

**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**  
**(ФГБОУ ВО РГУПС)**

---

Е.В. Пасечная, Н.М. Магомедова

**РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ГРУЗОВ НА ОТКРЫТОМ**  
**ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ**

Учебно-методическое пособие

Ростов-на-Дону  
2017

УДК 656.224/225(07) + 06

Рецензент – доктор технических наук, профессор В.Н. Зубков

**Пасечная, Е.В.**

Размещение и крепление грузов на открытом подвижном составе: учебно-методическое пособие / Е.В. Пасечная, Н.М. Магомедова; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2017. – 30 с.

Изложены основные положения Технических условий по размещению и креплению грузов на открытом подвижном составе. Определен порядок и условия размещения и крепления наиболее массовых грузов, предъявляемых к перевозке. Приведена методика расчета размещения и крепления грузов.

Предназначено для студентов всех форм обучения специальности «Эксплуатация железных дорог», изучающих дисциплину «Управление грузовой и коммерческой работой».

Одобрено к изданию кафедрой «Станции и грузовая работа».

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Общие требования к размещению и креплению грузов в открытом подвижном составе.....	4
1.1. Общие положения.....	4
1.2 Габариты погрузки.....	4
1.3 Подготовка вагонов и контейнеров к погрузке.....	8
1.4 Приспособления способы крепления грузов.....	8
1.5 Размещение грузов в вагонах.....	14
2 Методика расчета способа размещения и крепления грузов в вагонах.....	15
2.1 Определение инерционных сил и ветровой нагрузки, действующих на груз.....	15
2.2 Проверка устойчивости вагона с грузом и груза в вагоне.....	17
2.3 Выбор и расчет элементов крепления.....	22
2.4 Основные положения по размещению длинномерных грузов.....	27
Библиографический список.....	29

# **1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ И КРЕПЛЕНИЮ ГРУЗОВ В ОТКРЫТОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ**

## **1.1 Общие положения**

Размещение и крепление грузов в вагонах и контейнерах производится в соответствии с Техническими условиями размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах (далее – ТУ). Технические условия устанавливают порядок и условия размещения и крепления грузов в универсальных четырехосных вагонах (полувагоны, платформы) и в контейнерах при железнодорожных перевозках по территории Российской Федерации по железнодорожным путям, имеющим ширину колеи 1520 мм, со скоростью движения до 100 км/ч включительно.

Размещение и крепление грузов способами, которые не предусмотрены ТУ, должны выполняться в соответствии со способами, установленными местными техническими условиями размещения и крепления грузов (далее – МТУ).

Размещение и крепление грузов способами, не разработанными ТУ и МТУ, должны выполняться в соответствии со способами, установленными непредусмотренными техническими условиями (далее – НТУ).

Размещение и крепление грузов, масса и габаритные размеры которых превышают нормы, установленные главой 1 ТУ, следует осуществлять в соответствии с Инструкцией по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов на железных дорогах государств-участников СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики (далее – Инструкция).

Размещение и крепление грузов, поступающих от железнодорожных администраций других государств, должны соответствовать действующим на железнодорожном транспорте в Российской Федерации требованиям, если иное не установлено международными соглашениями, участником которых является Российская Федерация.

## **1.2 Габариты погрузки**

Размещение на открытом железнодорожном подвижном составе грузов в зависимости от их размеров и крепления должно осуществляться в пределах габаритов погрузки. Виды габаритов погрузки и регионы их применения приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Виды габаритов погрузки

Вид габарита погрузки	Номер рисунка, таблицы	Распространяется на Грузы	Применение
Основной	Рисунок 1, таблица 2,	Все грузы	Железнодорожный транспорт
Льготный	Рисунок 2	Грузы, размещаемые в пределах погрузочной длины платформы или полувагона	Железнодорожный транспорт, за исключением участков: Хабаровск-1 – Амур; Кимкан – Богучан
Зональный	Рисунок 3	Лесные грузы, погруженные по СТУ, МТУ. Грузы по разрешению федерального органа власти на железнодорожном транспорте	Железнодорожный транспорт, за исключением участков: Белореченская – Туапсе – Веселое, Крымская – Новороссийск; Чук – Лабытнанги, Пукса – Наволок; Тигей – Ачинск

*Примечание.* Зональный габарит погрузки не применяется при перевозке грузов назначением на железные дороги Азербайджана, Грузии, Армении, Украины (Львовская железная дорога).

Очертания габаритов погрузки приведены на рисунках 1– 4.

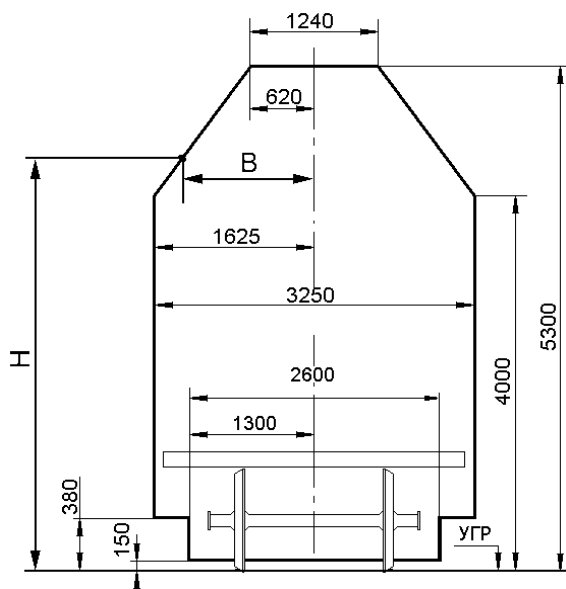


Рис. 1. Очертание основного габарита погрузки

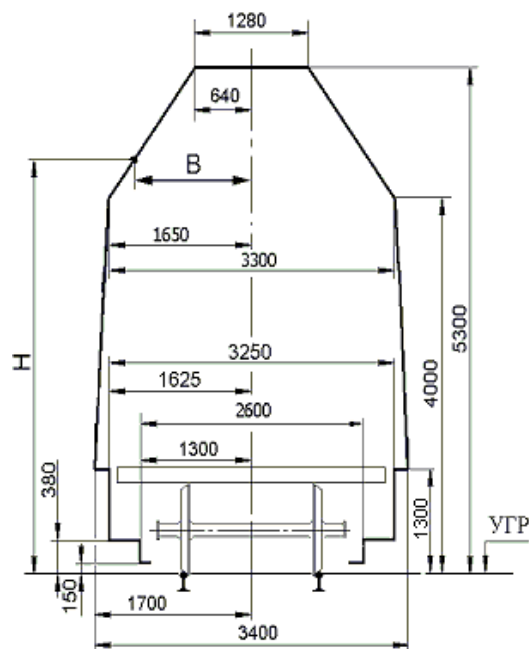


Рис. 2. Очертание льготного габарита погрузки

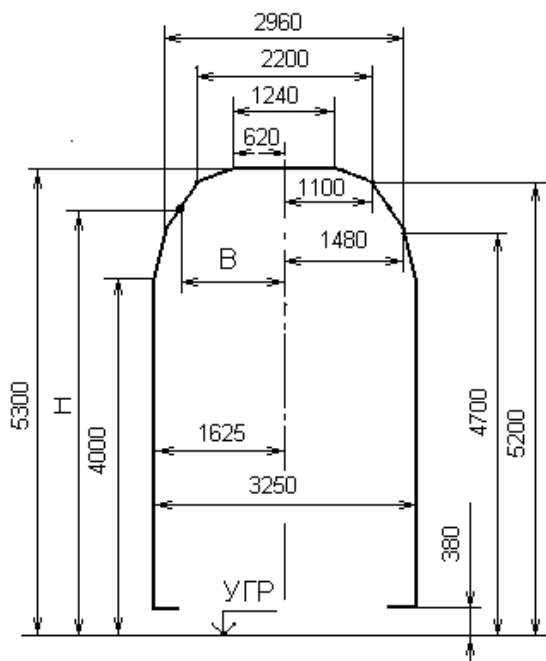


Рис. 3. Очертание зонального габарита погрузки

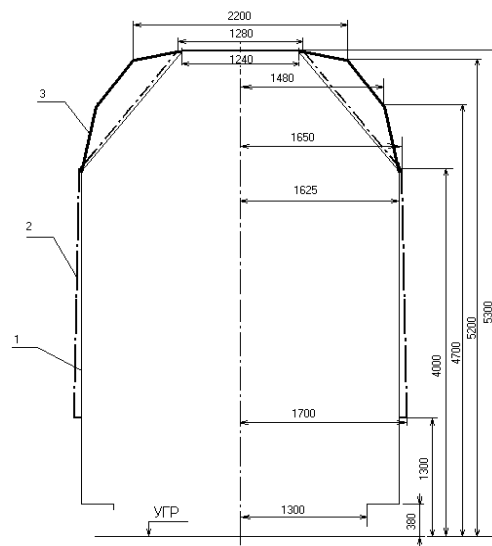


Рис. 4. Соотношение очертаний габаритов погрузки  
 1 – основной габарит погрузки;  
 2 – льготный габарит погрузки;  
 3 – зональный габарит погрузки

