

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Буйносова
Александра Петровича на диссертационную работу Курзиной Ангелины
Михайловны «Способы снижения интенсивности износа гребней колесных
пар грузовых вагонов», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга
поездов и электрификация

1. Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа А. М. Курзиной выполнена в Российском университете транспорта (РУТ МИИТ) на кафедре «Вагоны и вагонное хозяйство» и посвящена весьма актуальной проблеме – снижению интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов.

Содержание диссертации включает в себя все необходимые разделы для получения конечных результатов проведенных исследований и является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной с применением современных расчетных и экспериментальных методов с конкретными предложениями по применению ее результатов в дальнейшей научной и практической деятельности в области железнодорожного транспорта.

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, пять глав, заключения с изложением основных результатов и выводов, списка сокращений и условных обозначений, словаря терминов, библиографический список из 211 наименований. Основное содержание диссертации изложено на 171 страницах машинописного текста, в том числе 95 рисунков и 12 таблиц.

Во введении обоснованы актуальность и дан анализ научной разработанности темы исследования, определены его цель и задачи, сформулирована научная новизна диссертационной работы, ее теоретическая и практическая значимость, определены методы исследования. Изложены положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации результатов исследования, и краткое содержание диссертации.

В первой главе диссертации автором выполнен обзор конструктивных решений отечественных и зарубежных тележек, колес, опорных узлов грузовых вагонов, исследований по взаимодействию пути и подвижного состава, технологического способа снижения износов путем лубрикации, а также

современных конструкционных полимерных материалов с улучшенными фрикционными, износостойкими и демпфирующими свойствами.

Выявлено, что наибольший износ гребней колес происходит в кривых участках пути, одной из причин которого является превышение противокрутящего момента в местах опор кузова вагона над моментом, возникающим от горизонтальной поперечной силы со стороны рельса. В связи, с чем целесообразно уменьшение коэффициента трения сопрягаемых поверхностей опорных зон за счет применения антифрикционных, износостойких элементов и покрытий. Однако до настоящего времени не удалось получить технических решений, способных сохранить их работоспособность в течение длительного времени.

Вторая глава посвящена разработке методик экспериментальных исследований физико-механических свойств и ресурсных характеристик современных полимерных композиционных материалов для установки в трибосопряжение «пятник–подпятник» в качестве разделительной прокладки, которые аттестованы и верифицированы в испытательном центре РУТ (МИИТ).

В третьей главе автором выполнен сравнительный анализ фрикционных, прочностных, упруго-гистерезисных свойств, сопротивления ударным динамическим нагрузкам, склонности к хладноломкости различных полимерных композиционных материалов на основе результатов экспериментальных исследований по разработанным методикам. Выявлена причина преждевременного разрушения полимерных прокладок, устанавливаемых в подпятник американских тележек, на основании чего предложено ввести в трибосопряжение дополнительный демпфирующий элемент, работоспособность которого проверена при различных амплитудах, частотах нагружений, температурах и в условиях одновременного циклического нагружения и температурного воздействий. С использованием методики проектирования амортизирующих элементов из полимерных композиционных материалов подобраны толщина и жесткость, позволяющие работать амортизатору в условиях увеличенных динамических нагрузок в сопряжении «пятник-подпятник» без выдавливания. В результате для установки в подпятник надрессорной балки грузового вагона выбран соответствующий вариант двухслойной прокладки типа «сэндвич», имеющий верхний антифрикционный компонент в виде кольцевой полиамидной износостойкой вставки и нижний демпфирующий компонент.

Четвертая глава диссертации посвящена анализу влияния экспериментально определенных значений коэффициентов трения сопрягаемых поверхностей опорных зон кузова грузового вагона на момент сил сопротивления повороту

тележки в груженом и порожнем режиме работы. Выявлено, что применение предлагаемой сэндвич-прокладки с коэффициентом трения верхнего компонента 0,11, уменьшает противокрутящий момент при входе в кривую (опирание кузова только на подпятник) в 2,91 раза. Обоснована целесообразность одновременного снижения величины коэффициента трения до 0,11 на опорных сопрягаемых поверхностях подпятниковой зоны и бокового скользуна, т.к. в этом случае достигается уменьшение в 2,91 раза момент сопротивления повороту тележки при любом возможном распределении вертикальной нагрузки между подпятником и скользуном, т. е. при прохождении всей кривой. Причем, интенсивность износа гребней будет уменьшаться пропорционально снижению противокрутящего момента.

