

Министерство транспорта Российской Федерации  
Федеральное агентство железнодорожного транспорта

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

Кафедра «

Технологии грузовой и коммерческой работой»

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

Методические указания к выполнению курсового и дипломного проектирования  
для студентов специальности «Эксплуатация железных дорог»  
очной и заочной форм обучения

Составители: Г.М. Третьяков  
В.В. Денисов

Самара

**Размещение и крепление грузов на открытом подвижном составе** : методические указания к выполнению курсового и дипломного проектирования для студентов специальности 190401 «Эксплуатация железных дорог» очной и заочной форм обучения / составители : Г.М. Третьяков, В.В. Денисов. – Самара : СамГУПС, – 20 с.

Приведены общие положения методики расчета размещения и крепления грузов в вагонах. Рассмотрено оформление эскизов на грузы, перевозимые в соответствии с сетевыми техническими условиями погрузки и крепления грузов, приведены примеры оформления.

Методические указания предназначены для студентов специальности 190401 «Эксплуатация железных дорог» очной формы обучения при выполнении ими курсового проекта по дисциплине «Грузоведение» и при дипломном проектировании.

Утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № 9.  
Печатаются по решению редакционно-издательского совета университета.

Составители: профессор Г.М. Третьяков  
доцент В.В. Денисов

Рецензенты: к.т.н., доцент кафедры БППГ СамГУПС И.И. Кононов;  
К.т.н., доцент кафедры СДМ СамГУПС В.А. Кожевников

Под редакцией составителей  
Компьютерная верстка Е.А. Самсонова

Подписано в печать \_\_\_\_\_ Формат 60×90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Усл. печ. л. 1,25. Тираж 150 экз. Заказ 202.

## ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт является важнейшей составной частью экономической системы России. Система планирования, управления и организации грузовой работы на сети железных дорог, начиная с производственных участков и механизированных дистанций погрузочно-разгрузочных работ до руководства ОАО «РЖД» включительно.

Однако развитие грузового хозяйства и сама организация грузовых операций продолжают отставать от современных требований. Возникает необходимость реконструкции грузового хозяйства.

Основные направления этой огромной работы, в проведении которой заинтересован не только железнодорожный транспорт, но и все, кто им пользуется, следующие:

- повышение научного и организационного уровня планирования перевозок;
- концентрация грузовых операций на меньшем числе станций, а также в пределах станций и примыкающих к ним путей необщего пользования – на специализированных фронтах погрузки-выгрузки;
- совершенствование структуры вагонного парка, конструкций и параметров вагонов;
- совершенствование нормирования простоя вагонов под грузовыми операциями с использованием возможностей экономического стимулирования за ускорение обработки вагонов, а также правил и условий перевозок на основе достижений науки и техники.

При осуществлении погрузочно-разгрузочной деятельности на железнодорожном транспорте следует руководствоваться следующими основными документами: Федеральные законы – «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации»; «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации»; «О промышленной безопасности производственных объектов»; «О лицензировании отдельных видов деятельности»; а также – Постановление правительства Российской Федерации «О лицензировании перевозочной и другой деятельности на железнодорожном транспорте»; «Положение о дисциплине работников железнодорожного транспорта Российской Федерации»; «Правила технической эксплуатации Железных дорог Российской Федерации»; «Правила технической эксплуатации промышленного железнодорожного транспорта»; «Сборник правил перевозок грузов на железнодорожном транспорте»; «Технические условия погрузки и крепления грузов»; «ГОСТ 12.3.009.76. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности»; «ГОСТ 22235-76. Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм»; «Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ»; «ГОСТ 19433-88. Грузы опасные. Классификация и маркировка»; «Правила пожарной безопасности на железнодорожном транспорте»; «Отраслевые правила по охране труда в хозяйстве грузовой и коммерческой работы на федеральном железнодорожном транспорте».

Целью выполнения курсового проекта является получение практических навыков по размещению и креплению грузов на подвижном составе. Задание на курсовой проект выдается преподавателем и состоит из двух частей. В первой части необходимо изложить свойства и условия перевозок заданного груза; во второй – требуется разработать требования к размещению и креплению груза, разместить и закрепить тарно-штучный груз на открытом подвижном составе, выполнив для этого все необходимые расчеты.

## 1. КЛАССИФИКАЦИЯ И УСЛОВИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

Свойства перевозимых грузов влияют на предельные сроки их доставки в различные периоды года, организацию погрузочно-разгрузочных работ, подготовку груза и подвижного состава к перевозке, а также на очистку транспортных средств после перевозки.

Например, учитывая свойство сыпучих влажных грузов смерзаться, необходимо заранее принимать меры, направленные на снижение негативного воздействия на груз отрицательной температуры (промораживание, пересыпка негашеной известью, ввод в груз продуктов переработки нефти). Однако предварительная подготовка не всегда позволяет предотвратить смерзание грузов, в этих случаях пункт выгрузки смерзшихся сыпучих грузов оборудуется средствами восстановления сыпучести (тепляки, виброударные и бурофрезерные машины).

Исходя из этого знание свойств грузов позволяет рационально организовать перевозочный процесс, снижая, таким образом, эксплуатационные расходы.

Грузы, перевозимые железнодорожным транспортом можно классифицировать по следующим признакам.

### **В зависимости от состояния, типа упаковки и способов погрузки и перевозки:**

- сухогрузы (сыпучие, контейнеры, тарно-упаковочные и штучные);
- наливные грузы (сжиженные, сжатые и растворенные под давлением газы, нефть и нефтепродукты, химические продукты, пищевые продукты);
- живность (животные, птица, рыба и раки, пчелы).

### **В зависимости от свойств и условий транспортирования:**

- навалочные грузы (каменный уголь, колчеданы, калийная соль и др.), теряющие при транспортировании из-за смерзания или спекания отдельных частиц свои свойства, например, сыпучесть, или слеживающиеся навалочные грузы (цемент, глина, продукты переработки зерна, минеральные удобрения и т. д.);

- грузы, устойчиво сохраняющие свои характерные физико-химические свойства в процессе перевозки и хранения (минерально-строительные материалы, руды черных и цветных металлов, щебень, лесоматериалы и т. д.);

- скоропортящиеся грузы (продукты животноводства, птицеводства и рыбной промышленности, растительные продукты);

- грузы, которые в процессе транспортирования и хранения способны к значительным потерям массы (овощи, бахчевые культуры, мясные продукты и т. д.);

- специфические (рыбопродукты, кожсырье, табачные изделия, нефтепродукты и др.);

- грузы, легко аккумулирующие посторонние запахи (продукты перемола, чай, сахар);

- гигроскопичные (соль, сахар, цемент, хлопок и др.);

- продукция машиностроения;

- живность;

- опасные грузы.

### **По условиям и способами хранения:**

- ценные грузы и грузы, которые портятся под воздействием влаги или изменения температуры (скоропортящиеся грузы, промышленные и продовольственные товары широкого потребления и т. д.);

- грузы, не подверженные воздействиям температурных колебаний, но портящиеся при попадании влаги (бумага, металл, хлопок и т. д.);

- грузы, не подверженные или слабо подверженные воздействию внешней среды (уголь, лес, контейнеры, минерально-строительные материалы и т. д.).

