

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора

Буйносова Александра Петровича

на диссертационную работу Корсуна Антона Александровича
на тему: «Улучшение тормозных характеристик пассажирского подвижного
состава железных дорог», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав
железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки)

1. Актуальность выбранной темы исследования

Железнодорожная инфраструктура играет ключевую роль в транспортном секторе государства. С увеличением численности городского населения и роста потока пассажиров возникает острая необходимость в совершенствовании систем торможения, алгоритмов управления, чтобы обеспечивать соответствие повышенным требованиям к скорости и уровню безопасности движения поездов.

Коэффициент трения колодки о колесо и коэффициент сцепления колеса с рельсом являются важнейшими параметрами для обеспечения эффективного торможения поезда. Нынешние алгоритмы управления электропневматическими тормозами не учитывают или учитывают грубо изменение этих параметров, в связи с чем существует проблема снижения эффективности торможения на высоких и повышение вероятности заклинивания колесных пар на низких скоростях движения поезда.

Таким образом, диссертационная работа Корсуна А.А. является актуальной и представляет научно-практический интерес, как посвященная разработке системы адаптивного управления тормозным нажатием.

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

Обоснованность научных положений в диссертации обеспечивается использованием достоверных источников информации, ранее апробированных методов и подходов, использованных при выполнении основных разделов работы. Работа базируется на существующих теоретически и экспериментально обоснованных методиках, а новые научные решения подкрепляются доказательствами с использованием физических и математических законов.

3. Достоверность и новизна, полученных результатов

Достоверность результатов обоснована адекватностью данных, полученных при математическом моделировании в среде Matlab/Simulink, совпадением их с результатами поездного эксперимента. Погрешность не превысила 5 %.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- предложен новый параметр для подбора оптимального давления в тормозном цилиндре – коэффициент запаса по нажатию, позволяющий при известной скорости движения поезда определять допустимую величину тормозной силы;
- разработан алгоритм адаптивного управления тормозным нажатием, отличающийся тем, что служебное и экстренное торможения происходят с учетом коэффициента запаса по нажатию и скорости движения поезда;
- разработана математическая модель в компьютерной среде Matlab/Simulink, позволяющая на основании уравнения движения моделировать торможение пассажирского поезда с колодочными и дисковыми тормозами при различных алгоритмах управления;
- проведено обоснование эффективности электропневматического торможения с предложенным алгоритмом адаптивного нажатия в сравнении с экстренным пневматическим торможением;

– разработан новый способ экстренного торможения, отличающийся тем, что экстренное торможение реализуется электропневматическими тормозами с использованием алгоритма адаптивного управления тормозным нажатием, а также возможностью прерывания экстренного торможения.

4. Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Содержание диссертационной работы соответствует заявленной научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация. Содержание соответствует п. 5 паспорта специальности «Подвижной состав, тормозное оборудование и устройства электроснабжения нового поколения, повышающие безопасность движения поездов и пропускную способность железных дорог» и п. 7 «Тяговые и тормозные расчеты. Тяговые и тормозные качества подвижного состава. Обеспечение безопасности движения подвижного состава».

5. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

На основании анализа коэффициента запаса по нажатию разработан алгоритм адаптивного управления тормозным нажатием, который позволяет сократить длину тормозного пути, снизить вероятность образования ползунов и повысить комфорт пассажиров. Алгоритм внедрен в моторвагонное депо Иркутск-Сортировочный и применяется в качестве рекомендаций для машинистов по управлению электропневматическими тормозами электропоездов.

6. Апробация работы и публикации

Автором выполнена апробация материалов диссертационной работы на всероссийских, международных конференциях, где широко обсуждались полученные научные и практические результаты.

По материалам диссертации опубликовано 17 печатных трудов, из них 9 в журналах из перечня рецензируемых изданий ВАК при Минобрнауки России, 5 в изданиях, входящих в международную систему цитирования Scopus, а также получен 1 патент на изобретение.

7. Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертационная работа Корсуна А.А. состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы (109 наименований).

Во введении приведена общая характеристика диссертации, обоснована актуальность выбранной темы исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость описаны методы исследования, определены цель и задачи исследования.

В первом разделе выполнен анализ текущего состояния и проблем на железнодорожном транспорте. В ходе исследования статистических данных выявлена взаимосвязь между тормозной эффективностью, участковой скоростью движения поездов и экономическими показателями ОАО «РЖД». Проблема минимизации вероятности заклинивания колесных пар, а также повышение эффективности экстренного торможения рассматриваются как приоритетные направления для повышения безопасности движения поездов. Также рассмотрены недостатки существующих тормозных приборов и систем управления торможением.

Во втором разделе рассмотрены особенности образования тормозной силы, а также влияние различных факторов на коэффициент трения между колодкой и колесом. Особое внимание уделено влиянию температуры на эффективность тормозного процесса, а также конструктивным особенностям

тормозных систем пассажирских поездов и электропоездов. В разделе анализируются системы управления торможением, их возможности и ограничения, а также сделаны выводы о том, что существующие алгоритмы управления не обеспечивают оптимальное использование потенциала тормозной системы по запасу сцепления колеса с рельсом.

В третьем разделе рассмотрены возможные адаптивные методы управления тормозным нажатием, в результате выбрана программная адаптация. Проведен анализ зависимости коэффициента запаса по нажатию от скорости движения поезда, определены особенности использования тормозного потенциала на различных скоростях. Также в разделе разработана структурная схема системы адаптивного торможения, а также проведено математическое моделирование, подтверждающее эффективность предложенной системы.

В четвертом разделе приведены результаты экспериментальных исследований характеристик электропневматических тормозов и проверке эффективности предложенной системы адаптивного торможения на электропоезде ЭД9М. В частности, приведены задержки, возникающие при переключениях электропневматической тормозной системы между режимами «Торможение», «Перекрышка» и «Отпуск». Также в разделе описаны результаты поездного эксперимента, подтверждающие, что адаптивное торможение позволяет сократить тормозной путь по сравнению с традиционными алгоритмами торможения.

В пятом разделе выполнено экономическое обоснование внедрения системы адаптивного торможения на железную дорогу.

Выносимые соискателем на защиту положения, сформулированные в результате исследования выводы являются новыми.

В заключении диссертации изложены итоги проведенного научного исследования и перспективы дальнейшего развития тематики.

По структуре и качеству оформления диссертационной работы Корсуна А.А. замечаний нет. Материал изложен ясно, грамотным техническим языком, а разделы логически взаимосвязаны.

8. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Несмотря на общую положительную оценку выполненной работы имеются отдельные замечания:

1. В первом разделе диссертации приводится статистика применения экстренных торможений пассажирскими поездами и электропоездами по Красноярской железной дороге. Возможно стоило бы рассмотреть статистику по всей сети железных дорог.

2. Из текста диссертации неясно какие факторы, оказывающие влияние на коэффициент трения колодки о колесо учтены в разработанном алгоритме адаптивного управления тормозным нажатием.

3. В диссертации не даны конкретные рекомендации по выбору заданного значения коэффициента запаса по нажатию, поддерживаемого системой на постоянном уровне.

4. По тексту диссертации наблюдаются ошибки орфографического и пунктуационного характера.

Отмеченные замечания не снижают научной ценности, теоретической и практической значимости полученных результатов исследования.

9. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат в полной мере отражает основные положения и результаты диссертационной работы.

10. Соответствие диссертации и автореферата требованиям

ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат диссертации полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

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

Диссертация Корсуна Антона Александровича на тему: «Улучшение тормозных характеристик пассажирского подвижного состава железных дорог» представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, соответствует критериям, установленным требованиям «Положения 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.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Корсуна Антона Александровича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-

квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, касающиеся повышения безопасности перевозочного процесса пассажиров и увеличения скоростей движения поездов, что имеет существенное значение для развития страны и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Корсун Антон Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент

Буйносов Александр Петрович,
гражданин РФ, доктор технических наук
(специальность 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»

«22» января 2025 г.

 Буйносов Александр Петрович

Я, Буйносов Александр Петрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Корсуна Антона Александровича и их дальнейшую обработку.

«22» января 2025 г.

 Буйносов Александр Петрович

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

Специалист по кадрам  М.А. Кондрашкина



ОТЗЫВ

**официального оппонента доктора технических наук, профессора
Воробьева Александра Алфеевича**

на диссертационную работу Корсуна Антона Александровича
на тему: «Улучшение тормозных характеристик пассажирского
подвижного состава железных дорог», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав
железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки)

1. Актуальность темы диссертационной работы

Железнодорожная отрасль играет ключевую роль в транспортной системе, обеспечивая устойчивые и безопасные пассажирские и грузовые перевозки. В современных условиях перед отраслью стоят задачи повышения скорости, пропускной способности и экономической эффективности железнодорожного транспорта. Одним из критически важных элементов, определяющих безопасность и производительность перевозочного процесса, является эффективность тормозных систем подвижного состава.

Правила и инструкции, применяемые на железной дороге, не регламентируют четкие требования к управлению электропневматическими тормозами с точки зрения изменяющейся тормозной эффективности по мере снижения скорости поезда относительно коэффициента сцепления колеса с рельсом. Проблема особенно актуальна в случаях применения экстренного торможения, которое реализуется путем снижения давления в тормозной магистрали высоким темпом. Тормозные цилиндры наполняются сжатым воздухом до максимального давления, регулирование которого не обеспечивается. В таких условиях возникновение юза колесных пар практически неизбежно, что помимо ползунов вызывает еще и увеличение тормозного пути поезда. В диссертационной работе приводится алгоритмическое решение проблемы, основанное на поддержании коэффициента запаса по нажатию на постоянном уровне. Разработанная система адаптивного торможения позволяет реализовать алгоритм как в режиме служебного, так и экстренного торможений.

Помимо этого, в диссертации обозначены проблемы, возникающие при управлении электропневматическими тормозами краном машиниста, обнаруженные в результате проведения экспериментальных исследований на электропоезде ЭД9М.

На основании изложенного диссертационная работа Корсуна Антона Александровича, посвященная вопросам улучшения тормозных характеристик пассажирского подвижного состава, выполнена на актуальную тему, представляет научный и практический интерес.

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

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, базируются на проведенном анализе значительного числа отечественных и зарубежных публикаций по проблематике исследования. Обоснованность положений и выводов определяется корректным применением методов анализа, уравнения движения поезда, использованием апробированных методов исследования.

3. Достоверность и новизна, полученных результатов

Достоверность полученных результатов обоснована адекватностью используемой математической модели, удовлетворительной сходимостью результатов математического моделирования с результатами поездного эксперимента.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

а) предложен новый параметр для подбора оптимального давления в тормозном цилиндре – коэффициент запаса по нажатию, позволяющий при известной скорости движения поезда определять допустимую величину тормозной силы;

б) разработан алгоритм адаптивного управления тормозным нажатием, отличающийся тем, что служебное и экстренное торможения происходят с учетом коэффициента запаса по нажатию и скорости движения поезда;

в) разработана математическая модель в компьютерной среде Matlab/Simulink, позволяющая на основании уравнения движения моделировать торможение пассажирского поезда с колодочными и дисковыми тормозами при различных алгоритмах управления;

г) проведено обоснование эффективности электропневматического торможения с предложенным алгоритмом адаптивного нажатия в сравнении с экстренным пневматическим торможением;

д) разработан новый способ экстренного торможения, отличающийся тем, что экстренное торможение реализуется электропневматическими тормозами с использованием алгоритма адаптивного управления тормозным нажатием, а также возможностью прерывания экстренного торможения.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость работы заключается в том, что:

1. Разработаны научно обоснованные технические и технологические решения, позволяющие за счет эффективного использования имеющихся резервов тормозной системы сокращать длину тормозного пути.

2. Проведены теоретические исследования изменения тормозной силы и силы сцепления в процессе торможения пассажирских поездов.

3. Предложен новый параметр коэффициент запаса по нажатию, позволяющий реализовать принцип адаптивного управления тормозным нажатием, снижающий вероятность заклинивания колесных пар при одновременном полном использовании резервов тормозной системы по нажатию.

4. Определены значения величины задержки срабатывания электропневматических тормозов, связанные с электромагнитными и пневматическими процессами, необходимые для построения алгоритмов функционирования систем управления тормозным нажатием.

Практическая ценность диссертационного исследования заключается в том, что:

1. Спроектирована система адаптивного управления тормозным нажатием, позволяющая реализовать предложенный алгоритм на пассажирских поездах и моторвагонном подвижном составе, оборудованных электропневматическими тормозами, в режимах служебного и экстренного торможений.

2. Разработана математическая модель в компьютерной среде Matlab/Simulink позволяющая на основании уравнения движения поезда определять длину его тормозного пути, вероятность возникновения юза колесных пар и величину замедления, характеризующую комфорт пассажиров при различных способах торможения.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа Корсуна А.А. состоит из введения, 5 разделов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы (109 наименований). Содержит 157 страниц машинописного текста, 66 рисунков, 2 таблицы и 1 приложение.

Во введении приводится обоснование актуальности темы исследования, определены цель и задачи, сформулирована научная новизна диссертационной работы, ее теоретическая и практическая значимость, изложены положения, выносимые на защиту.

В первом разделе проведен анализ актуальности улучшения тормозных характеристик пассажирского подвижного состава. Рассмотрены существующие проблемы тормозных систем, включая их ограниченную эффективность и влияние на безопасность, скорость движения и экономические издержки. Приведены статистические данные, демонстрирующие взаимосвязь эффективности торможения с пропускной способностью железнодорожной

сети и прибылью компаний. Проанализированы современные системы управления тормозным нажатием и их недостатки.

Во втором разделе рассмотрены особенности реализации тормозной силы. Особое внимание уделено факторам, влияющим на коэффициент трения в системе «колодка-колесо». Проанализирована принципиальная электрическая схема электропневматических тормозов.

В третьем разделе предложен параметр – коэффициент запаса по нажатию. Выполнен анализ его изменения в зависимости от скорости движения поезда, на основании чего сформулирован принцип адаптивного управления тормозным нажатием. Проведено математическое моделирование торможения пассажирского и высокоскоростного поездов.

В четвертом разделе описана методика экспериментальных исследований на электропоезде ЭД9М. В результате определены задержки, возникающие при управлении электропневматическими тормозами, а также подтверждена эффективность алгоритма адаптивного управления тормозным нажатием в сравнении со штатным алгоритмом. Отмечена потеря свойства «прямодействующий» электровоздухораспределителем при управлении краном машиниста, что вызвано конструктивными особенностями последнего. Обоснована целесообразность реализации экстренного торможения электропневматическим тормозом.

В пятом разделе выполнено экономическое обоснование внедрения системы адаптивного торможения на железную дорогу.

Заключение содержит основные выводы, результаты диссертационной работы и перспективы дальнейшего развития тематики.

6. Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Содержание диссертации соответствует заявленной научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация. Содержание соответствует п. 5 паспорта специальности «Подвижной состав, тормозное оборудование и устройства электроснабжения нового поколения, повышающие безопасность движения поездов и пропускную способность железных дорог» и п. 7 «Тяговые и тормозные расчеты. Тяговые и тормозные качества подвижного состава. Обеспечение безопасности движения подвижного состава».

7. Достоинства 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, в которой изложены новые, научные и обоснованные технические решения, и разработки, посвященные актуальной задаче по исследованию изменения тормозной силы и силы сцепления в процессе торможения пассажирских поездов.

Также К достоинствам работы можно отнести эффективное использование производственного опыта, высокую степень детализации при моделировании процессов торможения пассажирского поезда в среде MatLab/Simulink со штатным алгоритмом и новым адаптивным торможением.

По содержанию автореферата и диссертации следует отметить следующие замечания:

1. В разделе 1 диссертации недостаточно широко освещен зарубежный опыт ученых по направлению исследования соискателя.

2. Соискателем не рассмотрен вопрос отклонения коэффициента сцепления колеса рельсом в условиях эксплуатации пассажирского подвижного состава.

3. В диссертации автор не приводит никаких доводов о влиянии алгоритма адаптивного управления тормозным нажатием на износ колодок.

4. В разделе 4 необходимо было конкретизировать техническое решение, направленное на устранение проблемы в управлении электропневматическими тормозами при переводе ручки крана машиниста в положение Vэ.

5. Не указаны принятые допущения при математическом моделировании торможения пассажирского и высокоскоростного поездов.

6. Заключение диссертации излишне подробно изложено, например, пункты 5, 6, 7, стоило бы сократить.

7. В работе, не смотря на общее высокое качество оформления, имеются опечатки и неточности, но их количество незначительно.

Отмеченные замечания в целом не снижают ценность выполненного исследования и существенно не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационной работы.

8. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Содержание автореферата диссертации соответствует содержанию диссертационной работы, включает общую характеристику работы, содержит краткое изложение разделов и полученные результаты исследования.

9. Личный вклад соискателя

Личный вклад заключается в самостоятельной разработке методики и инструментов исследования по улучшению тормозных характеристик

подвижного состава железных дорог. Основные положения и результаты исследований самостоятельно получены автором.

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

Диссертация написана грамотным языком, изложение логично и последовательно с использованием профессиональной терминологической лексики. Содержание диссертации соответствует поставленным целям и задачам исследования.

Диссертация и автореферат по структуре и оформлению 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, соответствует п. 9.3 ГОСТ Р 7.0.11-2011 и ГОСТ 7.1-2003.

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

Диссертационная работа Корсуна Антона Александровича на тему «Улучшение тормозных характеристик пассажирского подвижного состава железных дорог», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки), соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года:

– п. 10 диссертация подготовлена в форме рукописи, написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством и содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приводятся сведения о перспективах практического использования научных результатов исследования;

– п. 11 основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты на соискание ученой степени кандидата наук;

– п. 14 соискатель ссылается на авторов и источники заимствования материалов и результаты, полученные другими авторами. В диссертации отмечено использование результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и (или) в соавторстве.

Заключение

Диссертационная работа Корсуна Антона Александровича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, касающиеся повышения безопасности и участковой скорости движения поездов, что имеет существенное значение для развития страны и соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Корсун Антон Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент

Воробьев Александр Алфеевич,
гражданин РФ, доктор технических наук
(специальность 05.22.07 – Подвижной
состав железных дорог, тяга поездов
и электрификация), профессор,
заведующий кафедрой «Наземные
транспортно-технологические комплексы»
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Петербургский государственный университет
путей сообщения Императора Александра I»

«22» января 2025 г.

 А.А. Воробьев

Я, Воробьев Александр Алфеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Корсуна Антона Александровича и их дальнейшую обработку.

«22» января 2025 г.

 А.А. Воробьев



Подпись	
удостоверяю.	
Начальник Службы управления персоналом университета	
Г.Е. Егоров	
28	2025 г.