

Крепление против опрокидывания

Анатолий ШМЕЛЕВ

Фото автора

Как моряк я привык использовать термин "грузовое место" для обозначения единицы груза, но многие специалисты указывают мне на ошибочность применения этого термина в моих статьях. Мне было указано, что согласно существующим стандартам и общепринятой практике более правильно использовать термин "грузовая единица" (ГЕ).

Исследование в Интернете показало, что различные источники используют оба термина для обозначения одного и того же. Надеюсь, что небольшая подборка обнаруженных определений не отвлечет читателя от темы статьи и даже поможет обучению в нашей школе. Я намеренно не указываю на источники.

Грузовая единица - некоторое количество товаров, которое погружают, транспортируют, выгружают и хранят как единую массу и которое своими параметрами связывает технологические процессы на различных участках логистической цепи в единое целое.

Грузовая единица - это некоторое количество грузов, которые погружают, транспортируют, выгружают и хранят как единую массу.

Можно выделить два основных вида грузовых единиц:

- первичная грузовая единица - груз в транспортной таре, например в ящиках, бочках, мешках и т. п.;

- укрупненная грузовая единица - грузовой пакет, сформированный на поддоне из первичных грузовых единиц, т. е. грузов в транспортной таре.

Грузовая единица - груз, сформированный из отдельных предметов, видов тары или упаковочных единиц, скрепленных одним или несколькими средствами пакетирования, и подготовленный для вы-

полнения погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ. Термин применим также и для отдельного предмета большого размера, подготовленного с той же целью.

Транспортный пакет - укрупненная грузовая единица, сформированная из нескольких грузовых единиц с применением средств пакетирования.

Грузовое место (упаковка) - конечный продукт операции по упаковке груза, состоящий из упаковочного комплекта и содержимого.

Грузовые места - это грузы, размещение и крепление которых производится в индивидуальном порядке путем соединения каждого грузового места с конструкциями корпуса судна. Погрузочное оборудование или какие-либо его узлы, которые перевозятся на судне (судовые тягачи, погрузчики и т. п.), но стационарно не закреплены на нем, также следует рассматривать в качестве грузовых мест.

Грузовая единица, грузовое место - физически неделимый груз, состоящий из одного или нескольких предметов (соединенных между собой средствами пакетирования), имеющий определенную форму и линейные размеры и подготовленный к погрузке, транспортированию, хранению и разгрузке. Линейные размеры универсального модуля ГЕ составляют 600 x 400 мм (кратны размерам европоддона, на котором в одном слое помещается 4 ГЕ универсального модуля, а также размерам поддона 1200 x 1000 мм, на котором в одном слое помещается 5 ГЕ универсального модуля).

Виды воздействия на грузовую единицу

Я принял решение использовать термин "грузовая единица", но если в статьях вы встретите "грузовое место", прошу считать, что мы говорим об одном и том же.

Под воздействием инерционной силы с грузовой единицей может произойти следующее:

- смещение;
- наклон и опрокидывание;
- деформация.



Смещение



Опрокидывание

Со смещением все ясно: когда инерционная сила превышает силу трения и силу крепления, ГЕ начинает скольжение в направлении действия инерционной силы, не меняя своей ориентации в пространстве (т. е. опрокидываясь).

Прекрасный пример такого смещения - выпадение 62-тонных механических ножниц на дороге А-102:

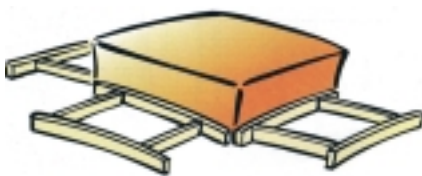


До...



...После

Крепление от смещения неопрокидываемой грузовой единицы достаточно просто - обеспечение креплением такой силы крепления, которая компенсирует воздействие инерционной силы.



Опрокидывание значительно опаснее. Грузовая единица может быть закреплена от смещения, но под воздействием опрокидывающего момента она опрокидывается вокруг оси опрокидывания без смещения относительно грузового настила.

Пример опрокидывания иллюстрируется фотографиями:



До...



...После

Деформациям обычно подвержены укрупненные грузовые места, например транспортные пакеты, которые в ежедневной практике называют паллетами.



