

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Сашкова Ивана Анатольевича** на тему «Многофункциональные фильтрокомпенсирующие устройства для повышения качества электроэнергии в электроэнергетических системах с тяговой нагрузкой», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

1. Актуальность темы исследований и соответствие работы специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Развитие электроэнергетических систем (ЭЭС) и повышение требований к качеству их функционирования требует совершенствования методов и средств поддержания необходимого качества электрической энергии. Большое значение эта задача имеет в условиях широкого использования нагрузок с нелинейными вольт-амперными характеристиками (ВАХ). Особенность этих нагрузок заключается в существенном искажении синусоидальной формы токов и напряжений в системах электроснабжения. Доля потребителей с нелинейными нагрузками постоянно растет. Большая протяженность электрических сетей, питающих таких потребителей, способствует еще большему ухудшению электроэнергии. Примером потребителей, вызывающих значительное ухудшение качества электроэнергии, являются электрифицированные железные дороги с электроподвижным составом значительной единичной мощности.

Для устранения искажающего влияния нелинейных нагрузок и улучшения качества электроэнергии в электрических сетях целесообразно применение фильтрокомпенсирующих устройств (ФКУ).

Диссертационная работа И. А. Сашкова посвящена одному из важных вопросов, а именно проектированию многофункциональных ФКУ для

электроэнергетических систем с резкопеременными нелинейными нагрузками. В качестве таких нагрузок рассматривается электроподвижной состав железных дорог. В связи с вышеизложенным актуальность темы исследования сомнения не вызывает.

Поскольку объектом исследования в диссертационной работе являются фильтрокомпенсирующие устройства как важный фактор повышения качества электрической энергии в электроэнергетических системах, работа соответствует специальности - 05.14.02 - Электрические станции и электроэнергетические системы.

Основная идея диссертации заключается в использовании теории цепей с распределенными параметрами и теории синтеза частотно-селективных и согласующих цепей для разработки общих методов проектирования пассивных фильтрокомпенсирующих устройств для электроэнергетических систем с мощными тяговыми нагрузками. Такой подход позволяет рассматривать компенсирующее устройство и сеть электроснабжения как единую резонансную систему, учитывать распределенный характер ее параметров.

Модульная структура ФКУ обеспечивает независимое регулирование сопротивления сети в различных диапазонах частот, позволяет создавать распределенные ФКУ.

2. Степень научной новизны основных положений, результатов и выводов работы.

Наиболее значимые результаты работы заключаются в следующем:

2.1. С помощью конечно-элементной модели системы электроснабжения выполнено математическое моделирование частотных и временных характеристик протяженной сети, питающей нелинейную тяговую нагрузку. Исследовано влияние параметров сети и нагрузки на характер электромагнитных процессов в тяговой сети в диапазонах низкочастотных и высокочастотных гармоник.

2.2. Предложены новые методы расчета фильтров гармонических составляющих на основе представления их в виде канонических реализаций

пассивных двухполюсников и четырехполюсников с минимальным числом конденсаторов и реакторов. Предложенный общий подход позволяет получить как известные, так и новые варианты ФКУ, реализующих требуемые характеристики.

2.3. Предложены многофункциональные фильтрокомпенсирующие устройства, осуществляющие плавное или ступенчатое регулирование величины компенсируемой реактивной мощности и обеспечивающие электромагнитную совместимость электроподвижного состава (ЭПС) с системой тягового и внешнего электроснабжения.

3. Практическая значимость работы состоит в решении актуальных научно-технических задач, связанных с повышением качества электроэнергии в электроэнергетических системах с нелинейной резкопеременной нагрузкой. Особую важность решение этой задачи имеет в случае подключения к системе электроснабжения тяговых нагрузок повышенной мощности.

Результаты работы могут служить теоретической основой для создания адаптивных систем улучшения качества электроэнергии, применение которых целесообразно в сетях с тяговыми нагрузками.

Работа имеет практическое внедрение.

4. Степень обоснованности и достоверности результатов исследования.

Достоверность и достаточная степень обоснованности выводов работы подтверждаются использованием автором методов, опирающихся на базовые основы теоретической электротехники и электроники, а также теории электромагнетизма и режимов электрических сетей, которые хорошо апробированы и подтверждены экспериментально.

Результаты проектирования удовлетворительно подтверждены сопоставлением с результатами других авторов и моделированием с помощью апробированного программного обеспечения (Mathcad и Pspice).

5. Оценка внутреннего единства и направленности полученных результатов на решение поставленных задач.

Для достижения поставленных целей, сформулированных в диссертации, автором решен комплекс взаимосвязанных задач, которые перечислены выше. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка библиографических ссылок из 79 наименований и приложения актов внедрения. Общий объем работы составляет 144 страницы.

