

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

МАТЕРИАЛЫ
XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(Гомель, 25–26 ноября 2021 г.)

Часть 1

Под общей редакцией *Ю. И. КУЛАЖЕНКО*

Гомель 2021

УДК 656.08
ББК 39.18
П78

Редакционная коллегия:

Ю. И. Кулаженко (отв. редактор), **Ю. Г. Самодум** (зам. отв. редактора),
А. А. Ерофеев (зам. отв. редактора), **Т. М. Маруняк** (отв. секретарь),
К. А. Бочков, Д. И. Бочкарев, Т. А. Власюк, И. А. Еловой, Д. В. Леоненко,
В. Я. Негрей, В. М. Овчинников, А. А. Поддубный, А. В. Пигунов, А. О. Шимановский

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор **В. В. Кобищанов**
(Брянский государственный технический университет);
доктор технических наук, профессор **Ю. О. Пазойский**
(Московский государственный университет путей сообщения)

**Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междуна-
р. П78 науч.-практ. конф. (Гомель, 25–26 ноября 2021 г.) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во
трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т
трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2021. –
338 с.
ISBN 978-985-891-052-5 (ч. 1)**

Рассматриваются теоретические и организационно-технические основы обеспечения безопасности транспортных систем; пути повышения безопасности и надежности подвижного состава и систем электроснабжения; информационная и функциональная безопасность систем автоматики, телемеханики и связи; энергетическая и экологическая безопасность транспорта; вопросы безопасности транспортной инфраструктуры; надежности и безопасности зданий и сооружений; безопасности пассажирских перевозок; естественные науки в обеспечении безопасности транспортных систем; экономическая безопасность транспортных систем; транспортная безопасность при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций.

Для ученых, преподавателей учебных заведений транспортного профиля, научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских и проектных организаций, предприятий и учреждений транспорта и строительства.

**УДК 656.08
ББК 39.18**

**ISBN 978-985-891-052-5 (ч. 1)
ISBN 978-985-891-051-8**

© Оформление. БелГУТ, 2021

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ВАГОНА-ПЛАТФОРМЫ С НАПОЛНИТЕЛЕМ В НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ

С. В. ПАНЧЕНКО¹, А. В. ФОМИН²,
Г. Л. ВАТУЛЯ², А. А. ЛОВСКАЯ¹, А. В. РЫБИН¹

¹Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, г. Харьков

²Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев, Украина

Обеспечение конкурентоспособности железнодорожной отрасли на современном этапе ее развития вызывает необходимость внедрения в эксплуатацию принципиально новых конструкций подвижного состава. При создании такого подвижного состава должны учитываться особые требования, связанные с обеспечением его прочности и надежности при эксплуатационных режимах нагружения. Достичь этого возможно путем учета принципов multifunctionality при его создании [1–3]. Это будет способствовать уменьшению нагруженности составляющих несущих конструкций, повышению ресурса эксплуатации и, как следствие, уменьшению затрат на содержание.

Известно, что одним из наиболее востребованных типов вагонов в международном сообщении являются вагоны-платформы. Основной несущий элемент вагона – рама. Под действием эксплуатационных нагрузок она испытывает знакопеременные напряжения, которые вызывают появление трещин в составляющих конструкции и необходимость проведения внеплановых видов ремонта или вообще исключения вагона из инвентарного парка. Поэтому с целью обеспечения прочности несущих конструкций вагонов-платформ важным является проведение исследований по уменьшению их нагруженности в эксплуатации путем учета принципов multifunctionality при проектировании.

Для уменьшения нагруженности несущей конструкции вагона-платформы предложено ее усовершенствование. При этом основные несущие элементы рамы имеют замкнутое сечение и заполнены наполнителем с упруго-вязкими свойствами. Такое решение будет способствовать превращению кинетической энергии удара (рывка, растяжения, сжатия), которая действует на несущую конструкцию, в работу сил трения.

Исследования проведены для вагона-платформы модели 13-401 с учетом модернизации путем постановки фитинговых упоров на основные продольные балки рамы.

Оптимальные параметры замкнутого профиля определены методом оптимизации по резервам прочности. Несущая конструкция вагона-платформы с учетом предложенных решений приведена на рисунке 1.

