

На правах рукописи



ПОДЛЕСНИКОВ Ярослав Дмитриевич

Методы улучшения динамических качеств вагонов для перевозки
опасных грузов

05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов
и электрификация

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2016

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II» (МГУПС (МИИТ))

Научный руководитель доктор технических наук, профессор
Филиппов Виктор Николаевич

Официальные оппоненты: **Бороненко Юрий Павлович**
доктор технических наук, профессор,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора
Александра I», и.о. заведующего кафедрой
«Вагоны и вагонное хозяйство»

Антипин Дмитрий Яковлевич,
кандидат технических наук, доцент,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Брянский
государственный технический университет»,
заведующий кафедрой «Подвижной состав
железных дорог»

Ведущая организация **ЗАО научная организация «Тверской
институт вагоностроения», г. Тверь.**

Защита состоится «23» июня 2016 г., в 13:00 на заседании диссертационного совета Д 218.005.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II» по адресу: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, ауд. 2505.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте МГУПС (МИИТ), www.mii.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Воронин Николай Николаевич

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Безопасность движения железнодорожных единиц подвижного состава определяется взаимодействием элементов железнодорожного пути и элементов подвижного состава. Наиболее важным документом, определяющим состояние железнодорожного пути, являются Нормы содержания рельсовой колеи, которые определяют ширину колеи, отступления в плане и вертикальной плоскости, характеристики рельсовой колеи в кривых участках пути, включая возвышения рельса для компенсации непогашенных ускорений и важнейшие параметры земляного полотна, существенно влияющие на технико-экономические параметры вагонов.

Железнодорожный подвижной состав имеет также нормативные документы, регламентирующие как состояние ходовых частей, так и важнейшие динамические показатели, к числу которых относятся положение центра тяжести как отдельных элементов, так и вагона в целом, инерционные характеристики, к числу которых относятся массы элементов, моменты инерции ходовых частей и кузова, жесткостные и диссипативные характеристики связей между элементами.

Происходившая в течение последних 20 лет реорганизация на железнодорожном транспорте и в отрасли вагоностроения привела к существованию децентрализации в части обеспечения технической политики. Передача подвижного состава перевозочным компаниям привела к появлению противоречивых требований к подвижному составу, и в частности, появились «независимые» производители подвижного состава, не имеющие соответствующих технологических возможностей, и начавших производить подвижной состав, например, вагоны-цистерны для перевозки опасных грузов, используя не принадлежащую разработчикам документацию.

Желание иметь «эффективные» вагоны-цистерны привело к необоснованному производству цистерн с диаметром котла 3200 мм без

проведения необходимых испытаний. Желание организовать движение скоростных поездов на участках, по которым одновременно движутся грузовые поезда, привело к заужению рельсовой колеи, появлению в нормативной документации на содержание рельсовой колеи некоторых параметров, не соответствующих реальным эксплуатационным режимам. В случае остановки поезда в кривой с большим возвышением наружного рельса или движения с малыми скоростями наблюдается отрыв колеса от рельса (рисунок 1).

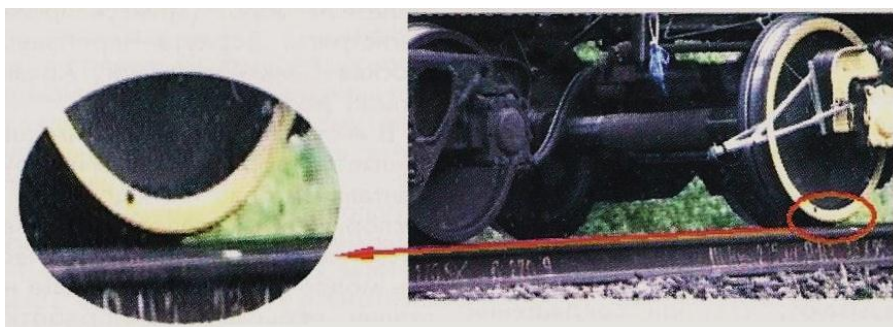


Рисунок 1 – Отрыв колеса от рельса

В период с 1970-х годов до настоящего времени существенно изменились величины отступлений по содержанию рельсовой колеи. Так, например, в нормах 1970 года перекосы в вертикальной плоскости были приняты порядка 13 мм, а в инструкции ЦП-774 эти величины достигли уже $45 \div 50$ мм, а горизонтальные неровности допускаются до 100 мм.

Степень разработанности темы. В основе современных методов исследования динамики подвижного состава и взаимодействия его с верхним строением пути лежат теоретические и экспериментальные работы, выполненные Н.Е. Жуковским, А.Н. Крыловым, С.П. Тимошенко, С.А. Чаплыгиным, А.М. Годыцким-Цвирко, В.А. Лазаряном, А.А. Поповым, И.И. Челноковым, М.А. Фришманом, Н.П. Петровым, М.В. Винокуровым, Г.М. Шахунянцем.

Большой вклад в развитие динамики подвижного состава внесли С.М. Андриевский, Е.П. Блохин, И.В. Бирюков, М.Ф. Вериге, С.В. Вершинский,

Л.О. Грачева, В.Н. Данилов, В.Д. Данович, О.П. Ершков, В.Н. Иванов, И.П. Исаев, Н.А. Ковалев, А.А. Камаев, В.А. Камаев, Л.А. Кальницкий, М.Л. Коротенко, А.Я. Коган, В.Н. Котуранов, Н.Н. Кудрявцев, С.М. Куценко, А.А. Львов, Л.А. Манашкин, В.Б. Медель, Е.Н. Никольский, Л.Н. Никольский, Н.А. Панькин, М.П. Пахомов, А.Н. Савоськин, М.М. Соколов, Т.А. Тибилев, В.Ф. Ушкалов, Л.А. Шадур, В.Д. Хусидов. Широко известны в нашей стране также работы таких зарубежных ученых как Рокард, Картер, Хейман, Кейн, Фромм, Бухли, Лабрийн, Мюллер, Кофман.

Помимо фундаментальных работ, выполненных во второй половине прошлого века, в последние десятилетия появилось множество работ, посвященных исследованию динамики грузовых вагонов с различными вариантами ходовых частей (тележка модели 18-100 модернизированная, тележка модели 18-578 и др.), различными схемами опирания кузова на ходовые части и т.д.

