

ОТЗЫВ

Официального оппонента, кандидата технических наук, доцента
Маклакова Александра Сергеевича на диссертационную работу
Буланова Михаила Викторовича на тему: **«Обеспечение электромагнитной
совместимости мощных электроприводов с активными выпрямителями
в системах электроснабжения при наличии резонансных явлений»**,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы диссертационной работы

Широкое распространение систем реверсивных электроприводов переменного тока с высоковольтными силовыми полупроводниковыми преобразователями в различных областях промышленности, электроэнергетики и электротранспорта привело к необходимости решения проблем обеспечения их электромагнитной совместимости с существующими системами электроснабжения. Оказалось, что накопленный специалистами и исследователями опыт проектирования систем электроснабжения для электроприводов постоянного и переменного тока большой мощности (свыше мегаватта) с реверсивными тиристорными преобразователями не способен решить проблемы, возникающие при проектировании и эксплуатации аналогичных систем электроснабжения для питания реверсивных электроприводов переменного тока с преобразователями частоты на полностью управляемых тиристорах или транзисторах.

В дистанционной работе Буланова М.В. эксперименты проводились на предприятиях черной металлургии, где в качестве главных приводов прокатных станов используются реверсивные электроприводы переменного тока среднего напряжения на базе преобразователей частоты с активными выпрямителями. Надежность и качество электроснабжения данных потребителей несомненно имеет важнейшее значение для металлургического предприятия.

Целью диссертации является улучшение электромагнитной совместимости реверсивных электроприводов переменного тока большой

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»
за № _____
Дата регистрации <u>15.08.2022</u>
Фамилия регистратора _____

мощности на базе преобразователей частоты с активными выпрямителями посредством новой методики определения оптимальных углов переключения силовых ключей активного выпрямителя, которая учитывает резонансы в питающей сети. Для достижения данной цели в диссертационной работе поставлены и решены следующие задачи:

1. Выполнен глубокий анализа параметров и особенностей режимов работы электротехнического комплекса «Питающая сеть – главный электропривод прокатной клетки». Проведены эксперименты для исследования работы электроприводов с активными выпрямителями в различных режимах. Исследованы существующие алгоритмы ШИМ активных выпрямителей. Исследовано влияние на сеть активных выпрямителей на действующем производстве.

2. Разработаны имитационные модели системы электроснабжения и активных выпрямителей, с помощью которых можно исследовать влияние работы электроприводов на качество напряжения в сети при различных условиях.

3. Предложен способ определения резонанса в сети с помощью тестового воздействия активного выпрямителя.

4. Разработана методика определения оптимальных углов переключений активного выпрямителя, учитывающая резонансы в питающей сети.

5. Проведено экспериментальное исследование эффективности предложенной методики определения оптимальных углов переключений активного выпрямителя на действующем электрооборудовании стана холодной прокатки ППП ХП ЧерМК ПАО «Северсталь».

Достоверность и новизна основных результатов работы

Достоверность научных результатов подтверждается результатами компьютерного моделирования с применением современных программных средств, экспериментальных исследований и апробацией основных научных результатов на научно-технических конференциях и на действующем производстве. Результаты исследований не вызывают сомнений, поскольку основаны на общепринятых допущениях и методиках анализа, а также

подтверждены экспериментально. Все теоретические положения и выводы в диссертации научно обоснованы.

По мнению официального оппонента, научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в следующем:

1) Получены уникальные результаты экспериментальных исследований работы мощных электроприводов с активными выпрямителями в системах электроснабжения при наличии резонансных явлений на действующем оборудовании металлургических предприятий;

2) Доказано сильное негативное влияние электроприводов переменного тока большой мощности с активными выпрямителями на качество сетевого напряжения при наличии резонансных явлений в питающей сети;

3) Предложена новая методика определения оптимальных углов переключений ключей активных выпрямителей, учитывающая форму частотной характеристики питающей сети;

4) Предложен новый способ управления активным выпрямителем для определения резонансов во внутриводской распределительной сети посредством генерирования различных форм сигналов внутренней ЭДС активного выпрямителя;

Практическая значимость и ценность работы

Практическая значимость реализации результатов диссертационной работы заключается в возможном их применении на действующих и проектируемых высокомошных реверсивных электроприводах различных производственных механизмов для снижения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения в питающей сети за счет рассчитанных углов переключений ключей активного выпрямителя с адаптацией к резонансным явлениям.

