

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 44.2.003.01,
созданного на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Омский государственный университет путей сообщения»,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____**

решение диссертационного совета от 17 декабря 2024 г., протокол № 340/9

О присуждении Слатину Анатолию Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование методов диагностирования токоприемников электрического транспорта» по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация принята к защите 15 октября 2024 г., протокол № 338/7 диссертационным советом 44.2.003.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» Федерального агентства железнодорожного транспорта, 644046, г. Омск, пр. Маркса, 35, в соответствии с приказами Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 11 апреля 2008 г. № 737-484, Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 апреля 2012 г. № 105/нк, Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 03 июня 2021 г. № 561/нк, от 15 декабря 2021 г. № 1366/нк и от 14 февраля 2023 г. № 255/нк.

Соискатель Слатин Анатолий Игоревич, 1979 года рождения, в 2003 г. окончил Санкт-Петербургский университет путей сообщения (ПГУПС) по специальности «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство».

С 2015 года соискатель Слатин Анатолий Игоревич проходит обучение в аспирантуре заочной формы обучения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» Федерального агентства железнодорожного транспорта. Работает в ООО «Идеалстрой Инвест», г. Санкт-Петербург в должности генерального директора.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2024 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» Федерального агентства железнодорожного транспорта.

Диссертация выполнена на кафедре «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» Федерального агентства железнодорожного транспорта при освоении программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта (направленность – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Сидоров Олег Алексеевич работает профессором кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» (ОмГУПС (ОмИИТ)).

Официальные оппоненты:

1. Шевлюгин Максим Валерьевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроэнергетика транспорта» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (РУТ (МИИТ)), г. Москва;

2. Игнатенко Иван Владимирович – кандидат технических наук, доцент, проректор по научной работе, доцент кафедры «Системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ДВГУПС), г. Хабаровск, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС), г. Екатеринбург, в своем положительном отзыве, подписанном Алексеем Анатольевичем Ковалевым, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электроснабжение транспорта» и Борисом Алексеевичем Аржанниковым, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Электроснабжение транспорта» и утвержденном проректором по научной работе, кандидатом технических наук, доцентом С. В. Бушуевым, указала, что диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, направленные на повышение эксплуатационной надёжности и

работоспособности токоприемников электроподвижного состава в условиях повышения массы и скорости движения поездов, имеющие существенное значение для развития страны. По степени научной новизны, объему выполненных исследований и их практической ценности работа соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор, Слатин Анатолий Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, из которых четыре научные статьи в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, одна научная статья в издании, индексируемом международной реферативной базой цитирования Scopus, один патент РФ на изобретение и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем публикаций 4,36 п. л., в т. ч. авторских – 2,26 п. л.; в т. ч. опубликованных в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России – 2,24 п. л., в т. ч. авторских – 1,13 п. л.; в материалах международных и национальных научных конференций – 1,18 п. л., в т. ч. авторских – 0,93 п. л.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Сидоров, О. А. Совершенствование методики диагностирования теплового разупрочнения токоприемников электроподвижного состава / О. А. Сидоров, А. Н. Смердин, А. И. Слатин. – Текст : непосредственный // Известия Транссиба. – 2020. – № 1 (41). – С. 41–49.

2. Голубков, А. С. Применение тепловизионных матриц низкого разрешения в системах контроля работоспособности токоприемников электроподвижного состава / А. С. Голубков, А. И. Слатин, А. Н. Смердин. – Текст : непосредственный // Транспорт Урала. – 2020. – № 2 (65). – С. 80–85.

3. Слатин, А. И. Совершенствование методики экспериментального определения жесткости системы подвижных рам однорычажных токоприемников электроподвижного состава / А. И. Слатин. – Текст : непосредственный // Известия Транссиба. – 2020. – № 2 (42). – С. 52–60.