Исследованием динамики подвижного состава занимаются ученые научно-исследовательских институтов ВНИИЖТ, ВНИКТИ, университетов МИИТ, ПГУПС, БГТУ и др. Широко известны труды в области динамики нетягового подвижного состава профессоров МИИТ В.Д. Хусидова, В.Н. Котуранова, П.С. Анисимова, Г.И. Петрова, В.Н. Филиппова, С.В. Беспалько, Е.П. Королькова, А.Н. Савоськина, Е.В. Сердобинцева, ученых ВНИИЖТ В.М. Богданова, М.Ф. Вериги, В.Н. Данилова, А.Я. Когана, Ю.С. Ромена, Ю.М. Черкашина, В.О. Певзнера, ученых ВНИКТИ В.С. Коссова и др.

Цели и задачи. Целями настоящей работы являются:

1. Разработка упрощенных математических моделей, учитывающих некоторые важные параметры рельсовой колеи и вагона, и базирующихся на использовании квазистатического подхода с добавлением условий возможностей применения таким моделей.

2. Выбор параметров отдельных элементов ходовых частей и кузовов вагонов, перевозящих опасные грузы, способствующих выполнению требований по обеспечению безопасности движения.

3. Разработка конструктивных решений, направленных на улучшение динамических качеств вагонов с высоким положением центра тяжести, перевозящих опасные грузы.

Для достижения указанных целей поставлены и решены следующие задачи:

1. Определены важнейшие динамические параметры вагонов, перевозящих опасные грузы.
2. Проверена достоверность упрощенной методики исследования устойчивости вагона от схода с рельс.
3. Выбраны параметры, влияющие на безопасность движения вагонов, с использованием упрощенной методики.
4. Выполнен анализ конструкций ходовых частей грузовых вагонов и схем опирания кузова на тележку.

Научная новизна исследований заключается в следующем: разработана упрощенная математическая модель с переменной структурой для проведения экспресс-анализа различных аварийных ситуаций или определения влияния на динамические процессы некоторых параметров вагона и рельсовой колеи.

Теоретическая и практическая значимость работы:

1. Методика определения устойчивости вагона от схода с рельс может быть применена при расследованиях причин аварий и крушений поездов.
2. Результаты данной работы могут быть использованы при проектировании специального подвижного состава.

Методология и методы исследования. В настоящей диссертационной работе использованы эмпирические и общелогические методы исследования. Эмпирические методы представлены сравнением и описанием конструкций, а общелогические – анализом и обобщением материала.

Положения, выносимые на защиту:

1. Упрощенная методика определения устойчивости вагона от схода с рельс.

2. Разработанные мероприятия по обеспечению устойчивости специального подвижного состава при характерных эксплуатационных режимах.

Степень достоверности: Обоснованность и достоверность результатов работы подтверждается материалами по сходам восьмиосных цистерн в кривых на Горьковской железной дороге в 1995 г. и Забайкальской железной дороге в 1988 ÷ 1994 гг.

Апробация работы: основные результаты работы докладывались и обсуждались на XIV международной научно-практической конференции «Безопасность движения поездов» (МИИТ, 2013 г.); международной научно-практической конференции «Конструкция, динамика и прочность подвижного состава» (МИИТ, 2014 г.); XV научно-практической конференции «Безопасность движения поездов» (МИИТ, 2014 г.); IV международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований» (Москва, 2014 г.); XVI научно-практической конференции «Безопасность движения поездов» (МИИТ, 2015 г.).

Публикации. Основные положения диссертационной работы и научные результаты опубликованы в 10 печатных работах. Две статьи опубликованы в журналах, входящих в Перечень изданий, рекомендованный ВАК России для публикации научных результатов диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, основных результатов и выводов, списка литературы, состоящего из 133 наименований. Общий объем диссертации составляет 179 страниц машинописного текста, содержит 71 рисунок и 32 таблицы.

Содержание работы

Во введении приводятся обоснование актуальности темы диссертации, цель и задачи исследования, указаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту,

обоснованность и достоверность полученных результатов, апробация работы и личный вклад соискателя.

В первом разделе настоящей диссертационной работы выполнен анализ исследований в области динамических качеств подвижного состава, приводится обзор теоретических и экспериментальных методов исследования, сформулированы цели и задачи исследования.

Во втором разделе диссертационной работы приводятся расчетные схемы объектов исследования, рассмотрены конструкции тележек грузовых вагонов и их скользунов, применяемые на железных дорогах США и стран Европы, а также последние отечественные разработки. Рассмотрен процесс развития и совершенствования математических моделей, описывающих движение одиночной колесной пары и двухосных тележек.

При прохождении вагонами кривых участков пути должно выполняться условие, что момент силы, стремящейся повернуть колесную пару в рельсовой колее, должен быть больше момента сопротивления повороту. При этом необходимо учитывать, что в этом случае направляет колесную пару гребень ненабегающего колеса, которое может быть обезгружено, а момент сопротивления повороту может принимать большое значение из-за перераспределения вертикальной нагрузки и неблагоприятного сочетания пар трения на скользунах.

Оценка устойчивости экипажа производится по величине коэффициента запаса устойчивости, который в соответствии с Нормами для расчета и проектирования вагонов и ГОСТ 33211-2014 может быть вычислен по формуле:

$$K_y = \frac{tg\beta - \mu}{1 + \mu \cdot tg\beta} \cdot \frac{P_B}{P_B}, \quad (1)$$

где β – угол между образующей гребня колеса и горизонталью, $\beta=60^\circ$;

μ - коэффициент трения между колесом и рельсом, $\mu=0,25$.

P_B и P_B – силы вертикального и бокового воздействия набегающего колеса на внешний или внутренний рельсы.

