}{l_{в}} \right) \left(1,0 - \frac{b_{см}}{S} \right) \right) \quad (тс), \quad (28)$$

где $n_{к}$ – число колес грузонесущего вагона;

$2S = 1580$ мм – расстояние между кругами катания колесной пары.

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

$$P_{ц} + P_{в} = \frac{1}{n_k S} (0,075(Q_T + Q_{гр}^0) H_{цт}^0 + W_n h + 1000p) \text{ (тс)}, \quad (29)$$

где W_n – 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 31.

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

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

– при опрокидывании вдоль вагона (рисунок 42):

$$\eta_{пр} = \frac{l_{пр}^0}{a_{пр} (h_{цт} - h_{у}^{пр})}; \quad (30)$$

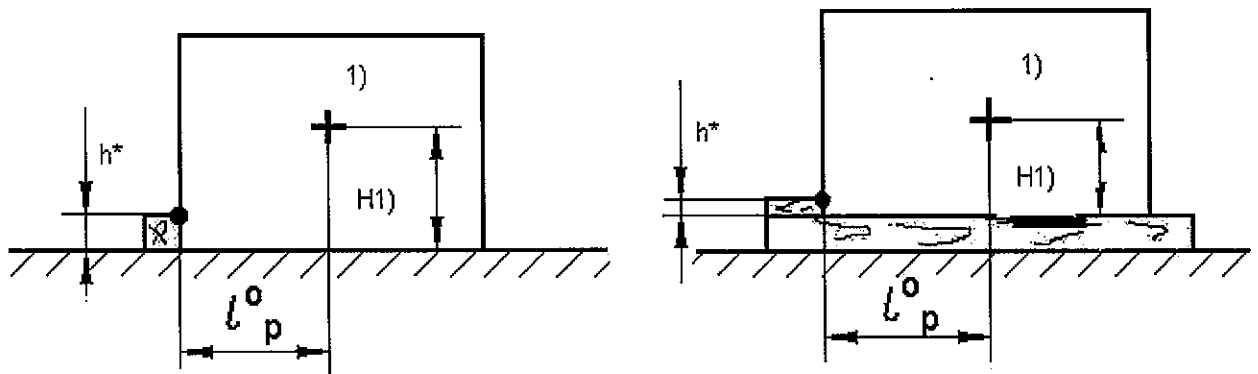


Рисунок 42 – Варианты расположения упоров от опрокидывания груза в продольном направлении

1)- центр тяжести груза, H1)-высота центра тяжести груза, h^* - высота упорного бруска

– при опрокидывании поперек вагона (рисунок 43):

$$\eta_{п} = \frac{Q_{гр} b_{п}^0}{F_n (h_{цт} - h_{у}^n) + W_n (h_{пп}^n - h_{у}^n)}; \quad (31)$$

где $l_{пр}^0$, $b_{п}^0$ – 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;

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

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

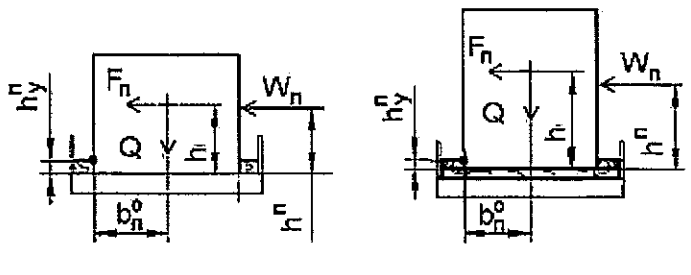


Рисунок 43– Варианты расположения упоров от опрокидывания груза в поперечном направлении

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

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

– грузы, значение $\eta_{пр}$ или η_n которых менее 0,8, а также грузы, для которых одновременно $\eta_{пр}$ и η_n 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 η_n находится в пределах от 0,8 до 1,0 включительно, то закрепление груза от поступательных перемещений и от опрокидывания рекомендуется выполнять отдельно, 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 η_n находится в пределах от 1,01 до 1,25 включительно, 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 44-1):

$$R_{пр}^0 = \frac{1,25 F_{пр} (h_{цг} - h_{y^{np}}) - Q_{гр} l_{пр}^0}{n_{р^{np}} (h_p \cos \alpha \cos \beta_{пр} + l_{пр}^p \sin \alpha)} \quad (\text{тс}); \quad (32)$$

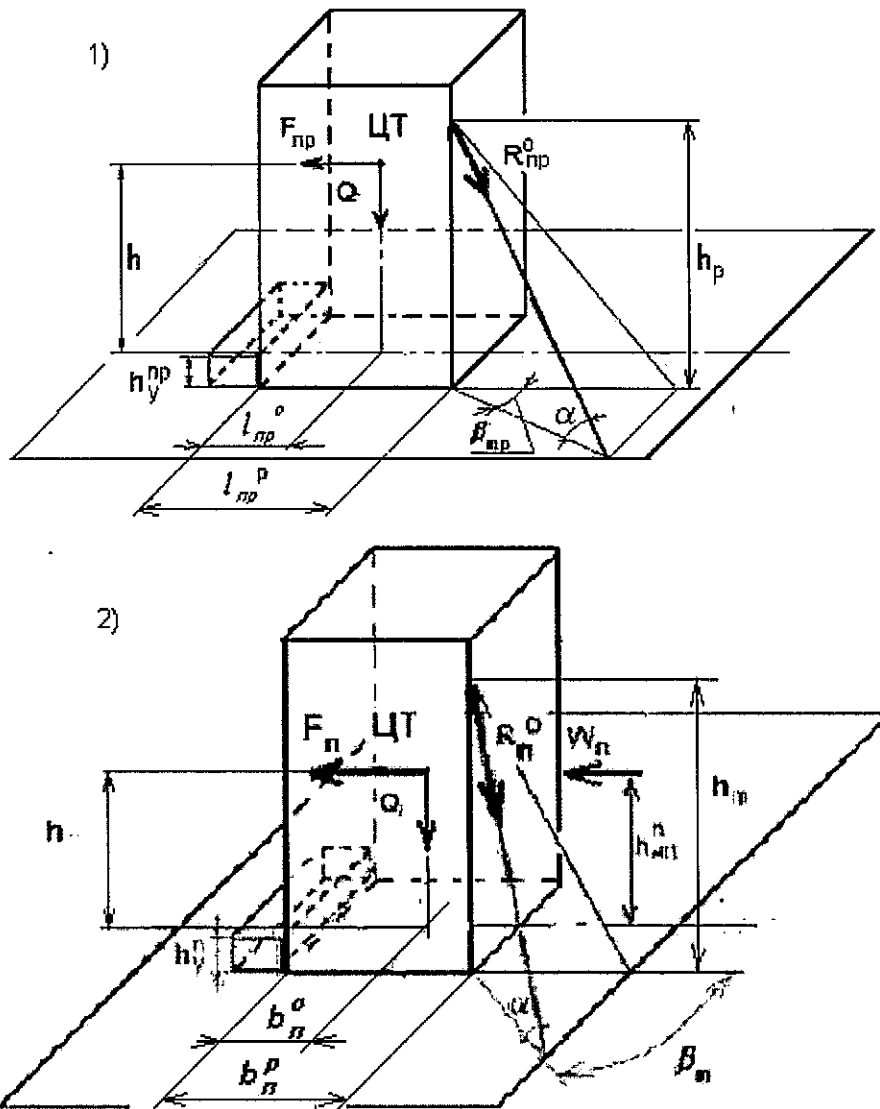


Рисунок 44 – Крепление груза от опрокидывания растяжками:

