

УДК 629.4.045:629.463

*С. М. ВАСИЛЬЕВ, А. А. ЖЕЛЕЗНЯКОВ, Л. П. ЦЕЛКОВИКОВА*  
*Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ТУРНИКЕТНО-КРЕПЁЖНЫХ УСТРОЙСТВ С ЦЕЛЬЮ УСТАНОВКИ НА СОВРЕМЕННЫЕ ТИПЫ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ**

Рассматриваются возможности применения упругих, гравитационных и комбинированных турникетно-крепежных устройств для транспортировки длинномерных грузов. Приводятся сведения о современных разработках вагонов с осевой нагрузкой 25 т и современными поглощающими аппаратами повышенной энергоёмкости, а также сочленённых вагонов соединённые между собой шарнирным узлом. Определяются пути совершенствования конструкций турникетно-крепежных устройств с целью более полного использования повышенной вместимости и грузоподъёмности новых моделей вагонов.

**Ключевые слова:** длинномерный груз, турникетно-крепежное устройство, сочленённые вагоны.

Предприятия Республики Беларусь выпускают достаточно широкую номенклатуру длинномерных изделий, которые поставляются заказчикам на сцепе железнодорожных платформ с использованием турникетно-крепежных устройств (ТКУ). В качестве примера можно привести применение ТКУ, предназначенного для перевозок железобетонных центрифугированных опор высоковольтных линий электропередач длиной 22 и 26 метров марок СК 22, СК 26, СЦ и их модификаций по железным дорогам общего пользования колеи 1520 (1524) мм государств СНГ, Латвии, Литвы, Эстонии. Такие крепежные устройства устанавливаются на сцепы вагонов-платформ магистральных железных дорог колеи 1520 мм моделей 13-401, 13-4012, 13-4019, 13-Н451.

Следует отметить, что заводы-изготовители подобного оборудования находились за пределами Республики Беларусь и в настоящее время уже прекратили деятельность, что осложняет эксплуатацию и ремонт с заменой изношенных узлов, а также обновление и пополнение парка ТКУ. Такая ситуация обуславливает необходимость разработки и создания их конструкций на машиностроительных предприятиях нашей страны.

В настоящее время для крепления грузов используются три типа ТКУ: упругие, гравитационные и комбинированные [1, 2].

Упругие устройства обладают одним несомненным достоинством – одноосностью действия. В этом случае продольные нагрузки не сопровождаются возникновением вертикальных или боковых сил значительной величины. Однако существующие конструкции таких устройств, предназначенных

для реализации более или менее значительных перемещений (0,5–1,0 м), чрезвычайно сложны, дороги, громоздки и металлоемки. Аналогичные недостатки в той или иной мере присущи и комбинированным устройствам. Поэтому такие виды устройств широкого распространения не получили [3].

Известна большая группа гравитационных устройств, работоспособность которых обеспечивается за счет использования собственного веса перевозимого груза. Возвращающая сила в таких устройствах образуется за счет повышения уровня центра опирающихся на них масс, обеспечивающегося кинематическим путем при их горизонтальном отклонении из равновесного положения [4–6].

Надежность крепления оценивается с позиций его главного назначения – обеспечения сохранности перевозимого груза и вагонов в течение длительного срока эксплуатации. Общие требования к его применению для крепления длинномерных грузов приведены в Технических условиях [7, с. 70]. Ответственность за своевременный и правильный осмотр, ревизию, ремонт турникетного оборудования несет предприятие-владелец ТКУ.

Для повышения эффективности железнодорожных перевозок происходит разработка новых конструкций железнодорожного подвижного состава. В связи с этим возникает потребность в анализе возможности использования ТКУ на объектах новой техники.

До настоящего времени наибольшее число единиц подвижного состава на железных дорогах колеи 1520 мм составляют вагоны с нагрузкой на ось до 23,5 т. В то же время за рубежом уже около полувека транспортировка грузов осуществляется при большей нагрузке. В настоящее время в Северной Америке основной объем грузовых перевозок осуществляется в вагонах с осевой нагрузкой 32,5 т. В Австралии нормами предусмотрены нагрузки на ось до 40 т. В Бразилии и Китае осевая нагрузка вагонов составляет 30 т [8].

