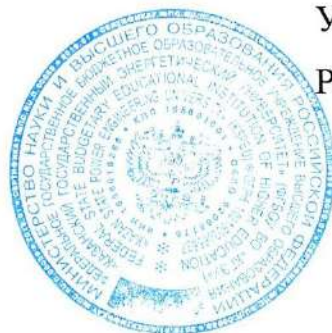


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



КГУ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Э.Ю. Абдуллазянов
Абдуллазянов Э.Ю.

«1» ноября 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

Диссертация «Система управления асинхронными электродвигателями с комбинированной обмоткой для повышения КПД путем оптимизации магнитного потока» выполнена на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий».

В 2000 году Доан Нгок Ши окончил Технический педагогический колледж по специальности «Электронная техника» в городе Намдинь, Вьетнам.

В 2004 году Доан Нгок Ши окончил Технический педагогический университет по специальности «Электротехника и электроника» в городе Хошимин, Вьетнам.

В 2010 году Доан Нгок Ши окончил Военно-техническую академию по специальности «Электронная техника» в городе Ханой, Вьетнам.

В 2022 году окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» по направлению 13.06.01 – Электро и теплотехника и получил диплом №101635 0000048 от 11 июля 2022 г.

Научный руководитель – Цветков Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».

Диссертационная работа Доана Нгок Ши «Система управления асинхронными электродвигателями с комбинированной обмоткой для повышения КПД путем оптимизации магнитного потока» обсуждалась на расширенном заседании кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий». По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Актуальность

Современное развитие техники ориентировано на повышение энергоэффективности электроприводов механизмов. В связи с этим проводятся исследования по нахождению путей повышения коэффициента полезного действия и коэффициентов мощности как электродвигателей, так и преобразователей частоты и электроприводов в целом.

Одним из путей повышения энергоэффективности асинхронных электродвигателей, как наиболее распространенных в настоящее время, является применение многослойных обмоток статора. Данные двигатели зарекомендовали себя с лучшей стороны в плане улучшения коэффициента полезного действия, коэффициента мощности, уровня шума и вибраций.

Область применения асинхронных электродвигателей с комбинированной обмоткой (АДКО) очень широка: от различных производственных механизмов промышленности до приводов станков-качалок нефтедобывающей отрасли. При этом, в нефтедобычи существует проблема тяжелого пуска станка-качалки в холодное время после долгого простоя и образования эффекта запарафинивания напорной трубы скважины. Для решения данной проблемы чаще всего станки-качалки проектируются с электродвигателями завышенной мощности для создания достаточного пускового момента. Применение такого двигателя вызывает, в нормальном режиме работы станка-качалки, повышенный расход реактивной мощности и увеличение потерь активной, что ведет к снижению энергоэффективности.

Применение АДКО, имеющих повышенный пусковой момент, позволяет снизить типоразмер и вывести его на работу в нормальном режиме с большей энергоэффективностью по сравнению с асинхронными двигателями с традиционной обмоткой статора.

Однако электродвигатель с комбинированной обмоткой имеет все преимущества по сравнению с традиционным асинхронным двигателем только при прямом пуске и работе от сети. При необходимости регулирования частоты вращения вала, разработчики электроприводов сталкиваются с рядом проблем. Вызваны данные проблемы тем, что обмотки смещены относительно друг друга на 30 градусов. Особенно сильные затруднения вызывает применение самого прогрессивного и эффективного принципа векторного управления.

2. Научная новизна результатов работы

1. Разработана математическая модель АДКО, позволяющая формировать управляющее воздействие на двигатель для получения оптимального магнитного потока и минимизации потерь мощности.

2. Разработана усовершенствованная система эффективного управления с универсальным преобразователем частоты и алгоритмом на основе математической модели АДКО, отличающаяся улучшенными характеристиками электропривода за счет оптимизации магнитного потока, снижения потерь мощности и смещения результирующего вектора управления.

3. Разработана электротехническая система для контроля энергетических характеристик АДКО на основе системы эффективного управления.

3. Научная и практическая значимость результатов

Теоретическая значимость результатов работы состоит в дальнейшем развитии теории методов управления электродвигателями с нетрадиционной конструкцией обмотки статора.

Практическая значимость результатов работы состоит в возможности практического использования разработанной системы контроля и управления при проектировании и исследовании электроприводов на основе электродвигателей с нетрадиционной конструкцией, требующих корректировки алгоритмов управления.

