

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
университет «МЭИ», д.т.н., профессор



Драгунов В.К.

11 июля 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации 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

Актуальность темы исследования

Современные системы электроснабжения промышленных предприятий, включая горную и нефтегазовую отрасли, характеризуются широким распространением нелинейной нагрузки в виде систем частотно-регулируемого электропривода технологических установок, что является причиной наличия высших гармоник тока и напряжения, негативно влияющих на уровень качества электрической энергии и электромагнитной совместимости электрооборудования. За счет искажения формы кривых напряжения и тока высшими гармониками появляются дополнительные потери напряжения и мощности в элементах системы электроснабжения, токовая перегрузка конденсаторных установок и другие негативные явления. Указанные негативные последствия усиливают свое влияние при резонансных явлениях, возникающих на одной из частот характерных гармоник, которые определяются емкостью конденсаторов и индуктивностью питающей энергосистемы.

Широко известны и подробно изучены существующие технические средства и решения, включая пассивные и активные фильтрокомпенсирующие устройства, компенсирующие высшие гармоники в промышленных системах электроснабжения. Однако в резонансных условиях работы сети фильтрокомпенсирующие устройства, в том числе пассивные и активные фильтры, получившие широкое распространение в современных промышленных системах электроснабжения, неспособны эффективно осуществлять компенсацию высших гармоник тока и напряжения. В частности пассивные фильтры, не являясь адаптивными устройствами и

ОТЗЫВ

Вх. № 9-136 от 19.07.23
АУ УС

требующие тщательной перенастройки при вариации гармонического спектра, не способны реализовывать свою функцию по повышению качества электрической энергии при резонансных режимах. Активный фильтр, являясь адаптивным устройством, позволяет осуществлять более гибкий режим компенсации высших гармоник при вариации их спектра. Поэтому необходимо проанализировать и оценить эффективность работы активного фильтра при совместной работе с конденсаторными установками в резонансных режимах.

Исходя из изложенного, актуальность темы диссертационной работы Серикова В.А. сомнений не вызывает.

Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертационной 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, линейной нагрузками и конденсаторными установками компенсации реактивной мощности.

- Выявлено 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 компенсации реактивной мощности в резонансных режимах.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректным применением известных теорий и методов силовой преобразовательной техники, математического моделирования электротехнических комплексов, а также качественной сходимостью результатов имитационного моделирования и экспериментальных исследований на физической модели.

Научные результаты, их ценность

Новыми научными результатами, представленными в диссертационной работе, 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, а также выявленное свойство активно-емкостного пассивного фильтра, установленного на выходе параллельного активного фильтра, влиять на характер сдвига резонансных частот для обеспечения качества электрической энергии.

Указанные результаты представляют научную ценность в первую очередь как теоретическая основа анализа сложных несинусоидальных режимов в 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.

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, линейной нагрузками и конденсаторными установками.

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, что представляет практическую ценность в расчетах при проектировании систем электроснабжения. Также указанная программа позволяет оценить токовую перегрузку конденсаторных установок и качество напряжения в зависимости от мощности нелинейной нагрузки и параметров системы электроснабжения.

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 и рекомендаций может быть принят к внедрению для реализации методик расчета и моделирования несинусоидальных режимов работы систем электроснабжения при их проектировании и эксплуатации.

Результаты работы также могут быть использованы для учебного процесса при изложении вопросов повышения качества электрической энергии в циклах дисциплин, посвященных электроснабжению промышленных предприятий и производств.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из оглавления, введения, четырех глав, с выводами по каждой из 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 полностью соответствует содержанию диссертации.

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».

Замечания и вопросы по работе

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. Целесообразно пояснить, каким образом в процессе исследований выявляются частоты потенциального резонанса в системах электроснабжения с нелинейной, линейной нагрузками и конденсаторными установками.

2. В диссертации одним из ключевых моментов является обоснование выбора активно-емкостного фильтра, включаемого на выходе параллельного активного фильтра, для повышения эффективности компенсации высших гармоник при резонансных режимах. Рассматривались ли какие-либо иные решения по повышению эффективности работы активного фильтра при наличии конденсаторных установок и резонансных режимов, например, модификация алгоритма управления активным фильтром?

3. Применимы ли полученные результаты в случае возникновения резонансных явлений на частотах субгармонических и интергармонических составляющих?

4. Справедливы ли полученные в диссертации зависимости и закономерности если в качестве нелинейной нагрузки выступают электротехнологические установки, в частности, электродуговые печи?

5. Целесообразно более подробно пояснить методику выбора рационального значения емкости пассивного фильтра, устанавливаемого на выходе активного фильтра при резонансных режимах?

6. Возможно ли с использованием разработанных в диссертации математических и имитационных моделей, а также выявленных зависимостей и закономерностей предсказать наличие резонансных явлений на определенных частотах?

7. Каким образом влияет вариация мощности питающей сети на выбор параметров активно-емкостного фильтра, включаемого на выходе активного фильтра в резонансных режимах?

8. С чем связана не достаточная эффективность работы параллельного активного фильтра при компенсации высших гармоник при резонансных режимах? Проводился ли анализ данного явления в процессе исследований?

9. В качестве одного из научных результатов диссертационного исследования выступает выявленное свойство активно-емкостного фильтра смещать резонанс в сторону более низких частот, исключая частоты канонических высших гармоник. Каким образом и с каким уровнем эффективности будет работать активно-емкостной фильтр при наличии резонанса на третьей гармонике?

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

Заключение по диссертации

*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.*


Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Серикова Владимира Александровича обсужден и утвержден на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», протокол № 15 от 10 июля 2023 года.

Председатель заседания
Заведующий кафедрой электроснабжения
промышленных предприятий
и электротехнологий,
кандидат технических наук,
доцент



**Цырук
Сергей Александрович**

Секретарь заседания
ассистент кафедры электроснабжения
промышленных предприятий
и электротехнологий,
кандидат технических наук



**Кулешова
Галина Сергеевна**

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Почтовый адрес: 111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная улица, дом 14, стр. 1
Официальный сайт: <http://www.mpei.ru/>
e-mail: universe@mpei.ac.ru
Тел.: +7 495 362-75-60