В перевозочных документах на груз, погруженный в пределах льготного или зонального габарита погрузки, должны быть сделаны отметки соответственно «Льготный габарит» или «Зональный габарит»:

- в оригинале транспортной железнодорожной накладной (далее – накладная) в графе «Место для особых отметок и штампов» – грузоотправителем;
- в вагонном листе в графе «Место для отметок» – уполномоченным перевозчиком лицом (в случае, когда перевозчик является одновременно владельцем инфраструктуры, – уполномоченным работником железнодорожной станции отправления).

Груз, погруженный на одиночный универсальный вагон либо на сцеп из двух универсальных вагонов, является габаритным, если он ни одной своей частью, включая упаковку и крепление, не выходит за пределы основного габарита погрузки и расстояние от поперечной плоскости симметрии вагона (либо сцепа) до конца груза (с одной либо с обеих сторон), включая упаковку и крепление, не превышает значений, указанных в таблице 2. Проверка габаритности груза должна производиться при условии нахождения вагона на прямом горизонтальном участке пути и совмещения продольной вертикальной плоскости симметрии вагона с осью железнодорожного пути. Для грузов, длина либо размещение которых не соответствует установленным в таблице 2 ограничениям, допускаемая ширина по условию вписывания в основной габарит погрузки при прохождении кривых участков пути определяется по методике, приведенной в разделе 11 главы 1 ТУ.

*Таблица 2*

Наибольшие расстояния от середины вагона до конца груза,  
в миллиметрах

Тип вагона, сцепа	База		Наибольшее расстояние от середины вагона или сцепа до конца груза
	вагона	сцепа	
платформа	9720	-	8810
	14720	-	11200
Сцеп из 2 платформ	9720	14620	11100
Полувагон			8225

Базой вагона (или сцепа) называется расстояние между направляющими очертаниями, за которые принимаются:

- у одиночного вагона – расстояние между вертикальными осями подпятников тележек;
- у сцепа вагонов при размещении груза с опиранием на два вагона – расстояние между серединами опор, на которые опирается груз.

### **1.3 Подготовка вагонов и контейнеров к погрузке**

Грузоотправитель обязан подготовить груз к перевозке таким образом, чтобы обеспечивалась безопасность движения и сохранность груза в процессе транспортирования. Ответственность за правильное размещение грузов несет грузоотправитель или организация, выполняющая эти операции.

Перед погрузкой пол вагона, опорные поверхности груза, подкладок, прокладок, упорных и распорных брусков, а также поверхности груза в местах контакта с обвязками и растяжками должны быть дополнительно очищены отправителем от снега, льда и грязи. В зимнее время грузоотправитель должен посыпать пол вагона и поверхности подкладок в местах опирания груза тонким слоем (1–2 мм) чистого сухого песка.

Разгрузочные люки полувагонов должны быть закрыты и заперты на запоры. Если размещение груза производится в пределах погрузочной длины и ширины кузова, торцовые борта платформ, торцовые двери полувагонов должны быть закрыты и заперты на запоры, клиновые запоры бортов платформ осажены вниз до упора, за исключением случаев, когда технология погрузки предполагает использование открытых бортов, дверей.

Перед погрузкой грузов, длина которых превышает длину пола платформы, полувагона, торцовые борта платформы должны быть откинuty на кронштейны, а двери полувагона – открыты и закреплены.

С целью исключения опирания груза на откинuty торцовые борта платформы груз должен быть размещен на подкладках.

Перед погрузкой грузов, ширина которых превышает ширину пола платформы, все секции продольных бортов платформы или некоторые из них должны быть грузоотправителем открыты и закреплены за кольца, имеющиеся на продольных балках рамы платформы. В случае отсутствия колец противоположные секции бортов должны быть грузоотправителем скреплены увязкой из проволоки диаметром не менее 4 мм в две нити, которая пропускается под боковыми и хребтовыми балками. В случаях, когда опущенные борта закрывают трафаретный номер платформы, он должен быть нанесен несмываемой белой краской на левых крайних секциях опущенных продольных бортов. Секции продольных бортов платформ сцепа также должны быть открыты, если они препятствуют естественному поперечному смещению груза при движении вагонов в криволинейных участках пути.

Для погрузки длинномерного груза формируется сцеп из двух и более вагонов в соответствии с требованиями раздела 11 главы 1 ТУ.

Для предотвращения разъединения вагонов сцепа при маневровых работах в пути следования рукоятки расцепных рычагов должны быть закреплены к кронштейнам проволокой, а на боковых бортах вагонов с обеих сторон должна быть нанесена несмываемой краской надпись: «Сцеп не разъединять».

Подготовка контейнеров к погрузке осуществляется в соответствии с требованиями главы 12 ТУ.

### **1.4 Приспособления и способы крепления грузов**

Для крепления грузов в вагонах применяются растяжки, обвязки, стяжки (в



том числе многозвенные), увязки, деревянные стойки, бруски и щиты, упорные башмаки, «шпоры», каркасы, кассеты, пирамиды, ложементы, турникетные устройства. Средства крепления могут быть одноразового и многократного использования (многооборотные).

Качество и надежность многооборотных средств крепления обеспечивается стороной, осуществляющей отправку груза (грузоотправителем). При оформлении перевозочных документов железнодорожная станция может запросить у грузоотправителя акт периодического освидетельствования многооборотного крепежного устройства, подтверждающий его пригодность к использованию. При установке элементов крепления и крепежных устройств используются стандартные крепежные изделия, например, болты, шпильки, гвозди, строительные скобы.

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

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

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

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

Для изготовления растяжек, обвязок, стяжек, увязок используют стальную проволоку, прокат или полосу стали, стальные цепи, тросы.

Для крепления растяжек и обвязок в вагонах используются:

– на платформах (рис.5): боковые и торцовые стоечные скобы; опорные кронштейны на концевой балке; напольные увязочные устройства (при наличии); боковые скобы на платформах для крупнотоннажных контейнеров и колесной техники;

– в полувагонах (рис.6): нижние увязочные устройства (косынки); средние увязочные устройства, находящиеся на стойках боковых стен на высоте 1100-1200 мм от пола; верхние увязочные устройства в виде скоб внутри и снаружи верхней обвязки кузова.

Не допускается крепление растяжек и обвязок к другим деталям кузова вагона, в том числе к скобам, предназначенным для крепления стоек внутри кузова вагона, к увязочным кольцам, расположенным на верхней обвязке полувагона, а также к кольцам на наружной поверхности секций бортов платформ.