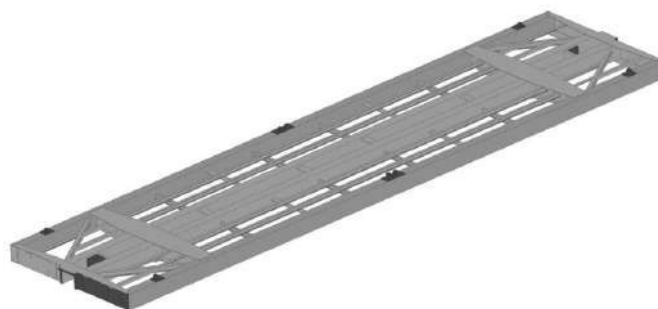


Рисунок 1 – Несущая конструкция вагона-платформы

Для определения динамической нагруженности несущей конструкции вагона-платформы проведено математическое моделирование. При этом использована математическая модель, разработанная проф. Г. И. Богомазом [4]. Обозначенная модель описывает динамическую нагруженность несущей конструкции длиннобазного вагона-платформы, загруженного контейнерами-цистернами с учетом перемещений наливного груза в котлах. Поэтому данная модель была доработана путем учета перемещений несущей конструкции вагона-платформы, загруженного сухогрузными контейнерами. Кроме того, в модели учтены силы трения, которые возникают между пятниками и подпятниками. Решение дифференциальных уравнений движения осуществлено по методу Рунге-Кутты в программном

комплексе MathCad. Стартовые условия приняты равными нулю. Установлено, что максимальные ускорения, действующие на несущую конструкцию вагона-платформы составляют $36,2 \text{ м/с}^2$. Данная величина ускорения на 3,5 % ниже той, что получена для несущей конструкции без наполнителя. При этом коэффициент вязкого сопротивления материала, которым заполнены элементы рамы, должен иметь значение около 118 кН·с/м , а жесткость – около 80 кН/м .

Полученная величина ускорения учтена при расчетах на прочность несущей конструкции вагона-платформы. При этом использован программный комплекс SolidWorks Simulation (Cosmos-Works), который реализует метод конечных элементов. При составлении конечно-элементной модели использованы изопараметрические тетраэдры. Определение оптимального количества тетраэдров осуществлено по графоаналитическому методу [5, 6]. Материал конструкции – сталь марки 09Г2С. Учтено, что несущая конструкция вагона-платформы загружена двумя контейнерами типоразмера 1СС. Наличие материала с упруго-вязкими свойствами в раме моделировалось постановкой связей «пружина-демпфер» с помощью опций программного комплекса SolidWorks Simulation. Закрепление модели осуществлялось в зонах опирания на ходовые части. Максимальные эквивалентные напряжения при этом возникают при I расчетном режиме (удар) в зонах взаимодействия шкворневых балок с хребтовой и составляют $285,6 \text{ МПа}$, что на 17 % ниже допускаемых [7, 8]. Максимальные перемещения возникают в средней части вагона-платформы и равны $4,5 \text{ мм}$.

Проведенные исследования будут способствовать уменьшению динамической нагруженности несущих конструкций вагонов-платформ, улучшению их усталостной прочности, ресурса эксплуатации и уменьшению затрат на содержание. Также результаты проведенных исследований будут способствовать созданию рекомендаций по проектированию инновационных конструкций подвижного состава.

Список литературы

- 1 Lovska, A. A new fastener to ensure the reliability of a passenger coach car body on a railway ferry / A. Lovska, O. Fomin // Acta Polytechnica. – 2020. – Vol. 60, is. 6. – P. 478–485.
- 2 Dynamic load modelling within combined transport trains during transportation on a railway ferry / A. Lovska [et al.] // Applied Sciences. – 2020. – No. 10, 5710. – DOI:10.3390/app10165710.
- 3 Płaczek, M. A concept of technology for freight wagons modernization / M. Płaczek, A. Wróbel, A. Buchacz // IOP Conf. Series : Materials Science and Engineering. – 2016. – No. 161 (2016). – DOI:10.1088/1757-899X/161/1/012107.
- 4 Нагруженість контейнерів-цистерн, розположених на залізничній платформі, при ударах в автосцепку / Г. І. Богомаз [и др.] // Динаміка та керування рухом механічних систем : сб. наук. праць. – Київ: АНУ, Інститут технічної механіки, 1992. – С. 87–95.
- 5 Structural Improvements in a Tank Wagon with Modern Software Packages / G. Vatulja [et al.] // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 187. – P. 301–307.
- 6 Design solutions for structures with optimal internal stress distribution / Y. Kitov [et al.] // MATEC Web of Conferences. – 2017. – Vol. 133(1–3). – 03001.
- 7 ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). – Київ, 2015. – 162 с.
- 8 ГОСТ 33211-2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. – М., 2016. – 54 с.

