

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора
Германа Леонида Абрамовича на диссертацию Ковалева Владимира
Александровича «Повышение эффективности взаимодействия систем внешнего
и тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ», представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.9.3 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»

Представленная к защите диссертационная работа посвящена решению актуальной для Российских железных дорог задачи повышения эффективности взаимодействия систем внешнего и тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ в целях обеспечения перевозочного процесса с минимальными потерями напряжения, мощности и электроэнергии.

Заслуга диссертанта в том, что он один из первых признал ошибочность существующей методики расчета системы внешнего электроснабжения (СВЭ) и предложил уточнение расчета параметров СВЭ.

Основными вопросами, рассмотренными в диссертационной работе, являются:

- анализ взаимодействия систем внешнего и тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ на примере ДВЖД в целях снижения потерь напряжения, мощности и электроэнергии от токов тяговых нагрузок;
- определение и устранение «узких мест» обеспечения при перспективных условиях перевозочного процесса в системе тягового электроснабжения ДВЖД, определенных стратегическими программами развития железной дороги России;
- совершенствование методики расчета токов плеч питания тяговых подстанций в целях повышения точности расчета показателей взаимодействия систем внешнего и тягового электроснабжения;
- разработка алгоритма расчета рационального количества интервалов времени, в расчетном периоде для выбора рациональных схем питания прогнозных тяговых нагрузок расчетного периода, в целях снижения дисперсии расчета интегральных показателей;
- разработка новых схем присоединения тяговых подстанций участка ДВЖД Ласточка – Сибирцево к тяговой сети и ЛЭП;
- оценка технико-экономической эффективности разработанных мероприятий.

Актуальность избранной темы

Актуальность работы заключается в решении отдельных задач, сформулированных в стратегических программах развития железной дороги России.

Повышение перспективной деятельности железнодорожного транспорта на ближайший период предусматривает повышение весовых норм, скорости движения и снижение интервалов попутного следования поездов на железной дороге при перевозке грузов и пассажиров. Стратегические программы развития железной дороги предусматривают полное и надежное энергообеспечение перевозочного процесса и снижение расходов на выполнение перевозочного процесса за счет снижения потерь электрической энергии в системе тягового электроснабжения и продление срока службы дорогостоящего оборудования.

Такая системная задача может быть решена путем внедрения новых подходов в анализе взаимодействия систем тягового и внешнего электроснабжения и научно обоснованных технологий управления показателями работы системы тягового электроснабжения.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Степень обоснованности научных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается корректным применением теоретических основ электротехники, теории электроснабжения электрифицированных железных дорог, электроэнергетических систем, математического и информационного моделирования на ЭВМ, математической статистики.

Достоверность полученных результатов

Теоритическое содержание диссертационной работы базируется на общепринятых положениях электротехники, методах анализа показателей работы систем тягового и внешнего электроснабжения, применяемых в научных исследованиях, проектировании и эксплуатации и согласовано с публикациями в открытой печати результатов теоретических и экспериментальных результатов исследований.

При выполнении диссертационной работы автором использованы действительная схема электроэнергетической системы, питающей систему тягового электроснабжения ДВЖД, а также существующие схемы присоединения тяговых подстанций. Выводы и результаты, полученные при выполнении работы, апробированы на конференциях и опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Новизна научных результатов, полученных соискателем

Научная новизна полученных результатов обоснована разработанными моделями, алгоритмами и программами.

В диссертации разработана уточненная методика расчета распределения токов ЭПС по плечам питания тяговых подстанций. Повышение точности расчета токов плеч обеспечено учетом действительных входных и взаимных сопротивлений узлов присоединения тяговых подстанций кЛЭП системы внешнего электроснабжения в интервалах времени расчетного периода (сутки). Расчет входных и взаимных сопротивлений на основе актуальной интервалу времени топологии и сопротивлений системы внешнего электроснабжения. Действительная топология схемы замещения определяется в системе тягового электроснабжения на основе сообщений отключения коммутационных аппаратов в интервалах времени из системы внешнего электроснабжения.

Введено новое понятие «временные входные и взаимные сопротивления», разработан алгоритм определения временных входных и взаимных сопротивлений. Раскрыты особенности определения временных входных и взаимных сопротивлений, обеспечивающие учет количества ЛЭП и трансформаторов подстанций в работе на основе временных положений коммутационных аппаратов и ступеней устройств регулирования напряжения.

Повышение точности, расчета интегральных показателей взаимодействия систем тягового и внешнего электроснабжения выполнено, снижением дисперсии на основе нормализации числа интервалов времени в расчетном периоде. Предложены критерии нормализации количества интервалов времени, разработан алгоритм расчета числа интервалов с учетом расхода ресурса коммутационных аппаратов и устройств регулирования напряжения.

Результаты работы защищены свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022662832 «Расчет интервалов детерминированных значений мгновенных схем расчетного периода».

