

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Колмакова Виталия Олеговича** на тему: «**Схемотехническое обеспечение качества электрической энергии в сетях с нелинейными электроприемниками массового применения**», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности **05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы**

Актуальность темы исследования

Одной из основных проблем современных распределительных электрических сетей является качество электрической энергии, которое во многом определяется расширяющимся применением электроприёмников с нелинейными вольт-амперными характеристиками (далее – нелинейные электроприёмники).

Проблемы, порождаемые нелинейными электроприёмниками большой единичной установленной мощности (электродуговые сталеплавильные и руднотермические печи, мощные регулируемые электроприводы, электролизёры и т.п.), с большим или меньшим успехом решаются энергетическими службами предприятий, и, кстати, именно решению этих проблем посвящено большое количество исследований и разработок. Однако в последнее время стали применяться маломощные нелинейные электроприёмники, которые зачастую сосредоточены у одного потребителя (светодиодные и газоразрядные светильники, вычислительная и оргтехника и т.п.). Влияние каждого отдельного электроприёмника такого типа мало, но их совместное влияние приводит к искажению формы напряжения и потребляемого тока в сетях, перегрузкам нулевого провода, перегрузке сетей реактивной мощностью и т.п. Более того, значительная часть бытового энергосберегающего оборудования, применение которого в последнее время активно стимулируется имеет именно нелинейный характер. В этих условиях, безусловно важным становится поиск простых, а потому – дешёвых и надёжных фильтрокомпенсирующих устройств. В этом смысле научное обоснование эффективных схемных решений фильтрокомпенсирующих устройств, минимально достаточных для обеспечения требуемых показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения энергосберегающих электроприемников массового применения, безусловно является актуальным для инженерной науки и практики.

Решению именно этих вопросов посвящена рецензируемая диссертация и в этом смысле тема диссертации, безусловно, актуальна.

Диссертация выполнена на 129 страницах основного текста, состоит из введения, четырёх глав и заключения, содержит 73 рисунка, 18 таблиц и список литературы, включающий 82 наименования.

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

Диссертационная работа и автореферат являются исследованием по связям и закономерностям при планировании развития, проектировании и эксплуатации электрических сетей и систем электроснабжения и соответствует формуле и пункту 12 – «Разработка методов контроля и анализа качества электроэнергии и мер по его обеспечению» паспорта специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Содержание работы

Во введении автор, основываясь на данных отечественных и зарубежных экспертных организаций и сообществ, формулирует научно-техническую задачу, обосновывает актуальность темы, формулирует цель и задачи диссертации, научную новизну и практическую ценность.

В первой главе анализируются причины появления и специфического влияния на электрическую сеть высших гармоник, вызывающих значительное ухудшение качества электрической энергии. В частности, отмечается, что ухудшение качества электроэнергии в городских распределительных сетях характерно для большинства развитых стран, а уровень высших гармоник в электрических сетях зачастую превышает пределы, установленные стандартом. По данным многочисленных источников наиболее высокий уровень высших гармоник характерен для сетей, питающих большое количество бытовых и офисных электронных приборов, к числу которых относятся и активно внедряемые светодиодные, а также энергосберегающие газоразрядные компактные люминесцентные лампы. В трёхфазных цепях гармоники, кратные третьей, совпадают по фазе и образуют нулевую последовательность, как следствие, ток в нейтральном проводе может составлять от 150 до 210 % фазного тока, что вызывает его перегрев и ранний выход из строя.

Автор характеризует существующие и перспективные технические средства для ограничения негативного влияния указанных факторов на питающую сеть в виде активных и пассивных фильтров, справедливо отмечается, что алгоритм функционирования активных фильтров позволяет эффективно устранять высшие гармоники в сети питания потребителей с непостоянной нагрузкой, однако при их использовании в сетях со статической нагрузкой такие фильтры излишне сложны и функционально избыточны.

В этой связи целью дальнейших исследований определено научное обоснование минимальных по технической сложности и стоимости и достаточных по эффективности фильтрокомпенсирующих устройств и разработка методики определения их рабочих параметров.

Вторая глава посвящена описанию экспериментальных исследований качества электроэнергии в сетях низкого напряжения (0,4 кВ) и анализу спектрального состава токов и напряжений на объектах различного назначения – от офисного до производственного – и при различном характере нагрузки.

Основным научным результатом этой главы можно считать выводы о реальных значениях высших гармоник тока и напряжения в исследуемых сетях и об их относительном постоянстве на продолжительных отрезках времени.

Следует подчеркнуть, что экспериментальные исследования проводились с использованием сертифицированных и поверенных приборов.

Третья глава посвящена обоснованию наиболее эффективной схемы пассивных ФКУ и разработке методики её расчёта. При этом автор предлагает параллельно решать задачу снижения уровня высших гармоник и повышения коэффициента мощности сети. В качестве такого решения предложено использование ФКУ по схеме четырехлучевых фильтров, что позволяет повысить энергетическую и экономическую эффективность сетей и сократить общее число LC-звеньев в 2 раза по сравнению с традиционными LC-фильтрами, настроенными на одну резонансную частоту. Предлагаемая методика основывается на мощности, компенсируемых гармоник.