В пятой главе на основе многовариантных расчетов разработанной математической модели многомассовой колебательной системы («вагон–путь») проведена оценка демпфирующих свойств полимерного эластичного компонента сэндвич-прокладки. Анализ результатов расчетов показал, что при наличии в подпятниковой зоне эластомерного элемента амплитуда колебаний реактивных сил в течении 5 с после удара уменьшается в 2 раза по сравнению с типовым вариантом (сопряжение «металл–металл»). Предлагаемые материалы демпфирующего элемента обеспечивает эффективное гашение колебаний при отрицательных температурах до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наибольшее снижение реактивных сил выявлено на надрессорной балке (на $\sim 55\text{ кН}$) и боковой раме (на $\sim 18\text{ кН}$). Следовательно, введение эластомерного элемента с высокими демпфирующими свойствами и стойкого к термическому старению под нагрузкой позволит уменьшить величину динамических ударных воздействий на верхний антифрикционный компонент «сэндвич-прокладки», увеличить его ресурс, а также снизить нагруженность ходовых частей вагона.

В заключении диссертации содержатся выводы и предложения, обобщающие результаты выполненного исследования, перспективы дальнейшей разработки темы.

2. Актуальность диссертационной работы

Актуальность темы диссертационного исследования определяется необходимостью обеспечения устойчивого и мало износного взаимодействия фрикционно-механической системы «колесо–рельс», повышения безопасности движения железнодорожного подвижного состава по рельсовому пути, снижения эксплуатационных расходов, связанных с заменой и ремонтом колесных пар,

перекладкой рельсов, увеличением энергозатрат на тягу поездов. Неизбежное ужесточение условий эксплуатации: значительный рост осевых и погонных нагрузок, скоростей движения, уменьшение радиусов кривых, еще более интенсифицирует процесс истирания гребней колес подвижного состава и боковой поверхности головки рельсов. Поэтому, несмотря на все, предпринимаемые в последнее время технические, технологические и организационные мероприятия, количество случаев текущего отцепочного ремонта колесных пар и замены рельсов из года в год не снижается.

Поэтому актуальность темы диссертационной работы Курзиной Ангелины Михайловны не вызывает сомнений и определяется необходимостью разработки новых способов эффективного предотвращения преждевременного износа гребней колес, исчерпания их ресурса. Диссертация посвящена решению научно-технической задачи, заключающейся в снижении момента сопротивления повороту тележки вокруг оси пятника, следовательно, давления колеса на рельс в кривых участках пути, путем применения современных антифрикционных и износостойких конструкционных материалов в опорных узлах грузового вагона.

Снижение эксплуатационных расходов, связанных с неисправностями колесных пар, при обязательном условии обеспечения высокой гарантии безопасности движения, является актуальной задачей для вагонного хозяйства железных дорог общего и необщего пользования России.

3. Соответствие диссертации паспорту научной специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

В результате выполненных исследований разработаны научно-обоснованные методы, способы, технические разработки и рекомендации, обеспечивающие созданию тормозной системы длиннобазной контейнерной платформы, обеспечивающей максимальную тормозную эффективность. Таким образом, диссертация соответствует паспорту научной специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация по пунктам:

– п. 1 «Эксплуатационные характеристики и параметры подвижного состава, повышение их эксплуатационной надежности и работоспособности. Системы электроснабжения железных дорог и метрополитенов. Методы и средства снижения потерь электроэнергии»;

– п. 4 «Совершенствование подвижного состава, тяговых подстанций, тяговых сетей, включая преобразователи, аппараты, устройства защиты, схемы электроснабжения. Улучшение эксплуатационных показателей подвижного

состава и устройств электроснабжения»;

– п. 10 «Взаимодействие подвижного состава и пути. Системы, средства и материалы, снижающие износ элементов пути и ходовых частей подвижного состава и повышающие безопасность движения».