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА РАЗМЕЩЕНИЯ И КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ

Расчеты по размещению и креплению грузов выполняются на основании данных о весе груза, его габаритных размерах, расположении центра тяжести ( $\text{ЦТ}_{\text{гр}}$ ) в следующем порядке:

- 1) изучение общих требований к размещению и креплению грузов;
- 2) анализ и выбор подвижного состава;
- 3) изучение особенностей размещения и крепления конкретного груза;
- 4) размещение груза и проверка габаритности погрузки;
- 5) определение сил, действующих на груз, оценка запаса устойчивости платформы с грузом, проверка устойчивости груза;
- 6) выбор и расчет крепления груза;
- 7) изучение требований к оформлению схем и эскиза размещения и крепления груза.

В случае размещения и крепления длинномерного груза необходимо использовать требования и методику расчета, предназначенную для соответствующего груза.

### 2.1. Выбор подвижного состава

Перевозка тяжеловесных, громоздких и длинномерных грузов осуществляется, как правило, на платформах. Основные типы платформ, выпускаемых в настоящее время,— четырехосные с металлическими бортами из гнутых профилей и с клиновыми запорами. К техническим данным платформ относят: грузоподъемность, тару  $Q_{\text{в}}$ , общую длину (по осям автосцепок)  $l_{\text{асц}}$ , базу  $l_{\text{в}}$ , внутренние размеры — ширина  $b_{\text{пл}}$ , длина  $l_{\text{р}}$ , высоту пола от уровня головок рельсов  $h_{\text{п}}$ , высоту центра тяжести в порожнем состоянии  $H_{\text{в}}$ , боковую поверхность вагона, подверженную действию ветра,  $S_{\text{в}}$ .

Для выбора подвижного состава необходимо рассмотреть технические характеристики 3–4 различных моделей платформ, из которых выбрать наиболее подходящую для перевозки заданного груза. Наиболее подходящей платформой является современная модель, позволяющая максимально использовать грузоподъемность или вместимость вагона при рассмотрении всех возможных вариантов размещения грузов.

### 2.2. Размещение груза

При решении вопроса о размещении груза необходимо определить загрузку тележек, выбрать способ передачи веса груза вагону, а также при выборе мест строповки груза необходимо определить расположение центра тяжести груза для того, чтобы избежать возможной аварийной перегрузки отдельных ветвей стропов грузоподъемных средств, потери устойчивости и опрокидывания поднимаемого груза. Расчет объема и места расположения центра тяжести простых фигур представлены на рисунках 1–10 и в таблице 1.

Во избежание опасных перегрузок рам и ходовых частей вагонов вес груза, размещаемого в вагоне, должен распределяться равномерно по длине и ширине, т. е. ЦТ груза размещается на пересечении продольной и поперечной осей вагона.

В этом случае загрузка тележек четырехосного вагона равна:

$$P_1 = P_2 = 0,5Q_{\text{гр}}. \quad (1)$$

где  $P_1, P_2$  — соответственно нагрузка, действующая на первую и вторую тележку вагона.