Для обеспечения надежного крепления необходимо обеспечить, чтобы:

- сумма всех сил, действующих на груз, равнялась нулю;
- сумма моментов сил, действующих на груз, равнялась нулю.

Для того чтобы понять, что произойдет с грузом во время транспортирования, необходимо знать некоторые его характеристики:

- вес;
- длина;
- высота грузовой единицы.

Для определения опасности опрокидывания расчетным путем используются показатели Н (высота), В (ширина), L (длина) для описания грузовой секции или какой-либо отдельно стоящей грузовой единицы. Эти измерения указаны на иллюстрации. Обычно все наставления по креплению работают с гомогенным грузом с центром тяжести, находящимся в центре тела.



Положение центра тяжести

Центром тяжести (ЦТ) тела называется точка, относительно которой суммарный момент сил тяжести, действующих на систему, равен нулю. Проще говоря, это точка, к которой приложена сила тяжести независимо от положения самого тела.

Если тело гомогенное, т. е. однородное, центр тяжести обычно расположен в геометрическом центре тела. Таким образом, центр тяжести в однородном кубе или однородном шаре совпадает с геометрическим центром этих тел. Если масса внутри грузовой единицы распределяется неоднородно, то центр тяжести смещается в ту часть, где оно тяжелее.

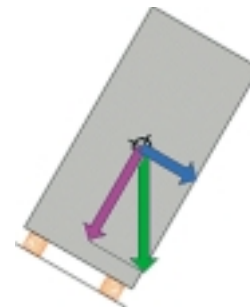
Центр тяжести тела не всегда даже может находиться внутри самого тела. Так, например, ЦТ бумеранга находится где-то посередине между оконечностей бумеранга, но вне самого тела бумеранга.

Для крепления грузов положение центра тяжести очень важно. Именно в эту точку приложены силы тяжести и инерционные силы, действующие на груз в процессе движения.

Чем выше находится центр тяжести грузовой единицы, тем более оно склонно к опрокидыванию.

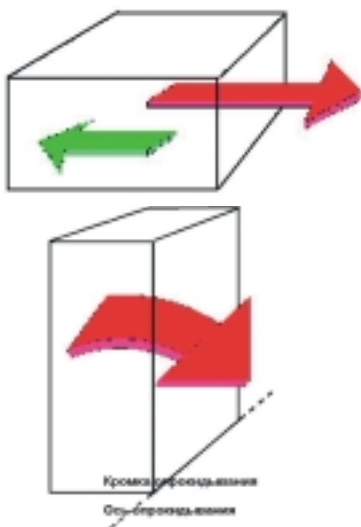


Направление вектора силы тяжести

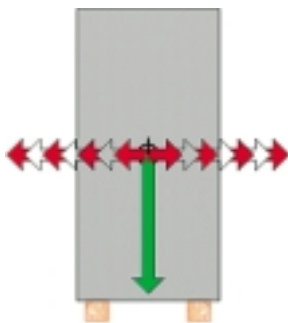


Разложение силы тяжести на два вектора при наклоне

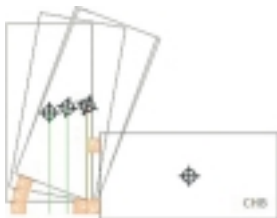
Устойчивость грузовых единиц зависит в первую очередь от положения центра тяжести и конфигурации основания. Центр тяжести является точкой приложения гравитационных сил. Вектор силы тяжести направлен вертикально вниз. При отклонении от вертикального положения вектор силы тяжести можно разложить на два вектора: один направлен в сторону основания, другой - к наклону, по линии действия смещающей силы. Оба вектора приложены в ЦТ.



Инерционные силы, возникающие в результате изменения скорости или направления движения, также приложены в ЦТ. В результате их воздействия грузовая единица может сместиться или опрокинуться.

