

зоне приложение вертикальных сил усиленное поперечное сечение. В нашем случае возможно применение двутавра № 60 переменной высоты по длине. Хребтовая балка у подавляющего большинства конструкций грузовых вагонов выполнена из двух Z-образных профилей № 31, что делает их предпочтительными для применения в нашей конструкции. Для поддержания настила пола необходим набор продольных и поперечных балок. Его оставляем, как у платформы модели 13-401.

Для оценки прочности предлагаемой конструкции была разработана конечно-элементная модель рамы, позволяющая проводить расчеты для любого вида и сочетания эксплуатационных нагрузок. Предварительные расчеты проводились для продольной сжимающей нагрузки ( $T = 2,5 \text{ МН}$ ), которая прикладывалась к задним упорам автосцепного устройства, и для продольной растягивающей ( $T = 2,0 \text{ МН}$ ), приложенной к передним упорам. Одновременно учитывались сила тяжести кузова и груза, а также вертикальные нагрузки, распределенные по боковым балкам (приведены выше). Допускаемые напряжения устанавливались исходя из предела текучести стали 345 МПа.

Выполненные расчеты позволили определить напряжения для конечных элементов конструкции рамы, а также максимальные для каждой конструктивной группы. При всех сочетаниях нагрузок наибольший уровень напряжений наблюдается в элементах хребтовой балки и составляет 89 % от допускаемых. По остальным конструктивным группам расчетные напряжения изменяются в диапазоне от 120 до 223 МПа, что значительно меньше допускаемых напряжений.

По результатам предварительных расчетов предлагаемой конструкции рамы платформы можно констатировать, что конструкция рамы соответствует современным требованиям прочности [1]. При этом масса рамы снижена на 170 кг. Анализируя распределение и уровень напряжений по конструктивным группам рамы, можно осуществлять дальнейшие шаги по снижению массы за счет снижения металлоемкости боковых продольных и основных поперечных балок рамы.

#### Список литературы

1 ГОСТ 33211-2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. – Введ. 01.07.2016. – М. : Стандартинформ, 2016. – 54 с.

УДК 629.463.32

## ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ СКОРОСТНЫХ ПЛАТФОРМ

*А. В. ПИГУНОВ, В. В. ПИГУНОВ, М. А. КАЛАШНИКОВ, А. М. МАКСИМЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Увеличение скорости движения железнодорожного подвижного состава – одна из приоритетных задач, стоящих перед железнодорожным транспортом. Решение данной проблемы позволит повысить конкурентоспособность перевозок по железным дорогам в сравнении с другими видами транспорта. Первостепенной задачей является обеспечение скоростной перевозки контейнеров, в том числе рефрижераторных. Однако серийные модели специализированных платформ для перевозки контейнеров рассчитаны на максимальную скорость 120 км/ч, что не позволяет сократить время перевозки грузов. В настоящее время разработаны опытные образцы платформ для скоростей движения 140 км/ч и более (таблица 1).

Таблица 1 – Основные технические характеристики платформ

Технический параметр, размерность	Модель платформы		
	13-6704	13-6954	–
Число осей, шт.	6	4	6
Конструкционная скорость, км/ч	140	160	140
Максимальная расчетная статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	196,2 (20,0)	147 (15)	196,2 (20,0)
Масса тары платформы, т	45,0	24	30
Грузоподъемность, т	75,0	36	90
Длина рамы, мм	25140	14050	26800
База вагона, мм	19200	8920	22550
Тип устройства сочленения	–	–	SAC-1

Специалистами АО «ВНИКТИ» разработана шестиосная платформа для перевозки крупнотоннажных контейнеров модели 13-6704 [1], основные технические параметры которой приведены в