4. Личное участие автора в получении результатов научных исследований, изложенных в диссертации

Результаты, представленные в диссертации и отраженные в публикациях, получены при непосредственном участии соискателя. Автор принимал участие в разработке метода управления электродвигателем с комбинированной обмоткой, создании электротехнического комплекса для контроля характеристик, реализующего возможность корректировки алгоритмов управления. Автор принимал участие в обработке экспериментальных данных, обсуждении результатов, написании статей и представлении докладов на конференциях, под руководством к.т.н., доцента Цветкова Алексея Николаевича

5. Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность и обоснованность результатов исследования подтверждается корректностью поставленных задач, обоснованностью принятых допущений, корректным применением апробированных математических методов, полученные результаты не противоречат

известным решениям других исследователей, а также экспериментальным подтверждением основных теоретических выводов при достаточном для инженерной практики совпадении результатов теории и физического эксперимента.

6. Соответствие диссертации научной специальности

Диссертация соответствует специальности 2.4.2. – Электротехнические комплексы и системы. Полученные в работе научные результаты соответствуют пп. 3. «Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления», 4. «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов» Паспорта специальности.

7. Полнота изложения результатов диссертации в работах, опубликованных автором

По теме диссертации опубликованы 11 печатных работ в журналах и сборниках, в том числе 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 статья, в индексируемых международных базах данных SCOPUS, 1 свидетельство на программу для ЭВМ и 7 публикаций в материалах всероссийских, национальных и международных научных конференций.

Научная статья, опубликованная в международной базе цитирования SCOPUS и (или) Web of Science

1. Doan N.S., Tsvetkov A.N., Nguyen T.H. Study and implementation of space vector pulse width modulation inverter on an Arduino // E3S Web of Conferences 288. 2021. 01059. (вклад соискателя – 60%).

Статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России по группе научных специальностей диссертации:

2. Цветков А.Н., Доан Н.Ш. Аппаратно-программный комплекс для экспериментального исследования электроприводов асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором с традиционной обмоткой и двигателей с комбинированной обмоткой // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т23. №6. С.157-165. (вклад соискателя – 60%).

3. Цветков А.Н., Доан Н.Ш., Ярославский Д.А. Исследования по оптимизации векторного управления асинхронным двигателем с применением системы аналитического контроля // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2022. Т24. №3. С.144-157. (вклад

соискателя – 60%).

Статьи в рецензируемых научных изданиях РИНЦ по группе научных специальностей диссертации:

4. Доан Н.Ш., Цветков А.Н. Исследования по созданию модели системы сбора, контроля и мониторинга данных для систем электроснабжения // XIV Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские Чтения» Казань, 23 – 26 апреля 2019 г. Т.1, Ч.1. С. 195-199.

5. Доан Н.Ш., Цветков А.Н. Использование элементов системы электроснабжения в качестве датчиков параметров в системах автоматизированного управления // VI Международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли» Альметьевск. 16-18 октября 2019 г. С.389-393.

6. Доан Н.Ш., Цветков А.Н. Промышленная система управления и контроля энергопотребления // V Национальная научно-практическая конференция «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве» Казань, 12–13 декабря 2019 г. Т.1. С. 242-246.

7. Доан Н.Ш., Нгуен Т.Х., Цветков А.Н. Разработка устройства для управления и мониторинга систем электроснабжения // Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские Чтения – 2020 «Энергетика и цифровая трансформация». Казань, 28–29 апреля 2020 г. Т.1. С. 166 - 168.

8. Доан Н.Ш., Цветков А.Н. Исследование асинхронных двигателей с совмещенными обмотками для усовершенствования методов управления // XXV Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный дню энергетика. 7-8 декабря 2021 г. Казань, 2021 Т.1. С.95 – 98.

9. Доан Н.Ш. Исследование и разработка векторного инвертора для управления асинхронным двигателем // VII Национальная научно-практическая конференция «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве». Казань, 9-10 декабря 2021 г. С.162-165.

10. Доан Н.Ш., Цветков А.Н. Управление асинхронными двигателями с комбинированной обмоткой методом прогноза напряжения // Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские Чтения – 2022. «Энергетика и цифровая трансформация». Казань, 27–29 апреля 2022 г. Т.1. С.187 - 190.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ:

11. Свидетельство № 2021681983 Рос. Федерация. Управление макетным образцом аналитического контроля электродвигателей с комбинированной обмоткой с возможностью корректировки модели. /

Цветков Алексей Николаевич, Доан Нгок Ши, Манахов Валерий Александрович. – № 2021681236; заявл. 21.12.2021; зарегистр. 28.12.2021; опубл. 15.01.2022. – 1 с.