УДК 629.463.65

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ ПОЛУВАГОНОВ С СОТОВЫМИ ПОДАТЛИВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПРИ НАДНОРМИРОВАННЫХ РЕЖИМАХ ПАРОМНЫХ ПЕРЕВОЗОК

С. В. ПАНЧЕНКО¹, А. В. ФОМИН², Г. Л. ВАТУЛЯ¹, А. А. ЛОВСКАЯ¹, А. В. РЫБИН¹

¹Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, г. Харьков

²Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев, Украина

Тенденции развития международных внешнеэкономических отношений между евроазиатскими государствами диктуют необходимость повышения эффективности эксплуатации транспортной отрасли. С целью реализации данной задачи целесообразно внедрение в перевозочный процесс комбинированных транспортных систем. Одной из наиболее успешных и перспективных транспортных комбинаций являются железнодорожно-паромные перевозки.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Кулаженко Ю. И.</i> Приветствие участникам конференции	3
1 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ	
<i>Аксёничков А. А.</i> Станция передачи вагонов – важный элемент в безопасности транспортных систем	4
<i>Белянко В. П., Козлов В. Г., Терещенко О. А., Леинова Ю. О.</i> Подходы к унификации классификационных признаков и состояния объектов инфраструктуры железнодорожных станций для оптимизации процесса их идентификации в информационных системах Белорусской железной дороги	6
<i>Борейко С. А.</i> Автоматизация закрепления составов	8
<i>Бурак В. Е.</i> Объекты профессиональной деятельности одновременного наблюдения в специальной оценке условий труда	9
<i>Ерофеев А. А., Бородин А. Ф.</i> Принципы формирования управляющих решений в интеллектуальной системе управления перевозочным процессом	11
<i>Ерофеев А. А., Терещенко О. А., Бречко П. И.</i> Актуальные проблемы обеспечения транспортной безопасности в Республике Беларусь	14
<i>Головнич А. К., Новиков С. П.</i> Математическая модель и визуализация процесса интервального скатывания объектов с разнотупругой поверхности имитации сортировочной горки	15
<i>Дубина Ю. В., Кузнецов В. Г., Литвинова И. М., Килочицкая М. А.</i> Сравнительный анализ гармонизации основных положений законодательства на железнодорожном транспорте с государствами-партнерами	16
<i>Zavaley M. K., Rotgon I. F., Lokshina Yu. E.</i> Human factor in air transport safety	18
<i>Зенкевич А. Г.</i> Психологическое сопровождение деятельности работника в обеспечении безопасности на железнодорожном транспорте	20
<i>Капский Д. В., Богданович С. В.</i> Устойчивая логистика умных симбиотических городов	22
<i>Капский Д. В., Богданович С. В., Буртыль Ю. В.</i> Определение подходов к анализу чувствительности транспортной отрасли к изменениям климата	24
<i>Карташова С. С., Белова М. А.</i> Транспортные несчастные случаи в Украине: стандартизованные показатели и относительный риск смертности	26
<i>Климов А. А.</i> Влияние конструктивных параметров сортировочной горки на безопасность переработки вагонопотоков в современных условиях	28
<i>Козлов В. Г.</i> Повышение эффективности маршрутизации перевозок грузов на основе динамической модели расчета параметров и оценки корреспонденций вагонопотока	30
<i>Кузнецов В. Г., Ерофеев А. А., Литвинова И. М., Килочицкая М. А.</i> Гармонизация понятий в законодательстве в области железнодорожного транспорта	32
<i>Кузнецов В. Г., Млявая О. В.</i> Совершенствование контроля состояния поездной работы для обеспечения безопасности транспортной системы	35
<i>Кулаженко Ю. И., Кузнецов В. Г., Литвинова И. М., Килочицкая М. А.</i> Регулирование обеспечения безопасности в законе Республики Беларусь «О железнодорожном транспорте»	37
<i>Кулаженко Ю. И., Фёдоров Е. А., Аксёнова А. Д., Страдомская А. А.</i> Актуальные направления совершенствования охраны труда и промышленной безопасности на объектах Белорусской железной дороги	40
<i>Мельник Т. С., Христофор О. В.</i> Управление рисками в области охраны труда и техники безопасности в рамках корпоративного риск-менеджмента АО «Укрзализныця»	42
<i>Мищенко Е. А.</i> К вопросу надежности доставки грузов железнодорожным транспортом	45
<i>Невзорова А. Б., Скирковский С. В., Невзоров В. В.</i> Влияние лицевых масок на изменение психоэмоционального состояния водителя при управлении автотранспортным средством	46
<i>Негрей В. Я., Пожидаев С. А.</i> Логико-вероятностный метод в оценке безопасности транспортных систем	48
<i>Негрей В. Я., Пожидаев С. А., Чаевский В. П.</i> Совершенствование подходов к оценке безопасности сортировочных процессов при нахождении подвижного состава в парках сортировочных станций	49
<i>Переппавченко Е. М.</i> Топологическая эквивалентность масштабного плана и немасштабной схемы станции	51
<i>Петренко В., Жевжиков П.</i> Исследование динамики мостового крана с использованием мультивариантных расчетов	53
<i>Посудневский С. С., Страдомский М. Ю., Лодня В. А.</i> Новый дизайн-код визуальных форм предоставления информации об опасности для предупреждения случаев травмирования граждан на железнодорожном транспорте	55
<i>Rotgon I. F., Lokshina Yu. E., Antonenko S. B.</i> Problems of transport safety in the Republic of Belarus	57
<i>Скирковский С. В., Капский Д. В.</i> Современные методы и технические средства фиксации дорожной обстановки, транспортных средств и иных объектов на месте ДТП	58