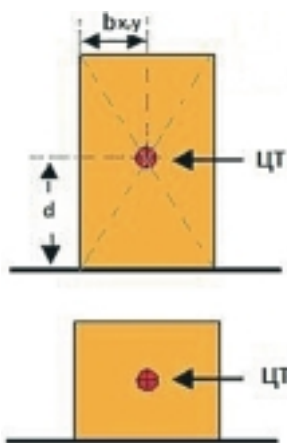


Действие сил инерции и веса



Опрокидывающийся груз

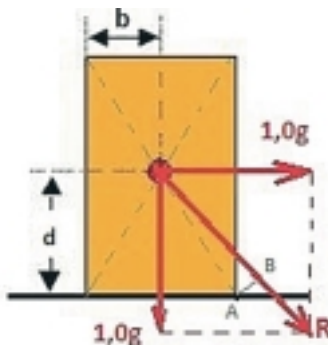
Когда груз наклоняется вокруг его кромки опрокидывания, его ЦТ приподнимается. До тех пор, пока ЦТ остается в пределах кромки опрокидывания, грузовая единица будет стремиться вернуться в свое первоначальное положение, как только воздействие внешней силы прекратится. Однако после прохождения ЦТ за пределы кромки после прекращения воздействия внешней инерционной силы грузовая единица опрокинется.



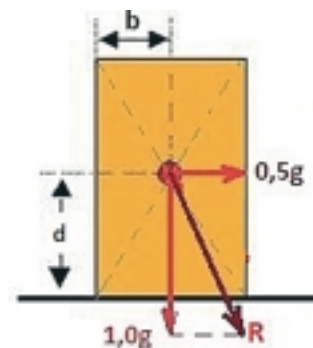
Для того чтобы понять, имеется ли риск опрокидывания грузовой единицы вперед или вбок, необходимо знать высоту положения ЦТ - d , а также отстояние центра тяжести от плоскости опрокидывания - b . При однородной по составу массе и правильной форме грузовой единицы ЦТ находится в геометрическом центре грузовой единицы и высота ЦТ d равна половине высоты грузовой единицы H , b равна половине ширины или длины грузовой единицы B и L .

Грузовая единица может быть склонной к опрокидыванию при действии продольной инерционной силы с коэффициентом ускорения $1g$ и оставаться устойчивой при действии поперечной инерционной силы с коэффициентом ускорения $0,5g$.

Графически все это выглядит следующим образом:



Положение опрокидывания



Устойчивое положение

При действии инерционной силы с коэффициентом ускорения $1,0g$ появится опрокидывающая равнодействующая сила и данная грузовая единица опрокинется вокруг оси опрокидывания.

При действии боковой инерционной силы с коэффициентом ускорения $0,5g$ данная грузовая единица останется в устойчивом положении.

Математическое условие равновесия выглядит следующим образом:

$$h/d = F_g/F_m,$$

т. е. при

$h/d = 1,0$ имеется опасность опрокидывания вперед при торможении;

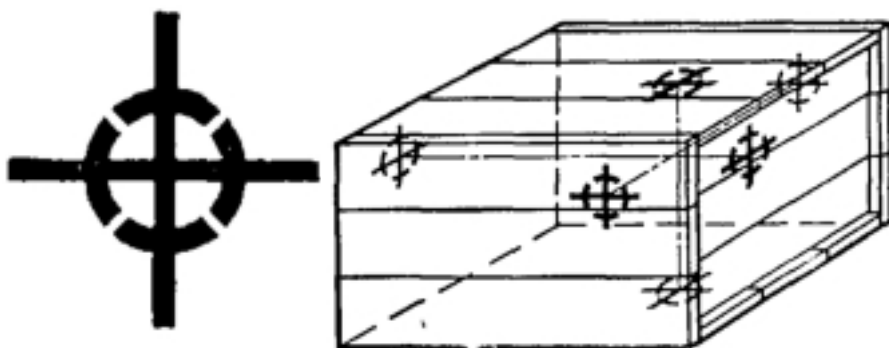
$h/d = 0,5$ имеется опасность опрокидывания в сторону при повороте.

Знание положения ЦТ очень важно, и поэтому ГОСТ 14192-96 "Маркировка грузов" обязывает грузоотправителя наносить место ЦТ, если знак не совпадает с геометрическим центром тяжести.

Смещение ЦТ от геометрического центра всегда опасно, грузовые единицы со смещенным ЦТ требуют дополнительного внимания.



Пример расположения



Место центра тяжести груза. Расположение знака указывает место тяжести груза. Знак наносят, если центр тяжести не совпадает с геометрическим центром тяжести

Грузовые единицы со смещающимся центром тяжести

К сожалению, такие грузовые единицы также случаются в практике перевозок. Чаще всего это грузы, установленные на поддоны и укрупненные грузовые единицы. Под воздействием инерционных сил происходит деформация грузовых единиц, смещение одних частей грузового места относительно других.

