

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, доцента Гринкруг Мирона Соломоновича на диссертацию Трофимович Полины Николаевны «Повышение эффективности системы тягового электроснабжения переменного тока напряжением 25 кВ на основе встречного интервального регулирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Представленная Трофимович П.Н. диссертационная работа направлена на решение сложной, стратегически важной задачи развития железных дорог России в области повышения эффективности работы системы тягового электроснабжения переменного тока напряжением 25 кВ.

Актуальность темы диссертации. Перспективы повышения весовых норм и увеличения скорости движения поездов требуют совершенствования работы системы тягового электроснабжения, при этом ключевым вопросом является рост энергоэффективности перевозочного процесса. Полное и надёжное энергетическое обеспечение перевозочного процесса с минимальными потерями электрической энергии является одним из приоритетных направлений Стратегических программ развития ОАО РЖД.

Таким образом, тема диссертации «Повышение эффективности системы тягового электроснабжения переменного тока напряжением 25 кВ на основе встречного интервального регулирования» является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается полученными результатами анализа экспериментальных исследований на действующих тяговых и подпитывающих подстанциях системы тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ. Результаты обоснованы корректным применением в работе классических положений теории электрифицированных железных дорог, основ электротехники, теории вероятности и математической статистики.

Достоверность и новизна полученных результатов. Достоверность основных научных положений и выводов диссертационной работы подтверждается постановкой актуальных задач исследования действующей системы тягового электроснабжения, корректностью использования классических методов научного анализа, применением стандартных методик расчета системы тягового электроснабжения, измерением результатов функционирования реальной тяговой подстанции на Дальневосточной железной дороге сертифицированными устройствами измерения.

В качестве научной новизны полученных результатов в диссертации следует отметить:

1. Разработку методики определения прогнозных интервалов времени для встречного интервального управления интегральных показателей работы СТЭ в

целях повышения напряжения в тяговой сети и одновременного снижения потерь электрической энергии.

2. Совершенствование модели расчета потерь электрической энергии в тяговых трансформаторах, которая обеспечивает повышение точности оценки эффективности их работы.

3. Разработку нового способа защиты тягового трансформатора от внутренних повреждений, позволяющего повысить работоспособность СТЭ.

Новизна технических решений, представленных в диссертации, подтверждена полученными патентами на изобретения: пат. 2694889 «Тяговая подстанция переменного тока», пат. 2706634 «Устройство тяговой сети переменного тока», пат. 2710023 «Способ защиты силового трансформатора тяговых подстанций переменного тока от внутренних повреждений».

Практическая ценность результатов. Полученная в результате исследования методика определения прогнозных интервалов времени позволяет выполнять выбор схем питания тяговых нагрузок в соответствии с требованиями выполнения графика движения поездов при условии минимальных потерь электрической энергии и рационально применять нормативный ресурс коммутационных аппаратов.

Соответствующие результаты диссертационной работы внедрены в производство и учебный процесс для практического применения, что подтверждается полученными актами о внедрении.

Апробация работы и публикации полученных результатов исследования. Основные положения исследования докладывались, обсуждались и одобрены на региональных и всероссийских конференциях, а также на научно-технических семинарах кафедр «Электротехника, электроника и электромеханика» и «Системы электроснабжения» Электроэнергетического института ДВГУПС.

Анализ выполненной диссертационной работы. Общий объем диссертации составляет 110 страниц и состоит из введения, четырёх глав, включающих 30 иллюстраций и 17 таблиц, заключения и списка литературы на 73 наименования, а также двух приложений.

Во **введении** отражена актуальность работы, определены цель и задачи исследования, научная новизна, практическая значимость, выдвинуты положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит анализ существующих технологий обеспечения выполнения графика движения поездов. На примере системы тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ выполнена оценка применения устройств регулирования напряжения и снижения потерь электрической энергии.

Вторая глава содержит теоретическое обоснование методики определения прогнозных интервалов времени схем питания тяговых нагрузок. Встречное интервальное управление интегральных показателей работы системы тягового электроснабжения предложено применять в организации движения поез-

дов. Встречное интервальное регулирование показателей работы системы тягового электроснабжения позволяет выполнять график движения поездов при нормируемом уровне напряжения в тяговой сети и минимизировать потери электрической энергии.

Третья глава отражает решение задачи исследования в области снижения потерь электрической энергии посредством выбора числа находящихся в работе тяговых трансформаторов, применении устройств продольной компенсации, а также схемного решения перехода к петлевым схемам питания тяговой сети применением постов секционирования, выполненных по схеме четырёхугольника.