<i>Огородников Л. В., Брильков Г. Е., Пытлев С. М.</i> Анализ неисправностей дизель-поездов серии ДР1 и подготовка для оценки напряженно-деформированного состояния несущих металлоконструкций	125
<i>Отока А. Г., Лях А. М., Холодилов О. В.</i> Автоматизация магнитопорошкового контроля при текущем и среднем ремонте колесных пар	128
<i>Панченко С. В., Фомин А. В., Ватуля Г. Л., Ловская А. А., Рыбин А. В.</i> Исследование продольной нагруженности вагона-платформы с наполнителем в несущей конструкции	130
<i>Панченко С. В., Фомин А. В., Ватуля Г. Л., Ловская А. А., Рыбин А. В.</i> Определение нагруженности полувагонов с сотовыми податливыми элементами при наднормированных режимах паромных перевозок ..	131
<i>Пигунов А. В., Пигунов В. В., Дашук П. А.</i> Европейские конструкции съемных кузовов	133
<i>Пигунов А. В., Пигунов В. В., Дашук П. А.</i> Облегченная конструкция универсальной платформы	135
<i>Пигунов А. В., Чернин И. Л., Пигунов В. В., Дашук П. А.</i> Повышение надежности универсального сливного прибора	136
<i>Попов А. Н., Дмитрико И. Л.</i> Разработка составного катода для формирования покрытий алюмонитрида титана на однопошечных дуговых установках	138
<i>Путято А. В., Володько А. М.</i> Разработка комплекса мероприятий по дооснащению электровоза серии БКГ для использования его в пассажирском движении	139
<i>Рахимов Р. В., Балтаев М. Б.</i> Новая измерительная схема для определения показателей вертикальной и горизонтальной динамики вагона метрополитена	141
<i>Рахимов Р. В., Хикматов Ф. Ф.</i> Динамометрический вагон специально-технического назначения для железных дорог Республики Узбекистан	143
<i>Саркисов О. А., Кривенков А. А., Моложавский В. А.</i> Разработка технологии восстановления подбоек путевых машин типа ВПР–08 методом ручной дуговой наплавки	144
<i>Сахаров П. А.</i> Оценка влияния зазоров в межвагонных соединениях поезда на продольные силы в автоцепках при электродинамическом торможении	146
<i>Тимошенко А. В., Волнянко Е. Н.</i> Устройство для поднятия колесной пары тепловоза над железнодорожными рельсами при ее вывешивании	148
<i>Третьяк З. Ю., Перекрестова Н. М., Шкрабов Е. В.</i> Особенности декларирования соответствия железнодорожной продукции требованиям технических регламентов ТР ТС 001/2001, ТР ТС 002/2011, ТР ТС 003/2011	150
<i>Турсунов Н. К.</i> Исследование и совершенствование режимов рафинирования стали в индукционных печах с целью повышения качества изделий	153
<i>Турсунов Н. К.</i> Обоснования требований к сталям ответственного назначения, используемым в железнодорожном транспорте	156
<i>Турсунов Н. К.</i> Повышение качества стали за счет применения редкоземельных металлов	158
<i>Турсунов Н. К.</i> Повышение качества стали, используемой для изготовления литых деталей подвижного состава, за счет применения модификаторов	160
