

## ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

УДК 629.44

*В. И. СЕНЬКО, доктор технических наук; А. Д. ЖЕЛЕЗНЯКОВ, кандидат технических наук; С. М. ВАСИЛЬЕВ, аспирант; Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

### ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ И УСТРОЙСТВА КРЕПЛЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ДЛИННОМЕРНЫХ ГРУЗОВ

Приведен анализ современного состояния проблемы защиты железнодорожных вагонов и грузов от продольных динамических воздействий.

**З**ащита железнодорожных вагонов и грузов при перевозках входит составной частью в исследования продольной динамики вагона и поезда. Основная задача защиты длинномерных и крупногабаритных грузов от динамических воздействий при перевозке состоит в уменьшении ударных нагрузок, передаваемых грузу при соударениях вагонов в процессе сортировочной и маневровой работ. Возникает задача: рассчитать поведение данных систем при движении сцепы в поезде. Решение этой задачи значительно усложняется и требует дополнительных исследований. Ссылаясь на большой объем экспериментов и обследований, ряд авторов показывает, что продольные силы, испытываемые вагоном и грузом, а соответственно, и убытки от повреждений, достигают своих наибольших величин при соударениях. Уменьшение ударных по характеру сил, передаваемых грузу при этом, непосредственно связано с уменьшением динамических воздействий на грузовые вагоны. Решение задачи определения характера и величин действующих на грузы сил и ускорений вызывает необходимость исследования сложных механических систем, включающих в себя вагоны или сцепы вагонов с грузом и взаимодействующие с ними другие единицы подвижного состава (локомотивы, вагоны, группы вагонов).

Хотя вопросы продольной динамики вагона решены достаточно глубоко и на высоком теоретическом уровне, необходимо признать явную недостаточность исследований динамики вагона с грузом, обладающего большей единичной массой. В наибольшей мере это относится к длинномерным и крупногабаритным тяжеловесным грузам, перевозимым на сцепках вагонов. При этом совершенно очевидно, что перевозка длинномерных и крупногабаритных грузов, которые по своим габаритам и массе не могут быть размещены в одном вагоне, а перевозятся на сцепках двух и трех вагонов, связана с определенными трудностями. Они

вызываются взаимодействием груза одновременно с двумя вагонами сцепы. При этом необходимо осуществлять крепление груза, обеспечивающее безопасность движения и равномерную передачу нагрузки на тележки вагонов, возможность поворота груза относительно опорных вагонов в горизонтальной плоскости при прохождении сцепом кривых участков пути и в вертикальной плоскости при прохождении переломов профиля пути и горба сортировочной горки, а также продольную податливость хотя бы одной из опор для компенсации относительных перемещений вагонов сцепы при изменении тяговых и тормозных усилий, передаваемых через автосцепки.

Исследования показывают высокую эффективность применения амортизаторов удара при креплении груза на вагонах. При этом речь идет о качественно отличающихся от ранее применяемых крепежных устройствах, обладающих способностью обеспечивать грузу при ударе возможность перемещения относительно вагона на достаточно большое расстояние. Анализ результатов ударных испытаний указывает на необходимость дополнительных ударопоглощающих устройств для груза. Ход такого устройства должен быть 400...600 мм. Как путь решения этой задачи многие авторы указывают на применение в конструкции кузова вагона подвижной хребтовой балки или грузового настила. Для современных условий характерно увеличение темпов переработки вагонов на сортировочных горках. Серийные межвагонные амортизаторы обеспечивают безопасный уровень ускорения до 2g для крупногабаритных грузов при скорости удара до 5 км/ч, фактически не выполняемой. Применение подвижной хребтовой балки значительно снижает уровень динамического нагружения кузова с грузом. Опыт использования подобного технического решения накоплен за рубежом.

В работах зарубежных авторов не просматриваются достаточно обобщающие исследования по

вопросам крепления длинномерных грузов. Это объясняется тем, что широкое применение вагонов с подвижными хребтовыми балками и менее жесткие условия эксплуатации подвижного состава не вызывают необходимости дополнительного, или индивидуального, амортизирования грузов. Различия в параметрах поглощающих аппаратов межвагонных связей, а также конструктивные отличия вагонов не позволяют перенести результаты зарубежных исследований на наши технические средства. Однако необходимым является вывод из этих работ об эффективности использования длинноходовых амортизаторов груза для снижения передаваемых ему динамических усилий, а также для снижения уровня сил, передаваемых вагону через автосцепку.