4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, имеют прикладной характер, базируются на фундаментальных методах экспериментальных исследований физико-механических свойств полимерных композиционных материалов, статистических методах оценки измерений, математическом моделировании противокрутящего момента в зависимости от реальных фрикционных характеристик опорных узлов вагона и вертикальных колебаний многомассовой системы «вагон-путь» с учетом установки упруго-диссипативного элемента, классических уравнениях аналитической механики, аналитических и численных методах интегрирования дифференциальных уравнений, анализе результатов отечественных и зарубежных научно-исследовательских работ по данной тематике, а также проведенных в работе исследований.

Приведенные в диссертации выводы и рекомендации можно считать достаточно обоснованными и логичными.

5. Достоверность и новизна, полученных результатов

Достоверность результатов работы подтверждается достаточным объемом экспериментальных данных (по сравнению с минимально необходимой величиной для получения достоверных результатов), обладающих хорошей сходимостью и повторяемостью, использованием апробированных и широко используемых в инженерной практике программных продуктов, классических положений теоретической механики и теории динамических колебаний вагона, достаточной сходимостью полученных результатов с имеющимися данными российских и зарубежных исследователей.

К наиболее важным положениям и результатам работы, сформулированным в диссертации и имеющим научную новизну, относятся:

– способ снижения износа гребней колес за счет установки в подпятник

надрессорной балки износостойкой антифрикционной двухкомпонентной сэндвич-прокладки, позволяющей уменьшить противокрутящий момент при прохождении вагоном кривых участков пути, а также снизить воздействие динамических нагрузок на ходовые части вагона и антифрикционный полиамидный элемент прокладки;

– разработанные методики экспериментальных исследований конструкционных материалов для трибосопряжения «пятник–подпятник» и определенные по ним физико-механические характеристики, не указанные в литературных и справочных данных;

– математическая модель и программа расчета многомассовой колебательной системы «вагон–путь», учитывающие работу в трибосопряжении «пятник–подпятник» износостойкой композитной сэндвич-прокладки с упруго-диссипативным элементом;

– результаты оценки влияния антифрикционных характеристик трибосопряжения «пятник-подпятник» с износостойкой композитной сэндвич-прокладкой на величину противокрутящего момента при разных схемах опирания и загрузки кузова, а также степени демпфирования вертикальных колебаний при различных амплитудах, частотах нагружений, температурном воздействии.

Выносимые соискателем на защиту положения, способ снижения износа гребней колес путем установки в подпятниковую зону дополнительного двухкомпонентного антифрикционного элемента, разработанные модель, программа и методики экспериментальных исследований, а также сформулированные в результате исследования выводы и предложения являются новыми.

6. Теоретическая и практическая значимость исследования и полученных результатов

Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов заключается в следующем:

1) рекомендован способ снижения износа гребней колес грузовых вагонов за счет уменьшения противокрутящего момента при прохождении кривых участков пути путем установки в трибосопряжение «пятник-подпятник» износостойкой композитной сэндвич-прокладки с верхним антифрикционным слоем и нижним демпфирующим слоем, который может быть реализован в конструкциях грузовых вагонов;

2) разработаны методики экспериментальных исследований физико-

механических свойств и ресурсных показателей полимерных композиционных материалов, которые можно использовать в испытательных центрах и практической деятельности студентов;

3) определены параметры физико-механических свойств современных полимерных композиционных материалов не указанные в справочных данных, которые можно использовать в расчетных моделях при проектировании элементов вагона;

4) разработаны программы расчета величины противокрутящего момента, а также реактивных сил и отклонений многомассовой колебательной системы «вагон-путь», которые могут применяться при выборе рациональных параметров элементов ходовых частей вагонов и в учебном процессе.

Выводы и рекомендации, указанные в диссертации, являются существенными для эксплуатируемого и проектируемого подвижного состава, обладают научной новизной и практической значимостью.

7. Апробация работы и публикации

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на многочисленных научно-практических конференциях всероссийского и международного уровней, международных научных чтениях, заседаниях кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» РУТ (МИИТ).

По материалам диссертации опубликовано 14 научных работ, из них 2 статьи опубликованы в ведущих научных рецензируемых журналах и изданиях перечня ВАК Минобрнауки РФ и 4 – в изданиях, индексируемых в международных мультидисциплинарных библиографических и реферативных базах данных Web of Science и SCOPUS.

8. Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом

Диссертация написана грамотным языком, изложение логично и последовательно с использованием профессиональной терминологической лексики, эмоционально окрашенные слова отсутствуют. Архитектоника правильная. Содержание диссертации соответствует поставленным целям и задачам исследования.