4. Павлов, В. М. Совершенствование малогабаритного устройства сбора

диагностической информации для контроля работоспособности токоприемников электроподвижного состава / В. М. Павлов, А. И. Слатин, Д. А. Петин. – Текст : непосредственный. // Известия Транссиба. – 2022. – № 2 (50). – С. 44–55.

5. Smerdin, A. Damped vibrations method for measuring the rigidity of a system of movable frames of a current collector on the roof of an electric locomotive / A. Smerdin, A. Golubkov, O. Sidorov, A. Slatin // E3S Web of Conferences. – Rostov-on-Don, 2020. – P. 03001.

6. Патент на изобретение № 2703002 С1 Российская Федерация, МПК В60L 5/39, G01M 17/08, В60М 1/30. Устройство для динамических испытаний токоприемников метрополитена : № 2018139707 : заявлено 08.11.2018 : опубликовано 15.10.2019 / О. А. Сидоров, И. Е. Чертков, К. С. Маркелова, А. И. Слатин, М. С. Михайлов. – Текст : непосредственный.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020619995 Российская Федерация. Программный комплекс для регистрации и анализа вибрации устройств электроснабжения : № 2020619001 : заявлено 12.08.2020 : опубликовано 26.08.2020 / А. Н. Смердин, А. С. Голубков, Г. Р. Ермачков, Е. А. Бутенко, А. И. Слатин. – Текст : непосредственный.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, размещенные на официальном сайте ОмГУПС, все они положительные.

Отзывы на диссертацию.

1. Отзыв федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», оформленный в виде заключения организации, в которой выполнена диссертационная работа, подписанный председательствующим на заседании постоянно действующего научно-технического семинара, заведующим кафедрой «Электрические машины и общая электротехника», доктором технических наук, профессором В. В. Харламовым и ученым секретарем постоянно действующего научно-технического семинара, кандидатом технических наук, доцентом П. К. Шкодуном, утвержденный ректором, доктором технических наук, доцентом С. М. Овчаренко. Замечаний нет.

2. Отзыв ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения», подписанный Алексеем Анатольевичем Ковалевым, кандидатом технических наук, доцентом,

заведующим кафедрой «Электроснабжение транспорта» и Борисом Алексеевичем Аржанниковым, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Электроснабжение транспорта» и утвержденный проректором по научной работе, кандидатом технических наук, доцентом С. В. Бушуевым. Замечания: 1) В первом разделе диссертации не приведена статистика отказов токоприемников по сети ОАО «РЖД». Делать выводы на основе информации для шведских железных дорог не совсем корректно. 2) Автор заявляет наличие корреляции массы и эксплуатационных показателей токоприемников современных типов (стр. 26 диссертации, рис. 1.7) и применяет термины «Токоприемники с улучшенными свойствами» и «Токоприемники с повышенной металлоемкостью». Следует пояснить, что включают в себя эти определения и для каких токоприемников они применимы. 3) На рисунок 1.7 в диссертации крайне сложно понять какой конкретно токоприемник имеет улучшенные свойства как по току, так и по номинальной скорости, а какой нет. Следует учитывать, что токоприемники для системы постоянного 3 кВ, имеют как правило во много раз больший номинальный ток по сравнению с токоприемниками переменного тока системы 25 кВ 50 Гц и 15 кВ 16,7 Гц. Это означает что сравнивать их по этому показателю не совсем корректно. 4) В таблице 2.1 параметр $\sigma_{0,2}$ ошибочно назван «предел прочности», а фактически это условный предел текучести или предел пропорциональности. 5) Рисунок 2.9 в диссертации очень трудно воспринимается без непосредственного изображения токоприемника с размеченными на нем узлами, которые соответствуют участкам расчетной схемы. 6) Учтены ли переходные контактные сопротивления между элементами токоприемника (к примеру, между рычагом каретки и полозом) в электрической и тепловой схеме замещения на рисунке 2.9 и в таблице 2.4 диссертации? 7) При расчете теплового потока в зоне контакта полоза с проводом (стр. 44 диссертации) автор вычисляет тепловой поток от трения, применяя усилие прижатия полоза к проводу при значении 200 Н. На каком основании выбрано это значение? Как это соотносится с показателями, указанными в ГОСТ 32204–2013 «Токоприемники железнодорожного электроподвижного состава»? 8) На стр. 71 диссертации автор упоминает о том, что разработано малогабаритное, необслуживаемое, энергоэффективное устройство, способное записывать температуру в режиме «черного ящика» в режиме движения ЭПС между заходами на техническое обслуживание. Каким образом при этом планируется поддерживать рабочее состояние объектива тепловизионной камеры при наличии воздействий

