

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Слатина Анатолия Игоревича «Совершенствование методов диагностирования токоприемников электрического транспорта», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Актуальность темы

Опыт практической эксплуатации системы токосъема электрических железных дорог свидетельствует о том, что термически и деформационно-упрочненные алюминиевые сплавы, из которых изготавливаются детали токоприемников электроподвижного состава, с течением времени теряют свои механические свойства. Скорость данного процесса увеличивается при росте температуры нагрева элементов токоприемника. При снижении температуры процесс протекает медленнее, но с учетом длительного срока службы токоприемников может приводить к преждевременной потере их несущей способности. При этом внешние проявления теплового разупрочнения практически отсутствуют и сложны для диагностики неразрушающими дистанционными способами, поэтому тепловая деградация может привести к внезапным отказам в работе токоприемника.

Рост эксплуатационных показателей при сокращении издержек требует совершенствования системы тягового электроснабжения, что отражено в «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года», Увеличение нагрузочной способности токоприемников приводит к повышению производительности электровозов, эксплуатируемых на линиях постоянного тока, что является актуальной задачей и имеет большое значение для развития отрасли.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в достаточной степени обоснованы, так как при решении поставленных задач теоретические и экспериментальные исследования проведены на основе методов теории расчета токоприемников электроподвижного состава, планирования эксперимента, математической статистики, математического моделирования. Использовались аналитические и численные методы аппроксимации и сглаживания экспериментальных данных, математические и имитационные методы моделирования, метод динамического измерения твердости.

При расчетах и анализе математических зависимостей применялись лицензионные программные продукты: электронные таблицы *Microsoft Excel*, пакет прикладных программ *MATLAB*, среда комплексного моделирования *SolidWorks*.

Для обработки данных автором использовались методы планирования эксперимента, корреляционный и регрессионный анализ, аппарат искусственных нейронных сетей. Достоверность основных научных положений и результатов обеспечивается корректностью математических формулировок и подтверждается качественным совпадением и приемлемой сходимостью результатов теоретического и физического моделирования, расхождение между которыми не превышает 10 %.

Научная новизна диссертационной работы

1. Предложен научно обоснованный показатель температурной деградации системы подвижных рам токоприемника, отличающийся тем, что для расчета функции нелинейного изменения прочностных показателей рычагов от времени учитываются фактические значения их температуры и продолжительности эксплуатационных режимов.

2. Усовершенствована математическая модель системы подвижных рам токоприемника, отличающаяся тем, что разупрочнение её рычагов под действием нагрева описано в виде переходного процесса между упрочненным и разупрочненным состояниями.

3. Разработан метод расчета срока службы системы подвижных рам токоприемников, отличающийся тем, что накопленное значение тепловой деградации вычисляется с использованием нелинейного преобразователя функции температуры от времени.

4. Предложен усовершенствованный алгоритм для определения температуры системы подвижных рам с помощью тепловизионной матрицы низкого разрешения, отличающийся тем, что для определения в кадре рычагов токоприемника используется свёрточная нейронная сеть.

5. Усовершенствована методика экспериментального определения жесткости системы подвижных рам токоприемников в лабораторных и натуральных условиях, отличающаяся тем, что жесткость определяется как функция от частоты затухающих колебаний верхнего узла системы подвижных рам.

Теоретическая и практическая значимость результатов и выводов

1. Предложенный научно обоснованный показатель температурной деградации системы подвижных рам токоприемников позволит прогнозировать остаточный срок службы и таким образом, снижать затраты, связанные с внезапным выходом их из строя.

2. Усовершенствованная математическая модель и метод расчета теплового износа системы подвижных рам позволит на этапе проектирования более точно определять интервалы регламентных работ и срок службы токоприемников, повысить достоверность расчетов показателей жизненного цикла электроподвижного состава.

3. Предложенный усовершенствованный алгоритм для определения температуры системы подвижных рам с помощью тепловизионной матрицы низкого разрешения позволит повысить энергетическую и информационную эффективность автономных систем диагностики токоприемников, снизить затраты на дооснащение электроподвижного состава системами мониторинга.

