

## **ОТЗЫВ**

### **официального оппонента на диссертацию**

Гордеева Антона Владимировича

на тему «Разработка критериев выбора параметров верхнего строения пути в тоннелях, с учетом их виброзащитной функции» по специальности 2.9.2.

Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог  
на соискание ученой степени кандидата технических наук

#### **1. Актуальность избранной темы**

В последнее время в тоннелях широкое применения находят балластные и безбалластные конструкции пути с различными вариантами виброзащиты. Для обеспечения надежной эксплуатации конструкции БКП в тоннелях применяют различные варианты виброзащиты. Для обеспечения требуемой долговечности и надежности безбалластной конструкции пути в тоннелях требуется разработать технические требования к этим конструкциям со снижением динамического воздействия подвижным составом на путь и ограничения уровней вибраций, действующих на путь и обделку от проходящих поездов.

В связи с вышесказанным, диссертационные исследования соискателя направленные на разработку критериев выбора параметров верхнего строения пути в тоннелях, с учетом их виброзащитных функций являются актуальными.

#### **2. Оценка структуры и содержания работы**

Диссертация Гордеева А.В. «Разработка критериев выбора параметров верхнего строения пути в тоннелях, с учетом их виброзащитной функции» состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, словаря терминов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 151 странице основного текста, имеет 33 таблицы, 78 рисунков. Список использованных источников содержит 156 наименований из которых 57 зарубежных

Материал оформлен строго с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Материал читаем, имеет логическую последовательность, хорошо иллюстрирован. В конце каждой главы есть подраздел с выводами, что существенно повышает воспринимаемость материала.

**Во введении** приведена общая характеристика диссертационной работы с обоснованием актуальности темы, степенью ее разработанности, целями и задачами. Сформулирована научная новизна работы, а также теоретическая и практическая значимости, описаны методология и методы исследования,



определены положения, выносимые на защиту. Представлена степень достоверности работы и апробация результатов.

**В первой главе** автор приводит проблемы содержания конструкций верхнего строения пути, эксплуатирующегося в железнодорожных тоннелях, приводит историческую справку развития конструкций пути и акцентирует внимание на достоинствах и недостатках различных типов пути в тоннеле, которые основываются на многочисленных экспериментах и наблюдениях, выполненных отечественными и зарубежными исследователями. Автор приводит классификацию верхнего строения пути в тоннелях, на основе которой описывает конструктивные особенности и опыт эксплуатации.

Соискателем установлены наиболее распространенные конструкции пути в тоннелях для дальнейшего технического анализа, который был реализован в три этапа.

Первый этап анализа проводился на основе формирования оповещений об отказах технических средств, в котором оценивалось состояние ВСП в железнодорожных тоннелях, в которых эксплуатировалось пять наиболее распространенных типов различных конструкций подрельсового основания, расположенных на территории Российской Федерации. По результатам анализа соискателем определены удельные значения отказов на 1 км в год, в котом зафиксировано, что наименьшее количество отказов имеют безбалластные конструкции.

Вторым этапом соискателем проанализировано количество отступлений 2, 3 и 4 степени в тоннелях Горьковской железной дороги, где эксплуатируются три конструкции безбалластного типа, одна из которых – без применения мер по снижению жесткости, а две – с применением упругих матов под путевым бетоном, которые изготовлены разными фирмами-производителями и имеют разные свойства и формы. По результатам анализа больше всего отступлений было зафиксировано на конструкции без виброзащитных мер, которые связаны с геометрией рельсовой колеи.

Третьим этапом автор проводит оценку стабильности геометрии рельсовой колеи в программном комплексе Stabway для шести тоннелей, имеющих различные типы подрельсового основания, по результатам которой заключает, что наибольшую стабильность показывают безбалластные конструкции пути с применением упругих элементов.

По результатам технического анализа конструкций пути в тоннелях соискателем сформулирована цель исследования поведения элементов конструкции пути под воздействием подвижной нагрузки на виброзащитных конструкциях с разработкой критериев по их выбору на основе требований



снижения динамики взаимодействия с подвижным составом и ограничения уровня вибраций, возникающих при проходе поездов.