Диссертация и автореферат по структуре и оформлению соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011. Оформление списка литературы в виде библиографических ссылок соответствует п. 5.6 ГОСТ Р 7.0.11–2011.

Оформление в автореферате списка работ, опубликованных по теме соответствует п. 9.3 ГОСТ Р 7.0.11–2011 и ГОСТ 7.1–2003.

По окончании каждой главы приводятся выводы и обобщающие результаты исследований. В заключении сформулированы общие итоги исследований по диссертации. Материалы диссертационной работы изложены ясно и последовательно, хорошо иллюстрированы и структурированы. В своей работе автор широко и компетентно использует результаты исследований отечественных и зарубежных (26 ссылок из 211) ученых, в том числе за период с 2010 по 2021 гг. – 60 ссылок на источники из 211.

В рамках, поставленных и решенных в диссертации задач исследование можно считать вполне завершенным.

9. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат полностью и корректно отражает основное содержание диссертации в кратком изложении.

10. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14

Диссертация Курзиной Ангелины Михайловны «Способы снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», в том числе:

– в соответствии с п. 10 диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов и рекомендаций по использованию научных выводов;

– в соответствии с п. 11 основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в рецензируемых научных изданиях;

– в соответствии с п. 14 в диссертации содержатся ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов, а также на

результаты научных работ, выполненные лично соискателем ученой степени и в соавторстве.

11. Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

К достоинствам диссертационного исследования следует отнести актуальность темы, научную новизну и практическую значимость. Автором грамотно и последовательно изложен материал диссертации. Также можно отнести эффективное использование отечественного и зарубежного опыта по снижению износа гребней колесных пар как вагонов, так и локомотивов.

Среди достоинств работы следует отметить предложенный способ снижения износа гребней колес, позволяющий также уменьшить динамическое воздействие на ходовые части грузового вагона, большой объем экспериментальных исследований различных полимерных композиционных материалов, выполненных по разработанным автором и внедренным в испытательном центре методикам, введение в математическую модель реальных вязкоупругих связей демпфирующих элементов в виде аппроксимаций экспериментально полученных динамических упруго-гистерезисных характеристик материалов с учетом влияния температурных факторов, частоты и амплитуды колебаний.

По содержанию диссертации следует отметить следующие замечания:

1) спорным является мнение автора диссертации, приведенное в 1-ой главе, что «Изначально, многие авторы, занимавшиеся теоретическими исследованиями динамики грузовых вагонов, рассматривали одиночную колесную пару, либо двухосную тележку ... принимали в виде точки ...». Автору необходимо было сделать ссылки на такие работы;

2) некоторые рисунки в диссертационной работе выполнены «от руки» (например, рис. 1.2, 1.27 и ряд других) и почему-то в черной рамке (например, рис. 1.39, 3.1 и ряд других);

3) автор на с. 38 диссертации указывает «Повышение надёжности и долговечности узла...». Но согласно ГОСТ 27.002-2015, надежность является комплексным понятием, которое включает в себя безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность или определенные сочетания этих свойств. Таким образом, автор не совсем корректно указывает на надежность и долговечность. Надо было

указывать либо на надежность, либо на долговечность узла;

4) из текста диссертации неясно, где располагается приведенная автором экспериментальная установка и установка для испытания;

5) автору следовало бы рассмотреть различные варианты исполнения предложенной сэндвич-прокладки;

6) целесообразность применения предлагаемой сэндвич-прокладки необходимо подтвердить результатами эксплуатационных испытаний однотипных вагонов, так как в реальных условиях эксплуатации они могут подвергаться более сложному силовому воздействию;

7) в работе не рассмотрено влияние высокочастотных воздействий и возможности их гашения предлагаемым эластомерным элементом;

8) некоторые выводы в заключении диссертации носят описательный, декларативный характер, характер аннотации, а хотелось бы видеть выводы с конкретными рекомендациями, непосредственно вытекающими из огромной многолетней проделанной работы.

9) в тексте диссертационной работы имеют место не всегда корректное использование терминов, встречаются отдельные опечатки, стилистические неточности и пр., но количество их можно считать незначительным.

