

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Третьяковой Елены Семеновны «Анализ энергоэффективности глубокой компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий и городов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

1. Актуальность темы диссертации

Принятый в 2009 году Федеральный Закон № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», ставший правовой основой для решения вопросов внедрения энергосберегающих технологий и повышения энергетической эффективности, свидетельствует о том, что политика ресурсо- и энергосбережения приобретает все большую актуальность. Экономическая ситуация страны и финансовое положение большей части промышленных предприятий таковы, что к обеспечению потребителей электроэнергией необходимо подходить с точки зрения эффективного использования энергоресурсов или другими словами, развивать электрические сети необходимо за счет снижения потерь. Одним из индикаторов уровня потерь, является степень потребления реактивной мощности. В России большая часть мероприятий по компенсации реактивной мощности (КРМ) направлена для сетей высокого и сверхвысокого напряжения. Большинство научных работ в области КРМ относятся к расчетам и оптимизации режимов в высоковольтных сетях. Применительно же к сетям низкого напряжения имеются лишь узкие исследования, посвященные общей компенсации реактивной мощности. Это обусловлено разветвленностью и сложностью схем электроснабжения, при этом сети промышленных предприятий и городские электросети напряжением 10(6)–0,4 кВ по протяженности составляют около 50 % всех сетей страны.

Поэтому анализ энергоэффективности и проведение полноценного комплексного исследования глубокой компенсации реактивной мощности, ее финансовая обоснованность применения в электрических сетях 10(6)–0,4 кВ систем электроснабжения промышленных предприятий и городов, являются весьма актуальными и важными в научном и практическом аспектах.

2. Новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна результатов диссертационной работы состоит в следующем:

2.1. Проведен анализ энергоэффективности компенсации реактивной мощности в сетях электроснабжения промышленных предприятий и городов и выполнено технико-экономическое обоснование, доказывающие необходимость перехода к принципу глубокой компенсации, отличающемуся значением коэффициента реактивной мощности $\text{tg}\varphi$ близкому к значениям $(0-0,1)$;

2.2. Глубокая компенсация реактивной мощности рассматривается как двухкритериальная задача: снижение потерь активной мощности и снижения материальных и финансовых затрат на кабельную продукцию;

2.3. Для решения задачи оптимального размещения компенсирующих устройств и выбора их мощности применен один из методов искусственного интеллекта, а именно алгоритм роя частиц с адаптацией его параметров, что позволяет избежать трудоемких вычислительных затрат градиентным методом и получения глобального минимума.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и результаты работы являются обоснованными и опираются на новый математический аппарат, а также теоретические законы электротехники и теории электрических систем, электрических машин и других дисциплин, которые хорошо апробированы и подтверждены практикой. Для получения результатов использовались методы оптимизации, основанные на генетических алгоритмах и алгоритмах роевого интеллекта. Достоверность результатов доказана на практике, о чем свидетельствуют акты внедрения.

4. Значимость для науки и практики результатов, полученных в диссертации

Значимость для науки и практики результатов проведенных исследований заключается в новых нормативных предложениях, состоящих в том, что обоснованный уровень компенсации реактивной мощности до значения $\text{tg}\varphi = 0-0,1$ представляет возможным значительно снизить потери активной мощности, а также получить экономический эффект от снижения материальных затрат на токопроводящие материалы кабелей и проводов. Такой системный подход позволяет повысить энергоэффективность использования электрической энергии. Автором установлена зависимость

степени компенсации реактивной мощности от мощности электроприемников и длины питающих линий.

5. Соответствие критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям

Структура работы включает в себя введение, пять разделов, заключение, список сокращений, список литературы, включающий 142 библиографических ссылки на отечественных и зарубежных авторов. Работа содержит 147 страниц основного текста, десять приложений на 29 страницах.

В первом разделе выполнен анализ нормативных документов, определяющих эффективное использование электроэнергии и регламентирующих степень компенсации реактивной мощности. Дана оценка состояния дел по компенсации реактивной мощности на промышленных предприятиях с точки зрения производителя. Выполнен сравнительный анализ компенсации реактивной мощности в сетях низкого напряжения за рубежом. Автором предложен новый термин: «глубокой компенсации».

Во втором разделе дан глубокий анализ методов решения оптимизационных задач. Выполнено оптимальное размещение источников реактивной мощности для одного из цехов промышленного предприятия по методу Лагранжа и с помощью генетического алгоритма.

