

Отзыв официального оппонента
д.т.н., доцента Шклярского Ярослава Элиевича
на диссертационную работу Дрей Надежды Михайловны «Компенсация
реактивной мощности в системах электроснабжения с малой
установленной мощностью», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Актуальность темы исследования

Проблема компенсации реактивной мощности всегда занимала важное место в общем комплексе вопросов повышения эффективности передачи, распределения и потребления электрической энергии. Правильное решение таких задач в значительной мере предопределяет экономию денежных и материальных ресурсов, повышение качества электроснабжения. Основные вопросы компенсации реактивной мощности должны рассматриваться с учетом современных взглядов и с учетом новых технических решений в этой области.

В диссертационной работе Дрей Н.М. разработан алгоритм и на его основе реализован программный комплекс расчета гармонических составляющих тока батарей конденсаторов в зависимости от параметров элементов системы электроснабжения и расчетной мощности источника высших гармоник с учетом возможных резонансных явлений, исследованы зависимости напряжений высших гармоник и суммарного коэффициента гармонических составляющих в резонансном режиме на соответствие ГОСТ-32144-2013 по качеству электроэнергии. В работе проведен анализ зависимости суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения при изменении параметров нескольких элементов системы электроснабжения.

В ней также разработан алгоритм компенсации реактивной мощности батареями конденсаторов с учетом резонансных явлений в

распределительной сети с источниками высших гармоник, что соответствует формуле специальности и п.1, п.2 и п.3 области исследования.

Вышеуказанное подтверждает соответствие диссертации специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации обеспечивается использованием основных законов электротехники и подтверждается апробацией результатов в работах по исследованию режимов работы электрических сетей АО «Конденсат» (Республика Казахстан) и разработке рекомендаций по компенсации реактивной мощности, исследованию режимов работы электрических сетей *SAIPEM* и разработке рекомендаций по снижению доли высших гармоник в соответствии с требованиями стандарта по качеству электроэнергии Республики Казахстан.

Достоверность и новизна научных результатов

Достоверность полученных диссертантом научных и экспериментальных результатов обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований, а также применением в исследованиях теоретических и экспериментальных общенаучных методов и тщательным анализом известных научно-исследовательских работ по предмету исследования.

Основные научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе, получены Дрей Н.М. на основе применения комплекса методов, в числе которых: математическое моделирование, аналитические и численные методы расчета, метод узловых потенциалов. Достижение поставленной цели в работе базировалось на основных законах электротехники и выполнялось с применением современных цифровых устройств.

По мнению официального оппонента, научную новизну диссертационной работы Дрей Н.М. определяют следующие результаты:

1. Разработан алгоритм расчёта гармонических составляющих тока

батареи конденсаторов в зависимости от параметров питающей системы, нагрузок 6(10) и 0,38 кВ и расчётной мощности источника высших гармоник для проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем применительно для предприятий с малой суммарной установленной мощностью электроприемников.

2. Предложена математическая модель для оценки зависимостей тока батарей конденсаторов от номера гармоник на каждой ступени компенсации при заданных мощностях источника высших гармоник и короткого замыкания на шинах системы, позволяющих оценить уровень допустимой перегрузки токами высших гармоник.

3. Исследованы зависимости суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и параметров электрической сети, таких как мощность короткого замыкания системы, мощности батарей конденсаторов и потребляемой нагрузки в резонансном режиме в виде трехмерных графиков $K_U=f(S_{КЗ}, Q_{БК})$, $K_U=f(S_{КЗ}, P_{нг})$ и $K_U=f(Q_{БК}, P_{нг})$ с помощью программного комплекса.

4. Разработан алгоритм выбора параметров устройства автоматической компенсации реактивной мощности с учетом допустимой перегрузки токами высших гармоник батарей конденсаторов, исключения резонансных явлений в сети и обеспечения качества электрической энергии в системе электроснабжения малой установленной мощности.

Практическая значимость работы заключается в том что:

1. Предложены методические рекомендации по выбору устройства автоматической компенсации реактивной мощности в сети с малой установленной мощностью, учитывающие необходимые перекрытия рабочих зон смежных ступеней с целью обеспечения стабильной работы устройства.

2. Разработан алгоритм и реализован программный комплекс расчета токов и напряжений высших гармоник в распределительных сетях в режиме компенсации реактивной мощности батареями конденсаторов с учетом параметров системы электроснабжения.

3. Показана возможность применения устройств компенсации реактивной мощности в сети по оценке уровня допустимой перегрузки батарей конденсаторов токами высших гармоник на каждой ступени компенсации при заданных мощности источника высших гармоник и мощности короткого замыкания на шинах системы.