таблице 1. Отличительной особенностью является применение новых сварных трехосных тележек модели 18-6731. Хребтовая балка сварная замкнутого коробчатого сечения переменной высоты и ширины по длине. Максимальная высота и ширина сечения – в средней части конструкции, далее с обеих сторон имеются зоны перехода, на длине которых сечение балки уменьшается как по высоте, так и по ширине. В концевых частях она постоянного минимального сечения. В нижнем горизонтальном листе в средней части предусмотрены два прямоугольных выреза со скругленными углами. В местах опирания на тележку предусмотрена установка пятников, которые крепятся к нижнему горизонтальному листу при помощи восьми болтов М24. В концевых частях устанавливаются передние и задние упоры автосцепки. Для усиления балки предусмотрена установка поперечных ребер с вырезами. Боковые продольные балки – постоянного на всей длине поперечного сечения в виде сварного двутавра. В местах установки фитинговых упоров устанавливаются усиления, представляющие собой вертикально расположенные швеллеры, ограниченные верхним и нижним горизонтальными листами. В местах опирания на тележку установлены четыре вкладыша для установки боковых опор. На боковых балках платформы установлены цапфы для подъема рамы платформы кранами. Под цапфами расположены планки с поверхностью, препятствующей скольжению головок домкратов. Между собой продольные боковые балки и хребтовая соединяются в единую несущую конструкцию при помощи двух концевых балок и набора сварных поперечных. Сверху конструкция рамы усилена стальным листом с вырезами, расположенными между балками со скругленными углами. Для закрепления контейнеров на раме предусмотрена установка 20 откидных и 4 стационарных опор под фитинги, препятствующих продольному и поперечному перемещению контейнеров максимальной массы до 42 тонн, а для исключения вертикальных перемещений напротив каждого упора размещено устройство фиксации контейнера (24 шт.).

Также специалистами АО «ВНИКТИ» и ООО «КТС» разработана конструкция четырехосной платформы для перевозки контейнеров модели 13-6954 со скоростью до 160 км/ч в составе скоростного контейнерного поезда из 24–30 платформ постоянного формирования [2]. В качестве ходовых частей применяются тележки модели 18-6960 с двухступенчатым рессорным подвешиванием. Это модернизированная тележка для прицепных вагонов электропоездов ЭД4 и ЭД9.

Рама платформы является сварной несущей конструкцией с размерами позволяющим размещать контейнеры длиной 40 или 45 футов. Она включает в себя хребтовую балку, выполненную из двух Z-образных профилей, усиленных верхним горизонтальным листом и двумя вертикальными соединяющими нижние горизонтальные полки зета с верхним листом. Каждую из концевых частей рамы образуют концевая, промежуточная и шкворневая балки, объединенные в единую несущую систему отрезками боковых продольных балок, переходящих в раскосы. Раскосы и боковые балки выполнены из трубы квадратного сечения. Напротив упоров фитингов располагаются поворотные фиксаторы для дополнительного закрепления контейнера от перемещений в вертикальном направлении.

Сотрудниками кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ПГУПС выполнен комплекс проектно-конструкторских работ в направлении разработки конструкции сочлененной шестиосной платформы для перевозки контейнеров для скорости движения 140 км/ч [3]. Конструкция платформы включает в себя две рамы с фитинговыми упорами, соединенными между собой узлом сочленения SAC-1. В качестве ходовых частей предусматривается установка специально разработанной скоростной трехэлементной тележки модели 18-9890 [4].

Каждая рама состоит из двух боковых, хребтовой, концевой, шкворневой и набора промежуточных поперечных балок. К концевым частям рам привариваются полурамы. Полурамы состоят из отрезка хребтовой балки и поперечных балок. В хребтовую балку полурамы одной секции кузова установлена пятниковая часть устройства сочленения, а в хребтовую балку полурамы другой секции установлена поводковая часть устройства сочленения.

Из описанных выше конструкций скоростных платформ наиболее предпочтительной по своим технико-экономическим параметрам является конструкция шестиосной платформы сочлененного типа. Она имеет наибольшую грузоподъемность и наименьшую массу тары и устанавливается на трехэлементные тележки. Для эксплуатации со скоростью свыше 140 км/ч существует одна модель платформы на тележках с двухступенчатым рессорным подвешиванием.

