

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., проф., профессора кафедры электромеханики ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» **Исмагилова Флюра Рашитовича**, на диссертационную работу **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**

1. Актуальность работы

В настоящее время одной из основных тенденций повышения эффективности тяговых электроприводов постоянного тока является повышение ресурсосбережения и надежности тяговых электродвигателей (ТЭД). Помимо улучшения стандартизированных показателей становится важно продлить остаточный ресурс ТЭД на основе совершенствования его конструктивных и технических параметров.

Щеточно-коллекторный узел один из важных элементов тяговых электродвигателей постоянного тока (ЭДПТ). Его отказ приводит к полной потере работоспособности электродвигателя. Как показывает опыт эксплуатации около 50% тяговых ЭДПТ становятся неисправными из-за отказа щеточно-коллекторного узла.

Несмотря на большое количество методов диагностики и мониторинга ЭДПТ, вопрос остается до конца нерешенным и требует разработки более надежных методов контроля технического состояния ЩКУ и своевременного принятия мер по восстановлению его работоспособности.

Одним из методов повышения надежности ЩКУ является внедрение современных высокоточных и объективных методов контроля технического состояния и диагностики, что позволит своевременно определять зарождающиеся дефекты, спрогнозировать изменение технического состояния и принять меры к предотвращению возникновения отказа.

Исходя из приведенных научных задач исследования, актуальность темы диссертационной работы Филиной О.А. сомнений не вызывает.

2. Оценка структуры содержания диссертационной работы

Диссертационная работа Филиной Ольги Алексеевны является законченным научным трудом с целостной структурой, 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.

Во введении кратко представлена область исследования, приведены сведения о ведущих ученых и предприятиях, работающих по этому направлению, поставлены цели и задачи работы, приведены сведения об апробации работы.

Первая глава работы носит обзорный характер и показывает общее состояние проблемы, определяет недостатки применяемых конструкций. Произведен анализ проблем контроля технического состояния и условий эксплуатации железнодорожного и городского подвижного состава, на котором они применяются, также проанализированы существующие директивные документы, которые не соответствуют современным требованиям эксплуатации электродвигателей, предложены основные направления повышения ресурса щеточно-коллекторного узла. В завершающей части главы подведены краткие итоги обзорной части и определены цели и задачи исследования.

Вторая глава работы содержит технические требования и условия эксплуатации тягового электродвигателя постоянного тока, особенности отказов и неисправностей наиболее нагруженных узлов, проанализирована методика существующего расчета эксплуатационной надежности, проведено исследование и расчет надежности ЭДПТ.

Третья глава работы содержит исследование щеточно-коллекторного узла тягового электродвигателя постоянного тока с применением разработанной математической модели и способа мониторинга вибрации.

Четвертая глава включает описание экспериментального исследования и конструкцию усовершенствованного щеточно-коллекторного узла с применением способа мониторинга вибрации. Применение усовершенствованной нажимной пластины позволяет увеличить остаточный ресурс ЩКУ.

Пятая глава включает расчет жизненного цикла подвижного состава с учетом оптимизации усовершенствованного щеточного узла с составной щеткой и рельефной нажимной пластиной, определена экономия от внедрения данного устройства и даны рекомендации по усовершенствованию планово-предупредительных работ (ППР), представлено технико-экономическое обоснование применения математической модели по измерению вибрации на электродвигателях постоянного тока.

Заключение резюмирует результаты проведенных научных изысканий.

3. Методы исследования

Исследования выполнены с использованием методов математической статистики, законов электротехники и электрических машин, теории электрической тяги, математического и имитационного моделирования в вычислительной среде MatLab, Simulink.

Экспериментальные исследования ЩКУ выполнены с применением способа мониторинга вибрации в реальных условиях эксплуатации на электротранспортных предприятиях, а также получены на разработанном специализированном исследовательском стенде.

4. Новыми научными результатами, полученными автором, являются:

1. На основе созданной математической модели установлены основные зависимости и определены показатели надежности, оказывающие существенное влияние на ЩКУ в процессе эксплуатации и на изменение его технических характеристик.

2. Разработан и создан метод мониторинга вибрации ЩКУ ЭДПТ и в реальных условиях получен массив данных, что позволяет оценивать

состояние основных узлов и диагностировать электродвигатель непосредственно в процессе эксплуатации и своевременно выявлять дефекты.

3. Предложено техническое решение по усовершенствованию щеточного узла и создан опытный образец нажимной пластины на составную щетку, что позволило повысить виброустойчивость щетки и улучшить качество коммутации.

4. На основе созданной компьютерной программы возможно контролировать техническое состояние ЩКУ по спектрам вибрации и предложены методы, направленные на повышение ресурса щеток в процессе эксплуатации на 30%.

5. Значимость полученных результатов

Практическая значимость:

1. Разработан и реализован специализированный исследовательский комплекс и программа, позволяющие на практике осуществлять мониторинг ЩКУ без демонтажа ЭДПТ с электроподвижного состава.

2. Усовершенствована конструкция нажимной пластины, обеспечивающая виброустойчивость щетки и предложены технические решения, позволяющие повысить ресурс щетки и снизить затраты на техническое обслуживание.

3. Результаты научных исследований получили внедрение на предприятиях электрического транспорта МУП «Метроэлектротранс» Троллейбусное депо № 2 г. Казань и Сервисное локомотивное депо Юдино-Казанский и ООО «ЛокоТех-Сервис» филиал «Западный» п. Юдино.

4. Разработаны рекомендации по повышению ресурса щетки в эксплуатационных условиях и получены акты внедрения.

Теоретическая значимость:

1. Синтезирована имитационная математическая модель тягового электродвигателя, позволяющая исследовать влияние различных стратегий и режимов эксплуатации ЭДПТ с целью увеличения срока службы без ухудшения его технических характеристик.

2. На основе обработки экспериментальных данных, полученных в условиях эксплуатации разработана компьютерная программа и даны рекомендации по повышению ресурса щетки, позволяющие увеличить срок её службы на 30% и значительно снизить эксплуатационные затраты на обслуживание.

3. Результаты проведенных теоретических и ресурсных испытаний по спектрам вибрации могут быть использованы для мониторинга и выявления неисправностей ЩКУ на ранней стадии, что позволит продлить ресурс работы щеток.

6. Реализация результатов диссертационной работы

В результате научно-исследовательской работы, направленной на установление корреляционных зависимостей модели вибродиагностики с экспериментальными данными создан исследовательский комплекс вибрационной диагностики, позволяющий оперативно определять и анализировать дефекты и состояние ЩКУ ЭДПТ непосредственно во время его работы, без отрыва от производства в режиме «on-line».

Отдельные результаты исследования диссертанта, полученные в диссертационной работе использованы на предприятиях электротранспорта МУП «Метроэлектротранс» Троллейбусное депо № 2 г. Казань и Сервисное локомотивное депо Юдино-Казанский и ООО «ЛокоТех-Сервис» филиал «Западный» п. Юдино, в виде усовершенствованного щеточного узла с рельефной нажимной пластиной, а также при разработке системы мониторинга тяговых электродвигателей (Акт внедрения из Троллейбусного депо № 2 г. Казань).

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе дисциплины «Эксплуатация и ремонт электроподвижного состава» на кафедре ЭТК ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет». Созданная имитационная модель вибродиагностики тягового привода может применяться в дисциплине «Теория и расчет механического оборудования электроподвижного состава».

7. Достоверность научных результатов, положений и выводов

Достоверность и обоснованность положений и выводов диссертационной работы подтверждается использованием теоретических положений,

опирающихся на классические труды в области теоретической электротехники, электрических машин, корректностью принятых допущений при исследованиях, согласованностью результатов математического имитационного моделирования с расчетными данными и положительными результатами физического эксперимента, положительными результатами внедрения, полученных автором решений, позволяющих повысить надежность щеточно-коллекторного узла.

Цель диссертационной работы и вытекающие из нее задачи изложены достаточно корректно, являются практически значимыми и реализуемыми. Теоретической основой диссертационной работы стали труды отечественных и зарубежных ученых в области электрических машин. По приведенным ссылкам в списке литературы можно сделать вывод о полноте изучения диссертантом рассматриваемых вопросов.

Для оценки достоверности выводов диссертационной работы автором использованы методы математической статистики, математического моделирования, физического эксперимента с достаточно значимым числом выборок технических параметров щеточного узла.

8. Публикации по теме диссертации

По теме диссертационного исследования опубликовано 24 печатных труда, среди которых 6 в изданиях, включенных в перечень ВАК, 11 статей в изданиях, индексируемых в базы данных Scopus и Web of Science, 1 патент на полезную модель, 3 патента на изобретение, 3 свидетельства о государственной регистрации Программы для ЭВМ РФ и другие работы, опубликованные в трудах научных конференций.

9. Соответствие полученных результатов поставленной цели и задачам диссертации

Полученные в диссертации результаты соответствуют заданной цели работы, все поставленные задачи были решены.

10. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

11. Замечания по диссертационной работе

1. Глава 2, на странице 36 указано, что надежность щеточно-коллекторного узла во многих случаях может быть определена как вероятность безотказной работы щеток, и на этом предложена формула оценки надежности ЩКУ. Щеточно-коллекторный узел состоит из нескольких деталей. Это утверждение требует дополнительного пояснения, которое отсутствует в тексте диссертации.

2. Глава 3, на рисунке 3.7, страница 64 приведены изменения интенсивности отказов ЩКУ. Периоды I и III, как следует из рисунка характеризуются высокими интенсивностями отказов, но не поясняется с чем это связано?

3. Глава 3, на стр. 70, в уравнении (3.14) описывается поведение объектов-осцилляторов и приводятся точечные массы узлов m_1 , m_2 , m_3 и т.д. Непонятно, каким узлам тягового электродвигателя они соответствуют?

4. Глава 3, стр. 80 описывается методика вибродиагностики тяговых электродвигателей постоянного тока. В чем состоит отличие, предложенной автором диагностической модели, например, от вибрационной модели А.В. Баркова?

5. В главе 4, на рисунке 4.21, стр. 120 представлены графики зависимости частоты вибрации основных узлов электродвигателя постоянного тока в зависимости от виброускорения? Почему был выбран именно этот параметр, а не виброскорость?

6. В главе 4, на рисунке 4.25, стр. 124 показан внешний вид программы мониторинга неисправностей щеточно-коллекторного узла, но не описан подробно принцип действия работы с ней, который требует пояснения.

Отмеченные недостатки в принципе не снижают ценности выполненных исследований.

12. Общее заключение по диссертации

Диссертационная работа Филиной Ольги Алексеевны на тему: «Методы и средства повышения надежности щеточно-коллекторного узла тяговых электродвигателей постоянного тока» соответствует специальности 2.4.2 –

«Электротехнические комплексы и системы» и указанным в ней областям исследований п.п1, 2 и 4. Работа имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение актуальной научно-технической задачи по повышению надежности и эффективности использования щеточно-коллекторного узла тяговых электродвигателей постоянного тока.

Основные выводы и заключения сформулированы достаточно полно и отражают суть полученных результатов исследования.

Считаю, что диссертационная работа О.А. Филиной по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости результатов соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г. № 842) пп. 9-14, а ее автор Филина Ольга Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 - «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор, действительный член Академии электротехнических наук РФ, профессор кафедры электромеханики ФГБОУ ВО «У

научи и технологий»

Исмагилов Флюр Рашитович

« 8 » 11 2023г.

С обработкой п согласен.

Подпись Исмагилова Ф.Р. заверяю.

Ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО УУНиТ,
канд.филол.наук, доцент

Н.В.Ефименко

Отзыв получен 22.11.2023 г. /Филина О.А./

отзыв выдан 22.11.2023 г.

22.11.2023

Филина О.А.

Адрес: 450076, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул. З.Валиди,32.

Тел.: 7 908-350-23-12;E-mail: kafedra_em2021@ugatu.su