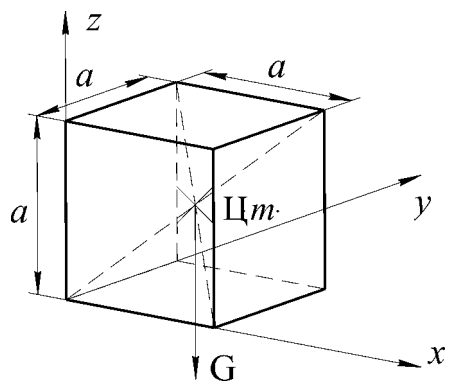


Рисунок 1

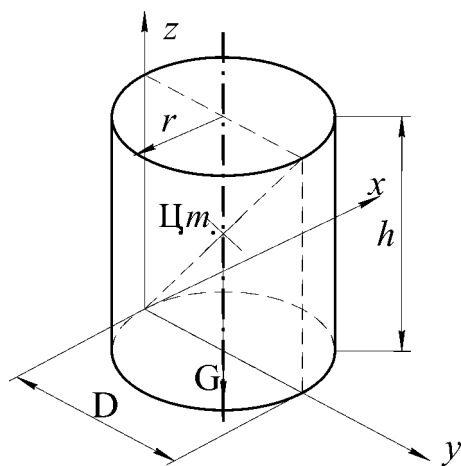


Рисунок 2

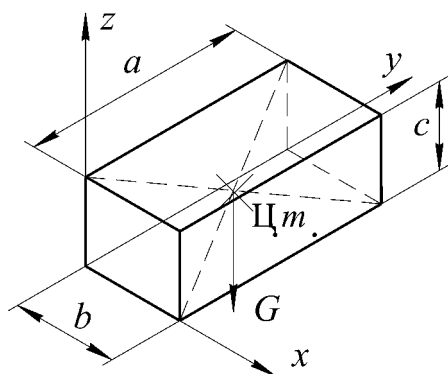


Рисунок 3

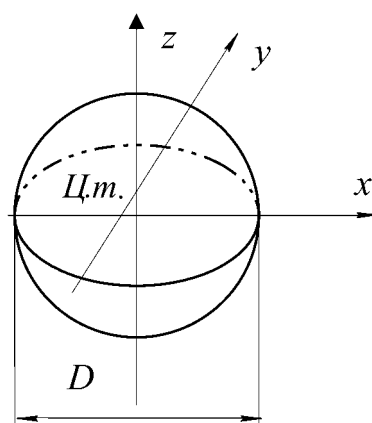


Рисунок 4

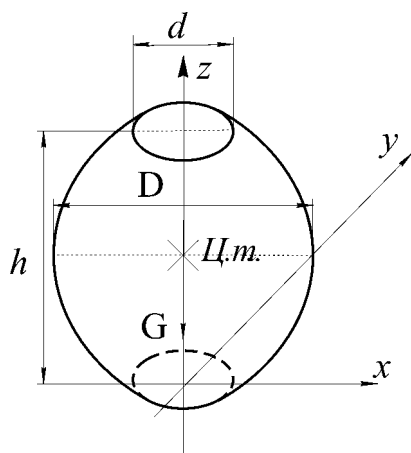


Рисунок 5

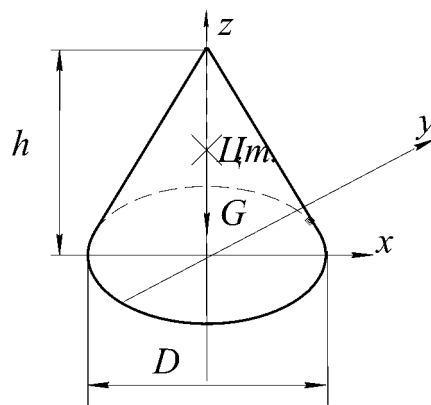


Рисунок 6

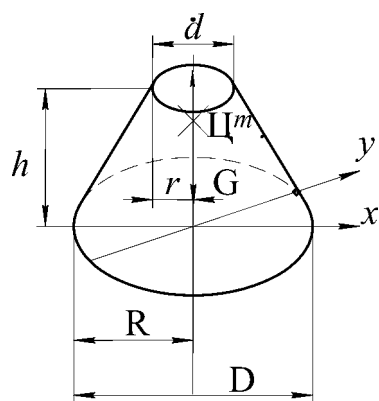


Рисунок 7

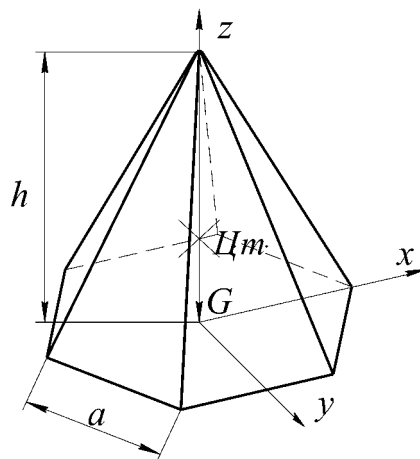


Рисунок 8

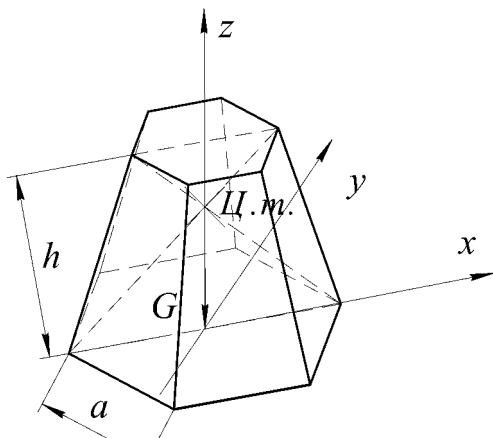


Рисунок 9

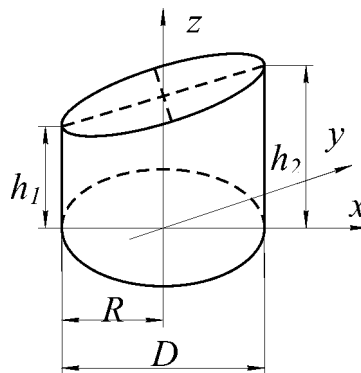


Рисунок 10

Таблица 1 – Расчет объема и места расположения центра тяжести простых фигур

| Наименование                 | Изображение | Объем                                                   | Положение центра тяжести                                                                                  |
|------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Куб                          | рисунок 1   | $V = a^3$                                               | $x = a/2, y = a/2, z = a/2, x = y = z = a/2$                                                              |
| Цилиндр                      | рисунок 2   | $V = 3,14xr^2h$                                         | $x = a, y = 0, z = h/2$                                                                                   |
| Прямоугольный параллелепипед | рисунок 3   | $V = abc$                                               | $x = a/2, y = c/2, z = b/2$                                                                               |
| Шар                          | рисунок 4   | $V = 3,14D^3/6$                                         | Если оси координат проходят через центр шара, то $x = y = z = 0$ (центр тяжести совпадает с центром шара) |
| Бочонок                      | рисунок 5   | $V = 3,14/12h(2D^2 + d^2)$                              | $x = 0, y = 0, z = h/2$                                                                                   |
| Конус                        | рисунок 6   | $V = 3,14/12D^2h$                                       | $x = 0, y = 0, z = h/4$                                                                                   |
| Усеченный конус              | рисунок 7   | $V = (3,14h/3)(R^2 + r^2 + Rr)$                         | $x = 0, y = 0, z = h/4 \{(R^2 + 3r^2 + 2Rr)/(R^2 + r^2 + Rr)\}$                                           |
| Пирамида                     | рисунок 8   | $V = (Fh)/3$ , где F – площадь основания многоугольника | $x = 0, y = 0, z = h/4$                                                                                   |
| Усеченная пирамида           | рисунок 9   | $V = h(F + f + \sqrt{Ff})/3$                            | $x = 0, y = 0, z = h/4 \{F + 2\sqrt{Ff} = f + 3f/F\} + \sqrt{Ff} + f$                                     |
| Усеченный цилиндр            | рисунок 10  | $V = 3,4R^2(h_1 + h_2)/2$                               | $x = 0, y = 0, z = (h_1 + h_2)/2$                                                                         |

При погрузке на платформы и полувагоны может быть допущено смещение центра тяжести от вертикальных плоскостей, в которых находятся продольные и поперечные оси вагона. Эти смещения не должны превышать значений, указанных в таблицах 10, 11 первой главы Технических условий размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах (далее ТУ) [2]. В то же время необходимо, чтобы нагрузка, передаваемая на каждую тележку четырехосного вагона, не превышала половины грузоподъемности, установленной для вагонов данного типа. Допускается с целью соблюдения требований о положении общего центра тяжести грузов балластировка вагона.

Вес груза возможно сообщить вагону как нагрузку, равномерно распределенную по длине, и как сосредоточенную нагрузку через две или одну опорную поперечную подкладку. Грузовые места допускается устанавливать непосредственно на пол платформы без подкладок в следующих случаях:

- при расположении центра тяжести над продольной осью платформы и передаче веса груза непосредственно на хребтовую балку или на хребтовую балку и обе боковые балки платформы;

- при передаче веса одновременно на хребтовую балку и одну из боковых балок платформы.

При размещении груза на подкладках, уложенных поперек платформы в пределах длины базы вагона, необходимо соблюдать минимальные расстояния между серединами подкладок и поперечной осью платформы. Величина этих расстояний, а также допускаемые нагрузки на подкладки приводятся в таблице 13 первой главы ТУ [2].

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.

### 2.3. Проверка габаритности погрузки

Определение габаритности груза, погруженного на открытом подвижном составе, производится путем сравнения фактических размеров, характеризующих положения наиболее выступающих частей груза, с координатами точек, находящихся на одинаковой с ним высоте, принадлежащих габариту погрузки. В курсовом проекте необходимо рассмотреть габариты погрузки, применяемые на железных дорогах России, определить координаты наиболее выступающих точек груза и сравнить их с очертанием основного габарита погрузки.

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.

Таблица 2 – Наибольшие расстояния от поперечной плоскости симметрии до конца груза

| Тип вагона или сцепа | База*, мм     |        | Наибольшее расстояние от середины вагона или сцепа до конца груза, мм |
|----------------------|---------------|--------|-----------------------------------------------------------------------|
|                      | вагона        | сцепа  |                                                                       |
| Платформа            | 9720<br>14720 | —<br>— | 8810<br>11200                                                         |
| Сцеп из 2-х платформ | 9720          | 14620  | 11100                                                                 |
| Полувагон            | 8650          | —      | 8225                                                                  |

\*Базой вагона (или сцепа) называется расстояние в миллиметрах между направляющими сечениями, 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.

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 ограничениям таблицы 2, допускаемая ширина по условию вписывания в основной габарит погрузки при прохождении кривых участков пути определяется по методике, приведенной в разделе 11 первой главы ТУ [2].

