

УДК 629.4.045

Инновационная технология перевозок как инструмент расширения возможностей использования фитинговых платформ для перевозки рельсов и длинномерного проката

А. С. Кононенко¹, С. В. Мозгрин², А. А. Присмотрова¹, А. Х. Юлдашев¹

¹ООО «ВНИЦТТ», Российская Федерация, 197046, Санкт-Петербург, Петроградская наб., 22, лит. А

²АО «РЖД Логистика», Российская Федерация, 107078, Москва, ул. Маши Порываевой, 34

Для цитирования: Кононенко А. С., Мозгрин С. В., Присмотрова А. А., Юлдашев А. Х. Инновационная технология перевозок как инструмент расширения возможностей использования фитинговых платформ для перевозки рельсов и длинномерного проката // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2025. — Т. 22. — Вып. 2. — С. 329–340. DOI: 10.20295/1815-588X-2025-2-329-340

Аннотация

Цель: На основе обзора существующих способов перевозки рельсов провести анализ, выявить достоинства и недостатки, определить наиболее перспективный способ перевозки для дальнейшей разработки. Показать возможность применения существующих фитинговых платформ без модернизации с увеличением их функционального назначения. Провести разработку, включая расчеты и испытания, многооборотного комплекта крепления (далее — МКК) рельсов на серийной фитинговой платформе модели 13-6903. Обеспечить надежное крепление груза при условии нагружения рамы и фитинговых упоров от рельсов, загруженных с применением МКК, не больше, чем от контейнеров. **Методы:** Разработка и испытания МКК и платформы в соответствии с ГОСТ 33211—2014, Техническими условиями размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах № ЦМ-943, Техническими условиями размещения и крепления грузов (приложение 3 к СМГС). **Результаты:** Выбран и обоснован перспективный способ перевозки рельсов длиной 25 м, не требующий применения специального подвижного состава. Проведена разработка МКК, по результатам испытаний и опытной перевозки подтверждены его основные показатели: реализована возможность применения фитинговой платформы для перевозки рельсов, обеспечена надежность крепления груза и безопасность перевозки, исключено применение одноразовых реквизитов крепления, реализована возможность перемещения порожнего МКК любым видом транспорта, удобство компактного складирования и хранения, обеспечена простота конструкции (без применения технически сложных и дорогостоящих элементов), взаимозаменяемость элементов МКК, легкость ремонта и замены отдельных составных частей. **Практическая значимость:** Применение МКК позволяет вывести на качественно новый уровень услугу по транспортировке 25-метровых рельсов и длинномерного проката.

Ключевые слова: Перевозка рельсов, многооборотный комплект крепления, МКК, фитинговая платформа, платформа для контейнеров.

На сети железных дорог в связи с проектами строительства и модернизации инфраструктуры существует высокая потребность в перевозке рельсов длиной 12,5 и 25 м, а также длинномерного металлопроката по железным дорогам. В статье проработана идея о новом способе

перевозки рельсов и длинномерного проката, предложенная АО «РЖД Логистика» [1], по применению многооборотного комплекта крепления, установленного на серийно выпускаемом контейнерном вагоне-платформе модели 13-6903 [2].

1. Обзор и технический анализ способов перевозки длинномерных грузов

На первом этапе работы был выполнен обзор и сравнительный технический анализ известных и реализованных, а также предложенного АО «РЖД Логистика», способов перевозки рельсов. На основе обзора проведена оценка актуальности применения МКК на грузовом железнодорожном подвижном составе. Существующие

способы перевозки рельсов, а также их положительные и отрицательные эффекты отражены в табл. 1.

Из представленного обзора способов перевозки рельсов разной номинальной длины следует, что рельсы длиной 12,5 м можно перевозить автомобильным или железнодорожным транспортом в зависимости от объема и расстояния перевозки, а также сезона, состояния

Таблица 1. Оценка актуальности применения МКК на грузовом железнодорожном подвижном составе

Показатели перевозки и факторы, влияющие на перевозку рельсов	Эффективность способов перевозки рельсов различной длины, м								
	Автотранспорт (тралы, телескопические тралы)		Ж/д транспорт						
			Полувагон		Вагон-платформа универсальный		Вагон-платформа универсальный в сцепе из двух и более вагонов с МКК		Вагон-платформа (длиннобазный) для контейнеров одиночный с МКК
	12,5	25	12,5	12,5	25	25–100	25	25	25–100
Возможность перевозки рельсов	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Возможность перевозки сверхдлинномерных грузов*						+			+
Грузоподъемность**, т, не более	40	120	75	77,5	97,5	389	68,3	120	234
Мобильность	+	+	–	–	–	–	–	–	–
Скорость доставки	+	+	–	–	–	–	–	–	–
Сохранность груза	–	–	+	+	+	+	+	+	+
Зависимость от погодных условий	–	–	+	+	+	+	+	+	+
Стоимость перевозки на малых плечах	+	–	+	–	–	–	–	–	–
Стоимость перевозки на больших плечах	–	–	+	+	+	+	+	+	+
Зависимость стоимости перевозок от сезона	–	–	+	+	+	+	+	+	+
Влияние ж/д тарифа на стоимость перевозки			+	+	–	–	+	–	–
Потребность в одноразовых реквизитах крепления (растяжки, прокладки, увязки, бруски и т. д.)	–	–	–	–	+	+	+	+	+
Плохое состояние автодорог и отсутствие автодорог	–	–							
	Н	Н							
Разрешение на перевозку негабаритного груза		–							

* Длина свыше 25 м.