При определении бокового воздействия набегającego колеса (P_B) следует учитывать сумму сил: горизонтальная составляющая, обусловленная наклоном вагона в кривой за счет возвышения рельса (P_P); горизонтальная составляющая продольных сил в поезде (P_T); расчетная величина силы ветра (P_q); горизонтальная составляющая центробежных сил ($P_{ц}$); горизонтальная реакция на гребне колеса, преодолевающая момент сил трения в шкворневом узле (на подпятнике и скользунах) при повороте тележки относительно вагона в кривой ($P_{тр}$), то есть:

$$P_B = P_P + P_T + P_q + P_{ц} + P_{тр}, \quad (2)$$

Горизонтальная реакция на гребне колеса, преодолевающая момент сил трения в шкворневом узле при повороте тележки относительно вагона в кривой, определяется по формуле:

$$P_{тр} = \frac{R_{п} \cdot \frac{d_{п}}{2} \cdot \mu_{п} + R_{ск} \cdot b \cdot \mu_{ск}}{2l_T}, \quad (3)$$

где $R_{п}$ – вертикальная реакция на подпятнике двухосной тележки;

$R_{ск}$ – вертикальная реакция на скользунах;

$d_{п}$ – диаметр подпятника тележки;

b – расстояние от шкворня тележки до скользуна;

$\mu_{п}$, $\mu_{ск}$ – коэффициенты трения скольжения на подпятнике и скользунах соответственно;

$2l_T$ – база тележки.

При определении вертикальной нагрузки на колесо и вертикальных реакций на подпятнике и скользунах необходимо учитывать поперечное смещение положения центра тяжести вагона, вызванного возвышением одного рельса; замыканием зазоров в скользунах и дополнительным наклоном кузова за счет различной деформации рессор (рисунок 2).

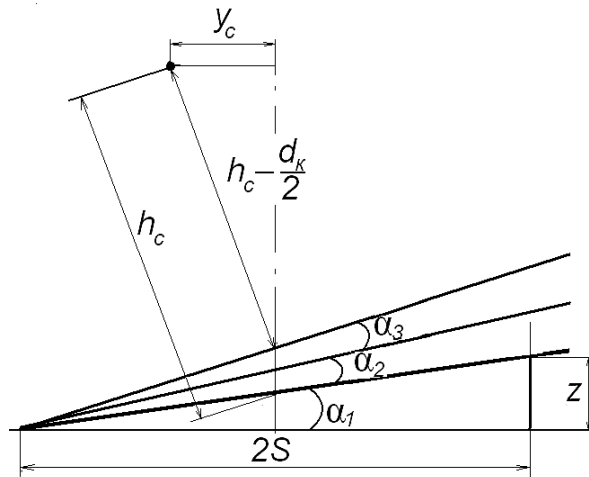


Рисунок 2 – Расчетная схема для определения поперечного смещения положения центра тяжести вагона в кривой

Вертикальные реакции на набегающем колесе P_1 и ненабегающем колесе P_2 определяются из формул:

$$p_0 = P_1 + P_2, \quad (4)$$

$$P_2 = \frac{p_0 \cdot (\frac{2S}{2} - y_c)}{2S}, \quad (5)$$

где p_0 – расчетная нагрузка от колесной пары на рельсы;

$2S$ – ширина колеи;

y_c – суммарное поперечное смещение положения центра тяжести вагона в кривой.

Разработанная в настоящей диссертационной работе методика определения устойчивости грузовых вагонов от схода с рельсов учитывает множество факторов, таких как скорость движения, продольные силы в поезде, ветровая нагрузка, возвышение наружного рельса, ширина колеи в рассматриваемой точке, зазоры в скользунах и т.д. и позволяет практически моментально получать значения коэффициента запаса устойчивости колеса, максимально приближенные к реальным.

В третьем разделе настоящей диссертационной работы выполнена проверка достоверности разработанной методики определения устойчивости грузовых вагонов от схода с рельсов. Определены значения вертикальных и горизонтальных сил, действующих от колес на рельсы и коэффициенты запаса устойчивости для цистерн нескольких моделей (рисунок 3), имеющих различные технико-экономические характеристики. Кроме того, выполнены расчеты на определение устойчивости в кривых 8-осных вагонов с классической схемой опирания на ходовые части и с опиранием кузова непосредственно на скользуны двухосных тележек (рисунок 4).

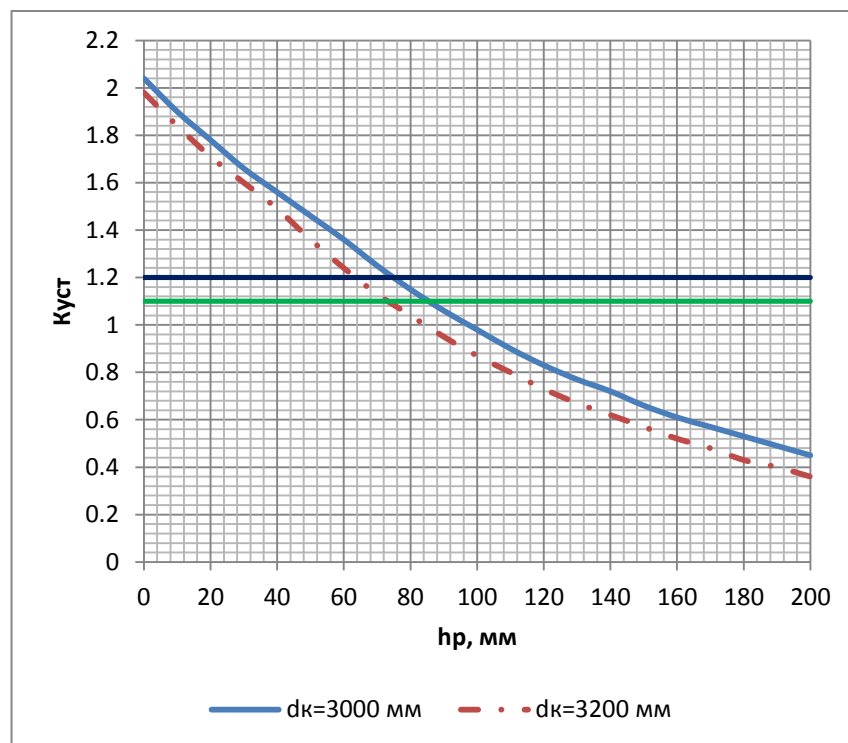


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента запаса устойчивости колеса от вкатывания на головку рельса от возвышения наружного рельса