Степень негабаритности груза (см. рисунок 11), размещенного в пределах длины погрузочной площадки вагона, определяют в следующем порядке. Сначала устанавливают координаты наиболее выступающих частей груза, высоту над уровнем головок рельсов и расстояние от вертикальной оси пути. Затем по таблицам находят степень негабаритности. В нижней зоне негабаритности – шесть степеней, в боковой зоне негабаритности – шесть степеней, в верхней зоне негабаритности – три степени. Координаты переломных точек (горизонтальные расстояния  $x$  от оси пути и вертикальные расстояния  $y$  от уровня головок рельсов) предельных очертаний приведены в таблице 3.

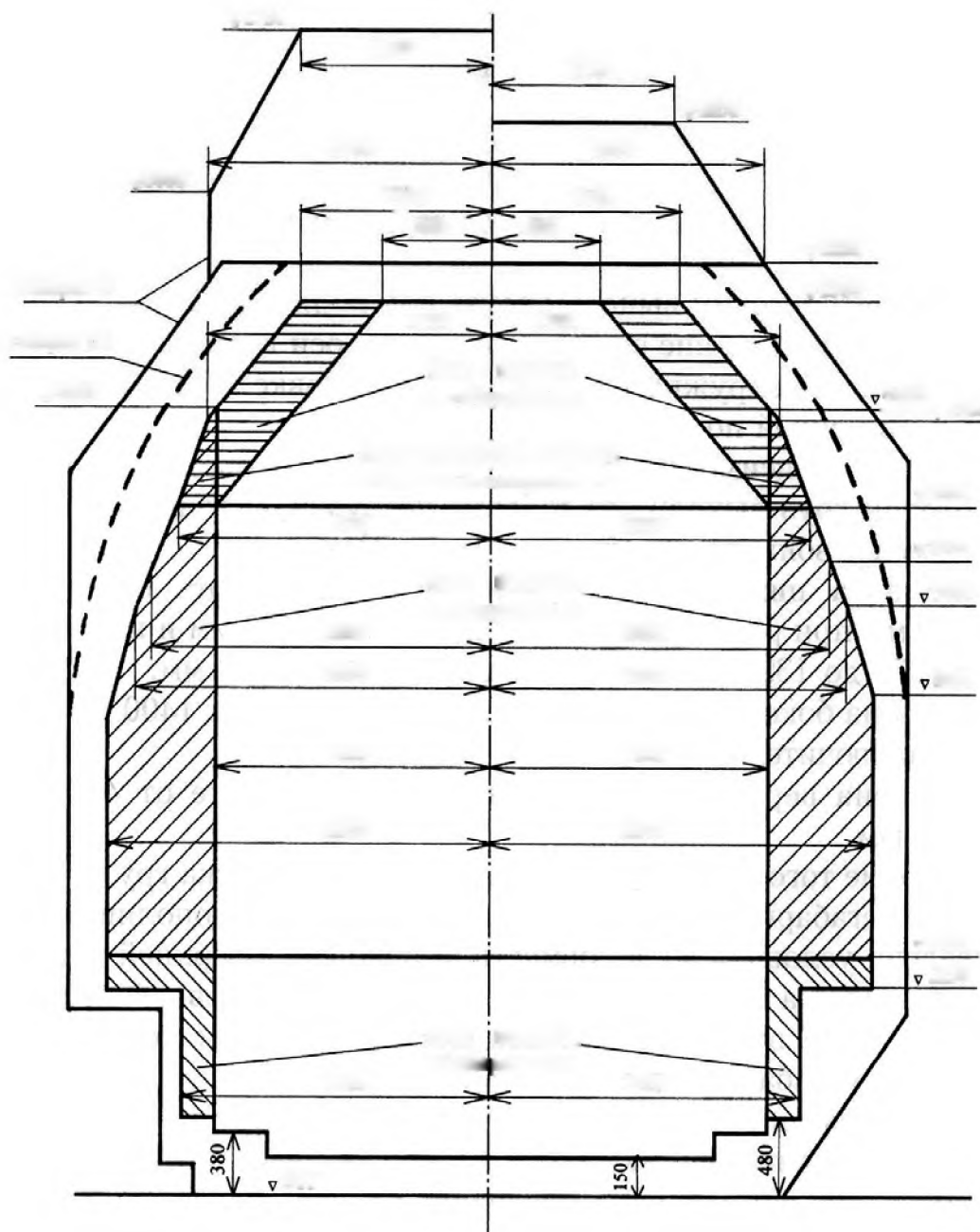


Рисунок 11 – Зоны негабаритности груза

Таблица 3 – Координаты переломных точек (горизонтальные расстояния  $x$  от оси пути и вертикальные расстояния  $y$  от уровня головок рельсов) предельных очертаний

| Наименование степени негабаритности | Номер степени | Расстояния $X$ и $Y$ в мм точек |          |          |          |          |          |           |          |
|-------------------------------------|---------------|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
|                                     |               | первой                          |          | второй   |          | третьей  |          | четвертой |          |
|                                     |               | $x_{ст}$                        | $y_{ст}$ | $x_{ст}$ | $y_{ст}$ | $x_{ст}$ | $y_{ст}$ | $x_{ст}$  | $y_{ст}$ |
| Нижняя                              | 1             | 1700                            | 380      | 1700     | 1399     | -        | -        | -         | -        |
|                                     | 2             | 1760                            | 380      | 1760     | 1399     | -        | -        | -         | -        |
|                                     | 3             | 1850                            | 1230     | 1850     | 1399     | -        | -        | -         | -        |
|                                     | 4             | 2000                            | 1230     | 2000     | 1399     | -        | -        | -         | -        |
|                                     | 5             | 2080                            | 1230     | 2080     | 1399     | -        | -        | -         | -        |
|                                     | 6             | 2240                            | 1230     | 2240     | 1399     | -        | -        | -         | -        |
| Боковая                             | 1             | 1700                            | 1400     | 1700     | 4000     | -        | -        | -         | -        |
|                                     | 2             | 1800                            | 1400     | 1800     | 4000     | -        | -        | -         | -        |
|                                     | 3             | 1850                            | 1400     | 1850     | 4000     | -        | -        | -         | -        |
|                                     | 4             | 2000                            | 1400     | 2000     | 3700     | 1850     | 4000     | -         | -        |
|                                     | 5             | 2080                            | 1400     | 2080     | 3400     | 2000     | 3700     | -         | -        |
|                                     | 6             | 2240                            | 1400     | 2240     | 2800     | 2080     | 3400     | -         | -        |
| Верхняя                             | 1             | 1700                            | 4000     | 1415     | 4500     | 880      | 5300     | -         | -        |
|                                     | 2             | 1800                            | 4000     | 1700     | 4350     | 1480     | 4700     | 1020      | 5300     |
|                                     | 3             | 1850                            | 4000     | 1700     | 4500     | 1120     | 5300     | -         | -        |

#### 2.4. Определение сил, действующих на груз

В процессе перевозки на груз действуют: продольные и поперечные горизонтальные инерционные силы; вертикальные инерционные силы; давление ветра и силы трения. Точками приложения инерционных сил является центр тяжести груза, а силы ветра – центр наветренной поверхности.

Отметим четыре основных фактора, которые могут опасно воздействовать на груз.