** Масса груза без учета МКК.

Примечания:

+ — положительный эффект.

– — отрицательный эффект.

Н — применение невозможно.

Таблица 2. Типы перевозимых рельсов с применением МКК

Тип перевозимых рельсов***	Показатели		
	Количество рельсов на вагоне с МКК, шт.	Масса погонная рельса, кг/м	Расчетная загрузка без учета массы тары МКК** (при длине рельса 25 м), т
РП 65 ГОСТ Р 51045 [4], Р65 ГОСТ Р 51685 [5]	42	64,88	68,12
Р65К ГОСТ Р 51685 [6]*		64,67	67,90
РП60Е1 ГОСТ Р 51045, 60Е1 EN 13674-1 [7]		60,21	63,22
60Е2 EN 13674-1		60,03	63,03

* Тип рельсов по ранее выпущенному стандарту.

** Максимальная масса тары МКК составляет 6,2 т.

*** К перевозке допускается другой длинномерный металлопрокат с поперечным сечением, симметричным относительно вертикальной оси профиля, имеющим характеристики, сопоставимые с характеристиками сечения рельсов, а также длиной 25 м с максимальной загрузкой вагона 68,3 т.

дорог и срочности. Для рельсов длиной 25 м наиболее предпочтительным способом является перевозка на длиннобазной платформе, в первую очередь в связи с более надежным креплением груза и отсутствием необходимости применения сложной технологии погрузки с использованием одноразовых реквизитов крепления [3].

Наиболее массовой длиннобазной платформой длиной 80 футов, с осевой нагрузкой 25 тс и увеличенной грузоподъемностью на сети является платформа модели 13-6903. Грузоподъемность вагонов-платформ составляет 74,5 т, (это до 6 т больше, чем у аналогов с осевой нагрузкой 23,5 тс, что позволяет дополнительно перевезти до четырех 25-метровых рельсов), а их парк на начало 2025 года составляет более 4300 вагонов. Платформа предназначена для перевозки крупнотоннажных контейнеров, и применение МКК позволяет расширить номенклатуру перевозимых грузов, дополняя, но не ограничивая его функциональное назначение. Типы перевозимых рельсов на вагоне с применением МКК приведены в табл. 2.

Таким образом, платформа 13-6903 с использованием МКК при максимальной загрузке позволяет осуществить перевозку 42 рельсов длиной 25 м, что обеспечивает общую длину нити 1050 м, или 525 м пути.

2. Особенности конструкции

МКК имеет быстросъемную конструкцию без применения сварки, болтовых соединений, увязочных и тому подобных средств для крепления к вагону. Фиксация МКК на вагоне производится за счет взаимодействия штатных фитинговых упоров, которыми оборудован вагон, с элементами МКК. Таким образом, удержание МКК осуществляется только весом груза, аналогично контейнерам.

Общий вид вагона, загруженного рельсами с применением МКК, показан на рис. 1. Состав промежуточной и концевой секций показан на рис. 2. Общий вид изготовленного опытного образца концевой секции показан на рис. 3.

МКК состоит из двух концевых и трех промежуточных секций, каждая из которых состоит из нижней балки, двух промежуточных балок, верхней балки и болтов. Концевая секция отличается наличием на нижних балках дополнительных опор, которые компенсируют разницу высот верха боковой балки и углового фитингового упора, обеспечивая устойчивое положение нижних балок (промежуточные секции нижними балками опираются полностью на двойные фитинговые упоры).

МКК позволяет разместить 42 рельса, как видно из рис. 1, в три яруса (по 14 шт. в одном ярусе).