Отмечая эффективность использования в конструкции кузова вагона подвижной хребтовой балки или грузового настила, следует отметить высокую стоимость этих мероприятий, которая может достигать, по данным научно-исследовательского института железнодорожного транспорта РФ, 30 % стоимости вагона.

Исходя из необходимости перевозки длинномерных грузов с погрузочной базой (расстоянием между опорами) в среднем от 8–10 до 20–25 м возник вопрос о разработке транспортного средства с расширением функциональных возможностей за счет регулирования его базы. Это позволяет обеспечить наиболее благоприятное восприятие вертикальных и продольных нагрузок рамой вагона и его экипажными тележками. При этом достигается значительное упрощение конструкции и уменьшение собственной массы вагона даже при применении дополнительных съемных устройств продольной амортизации груза.

Предложенное транспортное средство защищено а. с. № 1266776, В60Р3/40. Транспортное средство включает в себя раму, опирающуюся на экипажные тележки посредством пятниковых узлов. На верхней поверхности рамы расположены узлы крепления съемных грузонесущих опор, расположенные в одной поперечной плоскости с пятниковыми узлами. В зоне установки каждой тележки рама имеет дополнительные пятники и дополнительные узлы крепления опор груза. При необходимости перевозки длинномерных грузов с различными опорными базами производится подъем рамы, перемещение тележки до совмещения их подпятников с соответствующими пятниками рамы. Опоры перемещаются на необходимые узлы крепления. При таком размещении груза рама транспортного средства практически не воспринимает вертикальные нагрузки, они передаются через пятниковые узлы непосредственно на тележки.

В Советском Союзе, а затем в СНГ, наряду с исследованиями по использованию подвижных

хребтовых балок и грузовых настилов (рам) для защиты вагонов и грузов от ударных нагрузок производились работы по изучению возможностей применения для этих целей многооборотных устройств крепления грузов. К наиболее эффективным из них следует отнести подвижные опорно-крепежные устройства и турникетно-крепежные устройства, применяемые для крепления груза на одном вагоне и на сцепе из двух или трех вагонов соответственно.

Большинством принципиальных схем ТКУ предусматривается неподвижное (жесткое) крепление длинномерного груза в продольном направлении к одной из опорных платформ и скользящее опирание груза на вторую платформу. Общими недостатками таких схем крепления являются:

- увеличение ударной массы вагона, на котором располагается неподвижная опора груза;
- зависимость силы удара, воспринимаемой грузом от направления распространения ударной волны (со стороны подвижной или неподвижной опоры);
- неравномерное распределение продольной динамической нагрузки между реакциями опор на вагонах сцепа за счет восприятия ее большей части неподвижной опорой.

Стремление снизить уровень динамических воздействий на длинномерный груз и опорные вагоны сцепа при ударном взаимодействии последнего с другими единицами подвижного состава и тем самым повысить сохранность вагонов и грузов привело к созданию так называемых подвижных ТКУ. Использование таких устройств позволяет выполнять обе опоры длинномерного груза на вагоны подвижно-центрируемыми, допускающими более или менее значительный сдвиг груза относительно опорных вагонов в продольном направлении и обеспечивающими последующее его возвращение после удара в первоначальное положение. По сравнению с устройствами, имеющими одну неподвижную опору, подвижные ТКУ позволяют снизить ударные массы вагонов сцепа с грузом, увеличить число подвижных связей, способных поглощать кинетическую энергию движущихся масс при быстром изменении скорости перемещения одной из масс, перераспределять ударную нагрузку между двумя опорами, повысить эффективность поглощения кинетической энергии без увеличения сил взаимодействия между отдельными массами участвующей в ударе механической системы «опорные вагоны – длинномерный груз».

В зависимости от принципа амортизации ударных нагрузок и природы сил, обеспечивающих центрирование длинномерного груза относительно опорных платформ после удара, можно выделить следующие основные виды подвижных ТКУ: упругие, гравитационные и комбинированные (гравитационно-упругие). Такое деление справедливо

и для опорных устройств, используемых для крепления груза на одном вагоне.