Около 20 лет назад на основе обобщения передового опыта, с учетом достижений науки и техники в странах СНГ началась разработка конструкции инновационных вагонов, которые отличаются повышенной осевой нагрузкой и современными поглощающими аппаратами повышенной энергоемкости. К настоящему времени создано и эксплуатируется значительное число вагонов с осевой нагрузкой 25 т, что стало возможным благодаря разработке новых моделей тележек [9].

Установка существующих ТКУ может быть осуществлена без доработок их конструкций на новые платформы, обладающие той же длиной по осям автосцепок 14620 мм, что и упомянутые ранее модели вагонов 13-401, 13-4012, 13-4019, 13-Н451. К их числу относятся платформы для крупнотоннажных контейнеров моделей 13-6851-01 и 13-6851-05 с грузоподъемностью 80 т; универсальная платформа с металлическими бортами, деревянно-металлическим полом и откидными фитинговыми упорами 13-6851-06, грузоподъемность которой составляет 77,5 т; платформы моделей 13-5191-01 и

13-6852-02, предназначенные для перевозки лесоматериалов, пиломатериалов и труб, характеризующиеся грузоподъемностью 74 т; платформа фитинговая с металлическими бортами для крупнотоннажных контейнеров и колесной техники модель 13-192-02, имеющая грузоподъемность 77 т.

Также не исключается возможность транспортировки длинномерных изделий на удлинённых вагонах, таких как платформа для лесоматериалов модели 13-6923 длиной по осям автосцепок 19540 мм и грузоподъемностью 73,5 т, а также платформах для большегрузных контейнеров моделей 13-6964, 13-6903 грузоподъемностью 74,5 т, обладающих длиной около 25,5 м. В этом случае требуется проведение дополнительного анализа на предмет возможности установки ТКУ.

В настоящее время начато производство полувагонов модели 12-9548 грузоподъемностью до 83 т на тележках 18-6863, обеспечивающих нагрузку на ось 27 т [8, 10]. Ожидается изготовление вагонов-платформ с аналогичной осевой нагрузкой. Кроме того, на Уралвагонзаводе уже разработана для перевозки технологического инструмента вагон-платформа модели 23-5176, предназначенная для транспортировки грузов массой до 110 т при осевой нагрузке 35 т [11]. Таким образом, возникают предпосылки для создания новых ТКУ, обеспечивающих транспортировку на сцепках платформ тяжеловесных длинномерных грузов значительно большей массы по сравнению с современными условиями.

Другое перспективное направление развития вагоностроения связано с созданием новых моделей сочлененных вагонов, рамы которых соединены между собой шарнирным узлом.

Для перевозки крупнотоннажных контейнеров на базе платформ 13-470 была разработана 6-осная вагон-платформа модели 13-470-01 [12]. На рисунке 1 представлен ее чертеж, а в таблице 1 приведены некоторые технические характеристики. Также разработана универсальная вагон-платформа сочлененного типа 13-9994, отличающаяся повышенной осевой нагрузкой 25 т (см. рисунок 2) [13]. В таблице 1 приведены технические характеристики данной модели и модели 13-9994-04, обладающей повышенной грузоподъемностью.

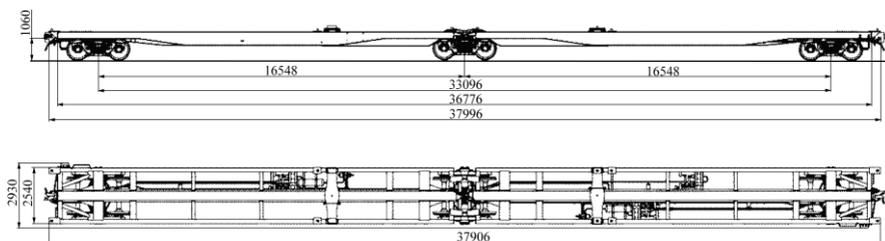


Рисунок 1 – 6-осная вагон-платформа сочлененного типа для перевозки крупнотоннажных контейнеров. Модель 13-470-01

