

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, *Шевыревой Натальи Юрьевны* на диссертацию *Серикова Владимира Александровича* на тему: «Повышение качества электроэнергии активными фильтрокомпенсирующими устройствами в промышленных электротехнических комплексах с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками при резонансных режимах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

1. Актуальность темы диссертации

Диссертация Серикова В.А. посвящена задаче повышения качества электрической энергии в промышленных системах электроснабжения с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками для компенсации реактивной мощности при возникновении резонансных режимов на высших гармониках. Современные промышленные системы электроснабжения характеризуются широким распространением нелинейной нагрузки в виде систем частотно-регулируемого электропривода технологических установок, в состав которых входят управляемые и неуправляемые выпрямители, являющиеся основным источником высших гармоник тока и напряжения. Одновременно с подобными системами в рамках одной системы электроснабжения могут функционировать конденсаторные установки для компенсации реактивной мощности, что в некоторых случаях приводит к возникновению резонансных явлений. В указанных условиях требуется тщательно обоснованный выбор структуры и режимов работы технических средств и решений по обеспечению качества электрической энергии, включая активные, пассивные и гибридные фильтрокомпенсирующие устройства.

Проблеме повышения качества электроэнергии посвящено большое количество научных трудов ведущих отечественных и зарубежных ученых. Однако из ряда отечественных и зарубежных научных трудов известно, что существующие технические средства и решения, включая пассивные и активные фильтрокомпенсирующие устройства, не позволяют эффективно осуществлять повышение качества электрической энергии в резонансных режимах. В частности, некоторые зарубежные производители активных фильтров заявляют о невозможности их работы при наличии конденсаторных установок.

Указанные факторы и обстоятельства определяют актуальность темы диссертационного исследования Серикова В. А.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-137 от 19.07.23
АУ УС

2. Научная новизна диссертации

Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в их получение. Научная новизна работы заключается в следующем:

- Выявленные в работе зависимости и закономерности, связанные с вариацией амплитуд высших гармоник тока нелинейной нагрузки, уровня искажения напряжения при изменении мощности конденсаторных установок и коэффициента их перегрузки гармониками тока при резонансе, а также обоснованные на их базе ограничения и допущения являются теоретической основой моделирования и анализа сложных несинусоидальных режимов для надлежащего выбора технического средства или решения с целью повышения качества электрической энергии в промышленных системах электроснабжения.

- Получены закономерности, отражающие влияние параметров активно-емкостного пассивного фильтра, установленного на выходе активного фильтрокомпенсирующего устройства, на степень эффективности компенсации высших гармоник тока и напряжения в условиях резонанса в системах электроснабжения с нелинейной и линейной нагрузками и конденсаторными установками для компенсации реактивной мощности.

- Установлено свойство пассивного активно-емкостного фильтра, установленного на выходе параллельного активного фильтра, сдвигать резонансные частоты в область между основной составляющей и минимальным порядком канонической гармоники, создаваемой нелинейной нагрузкой, что позволяет обеспечить надлежащий уровень качества электрической энергии при наличии конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности в резонансных режимах.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертации, подтверждается корректным применением известных теорий и методов силовой преобразовательной техники, математического моделирования электротехнических комплексов и систем электроснабжения, анализа несинусоидальных режимов при резонансных явлениях, а также качественной сходимостью результатов имитационного моделирования и экспериментальных исследований на физической модели.

4. Научные результаты, их ценность

В диссертации представлен ряд новых научных результатов, среди которых наиболее важными являются:

- полученные зависимости и закономерности, отражающие характер и особенности протекания резонансных явлений в промышленных системах электроснабжения с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками, служащие теоретической основой анализа сложных несинусоидальных режимов;

- выявленное свойство активно-емкостного пассивного фильтра, установленного на выходе параллельного активного фильтра, влиять на характер сдвига резонансных частот для повышения эффективности компенсации высших гармоник тока и напряжения.

Указанные результаты представляют научную и практическую ценность при системном планировании, организации и реализации технических мероприятий по повышению качества электрической энергии в современных промышленных системах электроснабжения.

Научные результаты диссертации в достаточной степени освещены в 11 печатных работах, в том числе в 4 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Выявленные закономерности, ограничения и допущения являются теоретической основой анализа и моделирования сложных несинусоидальных режимов в промышленных системах электроснабжения с нелинейной и линейной нагрузками и конденсаторными установками с учетом наличия резонансных явлений.

Разработана программа для ЭВМ, которая по заданным значениям линейной нагрузки, коэффициенту мощности и диапазону изменения частоты сети позволяет построить график амплитудно-частотной характеристики системы, определяющий резонансную частоту между сетью и конденсаторной установкой. Данная программа может быть использована для практических расчетов при проектировании и эксплуатации промышленных систем электроснабжения с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Разработан алгоритм выбора параметров активно-емкостного фильтра на выходе параллельного активного фильтра при резонансных режимах в промышленных системах электроснабжения с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками, который в качестве технических предложений может быть рекомендован к внедрению для реализации методик расчета и моделирования несинусоидальных режимов работы систем электроснабжения.

