

ОТЗЫВ

на диссертацию Бориса Анатольевича Анохина «Исследование несимметрии и управление параметрами симметрирующих устройств в протяженных электрических сетях с тяговой нагрузкой», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы»

I. Основная цель диссертационной работы заключается в разработке системы управления симметрирующими устройствами в протяженных электрических сетях, питающих тяговые подстанции магистральных железных дорог переменного тока. Поставленная цель достигается дальнейшим развитием методических и вычислительных инструментов, включая разработку моделей, методов и средств решения задач, учитывающих особенности режимов протяженных сетей внешнего электроснабжения (СВЭ) железных дорог, создание программных продуктов и апробацию предложенных подходов на примере функционирования СВЭ Байкало-Амурской железнодорожной магистрали.

II. Актуальность диссертационной работы не вызывает сомнений, поскольку однофазная тяговая нагрузка весьма протяженных СВЭ приводит к ухудшению качества электрической энергии и, в частности, к недопустимым уровням несимметрии. Для их эффективного снижения необходима разработка системы управления симметрирующими устройствами (СУ), создание которой невозможно без совершенствования методической базы и разработки математического аппарата.

В диссертационной работе Б.А. Анохин ставит и решает эти вопросы применительно к протяженным высоковольтным электрическим сетям с тяговой нагрузкой.

III. Научная новизна и практическая ценность диссертационной работы.

Научная новизна диссертации состоит в разработке методических основ для определения параметров симметрирующих устройств в протяженной сети 220 кВ, питающей тяговую нагрузку, и управления с учетом графика движения поездов.

Практическая значимость диссертации состоит в рекомендациях по выбору параметров симметрирующих устройств и созданию систем автоматического управления ими. Практические результаты диссертационной работы могут быть использованы при проведении НИР и ОКР по созданию опытно-промышленных образцов симметрирующих устройств, а также при разработке систем управления.

IV. Обоснованность и достоверность результатов диссертационной работы подтверждается корректным применением математического аппарата теории волновых процессов в линиях высокого напряжения, а также программной реализацией, дающей совпадающие результаты с проведенными численными экспериментами на нелинейной модели участка электрической сети.

V. Общая характеристика диссертации и личный вклад автора.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и пяти приложений. Общий объем – 170 страниц, в том числе 20 таблиц, 86 рисунков. Список литературы содержит 88 наименований.

Большинство представленных в работе материалов получено лично автором.

Во введении отражены актуальность темы, основные положения, выносимые на защиту, их научная и практическая ценность, структура работы.

Первая глава посвящена обзору состояния систем электроснабжения железных дорог и программных средств для расчета несимметричных режимов, таких как комплекс EUROSTAG, программа EMTP, комплекс FAZANORD.

Во второй главе приводится описание первой части разработанной методики, включающей матричные модели в фазных координатах основных элементов протяженной высоковольтной сети и способы эквивалентирования и преобразования отдельных ее участков.

В главе также рассмотрены вопросы матричного моделирования конкретных элементов сети. Диссертантом впервые решена задача преобразования двухцепного участка сети, содержащего нагрузку, к одноцепному виду. Кроме того, следует отметить методы преобразования треугольной схемы соединения шестиполюсников в звезду.

В третьей главе приводится вторая часть разработанной методики, включающей безытерационный алгоритм расчета несимметрии, основанного на линеаризации тяговой нагрузки. Предложенный алгоритм расчета режима напряжений в сети внешнего электроснабжения включает несколько последовательных шагов, начиная от приведения схемы к каскадно соединенным трехфазным элементам между эквивалентной ЭДС и точкой раздела и кончая определением напряжения в промежуточных пунктах двухцепных участков схемы.

На основе предложенного алгоритма проведен анализ режимов работы сети внешнего электроснабжения на примере сети БАМ при различных точках раздела сети и сделаны выводы о необходимости использования симметрирующих устройств для устранения недопустимой несимметрии.

В четвертой главе анализируются способы повышения показателей качества электроэнергии на примере сети внешнего электроснабжения БАМ. Обоснован оригинальный метод определения параметров симметрирующего устройства. В качестве СУ применен элемент, состоящий из пофазно регули-

руемых индуктивно-емкостных элементов, подключенных либо непосредственно к линии, либо к обмотке трансформатора (автотрансформатора), соединенной по схеме треугольника.

Для распространенного случая расположения симметрирующего устройства за трансформатором, соискатель предлагает решение, позволяющее аналитически найти искомые параметры СУ, зависящие от режима.

В результате доказываемого, что параметры симметрирующего устройства зависят от комплексных значений напряжений по прямой и обратной последовательности в месте подключения и входного сопротивления схемы по обратной последовательности относительно места подключения симметрирующего устройства.