Подготовка груза к транспортированию - это зона ответственности грузоотправителя, однако перевозчик, попавший в ДТП по этой причине, часто не может доказать, что поводом ДТП явилось неподготовленность груза к транспортированию.

Интересным примером смещающегося ЦТ является груз алюминия в рулонах, установленный на деревянные салазки. Недостаточно закрепленный передний упорный брус салазок позволяет рулону сместиться на салазках вперед, увеличивая плечо опрокидывающего момента АВ. В результате смещение ЦТ опрокидываемого рулона на салазках вперед приводит к опрокидыванию грузовой единицы вокруг оси опрокидывания А. Интересно, кто будет признан виновным, если девятитонный рулон выпадет из транспортного средства и нанесет урон третьим лицам?

Очень часто, экономя на упаковке, грузоотправитель увеличивает опасность опрокидывания. Так, устанавливая станок на подкладочные брусья,

длина которых меньше ширины станка, грузоотправитель уменьшил минимальную опрокидывающую силу. Более того, прочность брусьев была недостаточная, брусья разломались в точках крепления, что еще уменьшило ширину грузовой единицы.

Эффект укладки

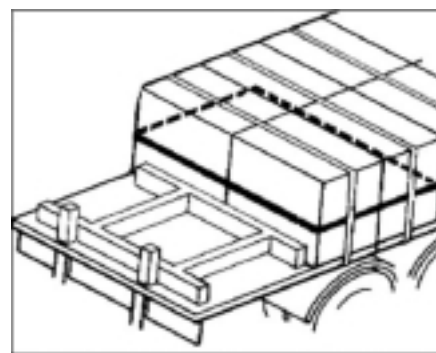
Плотная укладка одинаковых грузовых единиц вплотную одна за другой значительно уменьшает опасность опрокидывания с увеличением количества грузовых единиц.

Таким образом, единичная грузовая единица опрокидывается при угле наклона 33,5 градуса, однако две, три, четыре грузовые единицы, плотно уложенные друг к другу, опрокидываются при углах 39, 52 и 67 градусов соответственно.

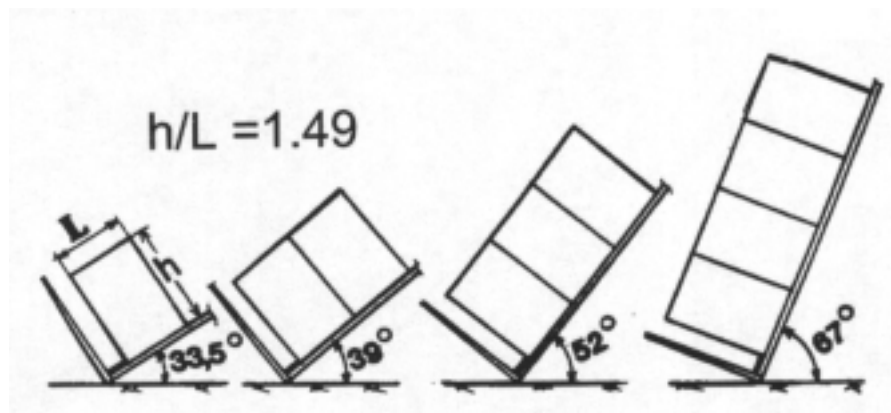
Этот так называемый эффект укладки зависит в первую очередь от трения между упаковками и платформой транспортного средства и трения между ними. При проведении испытания коэффициент трения составил менее 0,3.

Однако я считаю, что полагаться на этот эффект очень глупо. Для того чтобы грузовые единицы не опрокинулись, необходимо обеспечить постоянное прижатие упаковок друг к другу, что сделать практически невозможно. Даже небольшие просветы между грузовыми единицами не дадут должного эффекта укладки к нулю и заменят его эффектом "домино".

Гораздо более эффективным будет объединение определенного числа грузовых единиц горизонтальной обвязкой. При неустойчивых единичных упаковках объединенная грузовая единица становится устойчивой. Достаточно скрепить концевые грузовые единицы, заблокировав остальную груз. При больших зазорах между грузовыми единицами рекомендуется горизонтальная обвязка и других упаковок.