- 1) – в продольном направлении;
- 2) – в поперечном направлении

– в поперечном направлении (рисунок 44-2):

$$R_{н^0} = \frac{1,25(F_{н} (h_{нт} - h_{н^н}) + W_{н} (h_{нп^н} - h_{н^н})) - Q_{гр} b_{н^0}}{n_{р^н} (h_{р} \cos \alpha \cos \beta_{н} + b_{н^р} \sin \alpha)} \quad (тс) \quad (32a)$$

В формулах 32 и 32а:

α – угол наклона растяжки к полу вагона;

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

$n_{р^пр}$, $n_{р^н}$ – число растяжек, работающих в одном направлении;

$l_{пр^р}$, $b_{н^р}$ – 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 45) 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.

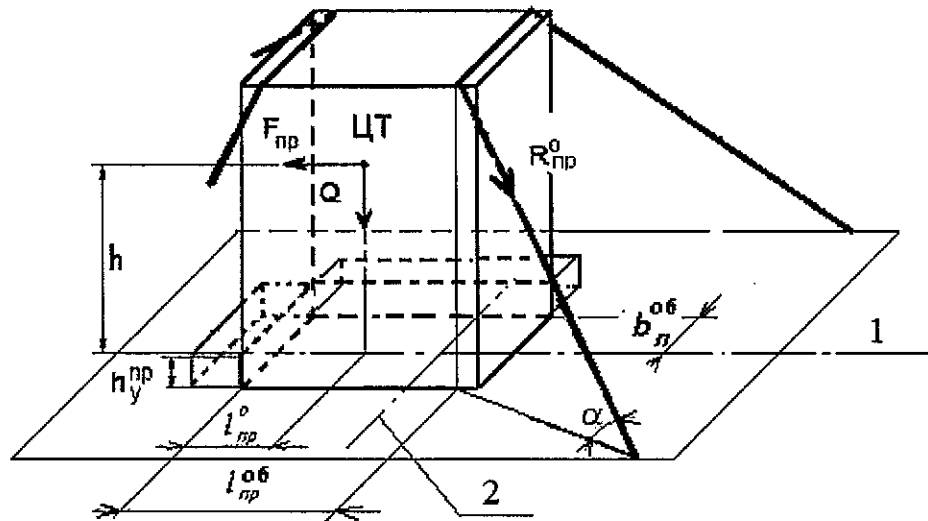


Рисунок 45 – Крепление груза от опрокидывания обвязками
1- продольная и 2- поперечная оси вагона

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

- в продольном направлении

$$R_{np}^0 = \frac{1,25 F_{np} (h_{цт} - h_{y^{np}}) - Q_{гр} l_{np}^0}{2n_{об^{np}} l_{np}^{об} \sin \alpha} \quad (\text{тс}); \quad (33)$$

- в поперечном направлении

$$R_n^0 = \frac{1,25(F_n (h_{цт} - h_{y^n}) + W_n (h_{нп^n} - h_{y^n})) - Q_{гр} b_n^0}{2n_{об^n} b_n^{об} \sin \alpha} \quad (\text{тс}), \quad (33a)$$

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

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

$b_n^{об}$ – 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 32a.

10.5. 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 32).

У техники на колесном и гусеничном ходу, способ размещения и крепления которой устанавливается Схемой погрузки, 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 32

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
	Перекачивание поперек (вдоль) вагона	Упорные бруски, ложементы; обвязки, растяжки
На колесном ходу	Перекачивание 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; обвязки, 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

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

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

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

где n – коэффициент, значения которого принимается равным 1,0 при разработке способов размещения и крепления грузов по «Правилам погрузки (размещение и крепление) грузов» и 1,25 – по Схеме погрузки.

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

$$\Delta F_{np} = \Delta F_{np}^p + \Delta F_{np}^b + \Delta F_{np}^{ob} \text{ (тс);} \quad (36)$$

$$\Delta F_n = \Delta F_n^p + \Delta F_n^b + \Delta F_n^{ob} \text{ (тс),} \quad (37)$$

где ΔF_{np}^p , ΔF_n^p , ΔF_{np}^b , ΔF_n^b , ΔF_{np}^{ob} , ΔF_n^{ob} – 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 $F_{тр}^{np}$ и $F_{тр}^n$ подкладки должны быть закреплены к полу вагона. Суммарное количество гвоздей для закрепления подкладок определяется по формуле:

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

где $R_{гв}$ – допускаемое усилие на один гвоздь, принимается по таблице 35.

10.5.2. При закреплении груза от смещения растяжками (рисунок 46-1) величину усилий в растяжках с учетом увеличения сил трения от вертикальных составляющих усилий в них определяют по формулам:

– от сил, действующих в продольном направлении:

$$R_{p}^{np_i} = \frac{\Delta F_{np}}{\Sigma(n_p^{np_i} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{np_i}))} \text{ (тс);} \quad (39)$$

– от сил, действующих в поперечном направлении:

$$R_{p}^{n_i} = \frac{\Delta F_n}{\Sigma(n_p^{n_i} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{n_i}))} \text{ (тс),} \quad (40)$$

где $R_{p}^{np_i}$, $R_{p}^{n_i}$ – усилия в i -той растяжке;
 $n_p^{np_i}$, $n_p^{n_i}$ – количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении, расположенных под одинаковыми углами α_i , β_{np_i} , β_{n_i} ;
 α_i – угол наклона i -той растяжки к полу вагона;
 β_{np_i} , β_{n_i} – 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 $(R_p^{np} + R_{np}^0)$ и $(R_p^n + R_n^0)$.