1. При ускорении движения груз в силу инерции стремится сдвинуться назад, при этом на груз действует сила, направленная в противоположную сторону, величина которой зависит от массы груза и ускорения.

2. При торможении (отрицательное ускорение) эта сила направлена в противоположную сторону. Она воздействует на груз в направлении движения, и стремится переместить груз.

3. При движении по кривой на груз действует центробежная сила, направленная от центра к периферии. Ее величина зависит от собственной массы груза, скорости транспортного средства и радиуса кривой.

4. Вертикальные силы, вызванные ускорениями при колебаниях движущегося вагона.

Методика расчета сил, действующих на груз, приведена в главе первой ТУ [2].

Общий центр тяжести должен располагаться по возможности ниже, т. е. тяжелые грузы должны укладываться внизу, а легкие сверху; нагрузку необходимо распределять равномерно по сторонам кузова. На железнодорожном транспорте для груза наиболее опасны горизонтальные нагрузки, возникающие при маневровой работе.

## 2.5. Оценка запаса устойчивости вагона с грузом

Поперечная устойчивость вагона с грузом проверяется в случаях, когда центр тяжести груженого вагона находится на расстоянии более 2300 мм от уровня головок рельсов или наветренная поверхность четырехосного вагона с грузом превышает 50 м<sup>2</sup>.

В курсовом проекте независимо от высоты расположения центра тяжести и площади наветренной поверхности вагона с грузом требуется выполнить проверку на устойчивость.

Высота общего центра тяжести вагона с грузом определяется по формуле:

$$H_{\text{цт}} = \frac{Q_{\text{гр}} \times h_{\text{цт}} + Q_{\text{в}} \times H_{\text{в}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{в}}}, \quad (2)$$

где  $h_{\text{цт}}$  и  $H_{\text{в}}$  – высота над уровнем головок рельсов центра тяжести соответственно груза и вагона, м.

Поперечная устойчивость груженого вагона обеспечивается, если удовлетворяется неравенство:

$$\frac{P_{\text{ц}} + P_{\text{в}}}{P_{\text{с}}} \leq 0,55, \quad (3)$$

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

$P_{\text{ц}} + P_{\text{в}}$  – дополнительная вертикальная нагрузка на колесо от действия центробежных сил и сил ветра, тс (рассчитывается по методике, приведенной в первой главы ТУ [2]).

## 2.6. Проверка устойчивости груза, выбор и расчет крепления

Грузы при перевозках могут быть подвержены следующим видам перемещений: поступательным перемещениям (сдвигам) вдоль и поперек вагона, опрокидыванию и перекачиванию.

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

– в направлении вдоль вагона в соответствии с рисунком 12

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{l_{\text{пр}}^{\circ}}{(h_{\text{цт}} - h_{\text{y}}^{\text{пр}})}; \quad (4)$$

– в направлении поперек вагона в соответствии с рисунком 13

$$\eta_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{гр}} * b_{\text{п}}^{\circ}}{F_{\text{п}} (h_{\text{цт}} - h_{\text{y}}^{\text{п}}) + W_{\text{п}} (h_{\text{нп}}^{\text{п}} - h_{\text{y}}^{\text{п}})}, \quad (5)$$

где  $l_{\text{пр}}^{\circ}$ ,  $b_{\text{п}}^{\circ}$  – кратчайшие расстояния от проекции ЦТ<sub>гр</sub> на горизонтальную плоскость до ребра опрокидывания соответственно вдоль и поперек вагона, мм;

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

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

$h_{\text{нп}}^{\text{п}}$  – высота центра проекции боковой поверхности груза от пола вагона или плоскости подкладок, мм;

$W_{\text{п}}$  – ветровая нагрузка, тс.

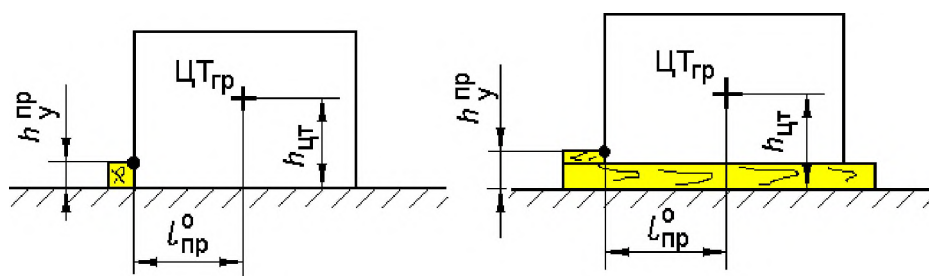


Рисунок 12 – Варианты расположения упоров от опрокидывания груза в продольном направлении

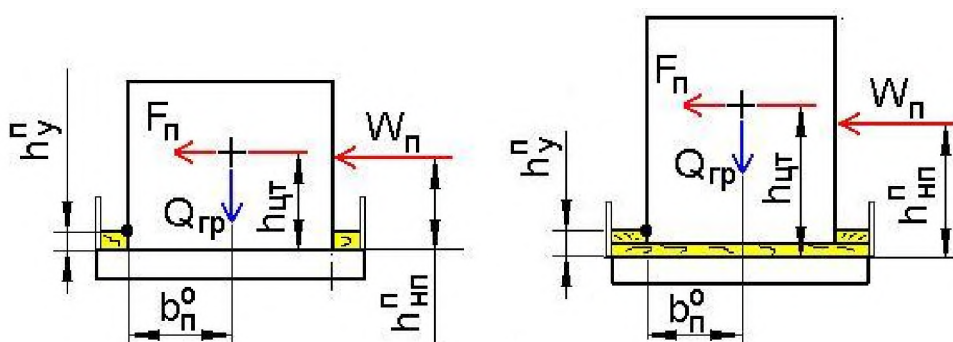


Рисунок 13 – Варианты расположения упоров от опрокидывания груза в поперечном направлении

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

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

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

- Если значение  $\eta_{\text{пр}}$  либо  $\eta_{\text{п}}$  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 креплении груза от опрокидывания в поперечном направлении растяжками следует стремиться к их установке таким образом, чтобы проекция растяжки на пол вагона была перпендикулярна продольной оси вагона, а место закрепления растяжки на грузе находилось на максимальной высоте от уровня пола.

- Если значение  $\eta_{\text{пр}}$  либо  $\eta_{\text{п}}$  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  $\eta_{\text{пр}}$  либо  $\eta_{\text{п}}$  составляет менее 2,0, устройства жесткого крепления должны быть рассчитаны с учетом дополнительных нагрузок от некомпенсированного опрокидывающего момента.

Выбор типа крепления груза производится в зависимости от его конфигурации на основании данных, представленных в таблице 4.