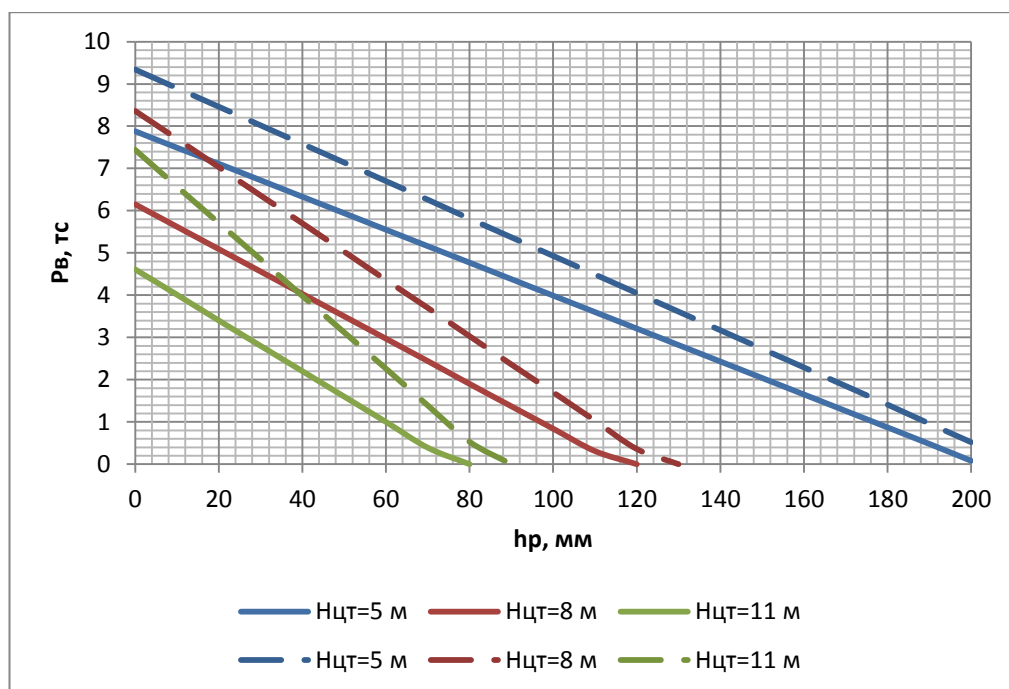


Рисунок 4 – Сравнение зависимостей вертикальной нагрузки от ненабегающего колеса на рельс от возвышения наружного рельса

Сплошные линии обозначают вертикальную нагрузку от ненабегающего колеса на рельс для 8-осного вагона на двух четырехосных тележках, а штриховые линии - вертикальную нагрузку от ненабегающего колеса на рельс для 8-осного вагона на четырех двухосных тележках.

Сделаны выводы, что:

1. Устойчивость от опрокидывания в кривой больше у 8-осного вагона с опиранием кузова на скользуны двухосных тележек, чем у 8-осного вагона с опиранием по классической схеме с зазорами в скользунах.
2. При больших зазорах в скользунах увеличивается смещение центра тяжести вагона в горизонтальной плоскости, для предотвращения чего необходимо обязательно вводить ограничители отклонения кузова.
3. У вагонов с высотой центра тяжести 2,7 м коэффициент запаса устойчивости колеса от вкатывания на головку рельса принимает значения менее 1,2 при возвышении наружного рельса 60 мм и более в кривой радиусом 350 м.

В четвертом разделе приведены предложения по совершенствованию шкворневого узла грузовых вагонов и, в частности, специального

подвижного состава, описываются разработанные конструктивные решения для обеспечения устойчивости в кривых участках пути, например, применение нежестких связей ходовых частей с кузовом (рисунок 5) для снижения высоты центра тяжести вагона при его наклоне. Подобные нежесткие связи имеются на тележках модели 18-194-1 (УВЗ), 18-9750 (НВЦ «Вагоны»), 18-4129 (ICG, г. Кременчуг) и др.

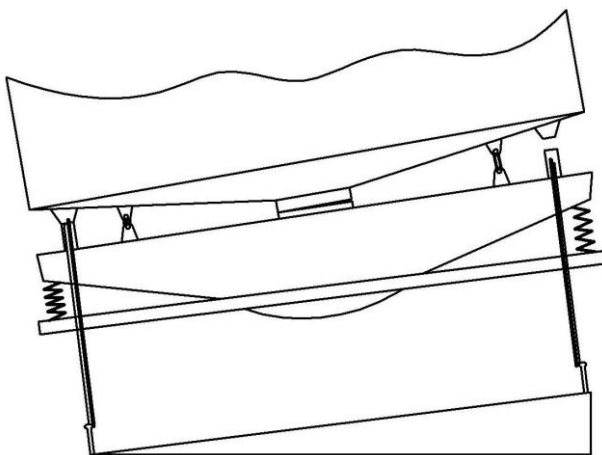


Рисунок 5 – Схема применения нежестких связей надрессорной балки тележки с кузовом вагона

На специальном подвижном составе (СПС) целесообразно применять автоматизированные балансировочные системы, которые при прохождении кривых с большим возвышением наружного рельса будут препятствовать наклону кузова. При остановке СПС в кривой подобные системы будут перераспределять вертикальную нагрузку от кузова на ходовые части и обеспечивать равномерность распределения вертикальной нагрузки.

Предложены четыре схемы опирания кузова СПС на ходовые части посредством балансировочной системы с гидравлическими боковыми опорами. В трех схемах используется соединительная балка двухосных тележек (рисунки 6 – 8), в 4 схеме опирание кузова осуществляется на двухосные тележки без использования соединительных балок.

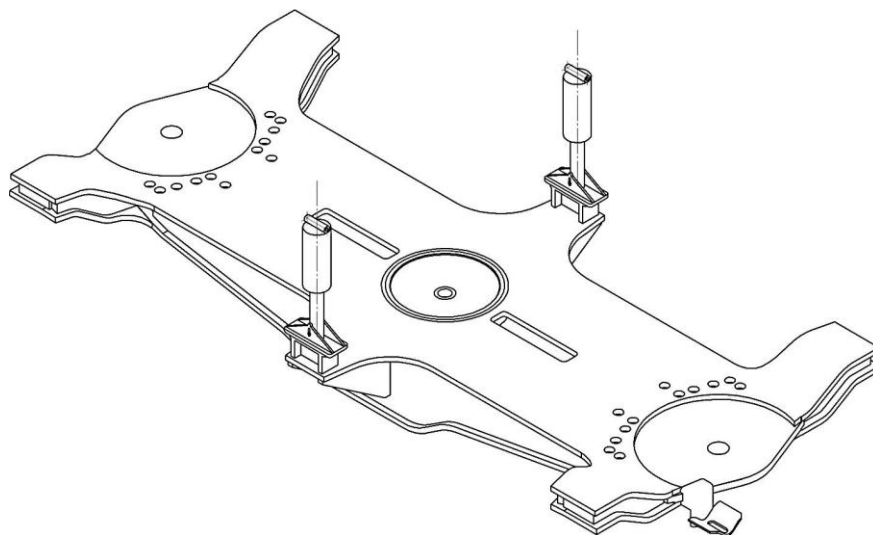


Рисунок 6 – Первый вариант балансировочной системы с опиранием гидравлических упоров на скользяны соединительной балки