**Во второй главе** приводится анализ математических моделей по взаимодействию пути и подвижного состава, рассматриваются теоретические основы динамических и статических воздействий на железнодорожный путь и его элементы и оцениваются наиболее подходящие стратегии математического и численного моделирования. По результатам анализа предлагаются классические модели по определению колебаний элементов подрельсового основания для балластного и безбалластного пути, а также метод по численному моделированию. Автор акцентирует свое внимание на том, что для точного моделирования в предложенном методе неопределенными остаются параметры колеблющихся масс при различных конструкциях виброзащиты, нахождение которых определяет научную новизну работы.

Поэтому для предварительных результатов соискателем был рассмотрен метод, базирующийся на теории упругого полупространства в среде «Универсальный механизм». По результатам расчета определены средние величины перемещений рельса и амплитуды виброускорений на подрельсовой опоре, а также получена зависимость виброускорений подрельсовой опоры от скорости движения поезда, определены аппроксимирующие функции и коэффициенты аппроксимации в зависимости от типа конструкции и осевой нагрузки.

**В третьей главе** приведены результаты исследований параметров вибраций в зоне подрельсового основания и тоннельной обделки. Натурный эксперимент проведен на опытных участках Московской, Горьковской и Северо-Кавказской железных дорог. По результатам натурного эксперимента автором подтверждена адекватность расчетных значений амплитуд виброускорений на подрельсовой опоре, полученных при математическом моделировании во второй главе на базе вычислительного комплекса «Универсальный механизм» для разных типов конструкций. Средняя точность составила 94,2% для пассажирского сообщения и 91,9 % для грузового, при том, что среднее расхождение составило 5,9 % и 8,1 % соответственно, при максимальном значении 11,6 %.

Кроме подтверждения адекватности математического моделирования автором выполнены лабораторные исследования по определению жесткости подбалластного мата после длительной эксплуатации в тоннеле Московской железной дороги, который был изъят в ходе натурного эксперимента. Исследования показали, что при уменьшении толщины образца на 1,1 мм (2,9%) жесткость мата после его эксплуатации в пути осталась практически неизменной.

**В четвертой главе** автор определяет параметры для расчета в математической модели, которая была предложена во второй главе. Определение



параметров основывается на результатах математического моделирования в среде «Универсальный механизм» и на результатах натурного эксперимента. По итогам определения и уточнения параметров, автор проводит численное моделирование по определению перемещения рельса, из которого следует, что средний процент расхождения с результатами, полученными в «Универсальном механизме» для конструкций, при которых были определены колеблющиеся массы, составил менее 6% при максимальных значениях расхождения до 12%, что указывает на хорошую точность использованного в работе вычислительного комплекса, предложенного автором.

На основании данных математического моделирования автором предлагаются критерии эффективности виброзащиты конструкции пути в тоннелях, а на основе определенных параметров предлагается алгоритм по определению динамических воздействий конструкции при проектировании новых линий железнодорожного пути в тоннеле. Кроме этого, на основе заданных критериев перемещений рельса автором предлагается диапазон рекомендуемого коэффициента постели упругого элемента для строительства новых конструкций пути в тоннеле.

**В заключении** диссертации содержатся выводы, отражающие решение поставленных задач и достижение поставленной цели исследования.

Диссертация имеет логичную, связанную структуру, написана технически грамотным языком. Изложение материала сопровождается достаточным количеством иллюстраций, таблиц и текстовых пояснений.

Диссертация и автореферат по структуре и оформлению в целом соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

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 исследования, также соответствует п. 9.3 ГОСТ Р 7.0.11-2011 и ГОСТ 7.1-2003.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями п. 9, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции от 01.11.2018 с изменениями от 26.05.2020 г.) и приложений 2, 3 Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 10.11.2017 г. № 1093.



### **3. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации**

На основе выполненных комплексных теоретических и экспериментальных исследований получены новые научно обоснованные технические и технологические решения по оптимизации виброзащитной функции конструкции пути в тоннелях на основе снижения динамики взаимодействия с подвижным составом.