Отмеченные недостатки несколько снижают качество и полноту исследований, но они не оказывают существенного влияния на главные научные и прикладные результаты диссертационной работы, а представляют собой как бы предложение к проведению дискуссии на обсуждаемую тему.

Заключение

Проведенный анализ материалов диссертации указывает, что по актуальности, содержанию и значимости основных результатов, диссертация Курзиной Ангелины Михайловны «Способы снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов» является логичной, функционально законченной и самостоятельной научно-квалификационной работой, которая выполнена на достаточно высоком уровне с применением современных расчетных и экспериментальных методов, в которой изложены научно-обоснованные предложенные автором методики и технические решения, направленные на снижение интенсивности износа гребней колес грузовых вагонов при прохождении криволинейных участков железнодорожного пути, за счет применения в трибосопряжении «пятник–подпятник» антифрикционной, износостойкой разделительной сэндвич-прокладки с упруго-диссипативным

компонентом, позволяющей уменьшить противокрутящий момент и нагруженность ходовых частей, имеющие существенное значение для развития железнодорожного транспорта Российской Федерации.

Внедрение данных разработок вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса в железнодорожной отрасли, в частности, при проектировании новых конструкций вагонов и модернизации существующих. Диссертационная работа соответствует научной специальности 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» и соответствует пунктам паспорта специальности: п. 1 «Эксплуатационные характеристики и параметры подвижного состава, повышение их эксплуатационной надежности и работоспособности. Системы электроснабжения железных дорог и метрополитенов. Методы и средства снижения потерь электроэнергии»; п. 4 «Совершенствование подвижного состава, тяговых подстанций, тяговых сетей, включая преобразователи, аппараты, устройства защиты, схемы электроснабжения. Улучшение эксплуатационных показателей подвижного состава и устройств электроснабжения» и п. 10 «Взаимодействие подвижного состава и пути. Системы, средства и материалы, снижающие износ элементов пути и ходовых частей подвижного состава и повышающие безопасность движения».

Диссертация содержит список работ, опубликованных автором по теме диссертации, в тексте приведены ссылки. В диссертации отмечены результаты научных работ, выполненных соискателем лично, а также в соавторстве. При заимствовании материалов или отдельных результатов имеются ссылки на авторов или документы, из которых взяты данные заимствования. Список использованных источников включает 211 наименований.

Основные положения диссертационного исследования достаточно полно отражены в 14-х публикациях автора, в том числе 2 – ведущих научных рецензируемых журналах и изданиях перечня ВАК Минобрнауки РФ и 4 – в изданиях, индексируемых в международных мультидисциплинарных библиографических и реферативных базах данных Web of Science и SCOPUS.

Результаты, полученные автором, обладают научной новизной, имеют значение для развития отрасли знаний в области железнодорожного транспорта.

Автореферат и публикации соискателя, в том числе две – в изданиях, рекомендованных ВАК, – полностью отражают основные положения и результаты диссертационной работы.

Отмеченные недостатки несколько снижают качество оформления результатов исследования, но они не влияют на главные теоретические и

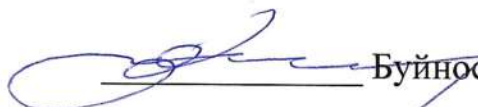
практические результаты диссертации и в целом не меняют общего положительного впечатления о выполненной диссертационной работе.

Таким образом, можно сделать вывод, что диссертационная работа Курзиной Ангелины Михайловны «Способы снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов» соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденное постановлением правительства РФ от 24.09.2013 года № 842 (в редакции от 01 ноября 2018 года с изменениями от 26 мая 2020 года), которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертации, Курзина Ангелина Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент

Буйносов Александр Петрович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук (отрасль науки – технические), по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация», профессор, профессор кафедры «Электрическая тяга» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС)

«05» июля 2021 г.

 Буйносов Александр Петрович

Почтовый адрес: 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66

Электронная почта: abuinosov@usurt.ru, byinosov@mail.ru

Контактные телефоны: (343) 221-24-70, 319-59-32

Подпись д.т.н., профессора,
профессора кафедры «Электрическая тяга»
Буйносова Александра Петровича заверяю:



ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Курзиной Ангелины Михайловны

на тему «Способы снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

1. Актуальность избранной темы

Актуальность темы диссертационного исследования определяется необходимостью обеспечения безопасности движения подвижного состава по рельсовому пути, которая во многом зависит от устойчивого взаимодействия в системе «колесо-рельс» в условиях ощутимого повышения массы и скорости движения поездов, увеличения погонных и осевых нагрузок. Одной из основных задач вагонного хозяйства Российских железных дорог на сегодняшний момент является снижение материальных потерь, связанных с неисправностями колесных пар, большая часть которых связана с износом гребней.