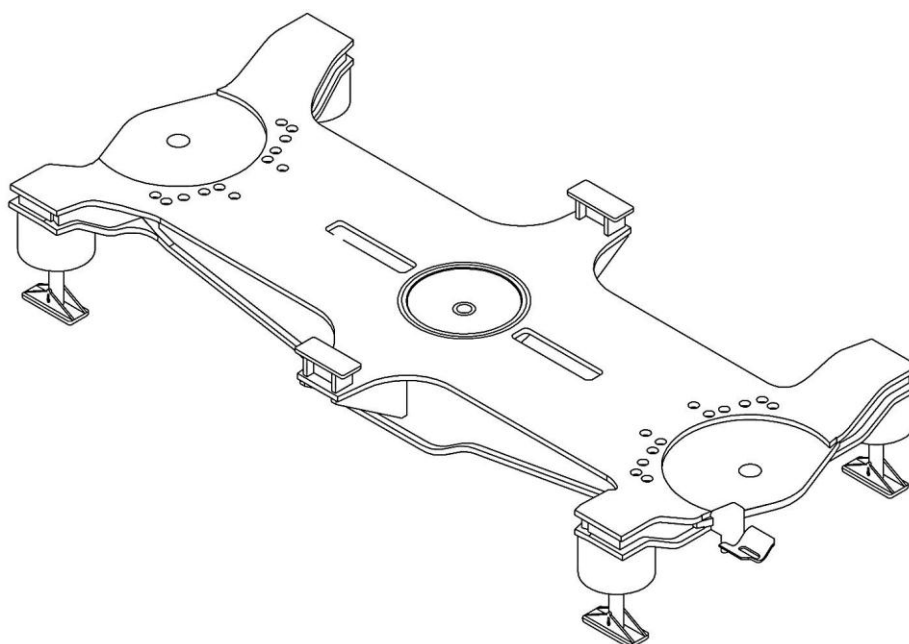


Рисунок 7 – Второй вариант балансировочной системы с опиранием гидравлических упоров на скользяны надрессорных балок

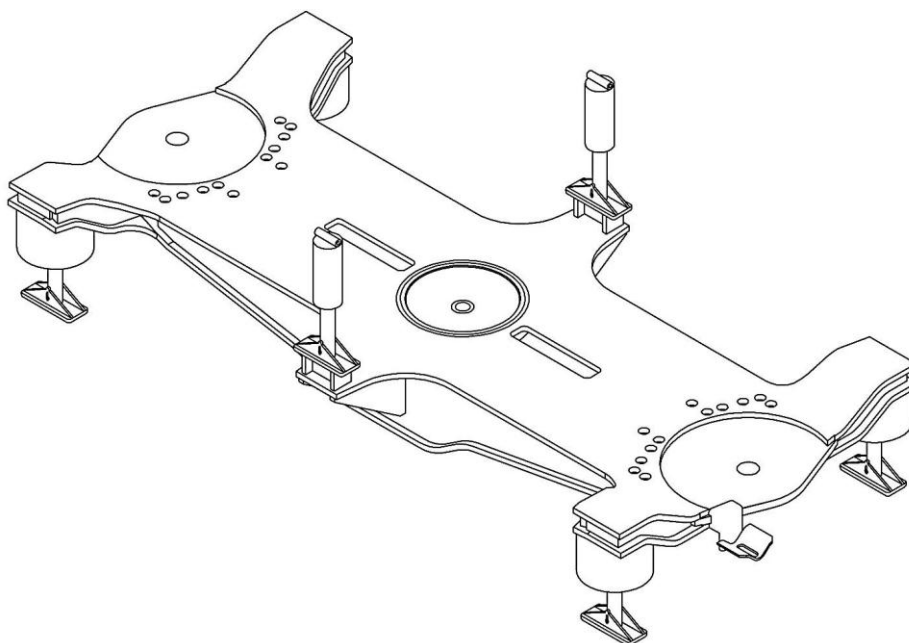


Рисунок 8 – Третий вариант балансирующей системы с опиранием гидравлических упоров на скользящие соединительной балки и скользящие наддрессорных балок

Во всех предложенных схемах модернизации узла опирания кузова на ходовые части рекомендуется применять составные пятники с закругленными кромками и замковыми шкворнями и нежесткие связи кузова с наддрессорными балками. Кроме того, предлагаются варианты скользящих для использования их совместно с гидравлическими опорами для получения рациональных значений момента трения в шкворневом узле. Предложен вариант роликового скользящего (рисунок 9) и вариант упругого бесконтактного скользящего (рисунок 10 и 11), которые рекомендуется использовать как на СПС, так и на других грузовых вагонах.

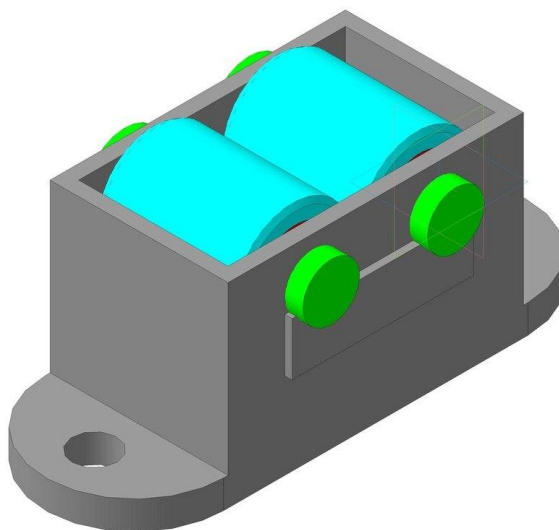


Рисунок 9 – Вариант роликового бесконтактного скользяна

Спроектированный скользяна (рисунок 9) состоит из стального корпуса, в боковых стенках которого имеются отверстия, в которые проходят валики с установленными на них опорными роликами. Между опорными роликами и валиками имеются противоизносные полимерные втулки. Валики удерживаются в корпусе стопорной пластинкой, которая может крепиться к любой из боковых стенок. Крепление скользяна к надрессорной балке тележки грузового вагона осуществляется через отверстия при помощи болтов со самостопорящимися гайками.