4. Исследованы зависимости суммарного коэффициента гармонических составляющих от параметров электрической сети, таких как мощности короткого замыкания системы, мощности батарей конденсаторов и потребляемой нагрузки в резонансном режиме на соответствие ГОСТ 32144-2013 по качеству электроэнергии.

5. Разработан алгоритм эффективного управления компенсацией реактивной мощности батареями конденсаторов с анализом частотной характеристики распределительной сети в системе электроснабжения промышленных предприятий, содержащих источники высших гармоник.

Замечания по диссертационной работе и автореферату:

1. Первая глава диссертации, по моему мнению, перенасыщена общеизвестными понятиями и информацией. Следовало бы сократить текст этой главы.

2. В той же главе, а именно в выводах, приведены результаты, которые касаются прежде всего влияния высших гармоник, хотя в самом тексте этому посвящена незначительная часть.

3. В качестве научной новизны, а также в положениях, выносимых на защиту, автор представляет методики. Методика – это инженерная задача, решаемая на основе применения методов или алгоритмов. Я бы посоветовал поменять их на алгоритмы, которые представлены в диссертации.

4. Автор в качестве коэффициента мощности применяет $\cos\varphi$. Очевидно, что это можно делать только для одной гармоники. При наличии высших гармоник следует использовать обобщенный коэффициент мощности, учитывающий высшие гармоники.

5. Автором приводится акт внедрения, однако описание самого

внедрения в диссертации отсутствует.

6. Как и в любой диссертации, в тексте содержатся орфографические и смысловые ошибки.

Общее заключение

Оценивая работу в целом, считаю, что диссертационная работа Дрей Надежды Михайловны «Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения с малой установленной мощностью» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором единолично. Приведенные выше дискуссионные положения, по мнению оппонента, могут быть полезны при определении направлений дальнейшей научной деятельности Дрей Н.М, а критические замечания имеют не принципиальный характер и не снижают ценности диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и двух приложений. Работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе Н.М. Дрей в науку. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Результаты диссертации внедрены в проекты по исследованию режимов работы электрических сетей АО «Конденсат» (Республика Казахстан) и разработке рекомендаций по компенсации реактивной мощности, исследованию режимов работы электрических сетей *SAIPEM* и разработке рекомендаций по снижению доли высших гармоник в соответствии с требованиями стандарта по качеству электроэнергии Республики Казахстан.

Оппонент рекомендует использовать результаты диссертационного исследования предприятиями электрических сетей и систем электроснабжения, промышленности, сельского и коммунального хозяйства, непосредственно связанными с распределением, передачей электроэнергии.

Считаю, что диссертанту следует продолжить работу в Чувашском государственном университете им. И.Н. Ульянова с целью дальнейшего развития научного направления в области исследования высших гармоник и алгоритма управления компенсацией реактивной мощности батареями конденсаторов с анализом частотной характеристики распределительной сети промышленных предприятий, содержащих источники высших гармоник.

Предложенные Н.М. Дрей в диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 14 печатных работах, в том числе 5 из них в научных изданиях из Перечня, утвержденного ВАК, одна статья из Перечня научных изданий, входящих в международные базы данных и системы цитирования (*Scopus*) и одно свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Положения и результаты диссертации докладывались Дрей Н.М. на 7 международных и российских конференциях.

Выводы по диссертационной работе, структурно концентрированы автором в соответствии с содержанием работы и ее результатами. В них убедительно отражена научная и практическая ценность проведенных исследований по разработке алгоритма компенсации реактивной мощности, заключающаяся в выборе параметров устройства автоматической компенсации реактивной мощности с учетом допустимой перегрузки токами высших гармоник батарей конденсаторов, исключения резонансных явлений в сети и обеспечения качества электрической энергии в системе электроснабжения малой установленной мощности.

Оппонент подтверждает, что основные результаты диссертационной работы, отражая существо оппонируемой работы, с достаточной полнотой освещены в научных публикациях Дрей Н.М., изданных в период 2017 – 2021 гг. Они убедительно апробированы автором в выступлениях на международных и российских научно-технических конференциях.

В диссертации отсутствует заимствованный материал без ссылки на авторов и источники заимствования.

Таким образом, диссертационная работа «Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения с малой установленной мощностью» соответствует паспорту специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы, а также критериям установленным Положением о присуждении ученых степеней, в том числе п.9-14. Автор диссертационной работы Дрей Надежда Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Заведующий кафедрой общей электротехники,
доктор технических наук, доцент федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования

«Санкт-Петербургский
горный университет»

Ярослав Элиевич Шклярский

27.09.2021

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»
199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, Инженерный корпус, Малый
пр. 83, тел.: 8-812-382-04-62, e-mail: Shklyarskiy_yae@pers.spmi.ru

Асу