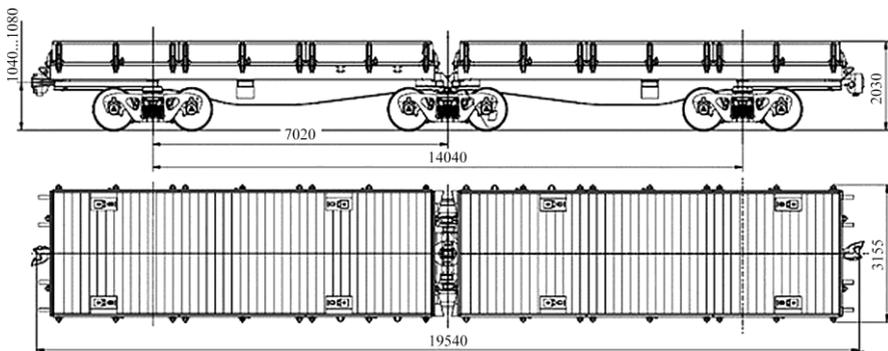


Рисунок 2 – 6-осная универсальная вагон-платформа сочлененного типа 13-9994

Таблица 1 – Технические характеристики вагонов-платформ сочлененного типа

Характеристика	Модель 13-470-01	Модель 13-9994	Модель 13-9994-04
Грузоподъемность, т	87	116	122,5
Масса тары, не более, т	54	34	27,5
Расчетная нагрузка от колёсной пары на рельсы, кН (тс)	230,5 (23,5)	245,25 (25,0)	
Максимальная расчетная статическая погонная нагрузка, кН (тс)	36,4 (3,71)	75,5 (7,7)	
База вагона, мм	33096	14040	
Длина вагона по осям сцепления автосцепок, мм	37996	19540±20	
Габарит по ГОСТ 9238–2013	1-Т	0-ВМ	02-ВМ
Высота до оси сцепления от уровня головок рельс (макс.), мм	1718	1718	
Модель тележки	18-100	18-9855	
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	

Новые модели сочлененных вагонов также могут быть оборудованы ТКУ для перевозки длинномерных грузов [14]. Однако при этом следует выбирать места их расположения на вагоне таким образом, чтобы обеспечить равномерное распределение сил по осям. Наиболее надежными представляются схемы крепления, конструкцией которых предусмотрено саморегулирование сил трения и формы опорных поверхностей при каждом конкретном случае соударения в зависимости от его условий, в частности, от начальной скорости и величин масс груза и вагонов, участвующих в соударении. При реализации на практике такого подхода можно добиться, чтобы при любых условиях соударения рабочий ход устройства использовался полностью, и таким образом ускорение груза при ударе было минимально возможным. Как следствие, такое устройство будет реже выходить из строя.

С учётом ранее выявленных на основе моделирования закономерностей работы гравитационных ТКУ [5] возможны следующие направления совершенствования конструкций данного типа устройств:

– определение и реализация рациональных параметров ТКУ на стадии проектирования с учётом вероятности наступления различных скоростей соударения.

– создание ТКУ, в которых возможно осуществлять регулирование основных параметров в процессе эксплуатации в зависимости от предполагаемых условий перевозки, например, от массы перевозимого груза и ожидаемых на конкретном пути транспортировки груза максимальных скоростей соударения;

– создание устройств, конструкцией которых предусмотрено саморегулирование сил трения и формы опорных поверхностей при каждом конкретном случае в зависимости от условий соударения, в частности, в зависимости от начальной скорости соударения и величины массы груза и вагонов.

Наиболее простыми для реализации и дешёвыми для изготовления и эксплуатации являются ТКУ, конструкция которых соответствует первому из предложенных направлений. Конструкции, соответствующие третьему направлению являются наиболее дорогостоящими в изготовлении, однако обеспечивают наибольшую сохранность груза и подвижного состава.

Таким образом, использование турникетно-крепежных устройств на современных типах вагонов позволит увеличить массу транспортируемого груза и его длину, не повышая повреждаемость грузов и вагонов в процессе перевозки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Размещение и крепление грузов в вагонах : справочник / А. Д. Малов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1980. – 328 с.