В первом разделе диссертантом изложена сущность предмета исследований работы, а именно: проблемы улучшения качества электроэнергии в электроэнергетических системах с тяговой нагрузкой. С помощью аналитических и численных методов подробно рассмотрены электромагнитные процессы в системах с нелинейной тяговой нагрузкой. Исследовано влияние параметров сети электроснабжения и тяговой нагрузки на качество электроэнергии. На основе проведенного анализа сформулированы требования к характеристикам и структуре ФКУ.

Во втором разделе рассматриваются методы проектирования пассивных ФКУ для систем с тяговыми нагрузками. Показано, что можно получить новые варианты схемных решений ФКУ в форме канонических структур реактивных двухполюсников и четырехполюсников. Для проектирования новых структур предлагается использовать метод LC-четырёхполюсников, что позволяет упростить расчет широкополосных фильтров для демпфирования резонансных режимов в протяженных сетях.

В третьем разделе рассмотрены устройства плавного и ступенчатого регулирования реактивной мощности с помощью реакторов с тиристорным управлением (РТУ) или вакуумно-реакторных групп. Разработаны ФКУ, осуществляющие автоматическое регулирование реактивной мощности и обеспечивающие ослабление высших гармоник, создаваемых тяговой нагрузкой и РТУ.

В четвертом разделе автор выполнил расчет и исследовал характеристики предлагаемых ФКУ. Показаны основные технико-экономические преимущества предложенных ФКУ по сравнению с известными устройствами данного типа.

Исходя из анализа содержания диссертации и представленных результатов можно заключить, что работа по своему объему и структуре является вполне законченным научным исследованием. Все это обеспечивает внутреннее единство, целостность и практическую направленность работы.

6. Апробации работы и подтверждения опубликования ее основных положений и результатов.

По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, включая 5 работ в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ. Основные материалы и результаты исследований работы докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает содержание диссертационной работы и полученные автором научные результаты.

7. Основные замечания по работе.

В целом содержание диссертационной работы И. А. Сташкова, ее основные положения, выводы и результаты возражений не вызывают. Однако следует сделать следующие замечания.

7.1. В первом разделе работы не приводятся достаточно аргументированных экспериментальных данных, свидетельствующих о необходимости ФКУ, осуществляющих подавление высокочастотных гармонических составляющих в электроэнергетических системах с тяговыми нагрузками.

7.2. Автору необходимо было дать более подробную технико-экономическую оценку эффективности применения предлагаемых ФКУ, имея в виду их срок окупаемости, затраты на оборудование (конденсаторы, реакторы).

7.3. Не исследованы динамические характеристики спроектированных ФКУ при аварийных режимах в питающей сети (короткие замыкания, перенапряжения).

7.4. В работе нет исследования того, как зависит эффективность применения предложенных ФКУ от места их подключения (например, при установке ФКУ на тяговой подстанции или на стороне высокого напряжения).

7.5. Вопросы релейной защиты проектируемых ФКУ рассмотрены весьма поверхностно, хотя это очень сильно влияет на надежность работы всей системы электроснабжения.

7.6. В расчетных моделях в работе используется оператор Лапласа, обозначенный буквой «s», как в англоязычной литературе. Более понятно было бы использование символа «p», как в отечественной литературе.

7.7. В тексте работы отсутствуют постановка задач по главам, что затрудняет понимание методологии и стройности изложения материала и анализ его содержания.

7.8. В диссертации имеются отдельные стилистические погрешности и неточности.

8. Общее заключение о соответствии диссертационной работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В целом диссертация Сташкова Ивана Анатольевича соответствует специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы, имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение актуальной задачи совершенствования структуры и методов расчета фильтрокомпенсирующих устройств для электроэнергетических систем с нелинейными тяговыми нагрузками, что имеет существенное значение для повышения качества электроэнергии и электромагнитной совместимости таких систем.

Работа диссертанта отличается от ранее выполненных исследований в этой области тем, что в ней развиты регулярные методы структурно-

параметрического синтеза силовых фильтрокомпенсирующих устройств, позволяющие варьировать конфигурации и характеристики ФКУ в зависимости от требований по обеспечению электромагнитной совместимости ЭПС и системы электроснабжения.

Диссертационная работа полностью отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней (п.9)» ВАК РФ. Автор работы Иван Анатольевич Сташков заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 - Электрические станции и электроэнергетические системы.

Доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
«Системы электроснабжения
предприятий» ФГБОУ ВО
«Новосибирский государственный
технический университет»

Манусов
Вадим Зиновьевич

18.11.16г.

630073, г. Новосибирск-73, пр. К. Маркса 20

тел: +7-383(код города)-346-15-51

E-mail: manusov36@mail.ru