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.9.2. Железнодорожный путь, изыскание, проектирование железных дорог по пунктам:

- пункту 2 – «Конструкции верхнего и нижнего строения железнодорожного пути. Основные параметры, направления развития, проектирование, изготовление. Система технического обслуживания и ремонтов железнодорожного пути. Технология железнодорожного пути). Внедрение результатов исследований»;

- пункту 4. «Закономерности изменения технического состояния пути и его элементов. Диагностика железнодорожного пути. Критерии оценки его технического состояния. Мониторинг состояния пути. Аппаратура и системы контроля».

- пункту 5 – «Методы исследования, испытаний и моделирования железнодорожного пути и процессов его взаимодействия с подвижным составом».

Объект и область исследований не противоречат паспорту специальности. Содержание диссертации соответствует теме диссертации.

### **4. Соответствие автореферата диссертации ее содержанию**

Автореферат соответствует содержанию диссертации и требованиям ГОСТ Р 7.0 11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

### **5. Личный вклад соискателя в получении результатов исследования**

Автором определены цели и задачи исследований, лично проведен комплекс теоретических исследований, необходимый для достижения поставленной цели, сформулированы выводы и написан текст диссертации.

Соискателем лично:

на основе анализа состояния пути в существующих тоннелях на сети железных дорог АО «РЖД» получена сравнительная оценка надёжности



различных типов подрельсового основания;

разработаны критерии выбора параметров конструкции пути в железнодорожных тоннелях.

Все результаты получены либо самим автором, либо при его непосредственном участии.

## **6. Степень достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Достоверность результатов научного исследования подтверждается сходимостью результатов математического моделирования с данными, полученными в ходе экспериментальных исследований, эксплуатационных наблюдений и объемами эксплуатационных наблюдений, обеспечивающих статистическую значимость полученных выводов.

Полученные результаты согласуются с результатами исследований, полученных ранее другими специалистами.

## **7. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов**

**Теоретическая значимость** исследования заключается в:

- анализе типов конструкций пути в тоннелях на сети железных дорог и состояния пути в зависимости от типа подрельсового основания;
- определении в натурных условиях при проходе поездов количественных значений параметров вибрационного воздействия на конструкцию пути и обделку тоннеля для различных конструктивных решений, в том числе с элементами виброзащиты;
- адаптации моделей и предложении необходимых исходных данных для расчета взаимодействия подвижного состава и конструкций пути в тоннеле с различными элементами виброзащиты;
- полученной математическим моделированием оценке зависимости силовых и деформационных параметров воздействия поездов на ВСП различных конструкций в тоннеле, в том числе с виброзащитой, при различных нагрузках на ось и скоростях движения поездов;
- выработке критериев выбора конструкции ВСП в тоннеле.

**Практическая значимость работы** состоит в следующем:

- определенные параметры элементов конструкции ВСП в тоннеле позволяют оптимизировать требования к этим конструкциям, что обеспечивает требуемую долговечность конструкции пути и санитарные нормы воздействия железнодорожного транспорта в условиях городской застройки;
- адаптированные для конструкций ВСП в тоннеле математические



модели и их компьютерные реализации позволяют определить необходимые упругие свойства элементов в конструкции для проектирования при строительстве новых линий или реконструкции пути.

## **8. Новизна полученных результатов**

Научная новизна работы заключается в сравнительной оценке надежности различных типов подрельсового основания, которая основывается на анализе состояния пути в существующих тоннелях на сети железных дорог ОАО «РЖД». В диссертационной работе определены зависимости перемещений рельсов и амплитуд виброускорений подрельсового основания от скорости движения поезда и нагрузки на ось для различных конструкций ВСП в тоннеле методом математического моделирования. По результатам экспериментальных работ расширена сфера применения существующей математической модели для определения колебания подрельсового основания пути в тоннеле, и для различных его типов уточнены величины колеблющихся масс пути. На основе натурного эксперимента определены амплитуды и спектры виброускорений при проходе поездов на ВСП и обделке тоннелей с балластными и безбалластными конструкциями, в том числе при различных виброгасящих элементах. В ходе натурного эксперимента, в Гагаринском тоннеле изъят образец подбалластного мата, для которого лабораторным путем получена оценка изменения свойств после 20-летней его эксплуатации. Также разработаны критерии выбора параметров конструкции пути в железнодорожных тоннелях, которые основаны на математическом моделировании и результатах натурного эксперимента.