Представленные научно-практические результаты диссертационной работы можно рекомендовать предприятиям, занимающихся разработкой и производством высоковольтных мощных полупроводниковых преобразователей частоты для применения в составе различных устройств, комплексов и систем, в первую очередь для систем автоматизированного электропривода.

Научные результаты могут использоваться при подготовке специалистов соответствующего профиля.

Публикации по работе

Основное содержание диссертации раскрыто в 10 печатных работах, из них 2 научные статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 5 научных публикации в изданиях, входящих в систему цитирования Scopus, получено 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ, опубликована 1 научная монография. В представленных публикациях достаточно полно отражены все основные положения и выводы диссертации.

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы. Автореферат и диссертация соответствуют пунктам 1, 3, 4 и 5 паспорта научной специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Замечания и вопросы

1. В работе приведен анализ современных электроприводов на основе преобразователей частоты с активными выпрямителями различных фирм производителей, который охватывает только схемы подключения к питающей сети и алгоритмы управления переключений ключей активных выпрямителей напряжения. Однако в работе не рассмотрены другие компоненты систем электропривода, например, применение L-C-L фильтров для улучшения гармонического состава токов на входе активного выпрямителя.

2. В работе сказано, что на частотную характеристику питающей сети наиболее значимое влияние оказывают эквивалентная ёмкость кабельных линий, индуктивности токоограничивающих реакторов и сетевого трансформатора. Каким образом учитывалось взаимное влияние ёмкостей кабельных линий, а также насыщение магнитных систем силовых трансформаторов?

3. На рисунках 3.17 и 3.18 сравниваются результаты моделирования импеданса сети с экспериментальными данными, на основе которых делается вывод об адекватности математической модели. Однако, на указанных рисунках видно, что не все максимумы комплексных сопротивлений сети на одних и тех же частотах совпадают с резонансными пиками в

экспериментальной частотной характеристике. Чем может быть вызвано это различие и на основании каких критериев сделан вывод об адекватности имитационной модели питающей сети 10 кВ?

4. В работе не рассмотрен вопрос математического описания многообмоточных трансформаторов и многопульсных схем соединения с питающей сетью. Каким образом были реализованы эти компоненты рассматриваемого электротехнического комплекса при моделировании?

5. На рисунках 3.5–3.13 экспериментально измеренные мгновенные значения линейного напряжения преобразователя имеют нестабильный колебательный характер. Видно, что присутствует сильная нестабильность в поддержании баланса напряжений трехуровневого преобразователя как на холостом ходу, так и под нагрузкой. Проводился ли анализ баланса напряжений трехуровневого преобразователя, который может оказать существенное влияние на качество преобразованного напряжения активным выпрямителем?

6. В работе отсутствует анализ сигналов обратных связей системы управления и синхронизации активного выпрямителя напряжения, а также проверка работоспособности всей системы управления активным выпрямителем в условиях сильного искажения сигналов обратных связей.

7. В диссертации при описании способа экспериментального определения частотной характеристики питающей сети с использованием тестовых воздействий со стороны активного выпрямителя не полностью его практическая реализация на базе серийных силовых преобразователей ведущих фирм-производителей, таких как ABB, Toshiba-Mitsubishi, Siemens и др.

Указанные недостатки не являются принципиальными и не снижают научной и практической ценности работы.

Заключение

Диссертация Буланова Михаила Викторовича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, и обладает актуальностью, новизной и практической значимостью. В ней изложены научно-обоснованные технические решения и разработки по

обеспечению электромагнитной совместимости мощных реверсивных электроприводов переменного тока с питающей сетью.

Представленная диссертация «Обеспечение электромагнитной совместимости мощных электроприводов с активными выпрямителями в системах электроснабжения при наличии резонансных явлений» соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в соответствии с п. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней от 24.09.2013 г. №842», а её автор, Буланов Михаил Викторович, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры электропривода и мехатроники

ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

Кандидатская диссертация Маклакова А.С. защищена по специальности 05.09.12 – Силовая электроника



Маклаков Александр Сергеевич

25.07.2022

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Адрес: 454080, Уральский федеральный округ, Челябинская область, г. Челябинск, пр. В.И. Ленина, д. 76

Тел./факс: 7 (351) 267-99-00

E-mail: info@susu.ru

Сайт: www.susu.ru



Черно
ведущий документовед
О. В. Грошина