В пятой главе предлагается алгоритм управления симметрирующим устройством и даются рекомендации по созданию системы автоматического управления, применительно к его схемам на базе тиристорно-реакторной группы, а также управляемого шунтирующего реактора.

Для реализации предложенного алгоритма предложено измерять комплексные величины фазных напряжений и токов в месте его установки СУ и далее вычислять необходимые параметры этого устройства, с периодическим контролем входного сопротивления сети.

Заключение содержит основные выводы, сформулированные по результатам исследований. Они обобщают теоретические, методические и практические результаты, подчеркивают научную и практическую значимость работы.

VI. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

Материалы диссертации и автореферата соответствуют пунктам 6, 7 и 12 паспорта научной специальности 05.14.02.

VI. Апробация диссертационной работы и публикации

Основные положения работы докладывались на двух международных научно-технических конференциях и научных семинарах.

Результаты, полученные в диссертационной работе, опубликованы в 6 статьях, из них 3 публикации вышли в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

VII. По диссертации имеются следующие замечания и вопросы:

1. В уравнениях одноцепной и двухцепной линий не учтены тросы (формулы 2.1 и 2.6). Каково их влияние на уровень несимметрии во внешней сети?

2. В приложении-А показано, что линеаризация нагрузки практически не сказывается на точности расчетов несимметричных режимов. Справедливо ли это утверждение относительно отклонений напряжения вдоль протяженной сети?

3. Для снижения уровня несимметрии в диссертации предлагается использовать статические тиристорные компенсаторы и управляемые шунти-

рующие реакторы с подмагничиванием. Однако нет рекомендаций, какое из этих устройств предпочтительнее использовать в схемах внешнего электропитания железных дорог переменного тока.

4. Существенного снижения несимметрии в узле можно добиться путем установки пофазно регулируемого источника реактивной мощности и воздействия только на модули напряжений фаз. В работе предлагается использовать симметрирующие устройства, воздействующие как на модули, так и на углы фазных напряжений, что приводит к усложнению системы управления. Насколько это оправдано?

VIII. Соответствие диссертации критериям «Положения о присуждении учёных степеней»

По п.9. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлено новое научно-обоснованное решение проблемы повышения качества электроэнергии в виде аналитического метода определения параметров симметрирующего устройства.

По п.10. Диссертация подготовлена в виде рукописи, написана автором самостоятельно, структурирована, содержит положения, заслуживающие публичной защиты. Содержание диссертации и опубликованные работы позволяют отметить достаточный вклад автора в науку. Обоснована практическая полезность выполненных исследований.

По п.11-13. Основные научные результаты достаточно полно отражены в шести публикациях, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

По п.14. Диссертация соответствует указанным критериям.

IX. Заключение

Приведенные замечания не снижают актуальности и значимости научно-квалификационной работы Б.А. Анохина. В ней разработаны теоретические положения в области моделирования и исследования несимметричных режимов в протяженных электрических сетях с тяговой нагрузкой, совокупность которых можно квалифицировать как решение задачи, имеющей существенное значение для электроэнергетики. Работа выполнена с учетом передовых позиций научно-технического прогресса в сфере электроэнергетики и отражает современные тенденции ее развития.

Диссертация написана понятным языком, автореферат и публикации автора полностью раскрывают ее содержание. Она прошла апробацию на всероссийских конференциях и семинарах.

Считаю, что представленная работа «Исследование несимметрии и управление параметрами симметрирующих устройств в протяженных электрических сетях с тяговой нагрузкой» соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы», а ее автор Борис

Анатолевич Анохин заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по названной специальности.

Официальный оппонент,

Крюков Андрей Васильевич

664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15

ИГУПС, тел. 89025138723

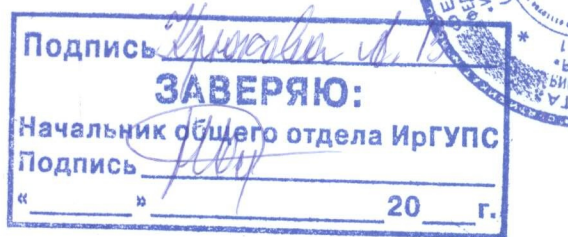
E-mail: AND_KRYUKOV@Mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения», кафедра «Электроэнергетика транспорта»,

доктор технических наук, профессор



Подпись А.В. Крюкова заверяю



Отзыв получен 4 июня 2018 г.
И. Русина А.Г.

С отзывом ознакомлен

5 июня 2018 г.

 Анохин Б.А.