Несмотря на большой опыт проведенных исследований по взаимодействию подвижного состава и пути, выявление конструктивных, технологических и организационных факторов, неблагоприятно влияющих на динамику процесса, и внесение предложений по их устранению, количество случаев текущего отцепочного ремонта колесных пар из года в год не снижается. Поэтому улучшение взаимодействия колеса и рельса, снижение уровня поперечных сил в зоне контакта, особенно при прохождении вагоном кривых участков пути, способствующих интенсивному износу гребней колес, является злободневной задачей.

Актуальность темы диссертационной работы Курзиной Ангелины Михайловны не вызывает сомнений и определяется необходимостью поиска новых способов уменьшения износа гребней колесных пар грузовых вагонов. Поэтому диссертация посвящена решению научно-технической задачи, заключающейся в модернизации опорных узлов грузового вагона за счет подбора новых конструкционных материалов, способствующих снижению противокрутящего момента, препятствующего повороту тележки вокруг оси пятника.

Выводы и рекомендации, указанные в диссертации, являются существенными для эксплуатируемого и проектируемого подвижного состава, обладают научной новизной и практической значимостью.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, имеют прикладной характер, базируются на фундаментальных методах экспериментальных исследований физико-механических и упруго-гистерезисных свойств полимерных композиционных материалов, математическом моделировании противокрутящего момента в зависимости от фрикционных характеристик опорных узлов вагона и вертикальных колебаний многомассовой системы «вагон-путь», классических уравнениях аналитической механики (Даламбера-Лагранжа), аналитических и численных методах интегрирования дифференциальных уравнений, математической статистики и теории вероятности, а также анализе результатов отечественных и зарубежных научно-исследовательских работ по данной тематике и результатами натурных наблюдений.

Приведенные в диссертации выводы и рекомендации можно считать достаточно обоснованными и логичными.

3. Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность результатов работы подтверждается использованием поверенных средств измерений и аттестованного испытательного оборудования при проведении экспериментальных исследований, апробированных и широко используемых в инженерной практике программных продуктов, достаточным объемом экспериментальных данных, использованием классических положений теоретической механики и теории динамических колебаний вагона, математической статистики, достаточной сходимостью полученных результатов с имеющимися данными российских и зарубежных исследователей.

Результаты исследований обсуждены на всероссийских и международных научных конференциях. По теме диссертационной работы соискателем опубликовано 14 работ. Из них 2 в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации, и 4 в изданиях, индексируемых и реферируемых в системах Web of Science и SCOPUS.

К наиболее важным положениям и результатам работы, сформулированным в диссертации и имеющим научную новизну, относятся:

- способ снижения противокрутящего момента, препятствующий повороту тележки вокруг оси пятника путем применения износостойкой антифрикционной композитной двухкомпонентной сэндвич-прокладки, устанавливаемой в подпятниковую зону надрессорной балки;

- способ снижения динамических нагрузок на надрессорную балку от кузова вагона и антифрикционный полиамидный элемент сэндвич-прокладки, позволяющий увеличить их долговечность;

- методики экспериментальных исследований материалов и элементов трибосопряжения «пятник-подпятник», полученные по результатам испытаний характеристики, не указанные в литературных и справочных данных;

- математическая модель и программа расчета многомассовой колебательной системы «вагон-путь», учитывающие установку в трибосопряжение «пятник-подпятник» износостойкой композитной сэндвич-прокладки;

- результаты оценки влияния антифрикционных характеристик трибосопряжения «пятник-подпятник» с износостойкой композитной сэндвич-прокладкой на величину момента сил сопротивления повороту тележки грузового вагона при разных схемах опирания кузова, в груженом и порожнем режиме, а также степени демпфирования вертикальных колебаний при различных амплитудах и частотах нагружений, температурном воздействии.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов заключается в следующем.