Практическая значимость диссертационной работы

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики определяются тем, что разработаны и переданы для внедрения в производство новые схемы присоединения тяговых подстанций ДВЖД кЛЭП и тяговой сети. Применение новых схем присоединения подстанций приводит к снижению годового энергопотребления на участке Ласточка – Сибирцево посредством снижения потерь электроэнергии в системе внешнего электроснабжения, в силовых трансформаторах подстанций, дополнительных потерь электроэнергии, вызванных протеканием уравнительных токов. Переход к новым схемам присоединения 4 тяговых

подстанциях ДВЖД продлевает срок службы силовых трансформаторов по сравнению с действующей схемой.

Представлены методические рекомендации повышения точности определения входных и взаимных сопротивлений узлов присоединения тяговых подстанций к ЛЭП, что обеспечивает повышение достоверности анализа мгновенных и интегральных показателей взаимодействия систем внешнего и тягового электроснабжения.

Определены критерии и алгоритм расчета количества интервалов времени схем питания тяговых нагрузок, позволяющий обеспечить рациональное использование ресурса коммутационных аппаратов и устройств регулирования напряжения в расчетном периоде при условии выполнения графика движения поездов с минимальными потерями электроэнергии.

Апробация работы и публикации с результатами, полученными в диссертации

Диссертация имеет достаточную степень апробации. Основные научные результаты и выводы работы заслушаны и одобрены на заседаниях кафедры «Системы электроснабжения» и «Электротехника, электроника и электромеханика» ДВГУПС и получили одобрение на международных, всероссийских и региональных конференциях и конкурсах.

Основные выводы и предложения по рассматриваемым в диссертации вопросам нашли отражение в 12 печатных работах, из которых: 1 опубликована в журнале, входящем в международную систему цитирования Scopus, 2 статьи опубликованы в журналах, определенных перечнем ВАК РФ по направлению научной специальности, 9 прочих публикаций. Автором получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Объем и содержание диссертационной работы

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав с выводами, заключения, библиографического списка и одного приложения. Диссертация содержит 138 страниц текста, включая 39 рисунков и 19 таблиц.

Анализ выполненной диссертационной работы

Во **введении** обоснована актуальность, приведены цель и задачи, научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы, выдвинута гипотеза и сформулированы задачи для ее доказательства и положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен обзор программ стратегического развития железной дороги, определены приоритетные направления совершенствования системы тягового электроснабжения при взаимодействии с системой внешнего электроснабжения.

Рассмотрены и приведены результаты анализа современных технологий при применении устройств регулирования напряжения в целях обеспечения нормативного уровня напряжения на токоприемниках поездов, снижения потерь электроэнергии, определены их достоинства и недостатки.

Обоснована целесообразность учета действительной топологии и сопротивлений ветвей электрических сетей системы внешнего электроснабжения при выборе схем питания тяговых нагрузок в интервалах времени расчетного периода для прогнозного графика движения поездов.

Определено, что существующий алгоритм определения количества интервалов времени, выбора схем питания тяговых нагрузок, может не учитывать ограничения по дисперсии и расходу ресурса устройств регулирования напряжения и коммутационных аппаратов.

Установлено, что функционирование «подпитывающих» подстанций создает высокоую несимметрию токов, потерь напряжения и электроэнергии в электрических сетях системы внешнего электроснабжения и силовых трансформаторах тяговых подстанций. Для силовых трансформаторов «подпитывающих» подстанций доказана повышенная интенсивность износа изоляции обмотки, питающей тяговые нагрузки, по отношению к двум другим. Это нецелесообразно с точки зрения технико-экономической эффективности эксплуатации трансформаторов.

Во второй главе изложена методология определения временных входных и взаимных сопротивлений, определены факторы, влияющие на значения входных и взаимных сопротивлений в интервалах времени, предложен алгоритм расчета временных входных и взаимных сопротивлений узлов присоединения тяговых подстанций к ЛЭП.

Представлена уточненная математическая модель расчета токов плеч тяговых подстанций с учетом актуального состояния схем систем внешнего и тягового электроснабжения, которая предусматривает учет действительной топологии схемы замещения системы внешнего электроснабжения, временными входными сопротивлениями.

Предложен алгоритм расчета рационального количества интервалов времени, выбора схем питания прогнозных тяговых нагрузок. Предложены критерии определения интервалов времени, которые обеспечивают минимальную дисперсию при определении интегральных показателей. Доказана целесообразность применения разработанного алгоритма при выборе схем питания тяговых нагрузок с учетом рационального расхода ресурса аппаратов и устройств регулирования напряжения.

В третьей главе предложены новые схемы присоединения тяговых подстанций участка ДВЖД Ласточка – Сибирцево. Разработан и представлен блок-схемой алгоритм нормализации схем присоединения тяговых подстанций в системе тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ. Применении новых схем присоединения предусматривают модернизацию распределительных устройств подстанций и контактной сети, представлены схемы распределительных устройств и нейтральных вставок.