Полученные автором результаты являются новыми для путевого хозяйства и определяют научную новизну исследования.

## **9. Вопросы и замечания по диссертационной работе**

Безусловно положительно оценивая научную работу А. В. Гордеева, следует сделать следующие замечания по ее содержанию: –

1. Представление моделей колебаний балластной (2.1) и безбалластной (2,2) конструкций пути в главе 2 с проведением расчетов в главе 4 затрудняет восприятие материала. Целесообразно было бы модель и расчеты совместить.

2. Из текста главы 2 диссертации не ясно как задавались отступления геометрии рельсовой колеи при моделировании. Если последние не закладывались в проект, то заключение о независимости прогиба рельса от скорости движения не корректно (стр.57)

3. По результатам теоретических исследований приводятся уровни ускорений на МГР без УЭ  $-10 \text{ м/с}^2$  и на LVT  $-135...170 \text{ м/с}^2$ . При этом не приводится частотный диапазон максимальных ускорений. Это затрудняет увязку



низких значений удельных отказов элементов верхнего строения пути на LVT-блоках (табл.2.1) и столь высокого уровня вибраций.

4. На железнодорожном пути на рельсы действуют квазистатические, динамические, ударные силы, которые возбуждают в рельсах широкополосный колебательный процесс. Целесообразно было бы расширить проект модели с движением по «упругому пути» «удовлетворительного» и «хорошего» состояния моделей грузового и пассажирского вагонов

5. Жесткость подрельсового основания, как правило, возрастает с увеличением нагрузки и прогиба, при этом перемещение уменьшается. Требуется пояснить почему при увеличении осевой нагрузки в 1,32 раза\*(с186 до245 кН) перемещение рельса возросло в 2 раза

6. На ряде рисунков (рис. 3.14,3.17,3.18,3.19 и др.)затруднено прочтение цифр из-за мелкого шрифта, не четкого изображения графиков рис.4.10.

#### **10. Соответствие диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10,11 и 14**

Диссертационная работа Гордеева Антона Владимировича по теме «Разработка критериев выбора параметров верхнего строения пути в тоннелях, с учетом их виброзащитной функции», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.2. Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог (технические науки), 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 о железнодорожном пути;

- в соответствии с п. 11 основные научные результаты диссертации Гордеева А.В. полно отражены в ведущих рецензируемых научных изданиях, указанных на официальном сайте ВАК РФ;

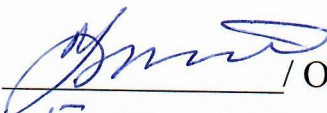
- в соответствии с п. 14 в диссертационной работе автор надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов. В диссертации соискатель, следуя установленному Положением порядку, во всех главах своего исследования делает ссылки на авторов, источники цитируемых и заимствованных материалов или научных положений. Также выделены работы, выполненные соискателем лично и в соавторстве.



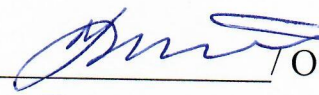
## 11. Заключение

Диссертационная работа Гордеева Антона Владимировича «Разработка критериев выбора параметров верхнего строения пути в тоннелях, с учетом их виброзащитной функции» по актуальности избранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, а также по содержанию, научному уровню и завершенности является самостоятельной научно-квалификационной работой и соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, установленных «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, а ее автор, Гордеев Антон Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.2 Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог

Официальный оппонент,  
Краснов Олег Геннадьевич,  
доктор технических наук по специальности  
2.9.2. Железнодорожный путь, изыскание  
и проектирование железных дорог,  
Заведующий отделом пути и специального  
подвижного состава (П и СПС)  
Акционерного общества «Всероссийский  
научно-исследовательский и  
конструкторско-технологический институт  
подвижного состава» (АО «ВНИКТИ»)

 / О.Г. Краснов  
«5» ноября 2024 года

Контактная информация:  
140402, Московская область,  
г. Коломна, ул. Октябрьской революции, 410.  
e-mail: krasnov-og@vnikti.com,  
Тел. 8 (496) 618-82-48 доб. 11-14.

