

Такой способ намагничивания является комбинированным, что позволяет выявлять трещины практически любой ориентации.

После намагничивания и нанесения магнитной суспензии «Диагма-1200» (рисунок 3) были обнаружены одновременно четыре трещины, переходящие с внутренней поверхности на наружную.

При этом ширина валика, образованного скоплением магнитных частиц над трещинами, показывает их раскрытие по ширине. Всё это говорит о том, что утечка сжатого воздуха была именно по старым трещинам. Наиболее опасной оказалась сквозная трещина  $L_3$  длиной 56 мм, через которую сжатый воздух выходил наружу.

В заключение можно отметить, что с помощью МПК в наконечнике тормозного рукава были идентифицированы трещины с внутренней и наружной сторон наконечника, которые при визуальном осмотре замечены не были.

Ввиду того, что срок эксплуатации наконечников тормозных рукавов не регламентирован НТД, подтверждение на практике наличия скрытых трещин магнитопорошковым методом на БЖД в качестве дополнительного метода является целесообразным. Это позволяет повысить достоверность обнаружения скрытых дефектов в наконечниках при исследовании основных причин, повлекших неисправность тормозных рукавов в эксплуатации по утечке сжатого воздуха. При этом метод может применяться для уточнения длины дефектов уже раскрывшихся трещин, которые обнаруживаются при визуальном осмотре.

#### Список литературы

1 Анализ о состоянии безопасности движения поездов в вагонном хозяйстве Белорусской железной дороги за 2024 г. от 20.01.2025 №18-02-03/2309. – Минск, 2024. – 23 с.

2 ГОСТ 2593-2014. Рукава соединительные железнодорожного подвижного состава. Технические условия (разработаны ОАО «НИИ вагоностроения»). – 2014. – 28 с.

3 732-ЦВ-ЦЛ Общее руководство по ремонту тормозного оборудования: утв. Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества, протокол от 18–19 мая 2011 г. № 54. – 2011. – 329 с.

4 Сандромирский, С. Г. Особенности связей магнитных свойств чугунов с их структурой и магнитные методы контроля структуры чугунных отливок (обзор) / С. Г. Сандромирский // Литье и металлургия. – 2016. – № 4 (85). – С. 96–107.

5 Значения коэрцитивной силы, остаточной индукции и поля насыщения для основных марок сталей. Данные ПНАЭ Г-7-015-89. – 2022. – URL: <https://e-ecolog-ru.turbopages.org> (дата обращения: 13.07.2025).

УДК 629.463.32

## АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАГРУЖЕННОСТИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ МАССЫ ТАРЫ РАМЫ

А. В. ПИГУНОВ, В. В. ПИГУНОВ, М. А. КАЛАШНИКОВ, А. А. ГОГОНОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Снижение массы тары вагона и повышение его грузоподъемности в рамках допустимой осевой нагрузки – одна из основных задач, стоящих перед конструкторами. Решение данной задачи позволяет получить конкурентные преимущества над другими производителями вагонов. Достичь данной цели возможно несколькими путями. Первый путь заключается в применении в несущей конструкции вагона высокопрочных сталей. Однако здесь возникают проблемы в обеспечении усталостной долговечности за нормативный срок службы вагона. Второй путь заключается в поиске конструктивных решений, основанных на анализе величин и сочетания эксплуатационных нагрузок и расчетных напряжений.

Существующие конструкции универсальных платформ можно разделить на две основные группы в зависимости от конструктивного исполнения рамы. К первой группе можно отнести конструкции платформ с продольными балками рамы, имеющими переменное по длине сечение. Максимальная высота сечения – в середине вагона, уменьшается к консольным частям. Ко второй группе можно отнести конструкции с боковыми продольными балками постоянного сечения, а с хребтовой – переменного, как и у конструкций первой группы. При этом хребтовая балка, как правило, изготавливается из двух двутавров № 60 или № 70. А для изготовления боковых балок применяются двутавры или швеллеры.

Современными требованиями, приведенными в ГОСТ 33211–2014 [1], для универсальных платформ дополнительно акцентируется внимание на необходимости обеспечения прочности рамы при действии вертикальной нагрузки: 45 тон, – распределенной на длине 3 м и 60 т – распределенной на длине 4,3 м. Эти нагрузки должны быть приложены к боковым продольным балкам рамы.

Принимая во внимание приведенные выше схемы нагружения для оценки прочности универсальных платформ, можно говорить о том, что боковые продольные балки рамы должны иметь в

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**

*A. B. ПИГУНОВ, B. B. ПИГУНОВ, M. A. КАЛАШНИКОВ, A. M. 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 шестисекционная платформа для перевозки крупнотоннажных контейнеров модели 13-6704 [1], основные технические параметры которой приведены в