

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский университет
«МЭИ»



Комаров И.И.

«25» 05 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» на диссертацию Ле Ван Кань на тему «Повышение энергосбережения электроприводов переменного тока на базе трехуровневых преобразователей частоты с фиксированной нейтральной точкой», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. -Электротехнические комплексы и системы

1. Актуальность диссертационной работы

Разработка новых энергоэффективных способов управления энергетическими режимами силовых полупроводниковых преобразователей способствует развитию технологий повышения эффективности преобразования и передачи электроэнергии, а также переходу к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике. В связи с этим тема диссертационной работы Ле Ван Каня посвящена исследованию и усовершенствованию систем управления автономным инвертором напряжения (АИН) для повышения энергосбережения электроприводов (ЭП) на базе трёхуровневых преобразователей частоты (ПЧ) с фиксированной нейтральной точкой (ФНТ).



Актуальность рассматриваемой темы обусловлена развитием современных систем электроснабжения, о чём свидетельствует повсеместное внедрение энергосберегающих ЭП переменного тока, а также растущие требования к показателям ПЧ по качеству электроэнергии, коммутационным потерям, балансу напряжений нейтральной точки (НТ) и синфазному (СФ) напряжению.

В связи с вышесказанным сделан вывод об актуальности диссертационной работы.

2. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность научных результатов определяется обоснованностью принятых допущений при разработке математического описания и достаточной сходимостью результатов математического моделирования с результатами экспериментальных исследований. Основные научные выводы и положения подтверждаются теоретическим анализом, результатами моделирования и экспериментальных исследований. Все выносимые на защиту научные положения являются обоснованными и не противоречат известным научным положениям.

3. Основные результаты диссертационной работы

Первым значимым результатом являются усовершенствованные системы управления АИН в составе ЭП-ПЧ на основе пространственно-векторной широтно-импульсной модуляции (ПВШИМ) с пятиступенчатой (ПВШИМ 1), с семиступенчатой (ПВШИМ 2) и с гибридной (ПВШИМ 3) последовательностью переключений (ПП). Применение данных алгоритмов способствует улучшению четырёх показателей работы инвертора, что позволяет снизить потребление электроэнергии.

Вторым значимым результатом является разработанная имитационная модель ЭП-ПЧ для исследования работы АИН и анализа технического эффекта усовершенствованной системы управления, учитывающая трёхуровневую топологию преобразователя, схему подключения ЭП и алгоритмы модуляции.

Разработанная модель позволяет оценивать качество системы автоматического регулирования, уровни индивидуальных и суммарных гармонических составляющих токов и напряжений, число пар переключений силовых ключей, отклонение напряжения НТ и уровни СФ напряжения.

Третьим значимым результатом являются экспериментальные данные, полученные на лабораторном комплексе «Трёхуровневый силовой преобразователь», по напряжениям на конденсаторах звена постоянного тока и фазным токам двигателя при его номинальной нагрузке. При этом обеспечена сходимость измеренных данных с результатами моделирования в пределах инженерной точности.

Четвертным значимым результатом является разработанная имитационная модель главного ЭП горизонтального вала толстолистного стана 5000 для анализа технического эффекта усовершенствованной системы управления АИН. В данном случае алгоритм ПВШИМ 2 позволяет значительно снизить коммутационные потери, улучшить качество преобразуемой электроэнергии и повысить КПД ПЧ.

4. Новизна научных положений и значение выводов и рекомендаций для науки и практики

1) Разработана общая имитационная модель ЭП-ПЧ, отличающаяся от известных тем, что система управления АИН на основе ПВШИМ поддерживает возможность реализации различных ПП.

2) Предложены усовершенствованные системы управления АИН в составе ЭП-ПЧ на основе ПВШИМ 1 и ПВШИМ 2, отличающиеся от известных систем возможностью управления напряжением НТ.

3) Предложена усовершенствованная система управления АИН в составе ЭП-ПЧ на основе ПВШИМ 3, отличающаяся от известных систем возможностью настраивать степень оптимизации четырёх ключевых показателей в соответствии с требованиями системы с помощью коэффициента гибридизации.