#### Список литературы

- 1 Вагон-платформа, модель 13-6704. Руководство по эксплуатации 6704.00.00.000 РЭ. – ВНИКТИ, 2022. – 105 с.
- 2 Скоростная платформа для перевозки контейнеров / В. А. Никонов, Ю. В. Мещерин, М. А. Кимасов [и др.] // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2017. – № 2 (50). – С. 25–27.

3 **Кожокар, К. В.** Особенности разработки скоростного сочлененного вагона-платформы для перевозки контейнеров / К. В. Кожокар // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – № 3 (46). – С. 21–24.

4 **Турутин, И. В.** Конструкция тележек моделей 18-9889 и 18-9890 для инновационных четырех- и шестиосных грузовых вагонов / И. В. Турутин, Е. А. Рудакова // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – № 3 (46). – С. 10–12.

УДК 629.4.027.2:629.46

## ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТРЕХЭЛЕМЕНТНЫХ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

*В. В. ПИГУНОВ, А. В. ПИГУНОВ, О. В. КАЛЮКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Тележки являются наиболее важными составными частями вагонов с точки зрения безопасности, комфорта скорости и во многом определяют их технический уровень и надежность. Конструкция тележек и определяет, в первую очередь, надежность вагонов, поэтому конструкторы и вагоностроители работают над созданием конструкций тележек для вагонов нового поколения, отвечающих новым и перспективным требованиям эксплуатации.

Разработка тележек грузовых вагонов нового поколения ведется с учетом основных тенденций мирового вагоностроения – увеличение осевых нагрузок, повышение надежности и межремонтных пробегов вагонов. Конструкции перспективных тележек должны обеспечивать межремонтный пробег не менее 1 млн км или безремонтный срок службы 8 лет.

Тележки грузовых вагонов нового поколения подразделяют на пять типов в зависимости от значения осевой нагрузки и конструкционной скорости (таблица 1) [1].

Таблица 1 – Классификация тележек грузовых вагонов

Тип тележки	Максимальная расчетная статическая осевая нагрузка, кН (тс)	Конструкционная скорость, км/ч	Диаметр подпятника, мм
1	196 (20)	140	280
2	230,5 (23,5)	120	300
3	245 (25)	120	350
4	265 (27)	100	380
5	294 (30)	90	400

Тележки типа 1 предусмотрены для перспективных вагонов с осевой нагрузкой 20 тс, обеспечивающих ускоренную перевозку грузов; типа 2 – для вагонов эксплуатационного парка с осевой нагрузкой 23,5 тс; типов 3–5 – для перспективных вагонов с повышенными осевыми нагрузками 25, 27 и 30 тс.

Как следует из таблицы 1, для каждого типа тележки (каждой осевой нагрузки) используется свое значение диаметра подпятника. Это позволяет исключить возможность подкатки тележек с меньшей осевой нагрузкой под кузова вагонов с большей осевой нагрузкой, а следовательно, не допустить нарушения прочности тележки [2].

Наиболее распространенными тележками в вагонном грузовом парке являются двухосные тележки, которые конструктивно представляют собой трехэлементные тележки [1], несущая конструкция которых состоит из трех элементов: адрессорной балки и двух боковых рам, опирающихся на колесные пары.

### Новые и перспективные тележки грузовых вагонов с осевой нагрузкой 23,5 тс.

Основными конструктивными особенностями новых и перспективных тележек с осевой нагрузкой 23,5 тс являются:

- новая схема опирания кузова на тележку – через пятник-подпятник и упругие боковые скользуны постоянного контакта;
- защита пар трения от износа с помощью съемных износостойких элементов;
- увеличенная гибкость рессорного подвешивания для груженого режима;
- использование колесных пар с колесами повышенного качества и твердости.

Это обязательные требования ко всем тележкам грузовых вагонов нового поколения.

Боковые скользуны постоянного контакта, в отличие от скользунов зазорного типа (бесконтактных), обеспечивают гашение колебаний боковой качки и виляния тележки относительно кузова.