Таблица 4 – Рекомендуемые типы крепления грузов

| Вид груза                                 | Перемещения                                                                           | Крепление                                                                              |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Штучные и тяжеловесные с плоскими опорами | поступательные перемещения вдоль и поперек вагона                                     | упорные, распорные бруски, растяжки, обвязки                                           |
|                                           | опрокидывание вдоль и поперек вагона                                                  | растяжки, обвязки, упорные бруски, кассеты, каркасы, пирамиды и пр.                    |
| Цилиндрической формы                      | поступательные перемещения вдоль и поперек вагона                                     | растяжки, обвязки, турникетные опоры, стойки                                           |
|                                           | перекачивание вдоль и поперек вагона                                                  | обвязки, растяжки; подкосы, упорные бруски; ложементы                                  |
| Длинномерные                              | продольные и поперечные перемещения                                                   | растяжки, обвязки, турникетные опоры, стойки                                           |
|                                           | опрокидывание поперек вагона                                                          | обвязки, растяжки; подкосы, упорные бруски; ложементы                                  |
| С плоскими опорами размещаемые штабелями  | поступательные продольные и поперечные перемещения всего штабеля или отдельных единиц | упорные, распорные бруски; увязки, растяжки, обвязки; щиты ограждения; стойки; кассеты |
| На колесном ходу                          | перекачивание вдоль (поперек) вагона                                                  | упорные бруски; растяжки; многооборотные колесные упоры (башмаки)                      |
|                                           | продольное, поперечное поступательное перемещение                                     | упорные, распорные бруски; растяжки                                                    |

Продольное  $\Delta F_{\text{пр}}$  и поперечное  $\Delta F_{\text{п}}$  усилия, которые должны восприниматься креплением, определяются по формулам:

$$\Delta F_{\text{пр}} = \Delta F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} ; \quad (6)$$

$$\Delta F_{\text{п}} = n(F_{\text{п}} + W) - F_{\text{тр}}^{\text{п}} , \quad (7)$$

где  $n$  – коэффициент, значения которого принимаются равными 1,0 при разработке способов размещения и крепления грузов, включаемых в сетевые или местные технические условия, и 1,25 для способов перевозки грузов, утверждаемых отделениями дорог;  $F_{\text{тр}}^{\text{пр}}$ ,  $F_{\text{тр}}^{\text{п}}$  – соответственно силы трения между грузом и поверхностью вагона действующие в продольном и поперечном направлениях.

Эти усилия могут восприниматься как одним видом крепления, так и сочетанием нескольких видов:

$$\Delta F_{\text{пр}} = \Delta F_{\text{пр}}^{\text{р}} + \Delta F_{\text{пр}}^{\text{б}} + \Delta F_{\text{пр}}^{\text{об}} + K ; \quad (8)$$

$$\Delta F_{\text{п}} = \Delta F_{\text{п}}^{\text{р}} + \Delta F_{\text{п}}^{\text{б}} + \Delta F_{\text{п}}^{\text{об}} + K , \quad (9)$$

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

Усилия в растяжках при расчете крепления грузов с учетом увеличения сил трения от вертикальных составляющих усилия в креплении в продольном и поперечном направлениях определяются по формулам, представленным в первой главе ТУ.

Усилие в обвязке для крепления груза, размещаемого на одиночных вагонах или сцепках, от продольного смещения определяется:

$$R_{об} = \frac{\Delta F_{пр}^{об}}{2n_{об} \times \mu \times \sin \alpha}, \quad (10)$$

где  $n_{об}$  – количество обвязок;  $\mu$  – коэффициент трения.

Площадь сечения растяжек (обвязок) определяется из отношения:

$$S = \frac{R}{[\sigma]}, \quad (11)$$

где  $R$  – усилие в растяжке (обвязке), кгс;

$[\sigma]$  – допускаемое напряжение деформации принимается в зависимости от марки стали по таблице 5.

Таблица 5 – Допускаемые напряжения деформации

| Виды деформации       | Марка стали | Допускаемые напряжения, кгс/см <sup>2</sup> |
|-----------------------|-------------|---------------------------------------------|
| Растяжение–сжатие     | Ст. 3 и 20  | 1650                                        |
| Изгиб                 | Ст. 3 и 20  | 1650                                        |
| Срез                  | Ст. 3 и 20  | 1200                                        |
| Смятие                | Ст. 3 и 20  | 2500                                        |
| Растяжение для болтов | Ст. 3 и 20  | 1400                                        |

Допускаемые напряжения для сварного шва при ручной сварке электродами Э-42 и при автоматической сварке принимаются равными: при растяжении, сжатии и изгибе – 1550 кгс/см<sup>2</sup>, при срезе – 950 кгс/см<sup>2</sup>.

Число нитей проволоки в растяжке или ее сечение должны определяться по суммарному усилию, возникающему в растяжке от поступательных перемещений и опрокидывания. Крепление груза от опрокидывания осуществляется растяжками (обвязками). При этом усилия в растяжках определяются по формулам:

- в продольном направлении

$$R_{пр}^o = \frac{nF_{пр}(h_{ум} - h_y^{np}) - Q_{гр}l_{np}^o}{n_p^{np} \times l_{неp} \times \cos \gamma}; \quad (12)$$

- в поперечном направлении

$$R_{п}^o = \frac{n[F_{п}(h_{ум} - h_y^n) + W(b_{nn}^n - h_y^n)] - Q_{гр}b_n^o}{n_p^n \times b_{неp} \times \cos \varphi}, \quad (13)$$

где  $\gamma$  – угол между проекцией растяжки на продольную вертикальную плоскость и растяжкой;

$l_{пер}, b_{пер}$  – проекции кратчайшего расстояния от ребра опрокидывания до растяжки соответственно на продольную и поперечную вертикальные плоскости;

$n_p^{np}, n_p^n$  – число растяжек;

$n$  – коэффициент, значения которого принимаются равными: 1,0, если запас устойчивости груза от опрокидывания 1,0 и более; 1,25, если запас устойчивости груза от опрокидывания менее 1,0;

$\varphi$  – угол между проекцией растяжки на поперечную вертикальную плоскость и растяжкой.

При устройстве проволочного крепления (растяжек, увязок и поперечных обвязок) диаметр проволоки и число ее нитей выбирают в соответствии с допускаемой нагрузкой, приведенной в таблице 20 первой главы ТУ [2]. В тех случаях, когда предусмотрено расположение растяжек таким образом, чтобы одновременно угол между растяжкой и полом, между проекцией растяжки на пол вагона и продольной осью вагона не превышал  $45^\circ$ , а по конструктивным особенностям изделия такое размещение невозможно, допускается увеличение углов наклона с обязательным одновременным увеличением площади сечения растяжки. При этом каждые две нити проволоки диаметром 6 или 7 мм заменяют согласно таблице 6, первой главы ТУ [2].