Рис. 1. Общий вид вагона с установленным МКК и рельсами

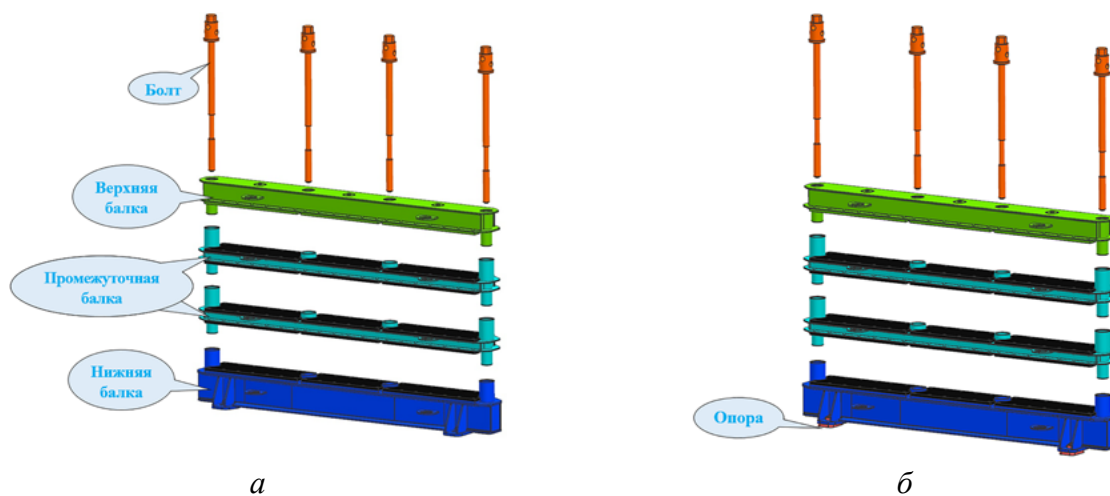


Рис. 2. Состав секции МКК:
а — промежуточная секция, *б* — концевая секция



Рис. 3. Общий вид опытного образца концевой секции

Погрузка осуществляется поярусно, начиная с установки нижних балок на вагон с последующей укладкой каждого яруса груза и балок между ними. Для обеспечения сохранности груза и надежного удержания на вагоне в конструкции каждой секции предусмотрены фрикционные пластины, изготовленные из резины. Специальные болты после завершения погрузки сквозь отверстия в балках каждой секции вкручиваются в гайки, закрепленные в нижних балках, и затягиваются определенным моментом. Таким образом, за счет силы сжатия болтов и упругих свойств резины компенсируется разность по высоте рельсов одного яруса (до 3 мм), что обеспечивает фиксацию каждого рельса. Кроме этого, резиновые пластины легко демонтируются для замены, а также обладают более стабильными и предсказуемыми характеристиками при различных погодных условиях (по сравнению, например, с древесиной).

Для облегчения работ и исключения возможных ошибок при погрузке по краям балок предусмотрены направляющие ограничители в виде труб разного диаметра, которые при установке заходят друг в друга и обеспечивают правильное расположение балок. В средней части балок для обеспечения правильной укладки груза также предусмотрены специальные ограничители.

Таким образом, разработанное МКК обладает следующими преимуществами:

- отсутствие вмешательства в конструкцию серийного вагона;
- воздействие от МКК с грузом на вагон не превышает воздействия от контейнеров всех типов, разрешенных к перевозке на вагоне;
- обеспечение прочности и безопасности использования МКК на всех этапах эксплуатации;
- удобство использования, обслуживания и ремонтпригодность МКК, обеспечение механизации и автоматизации погрузки/разгрузки;
- обеспечение надежной фиксации груза на вагоне без использования дополнительных средств крепления и увязки.

3. Расчетная проверка

На первом этапе расчетными методами выполнена проверка МКК и рамы платформы на воздействие полного спектра сил, возникающего при различных режимах нагружения во время движения в составе поезда и проведения погрузо-разгрузочных работ.

При разработке МКК расчетная часть включала в себя:

- оценку воздействия МКК на раму вагона;
- расчет прочности МКК;
- расчет усилия затяжки болтов, обеспечивающих надежное удержание и безопасную перевозку рельсов.

3.1. Оценка воздействия МКК на раму вагона

В рамках оценки воздействия МКК на вагон определялись изгибающие моменты в характерных сечениях рамы вагона от воздействия МКК с рельсами и сравнение их с изгибающими моментами от воздействия контейнеров, загруженных по наиболее неблагоприятным с точки зрения сопротивления усталости схемам.

Для расчета изгибающих моментов рама вагона рассматривалась как балка на двух опорах. Для оценки максимальных моментов были выбраны характерные сечения рамы вагона, соответствующие сечениям по осям пятников (шкворневые сечения) и местам опирания на фитинговые упоры.

Расположение характерных сечений рамы вагона представлено на рис. 4.