В четвёртой главе выполнено численное моделирование сети с предлагаемой схемой ФКУ и произведён расчёт надёжности, доказывающий, что использование четырёхлучевого фильтра обеспечивает наработку на отказ, близкую к срокам службы основного сетевого электрооборудования.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Основные выводы и результаты работы получены лично автором, теоретически обоснованы, подтверждены убедительными модельными, лабораторными и натурными экспериментами. Не вызывает сомнений как теоретическая значимость принятых в работе решений и полученных результатов, так и практическая ценность работы для обеспечения требуемого качества электроэнергии в сетях с нелинейными электроприёмниками массового применения.

Наиболее значимыми результатами диссертации, по-видимому, следует признать:

- 1) обоснованную перспективную схему четырёхлучевого ФКУ для сетей с нелинейными электроприёмниками массового применения ;
- 2) математические модели и методику расчёта параметров принятого ФКУ;
- 3) эффективные алгоритмы исследования сетей с нелинейными электроприёмниками массового применения и предлагаемым ФКУ.

Новыми научными результатами, полученными автором, являются:

- обоснование возможности использования четырёхлучевого фильтрокомпенсирующего устройства, минимального по технической сложности и достаточного по эффективности для обеспечения требуемого уровня качества электроэнергии в системах электроснабжения приёмников массового применения, основанное на предположении постоянства потребляемой ими мощности на длительных интервалах времени;

- разработанная автором методика определения необходимого уровня избирательности пассивного фильтра, исходящая из учёта мощности высших

гармоник тока и позволяющая проектировать фильтрокомпенсирующие устройства достаточной эффективности;

- доказательство возможности использования четырёхлучевых частотно-зависимых звеньев одновременно для фильтрации высших гармоник и коррекции коэффициента мощности;

Достоверность полученных результатов подтверждается теоретической обоснованностью и совпадением результатов выполненных расчётов с убедительными модельными, лабораторными и натурными экспериментами, полученными в эксплуатируемых электрических сетях.

Основные практические результаты, по моему мнению, заключаются в том, что разработанная методика определения необходимого уровня избирательности может служить основой для инженерного проектирования пассивных фильтров, обладающих минимальной сложностью и достаточной эффективностью для обеспечения требуемых показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения энергосберегающих электроприёмников массового применения с нелинейными вольт-амперными характеристиками.

Материалы диссертации достаточно полно отражены в 12 публикациях, три из которых опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК.

Содержание автореферата в достаточной степени отражает содержание диссертационной работы.

Замечания по работе

1 Вопросы фильтрации гармонических искажений и компенсации реактивной мощности исследовались многими отечественными и зарубежными учёными (работы некоторых из них приведены в библиографии диссертации), однако автор не приводит их в обзорной части диссертации.

2 Несмотря на то, что одной из основных задач работы является обоснование наиболее эффективного технического решения пассивного фильтрокомпенсирующего устройства в работе недостаточно внимания уделено другим техническим решениям.

3 Автором получен обширный и интересный экспериментальный материал (раздел 2.2), однако представленные в подразделах 2.2.1 – 2.2.5 его описание и анализ необходимо было выполнить более подробно, это позволило бы сделать более глубокие и практически значимые выводы.

4 Из рисунков 2.6 и 2.11 следует, в частности, что в гармонических спектрах токов и напряжений исследуемых сетей присутствуют чётные гармонические токов и напряжений, однако в дальнейшем исследовании о них автор умалчивает.

5 Хотелось бы видеть в работе практический пример применения разработанной автором методики расчёта обосновываемого фильтрокомпенсирующего устройства.

6 Для численного моделирования процессов в исследуемых сетях автором разработан и реализован алгоритм в программе схематического моделирования PSpice, который почему-то не зарегистрирован в установленном порядке, как авторский программный продукт.

7 Текст диссертации и автореферата не везде соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления.

Заключение по работе

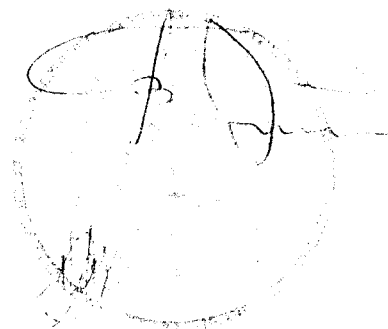
Отмеченные замечания не изменяют общей положительной оценки диссертации, которая обобщает полученные результаты научной и практической деятельности автора и представляет собой комплексное завершённое исследование.

Диссертация может квалифицироваться как научно-квалификационная работа, содержащая новое научное обоснование технического решения, имеющего существенное значение для развития систем электроснабжения.

Считаю, что диссертационная работа **Колмакова Виталия Олеговича «Схемотехническое обеспечение качества электрической энергии в сетях с нелинейными электроприемниками массового применения»** по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости результатов соответствует требованиям Положения ВАК РФ (пп. 9–11) в части, касающейся кандидатских диссертаций, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Официальный оппонент: Заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры «Электроэнергетические системы и электротехника» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», д-р техн. наук, профессор

Менделеев В. П.



– Валерий Павлович Горелов
02.03.2015 г.

630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 93, кафедра «Электроэнергетические системы и электротехника»
Телефон 8-913-723-0077
E-mail: nsawt_ese@mail.ru