8. Апробация работы

Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на XIV Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские Чтения» (Казань, 23 – 26 апреля 2019 г.), VI Международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли» (Альметьевск, 16-18 октября 2019 г.), V Национальной научно-практической конференции «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве» (Казань, 12–13 декабря 2019 г.), Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские Чтения – 2020 «Энергетика и цифровая трансформация» (Казань, 28–29 апреля 2020 г.), XXV Всероссийском аспирантско-магистерском научном семинаре, посвященном дню энергетика (Казань, 7-8 декабря 2021 г.), VII Национальной научно-практической конференции «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве» (Казань, 9-10 декабря 2021 г.).

9. Ценность научных работ соискателя

1. Проанализированы конструктивные особенности традиционных асинхронных электродвигателей и двигателей с комбинированной обмоткой, показаны преимущества АДКО и трудности в управлении от частотных преобразователей, рассмотрены существующие системы управления и контроля электроприводами, выявлены их недостатки.

2. Разработана математическая модель электродвигателя с комбинированной обмоткой, позволяющая использовать традиционные методы управления двигателем и формировать управляющее воздействие на двигатель для получения оптимального магнитного потока и минимизации потерь мощности.

3. Разработана усовершенствованная система эффективного управления, позволяющая применять различные методы управления двигателями, отличающаяся улучшенными характеристиками электропривода за счет оптимизации магнитного потока, снижения потерь мощности и смещения результирующего вектора управления и система контроля, позволяющая исследовать энергетические характеристики АДКО.

4. Проведены экспериментальные исследования, подтверждающие работоспособность и эффективность разработанной системы управления и контроля, разработаны практические рекомендации по внедрению алгоритмов управления электродвигателями с комбинированной обмоткой с

целью расширения функциональных возможностей промышленно выпускаемых преобразователей частоты и более широкого внедрения в системы электропривода энергоэффективного электродвигателя АДКО.

В свидетельстве о государственной регистрации программы для ЭВМ «Управление макетным образцом аналитического контроля электродвигателей с комбинированной обмоткой с возможностью корректировки модели» описано программное обеспечение для системы эффективного управления с возможностью оптимизации магнитного потока, минимизации потерь мощности и сдвига результирующего вектора управления электродвигателем с комбинированной обмоткой.

10. Характер результатов

Характер результатов диссертации соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК Министерства образования и науки РФ.

11. Выводы

Диссертация Доана Нгок Ши «Система управления асинхронными электродвигателями с комбинированной обмоткой для повышения КПД путем оптимизации магнитного потока» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой содержится решение задачи повышения энергоэффективности электроприводов на основе электродвигателей с комбинированной обмоткой.

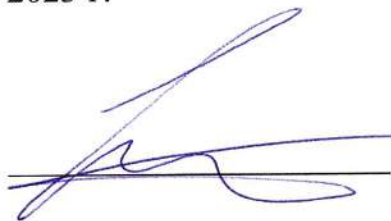
Диссертация обобщает самостоятельные исследования автора, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые на защиту, свидетельствует о личном вкладе автора в науку. При выполнении диссертационной работы Доан Н.Ш. проявил себя зрелым научным работником, способным ставить и решать сложные теоретические и практические задачи.

Работа соответствует критериям п. 9 – 14 Положения о присуждении ученых степеней, принятого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертация «Система управления асинхронными электродвигателями с комбинированной обмоткой для повышения КПД путем оптимизации магнитного потока» Доана Нгок Ши рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. – Электротехнические комплексы и системы.

Заключение принято на заседании кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет».

Присутствовало на заседании 24 чел. Результаты голосования: «за» – 23 чел., «против» – 1 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 7 от «1» ноября 2023 г.



Сафин Альфред Робертович,
докт. техн. наук, профессор, кафедра
«Электроснабжение промышленных
предприятий» ФГБОУ ВО «КГЭУ», заведующий
кафедрой

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»,
420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51.
Тел. (843)519-42-73, e-mail: epp.kgeu@mail.ru

Сведения о лице, утвердившем заключение:

Абдуллазянов Эдвард Юнусович: кандидат технических наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», ректор,
420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51.
Тел. (843)519-42-02, e-mail: rector@kgeu.ru