Расчет изгибающих моментов производился для следующих схем загрузки контейнерами:

- загрузка двумя контейнерами типа 1ААА, 1АА. 1А массой 37 т каждый (Схема А);
- загрузка четырьмя контейнерами 1СС или 1С, два контейнера массой 25,25 т каждый установлены в консольных частях вагона, два контейнера массой 12 т каждый — в центральной части (Схема Б);

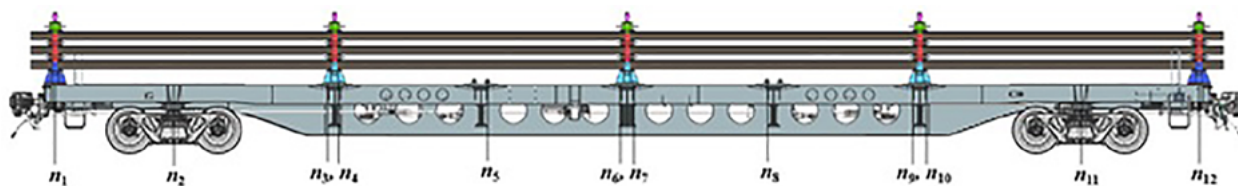


Рис. 4. Расположение характерных сечений рамы вагона

- загрузка тремя контейнерами 1СС или 1С, два контейнера массой 36 т каждый установлены в консольных частях вагона, один контейнер массой 2,5 т — в центральной части (Схема В);
- загрузка четырьмя контейнерами 1СС или 1С массой 16,625 т каждый (Схема Г).

С учетом симметричности конструкции и прикладываемых нагрузок относительно поперечной оси вагона, изгибающий момент в произвольном сечении рамы n_i в общем случае можно определить по формуле:

$$M_{ni} = \sum M_j, \quad (1)$$

где M_j — изгибающий момент в сечении n_i от соответствующей нагрузки, определяемый по формуле:

$$M_j = \begin{cases} 0, & \text{если } L_j \geq l_{ni} \\ N_j (l_{ni} - L_j), & \text{если } L_j < l_{ni} \end{cases}, \quad (2)$$

где L_j — расстояние от первого сечения до места приложения соответствующей нагрузки;
 l_{ni} — расстояние от первого сечения до рассматриваемого сечения n_i ;

N_j — вертикальные нагрузки (с учетом направления действия) от веса груза, действующие на раму вагона.

В качестве таких нагрузок рассматриваются:

- R — реакция в пятнике;
- N — нагрузка от веса груза.

Реакция в пятнике для любой из групп схем загрузок определяется по формуле:

$$R = \frac{mg}{2}, \quad (3)$$

где m — масса перевозимого груза (включая массу МКК) в соответствии со схемой загрузки;
 g — ускорение свободного падения

Нагрузка от действия груза при перевозке контейнеров определяется по формуле:

$$N_j = \frac{m_k g}{2}, \quad (4)$$

где m_k — масса контейнера.

При определении изгибающих моментов от действия МКК с грузом к раме вагона прикладывались сосредоточенные нагрузки в местах расположения фитинговых упоров.

В результате расчетов были получены значения изгибающих моментов для характерных сечений рамы вагона и построены эпюры изгибающих моментов для рассматриваемых схем загрузки (см. рис. 5). С целью максимально равномерного распределения нагрузки схема загрузки рельсов с применением МКК подобрана таким образом, чтобы расположение секций МКК и опирание груза соответствовало расположению фитингов контейнеров длиной 20 футов.

На рис. 5 видно, что воздействие рельсов с МКК на раму платформы не превышает воздействия контейнеров. Таким образом, конструкция платформы не требует усиления для обеспечения перевозки рельсов с применением МКК.

3.2. Расчет усилия затяжки болтов

Для предотвращения смещения рельсов относительно МКК при соударениях вагонов или резком торможении требуется обеспечить достаточное прожатие резиновых пластин для компенсации разности высот рельсов (рельсы могут

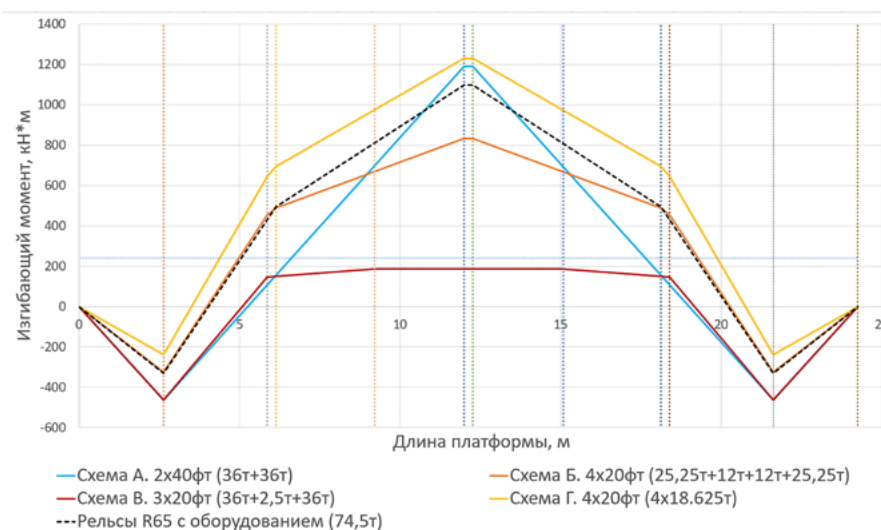


Рис. 5. Эпюры изгибающих моментов

иметь разную высоту как в пределах допусков при изготовлении, так и вследствие износа в эксплуатации) и достаточную силу трения для удержания каждого рельса, о чем говорилось ранее.