Результаты работы также могут быть использованы для учебного процесса при изложении вопросов повышения качества электрической энергии в дисциплинах, связанных с электрооборудованием и электроснабжением промышленных предприятий и производств.

7. Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из оглавления, введения, четырех глав, с выводами по каждой их них, заключения, списка литературы, включающего 171 наименование, трех приложений. Диссертационная работа изложена на 177 страницах машинописного текста, который поясняется 80 рисунками и 24 таблицами.

Содержание автореферата в полной мере соответствует содержанию диссертации.

8. Оценка содержания диссертационной работы

Тема и содержание диссертации **Серикова Владимира Александровича** соответствует следующим областям исследования паспорта специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы:

- п. 1 «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, анализ системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические, электромагнитные преобразователи энергии и электрические аппараты, системы электропривода, электроснабжения и электрооборудования»;

- п. 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления;

- п. 4 «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов.

9. Замечания и вопросы по работе

По результатам рассмотрения диссертационной работы имеются следующие вопросы и замечания:

1. В формуле 1.16 на странице 24 желательно было дать оценку величины мощности искажения по сравнению с другими составляющими полной мощности и пояснить на сколько наличие мощности искажения уменьшает коэффициент мощности.

2. Из таблицы 2.2 диссертации не понятно почему для исследуемой системы электроснабжения наиболее вероятными будут резонансные режимы, возникающие на 11 и более высоких гармониках. Почему в этом случае в качестве критерия берётся $Q_k^* < 0,2$?

3. Не указано в каких точках измеряется суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения, значения которого приведены в таблицах 2.7 и 2.8.

4. Отсутствует обоснование методики нахождения высших гармоник преобразователей для однофазной схемы замещения. Формула (2.9), по которой

определяется внутреннее сопротивление источника тока приведена без доказательства. Не понятно, как определяется коэффициент наклона зависимости тока гармоники от мощности нелинейной нагрузки.

5. Фраза на странице 84 «Таким образом, главным недостатком пассивного фильтрокомпенсирующего устройства является невозможность одновременного выполнения им плавного регулирования величины реактивной мощности сети и обеспечения требуемого уровня качества электроэнергии» вызывает сомнения. Например, в системах электроснабжения буровых установок применяются плавнорегулируемые фильтрокомпенсирующие устройства с косвенной компенсацией реактивной мощности.

6. Не рассмотрен вариант настройки всех ступеней фильтрокомпенсирующего устройства только на одну резонансную частоту, например между 4 и 5 гармониками (ненастроенное фильтрокомпенсирующее устройство). В этом случае возможно также получение нормативных значений показателей качества электроэнергии при более простом устройстве фильтрокомпенсирующего устройства.

7. Из анализа результатов исследований, приведённых в главе 4, следует вывод о возможности применения пассивных фильтрокомпенсирующих устройств при параметрах конденсаторов, на которых возникают резонансные режимы на гармониках меньше 17. Можно ли в этом случае утверждать, что применение активных фильтров в данном случае менее эффективно, чем применение пассивных фильтрокомпенсирующих устройств?

Приведенные вопросы и замечания носят рекомендательный характер и не снижают положительной оценки представленной к защите диссертации.


10. Заключение по диссертационной работе

Диссертация **Серикова Владимира Александровича** является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача повышения качества электрической энергии в промышленных электротехнических комплексах с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками при резонансных режимах путем внедрения новых научно обоснованных технических решений и разработок по применению активных фильтрокомпенсирующих устройств с выходным пассивным активно-емкостным фильтром.

Диссертация «Повышение качества электроэнергии активными фильтрокомпенсирующими устройствами в промышленных электротехнических комплексах с нелинейной нагрузкой и конденсаторными установками при резонансных режимах», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Сериков Владимир Александрович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент,
Доцент кафедры теоретической
электротехники и электрификации
нефтяной и газовой промышленности
ФГАОУ ВО «Российский государственный
университет нефти и газа (национальный
исследовательский университет) имени
И.М. Губкина»,
кандидат технических наук по
специальности 05.09.03 –
Электротехнические комплексы и системы



Шевырева

Наталья Юрьевна

«11» 07 2023 г.

Сведения об официальном оппоненте:

Полное наименование организации:


Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

Почтовый адрес: Россия, 119991, г. Москва, проспект Ленинский, д. 65, корп. 1

Официальный сайт организации в сети Интернет: <https://www.gubkin.ru>

E-mail: com@gubkin.ru, **телефон (факс):** +7 (499) 507-88-88, +7 (499) 507-88-77



НИУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина
Главный юрист-консульт

Ю.Е. Ширяев