

ОТЗЫВ

официального оппонента Авербуха Михаила Александровича на диссертацию **Крюкова Евгения Валерьевича** «Применение тиристорных вольтодобавочных устройств для повышения качества электроэнергии в системах электроснабжения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы (технические науки)

На отзыв представлены научно-квалификационная работа (диссертация) общим объемом 185 страниц машинописного текста и автореферат объемом 18 страниц. Диссертация состоит из введения, четырех глав основного текста, заключения, списка литературы и пяти приложений. Основное содержание работы изложено на 122 страницах. Диссертация содержит 50 рисунков и 23 таблицы, библиография к работе представлена 212 источниками. Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».

Актуальность темы диссертации

Диссертация Крюкова Е.В. посвящена решению актуальной задачи повышения качества электроэнергии в системах электроснабжения энергоудаленных потребителей путем применения тиристорного вольтодобавочного устройства (ТВДУ).

Потребители, удаленные от централизованной энергосистемы и получающие электроэнергию по протяженным электрическим сетям среднего напряжения, как правило, характеризуются недопустимым уровнем отклонений напряжения. Существующие устройства регулирования напряжения в полной мере не решают данную проблему. Кроме того, применяющиеся технологии не поддерживают выполнение плавного регулирования напряжения с высоким быстродействием, что не позволяет интегрировать их в интеллектуальную электрическую сеть. Наиболее перспективными являются ТВДУ, обладающие высоким быстродействием, повышенным коммутационным ресурсом. Один из вариантов такого устройства – тиристорный регулятор вольтодобавки (ТРВД), предложен автором диссертации.

Анализ содержания диссертации

Во введении раскрыта актуальность темы повышения качества электроэнергии энергоудаленных потребителей, поставлена цель,

определены научные задачи и указана новизна исследований. Приведена теоретическая и практическая значимость работы и сведения об апробации и внедрении результатов.

В первой главе приведены исследования методов и средств регулирования напряжения в протяженных распределительных электрических сетях напряжением 6-10 кВ, которые показали возможные недопустимые отклонения напряжения от допустимых значений в точках подключения потребителей. Для регулирования и стабилизации напряжения питания 6-10 кВ энергоудаленных потребителей предложено использовать ТВДУ.

Во второй главе приведены результаты моделирования и регулировочные характеристики ТВДУ, функционирующего в составе распределенной электрической сети (РЭС). На основе проведенных исследований предложен алгоритм функционирования ТВДУ в составе РЭС.

В третьей главе представлены результаты исследований проведенных на имитационной и физической моделях режимов работы ТВДУ в составе РЭС напряжения 6-10 кВ. Компьютерная модель разработана в программном комплексе PSCAD. Верификация полученных результатов подтверждена на физической модели. Проведенные исследования автором диссертации подтвердили работоспособность и эффективность работы ТВДУ в качестве вольтодобавочного устройства.

В четвертой главе автором диссертации произведена оценка влияния ТВДУ на электромагнитную совместимость с РЭС. При этом установлено, что суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения не превышает 3,5 % в пределах регулирования вольтодобавки в пределах изменения мощности нагрузки.

В заключении приведены выводы и основные результаты работы.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна диссертации заключается в обосновании эффективности тиристорного регулятора вольтодобавки с применением двухзонного поочередного способа регулирования напряжения для снижения отклонений и колебаний напряжения в системах электроснабжения энергоудаленных потребителей.

Разработана математическая модель ТРВД в составе РЭС, учитывающая особенности двухзонного поочередного способа регулирования напряжения. Модель позволяет определить взаимосвязи между основными параметрами, влияющими на поведение регулировочных характеристик устройства в составе РЭС.

Разработан алгоритм функционирования ТРВД, позволяющий реализовать плавное регулирование напряжения.