Четвертая глава включает результаты анализа показателей работы системы тягового электроснабжения на Дальневосточной железной дороге и предложения направленные на повышение эффективности. Теоретически определено: 70 % межподстанционных зон, на которых применение петлевой схемы питания тяговой сети снижает потери электрической энергии. Представлены контрольные замеры значений напряжения, расхода электрической энергии, активной и реактивной мощности на подпитывающих подстанциях, подтверждающие основные выводы целесообразности перехода на петлевую схему питания тяговых нагрузок.

Задачи исследования, представленные в работе, в полной мере отражены в соответствующих главах диссертации. Диссертация написана технически грамотным языком, имеет логичную и связную структуру, является завершённой научно-квалификационной работой.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности.

Диссертация соответствует специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

В диссертации обоснована целесообразность применения в области эксплуатации системы тягового электроснабжения железных дорог переменного тока нового поста секционирования, выполненного по схеме четырёхугольника с нейтральной вставкой в целях организации петлевых и узловых схем питания. В работе предложен новый способ защиты тяговых трансформаторов от внутренних повреждений, основанный на балансе мощностей и учитывающий несимметричные напряжения и токи обмоток.

Выполнена разработка алгоритмов выбора схем питания тяговых нагрузок, которые обеспечивают выполнение графика движения поездов, снижение нагрузки в тяговой сети и трансформаторах и дополнительных потерь электрической энергии.

Разработаны методики определения прогнозных интервалов времени в целях выполнения встречного интервального управления показателями работы системы тягового электроснабжения и определения рационального числа работы тяговых трансформаторов.

Соответствие автореферата диссертации ее содержанию.

Рукопись автореферата достаточно полно отражает содержание диссертации и представлена в виде краткого описания ее глав, основных результатов исследований, экономической эффективности полученных результатов и выводов. Рукопись автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011 и «Положения о присуждении ученых степеней».

Замечания по диссертации

1. В работе не понятно назначение коэффициента эффективности формирования интервалов?

2. Содержание диссертации не раскрывает наименование исходных данных, для которых применение интервалов времени обеспечит встречное интервальное управление интегральных показателей в системе тягового электропитания?

3. Применение третьей формы для нормальных схем (стр. 25 диссертации, стр. 8 автореферата) представляется не совсем целесообразным. Эта форма является ограничением числа суточных переключений коммутационных аппаратов. Может случиться, что на протяжении длительного времени число суточных переключений будет не велико, а затем оно резко возрастет и превзойдет суточный лимит. При общем достаточном ресурсе коммутационных аппаратов возникнут не обоснованные ограничения. Целесообразнее было бы учитывать общее накопленное, а не суточное количество переключений в алгоритме.

4. При формировании интервалов (стр. 47 диссертации, стр. 9 автореферата) введена величина a_k - значение рассматриваемой мгновенной схемы. Однако в тексте нет пояснения, что это за величина, каков ее физический смысл.

5. В диссертации показаны потери электрической энергии от уравнивающих токов в системе тягового электропитания, однако, нет оценки влияния уравнивающих токов на показатели работы системы внешнего электропитания.

6. При расчете потерь мощности в схемах питания для определения сопротивления обмоток с учетом температуры (стр. 72 диссертации формула 3.28, стр. 16 автореферата формула 30) указана, что $\Delta R_{обм 20}$ в одном случае:

- это коэффициент трансформации (автореферат);
- в другом добавочное приращение сопротивления обмотки (диссертация).

Считаю, что в автореферате неточность.

Указанные замечания не снижают научно-практическую значимость полученных в диссертации результатов.

Заключение

Диссертация Трофимович Полины Николаевны отвечает требованиям Положения о присуждении учёных степеней по соответствующим пунктам.

Пункт 9 – диссертация Трофимович П.Н. на соискание учёной степени кандидата технических наук является логически завершенной самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие развитие железнодорожного транспорта страны.

Пункт 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку, а также имеет прикладной характер.

Полученные результаты и технические решения аргументированы и переданы для использования при повышении эффективности работы тяговых подстанций системы электроснабжения железных дорог переменного тока.

Пункты 11-13 – основные выводы и предложения по рассмотренным в диссертации вопросам нашли отражение в 11 печатных работах, в том числе в пяти статьях, четыре из которых опубликованы в журналах перечня ВАК Российской Федерации, одна – в журнале, входящем в международную систему цитирования Scopus, трёх патентах на изобретение и трёх прочих публикациях.

Пункт 14 – использованные результаты научных работ, полученные Трофимович П.Н. лично или в соавторстве, отражены в тексте диссертации, на материалы других авторов, отраженных в диссертации, имеются ссылки на источник заимствования.

Автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Общая физика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

М.С. Гринкруг

«25» марта 2020 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Почтовый адрес: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре,
пр. Ленина, 27

Телефон +7(4217)53-2304, 53-61-50

Электронная почта: office@knastu.ru

Сайт: <http://www.knastu.ru>

Подпись доцента Гринкруг М.С. заверяю



вс