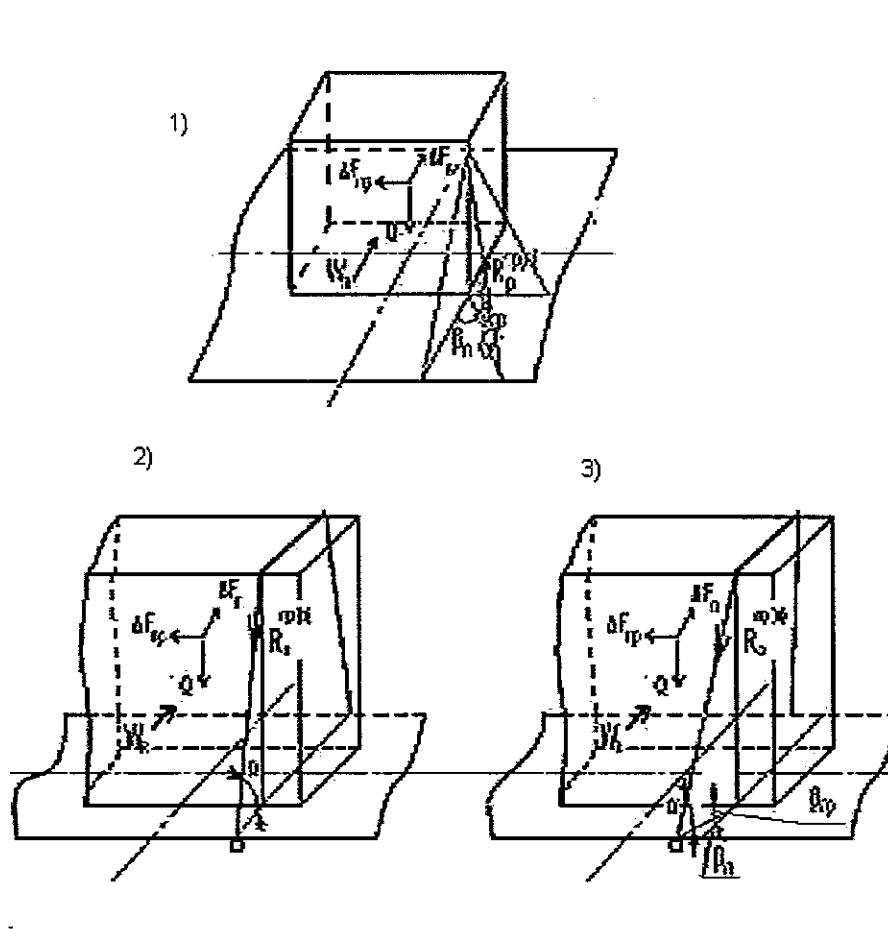


Рисунок 46 – Расчетные схемы усилий в растяжке, обвязке
 1) – в растяжке; 2) – в обвязке вертикальной; 3 - в обвязке наклонной.

Количество нитей в растяжке или ее сечение определяется по большему усилию $(R_p^{np} + R_{np}^0)$ или $(R_p^n + R_n^0)$ в соответствии с таблицами 33 и 34.

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 4 к настоящей главе.

Не рекомендуется устанавливать проволочные растяжки длиной более 4 метров.

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

Примечание. В числителе приведены значения для способов крепления по Схеме погрузки, в знаменателе – по ТУ.

10.5.3. При закреплении груза от продольного и поперечного смещения обвязками, расположенными в плоскости, параллельной поперечной плоскости симметрии вагона (рисунок 46-2), усилие в обвязке определяют по формулам:

- от сил, действующих в продольном направлении:

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

- от сил, действующих в поперечном направлении:

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

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 46-3) («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:

$$R_{об}^{пр} = 1,2 R_p^{пр} \text{ (тс),} \quad (43)$$

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

– в поперечном направлении – по формуле:

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

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

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

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

где R – усилие в растяжке, обвязке, тс;

$[\sigma]$ – допускаемые напряжения на растяжение; принимают в зависимости от марки стали по таблице 34.

Таблица 34

Допускаемые напряжения стальных элементов крепления в зависимости от вида нагружения

Виды нагружения	Допускаемые напряжения, кгс/см ²
Растяжение - сжатие	1650
То же	1850
Изгиб	1650
То же	1850
Срез	1200
Смятие	2500
Растяжение для болтов	1400

10.5.5. 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:

$$n_{гв} = \frac{1000 \Delta F_{пр}^6}{n_{б}^{пр} R_{гв}} \text{ (шт)}; \quad (46)$$

– от сил, действующих в поперечном направлении:

$$n_{гв} = \frac{1000 \Delta F_{п}^6}{n_{б}^n R_{гв}} \text{ (шт)}, \quad (47)$$

где $n_{б}^{пр}$, $n_{б}^n$ – количество брусков, одновременно работающих в одном направлении;
 $R_{гв}$ – допускаемое усилие на один гвоздь, принимается по таблице 35.

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

10.5.6. 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 47) определяется по формулам:

– от перекатывания вдоль вагона:

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

– от перекатывания поперек вагона:

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

где

$$\varepsilon = 1,25 (a_n/1000 + W_n/Q_{гр}), \quad (50)$$

где r – радиус круга катания груза, мм; 1,25 – коэффициент запаса устойчивости при перекатывании груза.

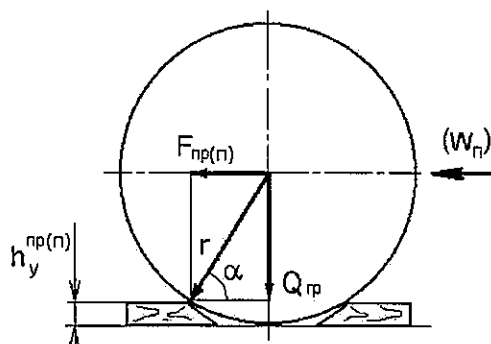


Рисунок 47– Крепление груза упорными брусками от перекатывания

Число гвоздей для закрепления одного упорного бруска определяют по формулам:

– от перекатывания вдоль вагона:

$$n_{ГВ}^{пр} = \frac{1000 F_{пр} (1 - \mu_1 \operatorname{tg} \alpha)}{n_6^{пр} R_{ГВ}} \quad (\text{шт}); \quad (51)$$

– от перекатывания поперек вагона:

$$n_{ГВ}^n = \frac{1000 (F_n + W_n) (1 - \mu_1 \operatorname{tg} \alpha)}{n_6^n R_{ГВ}} \quad (\text{шт}), \quad (52)$$

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

10.5.7. В случае, когда крепление цилиндрического груза от перекатывания осуществляется упорными брусками совместно с обвязками или растяжками (рисунок 48), усилие в обвязке для крепления цилиндрических грузов от перекатывания определяют по формуле:

$$R_{н}^{об} = \frac{1,25[F_n (D/2 - h_y^n) + W_n (h_{нн}^n - h_y^n)] - Q_{гр} b_n^0}{n_{об}^n b_{пер}} \quad (\text{тс}), \quad (53)$$

где $n_{об}^n$ – 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.

