

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Рожкина Бориса Викторовича

на тему **«Методы обеспечения тепловых режимов дроссель-трансформаторов рельсовых цепей с изолирующими стыками действующей инфраструктуры при вводе тяжеловесного движения»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.08 – Управление процессами перевозок (технические науки)

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО УрГУПС)

1 Актуальность темы диссертации

Развитие тяжеловесного движения сопровождается повышением эксплуатационной нагрузки на все элементы инфраструктурного комплекса Российских железных дорог. Увеличение массы состава требует адекватного увеличения тяговых усилий, что обуславливает соответствующее энергопотребление локомотива. Наиболее тяжелые условия работы, по тепловым режимам, наблюдаются на участках, электрифицированных на постоянном токе. В силу относительно низкого питающего напряжения - 3.3кВ, тяговый ток достигает значений до 5кА. Канализация таких значений обратного тягового тока может приводить к регулярным перегревам дроссель-трансформаторов, что ведет к их ускоренному износу и снижению показателей надежности, а, следовательно, и увеличивает количество отказов рельсовой цепи. Ложная занятость рельсовой цепи приводит к снижению технической скорости поезда и снижению пропускной и провозной способности железнодорожной линии. Проведенный автором анализ нормативных документов и способа учета тепловых режимов работы дроссель-трансформатора показал наличие косвенных методов, не позволяющих оценить температуру масла дроссель-трансформатора и спрогнозировать надежность работы рельсовой цепи при расчете наличной пропускной способности.

Таким образом, имеющиеся в наличии методы расчета оставляют неопределенность в оценке уровня надежности функционирования инфраструктурного комплекса железных дорог в условиях регулярного обращения тяжеловесных поездов, что ведет к непрогнозируемым потерям в поездной работе.

Решение проблемы снижения пропускной способности участка из-за отказов рельсовых цепей, обусловленных более тяжелыми условиями работы при тяжеловесном движении, должно осуществляться в направлении совершенствования расчетных методов. При этом необходимо не только определить тепловые режимы работы дроссель-трансформаторов, а также оценить устойчивость работы рельсовой

цепи к асимметрии обратного тягового тока при текущем уровне содержания рельсовой линии.

С учетом вышеизложенного считаю, что тема диссертации Рожкина Б.В. «Методы обеспечения тепловых режимов дроссель-трансформаторов рельсовых цепей с изолирующими стыками действующей инфраструктуры при вводе тяжеловесного движения» актуальна.

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

Основные научные положения, сформулированные в диссертации и выносимые на защиту, представляют собой комплекс новых, технических и технологических решений по совершенствованию методов подготовки и эксплуатации рельсовых цепей с изолирующими стыками на участках с тяжеловесным движением.

Отсутствие в расчете наличной пропускной способности учета фактических температур элементов обратной тяговой сети не позволяет в полной мере оценить возможность реализации прогнозного графика движения поездов.

Предлагаемый в диссертации метод позволяет определить значения минимально возможного межпоездного интервала по условиям обеспечения нормативных режимов работы всех дроссель-трансформаторов рельсовых цепей участка, а также - численно оценить готовность рельсовых цепей по асимметрии обратного тягового тока при реализации прогнозного графика движения поездов.

Теоретические положения, а также сформулированные автором диссертации выводы и рекомендации, получены на основе использования известных достижений фундаментальных и прикладных научных дисциплин в области теплообмена, статистического анализа, дифференциального исчисления, теории надежности рельсовых цепей, методов математического моделирования, экспериментального исследования элементов систем железнодорожной автоматики.

Сформулированные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации обоснованы, так как базируются на результатах исследований, прошедших апробацию на 6 научно-практических конференциях и получивших положительные отзывы специалистов. По результатам исследований опубликованы 9 печатных работ, 6 из которых в периодических изданиях, входящих в перечень ВАК РФ.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается хорошим совпадением результатов расчета токораспределения в неоднородной рельсовой линии и средней температуры масла дроссель-трансформатора с данными измерений, проведенных на действующем участке железной дороги.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных автором в диссертационной работе, подтверждена

внедрением разработанных алгоритмов расчета эксплуатационной готовности рельсовой цепи в систему технической диагностики на базе микро-ЭВМ и программируемых контроллеров, а также экспертным заключением на методику определения высоконагруженных дроссель-трансформаторов участка, апробированную на Свердловской железной дороге.