4) Разработана имитационная модель главного ЭП горизонтального валка толстолистного стана 5000, отличающаяся от известных моделей использованием системы управления АИН на основе ПВШИМ 2, что способствует повышению энергосбережения системы.

С точки зрения практической значимости предложенные в работе системы управления АИН могут быть использованы для улучшения показателей работы ПЧ в составе различных электротехнических комплексов и систем электротранспорта, возобновляемых источников энергии, автономных систем генерации электрической энергии.

5. Заключение о соответствии диссертации установленным критериям

Диссертационная работа имеет внутреннее структурное единство, содержит новые научные результаты и положения. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 162 наименований и изложена на 180 страницах машинописного текста, включая 21 таблицу и 77 рисунков. Текст диссертации и автореферата изложен логично и понятно, в научном стиле. Структура и логика представления не вызывают вопросов.

6. Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Автореферат диссертации соответствует диссертационной работе по цели, предмету, идее и задачам исследования, основным научным положениям, новизне и практической ценности.

7. Соответствие содержания диссертации содержанию опубликованных работ

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию на научно-технических конференциях и опубликованы в научных трудах соискателя. По теме диссертации имеется 10 публикаций, в том числе 4 статьи в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, и 5 статей в изданиях, индексируемых в международной системе цитирования Scopus.

8. Замечания и дискуссионные положения

1) В работе не показано, каким образом автор учитывает схему подключения ЭП на базе ПЧ, частоту переключения полупроводниковых модулей, параметры энергосистемы при расчете параметров регуляторов системы управления АИН.

2) Является ли универсальным предложенный алгоритм ПВШИМ на гибридной ПП для системы управления АИН? Если да, то каким образом возможна его адаптация под другие топологии?

3) В работе следовало бы дать больше информации с примерами практического использования предложенных алгоритмов управления АИН.

4) Представленная автором в пятой главе схема имитационной модели объекта исследования на рисунке 5.4 не имеет должного описания принципа работы. Необходимо определить диапазон значений коэффициента модуляции при ПВШИМ в соответствии с диапазонами скоростей синхронного двигателя.

5) В работе автором предложены три алгоритма управления инвертором напряжения: ПВШИМ 1, ПВШИМ 2 и ПВШИМ 3, однако в главе 5 проведён анализ эффективности только ПВШИМ 2 для главного электропривода прокатной клетки толстолистного стана 5000. Необходимо также оценить возможность применения ПВШИМ 1 и ПВШИМ 3 в данном случае.

Отмеченные замечания не изменяют общей положительной оценки диссертационной работы.

9. Заключение

1. Полученные Ле Ван Кань в ходе выполнения исследований и изложенные в диссертационной работе научно-практические результаты вносят заметный вклад в развитие и совершенствование систем управления АИН ПЧ для повышения энергосбережения путем улучшения ключевых показателей качества электроэнергии. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.4.2. -Электротехнические комплексы и системы.

2. Диссертационная работа Ле Ван Кань «Повышение энергосбережения электроприводов переменного тока на базе трехуровневых преобразователей частоты с фиксированной нейтральной точкой» по объему исследований, их глубине, научной и практической значимости удовлетворяет требованиям, установленным пунктами 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. - Электротехнические комплексы и системы.

Диссертационная работа, автореферат и отзыв обсуждены и одобрены на заседании кафедры автоматизированного электропривода ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» 20 мая 2025 г., протокол № 11.

Доцент кафедры автоматизированного электропривода
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
кандидат технических наук по специальности 2.4.2.

20.05.2025  Благодаров Дмитрий Анатольевич

Старший научный сотрудник кафедры автоматизированного электропривода
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
кандидат технических наук по специальности 2.4.2.

 Кулик Егор Сергеевич

Сведения о ведущей организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ».

Адрес: 111250, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово, ул. Красноказарменная, д. 14, стр. 1.

Тел. +7 495 362-75-60; факс +7 495 362-89-38

Электронная почта: universe@mpei.ac.ru. Сайт: <https://mpei.ru>



удостоверено

ПОДПИСЬ НАЧАЛЬНИКА
РАБОТЫ С ПЕРВОНАЛОМ
Л.И. ПОЛЕВАЯ