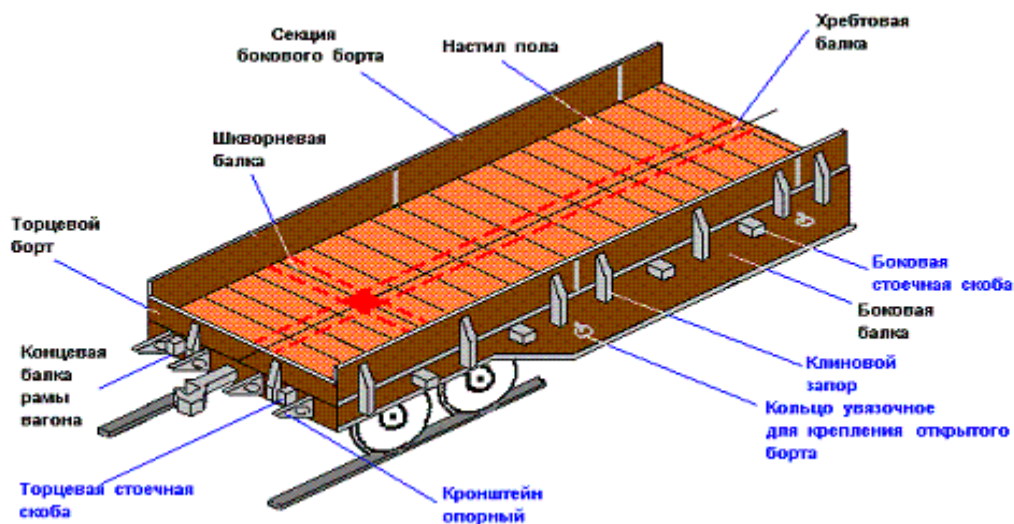


Рис. 5. Увязочные устройства универсальной платформы

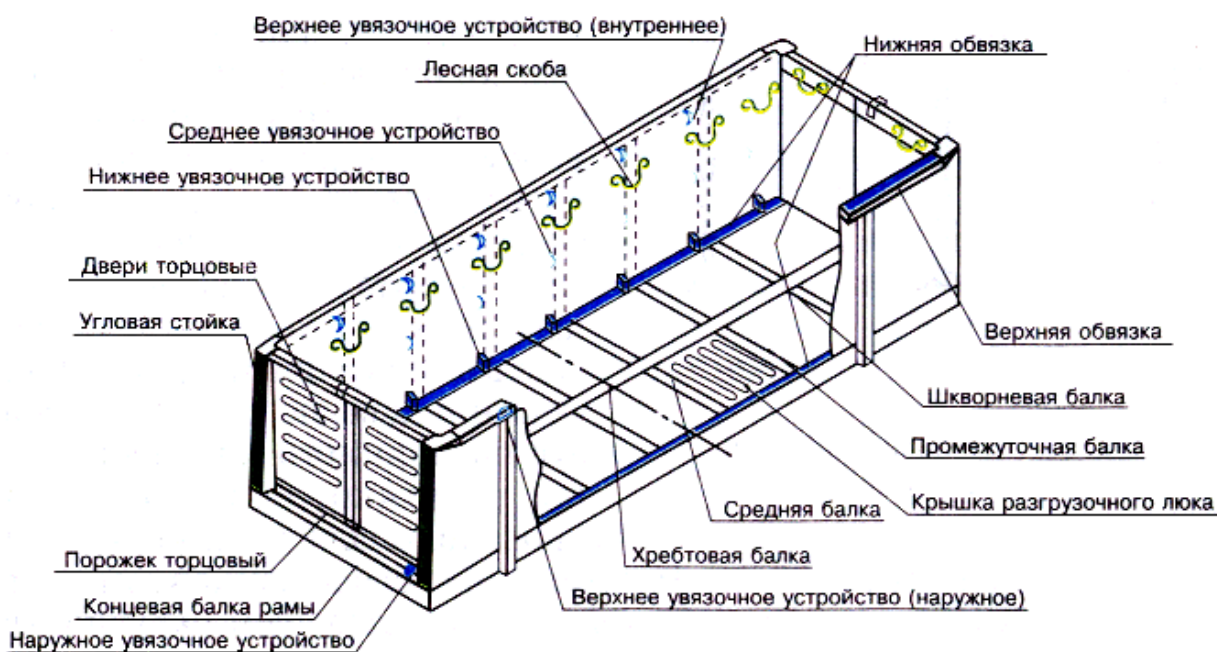


Рис. 6. Увязочные устройства универсального полувагона с торцовыми дверями

Допускается концы растяжек, выполненных из цельного стального стержня и полосы, крепить к грузу при помощи сварки или болтовых соединений. Обвязки на платформах закрепляют за две противоположные стоечные скобы.

Не допускается опирание растяжек, обвязок из проволоки на борт платформы, если угол между растяжкой и вертикальной плоскостью в точке касания с бортом платформы составляет более  $15^\circ$  (рис. 7 а). При невозможности выполнить это условие растяжки и обвязки пропускают под боковыми бортами (рис. 7 б) или борта платформы должны быть опущены (рис. 7 в).

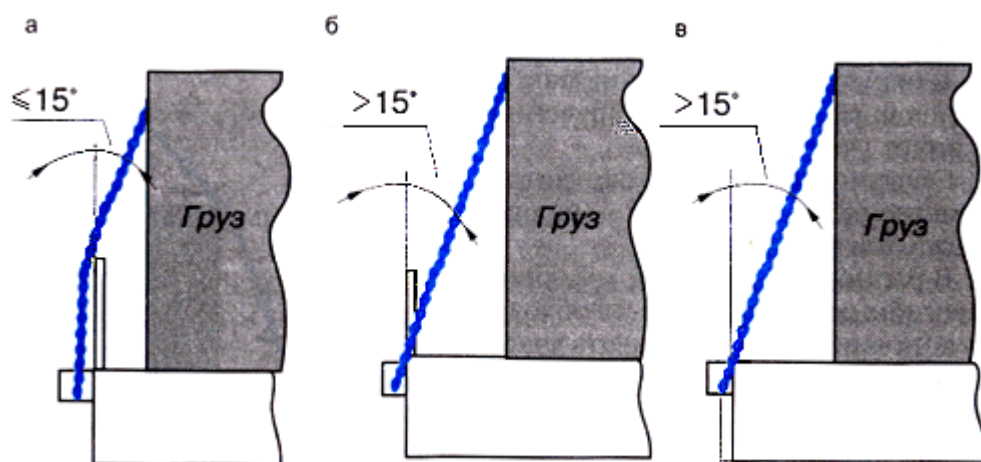


Рис. 7. Допускаемые положения проволочных растяжек, обвязок относительно бортов платформы

Растяжки следует располагать таким образом, чтобы угол между растяжкой и полом и угол между проекцией растяжки на пол вагона и продольной осью вагона составляли не более  $45^\circ$  (рис. 8.).

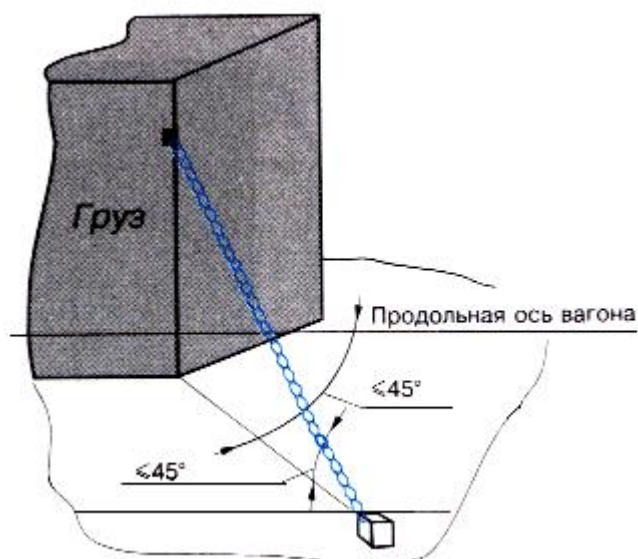


Рис. 8. Положение растяжки относительно груза и пола вагона

Подкладки и прокладки изготавливаются из пиломатериалов не ниже третьего сорта. Применение березы, осины, липы и ольхи допускается только для изготовления подкладок и прокладок, работающих только на сжатие, к которым не крепятся упорные, распорные бруски и другие элементы крепления. Не допускается применение этих пород древесины, а также сухостойной древесины всех пород для изготовления упорных и распорных брусков.

Подкладки и прокладки применяют для увеличения площади опирания груза на пол вагона, предохранения штабеля груза от развала, обеспечения возможности

механизированной погрузки и выгрузки грузов, предохранения опорной поверхности груза и (или) вагона от повреждения, а также для крепления распорных и упорных брусков. В случаях, когда указанные условия обеспечиваются без применения прокладок, их установка не обязательна.

Высота подкладок, прокладок должна быть не менее 25 мм. Ширина подкладок, прокладок должна быть не менее 80 мм (если иное не оговорено конкретными техническими условиями размещения и крепления груза), при этом отношение ширины к высоте должно быть не менее 1,5. Длина подкладок, укладываемых поперек вагона, должна быть равна ширине кузова, а прокладок — не менее ширины груза. Поперечные прокладки, применяемые для разделения штабелей груза, укладывают одна над другой на расстоянии не менее 500 мм от концов груза и не менее 300 мм от боковых стоек.