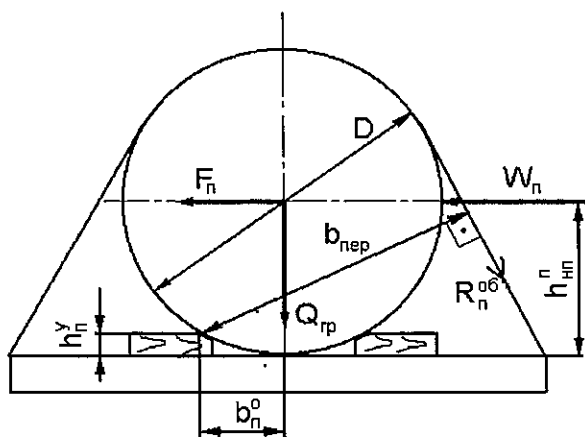


Рисунок 48 – Крепление цилиндрического груза от перекатывания упорными брусками и проволочными обвязками

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

$$\sigma_{и} = \frac{M}{W} \text{ (кгс/см}^2\text{)}; \quad (54)$$

$$\sigma_{с} = \frac{1000 F}{S_0} \text{ (кгс/см}^2\text{)}, \quad (54a)$$

где M – изгибающий момент, кгс см;

$W = bh^2 / 6$ – момент сопротивления изгибу бруска прямоугольного сечения, см³;

b – ширина бруска, см;

h – высота бруска, см;

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

S_0 – суммарная площадь деталей, см², воспринимающая усилие F . Усилие F определяется для упорных и распорных брусков по формулам 34, 35, а для подкладок и прокладок – по формуле:

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

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 36.

Таблица 36

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	12	—
поперек волокон	6	—
Скалывание вдоль волокон в щечковых врубках при условии, что длина скалывания не превышает пяти полных толщин детали в сопряжениях деталей под		

углом:	менее 30°	6	—
	30° и более	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 37.

Таблица 37

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 и ель, пихта	0,8	0,8	0,8
Дуб, ясень, граб, клен, акация белая	1,3	2,0	1,6
Береза	1,1	1,6	1,3

Приложение 1 к протоколу о внесении изменений в Соглашение между Министерством транспорта и связи Финляндской Республики и Министерством транспорта Российской Федерации о реализации Соглашения между Правительством Финляндской Республики и Правительством Российской Федерации о прямом международном железнодорожном сообщении, заключенное 22 декабря 2016 года

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 допустимая длина длинномерного груза при размещении с опорой на один вагон, имеющего по всей длине одинаковое поперечное сечение и равномерно распределенную массу, с расположением ЦТ_{гр}⁰ в поперечной плоскости симметрии вагона определяется по таблицам 1 и 2.

Таблица 1

Максимально допустимая 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 допустимая 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).

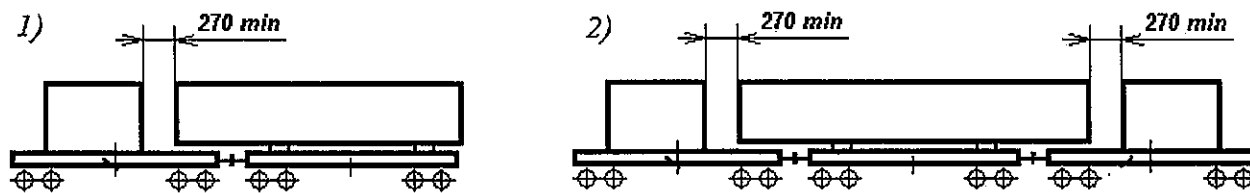


Рисунок 1

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).

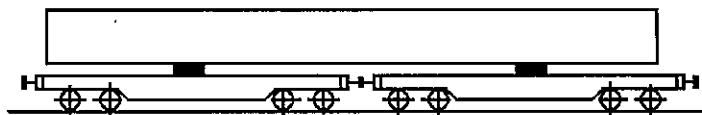


Рисунок 3

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);

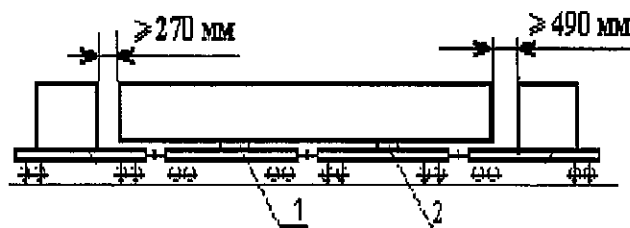


Рисунок 4

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

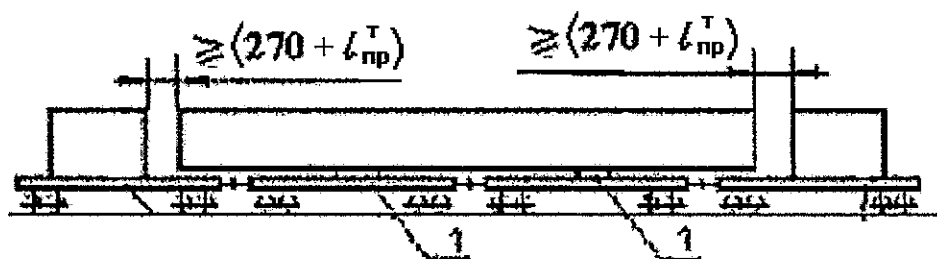


Рисунок 6

1 – подвижная турникетная опора

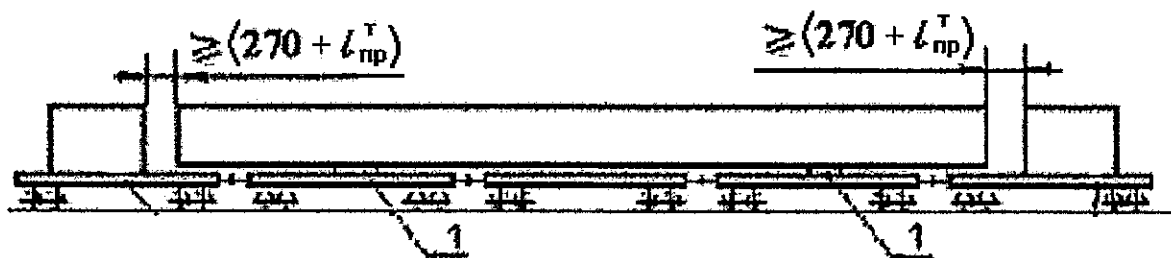


Рисунок 7

1 – подвижная турникетная опора

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

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 и величина продольного смещения его центра тяжести $\text{ЦТ}_{гр}^0$ от поперечной плоскости симметрии вагона не превышает величин, приведенных в таблицах 3, 4.

Таблица 3

Допускаемые длина и продольное смещение центра тяжести длинномерного 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.

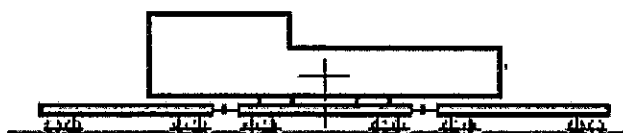


Рисунок 8

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 сцепа приведена в таблице 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 Г _{пр}
45	57,4	47	57,62 – 2 Г _{пр}
46	71,2	48	72,24 – 2 Г _{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.

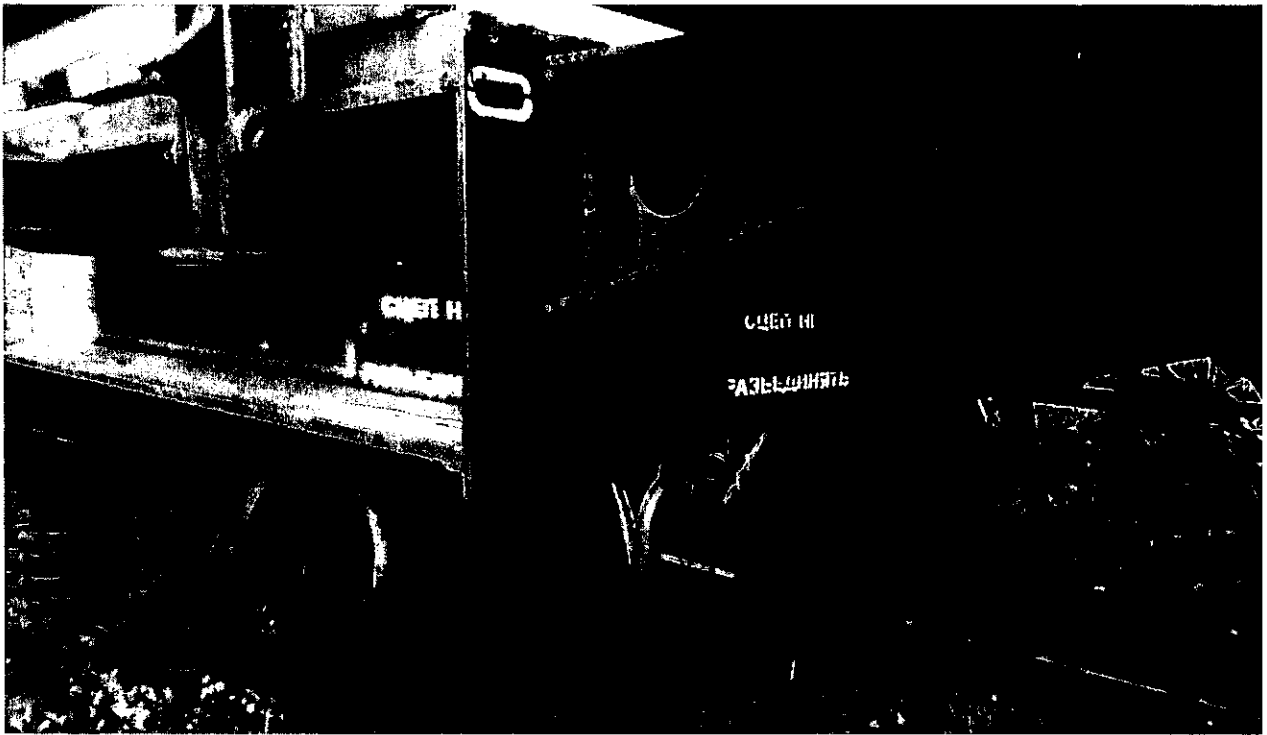


Рисунок 9

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:

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

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

I_B – момент инерции поперечного сечения груза, м^4 , 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, м^4 ;

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.

Таблица 7

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:

$$B_B = B_G - 2f_B \text{ (мм);} \quad (3)$$

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

$$B_H = B_G - 2f_H \text{ (мм),} \quad (4)$$

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

f_B, f_H – 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_B и расстояний n_B от рассматриваемой части груза, расположенной в пределах базы вагона, до ближайшего пятникового сечения вагона и n_H от рассматриваемой части груза, расположенной за пределами базы вагона, до ближайшего пятникового сечения (рисунок 10).

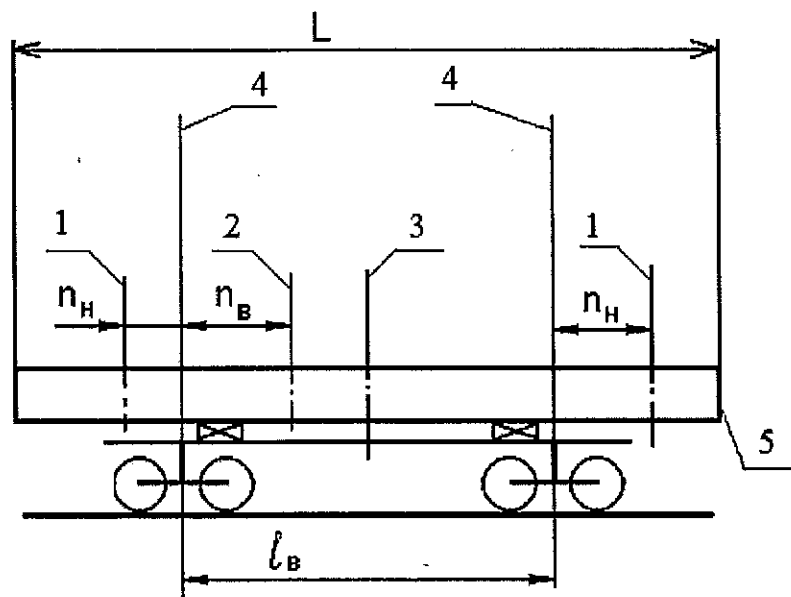


Рисунок 10

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

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

где L – длина груза, м.

Таблица 8

Значения ограниченной ширины груза с учетом его смещения наружу кривой f_n в зависимости от длины базы вагона $l_{сч}$ или схода $l_{сч}$	Значения f_n , мм, при расстоянии p_n , м, от рассматриваемого наружного поперечного сечения груза до ближайшего пятникового (направляющего) сечения вагона или схода															
	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 шеле с базой 14,62 м. В этих случаях значение f_n следует рассчитывать по формуле 7.