Для поглощения высокочастотных колебаний между подошвой данного скользяна и надрессорной балкой целесообразно размещать амортизатор – прокладку из материала, который используется для изготовления подрельсовых прокладок, обладающего значительной жесткостью и, соответственно, небольшим статическим прогибом.

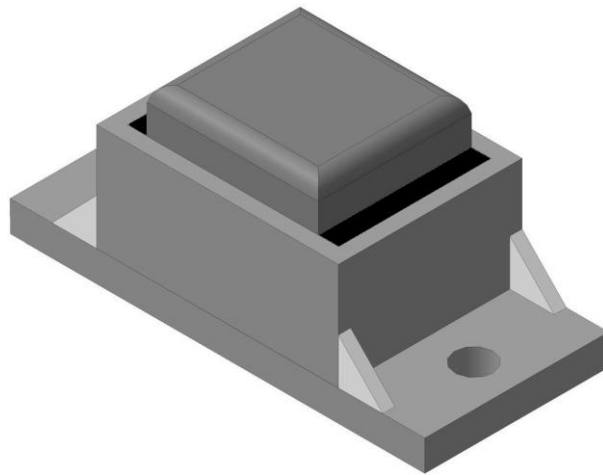


Рисунок 10 – Вариант упругого бесконтактного скользуна

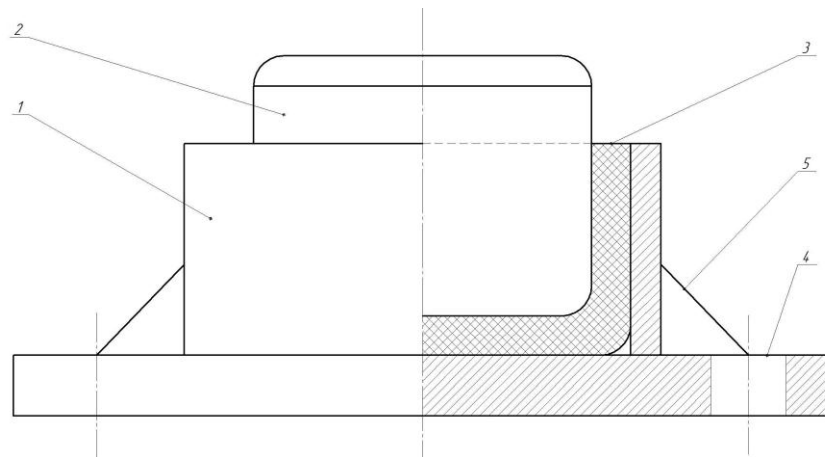


Рисунок 11 – Устройство упругого бесконтактного скользуна

Упругий бесконтактный скользящий, показанный на рисунке 11, состоит из штампованного стального корпуса 1 с ребрами жесткости 5, чугунного литого вкладыша, упругого элемента из морозостойкой резины 3. Крепится данный скользящий к надрессорной балке тележки при помощи болтов, для чего в подошве предусмотрены отверстия 4.

В пятом разделе диссертационной работы выполнена оценка эффективности предложенных конструктивных решений. Проведены расчеты устойчивости СПС в кривых малого радиуса с различными схемами опирания на ходовые части посредством балансировочной системы. Из результатов расчетов устойчивости 8-осных вагонов с различными схемами опирания кузова на ходовые части видно, что наибольшая устойчивость от

опрокидывания достигается при схеме опирания кузова на скользуны двухосных тележек (без соединительных балок) посредством балансировочной системы.

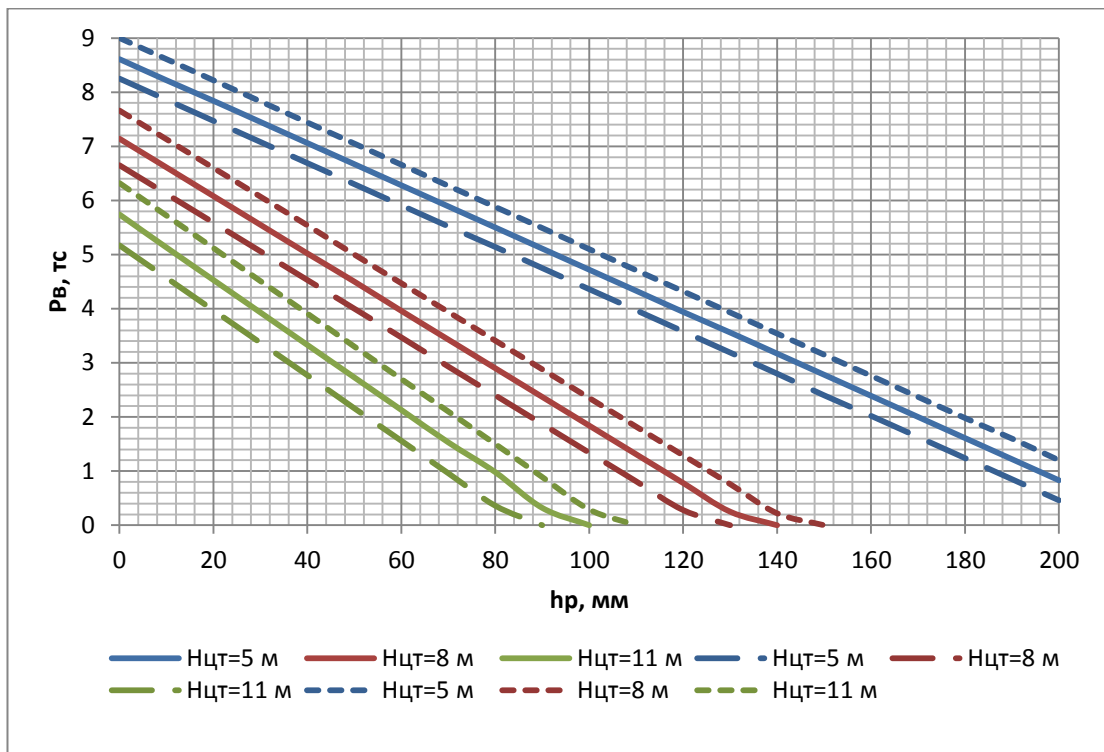


Рисунок 12 – Сравнение зависимостей вертикальной нагрузки от ненабегающего колеса на рельс от возвышения наружного рельса