Разработаны имитационные компьютерные модели участка РЭС с ТРВД, позволяющие исследовать режимы работы и проводить гармонический анализ выходных параметров устройства.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений, так как автор использует апробированные методы математического и компьютерного моделирования энергетических систем, программные средства. Результаты моделирования в программном комплексе Matlab Simulink показывают хорошую сходимость с аналитическими расчетами, а также результатами, полученными при исследовании физической модели. Достоверность результатов исследований подтверждена двадцатью тремя публикациями, три из которых в изданиях по перечню ВАК РФ, четыре статьи в журналах, входящих в базы цитирования Web of Science и Scopus, одного патента на изобретение, патента на полезную модель и три свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Практическая значимость полученных результатов

Представленная диссертация имеет практическую ценность. Полученные результаты исследования регулировочных характеристик, режимов работы и гармонических составляющих выходного напряжения ТРВД, функционирующего в составе РЭС, востребованы при проектировании и реконструкции систем электроснабжения энергоудаленных потребителей.

Результаты исследования были использованы в работе НГТУ по проекту «Разработка автоматического регулятора напряжения для снижения электрических потерь и эффективного управления потоками мощности в распределительных электрических сетях» (Соглашение №14.577.21.0242 о предоставлении субсидии от 26.09.2017 с Минобрнауки России), а также в учебном процессе кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» при чтении лекций и проведении практических работ по курсу «Специальные вопросы электроснабжения». Научно-технические решения по созданию системы управления ТРВД были использованы ООО «ТЕКОМ» при разработке активно-адаптивной системы управления экспериментального образца ТРВД.

Диссертация и автореферат написан литературным языком, грамотно, стиль изложения доказательный. К достоинствам работы следует отнести то, что решения базируются на значительном количестве экспериментальных данных полученных путем имитационного и физического моделирования

Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней

Тема диссертации и ее содержание соответствуют паспорту научной специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Область исследований соответствует следующим пунктам паспорта специальности:

– п. 1. «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем»;

– п. 4. «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях».

Диссертационная работа обладает научной новизной и возможностью практического применения результатов. Автореферат диссертации в достаточной мере раскрывает основное содержание работы.

Отмеченное выше позволяет сделать вывод о том, что диссертация Крюкова Е.В. полностью отвечает квалификационным признакам и признакам соответствия, которые установлены Положением о присуждении ученых степеней к кандидатским диссертациям, в том числе п. 9.

Замечания по диссертационной работе и автореферату

1. На рисунке 1.10 диссертации и рисунке 1 автореферата не совсем правильно изображена вторичная обмотка шунтового трансформатора.

2. В тексте диссертации (глава 1) в качестве одного из достоинств ТРВД автор выделяет его быстродействие. Какая скорость регулирования напряжения с помощью предложенного устройства?

3. Полученные автором в главе 2 регулировочные характеристики ТРВД являются нелинейными. Следует пояснить, каким образом осуществляется их линеаризация.

4. При описании в п. 3.2.3 результатов исследования режимов работы ТРВД в составе РЭС на физической модели на осциллограммах (например, рис. 3.17) не обозначены представленные кривые и оси координат, что затрудняет их восприятие.

5. Следовало бы провести сравнение стоимости разработанного устройства с традиционными технологиями.

Заключение

На основании анализа представленной диссертации следует отметить актуальность темы, новизну научных результатов, а также практическую значимость работы. Не вызывает сомнений достоверность и обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации. Работа оформлена в

соответствии с предъявляемыми к ней требованиями, имеет четкую последовательность в изложении материала. Диссертация полностью соответствует паспорту научной специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».


Считаю, что диссертация Крюкова Евгения Валерьевича «Применение тиристорных вольтодобавочных устройств для повышения качества электроэнергии в системах электроснабжения» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, позволяющие повысить качество электроэнергии в системах электроснабжения энергоудалённых потребителей, практическое применение которых будет иметь существенное значение для развития электроэнергетической отрасли России.

Диссертация соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., в том числе п. 9, а ее автор, Крюков Евгений Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент

доктор технических наук, доцент, профессор
кафедры электротехники и автоматики
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова»,
специальность 05.14.02 – Электрические станции
и электроэнергетические системы

Авербух Михаил
Александрович


04.12.2018

308031, Белгород, ул. Буденного 17 В, кв. 100.
E – mail: avers45@rambler.ru
8-910-369-90-87.

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46,
БГТУ им. В.Г. Шухова.
Контактные телефоны: (4722) 55-71-39

Подпись Авербуха Михаила Александровича заверяю:
первый проректор
БГТУ им. В.Г. Шухова
д-р техн. наук, профессор



Шаповалов Николай Афанасьевич