



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**РОССИЙСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА  
РУТ (МИИТ)**

ул. Образцова, д. 9, стр. 9, Москва, ГСП-4, 12795  
Тел./факс: (495) 681-13-40, e-mail: info@rut-m  
ИНН/КПП 7715027733/771501001  
ОГРН 1027739733922

№ \_\_\_\_\_  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

Проректор федерального  
государственного автономного  
образовательного учреждения  
высшего образования «Российский

спорта», доктор  
с, профессор,  
ент РАН  
И.Н. Розенберг  
2023г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта») на диссертацию Филиной Ольги Алексеевны на тему: «Методы и средства повышения надежности щеточно-коллекторного узла тяговых электродвигателей постоянного тока», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)

### 1. Актуальность темы исследования

Транспорт существенно влияет на экономику государства, обеспечивает потребности общества в перевозках пассажиров и грузов. Одной из наиболее значимых задач функционирования тяговых электроприводов является повышение качества и надежности тяговых электродвигателей (ТЭД) в процессе эксплуатации. Основы решения данной задачи лежат в области повышения надежности основного узла тяговых электродвигателей постоянного тока щеточно-коллекторного узла (ЩКУ), его отказ ведет к потере работоспособности всего электродвигателя.

Несмотря на большое количество известных методов контроля технического состояния щеточно-коллекторного узла, требуется создавать надежные методы, позволяющие своевременно принимать меры по

восстановлению работоспособности тяговых электродвигателей постоянного тока.

Повышение надежности щеточно-коллекторного узла может быть достигнуто внедрением современных, высокоточных, объективных методов контроля технического состояния и диагностики, что позволит своевременно определять зарождающиеся дефекты, спрогнозировать изменение технического состояния и принять меры к предотвращению возникновения отказа.

В этой связи в диссертации, на основе исследования существующих конструктивных решений и анализа опыта эксплуатации тяговых ЭДПТ, а также научных исследований, проведенных в этой области известными учеными, разработана новая конструкция ЩКУ, метод контроля технического состояния и предложены технические решения по продлению работоспособного состояния тяговых ЭДПТ после выработки заданного ресурса работы и переходу на обслуживание по техническому состоянию. Основное внимание уделено исследованию проблем продления жизненного цикла тяговых ЭДПТ, поскольку себестоимость таких электродвигателей относительно велика, а количество их в промышленности и на транспорте исчисляется сотнями тысяч.

Улучшение качества коммутации при снижении вибрации щеточно-коллекторного узла с измененной конструкцией нажимной пластины повлечет за собой увеличение ресурса работы щеток тяговых электродвигателей постоянного тока, снижение вероятности возникновения отказов и уменьшение затрат на техническое обслуживание щеточно-коллекторного узла в процессе эксплуатации.

В соответствии с этим поставленные и решаемые задачи в диссертационной работе Филиной О.А. являются актуальными и направлены на повышение качества работы тяговых электродвигателей постоянного тока с научной и практической точек зрения.

## **2. Соответствие диссертации паспорту специальности**

Диссертация соответствует научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки):

п.1. Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, анализ системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические, электромагнитные преобразователи энергии и электрические аппараты,

системы электропривода, электроснабжения и электрооборудования промышленного назначения;

п.2. Разработка научных основ проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов;

п.4. Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов.

### **3. Структура и объем диссертации**

Диссертация Филиной О.А. содержит введение, пять глав, заключение, перечень основных определений и сокращений, списка литературы из 148 наименований и 8 приложений. Содержит 175 страниц машинописного текста, 65 рисунков и 17 таблиц.

**Объектом исследования** является тяговый электродвигатель постоянного тока.

**Во введении** представлено обоснование актуальности темы исследования, сформулированы цели и задачи исследования, приведены основные положения диссертации, выносимые на защиту. Также сформулированы положения о научной новизне и практической значимости работы, описаны методы исследований.

**В первой главе** рассматриваются современные представления о методах и средствах контроля, способах диагностики и повышения надежности щеточно-коллекторного узла. На основе анализа известных методов контроля технического состояния щеточно-коллекторного узла, сделаны выводы о преимуществах и недостатках их использования в практических целях.

**Во второй главе** исследована надежность щеточно-коллекторного узла. Представлено общее состояние проблемы, выявлены методы повышения надежности. Приведен анализ существующих методик расчета надежности тягового электродвигателя постоянного тока. Рассмотрены способы оценки отказов и неисправностей по срокам эксплуатации на подвижном составе городского и железнодорожного транспорта. Результаты проведенного анализа показывают необходимость разработки методики оценки состояния тягового ЭДПТ, позволяющей более надежно осуществлять мониторинг по отказам и неисправностям ЩКУ тяговых электродвигателей при работе на подвижном составе.

**В третьей главе** рассмотрена методика прогнозирования остаточного ресурса работы щеточно-коллекторного узла тягового электродвигателя постоянного тока, разработана математическая имитационная модель ЩКУ на основе вибродиагностики, предложен способ мониторинга состояния узла и щетки.

**В четвертой главе** представлена конструкция и экспериментальные исследования усовершенствованного щеточного узла с применением способа мониторинга вибрации, показан метод проведения эксперимента.

**В пятой главе** рассматривается расчет стоимости жизненного цикла тягового ЭДПТ с учетом оптимизации и усовершенствования щеточного узла с рельефной пластиной, определена экономия от внедрения данного узла и даны рекомендации по усовершенствованию планово-предупредительных работ, представлено технико-экономическое обоснование применения математической модели по измерению вибрации на электродвигателях постоянного тока.