 / О.Г. Краснов  
«5» ноября 2024 года

Я, Краснов Олег Геннадьевич, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Гордеева Антона Владимировича, и их дальнейшую обработку.

*Одобрено О.Г. Краснов за*



*А.В. Козацкая*



# **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертацию

**Гордеева Антона Владимировича**

на тему

**«Разработка критериев выбора параметров верхнего строения пути в тоннелях, с учетом их виброзащитной функции»,**  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.2. Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог

## **Актуальность темы исследования**

Эффективное развитие железнодорожного транспорта в Российской Федерации невозможно без расширения сети скоростных железных дорог, увеличения провозной способности путей сообщения, роста объемов грузовых и пассажирских перевозок. Решение этих задач приводит к необходимости существенного увеличения нагрузок на конструкции и сооружения железных дорог, к которым, в частности, относятся и тоннельные пересечения.

Кроме того, в настоящее время развитие железных дорог в мегаполисах диктует необходимость применения дополнительных мер по снижению вибраций рельсового транспорта на окружающую застройку в соответствии не только со строительными, но и санитарными нормами. В связи с этим открытым остается вопрос по рациональному выбору конструкции верхнего строения пути в железнодорожных тоннелях.

Цель работы, сформулированная соискателем, заключается в исследовании поведения элементов ВСП под воздействием подвижной нагрузки на виброзащитных конструкциях с разработкой критериев по их выбору на основе требований снижения динамики взаимодействия с подвижным составом и ограничения уровня вибраций, возникающих при проходе поездов.

Таким образом, представленное диссертационное исследование посвящено решению одной из важнейших научно-технических задач по разработке критериев по выбору новых конструкций, которое основано на математическом моделировании и выполненных натурных экспериментах.

Учитывая вышеизложенное, можно утверждать, что тема исследования является весьма актуальной и важной.



## **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации, обеспечивается степенью проработки темы и корректным использованием известных научных методов при проведении исследований.

Основные положения диссертационной работы докладывались, обсуждались и была одобрена на заседаниях кафедры «Путь и путевое хозяйство» РУТ (МИИТ), а также на международных научно-технических конференциях.

Выводы и рекомендации, сформулированные в работе, обоснованы полученными результатами теоретических и экспериментальных исследований.

### **Достоверность и новизна полученных результатов**

Достоверность научных исследований и заключений основана на корректном использовании теории колебания пути и основных положений теории взаимодействия пути с подвижным составом, натурных и лабораторных экспериментах, выполненных на поверенном оборудовании и по апробированным методикам, корректной статистической обработке результатов экспериментов, применении для моделирования сертифицированного программного комплекса «Универсальный механизм» с модулем «Упругий путь», а также на хорошей сходимости результатов моделирования и натурального эксперимента с результатами, полученными другими исследователями.

На основе выполненных исследований соискателем получены следующие принципиально новые научные результаты:

1) Проведен технический анализ различных балластных и безбалластных конструкций пути в тоннелях с оценкой наиболее уязвимых элементов подрельсового основания.

2) Адаптированы модели взаимодействия подвижного состава и пути и предложены необходимые исходные данные для расчета конструкций пути в тоннеле с различными конструктивными особенностями.

3) Определены параметры для математического моделирования взаимодействия пути в тоннеле и подвижного состава, в том числе с различными типами конструкций верхнего строения.

4) Получены зависимости амплитуд виброускорений подрельсового основания и перемещений рельса от осевой нагрузки и скорости движения поезда на основе математического моделирования для разных типов конструкций пути в тоннелях, в том числе с элементами виброзащиты.



5) Выполнены натурные измерения в тоннелях с различными конструкциями ВСП, в том числе с УЭ при проходе поездов, получены амплитуды и спектры виброускорений на ВСП и обделке тоннеля, позволившие выполнить валидацию математических моделей и предложить численные значения для критериев эффективности виброзащиты.