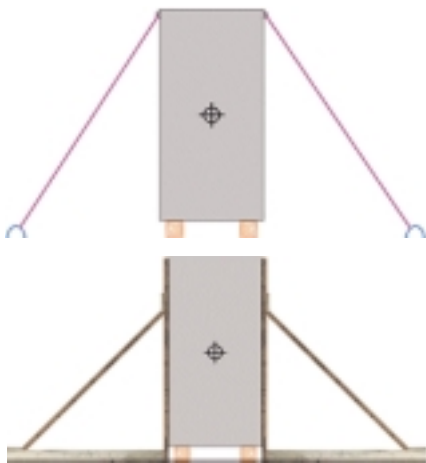
Результаты испытания с деревянной моделью размерами L = 69 мм, H = 103 мм





Единичная GE опрокидывается при угле наклона 33,5°

Применение крепления независимыми растяжками эффективно, но при отсутствии достаточного пространства в кузове применяется очень редко, так же, как и крепление деревянными наклонными упорами.

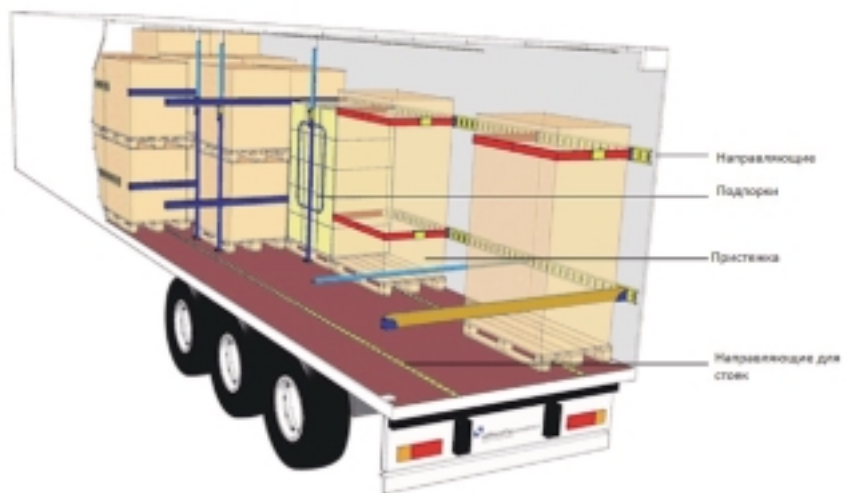
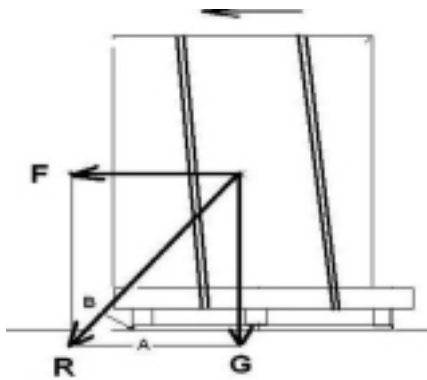


Во многих руководствах отмечено, что крепление опрокидываемых грузовых единиц прижимными ремнями возможно. Считается, что при начале наклона часть ремня (противоположная наклону) начинает работать на растяжение и для расчетов можно использовать рабочую нагрузку прижимного ремня. Но мне кажется, что при перевозке в запломбированном кузове, когда контроль водителя за грузом ограничен, крепление прижимом является ненадежным способом крепления.

С моей точки зрения, наиболее надежным способом крепления опрокидывающихся грузовых единиц является блокировка элементами кузова. Это требует дополнительного оборудования кузова, но является настолько эффективным способом крепления, что заслуживает отдельного урока. ■



Недостаточно закрепленный передний опорный брус салазок позволяет рудонцу сместиться вперед, увеличивая плечо опрокидывающего момента



Недостаточное или ненадежное крепление опрокидываемых грузовых единиц, как правило, приводит к серьезным последствиям

Крепление груза на автомобильных транспортных средствах

- независимая экспертиза, сертификация
- семинары, консультации, тренинги
- расчеты крепления любой сложности
- расследование причин аварий
- урегулирование претензий по всему миру

Phone +7 495 739 8674
 Phone +7 495 773 6450
 fax +7 495 739 8675
 GSM +7 903 787 3993
 GSM +7 916 650 2002

anatoly.shmelev@krogius.com
<http://www.krogius.com>

ООО «Ларс Крэгюс Балтик»