со стороны окружающей среды. 9) На стр. 94 диссертации автор описывает методику проверки поперечной жесткости токоприемника. При неудовлетворительном значении жесткости токоприемник необходимо демонтировать и с помощью специального оборудования установить неисправность. О каком специальном оборудовании идет речь?

3. Отзыв официального оппонента Максима Валерьевича Шевлюгина, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электроэнергетика транспорта» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта». Замечания: 1) При анализе распределения времени задержек поездов на электрифицированных линиях автор использовал опыт Швеции (стр. 16 диссертации). Почему выбрана именно эта страна? Ведь наибольшие успехи по реализации скоростного движения имеют Франция, Германия, Япония, Китай и другие страны. 2) На стр. 26 на рис.19 приведена шкала номинального тока с показателем до 5000 А. Следует указать для какого токоприемника было получено такое необычно большое значение и в течение какого времени это значение тока действовало. 3) На каком основании при нагреве опытных образцов автором выбрано время выдержки 3600 с (стр.34 диссертации, рис. 2.1)? Судя по графикам, не во всех случаях был достигнут температурный баланс, свидетельствующий об установившемся режиме теплообмена. 4) Автором предложено графическое представление остаточного ресурса с помощью нелинейного преобразования (рис. 2.15 диссертации на стр. 59). Однако не дано пояснение понятия «остаточный ресурс» и не указано, в каких единицах он измеряется. 5) Приведенная на рис. 3.10 на стр. 80 диссертации электрическая схема измерительного блока устройства слишком детализована и плохо читается. Следовало бы использовать укрупненные блоки. 6) Работоспособность предложенного автором тепловизионного диагностического комплекса прямо зависит от качества снимаемого камерой изображения тепловой картины токоприемника. Однако автор не указал, какие меры технического характера могут быть приняты для защиты тепловизионной камеры от осадков в виде снега, дождя и других видов атмосферных воздействий, искажающих видеоизображение. 7) Автором предложена технологическая карта для проверки поперечной жесткости токоприемника. Где она реализована? Какую экономию времени она дает по сравнению с традиционными процедурами проверки?

4. Отзыв официального оппонента Ивана Владимировича Игнатенко, кандидата технических наук, доцента, проректора по научной работе, доцента кафедры «Системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения». Замечания: 1) На стр. 15 диссертации на рис. 1.1 перечислены факторы, влияющие на конструкцию токоприемников ЭПС. В числе погодных факторов указаны только минимальная и максимальная температуры окружающей среды. Следовало указать еще скорость ветра и гололед, образующийся на поверхностях элементов токоприемника, так как эти факторы влияют на конструкцию токоприемника в части применения аэродинамических и противогололедных устройств. 2) При анализе факторов, приводящих к повреждениям токоприемников, автор использовал диаграмму Исикавы (рис. 1.6 на стр. 21 диссертации). Чем обоснован этот выбор? 3) Автор показывает, что разупрочнение, вызванное вторичной рекристаллизацией для сплава АМгб, происходит в течение 1000–1500 часов, а при более высокой температуре достаточно 30 мин. (рис. 2.1 на стр. 34 диссертации). Однако, шкала времени для графика изменения предела текучести приведена до 3500 с, что соответствует 58 минутам. Следует пояснить это расхождение. 4) Для формулы теплового потока в зоне контакта с проводом (стр. 44 диссертации, формула 2.1) автор использует коэффициент трения скольжения вставки по контактному проводу с весьма высоким значением $\mu = 0,3$. Для какой контактной пары приведен этот коэффициент? 5) Автором предложен и реализован автономный диагностический комплекс для мониторинга состояния токоприемника, устанавливаемый на крыше ЭПС. Каким образом осуществляется потенциальная развязка устройств и элементов, находящихся под напряжением и имеющих нулевой потенциал? 6) Предлагаемые автором технические и технологические решения позволяют снизить массу верхнего рычага токоприемника на 12%. Каким образом получено это значение?