6) Проведены лабораторные испытания, по результатам которых выполнена оценка виброгасящих свойств упругих матов после их 20-летней эксплуатации в железнодорожном тоннеле, показавшей их стабильность.

7) Разработаны критерии при выборе конструкций ВСП в тоннеле на основе экспериментальных исследований и математического моделирования.

8) Предложен алгоритм выбора конструкции ВСП в тоннеле на основе моделирования в среде MATLAB и с применением «Универсального механизма».

### **Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных автором диссертационного исследования**

Диссертационное исследование имеет как теоретическое, так и практическое значение.

Теоретическая значимость работы заключается в:

- анализе типов конструкций пути в тоннелях на сети железных дорог и состояния пути в зависимости от типа подрельсового основания;
- определении количественных значений параметров вибрационного воздействия на ВСП и обделку тоннеля для различных конструктивных решений, в том числе с элементами виброзащиты, в натурных условиях при проходе поездов;
- адаптации моделей и предложении необходимых исходных данных для расчета взаимодействия подвижного состава и конструкций пути в тоннеле с различными элементами виброзащиты;
- оценке зависимости силовых и деформационных параметров воздействия поездов на ВСП различных конструкций в тоннеле, в том числе с виброзащитой, при различных нагрузках на ось и скоростях движения поездов, полученной математическим моделированием;
- выработке критериев выбора конструкции ВСП в тоннеле.

**Практическая значимость работы** состоит в том, что определенные параметры элементов конструкции ВСП в тоннеле позволяют оптимизировать требования к этим конструкциям, что обеспечивает требуемую долговечность конструкции пути и санитарные нормы воздействия железнодорожного транспорта в условиях городской застройки, а адаптированные для конструкций ВСП в тоннеле математические модели и их компьютерные реализации позволяют



определить необходимые упругие свойства элементов в конструкции для проектирования при строительстве новых линий или реконструкции пути.

### **Личный вклад соискателя в получении результатов исследования**

Личный вклад Гордеева А.В. состоит в получении новых зависимостей динамических воздействий подрельсовых опор при различных скоростях и осевых нагрузках на различных конструкциях виброзащитного верхнего строения пути в тоннелях, на основе которых определены критерии по их назначению. Ценность работы соискателя заключается в том, что рассмотренные вопросы имеют в настоящее время большое практическое значение для оценки параметров воздействия подвижного состава на конструкцию пути в тоннеле и позволяют разработать технические требования к конструкциям пути в тоннелях, что обеспечит требуемую долговечность конструкции пути и выполнение санитарных норм по воздействию железнодорожного транспорта в условиях городской застройки.

### **Оценка структуры и объема диссертационной работы**

Диссертация Гордеева А.В. на тему «Разработка критериев выбора параметров верхнего строения пути в тоннелях, с учетом их виброзащитной функции» состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, словаря терминов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 151 странице основного текста и имеет 33 таблицы, 78 рисунков, три приложения на 5 страницах. Список использованных источников содержит 156 наименований.

Структура и объем диссертации соответствует принятым требованиям. Материал оформлен с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Материал читаем, имеет логическую последовательность, хорошо иллюстрирован. В конце каждой главы есть подраздел с выводами, что существенно повышает воспринимаемость материала.

### **Оценка содержания диссертации**

Диссертация Гордеева А.В. является завершенной научной работой, выполненной в полном соответствии с поставленными задачами и заявленной целью. Работа может классифицироваться как научный труд, в котором



осуществлено решение научной задачи, имеющее существенное значение для развития страны.

**Введение** содержит основные положения работы: обоснование актуальности проблемы и формирование направлений исследований. Определены цели, задачи и методы исследования, пути решения задач, научная новизна и практическая значимость работы, методология и методы исследования.