3 Новизна и достоверность полученных результатов

К наиболее важным результатам, обладающим новизной и достоверностью, в работе Рожкина Б.В. следует отнести следующее:

- установлено, что существующие методы определения наличной пропускной способности не учитывают в полном объеме тепловые режимы работы дроссель-трансформаторов, что приводит к отказам рельсовых цепей, снижению технической скорости и эффективности перевозочного процесса;
- разработаны оригинальные математические модели, позволяющие определить средние значения температуры масла дроссель-трансформатора, в зависимости от фактических условий канализации обратного тягового тока и охлаждения;
- предложен метод определения эксплуатационной надежности дроссель-трансформатора рельсовой цепи с учетом температуры его масла и значений обратного тягового тока;
- разработан алгоритм расчета коэффициента готовности рельсовой цепи по асимметрии обратного тягового тока, с учетом текущего содержания рельсовой линии и ожидаемых значений обратного тягового тока;
- предложен метод минимизации ошибки измерения тока асимметрии, обусловленной не идентичностью метрологических характеристик каналов измерения обратного тягового тока методом двух вольтметров.

Полученные научные результаты и выводы диссертации автором глубоко обоснованы, их достоверность подтверждена корректным использованием известного математического аппарата, приемлемостью допущений, совпадением результатов теоретических исследований и практических данных, полученных при экспериментальных исследованиях, проводимых на участках Свердловской железной дороге (филиале ОАО «РЖД»), с регулярным обращением поездов повышенной массы и длины.

4 Теоретическая и практическая ценность полученных результатов

Разработанные автором методы расчета: токораспределения в неоднородной рельсовой линии многопутных перегонов, средней температуры масла дроссель-трансформаторов и параметров эксплуатационной надежности рельсовой цепи - создали методологическую базу для дальнейшего совершенствования нормативной базы в разделе расчета пропускной способности участков.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы и полученных автором результатов подтверждается следующим:

1. Показано, что применение модели токораспределения в неоднородной рельсовой линии позволяет исследовать работу ее с различными внесенными неисправностями;

2. Доказано, что модель теплового расчета дроссель-трансформатора позволяет определять средние температуры перегрева трансформаторного масла при известных тепловых потерях с допустимой погрешностью;

3. Предложен метод обоснования минимального интервала следования поездов, при котором выполняются нормативные режимы работы дроссель-трансформаторов, а характеристики надежности рельсовой цепи сохраняются на требуемом уровне.

Практическая значимость диссертационной работы обоснована разработкой и реализацией алгоритмов, направленных на расширение функционального наполнения системы технической диагностики рельсовых цепей, путем контроля фактических режимов работы рельсовой линии, на основе предложенных и обоснованных в работе алгоритмов.

Практическая ценность работы подтверждается внедрением и апробацией метода определения высоконагруженных дроссель-трансформаторов участка на Свердловской железной дороге (филиале ОАО «РЖД»).

Описанные в работе научные и практические результаты позволяют повысить эффективность перевозочного процесса, сократив количество отказов рельсовых цепей на участках с тяжеловесным движением, за счет более точного определения режимов их работы и сокращения числа отказов.

5 Общая оценка содержания диссертации

Диссертация включает: введение, четыре главы и заключение. В списке литературы указаны 124 источника. Объем и структура представленной работы соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Во введении соискателем раскрыты: актуальность темы диссертации, степень разработанности темы исследований, цель и задачи, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, приведены положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов исследования.

В первом разделе рассмотрены особенности работы рельсовых цепей на электрифицированных участках железных дорог. Показано, что дроссель-трансформатор является неотъемлемой частью систем интервального регулирования и обеспечения безопасности движения поездов. На участках железных дорог, электрифицированных по системе постоянного тока, при движении поездов повышенной массы высокие значения обратного тягового тока создают перегрев

масла в дроссель-трансформаторе, что приводит к изменению геометрических размеров токовой обмотки и кратковременному появлению межвиткового короткого замыкания и, как следствие, к ложной занятости рельсовой цепи и задержкам поездов. Показано, что дроссель-трансформатор, с тепловой точки зрения, неоднородное тело. Обоснована необходимость синтеза модели расчета тепловых режимов работы дроссель-трансформатора, исследующей процессы теплопередачи в дроссель-трансформаторе.