Таблица 9

Значения ограниченной ширины груза с учетом его смещения внутрь кривой f_b
в зависимости от длины базы вагона l_b или шлепа $l_{ш}$

l_b или $l_{ш}$ м	Значения f_b (мм), при расстоянии p_b (м) от рассматриваемого внутреннего поперечного сечения груза до ближайшего пятникового (направляющего) сечения вагона или шлепа																						
	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	2	5	8	9	10	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	6	11	15	19	21	23	24	24	24	0	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	0
21	0	0	0	1	9	17	24	30	36	40	44	47	49	51	52	52	0	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	0
23	0	0	4	14	24	32	40	48	55	62	66	72	75	79	81	82	83	84	0	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	0
25	0	2	15	26	38	48	58	67	76	84	89	97	101	106	109	112	115	117	118	0	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	0
27	0	12	26	40	52	64	75	85	96	106	112	120	127	133	138	144	147	151	152	155	0	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	0
29	6	22	38	52	66	80	92	104	116	127	135	146	152	160	166	174	178	183	186	192	195	0	0
30	11	27	44	59	74	87	100	113	126	138	146	157	165	174	181	188	194	200	203	211	215	216	0

Примечание. f_b для промежуточных значений базы и расстояний p_b определяют линейной интерполяцией, за исключением интервалов p_b , для которых левая граница интервала значений f_b равна «0», например, для $p_b = 5,75$ при размещении на шеле 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:

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

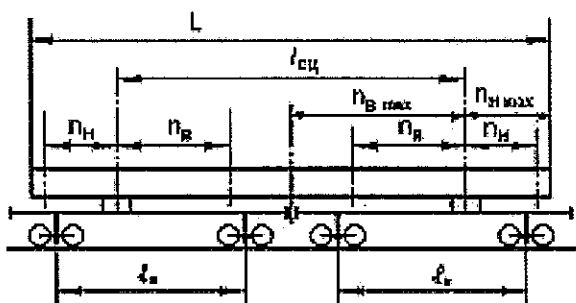


Рисунок 11

– 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.

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

В случаях, когда базы грузонесущих платформ сцепа 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:

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

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

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

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 сцепа 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	$220 + 1^T_{пр}$

Значения $f_{вс}$ и $f_{нс}$ могут определяться по формулам 14, 15:

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

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

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 сцепках с опорой на два полувагона допустимую ширину груза определяют по формулам 16, 17:

– с учетом смещения конца груза наружу кривой:

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

– 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;

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

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

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 12, 13:

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



Рисунок 12

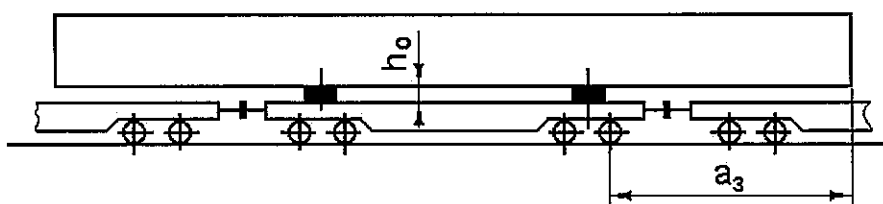


Рисунок 13

– для схемы, приведенной на рисунке 14:

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

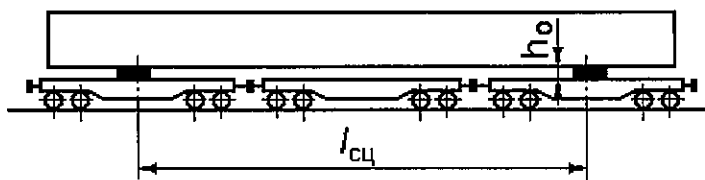


Рисунок 14

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 12) или до оси крайней колесной пары грузонесущего вагона (для случая погрузки по рисунку 13), 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 допустимое 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 $tg\gamma$ 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:

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

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.

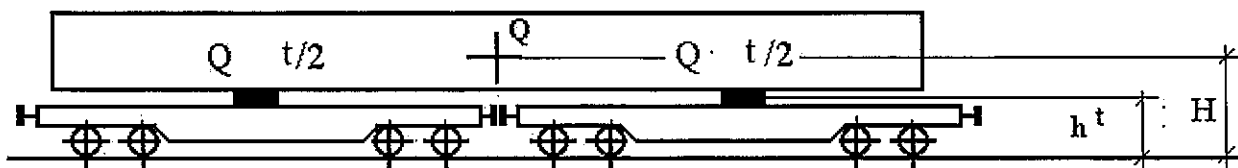


Рисунок 15

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:

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

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:

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

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

$I_{вш}$ – 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:

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

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:

$$P_{cr} = \frac{1}{n_{кТ}} (0,5Q_T + (Q_{гр\ min} + 0,5 Q_{гуп})(0,5 - \frac{l_0}{l_b})(1 - \frac{b_{см} - b_0}{S + 0,5 f_{ок}})) \quad (тс) \quad (28)$$

В формулах 80 и 81:

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

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

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

b_0 – дополнительное поперечное смещение центра тяжести длинномерного груза на сцепе при прохождении кривых, мм:

$$b_0 = \frac{(l_c \pm 2l_0)^2 - l_c^2}{8 R_p} \quad (мм), \quad (30)$$

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

l_0 – расстояние от опоры до середины грузонесущего вагона, мм. Знак (+) принимается при смещении опор от середины грузонесущих вагонов наружу сцепа, знак (–) – внутрь;

$n_{кТ}$ – 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.

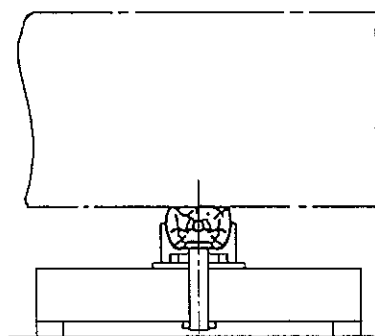


Рисунок 16

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 17);

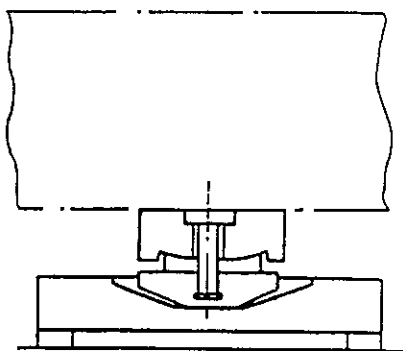


Рисунок 17

– двухопорные с размещением опорных элементов в двух поперечных плоскостях турникетной опоры (рисунок 18);

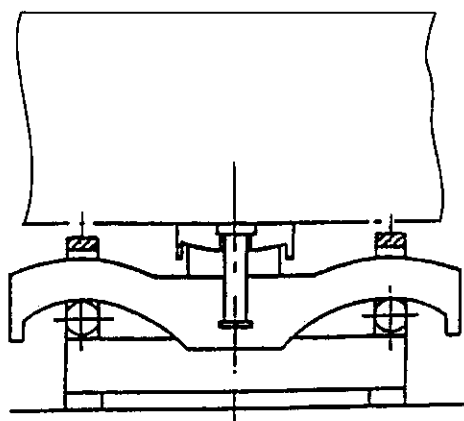


Рисунок 18

– маятникового типа (рисунок 19), 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.