**В заключении** сформулированы основные научные и практические результаты работы.

**В приложениях** приведены акты первичных экспериментальных данных и акт внедрения, программы для обработки и описания полученных результатов, патенты.

**Содержание автореферата** в полной мере соответствует содержанию диссертации.

#### **4. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Наиболее существенными результатами диссертационного исследования, обладающими признаками научной новизны являются:

1. На основе созданной математической модели определены виды отказов щеточно-коллекторного узла с учетом технических характеристик и определены основные показатели надежности, оказывающие влияние в процессе эксплуатации ЩКУ.

2. Разработан метод мониторинга вибрации ЩКУ тягового ЭДПТ, не требующий демонтажа тягового электродвигателя постоянного тока с транспортного средства, что позволяет диагностировать и оценивать состояние основных его узлов непосредственно в процессе эксплуатации и своевременно выявлять дефекты.

3. Разработан, исследован и создан опытный образец щеточного узла с усовершенствованной конструкцией нажимной пластины на составную щетку, что позволило улучшить качество коммутации за счет высокой виброустойчивости щетки и улучшить конструктивные и технические характеристики щеточного узла в целом.

4. Разработана компьютерная программа, позволяющая контролировать техническое состояние ЩКУ по спектрам вибрации и созданы методы, направленные на повышение ресурса щеток в процессе эксплуатации и снижения затрат.

### **5. Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки**

1. Разработан физический исследовательский комплекс, позволяющий на практике осуществлять мониторинг ЩКУ без демонтажа тягового электродвигателя постоянного тока с электроподвижного состава и разработана усовершенствованная конструкция щеточного узла, позволяющая увеличить ресурс щетки и снизить затраты на техническое обслуживание.

2. Результаты научных исследований внедрены на электротранспортных предприятиях «Сервисное локомотивное депо Юдино-Казанский» и ООО «ЛокоТех-Сервис» филиал «Западный» п. Юдино, МУП «Метроэлектротранс» Троллейбусное депо № 2 г. Казань и разработаны рекомендации по повышению ресурса щетки в эксплуатационных условиях. Получены акты внедрения проведенных исследований на электротранспортных предприятиях.

3. Полученные экспериментальные результаты позволили разработать алгоритмы для перехода к ремонту тяговых электродвигателей постоянного тока по фактическому состоянию (по требованию) взамен плановых работ по регламенту.

### **6. Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации**

Полученные в диссертации результаты могут быть использованы при организации ремонта и технического обслуживания тяговых электродвигателей постоянного тока на локомотиворемонтных предприятиях.

### **7. Замечания по работе и вопросы**

1. К рисунку 1.4 следует комментарий, "что отказы в ЩКУ нарушают коммутацию в узле и приводят к искрению щеток", однако на самом рисунке нет ни одного слова про коммутацию и искрение (стр.17).

2. Какую ценность дает запись системы дифференциальных уравнений (3.14) на стр. 70, описывающая поведение объектов-осцилляторов КЩУ, если эта система не решается в диссертации?

3. Как важный итог, следовало бы акцентировать внимание на том, как именно количественно меняется спектр вибраций в контрольных точках (и меняется ли он вообще) по мере износа щетки, (стр.79-84). И можно ли по вибрации определить такую неисправность КЩУ как отпай петушков?

4. На странице 128 из вывода № 5 непонятно, как работает "алгоритм определения остаточного ресурса щеток тяговых ЭДПТ, благодаря которому контролируется состояние коллекторных пластин и щетки по фактическому состоянию".

5. В главе 4 не раскрыта идея конструкции усовершенствованного щеточного узла с рельефной пластиной постоянного нажатия. И за счет чего поддерживается постоянное нажатие при износе щетки?

## **8. Заключение по работе**

Диссертация Филиной Ольги Алексеевны «Методы и средства повышения надежности щеточно-коллекторного узла тяговых электродвигателей постоянного тока» является научно-исследовательской работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, направленные на повышение эффективности и надежности коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей постоянного тока, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Филина О.А., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы.

Содержание диссертации отражает основные идеи работы и полученные в ней результаты, раскрывает ее научную и практическую значимость. Основные результаты представлены в 24 научных работах, из них 19 статей, входящих в перечень ВАК из них 6 статей в журналах по специальности диссертации, 11 статей в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных SCOPUS/Web Of Science, 1 патент на полезную модель, 3 патента на изобретение, 3 свидетельства о государственной регистрации Программы для ЭВМ РФ и труды в научных конференциях.

Отзыв принят по результатам обсуждения диссертации на заседании кафедры «Электропоезда и локомотивы» федерального государственного

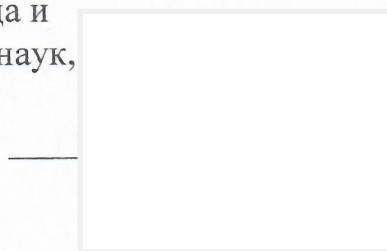
автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта», протокол № 2 от «25» октября 2023 г.

Заведующий кафедрой «Электропоезда и локомотивы», доктор технических наук, доцент



О.Е. Пудовиков

Профессор кафедры «Электропоезда и локомотивы», доктор технических наук, профессор



В.И. Киселев

Секретарь заседания кафедры «Электропоезда и локомотивы», кандидат технических наук, доцент



К.А. Неревяткин

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», РУТ (МИИТ)

Почтовый адрес: 127994, г. Москва, ГСП-4, ул. Образцова, 9, стр. 9

Тел.: +7 (495) 274-02-74 доб. 3852, 3849

E-mail: <https://rut-miit.ru/depts/58>

*Отзыв получен 13.11.2023 от Давыдова М.А.  
С отзывом ознакомлена*

*20.11.2023 от Рипкина О.А.*