

О Т З Ы В

официального оппонента кандидата технических наук, доцента,

директора Учебно-научного института транспорта

Антипина Дмитрия Яковлевича

на диссертацию Коновалова Павла Юрьевича

«Совершенствование пневматических систем пескоподдачи локомотивов и улучшение их эксплуатационных показателей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.9.3. – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

1. Общие сведения о диссертации

Диссертация Коновалова Павла Юрьевича состоит из введения, пяти глав, общих выводов и рекомендаций, списка использованных источников из 249 наименований, шести приложений, также имеет 98 рисунков, 16 таблиц и изложена на 228 страницах машинописного текста.

2. Актуальность диссертационного исследования

На железнодорожном транспорте России эксплуатируется парк тягового подвижного состава различного типа и назначения. По требованиям безопасности «Правил технической эксплуатации» при осуществлении перевозок по магистральным путям все тяговые единицы в обязательном порядке должны быть оборудованы пескоподающими системами, которые должны быть в исправном состоянии. Данные системы предназначены для транспортировки частиц кварцевого песка под движущие колеса локомотивов с целью повышения величины сцепления в зоне контакта колес с рельсами и ликвидации негативных явлений избыточного относительного проскальзывания – боксования в режиме тяги и юза при торможении. Создание более мощных серий локомотивов с увеличенной конструкционной скоростью движения повышает требования к их тяговым и тормозным свойствам из-за усложнения условий эксплуатации. В свою очередь, уделяется особое внимание к проблемам надежности и

обеспечению безопасности движения, что в значительной степени определяется снижением склонности локомотивов к боксованию и юзу и способностью предотвращения уже наступившего процесса избыточного скольжения колес относительно рельса. Однако штатные пневматические системы пескоподачи имеют невысокую надежность в связи с такими факторами как слеживание и смерзание частиц песка при повышенной влажности воздуха, фиксированный расход количества песка без учета скорости фактических условий эксплуатации и низкая скорость истечения пескопоздушной смеси неустойчивой к выдуванию частиц боковым ветром. Все это приводит либо к полному, либо частичному отказу систем пескоподачи. Поэтому выбор объекта исследования вполне обоснован, а тема диссертации является актуальной.

В связи с этим проблема по усовершенствованию пневматических систем пескоподачи локомотивов и улучшение их эксплуатационных показателей имеет большое научно-техническое значение для железнодорожной отрасли, что соответствует приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники согласно «Стратегии научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года» (Белая книга РЖД).

3. Цели и задачи исследования

Обоснованность цели диссертации и задач исследования подтверждается анализом существующих в большом количестве литературных источников по совершенствованию конструкций основных элементов систем пескоподачи (глава 1). Анализ этих работ показал, что за последние десятилетия активно ведутся исследования по совершенствованию систем пескоподачи в целом и разработке новых технических решений и конструкций их основных элементов, что отражено в различных научно-технических публикациях и патентах как отечественных, так и зарубежных авторов. Особо отмечена важность изучения вопросов, связанных с регулированием подачи количества песка в зону контакта

колес с рельсами на погонный метр железнодорожного пути с учетом условий эксплуатации, в основном скорости движения поезда.

Автор логично формулирует цель диссертации – совершенствование основных элементов систем пескоподачи локомотивов и улучшение их эксплуатационных показателей для плавного непрерывного дозирования количества песка. Задачи, решаемые в диссертации, непосредственно вытекают из цели исследования и охватывают комплекс теоретических моделей и экспериментальных задач по совершенствованию и модернизации штатных систем пескоподачи и разработке усовершенствованной новой конструкции с плавным непрерывным регулированием количества песка за счет псевдооживления слоя сыпучего материала путем вибрационного воздействия с различной частотой и увеличенной скорости истечения песковоздушной смеси для реализации транспортировки в зону контакта колес с рельсами частиц кварцевого песка устойчивой к сдуванию боковым ветром.

4. Научная новизна и новые результаты

Научная новизна диссертации заключается в исследовании и совершенствовании систем пескоподачи локомотивов различного типа и назначения.

1. Разработана и предложена классификация систем пескоподачи локомотивов и ее основных элементов.

2. Проведен вычислительный эксперимент на основе разработанной имитационной трехмерной модели пневматической системы пескоподачи и определены эффективные угол наклона, форма выходного сечения подсыпного рукава и скорость истечения песковоздушной смеси с учетом влияния эксплуатационных показателей тягового подвижного состава и воздействия внешней среды. Полученные результаты позволяют реализовать процесс пескоподачи с наибольшей эффективностью при сокращении потерь частиц кварцевого песка в процессе транспортировки в зону сцепления колес с рельсами при воздействии бокового ветра.