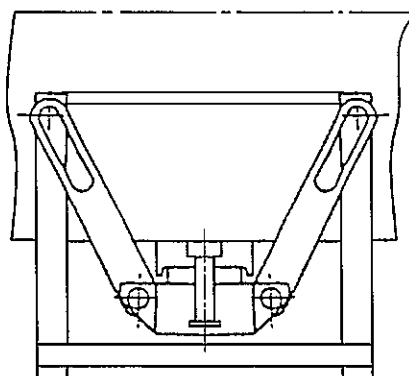


Рисунок 19

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° к вертикали и имеют вверху продольные прорезы. 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:

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

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

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

сил трения в поперечном направлении:

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

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

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

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

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:

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

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

– для неподвижной опоры неподвижного турникета:

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

– для подвижной опоры неподвижного турникета:

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

– для каждой опоры подвижного турникета:

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

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_n – количество подвижных опор турникета: $n_n = 1$ для неподвижного турникета, $n_n = 2$ 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 $a_{пр}^T$, тс/т	0,48	0,53	0,58	0,7

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

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

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

В формуле (35) величины $a_{пр}^{T188}$ и $a_{пр}^{T44}$ принимаются равными:

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

сваркой) $a_{пр}^{T188} = 2,0$ тс/т, $a_{пр}^{T44} = 3,0$ тс/т; для съемных турникетов – $a_{пр}^{T188} = 1,56$ тс/т, $a_{пр}^{T44} = 1,9$ 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:

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

где $l_{гр}$ – 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 сцепы и определяют по формуле 41:

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

где $S_{гр}$, $S_{тур}$ – площадь наветренной поверхности соответственно груза и турникетных опор, м².

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:

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

– при креплении турникетной опоры к вагону:

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

где μ – коэффициент трения турникетной опоры по полу вагона;

$\mu_{\text{гг}}$ - 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:

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

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

– при креплении турникетной опоры к вагону:

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

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:

$$F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 0,5 Q_{\text{гр}} \mu_{\text{гг}} (1000 - a_{\text{в}}) / 1000 \text{ (тс)}; \quad (46)$$

– при креплении турникетной опоры к вагону:

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

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, исключая схождение 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:

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

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.

Приложение № 4
к главе 1
(к пункту 10.5)

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 (n_{ni}), различных длин (l_i) и расположения ($\alpha_i, \beta_i, h_{pi}$) усилие R_{pi} в рассматриваемой i -ой растяжке определяется по формулам:

1. От продольной инерционной силы (рисунок 1):

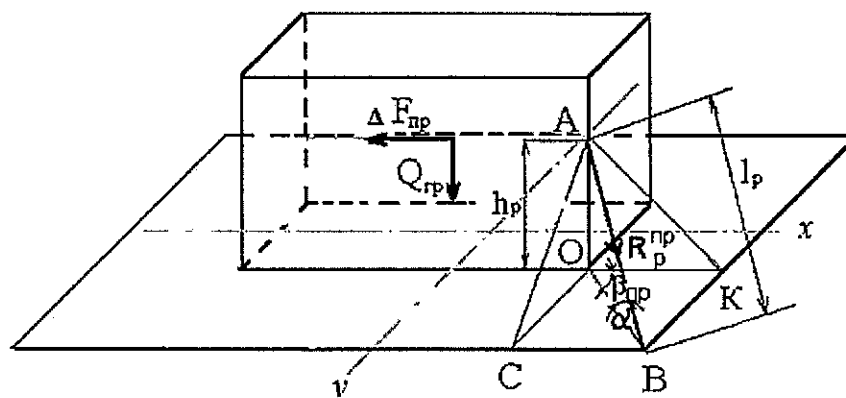


Рисунок 1

x-продольная ось вагона, y-поперечная ось вагона

$$R_{pi}^{np} = Z^{np} (n_{ni} / l_i) \cos \alpha_i \cos \beta_{pri}, \quad (1)$$

$$\text{где } Z^{np} = \frac{\Delta F_{pr}}{\sum_{i=1}^{n_p} \left[\frac{n_{ni}}{l_i} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{pri}) \cos \alpha_i \cos \beta_{pri} \right]} \quad (\text{тс}), \quad (2)$$

где R_{pi}^{np} – усилие в i -й растяжке от продольной инерционной силы, тс;

n_p^{np} – количество растяжек, работающих одновременно в одну сторону вдоль вагона;

n_{ni} – количество нитей (проволок) в i -й растяжке; β_{pri} – угол между проекцией i -й растяжки на горизонтальную плоскость и продольной осью вагона;

l_i – длина i -й растяжки, м.

2. От поперечной инерционной силы (рисунок 2):

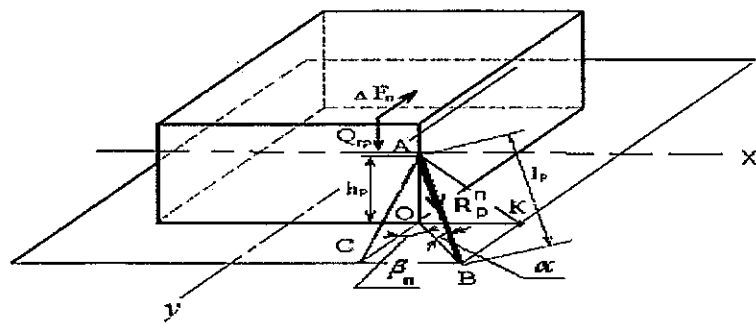


Рисунок 2

x-продольная ось вагона, y-поперечная ось вагона

$$R_{pi}^n = Z^n (n_{ni} / l_i) \cos \alpha_i \cos \beta_{ni}, \quad (3)$$

$$\text{где } Z^n = \frac{\Delta F_{\pi}}{\sum_{i=1}^{n_p^n} \left[\frac{n_{ni}}{l_i} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{ni}) \cos \alpha_i \cos \beta_{ni} \right]} \quad (\text{тс}), \quad (4)$$

где R_{pi}^n – усилие в i-ой растяжке от поперечной инерционной силы, тс;

n_p^n – количество растяжек, работающих одновременно в одну сторону поперек вагона;

n_{ni} – количество нитей (проволок) в i-ой растяжке;

β_{ni} – угол между проекцией i-ой растяжки на горизонтальную плоскость и поперечной осью вагона;

l_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 33. Затем выполняют уточненный расчет в соответствии с пунктами 1 и 2 настоящего приложения.