4. Усовершенствованная методика экспериментального определения жесткости токоприемников позволит включить проверку данного параметра в перечень регламентных работ при техническом обслуживании электроподвижного состава, снизить количество отказов без значительного увеличения трудовых и временных затрат во время эксплуатации.

5. Усовершенствованное устройство для определения температуры системы подвижных рам токоприемника и технология эксплуатации может быть использовано для повышения работоспособности электроподвижного состава на железных дорогах Российской Федерации.

Практическая реализация результатов диссертационного исследования

Предложенная усовершенствованная методика экспериментального определения жесткости токоприемников электроподвижного состава в лабораторных и натуральных условиях внедрена в ООО «ИЦ «Привод-Н» при проведении исследовательских испытаний. Разработанная математическая модель разупрочнения рычагов системы подвижных рам токоприемника под действием температуры внедрена в ООО «С Электротранспорт» при разработке показателей назначения новых конструкций токоприемников. Фактическое использование результатов диссертационной работы подтверждено актами внедрения.

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международной научно-практической конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика» (Алматы, 2018), на десятом и 11 международных симпозиумах «Eltrans» (Санкт-Петербург, 2019, 2023), на всероссийской научной конференции «Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте» (Омск, 2020), на всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы проектирования и эксплуатации устройств электроснабжения электрического транспорта» (Омск, 2023),

на расширенном заседании кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС (Омск, 2023), на международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы развития научных исследований: теоретический и практический взгляд» (Стерлитамак, 2024), на международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения, инновации» (Уфа, 2024), на заседании постоянно действующего научно-технического семинара Омского государственного университета путей сообщения по экспертизе и обсуждению диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук по научным специальностям технических отраслей науки (Омск, 2024).

Публикации по результатам исследований

По результатам проведенных исследований опубликовано 11 научных работ, в том числе четыре научных статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, одна статья в издании, индексируемом в международной реферативной базе данных *Scopus*, один патент РФ на изобретение, одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Структура, объем и оформление диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, библиографического списка из 113 наименований, четырех приложений и содержит 157 страниц текста, включая 56 рисунков и 37 таблиц.

Оформление диссертации и автореферата выполнены согласно требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. . Материал диссертационной работы изложен ясно и логично, основные выводы и положения по каждой главе и всей работе аргументированы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и отражает основные положения, выносимые на защиту.

Замечания по содержанию диссертационной работы

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?

Приведенные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

**Оценка соответствия диссертации критериям, установленным
Положением о присуждении ученых степеней (п.п. 9, 10 и 14)**

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. В ней приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов. 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. Соискателем отмечается использование результатов научных работ, выполненных лично и в соавторстве, имеются ссылки на соавторов.


Рассмотренная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические и методологические решения и разработки, направленные на повышение эксплуатационной надёжности и работоспособности токоприемников в условиях повышения массы составов и скорости движения ЭПС. Применение предлагаемых решений позволит повысить надёжность системы токосъема и снизить число отказов устройств токосъема, что способствует повышению эксплуатационной надёжности электроподвижного состава.

Диссертационная работа на тему «Совершенствование методов диагностирования токоприемников электрического транспорта», представленная Слатиным А.И., обладает научной новизной и практической ценностью. По актуальности темы объему и содержанию теоретических и экспериментальных исследований она соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года.

Слатин Анатолий Игоревич достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент:

Проректор по научной работе, доцент кафедры «Системы электроснабжения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ДВГУПС), кандидат технических наук, доцент.


14.11.2024


И. В. Игнатенко

Игнатенко Иван Владимирович – кандидат технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация». Номер и серия диплома: ДКН № 107816. Дата выдачи: 09.04.2010.


680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, д. 47, ДВГУПС.

Тел.: +7(4212)407–502; e-mail: ignatenko@festu.khv.ru

Я, Игнатенко Иван Владимирович, официальный оппонент, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Слатина Анатолия Игоревича и их дальнейшую обработку.


14.11.2024

И.В. Игнатенко


Подпись: Игнатенко И.В. заверю
Сек. докум. от: Далин Леонидович