**В первой главе** проведен аналитический обзор конструкций верхнего строения пути в железнодорожных тоннелях, в котором автор описал текущие проблемы по содержанию конструкций верхнего строения пути, в котором описан опыт эксплуатации и содержания балластных и безбалластных конструкций. Приведена классификация конструкций пути в железнодорожных тоннелях, на основе которой выполнялся анализ технического состояния пути. На основании проведенного анализа автором определены удельные значения отказов разных типов конструкций пути в тоннеле, который показал, что наиболее стабильными являются безбалластные конструкции верхнего строения пути. Данное заключение привело к более подробному анализу трех безбалластных конструкций, с применением упругих элементов и без, который заключался в оценке количества отступлений 2, 3 и 4 степени в тоннелях Горьковской железной дороги. Анализ подтвердил эффективность применения упругих элементов в безбалластной конструкции. Следующий этап анализа заключался в оценке стабильности геометрии рельсовой колеи шести тоннелей, имеющих конструкции пути разных типов, для которых была выполнена статистическая обработка показаний путеизмерительных вагонов, основанная на вычислении скользящего среднего квадратического отклонения величины просадок каждой рельсовой нити. Третий этап анализа подтвердил, что наибольшую стабильность показывают безбалластные конструкции пути с применением упругих элементов в зонах подшпального основания.

На основе проведенного анализа технического состояния верхнего строения пути сформулированы задачи и цель исследования. Первая глава диссертационной работы полностью описывает текущее состояние области исследования.

**Во второй главе** проведен анализ динамических воздействий на железнодорожный путь в тоннелях с рассмотрением математических моделей взаимодействия пути и подвижного состава применительно к основным типам конструкции ВСП в тоннеле с целью определения напряженно-деформированного состояния этих конструкций при моделировании, а также сформулированы требования по определению параметров ВСП в тоннеле для моделирования. Основываясь на теоретическом исследовании, для оценки действующих на основные типы конструкций ВСП в тоннеле динамических сил, возникающих при прохождении подвижного состава, предложены классические математические



модели колебаний рельса как балки на упругом основании, с дальнейшей их адаптацией для виброзащитных конструкций, в виде определения ключевых параметров. Для адаптации предложенных расчетных моделей автор провел математическое моделирование в более сложной модели воздействия всего поезда на конструкцию пути, которая принята в широко применяемом в исследованиях взаимодействия подвижного состава и пути сертифицированном программном комплексе «Универсальный механизм», позволяющем моделировать вертикальную динамическую нагрузку при прохождении подвижного состава по многослойной конструкции пути с учетом задания различных характеристик ВСП, в том числе с учетом элементов виброзащиты.

По результатам математического моделирования в среде «Универсальный механизм» автором получены количественные значения амплитуд ускорений подрельсовой опоры и перемещения рельса для шести разных типов ВСП в тоннеле. Получены зависимости виброускорений подрельсовой опоры от скорости движения поезда. Определены аппроксимирующие функции и коэффициенты аппроксимации в зависимости от типа конструкции и осевой нагрузки.

**В третьей главе** приведены результаты по экспериментальному исследованию параметров колебаний элементов ВСП и обделки тоннеля при проходе поездов на опытных участках, которые были выбраны на основе анализа отказов и отступлений, выполненного в первой главе диссертационной работы, с целью валидации компьютерного моделирования, приведенного во второй главе диссертационной работы, в программном комплексе «Универсальный механизм» которая основывается на оценке расчетных амплитуд ускорений подрельсового основания. Адекватность значений амплитуд виброускорений, выведенных с помощью математической модели на базе вычислительного комплекса «Универсальный механизм» для разных типов конструкций, подтвердилась хорошей сходимостью вычислений с данными, полученными экспериментальным путем, со средней величиной расхождения 5,9% для пассажирского сообщения и 8,1% для грузового.

**Четвертая глава** посвящена анализу результатов моделирования и параметров колебательного процесса, полученных на опытных участках, определению параметров колеблющихся масс в упрощенной модели для разных типов конструкций, оценке достоверности этих результатов и разработке критериев виброзащиты и алгоритма выбора конструкции пути в железнодорожных тоннелях.

На основании уточнения параметров математического моделирования автор определил количественные критерии, на основе которых предложен алгоритм по определению динамических воздействий конструкции при проектировании новых линий железнодорожного пути в тоннеле.