Рассмотрен вопрос влияния асимметрии тягового тока на фиксацию ложной занятости рельсовой цепи в условиях обращения тяжеловесных поездов. Подтверждена необходимость мониторинга состояний элементов обратной тяговой сети. Проведён анализ способов контроля асимметрии обратного тягового тока. Показано, что автоматизированный контроль асимметрии тягового тока не предусмотрен нормативной документацией, в современных системах мониторинга отсутствуют технические средства контроля асимметрии обратного тягового тока. Предложено расширить функции систем мониторинга рельсовых цепей путём введения контроля состояния рельсовой линии, для чего требуется разработка диагностических параметров, отражающих её фактическое состояние.

Выполнен анализ методов исследования растекания обратного тягового тока в рельсовой линии на основе математических моделей с сосредоточенными и распределёнными параметрами и использования программных продуктов анализа систем тягового электроснабжения: «Кортес», «Энерго» и др. Обосновано использование системы конечно-элементного моделирования, которая учитывает изменение первичных параметров линии, как функцию координаты.

Сформулированы задачи исследования. Цель работы показана во введении.

Во втором разделе разработана модель расчёта токораспределения в неоднородной рельсовой линии многопутных перегонов. Модель построена в программе моделирования мультифизических процессов COMSOL Multyphysics. Верификация предложенной имитационной модели токораспределения показала среднюю ошибку моделирования, равную 11%.

Разработана модель теплового расчёта дроссель-трансформатора при нестационарном теплообмене. Проведено исследование неоднородности температурного поля в вертикальном сечении обмотки, которая составила 2°C . Исследования на разработанной модели теплового баланса дроссель-трансформатора показали, что использование в расчёте действующего значения тока, протекающего через дроссель-трансформатор, занижает температуру масла примерно в 2 раза, по сравнению с мгновенным током. Верификация модели теплового баланса дроссель-трансформатора показала, что предлагаемая модель завысила расчётную температуру, относительно фактической, на 2°C , что составляет 2,7 % от допустимой температуры перегрева масла над окружающей средой, равной 75°C .

В третьем разделе показано, что развитие методов эксплуатации устройств железнодорожной автоматики и телемеханики идёт по пути создания систем

диагностики и мониторинга. В работе сформулирована совокупность диагностических параметров для контроля состояния рельсовой линии, исходя из устойчивости работы рельсовой цепи. Разработана регрессионная модель определения интенсивности отказов дроссель-трансформаторов, с учётом токовой и тепловой нагрузки. С использованием теории риск-менеджмента предложен алгоритм численной оценки достаточности текущей симметрии рельсовой линии для исключения отказов рельсовой цепи по причине насыщения сердечника дроссель-трансформатора. Данный алгоритм лёг в основу метода расчёта предложенного диагностического параметра «коэффициент готовности рельсовой цепи по асимметрии обратного тягового тока».

Четвертый раздел посвящен апробации предложенной методики определения минимально допустимого межпоездного интервала по нормативному графику движения поездов, совершенствованию системы мониторинга на базе микро-ЭВМ и программируемых контроллеров и анализу результатов ее экспериментального испытания. Подтверждена возможность измерения значения обратного тягового тока и его асимметрии методом двух вольтметров в режиме реального времени, расчета диагностических параметров рельсовой цепи и передачи полученных данных в дорожные центры мониторинга и диагностики.

В заключении обобщены результаты диссертационной работы по решению задач, сформулированных в диссертации.

Содержание разделов в диссертационной работе позволяет сделать вывод о соответствии темы диссертации научной специальности 05.22.08 – Управление процессами перевозок (технические науки).

6 Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертационной работы, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Несмотря на общую положительную оценку работы Рожкина Б.В., по диссертации имеются следующие замечания:

Во введении: на странице 7, при постановке задач исследования, в пункте 2) ставится задача *«Усовершенствовать методику расчёта токораспределения в неоднородной рельсовой линии многопутных перегонов»*. В выводах первого раздела на странице 33 в пункте 1) ставится задача *«Усовершенствовать метод расчёта распределения обратного тягового тока в неоднородной рельсовой линии многопутных перегонов»*.

На странице 7 при постановке задач исследования в пункте 3) ставится задача *«Усовершенствовать методику теплового расчёта дроссель-трансформатора»*. В выводах первого раздела на странице 33 в пункте 2) ставится задача *«Усовершенствовать метод теплового расчёта дроссель-трансформатора, путём ...»*. В разделах 2.1 и 2.2 диссертации разрабатываются модели токораспределения и теплового расчёта, а не методики и методы.