Отзывы на автореферат (приводятся в редакции авторов отзывов):

1. Отзыв профессора образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий» федерального автономного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», доктора технических наук, доцента Чижмы Сергея Николаевича. Замечания: 1) Каким образом при формировании схемы теплового расчета (рис. 5 на стр. 11 автореферата) учтена несимметричность

конструкции системы подвижных рам токоприемника? 2) Из текста автореферата неясно, с помощью каких устройств выполняется проверка поперечной жесткости токоприемника и как процедура проверки отличается от указанной в ГОСТ 32204–2013?

2. Отзыв профессора кафедры «Электрическая тяга» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», доктора технических наук, доцента Марикина Александра Николаевича. Замечания: 1) Автор использует понятие «тепловой износ» элементов системы подвижных рам токоприемника. Необходимо пояснить, что подразумевается под этим термином и в каких единицах «тепловой износ» измеряется? 2) Как повлияет на точность данных, получаемых от тепловизионной камеры, влияние со стороны атмосферных воздействий (дождь, снег)?

3. Отзыв заместителя начальника Западно-Сибирской железной дороги по Новосибирскому территориальному управлению, кандидата технических наук Дербилова Евгения Михайловича. Замечание: из текста автореферата неясно, почему автор ограничился временем нагрева 1200 с при исследованиях нижнего рычага системы подвижных рам токоприемника (рис. 6 стр. 12 автореферата)?

4. Отзыв доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Электроэнергетика транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» Крюкова Андрея Васильевича. Замечания: 1) Автором предложена схема расчета нагрева системы подвижных рам токоприемника (рис. 5 на стр. 11 автореферата). Как учтена асимметричность рамы, присущая конструкциям современных токоприемников? 2) Как согласуется с ГОСТ 32204–2013 «Токоприемники железнодорожного электроподвижного состава» предложенный автором метод проверки поперечной жесткости токоприемника?

5. Отзыв д-ра техн. наук, профессора Политехнической школы Югорского государственного университета Осипова Дмитрия Сергеевича. Замечания: 1) На основании каких предпосылок автор выбрал предел пропорциональности для диаграммы сжатия на рис. 4 автореферата? 2) С учетом аппроксимации зависимости коэффициента теплового износа от температуры системы подвижных рам токоприемника введены пять

уравнений (уравнение 4, стр. 14), хотя для определения параметрических коэффициентов достаточно трех?

6. Отзыв заведующего кафедрой «Электромеханика и электрические аппараты» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», д-ра техн. наук, профессора, Павленко Александра Валентиновича. Замечания: 1) На рис. 1 (стр. 8 автореферата) сложно идентифицировать кривые зависимости предела текучести от времени и температуры. Очевидно, это связано с черно-белой печатью рисунков, изначально выполненных цветными. 2) Исследования, проведенные автором, во многом базируются на оценке работоспособности элементов токоприемника, выполненных из сплава АМгб. Чем обоснован выбор именно этого материала?

7. Отзыв к.т.н., доцента, заведующего кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приволжский государственный университет путей сообщения» Добрынина Евгения Викторовича. Замечания: 1) В тексте автореферата автором не конкретизированы условия работы, место установки и способ питания тепловизионной камеры, что затрудняет оценку работоспособности предложенной системы диагностики. 2) В автореферате не указано при каком токе нагрузки производился экспериментальный нагрев, результаты которого приведены на рис.6 стр.12.