**Стойки деревянные** окоренные и неокоренные, применяемые для бокового и торцового ограждений штабельных грузов, изготавливают из круглых лесоматериалов либо из пиломатериалов с прямыми волокнами. Толщина стоек из круглого лесоматериала должна быть 120-140 мм в нижнем отрубе и не менее 90 мм в верхнем. Сечение стоек из пиломатериалов должно быть не менее 90x120 мм. Толщина стоек, устанавливаемых в полувагон, должна быть не менее 100 мм на уровне верхнего обвязочного пояса полувагона.

Высота боковых стоек над уровнем верхнего обвязочного бруса полувагона должна быть не более:

- а) при погрузке в пределах основного габарита погрузки:
  - 900 мм при высоте бортов 1880 мм;
  - 700 мм при высоте бортов 2060 мм;
- б) при погрузке в пределах зонального габарита погрузки:
  - 1466 мм при высоте бортов 1880 мм;
  - 1266 мм при высоте бортов 2060 мм.

**Упорные и распорные бруски, распорные рамы** (рис. 9) применяют для крепления грузов от поступательных перемещений вдоль и поперек вагона, а также для передачи инерционных усилий от груза на элементы кузова вагона (боковые и торцовые борта платформ, торцовый порожек, угловые стойки, нижние обвязки кузова полувагона). Бруски должны быть изготовлены из пиломатериалов хвойных пород не ниже третьего сорта.

Деревянные элементы распорных рам соединяют гвоздями, строительными скобами, накладками, другими крепежными изделиями.

Высота упорных и распорных брусков должна быть не менее 50 мм.

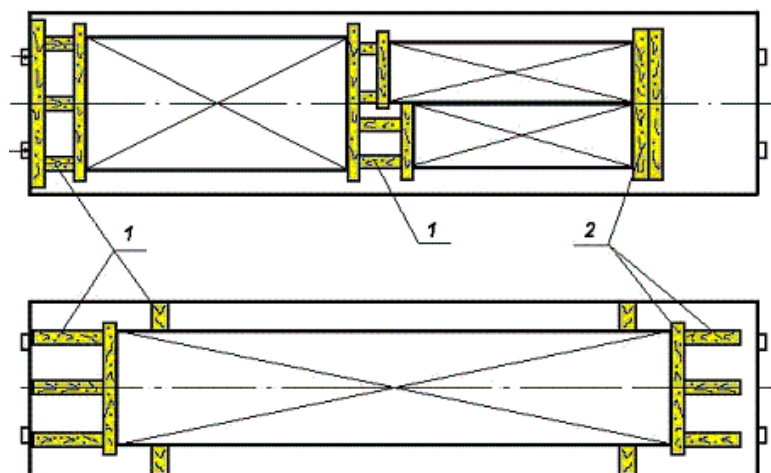


Рис. 9. Типовые схемы установки распорных и упорных брусков:  
1 – распорный брусок; 2 – упорный брусок

Таблица 3  
Допускаемые размеры применяемых гвоздей

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

Допускается замена гвоздей одного диаметра соответствующим количеством гвоздей другого диаметра при условии соблюдения требований к их длине. Схемы размещения гвоздей при креплении деревянных элементов крепления к полу вагона приведены на рисунке 10.

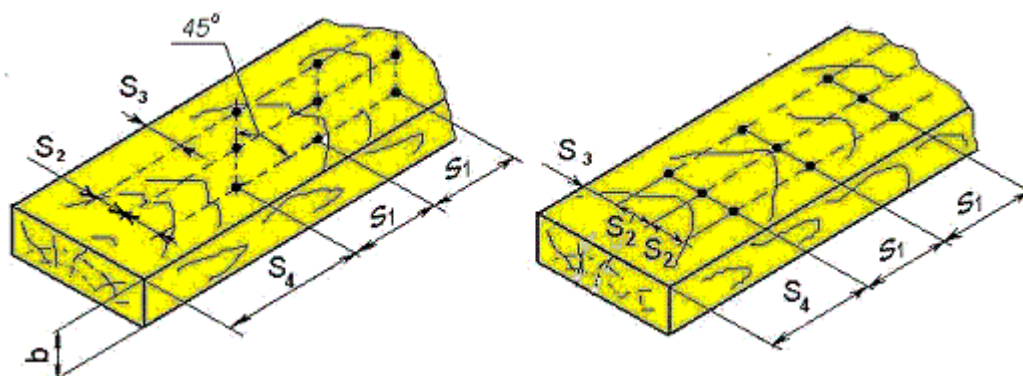


Рис. 10. Схемы размещения гвоздей

Таблица 4

Расстояния между гвоздями при креплении деревянных элементов

Обозначение расстояния	Минимально допустимые расстояния в зависимости от толщины элемента, мм	
	< 50	> 50
$S_1$	125	90
$S_2$	30	30
$S_3$	30	30
$S_4$	90	90

### 1.5 Размещение грузов в вагонах

Масса размещаемого в вагоне груза с учетом массы элементов его крепления не должна превышать трафаретной грузоподъемности вагона. Выход в продольном направлении крайней точки груза за пределы концевой балки кузова вагона должен быть не более 400 мм.

При размещении грузов общий центр тяжести грузов ( $\text{ЦТ}_{\text{гр}}^{\circ}$ ) должен располагаться на линии пересечения продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона. В исключительных случаях, когда данное требование невыполнимо по объективным причинам (геометрические параметры груза, условия крепления), допускается смещение  $\text{ЦТ}_{\text{гр}}^{\circ}$  относительно плоскостей симметрии.

Допускаемая величина смещения  $\text{ЦТ}_{\text{гр}}^{\circ}$  в продольном направлении  $\mathcal{L}_c$  (относительно поперечной плоскости симметрии вагона) в зависимости от общей массы груза в вагоне определяется в соответствии с таблицей 10 ТУ.

При массе груза 10 тонн и менее продольное смещение составляет 3000 мм, а при массе более 70 тонн смещение 100 мм. Допускаемая величина смещения  $\text{ЦТ}_{\text{гр}}^{\circ}$  в поперечном направлении  $\mathcal{B}_c$  (относительно продольной плоскости симметрии вагона) в зависимости от общей массы груза в вагоне и высоты общего центра тяжести вагона с грузом  $\text{ЦТ}_0$  над уровнем головок рельсов определяется в соответствии с таблицей 11 ТУ и при высоте менее 2300 мм составляет 100 мм.

## 2 МЕТОДИКА РАСЧЕТА СПОСОБА РАЗМЕЩЕНИЯ И КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ В ВАГОНАХ

При выполнении расчета размещения груза следует придерживаться следующей последовательности:

- выбрать подвижной состав для перевозки данного груза и определить его технические характеристики;
- произвести проверку устойчивости вагона с грузом ( $H_{\text{цт}}^0 < 2300\text{мм}$ ,  $S_{\text{нп}}^0 < 50\text{м}^2$ );
- произвести расчет сил, действующих на груз ( $F_{\text{пр}}$ ,  $F_{\text{п}}$ ,  $F_{\text{тр}}^{\text{пр}}$ ,  $F_{\text{тр}}^{\text{п}}$ ,  $F_{\text{в}}$ ,  $W_{\text{п}}$ );
- определить, каким перемещениям подвержен груз и способы крепления от продольного и поперечного перемещения, а также от опрокидывания или перекачивания; рассчитать коэффициент запаса устойчивости от опрокидывания ( $\eta_{\text{пр}}$ ,  $\eta_{\text{п}}$ );
- произвести расчет усилий в растяжках или обвязках по соответствующим формулам;
- рассчитать число гвоздей для крепления брусков;
- если груз длинномерный, произвести расчет допускаемой ширины груза (гл.1, п.11.7 ТУ);
- если груз негабаритный, определить степень негабаритности;
- выполнить эскиз размещения и крепления груза в масштабе.

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

- продольная инерционная сила, возникающая при движении в процессе разгона и торможения поезда, при соударении вагонов во время маневров и роспуске с сортировочных горок;
- поперечная инерционная сила, возникающая при движении вагона и при вписывании его в кривые и переходные участки пути;
- вертикальная инерционная сила, вызываемая ускорением при колебаниях движущегося вагона;
- ветровая нагрузка;
- сила трения.