В четвертой главе изложены результаты оценки повышения технико-экономической эффективности применения новых схем присоединения тяговых подстанций участка ДВЖД Ласточка – Сибирцево.

Путем сравнительного анализа обосновано, что применение новых схем присоединения тяговых подстанций Ласточка, Дальнереченск, Шмаковка и Спасск-Дальний снижает потери напряжения, мощности и электрической энергии в системах внешнего и тягового электроснабжения. Доказано продление срока службы силовых трансформаторов 4 тяговых подстанций.

Для участка ДВЖД Ласточка – Сибирцево установлено, что применение новых схем присоединения 4 тяговых подстанций способствует снижению экономического ущерба от потерь электроэнергии в силовых трансформаторах тяговых подстанций, электрических сетях системы внешнего электроснабжения и дополнительных потерь электроэнергии от уравнительных токов. Расчетный срок окупаемости реконструкции участка составляет 5 лет, что является приемлемым при реконструкции и модернизации систем тягового электроснабжения.

В заключении сформулированы полученные результаты и выводы по диссертационной работе.

В приложении представлена копия акта передаче в производство на Ружинской дистанции электроснабжения (ЭЧ-6) ДВЖД разработанных автором новых схем присоединения тяговых подстанций к ЛЭП и тяговой сети.

Сформулированная гипотеза доказана и поставленная автором цель достигнута. Диссертация выполнена на высоком научно-исследовательском уровне, написана технически грамотным языком, имеет логичную и связанную структуру. Изложенные материалы сопровождаются достаточным количеством иллюстраций. Обзор литературы, проведенный в диссертационной работе, достаточно подробный и качественный. Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и включает краткое описание основных материалов диссертации, результаты исследования и выводы по работе.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат соответствуют ГОСТ Р 7.0.11-2011, имеют регламентированную структуру и правильно оформленный список литературы.

Замечания по диссертации

1. Вызывает сомнения декларированная по пункту 2 (стр. 7) научная новизна диссертационной работы. Применение точных данных по схемам энергосистемы, действительно повышает достоверность расчета входных и взаимных сопротивлений. Остается неясным, в чем здесь новизна?

2. Предложенная автором формула расчета коэффициента токораспределения (2.8) на стр. 51, (в автореферате – формула (8), стр. 10) соответствует теоретическим выкладкам, представленным в классической литературе по электроснабжению железных дорог. В этой связи неясно, чем обоснована научная новизна, заявленная по пункту 1 (стр. 7)?

3. На стр. 47-52 рассмотрен пример расчета токов плеч тяговых подстанций при одной тяговой нагрузке на межподстанционной зоне, что является исключительным случаем при существующих размерах движения.

4. Непонятно, как учитывать прогнозные графики нагрузок системы внешнего электроснабжения и районных потребителей тяговых подстанций при выборе схем питания тяговых нагрузок?

5. Из содержания параграфа 2.3 не ясно, каким образом автор предусматривает токи ЭПС с учетом технологических окон и нарушении нормативного графика движения поездов?

6. Личное участие автора в получении результатов работы отражено в автореферате, но не представлено в пояснительной записке.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация соответствует научной специальности 2.9.3 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» по направлениям исследований, указанным в п.1 и п.4 паспорта специальности.

Заключение о соответствии диссертации требованиям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», по пунктам 10, 11 и 14

Диссертация Ковалева Владимира Александровича соответствует пункту 10 Положения, так как работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Диссертация имеет прикладной характер, полученные в ней результаты и технические решения аргументированы при сравнении с другими известными работами и могут быть использованы в целях повышения эффективности взаимодействия систем внешнего и тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ.

Диссертация соответствует пунктам 11 и 14 Положения, так как ее основные результаты опубликованы в 12 научных статьях, 2 из которых входят в перечень рецензируемых изданий ВАК РФ по научной специальности 2.9.3 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» и 1 – в международную базу цитирования Scopus. Результаты научных работ, полученные Ковалевым В.А. лично или в соавторстве, отражены в тексте диссертации, имеются ссылки на источник заимствования, что соответствует необходимым критериям Положения.

Автор диссертации Ковалев Владимир Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» (технические науки).

Заключение о соответствии диссертации пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней»

Представленная В.А. Ковалевым диссертация «Повышение эффективности взаимодействия систем внешнего и тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ» является логически завершенной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые, научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие развитие железнодорожного транспорта России, что соответствует требованиям Положения.

Диссертационная работа по степени научной новизны, объему выполненных исследований и их практической ценности соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор В.А. Ковалев заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Официальный оппонент доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Техника и технология железнодорожного транспорта» Нижегородского филиала ФГБОУ