8. Отзыв профессора кафедры «Системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный университет путей сообщения», доктора техн. наук, профессора, Валерия Николаевича Ли. Замечания: 1) К сожалению, из автореферата не ясно проводились ли какие-либо внедренческие работы, либо какие-нибудь эксперименты на действующем полигоне электрифицированной железной дороги. 2) Исключение из рассмотрения подшипниковый узел рам токоприемника не совсем справедливо, так как их нагрев и охлаждение происходит под действием окружающей среды, скорости движения и т.д.

9. Отзыв доктора технических наук, главного научного сотрудника отдела «Контактная сеть и токосъем» ОА «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ)» Гершмана Иосифа Сергеевича и кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника отдела

«Контактная сеть и токосъем» ОА «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ)» Мироноса Николая Васильевича. Замечания: 1) На странице 13 приведена таблица 1, в которой автор указывает диапазон температуры выдержки материала АМг6 от 99,85 до 399,85 °С. Чем вызвано использование столь широкого диапазона? 2) Какой физический смысл автор вкладывает в понятие тепловой износ? В каких единицах он измеряется?

10. Отзыв профессора кафедры «Автоматизированные системы электроснабжения» ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», Заслуженного энергетика РФ, доктора технических наук, профессора Дынькина Бориса Евгеньевича. Замечания: 1) В автореферате на стр. 11 приведена расчетная тепловая схема системы подвижных рам токоприемника. Каким образом в этой схеме отображена асимметричность конструкции токоприемника? Можно ли использовать эту схему для расчета симметричного токоприемника пантографного типа? 2) Для какого диапазона рабочей высоты токоприемника выполняется требование к заданной точности измерения температуры элементов системы подвижных рам с помощью тепловизионной камеры?

11. Отзыв доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Автоматизированные системы электроснабжения» Ростовского государственного университета путей сообщения Жаркова Юрия Ивановича и кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Теоретические основы электротехники» Ростовского государственного университета путей сообщения Осипова Владимира Александровича. Замечаний нет.

12. Отзыв начальника технического отдела Трансэнерго – филиала ОАО «РЖД», кандидата технических наук Карабанова Максима Александровича. Замечания: 1) В конструкции систем подвижных рам токоприемников имеют место сварные швы, поэтому нельзя считать, что прочность конструкций одинакова по всей их длине. Каким образом автор учитывает неравномерность прочности при расчетах термического разупрочнения? 2) Из текста автореферата не ясно, какое время потребуется для выполнения операций по проверке поперечной жесткости токоприемника в соответствии с технологической картой (стр. 18 автореферата).

13. Отзыв зав. кафедрой «Электроэнергетика транспорта» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», кандидата технических наук, доцента Владимира Александровича Тихомирова, зав. кафедрой «Математика» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», кандидата технических наук, доцента Натальи Леонидовны

Рябченко и профессора кафедры «Электроэнергетика транспорта» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», доктора технических наук, профессора Леонида Алексеевича Астраханцева. Замечания: 1) В математических выражениях расчета теплового старения узлов токоприемника каким образом учитывается величина электрического тока в узлах? 2) Можно ли оценить предложенным методом развитие теплового износа элементов токоприемника ЭПС в системе электрической тяги поездов 25кВ 50Гц?

14. Отзыв главного эксперта, начальника отдела интеграции тягового и высоковольтного оборудования АО «Инжиниринговый центр железнодорожного транспорта», кандидата технических наук Алексея Евгеньевича Чекмарева. Замечания: 1) Имеется некоторая нестыковка в терминологии, например, встречаются термины «внезапный отказ» и «неожиданный отказ», следует пользоваться одним термином, принятым в теории надежности. 2) Неоднозначным является указанный процент уменьшения времени регламентных работ при техническом обслуживании ЭПС, речь, видимо, идет о регламентных работах только по токоприемникам.

