

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Непша Федор Сергеевич** «Повышение энергоэффективности систем электроснабжения угольных шахт при оптимальном регулировании напряжения», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

1. Структура и объём диссертации

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева». Состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, включающего 115 наименований, и шести приложений. Диссертация изложена на 184 страницах машинописного текста, содержит 51 рисунок и 11 таблиц.

2. Актуальность темы диссертации

Энергетика – сложнейшая отрасль жизнеобеспечения. Взаимосвязанность процессов всего оборудования электроэнергетических систем (ЭЭС), а также их специфика – одна из главных особенностей этих систем. Поэтому важной задачей является достоверное моделирование данных процессов при всех возможных режимах ЭЭС.

Ещё одним немаловажным вопросом является повышение эффективности функционирования ЭЭС. Критерии эффективности могут быть различными в зависимости от объекта и поставленной задачи. Наиболее часто рассматривается критерий минимума потерь активной мощности или электроэнергии.

Вопросами оптимизации режимов ЭЭС занимались и занимаются многие учёные. Тем не менее, отмеченная сложность процессов в ЭЭС, развитие техники и технологий неминуемо влечёт необходимость дальнейших исследований в данной области.

Развитие компьютерных технологий позволяет создать имитационную модель для анализа применения тех или иных средств повышения эффективности функционирования ЭЭС. Однако, в такой модели требуется уточнение и совершенствование моделей основных узлов (например, узлов нагрузки).

В связи с этим диссертационная работа, посвященная разработке алгоритма оптимального регулирования напряжения с учётом статических характеристик шахтовых электродвигателей, несомненно, является актуальной.

3. Оценка содержания диссертации

Во введении обосновывается актуальность проведённых в диссертации исследований, а именно учёт статических характеристик нагрузки по напряжению в дополнение к существующим принципам централизованного регулирования напряжения при разработке алгоритма оптимального регулирования напряжения в системах электроснабжения

(СЭС) угольной шахты по критерию минимума потерь активной мощности. Сформулированы цель, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, указаны положения, выносимые на защиту.

Первая глава диссертации посвящена анализу состояния проблемы регулирования напряжения в СЭС угольных шахт Кузбасса. Результаты показали неэффективность использования существующих устройств регулирования напряжения, а алгоритмы функционирования требуют значительной доработки.

Во второй главе приведены исследования процесса потребления активной и реактивной мощности в СЭС угольных шахт в зависимости от напряжения. Разработан алгоритм определения параметров статических характеристик нагрузки (СХН) по напряжению с использованием MATLAB Simulink (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018616064), позволяющий оперативно сформировать базу статических характеристик нагрузки шахтowych асинхронных двигателей (АД). Полученные эквивалентные статические характеристики нагрузки по напряжению могут быть использованы при разработке рекомендаций по регулированию напряжения в условиях существующей системы регулирования.

В третьей главе приводится описание разработанной системы регулирования напряжения в СЭС угольной шахты и алгоритма оптимизации дискретных и недискретных параметров устройств регулирования напряжения по критерию минимума потерь активной мощности.

Четвёртая глава диссертации содержит результаты тестирования предложенного алгоритма оптимального регулирования напряжения и оценке его эффективности.

В заключении сформулированы основные выводы по диссертационной работе. Показано, что решены поставленные задачи, позволяющие достичь цели проведённого исследования.

Приложения содержат акты об использовании результатов, заявку на государственную регистрацию программы ЭВМ, а также поясняющие материалы для разработанных алгоритмов.

4. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Материалы диссертации и автореферата соответствуют пунктам 1, 3 и 4 области исследования паспорта научной специальности 05.09.03 по техническим наукам.

5. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

6. Методы исследования

В диссертационном исследовании применялись общие положения теории электрических цепей, аналитический метод исследования функциональных зависимостей, метод Ньютона, метод последовательного

квадратичного программирования, метод внутренней точки и имитационное моделирование.

7. Степень обоснованности научных положений и достоверности полученных результатов

Обоснованность научных положений и достоверность полученных результатов определяется строгой теоретической аргументацией выбора направления исследования, применением теоретических и экспериментальных методов исследования в рассматриваемой области, подтверждена обсуждением результатов на национальных и международных научно-технических конференциях и семинарах.

Кроме этого, достоверность полученных результатов с помощью разработанной имитационной модели и алгоритмов подтверждена экспериментами, необходимость которых для решения указанных в диссертации задач отражена в представленных актах использования результатов работы.

В связи с вышеизложенным следует считать степень достоверности и обоснованности высокой.

8. Уровень новизны научных положений, выводов и рекомендаций

К научной новизне относятся следующие результаты:

1. Отличающийся от существующих использованием Т-образной схемы замещения алгоритм определения коэффициентов полинома статических характеристик нагрузки АД по напряжению, который позволяет одновременно учитывать кривые намагничивания и механические характеристики нагрузки.

2. Разработанный алгоритм даёт возможность уточнить статические характеристики и регулирующие эффекты нагрузки шахтовых АД по напряжению.

3. В пассивных элементах СЭС угольной шахты от напряжения получены зависимости относительного изменения потерь активной и реактивной мощности при изменении их загрузки и параметров.

4. Разработанный алгоритм оптимального регулирования напряжения в СЭС угольной шахты по критерию минимума потерь активной мощности позволяет оптимизировать дискретные и недискретные параметры устройств регулирования напряжения с учетом статических характеристик нагрузки по напряжению.

