

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук
Шевырёва Юрия Вадимовича на диссертационную работу
Гилемова Ильдара Галиевича на тему: «Повышение качества электроэнергии во
внутризаводских распределительных сетях за счёт усовершенствованных
систем управления активных выпрямителей», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы диссертационной работы

Широкое распространение в современных электротехнических комплексах металлургических предприятий получили регулируемые электроприводы переменного тока на базе преобразователей частоты с активными выпрямителями. Опыт эксплуатации преобразователей частоты с активным выпрямителем выявил их недостатки. Во внутренней распределительной сети предприятия 6-35 кВ возможно наложение высокочастотных гармоник тока, генерируемых АВ, на резонансную область частотной характеристики сети. При этом происходит значительное усиление гармоник напряжения с этими же номерами в точке присоединения преобразователя. При отсутствии отдельной секции на главной понизительной подстанции для питания мощных преобразователей частоты с активными выпрямителями происходит значительное ухудшение качества напряжения. Поэтому обеспечение электромагнитной совместимости электроприводов переменного тока на базе преобразователей частоты с активными выпрямителями является актуальной научной задачей.

Целью данной работы является улучшение электромагнитной совместимости мощных электроприводов промышленных агрегатов, построенных на базе преобразователей частоты с активным выпрямителем, с внутризаводской распределительной сетью системы электроснабжения среднего напряжения 6-35 кВ за счет применения системы управления активным выпрямителем с динамическим выбором таблиц углов переключения, что позволит улучшить показатели качества напряжения в точке общего присоединения с учётом всех основных режимов работы электропривода.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»
за № _____
Дата регистрации <u>21.08.2023</u>
Фамилия регистратора _____

На основе анализа научных работ, посвящённых исследованию электромагнитной совместимости электроприводов с активными выпрямителями, в диссертационной работе Гилемова И. Г. сформулированы задачи, направленные на обеспечение электромагнитной совместимости мощных электроприводов с активными выпрямителями в системах электроснабжения среднего напряжения 6-35 кВ.

Основными задачами поставленными и решенными в диссертационной работе являются: проведение экспериментальных исследований режимов работы электроприводов большой мощности с преобразователями частоты и активными выпрямителями напряжения на действующих промышленных предприятиях; разработка усовершенствованных алгоритмов и системы управления активного выпрямителя с динамическим выбором углов переключения силовых ключей в зависимости от текущего режима работы электропривода; разработка модели системы управления активного выпрямителя для анализа качества электроэнергии в сетях 6-35 кВ при динамическом выборе таблиц углов переключения с учётом различных режимов работы электропривода; разработка методики расчёта таблиц углов переключения силовых ключей активного выпрямителя для усовершенствованной системы управления; проведение теоретических и экспериментальных исследований усовершенствованной системы управления активного выпрямителя, позволяющий улучшить качество электроэнергии в внутризаводских распределительных сетях среднего напряжения 6-35 кВ.

Решение поставленных задач позволит обеспечить электромагнитную совместимость мощных электроприводов с активными выпрямителями в системах электроснабжения среднего напряжения 6-35 кВ.

Достоверность и новизна основных результатов работы

Автором получены следующие новые научные результаты:

– результаты экспериментальных исследований, показывающие значимость влияния статических и динамических режимов электроприводов пере-

менного тока на базе преобразователей частоты с активными выпрямителями на качество электроэнергии в системе внутриводского электроснабжения;

– разработана система управления активным выпрямителем с динамическим выбором оптимальной таблицы углов переключения силовых ключей, позволяющая в зависимости от режима работы электропривода выбирать таблицу углов переключения силовых ключей с целью обеспечения для данного режима работы снижения отрицательного влияния преобразователей частоты с активными выпрямителями на питающую сеть среднего напряжения.

– разработана новая методика расчёта таблиц углов переключения силовых ключей АВ для предлагаемой системы управления и определены критерии динамического выбора таблицы углов переключения в зависимости от режима работы электропривода с целью минимизации возмущающих воздействий на регулируемые координаты и с учётом ограничений по нагреву силовых ключей;

– разработана усовершенствованная модель системы управления активным выпрямителем, отличающаяся тем, что позволяет производить анализ качества электроэнергии в сетях 6-35 кВ при динамическом выборе таблиц углов переключения с учётом различных режимов работы электропривода.

Достоверность результатов научных исследований в данной диссертационной работе подтверждается: критическим анализом литературы, посвящённой повышению качества электроэнергии при работе преобразователей частоты с активными выпрямителями напряжения; результатами имитационного моделирования; результатами экспериментальных исследований, полученными на действующих производствах; апробацией основных научных результатов на научно-технических конференциях, опубликованием статей в научных реферируемых журналах, в том числе международных.