На рисунке 12 представлены графики зависимостей вертикальной нагрузки от ненабегающего колеса на рельс от возвышения наружного рельса, сделанные для сравнения результатов расчетов устойчивости 8-осных вагонов. Сплошные линии обозначают вертикальную нагрузку от ненабегающего колеса на рельс для 8-осного вагона на двух четырехосных тележках с балансировочной системой, показанной на рисунке 6, штриховые линии – вертикальную нагрузку от ненабегающего колеса на рельс для 8-осного вагона на двух четырехосных тележках с балансировочной системой, показанной на рисунке 7, пунктирные линии – вертикальную нагрузку от ненабегающего колеса на рельс для 8-осного вагона на двух четырехосных тележках с балансировочной системой, показанной на рисунке 8.

Как видно из рисунка 12, наибольшая устойчивость объекта исследования от опрокидывания достигается с применением балансировочной системы, показанной на рисунке 8 (гидравлические упоры размещаются между рамой вагона и соединительной балкой и между соединительной балкой и надрессорными балками двухосных тележек; зазоры отсутствуют). Наименьшая устойчивость объекта исследования от опрокидывания достигается с применением балансировочной системы, показанной на рисунке 7 (гидравлические упоры размещаются между соединительной балкой и надрессорными балками двухосных тележек; между скользящими рамы вагона и скользящими соединительной балки имеются зазоры). Вариант вагона с балансировочной системой, показанной на рисунке 6 (гидравлические упоры размещаются между рамой вагона и соединительной балкой, а между скользящими соединительной балки и скользящими надрессорных балок двухосных тележек имеются зазоры), показал большую устойчивость от опрокидывания по сравнению с вариантом, где на вагоне используется восемь гидравлических упоров.

На рисунке 13 представлены графики зависимостей вертикальной нагрузки от ненабегающего колеса на рельс от возвышения наружного рельса, сделанные для сравнения результатов расчетов устойчивости 8-осных вагонов. Сплошные линии обозначают вертикальную нагрузку от ненабегающего колеса на рельс для 8-осного вагона на двух четырехосных тележках с балансировочной системой, показанной на рисунке 8, штриховые линии – вертикальную нагрузку от ненабегающего колеса на рельс для 8-осного вагона на двух четырехосных тележках с балансировочной системой.

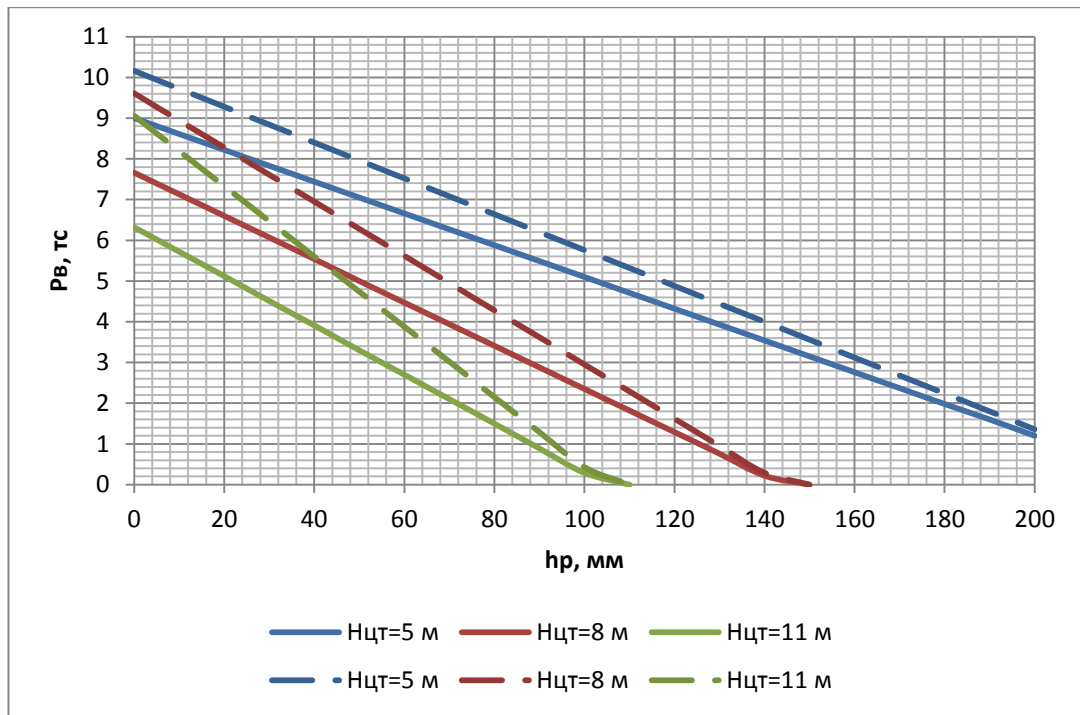


Рисунок 13 – Сравнение зависимостей вертикальной нагрузки от ненабегающего колеса на рельс от возвышения наружного рельса

Как видно из рисунка 13, 8-осный вагон с опиранием кузова на четыре двухосные тележки через балансировочную систему обладает большей устойчивостью от опрокидывания в кривой по сравнению с 8-осным вагоном с опиранием кузова на две 4-осные тележки через балансировочную систему с 12 гидравлическими цилиндрами.

Для сравнения показателей устойчивости единицы подвижного состава в рельсовой колее с модифицированными ходовыми частями в расчетах были приняты предельные значения некоторых характеристик (высота центра тяжести 11 м, площадь боковой поверхности 115 м^2 , сила ветра $0,1 \text{ т/м}^2$). Установлено, что потеря устойчивости 8-осного транспортного средства с указанными выше параметрами при классической схеме опирания кузова на ходовые части происходит при возвышении наружного рельса 70 мм. Потеря устойчивости 8-осного транспортного средства с такими же характеристиками и усовершенствованной схемой опирания на ходовые части произойдет при возвышении наружного рельса в кривой 100 мм.