Точкой приложения инерционных сил является центр тяжести груза ( $\text{ЦТ}_{\text{гр}}$ ). Точкой приложения ветровой нагрузки принимается геометрический центр наветренной поверхности груза. Направление действия ветровой нагрузки принимается перпендикулярным продольной плоскости симметрии вагона.

### 2.1 Определение инерционных сил и ветровой нагрузки, действующих на груз

Продольная инерционная сила  $F_{\text{пр}}$  определяется по следующей формуле:

$$F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} * Q_{\text{гр}}, \quad (2.1)$$

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

Значения  $a_{пр}$  для конкретной массы груза определяются по формулам:  
 – при погрузке на одиночный вагон:

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}^0 (a_{22} - a_{94})}{72}, \quad (2.2)$$

– при погрузке на сцеп из двух грузонесущих вагонов

$$a_{пр} = a_{94} - \frac{Q_{гр}^c (a_{44} - a_{188})}{144}, \quad (2.3)$$

где  $Q_{гр}^0$  – общая масса груза в вагоне, т

$Q_{гр}^c$  – общая масса груза на сцепе, т

$a_{22}$ ,  $a_{94}$ ,  $a_{44}$ ,  $a_{188}$  – значения удельной продольной инерционной силы в зависимости от типа крепления и условий размещения груза при массе брутто соответственно: одиночного вагона - 22 т и 94 т; сцепа из двух грузонесущих вагонов – 44 т и 188 т.

Таблица 5

Значения удельной продольной инерционной силы

Тип крепления	Значения $a_{пр}$ (тс/т) при опирании груза на			
	Один вагон		Два вагона	
	$a_{22}$	$a_{94}$	$a_{44}$	$a_{188}$
Упругое (бруски)	1,2	0,97	1,2	0,86
Жесткое (болты)	1,9	1,67	1,9	1,56

Поперечная инерционная сила  $F_{п}$  определяется по формуле:

$$F_{п} = a_{п} * Q_{гр}, \quad (2.4)$$

где  $a_{п}$  – удельная поперечная инерционная сила на 1 т массы груза, тс/т.

Для грузов с опорой на один вагон определяется по формуле:

$$a_{п} = 0,33 + \frac{0,44}{l_{в}} l_{гр}, \quad (2.5)$$

где  $l_{в}$  – база вагона, мм;

$l_{гр}$  – расстояние от центра тяжести груза  $ЦТ_{гр}$  до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось вагона, мм.

Поперечная инерционная сила  $F_{п}$  рассчитывается для каждого отдельно расположенного по длине вагона грузового места (укрупненного грузового места, перемещение отдельных частей которого друг относительно друга исключено применением специальных средств).

Для длинномерных грузов, перевозимых на сцепах с опорой на два вагона, принимается  $a_{п} = 0,40$  тс/т.



Вертикальная инерционная сила  $F_v$  определяется по формуле:

$$F_v = a_v * Q_{гр}, \quad (2.6)$$

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

$$a_v = 0,25 + \kappa * l_{zp} + \frac{2,14}{Q_{zp}^0} \quad (2.7)$$

При погрузке с опорой на один вагон принимают  $\kappa = 5 \times 10^{-6}$ , с опорой на два вагона -  $\kappa = 20 \times 10^{-6}$ . В случаях загрузки вагона грузом массой менее 10 т принимают  $Q_{гр}^0 = 10$  т.

Ветровая нагрузка  $W_n$  определяется по формуле:

$$W = 50 * S_n, \quad (2.8)$$

где  $S_n$  – площадь наветренной поверхности груза (проекции поверхности груза, выступающей за пределы продольных бортов платформы либо боковых стен полувагона, на продольную плоскость симметрии вагона),  $m^2$ . Для грузов с цилиндрической поверхностью, ось которой расположена вдоль вагона,  $S_n$  принимается равной половине упомянутой площади.

Сила трения, действующая на груз, размещенный на однородной поверхности пола вагона, определяется по формулам:

– в поперечном направлении:

$$F_{тр}^n = Q_{гр} * \mu * (1 - a_v), \quad (2.9)$$

– в продольном направлении:

$$F_{тр}^{пр} = Q_{гр} * \mu, \quad (2.10)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения между контактирующими поверхностями груза и вагона (или подкладок, прокладок).

Значения коэффициента трения между поверхностями, очищенными от грязи, снега, льда, а в зимний период – посыпанными тонким слоем песка, принимаются равными:

- дерево по дереву 0,45;
- сталь по дереву 0,40;
- сталь по стали 0,30;
- пакеты чушек свинца, цинка по дереву 0,37;
- пакеты отливок алюминия по дереву 0,38;
- железобетон по дереву 0,55;
- вертикально устанавливаемые рулоны листовой стали (штрипсы) с неупакованными (открытыми) торцами по дереву 0,61;
- пачки промасленной листовой стали по дереву 0,21.

## 2.2 Проверка устойчивости вагона с грузом и груза в вагоне

Поперечная устойчивость груженого вагона проверяется в случаях, когда высота центра тяжести вагона (сцепы) с грузом от УГР превышает 2300 мм либо наветренная поверхность вагона (сцепы) с грузом превышает: при опирании груза на один вагон –  $50 m^2$ , при опирании груза на два вагона –  $100 m^2$ .

Высота общего центра тяжести вагона с грузом определяется по следующей формуле:

$$H_{\text{цт}}^0 = \frac{Q_{\text{гр1}} h_{\text{цт1}} + Q_{\text{гр2}} h_{\text{цт2}} + \dots + Q_{\text{грn}} h_{\text{цтn}} + Q_{\text{т}} H_{\text{цт}}^{\text{в}}}{Q_{\text{гр}}^0 + Q_{\text{т}}}, \quad (2.11)$$

где  $Q_m$  – масса тары вагона, т;

$h_{\text{цт1}}, h_{\text{цт2}} \dots h_{\text{цтn}}$  – высоты ЦТ единиц груза от уровня головок рельсов (далее – УГР), мм;

$H_{\text{цт}}^{\text{в}}$  – высота ЦТ порожнего вагона от УГР, мм.

Поперечная устойчивость вагона с грузом обеспечивается, если удовлетворяется условие:

$$\frac{P_{\text{ц}} + P_{\text{в}}}{P_{\text{ст}}} \leq 0,55, \quad (2.12)$$

где  $(P_{\text{ц}} + P_{\text{в}})$  – дополнительная вертикальная нагрузка на колесо от действия центробежных сил и ветровой нагрузки, тс;

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

Статическая нагрузка  $P_{\text{ст}}$  определяется по следующим формулам:

– при расположении центра тяжести груза на пересечении продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона:

$$P_{\text{ст}} = \frac{Q_{\text{т}} + Q_{\text{гр}}^0}{n_{\text{к}}}, \quad (2.13)$$

– при смещении центра тяжести груза только поперек вагона:

$$P_{\text{ст}} = \frac{1}{n_{\text{к}}} \left[ Q_{\text{т}} + Q_{\text{гр}}^0 \left( 1,0 - \frac{b_{\text{с}}}{S} \right) \right], \quad (2.14)$$

– при смещении центра тяжести груза только вдоль вагона – для менее нагруженной тележки:

$$P_{\text{ст}} = \frac{2}{n_{\text{к}}} \left[ \frac{Q_{\text{т}}}{2} + Q_{\text{гр}}^0 \left( 0,5 - \frac{l_{\text{с}}}{l_{\text{в}}} \right) \right], \quad (2.15)$$

– при одновременном смещении центра тяжести груза вдоль и поперек вагона для менее нагруженной тележки:

$$P_{\text{ст}} = \frac{2}{n_{\text{к}}} \left[ \frac{Q_{\text{т}}}{2} + Q_{\text{гр}}^0 \left( 0,5 - \frac{l_{\text{с}}}{l_{\text{в}}} \right) \left( 1,0 - \frac{b_{\text{с}}}{S} \right) \right], \quad (2.16)$$

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

$S = 790 \text{ мм}$  – половина расстояния между кругами катания колесной пары вагона колеи 1520 мм.

