

ОТЗЫВ

официального оппонента
кандидата технических наук, доцента

Герасимова Сергея Евгеньевича

на диссертацию **Соловьева Сергея Викторовича**

**«Повышение передаваемой активной мощности в распределительной
сети среднего напряжения электротехнического комплекса
промышленного предприятия»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.09.03 - "Электротехнические комплексы и системы"

На отзыв представлены:

- диссертация общим объемом 144 страницы, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 99 наименований и приложения;
- автореферат диссертации на 20 страницах с общей характеристикой работы, кратким изложением основного содержания результатов, полученных в диссертации, и списком публикаций по теме диссертации из 5 наименований.

1. Соответствие диссертации паспорту научной специальности 05.09.03 – "Электротехнические комплексы и системы" и установленным критериям, которым должны удовлетворять диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В соответствии с паспортом научной специальности 05.09.03 – "Электротехнические комплексы и системы", область исследований диссертации Соловьева С.В. имеет научную новизну и практическую значимость в части:

- п.1. Развития общей теории электротехнических комплексов и систем, изучения системных свойств и связей, физического, математического, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем.
- п.2. Обоснование совокупности технических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем.
- п.3. Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления.

Диссертационная работа Соловьева С.В. соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук (Положение о присуждении ученых степеней, постановление Правительства РФ N 842 от 24 сентября 2013 года).

– п.9. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития электроэнергетической отрасли в части проектирования и совершенствования систем электроснабжения промышленных предприятий путем перевода их на постоянный ток.

– п.10. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку. Научные положения, выносимые на защиту, сформулированные автором и представленные в тексте диссертации и в автореферате, имеют научную новизну в выборе метода повышения пропускной способности распределительной сети путем перевода на постоянный ток и способе передачи электроэнергии путем переключения проводов в трехпроводной линии постоянного тока.

Поскольку диссертация имеет прикладной характер, то основные научные результаты, полученные С.В.Соловьевым, были апробированы на примере распределительной сети шахты "Воргащорская".

Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

– п.п.11 – 13. По теме диссертационной работы опубликовано 5 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, входящих в список рекомендуемых ВАК (Электротехнические комплексы и системы управления, № 3 2015, Международный научно-исследовательский журнал, № 6 2016, Известия Тульского государственного университета, № 5 2017), в которых изложены основные научные результаты. Содержание опубликованных работ в полной мере отражает содержание автореферата и диссертации.

– п.14. В диссертации сделаны необходимые ссылки на авторов и источники заимствования материалов или отдельных результатов.

2. Актуальность темы диссертации.

Рост промышленного производства в условиях ограниченных ресурсов требует поиска новых наиболее эффективных методов модернизации систем электроснабжения. В последние годы в электроэнергетике активно используются устройства силовой электроники, вставки и линии

электропередачи постоянного тока. В связи с этим оценка эффективности и разработка методов перевода сетей среднего напряжения на постоянный ток, которые являются основной идеей диссертации С.В. Соловьева, представляются чрезвычайно актуальными.

Цель работы Соловьевым С.В. сформулирована достаточно четко: повышение передаваемой активной мощности в распределительной сети переменного тока среднего напряжения электротехнического комплекса предприятия путем обоснованного выбора наиболее эффективного технического решения.

3. Общая характеристика работы и ее научных положений

Диссертационная работа имеет объем 144 страницы и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и содержит 54 рисунка, 2 таблицы, 1 приложение. Список литературы включает 99 работ, из них 51 на русском и 48 на английском языках.

Во введении обоснована актуальность и соответствие диссертации паспорту научной специальности 05.09.03 – "Электротехнические комплексы и системы", аргументируются научная новизна, практическая значимость и достоверность полученных результатов, сформулированы цель работы и основные задачи исследования.

В первой главе рассмотрены особенности систем электроснабжения предприятий горнодобывающей и нефтегазовой промышленности. Проведен анализ методов увеличения передаваемой активной мощности в сетях электроснабжения промышленных предприятий с помощью устройств продольной и поперечной компенсации, вольтодобавочных трансформаторов и за счет изменения рода тока.