**В заключении** сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Анализируя диссертацию, можно констатировать, что ее содержание и структура соответствуют поставленной цели исследования и критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного и логичного плана исследования. Диссертант демонстрирует владение соответствующими знаниями по теме работы и специфической терминологией.

Выдвигаемые соискателем теоретические и методологические положения, а также полученные результаты исследования, являются новыми и обеспечивают достижение заявленной цели. Таким образом, работу следует признать завершенной.

### **Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации**

**В качестве достоинств** диссертационной работы следует отметить ее практическую, эксплуатационную направленность в части решения актуальной для отрасли задачи по разработке критериев выбора параметров верхнего строения пути в тоннелях, с учетом их виброзащитной функции.

#### **Замечания по работе:**

Предлагаемый автором диссертационного исследования подход к определению критериев выбора конструкции железнодорожного пути в тоннеле на основе определенных параметров, безусловно, позволит существенно повысить качество как разрабатываемой проектной документации по реконструкции или при строительстве нового железнодорожного пути в тоннеле, так и качество новой конструкции, однако нельзя не отметить ряд существенных моментов, упущенных автором, по мнению официального оппонента, при выполнении исследования:

1) В диссертационной работе следовало бы провести натурные исследования по определению перемещений рельса с целью дополнительного критерия и параметра для валидации математической модели, разработанной в среде «Универсальный механизм» и MATLAB.

2) При проведении натурных экспериментов не мешало бы включить балластную конструкцию на деревянных шпалах, для оценки параметров вибрации в подрельсовой зоне.

3) Автору стоило бы уделить внимание на процессы затухания колебаний после прохода подвижных единиц.

4) При натурном эксперименте стоило бы указать тип вагонов при проходе через измерительное сечение.

5) Имеются незначительные замечания по оформлению текста, рисунков и т.п.



Отмеченные замечания не снижают качество исследований и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

### **Соответствие автореферата диссертации ее содержанию**

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

### **Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011**

Структура и оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положение о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14**

Диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по п.10: Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации приводятся рекомендации по использованию научных выводов, полученных в ходе диссертационного исследования.

Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями. По п.11: Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях. По п.14: В диссертации соискатель ученой степени ссылается на авторов и источник заимствования материалов или отдельных результатов.

Диссертация «Разработка критериев выбора параметров верхнего строения пути в тоннелях, с учетом их виброзащитной функции», выполненная соискателем Гордеевым Антоном Владимировичем, соответствует паспорту специальности 2.9.2. Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог (п.3 Конструкции верхнего и нижнего строения железнодорожного пути. Основные параметры, направления развития, проектирование, изготовление, п.4 Закономерности изменения технического состояния пути и его элементов. Диагностика железнодорожного пути. Критерии оценки его технического состояния. Мониторинг состояния пути. Аппаратура и системы контроля, п.6 Методы исследования, испытаний и моделирования железнодорожного пути и

процессов его взаимодействия с подвижным составом, п.8 Эксплуатационная надежность железнодорожного пути, п.13 Взаимодействие железной дороги с окружающей средой) и технической отрасли науки.

Диссертация Гордеева Антона Владимировича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.2. Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог.

Официальный оппонент,  
Третьяков Василий Владимирович  
кандидат технических наук по специальности  
05.22.06. Железнодорожный путь,  
изыскание и проектирование железных дорог,  
заместитель генерального директора по  
инфраструктуре пути ООО «Алгоритм С»

  
/ В.В. Третьяков  
«14» ноября 2024 года  


ООО «Алгоритм С»  
620014, Свердловская область,  
г. Екатеринбург, пр-кт Ленина, стр. 8  
тел. +7 (926) 346-51-76,  
e-mail: TretyakovVV@sinara-group.com

Я, Третьяков Василий Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Гордеева Антона Владимировича, и их дальнейшую обработку.

  
/ В.В. Третьяков  
«14» ноября 2024 года

*Подпись Третьякова В.В.  
заверено*

*Заместитель генерального директора по управлению  
персоналом*  
  
*Гавриленко-Герошевская Е.Н.*