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

$$P_{\text{ц}} + P_{\text{в}} = \frac{1}{n_{\text{к}} S} \left[ 0,075 (Q_{\text{т}} + Q_{\text{гр}}^0) H_{\text{цт}}^0 + W_{\text{п}} \times h + 1000 p \right], \quad (2.17)$$

где  $W_n$  – ветровая нагрузка, действующая на части груза, выступающие за пределы кузова вагона, тс (рассчитывается по формуле (10) настоящей главы);

$p$  – коэффициент, учитывающий ветровую нагрузку на кузов и тележки грузонесущих вагонов и поперечное смещение ЦТ груза за счет деформации рессор (таблица 18 настоящей главы);

$h$  – высота над уровнем головки рельса точки приложения ветровой нагрузки, мм. Точка приложения ветровой нагрузки определяется как геометрический центр наветренной поверхности груза, выступающей за пределы продольных бортов либо боковых стен вагона. Особенности проверки устойчивости сцепа вагонов с размещенным на нем длинномерным грузом рассматриваются в разделе 11 главы 1 ТУ.

Таблица 7

Значения площади наветренной поверхности, высоты центра тяжести, коэффициента  $p$  для универсальных полувагонов и платформ

Тип вагона	Площадь наветренной поверхности, м	Высота ЦТ по-рожного вагона над уровнем головки рельса, мм	Значение коэффициента $p$
Полувагон с объемом кузова до 76 м <sup>3</sup> – с объемом кузова до 83 м <sup>3</sup>	34	1130	5,61
	37	1130	5,61
Платформа с закрытыми бортами – с открытыми бортами	12	800	3,34
	7	800	3,34

Устойчивость груза в вагоне проверяется по величине коэффициента запаса устойчивости, который определяется по формулам:

– в направлении вдоль вагона:

$$\eta_{np} = \frac{l_{np}^0}{(h_{цт} - h_y^{np})}, \quad (2.18)$$

– в направлении поперек вагона:

$$\eta_n = \frac{Q_{гр} b_n^0}{F_n (h_{цт} - h_y^n) + W_n (h_{цт}^n - h_y^n)}, \quad (2.19)$$

где  $l_{np}^0, b_n^0$  – кратчайшие расстояния от проекции ЦТ<sub>гр</sub> на горизонтальную плоскость до ребра опрокидывания соответственно вдоль и поперек вагона, мм;

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

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

$h_{nn}^n$  – высота центра проекции боковой поверхности груза от пола вагона или плоскости подкладок, мм;  
 $W_n$  – ветровая нагрузка, тс.

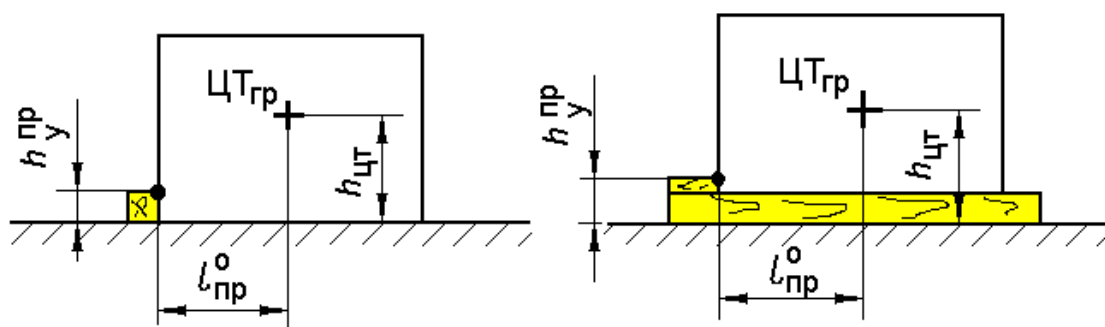


Рис. 10. Варианты расположения упоров от опрокидывания груза в продольном направлении

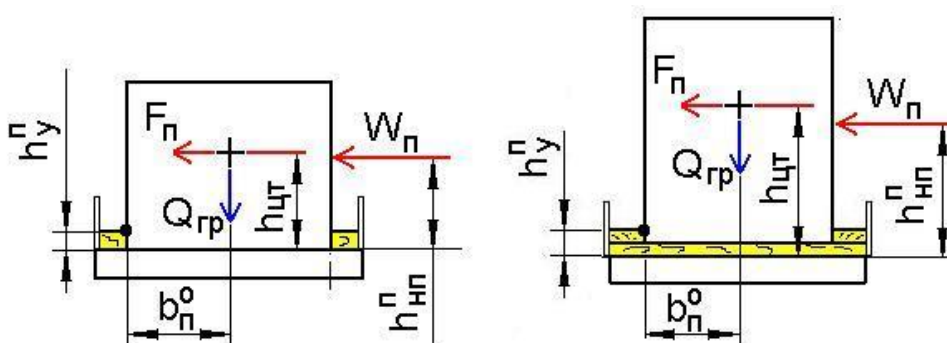


Рис. 11. Варианты расположения упоров от опрокидывания груза в поперечном направлении

Груз является устойчивым и не требует дополнительного закрепления от опрокидывания, если значения  $\eta_{пр}$  и  $\eta_{п}$  не менее соответственны: при упругом креплении груза – 1,25, при жестком креплении – 2,0.

Если при упругом креплении груза значение  $\eta_{пр}$  либо  $\eta_{п}$  составляет менее 1,25, устойчивость груза должна быть обеспечена соответствующим креплением:

- грузы, значение  $\eta_{пр}$  либо  $\eta_{п}$  которых менее 0,8, а также грузы, для которых одновременно  $\eta_{пр}$  и  $\eta_{п}$  менее 1,25, следует перевозить с использованием специальных устройств (металлических кассет, каркасов и пирамид), конструкция и параметры которых должны быть обоснованы грузоотправителем расчетами;

- если значение  $\eta_{пр}$  либо  $\eta_{п}$  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 оси вагона, а место закрепления растяжки на

грузе находилось на максимальной высоте от уровня пола;

– если значение  $\eta_{np}$  либо  $\eta_n$  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.

Если при жестком креплении груза значение  $\eta_{np}$  либо  $\eta_n$  составляет менее 2,0, устройства жесткого крепления должны быть рассчитаны с учетом дополнительных нагрузок от некомпенсированного опрокидывающего момента.

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

– в продольном направлении (рис.12):

$$R_{np}^0 = \frac{nF_{np}(h_{цт} - h_y^{np}) - Q_{гр}l_{np}^0}{n_p^{np}(h_p \cos\alpha \cos\beta_{np} + l_{np}^p \sin\alpha)}, \quad (2.20)$$

– в поперечном направлении (рис. 13):

$$R_n^0 = \frac{n[F_n(h_{цт} - h_y^n) + W_n(h_{цт} - h_y^n) - Q_{гр}b_n^0]}{n_p^{np}(h_p \cos\alpha \cos\beta_n + b_n^p \sin\alpha)}, \quad (2.21)$$

где  $\alpha$  – угол наклона растяжки к полу вагона;

$\beta_{np}, \beta_n$  – углы между проекцией растяжки на горизонтальную плоскость и соответственно продольной, поперечной осями вагона;

$n_p^{np}, n_p^n$  – число растяжек, работающих в одном направлении;

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

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

$n$  – коэффициент запаса, величина которого принимается:  $n = 1,0$  при  $\eta_{np}(\eta_n) = 1,0 - 1,25$ ;  $n = 1,25$  при  $\eta_n(\eta_{np}) < 1,0$ .