В упругих устройствах ударная нагрузка, которая сообщается грузу со стороны опорных вагонов при соударениях сцепа, передается через упругие элементы (пружины или рессоры), обеспечивающие смягчение действия этой нагрузки за счет их упругой деформации и последующее возвращение груза в исходное положение.

В гравитационных устройствах продольные перемещения груза из среднего положения относительно опорных вагонов сцепа сопровождаются кинематически обусловленным повышением его центра тяжести, в результате чего часть кинетической энергии удара переходит в потенциальную энергию подвижного груза, обеспечивающую последующее восстановление первоначального взаиморасположения опорных вагонов и груза после удара. Такой переход осуществляется на достаточно большом пути относительных перемещений, что позволяет уменьшить силы взаимодействия между длинномерным грузом и опорными вагонами (здесь под опорными вагонами понимаются те, которые воспринимают нагрузку от веса груза и передают продольные нагружения в сцепе и в поезде).

Наконец, в комбинированных устройствах сочетаются оба принципа преобразования кинетической энергии удара в потенциальную, приводящие к смягчению ударных нагрузок.

Обзор патентной литературы показывает перспективность этого направления, реализующего для защиты длинномерных и крупногабаритных грузов при перевозках железнодорожным транспортом подвижные крепежные устройства, о чем свидетельствует большое число технических решений в этой области, признаваемых изобретениями.

Большой объем научно-исследовательских и проектных работ, выполненных на кафедре «Вагоны и вагонное хозяйство» Белорусского государственного университета транспорта, позволил внести ряд предложений по разработке опор крепления длинномерных и крупногабаритных грузов на железнодорожных вагонах. Получен ряд авторских свидетельств № 931525, 958174, 965836, 1017542, 1238996, 1238997, 1245462, 1266776, 1299860, 1495172, 1594020, 1556965, 1772015. На устройство крепления получен патент Республики Беларусь № 766, подан ряд заявок.

Получено 07.06.2004

**V. I. Senko, A. D. Geleznyakov, S. M. Vasilyeu.** Mobile structure and strengthening systems for carriage of the long-sized consignments.

The analysis of the present task state of a guard of railway coaches and consignments from longitudinal dynamic effects is given.

Базовым устройством семейства катковых опор можно назвать «Устройство для крепления длинномерных грузов на сцепе железнодорожных платформ» по а. с. № 931525. Суть предложенного заключается в следующем. Груз установлен на сцепе железнодорожных платформ, оборудованных амортизаторами продольных ударов – поглощающими аппаратами, посредством опор. Опора содержит верхнюю балку, опирающуюся через тело качения – каток с ребордами – на нижнюю поворотную балку, соединенную при помощи пятникового узла с рамой платформы. Профили поверхностей верхней и нижней балок имеют переменную кривизну и косую симметрию относительно оси тела качения.

Устройство работает следующим образом. Груз под действием продольных сил смещается относительно платформы совместно с верхними балками на катках без проскальзывания по нижним поворотным балкам. При этом на передней по ходу движения платформе вследствие соответствующим образом подобранной кривизны кососимметричных профилей опорных поверхностей происходит свободное перекачивание груза на катках. На задней по ходу движения платформе смещение груза относительно платформы происходит с появлением упругой силы сопротивления движения катка по криволинейным поверхностям балок с уменьшающимся радиусом кривизны.

Все указанное свидетельствует о несомненном приоритете отечественных разработок устройств продольной амортизации длинномерных грузов при их перевозке на железнодорожных платформах. Спроектированы и рассчитаны конкретные конструкции подобных устройств крепления. Возможность сохранения темпа требует достаточного финансирования НИОКР в этом направлении.

#### Список литературы

- 1 Бабаев А.М., Васильев Е.Б., Гончаренко Е.Г., Шатунов А.В. Расчет прочности платформ от действия ненормированных нагрузок. – Днепропетровск: ДИИТ, 1990. – 13 с.
- 2 Науменко Н.Е., Пискунова Е.В., Хижа И.Ю. Нагруженность вагона и элементов транспортируемого груза при столкновении поездов // Техническая механика: Сб. науч. тр. ИТМ НАНУ. – Киев: Наукова думка. – 1994. – Вып. 3. – С. 72–75.
- 3 Железняков А.Д. Исследование подвижных опор для крепления длинномерных и крупногабаритных грузов на вагонах и сцепах вагонов: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. – Гомель: БИИЖТ, 1993. – С. 31–33.