2 **Кеглин, Б. Г.** Динамика соударения платформ, нагруженных длинномерными грузами / Б. Г. Кеглин, Е. Ф. Стусь // Труды Брянского института транспортного машиностроения. – 1974. – Вып. 26. – С. 15–19.

3 **Сенько, В. И.** Подвижной состав и устройства крепления для перевозки длинномерных грузов / В. И. Сенько, А. Д. Железняков, С. М. Васильев // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2004. – № 1 (8). – С. 4–6.

4 **Спиридонов, Б. К.** Определение оптимальных характеристик противоударных катковых устройств, используемых для перевозки длинномерных грузов на сцепе платформ / Б. К. Спиридонов, А. Д. Железняков, Л. П. Целковикова // Пути повышения эффективности использования подвижного состава : тез. докл. науч.-техн. конф., г. Гомель, 29–30 нояб. 1983. – Гомель : БелИИЖТ, 1983. – С. 87–88.

5 **Васильев, С. М.** Моделирование соударений вагонов при сухом трении в опорах груза / С. М. Васильев, А. Д. Железняков, Л. П. Целковикова // Наука та прогрес транспорту. – 2016. – № 4 (64). – С. 116–124.

6 **Legeza, V. P.** Application of the theory of roller shock absorbers to the vibroprotection of transport structures / V. P. Legeza // *Strength of Materials*. – 2006. – Vol. 38, Is. 2. – P. 214–219.

7 Технические условия размещения и крепления грузов. Приложение 3 к Соглашению о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС) : по состоянию на 1 июля 2015 г. – Минск : Амалфея, 2015. – 704 с.

8 **Савушкина, Ю. В.** Повышение осевой нагрузки вагона: мировой и российский опыт / Ю. В. Савушкина // *Железные дороги мира*. – 2019. – № 2. – С. 55–59.

9 **Бороненко, Ю. П.** Инновации в тележках грузовых вагонов: реальность и перспективы / Ю. П. Бороненко, Е. А. Рудакова, А. М. Орлова // *Наука и транспорт*. – 2009. – Вып. S. – С. 14–17.

10 **Орлова, А. М.** Совершенствование рессорного подвешивания грузовых вагонов с учетом необходимости снижения воздействия на путь / А. М. Орлова, Е. А. Рудакова, А. В. Гусев // *Известия Петербургского университета путей сообщения*. – 2018. – Т. 15, № 1. – С. 72–81.

11 Вагон-платформа модели 23-5176 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ukbv.ru/ru/kontragentam/documentation/promtransport/2650-23-5176.html>. – Дата доступа : 12.09.2019.

12 **Бороненко, Ю. П.** Выбор конструктивных решений сочлененных грузовых вагонов для колеи 1520 мм / Ю. П. Бороненко, Т. М. Белгородцева, Н. А. Кукушина // *Транспорт Российской Федерации*. – 2013. – № 3 (46). – С. 3–9.

13 Сочлененные вагоны-платформы со съёмными кузовами повысят эффективность перевозок / А. С. Кононенко [и др.] // *Вагоны и вагонное хозяйство*. – 2018. – № 4. – С. 38–42.

14 **Bolotin, V.** Research Note: Special Issues of Overweight and Oversized Freight Transports / V. Bolotin, E. Korovyakovsky, N. Yankovskaya // *Cooperation among Transportation Modes in Northern Europe : Fourth International Railway Logistics Seminar*. – Lappeenranta : Lappeenranta University of Technology, 2008. – P. 221–225.

*S. M. VASILYEU, A. A. ZHELEZNYAKOV, L. P. TSELKOVIKOVA*  
*Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus*

## **IMPROVEMENT OF MOBILE TURNSTILE AND FASTENING DEVICES FOR THEIR PLACEMENT ON THE MODERN TYPES OF CARGO CARS**

The possibilities of using the elastic, gravitational and combined turnstile fastening devices for the long loads transporting are considered. There is presented the current information on modern railway car designs with an axial load of 25 ton-forces and modern absorbing devices of the increased energy intensity, as well as articulated wagons jointed by a hinge node. The ways of improving the design of turnstile fastening devices are determined in order to more fully usage of the increased capacity and carrying capacity of new cars models.

Получено 01.12.2019