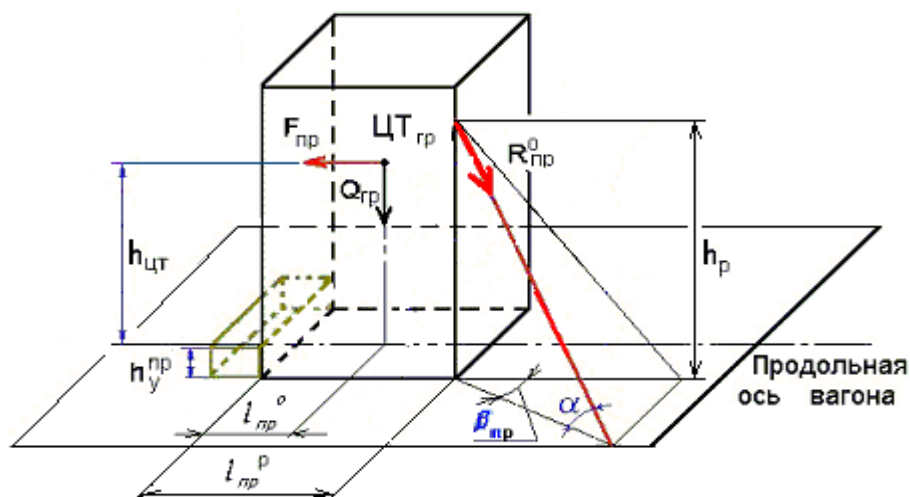


Рис. 12. Углы наклона растяжки для крепления от опрокидывания груза в продольном направлении

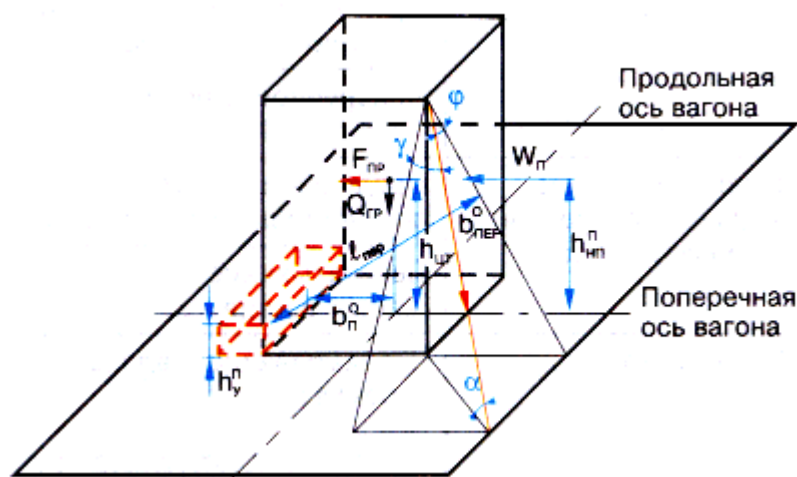


Рис. 13. Углы наклона растяжки для крепления от опрокидывания груза в поперечном направлении

### 2.3 Выбор и расчет элементов крепления

В зависимости от конфигурации, параметров груза, характера возможных его перемещений и других факторов крепление груза осуществляется растяжками, обвязками, упорными и распорными брусками, ложементами и другими средствами крепления (табл.8).

## Рекомендации по выбору элементов и средств крепления различных грузов

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

Продольное  $\Delta F_{пр}$  и поперечное  $\Delta F_{п}$  усилия, которые должны воспринимать средства крепления, определяют по формулам:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}^{пр}, \quad (2.22)$$

$$\Delta F_{п} = n(F_{п} + W_{п}) - F_{тр}^{п}, \quad (2.23)$$

где  $n$  – коэффициент, значения которого принимаются:  $n=1,0$  при разработке СТУ и МТУ;  $n=1,25$  при разработке НТУ;

$W_{п}$  – рассчитывается по формуле (2.8);

$F_{тр}^{пр}$  и  $F_{тр}^{п}$  – рассчитываются по формулам (2.9), (2.10). Эти усилия могут восприниматься как одним, так и несколькими видами крепления:

$$\Delta F_{np} = \Delta F_{np}^p + \Delta F_{np}^{\bar{o}} + \Delta F_{np}^{o\bar{o}}, \quad \Delta F_n = \Delta F_n^p + \Delta F_n^{\bar{o}} + \Delta F_n^{o\bar{o}}, \quad (2.24)$$

где  $\Delta F_{np}^p, \Delta F_n^p, \Delta F_{np}^{\bar{o}}, \Delta F_n^{\bar{o}}, \Delta F_{np}^{o\bar{o}}, \Delta F_n^{o\bar{o}}$  – части продольного или поперечного усилия, воспринимаемые соответственно растяжками, брусками, обвязками и др. Для крепления грузов от продольного смещения предпочтительно применять средства крепления одного типа.

При закреплении груза растяжками (рис.14) величину возникающих в растяжках усилий (с учетом увеличения сил трения от вертикальных составляющих) определяют по формулам:

– от сил, действующих в продольном направлении:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{\sum (n_{pi}^{np} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{pi}))}, \quad (2.25)$$

– от сил, действующих в поперечном направлении:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n}{\sum (n_{pi}^n (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{ni}))}, \quad (2.26)$$

где  $R_p^{np}, R_p^n$  – усилия в растяжке;

$n_{pi}^{np}, n_{pi}^n$  – количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении и расположенных под одинаковыми углами;

$\alpha_i$  – угол наклона  $i$ -той растяжки к полу вагона;

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

$\mu$  – коэффициент трения между контактирующими поверхностями груза и вагона (подкладок).

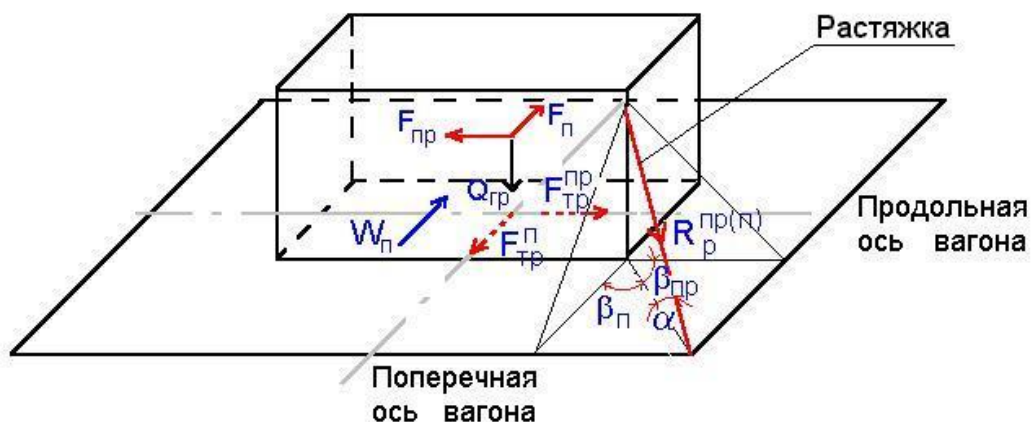


Рис. 14. Расчетная схема продольных и поперечных усилий в растяжке

В случае, когда растяжки используются для закрепления груза одновременно от смещения и опрокидывания, растяжки должны рассчитываться по суммарным усилиям ( $R_p^{np} + R_p^0$ ) и ( $R_p^n + R_p^o$ ).



При закреплении груза (за исключением грузов цилиндрической формы) от смещения деревянными брусками количество гвоздей для крепления каждого бруска к полу вагона определяют по формулам:

– от продольного смещения:

$$n_{гв} = \frac{\Delta F_{пр}}{n_{б}^{пр} R_{гв}}, \quad (2.27)$$

– от поперечного смещения:

$$n_{гв} = \frac{\Delta F_{п}}{n_{б}^{п} R_{гв}}, \quad (2.28)$$

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

$R_{гв}$  – допускаемое усилие на один гвоздь, кгс.

При закреплении груза от продольного и поперечного смещения обвязками усилие в одной обвязке определяют по формулам:

– от продольного смещения:

$$R_{об}^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}}{2n_{об} \mu \sin \alpha}, \quad (2.29)$$

– от поперечного смещения:

$$R_{об}^{п} = \frac{\Delta F_{п}}{2n_{об} \mu \sin \alpha}, \quad (2.30)$$

где  $n_{об}$  – количество обвязок.

При закреплении груза цилиндрической формы и грузов на колесном ходу от перекатывания только упорными брусками (рис.16) необходимая высота упорных брусков определяется по формулам:

– от перекатывания вдоль вагона:

$$h_y^{пр} = \frac{D}{2} \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + (1,25a_{пр})^2}} \right),$$

(2.31)

– от перекатывания поперек вагона:

$$h_y^{п} = \frac{D}{2} \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \varepsilon^2}} \right), \quad (2.32)$$

$$\varepsilon = \frac{a_{п} + W/Q_{гр}}{0,8 - a_{б}}, \quad (2.33)$$

где  $D$  – диаметр круга катания груза, мм;

1,25 – коэффициент запаса устойчивости при перекатывании груза.