По результатам расчета минимального общего усилия затяжки болтов выбиралось их количество для каждой секции, диаметр, шаг резьбы и момент затяжки. Усилие затяжки болтов далее использовалось для расчета прочности элементов МКК.

3.3. Расчет прочности

Расчет прочности элементов МКК проводился для двух наиболее критичных (с точки зрения величин возникающих напряжений) расчетных случаев:

1. На МКК действуют силы собственного веса, веса рельсов и силы затяжки болтов.
2. МКК подвергается действию ударных нагрузок в автосцепку вагона.

На рис. 6 представлена расчетная модель с сеткой конечных элементов секции комплекта и основными силами, действующими при соударении (силы трения, реакции опор рельсов в местах контакта с балками и т. п. не показаны). Между рельсами и резиновыми пластинами заданы условия контактного взаимодействия.

Болты, стягивающие секцию, смоделированы при помощи стержневых элементов.

Допускаемые напряжения для стальных элементов МКК определены согласно ГОСТ 33211 [8] и равны 195 МПа для первого расчетного случая и 325 МПа для второго расчетного случая. Напряжения в стальных элементах и резиновых пластинах в пределах допускаемых значений (рис. 7).

Наиболее нагруженной по второму расчетному случаю является нижняя балка, которая кроме инерционных нагрузок от рельсов при соударении одновременно воспринимает вес груза с учетом дополнительной вертикальной силы от «клевка», возникающего при соударении (рис. 7).

Результаты расчетов прочности подтверждают, что напряжения в элементах МКК не превышают допускаемые значения.

4. Испытания

Для допуска МКК к эксплуатации совместно с вагоном необходимо было подтвердить его соответствие требованиям ГОСТ 33211—2014 [8], технических условий [9] и [10] в части своего функционального назначения. Для подтверждения был проведен целый комплекс испытаний МКК, который включал в себя:

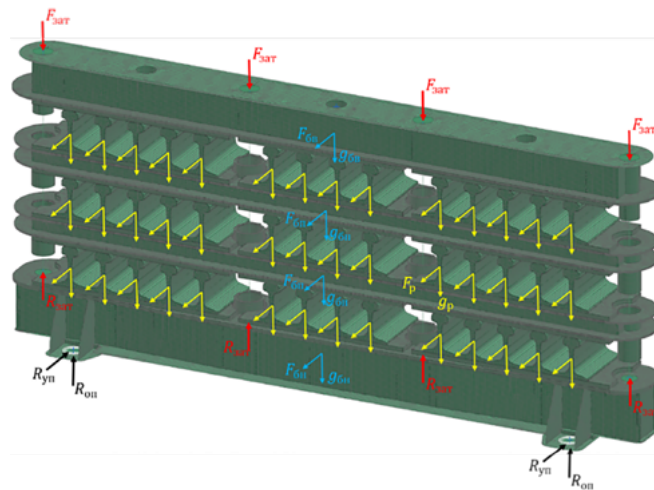


Рис. 6. Общий вид расчетной модели с сеткой конечных элементов и основными силами, действующими при соударении: $F_{\text{зат}}$ — сила затяжки болта, $F_{\text{бв}}$ — сила инерции балки верхней, $F_{\text{бп}}$ — сила инерции балки промежуточной, $F_{\text{бн}}$ — сила инерции балки нижней, $F_{\text{р}}$ — сила инерции рельса, $g_{\text{бв}}$ — ускорение свободного падения балки верхней, $g_{\text{бп}}$ — ускорение свободного падения балки промежуточной, $g_{\text{бн}}$ — ускорение свободного падения балки нижней, $g_{\text{р}}$ — ускорение свободного падения рельса, $R_{\text{зат}}$ — реакция от затяжки болта, $R_{\text{уп}}$ — реакция упорная от взаимодействия с фитинговым упором, $R_{\text{оп}}$ — реакция опоры