3. Предложена математическая модель движения поезда с учетом наличия сил сопротивления движению поезда и динамические процессы в тяговом приводе с возможностью плавного непрерывного регулирования количества песка под управлением на основе алгоритмов «нечеткой логики» в зависимости от фактических условий эксплуатации и режимов нагруженности по сцеплению локомотива. Определен диапазон рекомендуемого расхода количества песка на погонный метр пути в зависимости от различных факторов. Аналитически определена эффективность пескоподачи для повышения и стабилизации сцепных свойств тягового подвижного состава, а также предотвращения избыточного проскальзывания движущих колес с рельсами в режимах тяги и торможения.

4. Предложена и подтверждена возможность усовершенствования системы пескоподачи за счет применения эффекта виброоживления слоя частиц кварцевого песка для плавного непрерывного дозирования количества песка, подаваемого из корпуса форсунки песочницы. На основе экспериментальных исследований установлено, что дозирование возможно осуществлять за счет изменения частоты вибрационного воздействия на слой сыпучего материала через латексную мембрану поршнем пневматического пульсатора одностороннего действия в зависимости от давления сжатого воздуха, подводимого к пневмоприводу. За счет эжекции дополнительного объема воздуха через газовоздушный инжектор предусмотрено увеличение скорости истечения песковоздушной смеси, для обеспечения ее устойчивого истечения из выходного сечения подсыпного рукава.

5. Личный вклад соискателя в получении результатов исследования

Личный вклад соискателя в решении поставленных задач не вызывает сомнений и состоит в том, что им самостоятельно выполнены исследования в области технических решений и алгоритмов управления в системах пескоподачи рельсового транспорта в зависимости от различных условий эксплуатации. Обобщением полученных результатов автор разработал классификацию пескоподающих систем по различным признакам, также разработал программы

и методики лабораторных, стендовых и натурных испытаний, создал стенды и установки, проводил испытания и опыты, проводил обработку полученных результатов исследований и на основе выводов осуществлял вычислительные эксперименты с помощью построенных имитационных моделей в прикладных программах автоматизированного моделирования. Анализ полученных результатов и сформулированные выводы позволили соискателю разработать технические решения по модернизации штатных систем пескоподачи и создать конструкцию новой усовершенствованной системы пескоподачи с плавным непрерывным регулированием количества песка из корпуса форсунки за счет псевдооживления сыпучего материала приложением вибрационного воздействия, а также увеличить скорость истечения пескопоздушной смеси при сокращении расхода сжатого воздуха за счет эжекции дополнительного объема воздуха газоструйным инжектором.

6. Теоретическая и практическая значимость работы

На основе выполненных инженерных расчетов технических параметров газовоздушного инжектора, разработана имитационная твердотельная модель газоструйного аппарата, для проведения вычислительного эксперимента по увеличению скорости истечения песковоздушной смеси за счет эжекции дополнительного объема воздуха при сокращении количества сжатого воздуха из пневматических систем локомотивов по сравнению со штатными способами наддува пескопроводящих трубопроводов. Также разработана математическая модель подтверждающая эффективность пескоподачи при плавном непрерывном регулировании количества песка на основе алгоритмов нечеткой логики с учетом фактических условий эксплуатации и режимов нагруженности локомотива по сцеплению.

По результатам экспериментальных исследований разработано дросселирующее устройство с серво проводом, устанавливаемое на трубопровод перед форсункой песочницы, для реализации плавного непрерывного регулирования количества песка в штатных системах пескоподачи. На созданной

лабораторной установке испытана и подтверждена возможность дозирования количества песка из корпуса форсунки песочницы путем вибрационного воздействия поршнем пневматического пульсатора через латексную мембрану на слой сыпучего материала при изменении частоты пульсаций и за счет регулирования давления сжатого воздуха, подаваемого в пневмопривод. Также подтверждена устойчивость работы новой системы дозирования при внешнем вибрационном воздействии, которое имитирует колебания рельсового экипажа.

Разработана новая усовершенствованная система пескоподачи с плавным непрерывным регулированием количества песка из корпуса форсунки песочницы виброожижением сыпучего материала и повышенной скоростью истечения песковоздушной смеси за счет применения газовоздушного инжектора с реализацией отдельного питания инжектора и пневматического пульсатора.

Основные теоретические и практические результаты исследований по совершенствованию конструкции основных элементов пневматических систем пескоподачи, представленные в диссертационной работе, могут быть использованы как при проектировании новых, так и при модернизации эксплуатируемых пескоподающих систем на серийном тяговом подвижном составе.

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

Научные положения, выводы и рекомендации обоснованы использованием известных теоретических зависимостей, допущений и ограничений, корректностью выбранных методов исследования, применением известных численных методов, современных методов постановки экспериментальных исследований и статистической обработки результатов, качественным и количественным согласованием результатов расчетов компьютерного моделирования с экспериментальными данными.

Экспериментальные исследования проведены на основе методик, предусматривающих использование современной высокоточной аналоговой и цифровой аппаратуры и стендовых установок, разработанных соискателем.