В первом разделе: Необходимо в конце первого раздела перед задачами указывать цель работы. Только в совокупности с целью можно оценить полноту задач.

В четвертом разделе: На странице 101, 4-ый абзац. «Средняя ошибка моделирования токораспределения в неоднородной рельсовой линии многопутного перегонов составила порядка 11%». На странице 9, последний абзац. «Расхождение результатов экспериментальных данных и теоретических расчётов мгновенных значений обратного тягового тока не превышает 20%». Требуется пояснения формула, по которой определялась величина ошибки моделирования токораспределения.

На странице 108, 2-ой абзац. Предлагается для определения коэффициента готовности дроссель-трансформатора по асимметрии обратного тока в матрице вероятностей попадания обратного тягового тока дроссель-трансформатора в интервалы (таблица 4.3) необходимо просуммировать значения в ячейках зелёного и красного цвета, соответствующие наличию незначительного или допустимого риска отказа рельсовой цепи. Однако допустимому риску в таблице 4.3 соответствует жёлтый цвет.

Выводы по 4-ому разделу не имеют внутреннюю нумерацию. Содержание «...система мониторинга СТД-МПК является совместной разработкой ПГУПС и УрГУПС. В состав данной системы входит контроллер мониторинга сигнальной точки, ...» не является научным результатом диссертации.

В целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области обеспечения устойчивой работы рельсовых цепей с дроссель-трансформаторами на участках с электрической тягой постоянного тока и обращением тяжеловесных поездов.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общую положительную оценку диссертационной работы Рожкина Б.В., ее научной новизны, значимости и достоверности полученных результатов. Работа представляет собой новое научно-техническое решение актуальной задачи и имеет существенное значение для железнодорожного транспорта.

7 Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат по структуре и правилам оформления соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». М.: Стандартинформ, 2012. Оформление списка использованных источников в виде библиографических ссылок соответствует п. 5.6 ГОСТ Р 7.0.11-2011. Оформление библиографического списка в автореферате соответствует п. 9.3 ГОСТ Р 7.0.11-2011 и ГОСТ Р 7.1-2003. Материал диссертационной работы изложен ясно и логично, основные выводы и положения по

каждой главе и работе в целом, аргументированы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и отражает основные положения, выносимые на защиту.

**8 Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным
«Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным
постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842**

Диссертационная работа Рожкина Б.В. на тему «Методы обеспечения тепловых режимов дроссель-трансформаторов рельсовых цепей с изолирующими стыками действующей инфраструктуры при вводе тяжеловесного движения» соответствует критериям, установленным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 23.09.2013 года:

– п. 9 – диссертация Рожкина Б.В. на соискание ученой степени кандидата наук является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. В диссертации изложены новые, научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития железнодорожного транспорта, и, как следствие, для экономики Российской Федерации;

– п. 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством. Работа содержит новые научно обоснованные результаты и предложения, которые рекомендованы для применения на сети российских железных дорог, а материалы, представленные в научных статьях и на конференциях, свидетельствуют о личном вкладе автора в науку;

– 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 диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук и на соискание ученой степени доктора наук.

– п. 13 – автором опубликовано 9 работ, в том числе 6 - в научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ. В диссертации Рожкина Бориса Викторовича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Материалы диссертации в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени;

– п. 14 – в своей диссертации Рожкин Б.В. надлежащим образом ссылается на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов других авторов, а также - на научные работы, выполненные автором самостоятельно или в соавторстве.

Представленная диссертация Рожкина Бориса Викторовича «Методы обеспечения тепловых режимов дроссель-трансформаторов рельсовых цепей с изолирующими стыками действующей инфраструктуры при вводе тяжеловесного движения» соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Рожкин Борис Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.08 – Управление процессами перевозок (технические науки).

Официальный оппонент Манаков Александр Демьянович, гражданин РФ, доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник Центра компьютерных железнодорожных технологий, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I».

«22» ноября 2019 _____ Манаков Александр Демьянович

Манаков Александр Демьянович

Доктор технических наук по специальности 05.22.08 – «Управление процессами перевозок», доцент.

Почтовый адрес: 190031 г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 9

Электронная почта:

Контактный телефон:

Подпись заверяю: