

УДК 656.225.073

О. С. ЧАГАНОВА, ассистент, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

### АНАЛИЗ КРЕПЛЕНИЯ ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ С ПОМОЩЬЮ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ

Рассмотрена целесообразность применения пневматических пакетов при перевозке грузов железнодорожным транспортом и дан анализ преимущества их использования для крепления грузов в вагонах. Описаны особенности пакетов различных типоразмеров. Разработана методика крепления грузов с помощью пневматических пакетов с учетом различных вариантов их размещения в железнодорожном вагоне. Приведен пример подбора креплений с помощью пакетов.

**В** настоящее время при перевозке железнодорожным транспортом для крепления штучных грузов в крытом вагоне используются деревянные бруски и щиты, параметры и методы расчета которых приведены в Технических условиях погрузки и крепления грузов [1]. Эти средства крепления не всегда обеспечивают сохранность перевозимого груза. Для предотвращения повреждений и, как следствие, предъявления претензий о компенсации ущерба возможно применение такого средства крепления, как пневматические или воздушные пакеты, которые широко используются за рубежом при перевозке грузов различными видами транспорта (рисунок 1). Однако на Белорусской железной дороге отсутствуют нормативные документы, регламентирующие порядок применения воздушных пакетов для крепления грузов, несмотря на то, что службой грузовой работы разрешено их использование.

Автором разработана методика крепления грузов в крытых железнодорожных вагонах с помощью пневмопакетов.

Воздушные пакеты специально предназначены для обеспечения качественной и сохранной транспортировки груза. Пустой пакет размещают между грузовыми местами и наполняют сжатым воздухом. Он принимает точную форму пустоты и эффективно удерживает груз в неподвижном состоянии в течение транспортировки. Воздушные пакеты могут поглощать резкие толчки при сцеплении вагонов, а также сотрясения и вибрации, вызываемые рельсовыми стыками, стрелочными переводами, при формировании железнодорожных составов на сортировочных горках, шторме на море и т. д.

В результате проведенных исследований, описанных в работе [3], установлено, что наилучшая сохранность грузов при перевозке в крытом вагоне обеспечивается при наличии мягких характеристик креплений. Эти характеристики создаются как раз при использовании воздушных пакетов.

Благодаря покрытию с высоким коэффициентом трения воздушные пакеты не смещаются во время транспортировки. Они изготавливаются из

нескольких слоёв специальной бумаги, на внутренней стороне имеется несколько слоёв полиэтилена. Из-за своей малой массы они легки в обращении и удобны в использовании даже в самых труднодоступных местах [3, 4].

а)



б)



Рисунок 1 – Примеры размещения воздушных пакетов:  
а – легкого типа; б – среднего типа

Стоимость воздушного пакета компенсируется уменьшением времени, выигранном при погрузке и разгрузке, сведением к минимуму претензий от клиентов на повреждение грузов и исков о компенсации ущерба. Грузополучателю не приходится

тратить дополнительные деньги или время на утилизацию упаковочных материалов. Более того, воздушные пакеты являются экономически выгодной альтернативой специально обработанному дереву (в связи с отсутствием необходимости прохождения фитоконтроля), традиционно используемому для крепления транспортируемых грузов. Они изготовлены из пригодных для переработки материалов, и их утилизация не оказывает на окружающую среду никакого отрицательного воздействия. Используемые материалы соответствуют всем требованиям к содержанию тяжелых металлов и легко подвергаются разделению, переработке и утилизации.

По прибытии груза в пункт назначения воздух из воздушного пакета может быть выпущен за несколько секунд. Одновременно с этим освобождается пространство вокруг груза, что позволяет эффективно разгружать транспортное средство.

Максимальная нагрузка зависит от размера воздушного пакета и расстояния между грузами. В зависимости от своего размера воздушные пакеты могут заполнять зазоры до 45 см. Производители предлагают воздушные пакеты различных размеров – от 60×110 до 120×240 см, которые могут быть как одноразовыми, так и многоразовыми (например, Light Re-use). Пакеты производятся трёх типов: тяжёлые (Heavy), средние (Medium), лёгкие (Light). Лёгкие подразделяются на три группы: Light, Light Flex, Light Re-use. Как правило, воздушные пакеты тяжелого типа «Heavy» применяются для закрепления грузов большой массы от продольных перемещений, а воздушные пакеты легкого типа «Light» и «Light Re-use» – от поперечных перемещений груза внутри транспортного средства.

Подбор необходимого типа и размера воздушного пакета производится с помощью таблиц зависимости выдерживаемой нагрузки от величины заполняемого пространства. Причем при выборе типа пакета необходимо учитывать не только выдерживаемую нагрузку и ширину заполняемого воздушным пакетом пространства, но и размер воздушного пакета, который должен быть примерно равным или немного большим площади боковой поверхности грузового места, возле которого он устанавливается.

В таблицах 1–4 приведены зависимости выдерживаемой нагрузки от величины заполняемого пространства (10, 20 и 45 см) для разных типов воздушных пакетов. Предельное рабочее давление составляет: для легких пакетов – 0,1, средних – 0,2, тяжелых – 0,3 бар. Воздушный пакет должен наполняться воздухом до тех пор, пока не будет достигнуто давление, при котором этот пакет гарантированно и неподвижно удержит груз на протяжении его транспортировки. Давление внутри пакета должно быть постоянным в процессе перевозки, и оно в значительной степени зависит от изменения температуры окружающей среды. Если воздух в пакете начинает охлаждаться – давление в пакете будет понижаться. При перевозке грузов в регионы, где температура ниже той, которая существует в месте погрузки, охлаждение воздуха в пакете может привести к ослаблению крепления груза. Использование пневматических пакетов допускается только в крытых вагонах, так как атмосферные явления (такие как осадки или влажность) могут привести к порче или повреждению пакета и, как следствие, к повреждению груза.

Таблица 1 – Параметры пакетов типа *Light* (одноразовый)

Наименование операции	Размер пустот, см	Размер воздушного пакета, см				
		60×110	85×120	100×120	100×185	100×220
Нагрузка, т	10	3,0	5,3	6,5	10,5	12,6
	20	1,3	2,8	3,7	6,4	7,8
	45	*	*	0,4	1,0	1,2

Таблица 2 – Параметры пакетов типа *Light Re-use* (многоразовый)

Наименование операции	Размер пустот, см	Размер воздушного пакета, см				
		60×110	85×120	100×120	100×185	100×220
Нагрузка, т	10	3,5	6,5	7,0	12,0	14,0
	20	1,5	4,0	4,0	7,0	9,0
	45	*	*	0,5	1,2	1,5

Таблица 3 – Параметры пакетов типа *Medium* (многоразовый)

Наименование операции	Размер пустот, см	Размер воздушного пакета, см					
		60×110	85×120	85×185	100×120	100×185	100×220
Нагрузка, т	10	6,0	10,0	16,0	12,0	19,5	23,5
	20	2,5	5,5	10,0	7,0	12,0	15,5
	45	*	*	*	1,0	2,5	3,0

Таблица 4 – Параметры пакетов типа *Heavy* (многоразовый)

Наименование операции	Размер пустот, см	Размер воздушного пакета, см					
		60×110	85×120	85×220	100×140	100×185	100×220
Нагрузка, т	10 см	8,5	13,5	26,0	19,0	26,0	30,5
	20 см	4,0	7,5	15,9	12,0	16,5	20,5
	45 см	*	*	*	2,0	3,5	4,5

\* (для таблиц 1 – 4) Пакет данного размера не применяется

Поскольку в настоящее время отсутствуют нормы для расчета креплений грузов в вагонах с помощью пневмопакетов, то разработаны рекомендации по их выполнению.

В соответствии с Техническими условиями погрузки и крепления грузов в крытом вагоне штучные грузы устанавливаются от торца вагона к междверному пространству плотно, без зазоров. Рекомендуется груз располагать симметрично относительно продольной и поперечной осей вагона. При использовании пневматических пакетов возможно заполнение ими всего свободного пространства для предотвращения как продольных, так и поперечных перемещений. Так, при наличии больших зазоров (в сумме более 200 мм в соответствии с техническими условиями) можно устанавливать воздушные пакеты в свободное пространство между грузом и стенками вагона либо в середине вагона между продольными рядами (рисунок 2). В этом случае необходимо проверять отсутствие на стенах вагона острых предметов или крепежных средств, которые могут повредить оболочку пакета. Расчет сил, действующих на такой пакет в поперечном направлении, целесообразно производить в соответствии с формулами Технических условий погрузки и крепления грузов.

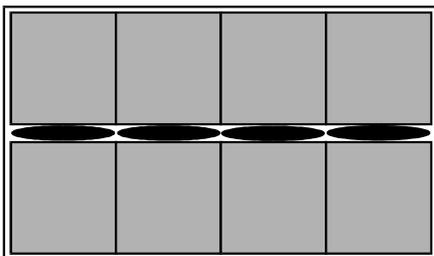


Рисунок 2 – Пример размещения воздушных пакетов в середине вагона между продольными рядами

Продольная инерционная сила

$$F_{пр} = a_{пр} Q_{гр},$$

где  $a_{пр}$  – удельная продольная инерционная сила на 1 т массы груза,  $a_{пр} = 11,76$  кН/т,  $Q_{гр}$  – масса груза, расположенная от места установки пневмопакета до дальней стенки вагона, т.

Поперечная горизонтальная инерционная сила с учетом действия центробежной силы

$$F_{п} = a_{п} Q_{гр},$$

где  $a_{п}$  – удельная поперечная инерционная сила на 1 т массы груза в упаковке,  $a_{п} = 3,23$  кН/т.

Обычно используемые для крепления щиты и распорные бруски необходимо устанавливать в середине вагона, так как динамическая нагрузка от груза в этом случае будет минимальной. Аналогично рекомендуется размещать и воздушные пакеты. При этом на один пакет в продольном направлении будет оказываться давление от половины продольного ряда. Количество пакетов в одном поперечном ряду для предотвращения продольных перемещений груза должно быть равно числу продольных рядов.

При необходимости заполнения зазора более 45 см можно применять сдвоенные воздушные пакеты (рисунок 3). При этом необходимо учитывать, что сдвоенные воздушные пакеты будут выдерживать такую же нагрузку, как и один воздушный пакет.

Также при необходимости зазор, превышающий 45 см, можно разбить на два равных пустых пространства путем перемещения единицы груза и установить в каждое пустое пространство по одному воздушному пакету. Данный способ является предпочтительным. Однако необходимо помнить о том, что динамическая нагрузка будет минимальной в середине транспортного средства. Примеры схем размещения воздушных пакетов приведены на рисунках 3 и 4.

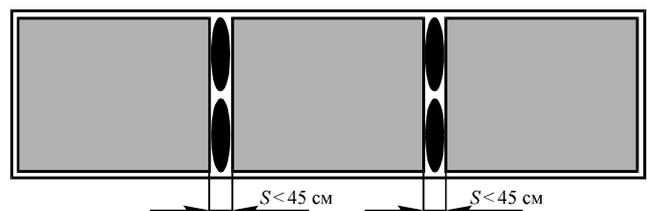


Рисунок 3 – Пример размещения воздушных пакетов при величине зазора между грузом  $S$  более 45 см (воздушные пакеты размещены по одному)

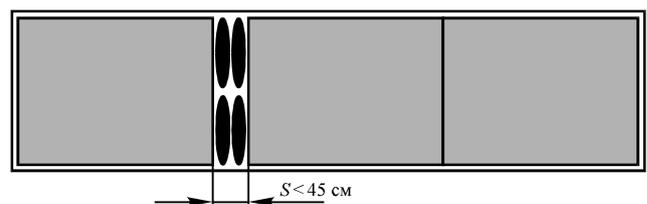


Рисунок 4 – Пример размещения воздушных пакетов при величине зазора между грузом  $S$  более 45 см (воздушные пакеты размещены по два)

В случае, когда в продольном ряду имеется нечетное количество грузовых мест, рекомендуется установить пневматические пакеты до и после центрального грузового места, как это показано на рисунке 5.

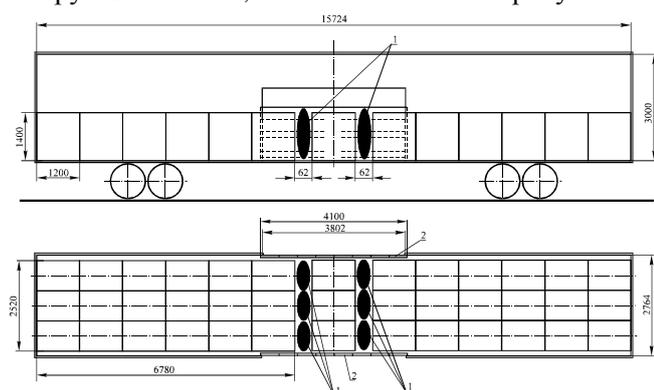


Рисунок 5 – Схема крепления штучного груза в крытом четырехосном вагоне с помощью воздушных пакетов:  
1 – воздушные пакеты типа *Heavy* – 6 шт.; 2 – деревянные щиты 65×1300×2600 – 2 шт. (размеры в мм)

Однако если расчеты показывают, что необходимо устанавливать более двух пакетов в один зазор, то в таком случае необходимо либо отказаться от использования пневмопакетов, либо наряду с пневмопакетами применять обычные средства крепления (деревянные щиты и бруски). В случае, если грузовое место имеет небольшие размеры, необходимое число пакетов для обеспечения крепления груза и установки в зазор в соответствии с расчетом оказывается больше двух, то возможно использование схемы, приведенной на рисунке 3 (вместо одного пакета устанавливаются сдвоенные). Однако нужно учесть, что при этом увеличится нагрузка на одну из пар пакетов.

Ниже приведен пример расчета крепления с помощью пневматических пакетов на основании описанных выше рекомендаций.

Необходимо произвести погрузку 39 коробок со штучным грузом в картонных коробках, установленных на поддонах в четырехосный крытый вагон (11-286, грузоподъемность 67 т, масса тары 27 т, объем кузова 138 м<sup>3</sup>). Масса одного грузового места 1,6 тонны. Размеры одного грузового места (груз вместе с упаковкой и поддоном): длина – 1200, ширина – 840, высота – 1400 мм. Общая масса груза в вагоне равна 39 · 1,6 = 62,4 т.

В соответствии с внутренними размерами вагона и размерами одного грузового места груз размещается в вагоне в 3 продольных и 13 поперечных рядов. Воздушные пакеты планируется размещать в середине вагона между 6-м и 7-м, 7-м и 8-м рядами (см. рисунок 5). Груз располагается симметрично относительно продольной и поперечной осей вагона.

На один пакет, установленный в середине вагона, будет действовать продольная инерционная

Получено 05.03.2009

**O. S. Chaganova.** The analysis of cargo tie-down with air-bags.

There is observed the air-bags application opportunity for cargoes during railway transportation. Advantages of the air-bags use for cargoes tie-down in cars are analyzed. There are described application's features of the different air-bags types. The air-bags tie-down procedure is developed in view of various variants of their accommodation in the railway car. The tie-down selection example with the help of air-bags is resulted.

сила от 7 коробок, определяемая следующим образом:

$$F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} Q_{\text{гр}} = 11,76 \cdot 1,6 \cdot 7 = 13,44 \text{ кН.}$$

Расчет производится для большого количества коробок, установленных от места расположения пакетов до торцевой стены вагона. В соответствии с тем, что поверхность прилегания равна 840×1400 мм, и величина зазора, который надо закрыть, – менее 10 см, то по таблице 4 выбираем один воздушный пакет типа *Heavy* с размерами 100×140 см и нагрузкой на пакет 19,0 т.

Коробки устанавливаются от торца вагона к междверному пространству плотно, без зазоров в продольном и поперечном направлениях. По окончании погрузки устанавливаются воздушные пакеты типа *Heavy* (всего 6 штук в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 5). Дверные проемы закрываются деревянными щитами, чтобы избежать наваливания на двери груза.

Данный вариант с погрузкой 39 коробок описанных габаритных размеров и рассмотренного способа крепления с помощью воздушных пакетов в вагоне грузоподъемностью 67 т возможен только в том случае, если масса одного грузового места не превышает  $67 / 39 = 1,72$  т.

Автором рассмотрена возможность применения пневматических пакетов при перевозке грузов железнодорожным транспортом. Описаны особенности применения воздушных пакетов. Разработана методика расчета схем крепления штучных грузов в крытом вагоне с помощью воздушных пакетов, которая может быть использована для разработки схем креплений ценных грузов. Рассмотрены различные варианты размещения пневматических пакетов в железнодорожном вагоне. Выработаны рекомендации по креплению грузов с помощью пневматических пакетов, на основании которых приведен пример расчета крепления с помощью пакетов.

Таким образом, выполненный анализ показал, что использование пневмопакетов во многих случаях является экономически более выгодным по сравнению с ранее использовавшимися средствами крепления. Установлены области применения пневмопакетов различных типоразмеров.

#### Список литературы

- 1 Технические условия погрузки и крепления грузов. – М.: Транспорт, 1990. – 408 с.
- 2 Коломникова, О. С. (Чаганова О. С.) Обеспечение сохранности транспортируемых штучных грузов при аварийных столкновениях вагонов // Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель: БелГУТ, 2008. – С. 66–67.
- 3 <http://www.bates-cargopak.ru>
- 4 <http://www.trans-sv.ru/services/military>