9. Ценность для науки и практики результатов исследования

Научная значимость результатов диссертации заключается в разработке алгоритмов и их реализации в имитационной модели СЭС угольной шахты при использовании уточнённых статических характеристик нагрузки, обеспечивающих значительное повышение полноты и достоверности моделирования, анализа и энергоэффективности рассматриваемого объекта исследования.

Кроме этого, выполнены аргументированный критический анализ состояния проблемы регулирования напряжения в СЭС угольных шахт Кузбасса.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы:

- для оценки влияния параметров АД и элементов СЭС угольной шахты на уровень потребления активной и реактивной мощности при разработке мероприятий по повышению энергоэффективности угольных шахт Кузбасса,
- для определения уставок блоков автоматического регулирования (БАР) УРПН на подстанциях, питающих угольные шахты.
- для разработки рекомендаций по регулированию напряжения в СЭС угольных шахт с целью снижения потерь активной энергии.

5. Отличие выполненных исследований от других работ

Диссертационная работа Непша Ф.С. отличается от других работ, выполненных в исследуемой области, целостным и всесторонне обоснованным подходом к решению поставленной задачи:

- предложен алгоритм определения уточненных статических характеристик и регулирующих эффектов нагрузки по напряжению для электродвигателей современного горно-шахтного оборудования;
- получены зависимости относительного изменения потерь активной и реактивной мощности в пассивных элементах СЭС угольной шахты от напряжения при изменении их загрузки и параметров;
- разработан алгоритм оптимального регулирования напряжения в СЭС угольной шахты по критерию минимума потерь активной мощности с возможностью оптимизации дискретных и недискретных параметров устройств регулирования напряжения при учёте статических характеристик нагрузки по напряжению.
- проведено экспериментальное исследование разработанных алгоритмов на имитационной модели СЭС угольной шахты.

6. Личный вклад автора

Представленные в диссертационном исследовании результаты, получены преимущественно автором и при его непосредственном участии. Единолично выполнено планирование и проведение экспериментов, результаты которых проанализированы и обобщены в работе. Сформулированные научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, выбранные методы диссертационного исследования обоснованы лично автором. В целом личный вклад автора в проведённое исследование составляет не менее 70%. Вклад автора в написание научных публикаций составляет более 70%.

7. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По теме диссертационной работы опубликовано 15 работ, в том числе 6 статей в изданиях, рекомендованных ВАК для соискателей ученых степеней, а также одно свидетельство о государственной регистрации

программы для ЭВМ.

8. Соответствие полученных результатов поставленной цели и задачам

Полученные результаты соответствуют поставленной цели. Сформулированные задачи решены.

9. Замечания

1. При анализе процесса изменения напряжения (страница 23 диссертации) выбраны данные за декабрь 2016 и май 2017 года. Не ясно, чем обусловлен такой выбор? Достаточна ли такая выборка для вывода п. 3 по главе 1?

2. На взгляд оппонента первая глава перенасыщена теоретическими материалами.

3. Не ясно, почему автор оставляет без внимания статические характеристики по частоте, рассматривая только статические характеристики по напряжению.

4. На стр. 56 диссертации указано: «Если $R_p^2, R_Q^2 \geq 0,75$, полученные функции обладают сильной корреляционной связью с данными, полученными в среде MATLAB Simulink [18]. В противном случае выполняется корректировка полученных функций». Не ясно, чем обусловлено значение 0,75 и как выполняется корректировка функций.

5. Для оценки достоверности полученные статические характеристики нагрузки (рисунок 2.5) было бы полезно сравнить с фактическими, оценив погрешность моделирования. Также необходимо сделать вывод об универсальности проведённых расчётов.

6. На странице 93 диссертации даётся описание составления матрицы смежности. При этом не говорится, является ли рассматриваемый граф направленным или нет?

10. Соответствие диссертации критериям «Положения о присуждении учёных степеней»

Диссертационная работа Непша Ф.С. отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней» от 24 сентября 2013 г.

По п.9. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой выполненное автором новое научно обоснованное техническое решение в виде созданной имитационной модели СЭС угольной шахты с учётом уточнённых статических характеристик нагрузки позволяет повысить энергоэффективность подземной добычи угля при оптимальном регулировании напряжения.

По п.10. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации имеются сведения о практической полезности результатов и рекомендации по использованию научных выводов.

По п.11-13. Основные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях: 6 статей в изданиях, рекомендованных ВАК.

По п.14. Диссертация отвечает требованию указания ссылок на заимствованные материалы или отдельные результаты.

11. Заключение

В целом результаты исследований и полученные выводы доказывают, что диссертационная работа направлена на решение актуальной научно-технической задачи, имеющей большое научное и прикладное значение для современной электроэнергетики.

Высказанные замечания не опровергают ни научных, ни практических результатов диссертации и не меняют общего положительного мнения о работе.

С учётом вышеизложенного диссертационная работа «Повышение энергоэффективности систем электроснабжения угольных шахт при оптимальном регулировании напряжения» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне, а её автор Непша Федор Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент
заведующий кафедрой «Электрических
станций» ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный
университет»,
доктор технических наук по специальности
05.14.02 – Электрические станции и
электроэнергетические системы, доцент


Русина Анастасия Георгиевна

Сведения:

Полное наименование организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Юридический адрес: 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20.

Телефон: 8 (383) 346-13-73

Эл. адрес: rusina@corp.nstu.ru

Должность: заведующий кафедрой «Электрических станций»

Ф.И.О.: Русина Анастасия Георгиевна


Подпись
ЗАВЕДУЮЩИЙ
Нач. кафедры