Во второй главе приведены расчеты для определения пропускной способности линии электропередачи при использовании различных компенсирующих устройств, с учетом ограничений по допустимым отклонениям напряжения и предельному по условиям нагрева проводов току.

Текст 1 и 2-й глав диссертации по объему и последовательности изложения материала, в части выбора способа повышения пропускной способности питающей сети, полностью раскрывает первое защищаемое положение работы.

В третьей главе рассмотрены методы повышения пропускной способности трехпроводной трехфазной линии при переводе ее на постоянный ток. Предложен коэффициент, позволяющий количественно оценить увеличение передаваемой мощности при смене рода тока. Проведен анализ эффективности смены рода тока

в распределительной сети различными способами.

В четвертой главе представлены результаты исследования на имитационной модели системы электроснабжения предприятия, включающей линию электропередачи постоянного тока, передающей электроэнергию по трем проводам по схеме «один прямой, два обратных» в повторно-кратковременном режиме. Модель системы создана в программном комплексе Simulink MATLAB.

Изложенные в главах 3 и 4 соискателем материалы соответствуют второму положению, выносимому на защиту, т.е. выбору системы электроснабжения постоянного тока, работающей по схеме «один прямой, два обратных» в повторно-кратковременном режиме.

Исходя из анализа содержания диссертационной работы, можно заключить, что она обладает внутренним единством, а по своему объему, структуре и направленности результатов, полученных в процессе решения поставленных задач, является законченным исследованием, и соответствует требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

4. Оценка научной новизны, степени обоснованности и оценка достоверности положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Научная новизна основных результатов диссертационной работы состоит в решении научно-технической задачи, имеющей существенное значение для развития электроэнергетической отрасли и заключающейся в разработке научно обоснованных рекомендаций по выбору технических решений для повышения передаваемой активной мощности в распределительных сетях переменного тока:

1. Проведен сопоставительный анализ существующих способов повышения передаваемой активной мощности в распределительных сетях переменного тока промышленных предприятий.
2. Предложен и обоснован способ передачи электроэнергии в системах электроснабжения переводом их на постоянный ток с последующим циклическим переключением проводов, позволяющий увеличить передаваемую активную мощность в распределительных сетях.
3. Разработан алгоритм выбора способа повышения передаваемой активной мощности распределительных сетей среднего уровня напряжения на основе аналитических выражений, учитывающих ограничения по допустимым отклонениям напряжения, предельному току по нагреву и с учетом статических характеристик нагрузки.

4. Разработан критерий выбора способа увеличения передаваемой активной мощности распределительных сетей в виде коэффициента запаса по мощности, позволяющий выбрать наиболее эффективный способ увеличения передаваемой мощности в электротехнических комплексах предприятий.
5. Получены зависимости передаваемой активной мощности трехпроводной линии от ее параметров при использовании компенсирующих устройств либо изменении рода тока.

Достоверность выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации, подтверждается применением апробированных методов математического и имитационного моделирования и достаточной сходимостью результатов математического и имитационного моделирования схем электроснабжения среднего уровня напряжения.

5. Практическая ценность диссертационной работы и рекомендации по использованию ее результатов.

Научные и практические результаты, полученные в диссертации можно рекомендовать к использованию в электросетевых компаниях, научно-исследовательских и проектных институтах, в системах электроснабжения промышленных предприятий при модернизации распределительных сетей с целью увеличения передаваемой активной мощности, в условиях ограниченных ресурсов.

Разработанные алгоритм и предложенные критерии выбора способа увеличения передаваемой активной мощности распределительных сетей могут быть внедрены в практику проектирования при реконструкции систем электроснабжения промышленных предприятий.

Предложенный в диссертационной работе метод оценки повышения передаваемой активной мощности был апробирован на примере распределительной сети угольной шахты «Воргашорская».

6. Апробация работы и подтверждение опубликования основных положений работы.

Основные положения и результаты работы докладывались на: II-ом Международном научно-техническом семинаре «Современные разработки в области электроснабжения и электропривода» в апреле 2016 г., Международной научно-технической конференции «Современные проблемы машиностроения» в октябре 2016 г. и Международной научно-технической конференции «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики» в марте 2017 г.

По теме диссертации опубликовано 5 печатных работ, в том числе 3 в

научных изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации, и получено свидетельство на программный продукт.