В третьем разделе автор проводит исследования уменьшения потерь электроэнергии в системах электроснабжения промышленных предприятий и городов при компенсации реактивной мощности до значения $\text{tg}\varphi$, нормируемого приказом Минэнерго России от 23 июня 2015 г. № 380, и при компенсации до значения $\text{tg}\varphi$ равного 0–0,1. Не вызывает сомнения доказанная энергоэффективность глубокой компенсации реактивной мощности, которая позволяет значительно снизить потери активной мощности в сетях низкого напряжения. Впервые оптимизационная задача размещения источников реактивной мощности с учетом снижения потерь электроэнергии и минимизации затрат на компенсирующие установки решена методом алгоритма роя частиц с адаптацией его параметров.

Интересна с практической точки зрения часть главы, посвященная возможному влиянию глубокой компенсации реактивной мощности на устойчивость узлов нагрузки с асинхронными двигателями.

Четвертый раздел посвящен исследованию глубокой компенсации реактивной мощности в сети электроснабжения промышленного предприятия для снижения потерь электроэнергии с учетом минимизации затрат на кабельную продукцию. Проведенные автором исследования для

различных вариантов значений тарифов на электроэнергию и удельной стоимости компенсирующих устройств подтверждают обоснованность снижения расходов на цветные металлы, присутствующие в кабельной продукции, при глубокой компенсации реактивной мощности.

В пятом разделе выполнена технико-экономическая оценка эффективности мероприятий электросбережения с использованием принципа глубокой компенсации реактивной мощности с учетом дисконтирования разновременных денежных потоков.

В заключении приведены основные теоретические и практические результаты и выводы, вытекающие из проведенных автором исследований.

Работа интересна, ее содержание имеет научную и практическую ценность. Она представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится анализ энергоэффективности компенсации реактивной мощности по принципу ее глубокой компенсации в системах электроснабжения промышленных предприятий и городов.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые результаты и положения и соответствует паспорту научной специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы:

– П. 8 «Разработка методов статической и динамической оптимизации для решения задач в электроэнергетике»;

– П. 12 «Разработка методов контроля и анализа качества электроэнергии и мер по его обеспечению»;

П. 13 «Разработка методов использования ЭВМ для решения задач в электроэнергетике».

Предложенные в диссертации решения достаточно аргументированы.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

6. Апробация работы

Основные положения диссертации представлялись на семинарах, Всероссийских и Международных научных конференциях.

Личный вклад автора диссертации подтверждается публикациями основных результатов диссертации в 15 печатных работах, в том числе в пяти изданиях из списка, рекомендованного ВАК РФ и две работы зарегистрированы в наукометрической базе Scopus.

7. Основные замечания по содержанию диссертации

1. Формулировка задачи минимизации затрат в разделе 3 автореферата при выборе средств компенсации не содержит явного описания параметров и

ограничений на переменные режима электрической сети, используемых при расчете потокораспределения, потерь активной мощности и $\text{tg}\Phi$.

2. В формулировках, приведенных в диссертации оптимизационных задач, не содержится время. Автор ограничивается использованием времени максимальных потерь, что позволяет отказаться от рассмотрения графиков потребления активной мощности. Неясно, насколько правомерно полагать время потерь постоянной величиной при выборе компенсирующих устройств.

3. В табл. 1 автореферата приведены суммарные затраты при глубине компенсации 0.35 и 0.1 равные соответственно 1210 тыс. руб. и 1431 тыс. руб. Их сопоставление показывает, что глубокая компенсация не оптимальна и требует дополнительного обоснования.

8. Общее заключение

Диссертация Е.С.Третьяковой представляет собой завершенную научно-квалифицированную работу, по уровню научной новизны, практической ценности, реализации полученных результатов, объему и содержанию теоретических и экспериментальных исследований. Работа отвечает критериям Положения о присуждении ученых степеней ВАК, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, с изменениями, внесенными постановлением Правительства РФ № 335 от 21.04.2016. Ее автор, Третьякова Елена Семеновна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Энергетические станции и электроэнергетические системы.

Отзыв на диссертацию составлен

«19» март 2018 года.

Канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник

Войтов Олег Николаевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН), отдел электроэнергетических систем.

Адрес: Россия, 664033, Иркутск, ул. Дермонтова, 130

тел. 8(3952) 42-47-00, 8(3952) 5

e-mail: sdo@isem.irk.ru