Соискатель Слатин А. И. дал аргументированные ответы на приведенные в отзывах вопросы и замечания.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается: 1) компетентностью в области повышения эксплуатационной надежности, улучшение динамических качеств и эксплуатационных показателей подвижного состава железных дорог ученых, давших свое письменное согласие быть официальными оппонентами, наличием у них публикаций в данной сфере исследования в рецензируемых научных изданиях; 2) известными достижениями организации в области повышения эксплуатационных характеристик и параметров магистральных локомотивов, совершенствования технологий их эксплуатации и ремонта, наличием профильной кафедры и компетентных специалистов, работающих в данной области исследования и способных определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый метод расчета срока службы системы подвижных рам токоприемников посредством вычисления накопленного уровня тепловой деградации;

предложен новый научно обоснованный показатель термической деградации системы подвижных рам токоприемника, учитывающий фактические значения температуры и продолжительность эксплуатации рычагов;

разработана методика экспериментального определения жесткости системы подвижных рам токоприемников как функции частоты затухающих колебаний их верхнего узла;

доказана перспективность применения тепловизионных матриц низкого разрешения и нейронных сверточных сетей для определения температуры системы подвижных рам токоприемников.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, расширяющие представления о теоретических аспектах диагностирования прочностных параметров системы подвижных рам токоприемников электрического транспорта и повышения надежности системы токосъема за счет оценки остаточного ресурса системы подвижных рам при их термической деградации;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы теории расчета токоприемников электроподвижного состава, планирования эксперимента, математической статистики, математического моделирования;

изложена усовершенствованная математическая модель системы подвижных рам токоприемника, учитывающая разупрочнение их рычагов под воздействием нагрева;

изучены особенности применения современных термически упрочненных сплавов в конструкции токоприемников электрического транспорта и влияние на их прочностные параметры процесса термического разупрочнения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены: в ООО «С Электротранспорт» – математическая модель разупрочнения рычагов системы подвижных рам токоприемников под действием температуры, учитывающая тепловую деградацию механически и термически упрочненных конструкционных материалов на основе алюминия; в ООО «ИЦ «Привод-Н» – алгоритм для определения температуры системы подвижных рам рычагов токоприемников с помощью тепловизионной матрицы низкого разрешения, позволяющий

в автоматическом режиме определять наиболее нагретые участки системы подвижных рам и полоза токоприемников;

определены перспективы практического применения алгоритма определения остаточного ресурса токоприемника с учетом теплового износа; устройства для определения температуры системы подвижных рам и методики экспериментального определения жесткости токоприемников;

создана методика экспериментального определения жесткости системы подвижных рам токоприемников, применение которой сокращает время их технического обслуживания.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном и поверенном оборудовании; достоверность результатов работы подтверждается экспериментальными исследованиями, практической реализацией и основана на положениях теории расчета токоприемников электроподвижного состава, методов планирования эксперимента, математической статистики, математического моделирования. Эффективность предложенных решений подтверждается высокой степенью соответствия результатов теоретических расчетов с экспериментальными данными, при этом расхождение результатов не превышает 10 %;

теория построена на известных, проверяемых данных, которые согласуются с опубликованными материалами по тематике диссертационной работы;

идея базируется на анализе факторов, приводящих к повреждениям токоприемников и влияющих на процесс токосъема, практики применения устройств диагностирования токоприемников электрического транспорта, оценке влияния термического разупрочнения материалов, применяемых в системе подвижных рам, на прочностные параметры токоприемников;

использованы основные выводы и результаты исследований российских и зарубежных ученых в области совершенствования токоприемников электрического транспорта для высоких токовых нагрузок и скоростей движения;

установлено, что основные выводы и результаты диссертации, полученные автором в ходе исследования, не противоречат результатам, представленным в современных работах по проблемам диагностирования прочностных параметров токоприемников электрического транспорта.