Таблица 6 – Допускаемые значения напряжений

| Вид нагружения                                                                                                        | Допускаемые значения напряжений, кгс/см <sup>2</sup> |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|
|                                                                                                                       | 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 поперек волокон местное (на участке поверхности детали) на расстоянии не менее 100 мм от торца                 | 30                                                   | 20             |
| Смятие местное под шайбами поперек волокон                                                                            | 40                                                   | —              |
| Срез поперек волокон                                                                                                  | 55                                                   | 40             |
| Скалывание в лобовых врубках:                                                                                         |                                                      |                |
| вдоль волокон                                                                                                         | 12                                                   | —              |
| поперек волокон                                                                                                       | 6                                                    | —              |
| Скалывание вдоль волокон в щековых врубках в сопряжениях деталей под углом:                                           |                                                      |                |
| менее 30°                                                                                                             | 6                                                    | —              |
| 30° и более                                                                                                           | 4                                                    | —              |
| Примечания:                                                                                                           |                                                      |                |
| - сжимающие нагрузки на элементы крепления должны быть приложены под углом не менее 60° к поверхности;                |                                                      |                |
| - в лобовых врубках длина скалывания должна быть не более двух полных толщин вставляемой детали или 10 глубин врубки; |                                                      |                |
| - в щековых врубках длина скалывания должна быть не более пяти полных толщин детали.                                  |                                                      |                |

Расчет подкладок на смятие производится с учетом положения подкладки по длине вагона под действием нагрузки от массы груза, вертикальной динамической нагрузки и вертикальной составляющей от усилия в растяжке (обвязке). Общая нагрузка на подкладку может быть рассчитана:

$$Q^{\Pi} = Q_{\text{гр}}^{\Pi} + F_{\text{в}}^{\Pi} + R_{\text{в}}^{\Pi}, \quad (14)$$

где  $Q_{\text{гр}}^{\Pi}$  – нагрузка на подкладку от груза;

$F_{\text{в}}^{\Pi}$  – вертикальная инерционная нагрузка, передаваемая на вагон через данную подкладку;

$R_{\text{в}}^{\Pi}$  – нагрузка на подкладку от вертикальной составляющей усилия в креплении.

Напряжение сжатия или смятия в подкладке определяется из отношения:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{Q^{\Pi}}{S_0}, \quad (15)$$

где  $S_0$  – проекция площади опоры груза на одну подкладку на горизонтальную плоскость.

При этом полученная величина напряжения не должна превышать допускаемых значений, приведенных в таблице 6 (для деталей из сосны и ели).

При креплении грузов на платформах распорными брусками, передающими нагрузки на борта платформы, расположение брусков должно соответствовать схемам, приведенным на рисунке 14. Количество брусков должно быть: установленных напротив стоечных скоб – не более двух; напротив клиновых запоров – не более трех на каждую секцию борта. Высота брусков должна составлять от 50 до 100 мм включительно. Максимальные допускаемые нагрузки на борта платформ приведены в таблице 7. При подкреплении секций боковых бортов двумя стойками, верхние концы которых увязаны с противоположных сторон проволокой диаметром не менее чем 6 мм в четыре нити, допускаемая нагрузка на борта может быть увеличена в два раза по сравнению с указанной в таблице 7.

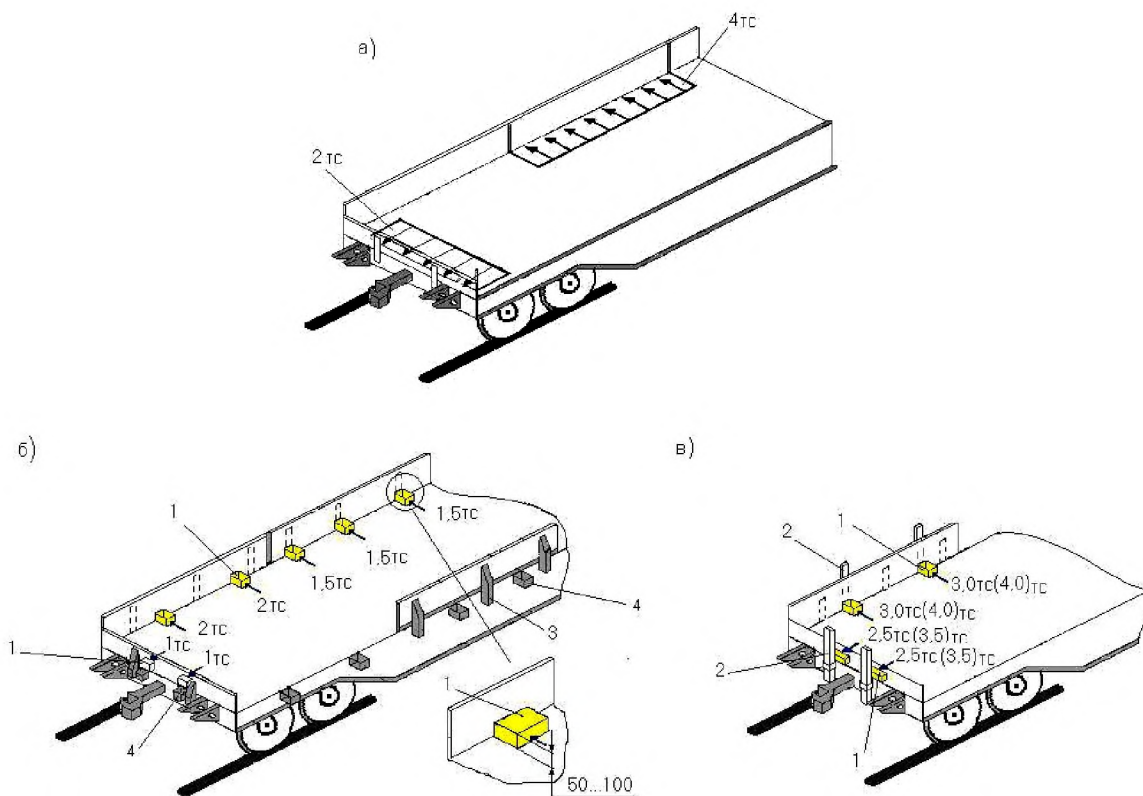


Рисунок 14 – Схемы нагружения бортов платформ: 1 – упорный брусок; 2 – короткая стойка из дерева или металла; 3 – клиновой запор; 4 – стоечная скоба

Таблица 7 – Максимальные допускаемые нагрузки на борта платформ

| Конструкция бортов платформы                                       | Допускаемая нагрузка, тс                                                                 |                                                                        |                                        |                                                 |                                                    |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                                                    | равномерно распределенная по длине секции борта, не подкрепленного стойками (рис. 14, а) | от одного бруса высотой 50...100 мм, установленного напротив           |                                        |                                                 |                                                    |
|                                                                    |                                                                                          | клинового запора секции борта, не подкрепленного стойками (рис. 14, б) | стоечной скобы борта                   |                                                 |                                                    |
|                                                                    |                                                                                          |                                                                        | не подкрепленной стойками (рис. 14, б) | подкрепленной деревянными стойками (рис. 14, в) | подкрепленной металлическими стойками (рис. 14, в) |
| Боковой с продольными гофрами и клиновыми запорами                 | 4,0                                                                                      | 1,5                                                                    | 2,0                                    | 3,0                                             | 4,0                                                |
| Торцовый с клиновыми запорами                                      | 2,0                                                                                      | -                                                                      | 1,0                                    | 2,5                                             | 3,5                                                |
| Боковой с вертикальными гофрами и закидками (постройки до 1964 г.) | 1,0                                                                                      | -                                                                      | 0,5                                    | 0,75                                            | 1,75                                               |
| Торцовый с закидками (постройки до 1964 г.)                        | 2,0                                                                                      | -                                                                      | 1,0                                    | 2,15                                            | 3,0                                                |

## 2.7. Чертежи размещения и крепления грузов, оформление эскизов

Оформление чертежей размещения и крепления грузов в вагоне или контейнере выполняется в соответствии с требованиями технических условий погрузки и крепления грузов. При этом чертеж должен давать необходимую и достаточную информацию о грузе, используемом подвижном составе, расположении груза в вагоне и контейнере, используемых крепежных устройствах и способах соединения их с элементами кузова вагона, контейнера, технологии погрузки и крепления груза, способах оценки качества крепления.