Заключение

В диссертационной работе на основе проведенных исследований и выполненных разработок решена актуальная научно-практическая задача улучшения динамических качеств вагонов для перевозки опасных грузов с увеличенной высотой центра тяжести. Основные результаты, выводы и практические рекомендации заключаются в следующем:

1. Разработана упрощенная математическая модель с переменной структурой для проведения экспресс-анализа различных аварийных ситуаций или определения влияния на динамические процессы некоторых параметров вагона и рельсовой колеи.

2. Выполнена проверка достоверности упрощенной методики исследования устойчивости вагона от схода с рельсов на примере вагонов-цистерн с различными характеристиками.

3. Проведены расчеты по определению устойчивости в кривых малого радиуса специального подвижного состава с различной схемой ходовых частей и различной схемой опирания кузова на ходовые части. Сделан вывод, что восьмиосный вагон с опиранием кузова на скользуны двухосных тележек обладает большей устойчивостью от схода с рельсов или опрокидывания, чем восьмиосный вагон с типовыми 4-осными тележками.

4. Разработаны рекомендации по совершенствованию шкворневого узла вагонов специального назначения. Разработаны варианты балансировочных систем для специального подвижного состава. Выполнены расчеты по определению устойчивости вагонов с увеличенной высотой центра тяжести, оборудованных различными балансировочными системами. Предложены варианты скользунов, которые рекомендуются к использованию в совокупности с балансировочными системами.

5. Сделан вывод, что восьмиосный вагон с балансировочной системой обладает большей устойчивостью от схода с рельсов или опрокидывания, чем восьмиосный вагон, имеющий типовые ходовые части с зазорами в

скользунaх. При этом лучшим вариантом является схема опирания кузова вагона посредством балансировочной системы на скользуны двухосных тележек.

6. Результаты настоящей работы могут быть использованы при проектировании специального подвижного состава и при выборе параметров шкворневого узла грузовых вагонов.

7. Разработанная методика определения устойчивости вагонов в рельсовой колее позволяет проводить блиц-анализ причин сходов и исследовать влияние на устойчивость различных факторов.

8. Перспективы дальнейшей разработки данной темы заключаются в проектировании автоматической следящей системы для управления гидравлическими опорами. Также представляется разумным дальнейшее совершенствование узла опирания многоосного специального подвижного состава на ходовые части и проведение исследований динамики такого подвижного состава с различными вариантами тележек, буксовых узлов, рессорного комплекта.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

I Публикации в печатных изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Смольянинов, А. В. К вопросу обеспечения безопасности движения вагонов с увеличенной высотой центра тяжести [Текст] / А. В. Смольянинов, В. Н. Филиппов, И. В. Козлов, Я. Д. Подлесников // Транспорт Урала. – 2014. – № 2 (41). – С. 39-43.
2. Филиппов, В. Н. Снижение подреза гребней колесных пар грузовых вагонов [Текст] / В. Н. Филиппов, П. И. Зуйков, Я. Д. Подлесников // Железнодорожный транспорт. – 2014. – № 3. – С. 70-72.

II В научных журналах, материалах конференций

1. Гущин, П. А. К вопросу улучшения динамических качеств вагонов [Текст] / П. А. Гущин, Я. Д. Подлесников // Труды IV международной

- научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований». – М., 2014. – № 4 (14) часть 5. – С. 136 – 138.
2. Патент на полезную модель № 150718 Российская Федерация, МПК B61F3/00, B61F5/14. Скользун тележки грузового вагона [Текст] / Гущин П.А., Петров А.О., Подлесников Я.Д.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО МГУПС (МИИТ). – № 2014130676/11; заявл. 25.07.2014; опубл. 20.02.2015, Бюл. № 24. – 4 с.: ил.
 3. Патент на полезную модель № 152369 Российская Федерация, МПК B61F5/00, B61F5/02, B61F5/14. Скользун тележки грузового вагона [Текст] / Гущин П.А., Петров А.О., Подлесников Я.Д.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО МГУПС (МИИТ). – № 2014132598/11; заявл. 08.08.2014; опубл. 27.05.2015, Бюл. № 24. – 4 с.: ил.
 4. Патент на полезную модель № 158642 Российская Федерация, МПК B61F5/00. Скользун тележки грузового вагона [Текст] / Петров А.О., Подлесников Я.Д.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО МГУПС (МИИТ). – № 2015136379/11; заявл. 27.08.2015; опубл. 20.01.2016, Бюл. № 24. – 4 с.: ил.
 5. Подлесников, Я. Д. Об устойчивости цистерн в кривых с большими возвышениями рельсов [Текст] / Я. Д. Подлесников // Тезисы XIV международной научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». – М., 2013. – С. VII-16 – VII-17.
 6. Смольянинов, А. В. Соблюдение действующих норм – важный фактор обеспечения безопасности перевозки опасных грузов [Текст] / А. В. Смольянинов, В. Н. Филиппов, И. В. Козлов, Я. Д. Подлесников // Инновационный транспорт. – 2013. – № 1 (7). – С. 7-13.
 7. Филиппов, В. Н. Об одном из способов снижения подреза гребней колесных пар грузовых вагонов [Текст] / В. Н. Филиппов, П. И. Зуйков, Я. Д. Подлесников // Тезисы XIII международной научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». – М., 2012. – С. VII-22 – VII-24.

8. Филиппов, В. Н. Закон «О техническом регулировании» и способы выполнения его требований по обеспечению безопасности перевозки жидких опасных грузов [Текст] / В. Н. Филиппов, Б. Л. Недорчук, И. В. Козлов, Я. Д. Подлесников // Тезисы XV научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». – М., 2014. – С. I-15 – I-18.

Подлесников Ярослав Дмитриевич

**МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ВАГОНОВ
ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ**

Специальность 05.22.07 – Подвижной состав, тяга поездов и электрификация

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Подписано в печать	2016	Заказ №	Формат 60x90/16
Усл. печ. л. – 1,25		Тираж 80 экз.	