Личный вклад соискателя состоит в:

непосредственном участии в разработке:

математической модели системы подвижных рам токоприемника, в которой разупрочнение её рычагов под действием нагрева описано в виде переходного процесса между упрочненным и разупрочненным состоянием;

метода расчета срока службы системы подвижных рам токоприемников, в котором накопленное значение тепловой деградации вычисляется с использованием нелинейного преобразователя функции температуры от времени;

алгоритма для определения температуры системы подвижных рам с помощью тепловизионной матрицы низкого разрешения;

усовершенствованной методики экспериментального определения жесткости системы подвижных рам токоприемников в лабораторных и натуральных условиях;

личном участии в:

экспериментальных исследованиях, сборе и анализе данных о термическом разупрочнении современных механически и термически упрочненных алюминиевых сплавов, применяемых в конструкции токоприемников под действием высоких токовых нагрузок, возникающих при скоростном пассажирском и тяжеловесном грузовом движении;

апробации разработанных технических, технологических и методологических решений по совершенствованию методов диагностирования токоприемников электрического транспорта;

подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования

Предприятиям, выполняющим проектирование токоприемников электроподвижного состава, – научно обоснованный показатель температурной деградации системы подвижных рам токоприемников; усовершенствованную математическую модель и метод расчета теплового износа системы подвижных рам; усовершенствованный алгоритм для определения температуры системы подвижных рам с помощью тепловизионной матрицы низкого разрешения.

Предприятиям, производящим и эксплуатирующим электроподвижной состав, – методику экспериментального определения жесткости токоприемников и усовершенствованное устройство для определения температуры системы подвижных рам токоприемника.

Научным организациям, направление деятельности которых связано с совершенствованием системы токосъема, – математическую модель и метод расчета теплового износа системы подвижных рам токоприемника.

Высшим учебным заведениям, осуществляющим подготовку инженеров по специальностям 23.05.05 – «Системы обеспечения движения поездов» и 23.05.03 – «Подвижной состав железных дорог», – усовершенствованный метод диагностирования токоприемников электроподвижного состава.

Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней (п. 10, п. 14)

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов.

Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

В диссертации имеются ссылки на авторов, источники заимствования материалов и отдельных результатов. Отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

В диссертации соискателем отмечается использование результатов научных работ, выполненных лично и в соавторстве, имеются ссылки на соавторов.

Оценка диссертации в соответствии с требованиями п. 9 Положения о присуждении ученых степеней

Диссертация «Совершенствование методов диагностирования токоприемников электрического транспорта» является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, направленные на совершенствование методов диагностирования токоприемников электрического подвижного состава путем оценки прочностных параметров системы подвижных рам при их температурной деградации, имеющие существенное значение для развития страны.

В ходе защиты диссертации были заданы вопросы и высказаны следующие критические замечания: 1. В чем совершенствование технологии эксплуатации токоприемников? И где представлена новая технология? 2. Токоприемники

подвержены высоким вибрационным нагрузкам. Вы сравнивали, что превалирует при разупрочнении токоприемников в эксплуатации: превышение температуры или вибрации? 3. В чем заключается усовершенствование математической модели системы подвижных рам? 4. Вами предложен метод расчета остаточного ресурса, основанный на определении интегрального теплового износа во время эксплуатации. Как будут определяться с точки зрения практики действительные значения температуры и продолжительность нагрева? 5. При расчете прочности конструкции обычно закладывается запас прочности. Можно ли компенсировать снижение прочности материала выбором наиболее подходящего значения запаса прочности? 6. Жесткость определялась путем приложения импульса? Как при этом выбиралась величина импульса? 7. Учитывались ли в Ваших исследованиях нагрева токоприемника температура наружного воздуха, ветер и если да, то каким образом?

Соискатель Слатин А. И. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию высказанных замечаний и рекомендаций.

На заседании 17 декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, присудить Слатину А. И. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 13 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета 44.2.003.01,
доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и
техники РФ



Галиев Ильхам Исламович

Ученый секретарь
диссертационного совета 44.2.003.01,
доктор технических наук,
профессор

Кузнецов Андрей Альбертович

17 декабря 2024 г.