<i>Турсунов Н. К., Тоиров О. Т.</i> Снижение дефектности рам по трещинам за счет изменения конструкции литниковой системы	162
<i>Турсунов Н. К., Тоиров О. Т., Железняков А. А., Комиссаров В. В.</i> Снижение дефектности крупных литых деталей подвижного состава железнодорожного транспорта за счет выполнения мощных упрочняющих ребер ..	165
<i>Фозилов Т. Т., Мамаева Д. Г.</i> Исследование влияния эффекта модифицирования индием на силумины	167
<i>Фомин А. В., Ловская А. А.</i> Определение нагруженности несущей конструкции вагона-цистерны с упруго-фрикционными связями в опорах котла, а также между опорами и рамой	168
<i>Фомин А. В., Прокопенко П. Н., Кара С. В.</i> К вопросу создания конструкций грузовых вагонов со сменными кузовами	170
<i>Френкель С. Я., Дединкин А. П.</i> Прогнозирование расхода энергоресурсов на тягу поездов методами регрессионного анализа	172
<i>Френкель С. Я., Дединкин А. П., Кунец В. А., Ткачук К. А.</i> Оценка влияния некоторых эксплуатационных факторов на расход топлива на тягу поездов	174
<i>Френкель С. Я., Янченко А. А., Комаринцев О. А.</i> Моделирование расхода электроэнергии магистральными локомотивами	176
<i>Чаганова О. С., Страдомский М. Ю., Демьянчук О. В.</i> Анализ экспериментальных данных по определению сил при закреплении вагонов тормозными башмаками	178
<i>Шатило С. Н.</i> Концепция пожарной безопасности современного железнодорожного подвижного состава ..	180

3 ИНФОРМАЦИОННАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНИКИ И СВЯЗИ

<i>Абдуллаев Р. Б.</i> Метод логической обработки диагностических данных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики на основе квантования сигналов	182
<i>Бочков К. А., Буй П. М., Кулаженко А. Ю.</i> Гармонизация требований по информационной и функциональной безопасности автоматизированных систем управления ответственными технологическими процессами железнодорожного транспорта	184

Научно-практическое издание

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

Материалы XI Международной научно-практической конференции
(Гомель, 25–26 ноября 2021 г.)

Часть 1

Издается в авторской редакции

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Корректоры: *А. А. Павлюченкова, Т. А. Пугач, Т. М. Маруняк*

Компьютерная верстка – *Е. И. Кудрявская, С. В. Ужанкова*

Подписано в печать 22.11.2021 г. Формат 60х84 1/8.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 39,53. Уч.-изд. л. 42,38. Тираж 50 экз.

Зак. №. 2761. Изд. № 63.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский государственный университет транспорта.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/361 от 13.06.2014.

№ 2/104 от 01.04.2014.

№ 3/1583 от 14.11.2017.

Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель

ISBN 978-985-891-052-5