Ценность для науки и практики

Ценность диссертационной работы для науки и практики заключается в:

– получении результатов экспериментальных исследований электроэнергии в системе внутривозовского электроснабжения, показывающих значимость учёта статических и динамических режимов электроприводов на базе преобразователя частоты с активным выпрямителем напряжения при оценке качества электроэнергии;

– усовершенствовании системы управления активного выпрямителя с динамическим выбором оптимальной таблицы углов переключения силовых ключей, учитывающая режимы работы частотно-регулируемых электропривода с активным выпрямителем;

– разработке методики расчёта таблиц углов переключения силовых ключей активного выпрямителя для предлагаемой системы управления для электроприводов механизмов с циклической работой, включающая критерии использования таблиц с учётом ограничений по нагреву полупроводниковых ключей;

– создании имитационной модели усовершенствованной системы управления с активным выпрямителем напряжения с динамическим выбором таблиц углов переключения;

– получении результатов экспериментальных исследований в ЗАО «ММК Metalurji» и ЧерМК ПАО «Северсталь», подтверждающих эффективность работы усовершенствованной системы управления активного выпрямителя в составе главных электроприводов прокатных станов.

Разработанные усовершенствованные алгоритмы, системы управления и методики приняты ко внедрению на действующих металлургических заводах ЗАО «ММК Metalurji» г. Дёртйол, Турция и ЧерМК ПАО «Северсталь» г. Череповец, Россия.

Публикации по работе

Основные положения диссертации в достаточном объеме изложены в 19 печатных работах, из которых 5 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 9 научных публикаций в изданиях, рецензируемых наукометрической базой

Scopus, получены 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ и опубликована 1 научная монография.

Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

Автореферат в полной мере отражает основные положения, идеи и выводы диссертации. Материалы автореферата дают полное представление о научных результатах работы.

Замечания

1. Отсутствуют описания моделей синхронного электродвигателя с активным инвертором напряжения, звена постоянного тока, а также других элементов, входящих в состав имитационных моделей на рисунках 3.5 и 3.6.

2. В диссертационной работе при разработке имитационных моделей предложено оригинальное решение, заключающееся в интеграции трёхфазной имитационной модели преобразователя частоты с активным выпрямителем напряжения с однофазной имитационной моделью системы электроснабжения стана. Необходимо было сравнить результаты моделирования для однофазной схемы замещения системы электроснабжения с трёхфазной.

3. Таблицы углов переключения считаются для конкретных значений коэффициента модуляции. Каким образом осуществляется нахождение углов переключения при промежуточных значениях коэффициента модуляции?

4. Отсутствие описания алгоритма работы блока импульсов управления затрудняет понимание работы системы управления активного выпрямителя в режимах удаления или подавления выделенных гармоник.

5. Не раскрыты вопросы возможности регулирования реактивной мощности и рекуперации энергии в сеть при работе системы управления активного выпрямителя в режимах удаления или подавления выделенных гармоник.

6. Нет объяснения, почему для определения текущего режима работы электропривода и выбора необходимого набора углов переключения используется ортогональная составляющая тока $AB \text{ id}$.

7. Из текста диссертации не понятно, насколько влияет неточность вычисления углов переключения на степень удаления или подавления выделенных гармоник.

Заключение

Диссертационная работа Гилемова Ильдара Галиевича «Повышение качества электроэнергии во внутризаводских распределительных сетях за счёт усовершенствованных систем управления активных выпрямителей» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую новое решение актуальной научно-технической задачи обеспечения электромагнитной совместимости электроприводов производственных механизмов с питающей сетью.

Диссертационная работа Гилемова И.Г. соответствует пунктам 1,3,4 паспорта научной специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы (п.1. Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение систем изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем; п.3. Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов энергоэффективного управления; п.4. Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях).

Представленная диссертационная работа «Повышение качества электроэнергии во внутризаводских распределительных сетях за счёт усовершенствованных систем управления активных выпрямителей» соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с пунк-

тами 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней» в редакции постановления правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а её автор, Гилемов Ильдар Галиевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент –

доктор технических наук по специальности

05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы,

доцент, профессор кафедры

«Энергетика и энергоэффективность

горной промышленности» НИТУ МИСИС,

Шевырев Юрий Вадимович



06 июля 2023 г.

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Адрес: 119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4, стр. 1.

Тел./факс: +7 (495) 955-00-32/ +7 (499) 236-21-05

E-mail: kancela@misis.ru

Сайт: <https://misis.ru/>

Подпись Шевырёва Юрия Вадимовича заверяю

Проректор НИТУ МИСИС

И.М. ИСАЕВ ЗАВЕРЯЮ
Проректор по безопасности
и общим вопросам
НИТУ МИСИС

И.М. Исаев