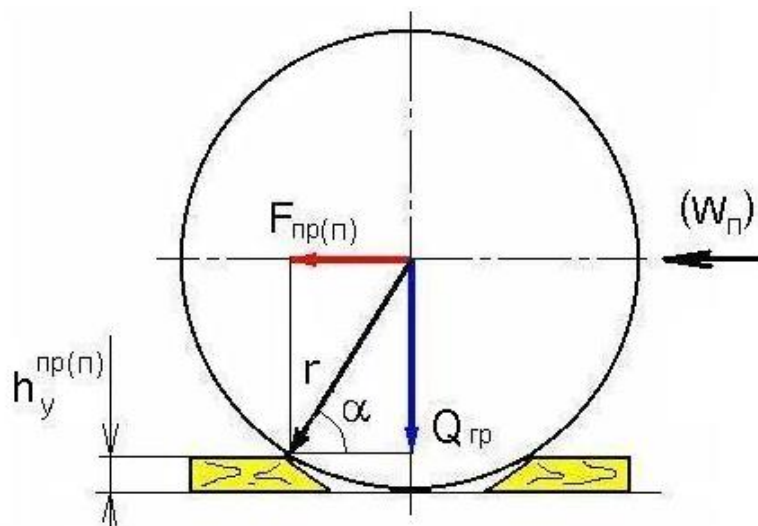


Рис. 15. Крепление груза от перекатывания упорными брусками

Число гвоздей для крепления одного упорного бруска определяют по формулам:

– от перекатывания вдоль вагона:

$$n_{гв}^{пр} = \frac{F_{пр} (1 - \mu_1 \operatorname{tg} \alpha) \cdot 1000}{n_6^{пр} R_{гв}}, \quad (2.34)$$

– от перекатывания поперек вагона:

$$n_{гв}^{п} = \frac{(F_{п} + W) (1 - \mu_1 \operatorname{tg} \alpha) \cdot 1000}{n_6^{п} R_{гв}}, \quad (2.35)$$

где  $\mu_1$  – коэффициент трения скольжения между упорным бруском и опорной поверхностью (полком вагона или подкладкой), к которой он прикреплен.

В случае, когда крепление цилиндрического груза от перекатывания только упорными брусками невозможно либо нецелесообразно по технологическим причинам, допускается наряду с брусками применение обвязок или растяжек (рис.16).

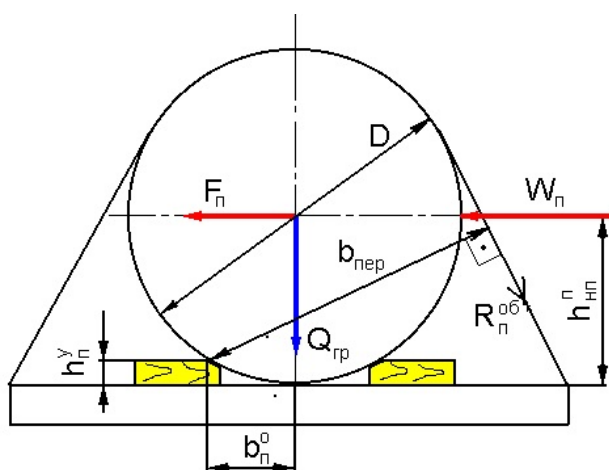


Рис.16. Крепление цилиндрического груза от перекатывания упорными брусками и проволочными обвязками

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 (2.34) и (2.35).

Усилие в обвязке (растяжке) определяют по формулам:

- для крепления в продольном направлении:

$$R_{np}^{об} = \frac{1,25F_{np}(D/2-h_y^n) - Q_{гр} b_g^0}{n_{об}^n b_{пер}}, \quad (2.36)$$

- для крепления в поперечном направлении:

$$R_n^{об} = \frac{1,25[F_n(D/2-h_y^n) + W_n(h_{np}^n - h_y^n)] - Q_{гр} b_n^0}{n_{об}^n b_{пер}}, \quad (2.37)$$

где  $n_{об}^{np}, n_{об}^n$  – число обвязок;

$D$  – диаметр круга катания груза, мм.

## 2.4 Основные положения по размещению длинномерных грузов

Если груз выходит за пределы одной или обеих концевых балок на расстояние более 400 мм, он называется длинномерным. Максимальная длина длинномерного груза, размещенного в одном вагоне, определяется по ТУ (гл.1, табл.29,30). Для длинномерного груза необходимо определить максимально допустимую ширину в конкретном поперечном сечении (ТУ, гл.1).

Длинномерные грузы следует укладывать на подкладки. В зависимости от длины и массы длинномерные грузы размещают с опиранием на один или два вагона, с использованием в необходимых случаях платформ прикрытия. Платформы, используемые в качестве прикрытия, могут загружаться грузом, следующим в адрес получателя или на железнодорожную станцию назначения длинномерного груза.

Размещение длинномерных грузов на сцепе с опорой на один вагон производится без применения турникетов. Центр тяжести длинномерного груза, погруженного на сцеп из нескольких вагонов, должен располагаться на пересечении продольной и поперечной плоскостей симметрии сцепа.

При выходе груза за пределы концевой балки рамы с одной стороны вагона более чем на 400 мм используется одна платформа прикрытия. При выходе груза за пределы концевых балок рам с обеих сторон вагона более чем на 400 мм используются две платформы прикрытия (рис.17). В этом случае наименьшее расстояние между длинномерным грузом, закрепленным на грузонесущей платформе, и грузом, размещенным на платформе прикрытия, должно быть не менее 270 мм.

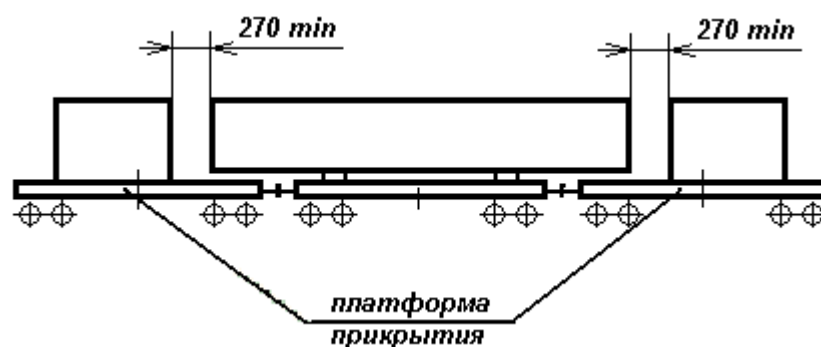


Рис.17. Размещение длиномерного груза на одном вагоне с использованием двух платформ прикрытия

Размещение длиномерных грузов на сцепе с опорой на два вагона производится как с применением турникетов, так и без них.

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, обеспечивающие неподвижное закрепление груза в продольном направлении относительно одной из грузонесущих платформ;
- подвижные, обеспечивающие закрепление груза с возможностью ограниченного продольного перемещения груза относительно обеих грузонесущих платформ.

При перевозке длиномерного груза на сцепе сцеп 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 на 50-100 мм.

В целях предотвращения разъединения сцепа в пути следования на боковых бортах, состоящих в нем вагонов с обеих сторон грузоотправителем должна быть сделана надпись: «Сцеп не разъединять». Рукоятки расцепных рычагов автосцепок, соединяющих вагоны сцепа должны быть прочно зафиксированы к кронштейнам увязками из проволоки.

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.

Центр тяжести длиномерного груза, погруженного на сцеп из нескольких вагонов, должен располагаться на пересечении продольной и поперечной плоскостей симметрии сцепа.

## **Библиографический список**

1 Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. – М.: Юридическая фирма «Юртранс», 2003. – 544 с.

2 Инструкция по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов на железных дорогах государств-участников СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики, утвержденная Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества 19 октября 2001 г. № ДЧ-1835.

*Учебное издание*

**Пасечная** Елена Валерьевна  
**Магомедова** Наталья Мусаевна

**РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ГРУЗОВ НА ОТКРЫТОМ  
ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ**

Печатается в авторской редакции

Технический редактор А.В. Артамонов

Подписано в печать 29.12.17. Формат 60×84/16.

Бумага газетная. Ризография. Усл. печ. л. 1,86.

Тираж     экз. Изд. № 901016. Заказ     .

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС.

---

Адрес университета: 344038, Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка  
Народного Ополчения, д. 2.