7. Основные вопросы и замечания по работе:

1. Мелкие замечания редакционного характера имеются в тексте диссертации, так в оглавлении, на стр.2 пропущен пробел "ГЛАВА 2 ...В НАГРУЗКУАКТИВНОЙ...", на этой же странице, но тремя строками ниже лишний пробел "...распределители тельной...".

2. На странице 21 диссертации рассматриваются потери на корону в линиях высокого напряжения, и используется выражение "...коронарные потери..." обычно слово коронарные обозначает относящийся к сердечным артериям. Применительно к линиям высокого напряжения используется выражение "потери на корону".

3. Еще ниже на стр.21 проблема с падежами "указываются заводов-изготовителем".

4. На странице 24 написано "дизель-генераторные" должно писаться раздельно.

5. Страница 27, отсутствуют пробелы между словами "сети предприятияхтакжедостигается"

6. Страница 39, лишний союз "и" – "без понижения и напряжения", падежи – "Трансформатора имеют высокий КПД"

7. Опечатки в списке литературы:

32. ФСК ЕЭС. Пграмма «Создание в единой...

49. Смоловик С.В., Халилович Ф.Х. Выбор... (Халилов Ф.Х)

84. Железко Ю.С. Для поддержания напряжения на допустимом уровне применяются устройства компенсации потерь напряжения. Руководство для практических расчетов. М.: ЭНАС, 2009. С. 198-218 (Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях).

Кроме редакционных есть ряд более существенных замечаний:

1. На странице 21 поясняется, что корона возникает при напряженности электрического поля близкой к допустимой, которая не должна превышать 21,2 кВ/см. Затем следует фраза "На средних уровнях напряжения такая напряженность поля достигается крайне редко, в случае высокой влажности окружающей среды и при определенном сечении кабеля". Заметим, что коронный разряд – это разряд в газовой среде, возникающий в резко неоднородных полях. В кабеле могут быть частичные разряды, но короны быть не может.

2. В выводах по второй главе, пункт 2 отмечено, что "Для реального диапазона варьирования параметров tg_L и tg_H определено, что пропускная способность в случае применения устройств компенсации может превышать минимальное значение передаваемой мощности в три раза." Это же написано на странице 10 автореферата. Из рис.1 автореферата следует, что минимум передаваемой мощности отвечает значению $tg_H = 1$. Однако из Приказа Минэнерго РФ от 23 июня 2015 г. N 380 "О Порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии" следует, что максимальное значение коэффициента реактивной мощности, потребляемой в часы наибольших нагрузок, для сетей 35, 20, 10 и 6 кВ не должно превышать 0,4. Если принять $tg_H = 0.4$, то пропускная способность может увеличиться примерно в 1,5 раза.

3. Хотелось бы получить разъяснение автора, что он имел в виду написав на странице 65 "В случае с продольной компенсацией напряжение по всей линии не может выходить за установленные пределы, т.к. увеличение напряжения вдоль линии выше его значения в узле, к которому подсоединяется фидер с УПК, возможно лишь при $X_{упк} > X_L$, что недопустимо по условиям устойчивости [85]."

4. Последнее замечание касается апробации результатов работы, для моделирования была выбрана кабельная сеть 6 кВ шахты Воргашорская. Вариант не выигрышный, поскольку кабели имеют индуктивное сопротивление меньше активного. В работе было установлено, что увеличение передаваемой мощности, при переходе на постоянный ток, определяется уменьшением полного сопротивления до величины активного.

8. Заключение.

Представленная Сергеем Викторовичем Соловьевым диссертационная работа на тему «Повышение передаваемой активной мощности в распределительной сети среднего напряжения электротехнического комплекса промышленного предприятия» полностью соответствует научной специальности 05.09.03 - "Электротехнические комплексы и системы", выполнена на достаточно высоком уровне, обладает внутренним единством, и является законченной научно-квалификационной работой. Результаты исследований и выводы, полученные в диссертации, свидетельствуют, что работа имеет большое практическое значение. Основные результаты работы являются полностью авторскими. Работа достаточно проиллюстрирована наглядной графикой (рисунками и таблицами).