1. Рекомендован способ снижения противокрутящего момента, препятствующий повороту тележки вокруг оси пятника путем установки в трибосопряжение «пятник-подпятник» износостойкой композитной сэндвич-прокладки с высокими антифрикционными свойствами верхнего компонента и упруго-гистерезисными свойствами нижнего демпфирующего компонента, который может быть реализован в конструкциях грузовых вагонов.

2. Разработаны, верифицированы и внедрены в Испытательном центре РУТ (МИИТ) новые методы экспериментальных исследований физико-механических, упруго-гистерезисных свойств и ресурсных показателей полимерных композиционных материалов.

3. Получены характеристики физико-механических и упруго-гистерезисных свойств полимерных композиционных материалов, которые можно использовать при выборе конструкционных материалов элементов вагона.

4. Апробированные программы расчета величины противокрутящего момента в зависимости от схем опирания кузова, загрузки вагона, антифрикционных характеристик материалов, а также многомассовой колебательной системы «вагон-

путь» с учетом установки экспериментально полученных характеристик упруго-диссипативных элементов можно применять для выбора рациональных параметров элементов ходовых частей вагонов и в учебном процессе.

5. Оценка содержания диссертации, её завершенность

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, основной части, представленной в пяти главах, заключения, списка сокращений и условных обозначений, словаря терминов и списка литературы, включающего 211 наименований отечественных и зарубежных авторов. Работа изложена на 171 странице, в том числе на 140 страницах основного текста, 94 рисунках, 12 таблицах.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, раскрыта степень ее разработанности, сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, отражены степень достоверности и апробация результатов, а также указаны объект исследования, личный вклад соискателя, структура и объем работы.

В первом разделе диссертации выполнен обзор исследований по взаимодействию пути и подвижного состава, конструктивных решений отечественных и зарубежных тележек, колес, опорных узлов грузовых вагонов, систем лубрикации, направленных на улучшение взаимодействия колеса и рельса, а также современных конструкционных полимерных материалов с улучшенными фрикционными, износостойкими и демпфирующими свойствами.

Выявлено, что одним из перспективных способов снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов является применение в местах опоры кузова износостойких элементов и покрытий из материалов с низким коэффициентом трения и высокой прочностью, которые позволят уменьшить момент сопротивления повороту тележки вокруг оси пятника при движении в кривых. Однако до настоящего времени не удалось получить технических решений, способных сохранить работоспособность в течение всего межремонтного периода вагона.

Второй раздел посвящен разработке методик экспериментальных исследований фрикционных, износостойких и прочностных свойств современных полимерных композиционных материалов с учетом их применения в трибосопряжении «пятник-подпятник», позволяющие выбрать соответствующие варианты, определить реальные характеристики узла трения, оценить работоспособность и долговечность.

В третьем разделе проведен сравнительный анализ различных полимерных композиционных материалов на основе проведенных экспериментальных исследований

их физико-механических свойств, выявлена причина преждевременного разрушения полимерных прокладок, устанавливаемых в подпятник американских тележек, на основании чего предложено ввести в трибосопряжение дополнительный демпфирующий элемент, работоспособность которого проверена при различных амплитудах, частотах нагружений, температурах и в условиях одновременного циклического нагружения и температурного воздействий. В результате для установки в подпятник надрессорной балки грузового вагона выбран соответствующий вариант двухслойной прокладки типа «сэндвич», имеющий верхний антифрикционный компонент в виде кольцевой полиамидной износостойкой вставки и нижний демпфирующий компонент.

Четвертый раздел посвящен анализу влияния антифрикционных характеристик трибосопряжения «пятник-подпятник» на момент сил сопротивления повороту тележки грузового вагона с учетом полученных экспериментально значений коэффициентов трения различных сопрягаемых поверхностей, который показал, что в случае применения предлагаемой сэндвич-прокладки, имеющей верхний компонент с коэффициентом трения 0,11, момент сопротивления повороту при входе в кривую (опирание кузова только на подпятник) уменьшается в 2,91 раза. Величина коэффициента трения 0,11 на опорных сопрягаемых поверхностях подпятниковой зоны и бокового скользуна снижает в 2,91 раза момент сопротивления повороту тележки при любом возможном распределении вертикальной нагрузки между подпятником и скользунком. Следовательно, для уменьшения износа гребней при проходе вагоном кривых участков пути целесообразно одновременно снижать коэффициент трения на подпятнике и скользунах.