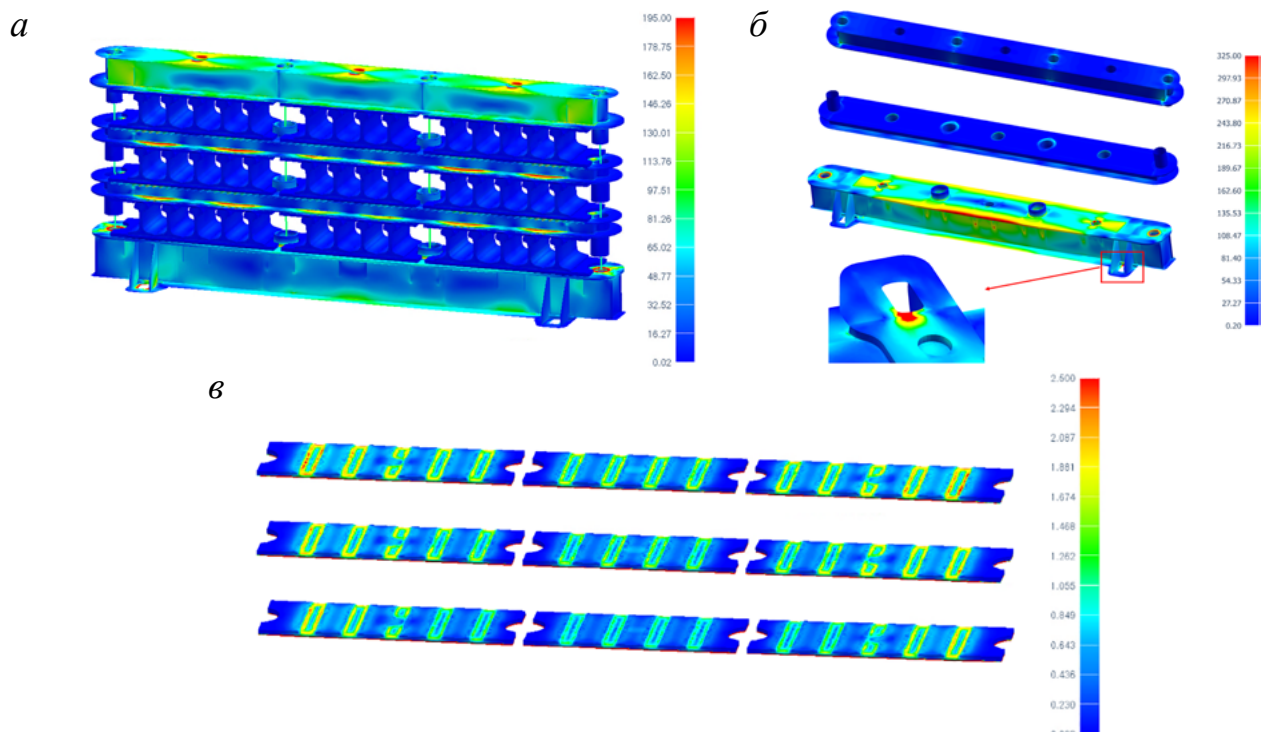


Рис. 7. Распределение эквивалентных напряжений в элементах МКК, МПа: *а* — напряжения от действия собственного веса, веса груза с учетом коэффициента вертикальной динамики и усилия затяжки болтов; *б* — напряжения от действия сил при соударении вагона с МКК и рельсами; *в* — напряжения в резиновых пластинах



Рис. 8. Функциональные и статические испытания на прочность

– испытания по определению габаритных и присоединительных размеров МКК (испытания проводились без вагона и груза);

- статические испытания на прочность;
- испытания на прочность при соударении;
- функциональные испытания.

При статических испытаниях на прочность использовался вагон-платформа модели 13-6903, загруженный испытуемым МКК и рельсами типа Р65 длиной 25 м (42 шт.), при этом масса брутто вагона составила 99,5 т. При испытаниях была проведена экспериментальная проверка прочности и устойчивости металлоконструкции МКК и отдельных его элементов при действии статических нагрузок, предусмотренных ГОСТ 33211—2014 [8]. Совместно со статическими испытаниями на прочность были проведены функциональные испытания (см. рис. 8), при которых проводилась проверка установки нижних балок на вагон (в части взаимодействия с фитинговыми упорами), проверка удобства и безопасности проведения работ при погрузке и разгрузке рельсов, закрепление груза при помощи болтов.

При испытаниях на прочность при соударении также использовался вагон, загруженный испытуемым МКК и рельсами, с массой брутто 99,5 т. При испытаниях была проведена экспериментальная проверка прочности и устойчивости металлоконструкции МКК и отдельных его элементов при действии динамических нагрузок от соударения, предусмотренных

ГОСТ 33211—2014 [8]. Соударения производились по двум схемам. Первая схема была реализована путем накатывания вагона-бойка на вагон с испытуемым МКК и рельсами, находившийся в сцепе с вагоном-подпором, который, в свою очередь, был сцеплен с подпором (представляет собой железобетонный блок, оборудованный автосцепным устройством). Вторая схема была реализована путем накатывания вагона-бойка в свободностоящий вагон с испытуемым МКК с последующим накатом в вагон-подпор, сцепленный с подпором.

Согласно полученным положительным результатам по итогу проведенного комплекса испытаний, МКК подтвердил свое функциональное назначение согласно требованиям нормативных документов.

Дополнительно совместно с испытаниями МКК был проведен комплекс испытаний и самой платформы для подтверждения возможности расширения номенклатуры перевозимых грузов. В связи с тем, что конструкция серийного вагона для применения МКК не изменяется, для подтверждения прочности был предусмотрен следующий объем испытаний:

- испытания по оценке возможности прохождения кривых малого радиуса (так как груз выступает за лобовые листы рамы вагона);
- статические испытания на прочность;
- испытания на прочность при соударении.