На чертеже необходимо указать фамилии разработчика и утверждающего лица, даты, а также полное название организации, представляющей эскиз на согласование в подразделение железной дороги. Приводятся наименования станций и дороги погрузки груза. Указываются особые условия, приводятся сведения о материалах крепежных реквизитов.

Чертеж оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД. Перевозочное средство рекомендуется выполнять тонкими линиями, грузы – линиями основной видимости, а элементы креплений – утолщенными; габариты погрузки, приближения строений – тонкими штрихпунктирными линиями.

Надписи на чертеже должны быть разборчивы и выполнены одним из допустимых способов – чертежным шрифтом, на пишущей машинке или на компьютере. В таблице 8 представлены линии, применяемые при изображении чертежей.

Таблица 8 – Название и характеристики линий, применяемых при изображении чертежей

| Наименование линии              | Толщина линии                     |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Сплошная толстая основная       | от 0,5 до 1,4 мм (примем за $x$ ) |
| Штриховая                       | от $x/3$ до $x/2$                 |
| Сплошная тонкая                 | от $x/3$ до $x/2$                 |
| Штрихпунктирная тонкая          | от $x/3$ до $x/2$                 |
| Сплошная волнистая              | от $x/3$ до $x/2$                 |
| Разомкнутая                     | от $x$ до $1,5x$                  |
| Штрихпунктирная с двумя точками | от $x/3$ до $x/2$                 |

Размещение и крепление грузов в вагоне или контейнере изображаются на чертеже в виде трех проекций: главной, сверху и профильной (рисунок 15). При необходимости дополнительные проекции и узлы должны пояснять и уточнять положение грузов, места установки элементов крепления, конструкцию крепления и особенности его монтажа. Основные проекции размещения и крепления груза выполняются в масштабе 1 : 50 или 1 : 100; в отдельных случаях (для грузов сложной конфигурации) в большем масштабе – 1 : 25.



Рисунок 15 – Рекомендуемая компоновка чертежей размещения и крепления груза

Перевозочное средство изображается с обязательной прорисовкой всех его основных элементов. Очертания грузов должны давать представление о его конфигурации, опорных плоскостях и их расположении на полу вагона, о взаимодействии с соседними грузами (особенно сборными), о местах монтажа элементов крепления на грузе. Деревянные элементы крепления (подкладки, прокладки, упорные и распорные бруски) должны выделяться соответствующей штриховкой.

На виде сверху целесообразно показать условно, жирными точками, забиваемые в бруски гвозди, если они видны на этой проекции. При необходимости на вырезанных узлах показывается более точно прилегание элементов крепления к частям груза, вырезки, врезки и забивки гвоздей. Растяжки, обвязки, увязки из проволоки допускается показывать волнистой линией.

Особые условия по закреплению концов растяжек и обвязок показываются на вырезаемых узлах и отмечаются в технических требованиях. На эскизе в обязательном порядке на трех проекциях должны быть нанесены центры тяжести грузов, общий центр тяжести грузов, общий центр тяжести вагона с грузом над уровнем головки рельсов.

При размещении в вагоне, контейнере нескольких грузов разной массы и типоразмеров они должны быть пронумерованы и на эскизе приведены весовые, линейные и иные характеристики этих грузов в табличной форме.

В зависимости от вида и типа перевозочного средства на чертеже и в расчетно-пояснительной записке должны быть отражены:

- наименование, габариты груза, координаты центра тяжести относительно уровня головки рельса, смещение вдоль и поперек подвижного состава;
- тип перевозочного средства;
- порядок размещения груза;
- устройство, количество, размеры и материалы элементов крепления;
- места размещения элементов крепления, а также способы крепления, в том числе точка крепления растяжек на грузе;
- площадь боковой наветренной поверхности (для полувагонов и платформ при загрузке выше бортов);
- нагрузки от частей груза на элементы пола вагона (особенно на люк полувагона);
- сведения о таре и допускаемые величины нагрузок на тару,
- другие сведения, необходимые для размещения и крепления данного груза.

Система размеров, указанных на чертеже, должна обеспечить проверку расчета положения общего центра тяжести груза и вагона с грузом, а также осуществление надежного контроля за правильным положением грузов при погрузке и в пути следования.

Спецификация на чертеже размещения и крепления груза должна оформляться в соответствии с ЕСКД. В спецификации приводятся данные по параметрам элементов крепления груза, применяемым материалам и сортаменту металла с указанием ГОСТа.

В основной надписи, которая выполняется согласно ЕСКД, в соответствующих графах должны быть указаны:

- наименование чертежа размещения и крепления груза в вагоне или контейнере;
- обозначение чертежа по ЕСКД или номер;
- название организации, разработавшей чертеж;
- фамилия должностного лица, разрабатывающего и проверяющего чертеж;
- масштаб основных проекций размещения и крепления груза в вагоне или контейнере.

Чертеж размещения и крепления груза в вагоне или контейнере должен быть утвержден руководящим должностным лицом грузоотправителя и заверен печатью. Реквизиты утверждения рекомендуется проставить в верхнем углу чертежа.

## **2.8. Порядок чтения схем и чертежей при проверке правильности размещения и крепления груза**

Читать схемы и чертежи следует в определенной последовательности.

1. Найти название груза. Зная название, указанное в основной надписи, легче читать схему или чертеж, поскольку название дает некоторое представление об устройстве изображенных грузов.

2. Установить, какие изображения (виды, разрезы, сечения) даны на чертеже. В результате их сопоставления необходимо создать общее представление о грузе, а также методах его размещения и крепления.

3. Рассмотреть, пользуясь спецификацией, изображения каждого реквизита крепления грузов, для чего выяснить по спецификации название каждого реквизита и относящиеся к нему данные. Найти изображения реквизита по обозначению его позиции, определить форму и методы установки реквизита крепления, сопоставляя все его изображения, данные на схеме или чертеже.

4. Определить подвижные части изделия. Выяснить, как они перемещаются во время работы.

5. Найти и рассмотреть дополнительные данные о грузе и его креплении, приведенные на схеме или чертеже.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ : учебник для вузов ж.-д. трансп. / А.А. Тимошин, И.И. Мачульский. – М. : Маршрут, 2003. – 400 с.

2. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. – М. : Юртранс, 2003. – 544 с.

3. Размещение и крепление грузов в вагонах : Справочник. – М. : Транспорт, 1980. – 327 с.

4. *Капитонов А.Е.* Основы безопасности при перевозке грузов. Эскизы размещения и крепления грузов : практическое пособие / А.Е. Капитонов, Н.Г. Черненко. – СПб. : ПГУПС, 2002. – 32 с.

5. Методические указания для курсового и дипломного проектирования. Расчет крепления грузов на открытом подвижном составе. – Л. : ЛИИЖТ, 1986. – 27 с.