4. Пример расчета.

Исходные данные:

К перевозке по Схеме погрузки предъявлен груз весом 14,7 т в деревянной ящичной упаковке размером 3500x1600x2500 мм, размещенный на платформе с деревянным полом и закрепленный четырьмя парами проволочных растяжек (рисунок 3).

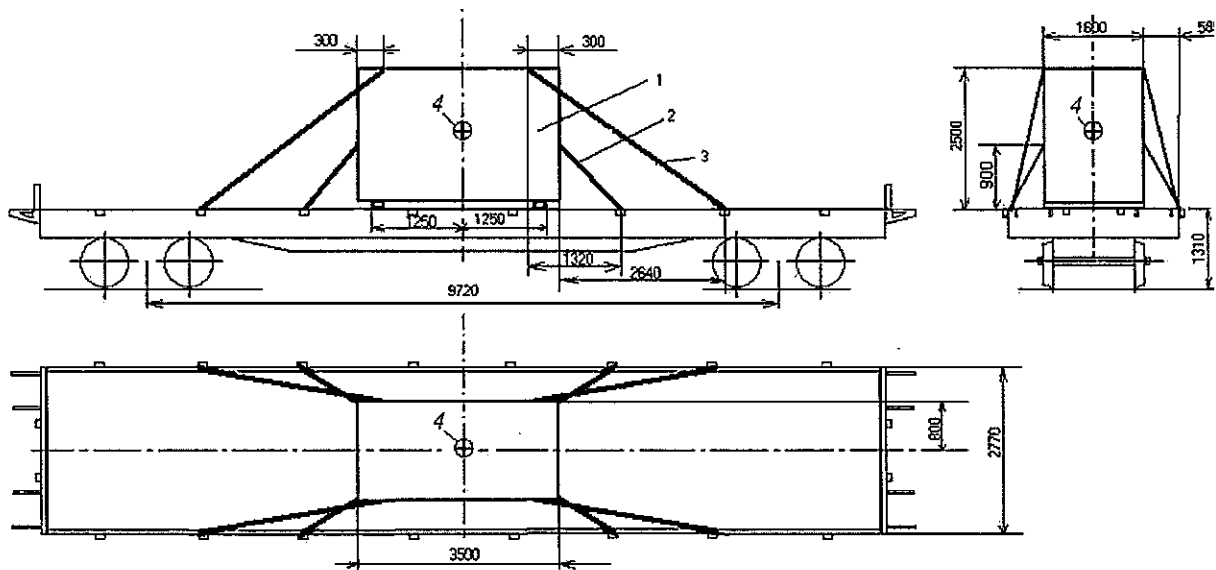


Рисунок 3

1 – груз; 2,3 – растяжка, 4 – центр тяжести груза

В соответствии с выполненными предварительными расчетами имеем:

$$a_{np}=1,15 \text{ тс/т}; a_n=0,33 \text{ тс/т}; a_b=0,396 \text{ тс/т}; W_n=0,438 \text{ тс}; \mu=0,45;$$

$$\Delta F_{np}=10,33 \text{ тс};$$

$$\Delta F_n=1,29 \text{ тс}.$$

Расчет геометрических параметров и соотношений элементов растяжек целесообразно выполнять в табличной форме (таблица 1).

Таблица 1

Геометрические параметры растяжек	Растяжка поз.2	Растяжка поз.3
$AO = h_p, \text{ м}$	0,900	2,500
$BK = OC, \text{ м}$	0,585	0,585
$KO = BC, \text{ м}$	1,020	2,940
$BO = (KO^2 + BK^2)^{1/2}, \text{ м}$	1,176	2,998
$AB = l_p = (BO^2 + AO^2)^{1/2}, \text{ м}$	1,480	3,859
$\sin \alpha = AO/AB$	0,608	0,648
$\cos \alpha = BO/AB$	0,795	0,777
$\cos \beta_{np} = KO/BO$	0,867	0,981
$\cos \beta_n = BK/BO$	0,497	0,195

4.1. Расчет по методике, изложенной в пункте 11.5 главы 1.

$$10,33$$

$$R_{p, np} = \frac{10,33}{2(0,45 \times 0,608 + 0,795 \times 0,867) + 2(0,45 \times 0,648 + 0,777 \times 0,981)} = 2,56 \text{ тс};$$

$$R_p^n = \frac{1,29}{2(0,45 \times 0,608 + 0,795 \times 0,497) + 2(0,45 \times 0,648 + 0,777 \times 0,195)} = 0,580 \text{ тс}$$

В соответствии с таблицей 33 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 1:

$$Z^{np} = \frac{10,33}{2(0,45 \times 0,608 + 0,795 \times 0,867) \times 0,795 \times 0,867 \times 6/1,48 + 2(0,45 \times 0,648 + 0,777 \times 0,981) \times 0,777 \times 0,981 \times 6/3,859} = 1,349$$

По формуле (1) и данным таблицы 1 усилия в растяжках:

$$R_{p2}^{np} = 1,349 \times (6/1,48) \times 0,795 \times 0,867 = 3,769 \text{ тс}$$

$$R_{p3}^{np} = 1,349 \times (6/3,859) \times 0,777 \times 0,981 = 1,599 \text{ тс}$$

Усилия от поперечной инерционной силы.

По формуле (4) и данным таблицы 1:

$$Z^n = \frac{1,29}{2(0,45 \times 0,608 + 0,795 \times 0,497) \times 0,795 \times 0,497 \times 2/1,48 + 2(0,45 \times 0,648 + 0,777 \times 0,195) \times 0,777 \times 0,195 \times 2/3,859} = 1,646$$

По формуле (3) и данным таблицы 1 усилия в растяжках:

$$R_{p2}^n = 1,646 \times (2/1,48) \times 0,795 \times 0,497 = 0,879 \text{ тс}$$

$$R_{p3}^n = 1,646 \times (2/3,859) \times 0,777 \times 0,195 = 0,1293 \text{ тс}$$

Окончательное определение количества нитей в растяжках.

Количество нитей в растяжках принимаем в соответствии с таблицей 33 главы 1, исходя из рассчитанных уточненных значений усилий от продольной и поперечной инерционных сил.

По максимальным значениям $R_{p2}^{np} > R_{p2}^n = 3,769 \text{ тс}$ и $R_{p3}^{np} > R_{p3}^n = 1,599 \text{ тс}$ принимаем количество нитей в растяжках:

- растяжка поз.2 – восемь нитей;
- растяжка поз.3 – четыре нити.