В ходе испытаний вагона были получены положительные результаты, которые подтвер-



Рис. 9. Соударение платформы с испытуемым МКК и рельсами при испытаниях проверки надежности размещения и крепления груза

дили прочностные характеристики и безопасность конструкции.

Кроме вышеописанного комплекса испытаний МКК и вагона была проведена проверка надежности размещения и крепления груза в соответствии с требованиями технических условий [9] и [10]. В рамках данной проверки проведена серия соударений, при которых вагон с испытуемым МКК и рельсами накатывался на «стенку» в виде груженных вагонов (см. рис. 9). При испытаниях фиксировались скорость накатывания вагона с испытуемым МКК, а также изменение положения груза с помощью нанесенных на него меток.

На завершающем этапе комплекса испытаний проведена опытная перевозка по сети железных дорог вагона-платформы модели 13-6903, загруженного рельсами с применением МКК по проекту местных технических условий. По результатам перевозки подтверждена надежность нового способа размещения и крепления груза и утвержден проект местных технических условий согласно требованиям [9] и [10].

Заключение

Проведенные испытания и результаты опытной перевозки подтвердили основные показатели разработанного комплекта крепления:

- обеспечена возможность применения для перевозки рельсов обычной контейнерной платформы;
- упрощено проведение погрузо-разгрузочных операций;
- увеличена надежность крепления груза и безопасность перевозки;
- исключено применение одноразовых реквизитов крепления;
- обеспечена возможность перемещения порожнего МКК любым видом транспорта, а также удобство компактного складирования и хранения;
- обеспечена простота конструкции (без применения технически сложных и дорогостоящих элементов);
- обеспечена взаимозаменяемость элементов МКК, легкость ремонта и замены отдельных составных частей.

Применение МКК позволяет вывести на качественно новый уровень услугу по транспортировке 25-метровых рельсов и длинномерного проката.

Список источников

1. Патент RU 2828628 Российская Федерация. Многооборотный комплект крепления для перевозки рельсов и длинномерного проката: заявл. 13.10.2023, опубл. 14.10.2024, Бюл. № 29 / С. В. Мозгрин.

2. Платформа для перевозки крупнотоннажных контейнеров, модель 13-6903. — URL: https://www.uniwagon.com/products/platforms_for_the_transportation_of_large-capacity_containers/platform_for_the_transportation_of_large-capacity_containers_13-6903/ (дата обращения: 03.02.2025)

3. Мозгрин С. В. Модульная концепция использования фитинговых платформ для расширения номенклатуры перевозимых контейнеров / С. В. Мозгрин // Вестник ВНИИЖТ. — 2018. — Т. 77. — № 3. — С. 177–181.

4. ГОСТ Р 51045—2014. Рельсы для путей промышленного железнодорожного транспорта. Общие технические условия.

5. ГОСТ Р 51685—2022. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия.

6. ГОСТ Р 51685—2013. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия.

7. EN 13674-1. Железные дороги. Путь. рельсы. Часть 1. Рельсы Виньоля 46 кг/м и более.

8. ГОСТ 33211—2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам.

9. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах, утв. МПС Российской Федерации 27 мая 2003 г. № ЦМ-943.

10. Технические условия размещения и крепления грузов, Приложение 3 к СМГС.

Дата поступления: 07.03.2025

Решение о публикации: 07.04.2025

Контактная информация:

КОНОНЕНКО Александр Сергеевич — главный конструктор, руководитель отдела «Платформы»; akononenko@tt-center.ru

МОЗГРИН Сергей Владимирович — начальник отдела технических решений проектной логистики; mozgrinsv@rzdlog.ru

ПРИСМОТРОВА Алена Алексеевна — инженер-конструктор 1-й категории отдела «Платформы»; aprismotrova@tt-center.ru

ЮЛДАШЕВ Азамат Хусанович — младший инженер-исследователь научно-исследовательской дирекции; ayuldashev@tt-center.ru

Innovative Transport Technology As a Tool for Expanding Rail and Long Product Flat Car Operation

A. S. Kononenko¹, S. V. Mozgrin², A. A. Prismotrova¹, A. Kh. Yuldashev¹

¹“VNITTC” LLC, 22, lit. A, Petrogradskaya Emb., Saint-Petersburg, 197046, Russian Federation

²“RZD Logistics” JSC, 34, Mashi Poryvaevoy str., Moscow, 107078, Russian Federation

For citation: Kononenko A. S., Mozgrin S. V., Prismotrova A. A., Yuldashev A. Kh. Innovative Transport Technology As a Tool for Expanding Rail and Long Product Flat Car Operations // *Proceedings of Petersburg State Transport University*, 2025, vol. 22, iss. 2, pp. 329–340. (In Russian) DOI: 10.20295/1815-588X-2025-2-329-340