В пятом разделе проведена оценка демпфирующих свойств полимерного эластичного элемента, входящего в состав двухкомпонентной сэндвич-прокладки, на основе многовариантных расчетов многомассовой колебательной системы (вагон – путь). Анализ результатов расчетов показал, что затухание колебаний элементов системы при наличии в подпятниковой зоне эластомерного элемента происходит с большей в 2 раза интенсивностью. При этом на ~55 кН снижаются реактивные силы, действующие на надрессорную балку, чуть с меньшей интенсивностью (на ~18 кН), действующие на неподдрессоренную массу вагона, а на 14 мм отклонения подрессоренной массы вагона. Следовательно, введение эластомерного элемента с высокими демпфирующими свойствами и стойкого к термическому старению под нагрузкой позволит уменьшить величину динамических ударных воздействий на

кольцевую полиамидную износостойкую вставку, увеличить ее ресурс, а также снизить нагруженность ходовых частей вагона.

Выносимые соискателем на защиту положения, способ снижения износа гребней колес, разработанные модель, программа и методики экспериментальных исследований, а также сформулированные в результате исследования выводы и предложения являются новыми.

Диссертация является завершенной научно-квалифицированной работой, результаты и рекомендации которой могут быть использованы при разработке новых конструкций вагонов и модернизации существующих.

6. Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной с применением современных расчетных и экспериментальных методов. По окончании каждой главы приводятся выводы и обобщающие результаты исследований. В заключении сформулированы общие итоги исследований по диссертации. Материалы работы изложены ясно и последовательно, хорошо иллюстрированы и структурированы. В своей работе автор широко и компетентно использует результаты исследований отечественных и зарубежных (26 ссылок из 211) ученых, в том числе за период с 2010 г. по 2021 г. - 60 ссылок на источники из 211. Среди достоинств работы следует отметить значительный объем экспериментальных исследований различных полимерных композиционных материалов, выполненных по разработанному автором и внедренным в испытательном центре методикам, предложенный способ снижения износа гребней колес, позволяющий уменьшить динамическое воздействие на ходовые части грузового вагона.

По содержанию диссертации следует отметить следующие замечания.

1. Предложенный вариант антифрикционной сэндвич-прокладки с упруго-диссипативными свойствами для установки в подпятниковую зону может привести к необходимости внесения конструктивных изменений других элементов тележки, поэтому целесообразно рассмотреть возможность его установки на конкретный тип вагона.

2. В работе не указано как повлияет на работу вставки попадание в зону контакта абразивных частиц и горюче-смазочных материалов.

3. Решение о рациональности применения и серийном производстве предложенных вариантов опор пятника целесообразно подтвердить результатами

эксплуатационных испытаний однотипных вагонов в различных климатических условиях.

Указанные недостатки не снижают качества и ценности диссертации и не влияют на теоретические и практические результаты диссертационного исследования.

7. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

8. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Диссертация и автореферат диссертации полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ. – 2012.

9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным п. 10, 11, 14 «Положение о присуждении ученых степеней»

В соответствии с п.10 диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов и рекомендаций по использованию научных выводов.

В соответствии с п.11 основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в рецензируемых научных изданиях.

В соответствии с п.14 в диссертации содержатся ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов, а также на результаты научных работ, выполненные лично соискателем ученой степени и в соавторстве.

Диссертация Курзиной Ангелины Михайловны на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научно-обоснованные методики и технические решения по снижению интенсивности износа гребней колес грузовых вагонов путем применения в опорном узле кузова вагона двухкомпонентной сэндвич-прокладки из современных полимерных композиционных материалов, позволяющей уменьшить момент сопротивления повороту тележки, имеющие существенное значение для развития железнодорожного транспорта Российской Федерации.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Курзиной Ангелины Михайловны на тему «Способы снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов» соответствует критериям, установленным

«Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент,
Антипин Дмитрий Яковлевич, кандидат технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, доцент, директор «Учебно-научного института транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет» (БГТУ) 241035, г. Брянск, бул. 50 лет Октября, д. 7.
тел.: +7 (4832) 56-04-66; email: adya2435@gmail.com

«29» июня 2021 г.



(подпись)

Д.Я. Антипин