Данные об испытаниях в эксплуатационных условиях натурального эксперимента (глава 4) в структурных подразделениях Северо-Кавказского филиала АО «РЖД» дают основание сделать заключение о достоверности полученных результатов.

В конце работы представлены общие выводы и рекомендации по работе, включающие 9 пунктов. Все выводы достоверны и базируются на материалах исследований, представленных в диссертационной работе.

8. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Диссертация Коновалова П.Ю. по поставленным целям и задачам исследований соответствует предметной области специальности 2.9.3 Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация: п. 4 – Совершенствование подвижного состава, включая тяговый привод и энергетические установки автономных локомотивов; тяговых и трансформаторных подстанций, тяговых сетей, включая накопители энергии, преобразователи, аппараты, устройства защиты системы тягового электроснабжения. Улучшение эксплуатационных показателей подвижного состава и устройств электроснабжения, канализация обратного тягового тока;

п. 6 – Улучшение динамических и прочностных качеств подвижного состава. Взаимодействие подвижного состава и пути. Снижение износа элементов пути и ходовых частей подвижного состава. Повышение безопасности движения, обеспечение работоспособности ходовых частей подвижного состава;

п. 7 – Тяговые и тормозные расчеты. Тяговые и тормозные качества подвижного состава. Обеспечение безопасности движения подвижного состава.

9. Публикации по теме диссертационного исследования

По материалам диссертации соискателем опубликовано 44 печатные работы,

в том числе 10 – в журналах из Переченя ВАК Минобрнауки РФ и 6 – в изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science. Имеются ссылки на авторов и источники заимствования.

Диссертационные исследования прошли достаточно широкую апробацию на 25-ти международных, всероссийских научно-практических и научно-технических конференциях, тематика которых совпадает с основными направлениями исследований, представленных соискателем в работе.

10. Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат диссертационной работы в полном объеме отражает содержание диссертации и дает возможность судить о целях и задачах исследования, научных выводах и результатах, а также содержит полный перечень трудов по теме диссертации, автором или соавтором которых является соискатель.

Содержание и структура работы соответствуют поставленной цели исследования, критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного и логичного плана исследования.

11. Замечания по материалам диссертации.

1. В классификации систем пескоподачи и на рис. 1.7 отсутствует ручной способ подачи песка, а также устройств для реализации данного режима.

2. В формуле 2.1 на стр. 52-53 не представлено описание параметра d в числителе показателя степени экспоненциальной функции.

3. В формуле на стр. 60 не приведено описание параметра g и его размерность.

4. На рис. 2.9 не представлены углы расположения подсыпных рукавов относительно рельса, а также необходимо уточнить следующее – это схемы пескоподачи с несколькими подсыпными рукавами под одно колесо?

5. На графике, приведенном на рис. 3.16, б, одна из кривых обозначена как «sand distributor», что она описывает?

6. На рис. 4.9 не приведено пояснение для горизонтальных штриховых линий, расположенных на уровнях объемов подачи песка 1.5, 2 и 4 кг/мин?

7. Проводились ли при стендовых испытаниях модели усовершенствованной форсунки песочницы с эффектом виброожижения исследования для частот внешнего возмущения, отличных от приведенных в разделе 5.4?

Вместе с тем, указанные замечания не снижают значимости основных теоретических и практических результатов работы, которые могут быть использованы при эксплуатации тягового подвижного состава железных дорог.

12. Заключение

Диссертация Коновалова Павла Юрьевича «Совершенствование пневматических систем пескоподачи локомотивов и улучшение их эксплуатационных показателей» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по совершенствованию конструкции, повышению эксплуатационных показателей пневматических систем пескоподачи локомотивов, внедрение которых носит значительный вклад в развитие железнодорожной отрасли страны. Тема работы актуальна, а полученные результаты исследований обладают научной новизной и практической значимостью. Материал диссертации подготовлен автором самостоятельно, представлен достаточно четко, структурирован, обладает внутренним единством, изложен грамотным техническим языком с использованием общепринятой терминологии. Положения, выводы и рекомендации работы обоснованы и достоверны. Автореферат диссертационной работы в полном объеме отражает содержание диссертации и дает возможность судить о целях и задачах исследования, научных выводах и результатах.

Считаю, что диссертация по своему содержанию, объему, актуальности, научной и практической значимости полностью соответствует требованиям, предъявляемых ВАК Минобрнауки РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным п.п.9-14 «Положения о

порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор – Коновалов Павел Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук, доцент,
(специальность 05.22.07 – Подвижной состав
железных дорог, тяга поездов и электрификация)
директор Учебно-научного института транспорта,
ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»

05.09.23  Антипин Дмитрий Яковлевич

«Я, Антипин Дмитрий Яковлевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку».

05.09.23  Антипин Дмитрий Яковлевич

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,
241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, д. 7,
тел.: +7(4832) 56-04-66, эл. почта: adya2435@gmail.com