Summary

Purpose: To analyse and identify the advantages and disadvantages of rail transportation operations based on a review of existing methods; to determine the most promising transportation method for further development. To demonstrate the possibility of using the existing flat cars with improved functionality without modernization. To develop a re-usable rail fastener unit (hereafter referred to as RFU) and to carry out calculations and tests on a 13-6903 standard fitting platform model. To ensure that the by means of RFU doesn't exceed the load from the containers. **Methods:** Development and testing of the RFU and fitting platform in accordance with GOST 33211—2014, “Specifications for placing and securing freight rail wagons and containers” No. CM-943, “Specifications

for placing and securing of cargo” (Annex 3 to the Agreement on International Carriage of Goods by Rail). **Results:** A promising method for the transportation of 25-m long rails that does not require any special railway vehicles has been selected and validated. An RFU has been developed and its basic parameters have been confirmed based on the results of tests and trial operation. A possibility of using container flat wagons for rails transportation has been demonstrated. The load has been securely fastened and transport safety has been ensured. The use of disposable fasteners has been avoided. The possibility of transporting an empty RFU by any means of transport was demonstrated, as was the convenience of compact stacking and storage. The simplicity of the design (without the use of technically sophisticated and expensive components), the interchangeability of the RFU components and the ease of repair and replacement of individual elements have been demonstrated. **Practical significance:** The use of the RFU takes the handling of 25m rails and long products to a whole new level.

Keywords: Rail transportation, re-usable fastener unit (RFU), flat car/fitting platform, container flatcar.

References

1. Mozgrin S. V. *Mnogooborotnyy komplet krepleniya dlya perevozki rel'sov i dlinnomernogo prokata* [Multi-turn fastening kit for transportation of rails and long rolled products]. Patent RF, no. 2828628, 2024. (In Russian)
2. *Platforma dlya perevozki krupnotonnazhnykh konteynerov, model' 13-6903* [Platform for transportation of large-capacity containers, model 13-6903]. Available at: https://www.uniwagon.com/products/platforms_for_the_transportation_of_large-capacity_containers/platform_for_the_transportation_of_large-capacity_containers_13-6903/ (accessed: February 3, 2025). (In Russian)
3. Mozgrin S. V. Modul'naya kontseptsiya ispol'zovaniya fitingovykh platform dlya rasshireniya nomenklatury perevozykh konteynerov [Modular concept of using container platforms to expand the range of transported containers]. *Vestnik VNIIZhT* [Bulletin of VNIIZhT]. 2018, vol. 77, Iss. 3, pp. 177–181. (In Russian)
4. *GOST R 51045—2014. Rel'sy dlya putey promyshlennogo zheleznodorozhnogo transporta. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [GOST R 51045—2014. Rails for industrial rail transport. General specifications]. (In Russian)
5. *GOST R 51685—2022. Rel'sy zheleznodorozhnye. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [GOST R 51685—2022. Railway rails. General specifications]. (In Russian)
6. *GOST R 51685—2013. Rel'sy zheleznodorozhnye. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [GOST R 51685—2013. Railway rails. General specifications]. (In Russian)
7. *EN 13674-1. Zheleznye dorogi. Put'. rel'sy. Chast' 1. Rel'sy Vin'olya 46 kg/m i bolee* [EN 13674-1. Railways. Track. Rails. Part 1. Vignoles rails 46 kg/m and over]. (In Russian)
8. *GOST 33211—2014. Vagony gruzovye. Trebovaniya k prochnosti i dinamicheskim kachestvam* [GOST 33211—2014. Freight wagons. Requirements for strength and dynamic qualities]. (In Russian)
9. *Tekhnicheskie usloviya razmeshcheniya i krepleniya gruzov v vagonakh i konteynerakh, utv. MPS Rossiyskoy Federatsii 27 maya 2003 g. № TsM-943* [Technical conditions for the placement and securing of goods in wagons and containers, approved by the Ministry of Railways of the Russian Federation on May 27, 2003, No. CM-943]. (In Russian)
10. *Tekhnicheskie usloviya razmeshcheniya i krepleniya gruzov, Prilozhenie 3 k SMGS* [Technical conditions for the placement and securing of goods, Appendix 3 to SMGS]. (In Russian)

Received: March 07, 2025

Accepted: April 07, 2025

Author's information:

Alexander S. KONONENKO — Chief Design Engineer, Head of “Flat Cars” Division; akononenko@tt-center.ru
 Sergei V. MOZGRIN — Head of Logistics & Engineering Division; mozgrinsv@rzdlog.ru
 Alyona A. PRISMOTROVA — 1st Category Design Engineer, “Flat Cars” Division; aprismotrova@tt-center.ru
 Azamat Kh. YULDASHEV — Junior R&D Engineer, R&D Department; ayuldashev@tt-center.ru