

МИНИСТЕРСТВО
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный
исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)

К. Маркса ул., д. 10, Казань, 420111
Тел.: (843) 238-41-10 Факс: (843) 236-60-32
E-mail: kai@kai.ru, http://www.kai.ru
ОКПО 02069616, ОГРН 1021602835275
ИНН/КПП 1654003114/165501001

На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной и инновационной
деятельности ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ»


В.М. Бабушкин


«2» сентября 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Доана Нгок Ши

«Система управления асинхронными электродвигателями с комбинированной обмоткой для повышения КПД путем оптимизации магнитного потока», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы

В связи с растущей потребностью в производственных мощностях по всему миру и в России в целом, важной задачей является снижение потребляемой электроэнергии устройствами приводной техники, составляющей примерно 70 % от всей энергии, потребляемой промышленными предприятиями. Для выполнения этой задачи нужны комплексные подходы к разработке нового оборудования, в том числе и разработка систем управления и контроля энергетических характеристик электродвигателей.

Одним из путей снижения установленной мощности предприятий является применение асинхронных электродвигателей с комбинированной обмоткой. Опыт применения электродвигателей с комбинированной обмоткой при прямом подключении к сети показывает улучшение таких характеристик, как увеличенный пусковой момент, улучшенный коэффициент мощности, снижение потерь электроэнергии, что позволяет в ряде случаев применять электродвигатели меньшей мощности и габарита.

Еще одно направление снижения уровня потребляемой мощности это применение частотного регулирования с целью точной настройки электропривода под конкретный технологический процесс.

Однако, в настоящее время, отсутствуют методы управления электродвигателями с комбинированной обмоткой с применением алгоритмов эффективного управления и системы, работающие на их основе.

Поэтому разработка системы эффективного управления и контроля, которая позволяет повысить энергетические характеристики электродвигателя с комбинированной обмоткой особенно на низких скоростях вращения, является актуальной научной задачей.

На основании изложенного тема диссертационной работы соискателя Доана Ногк Ши представляется актуальной и важной для науки и практики.

Цель работы

В диссертации поставлена и достигнута следующая цель: улучшение энергетических характеристик электроприводов на основе асинхронных электродвигателей с комбинированной обмоткой за счет применения разработанной системы эффективного управления и контроля

Анализ содержания работы

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем работы 175 страниц, 3 приложения; работа содержит 6 таблиц, 66 рисунков. Библиографический список состоит из 116 наименований.

Во введении приведена общая характеристика работы. Обосновывается актуальность темы, научная новизна, цель и основные задачи диссертационного исследования, приводится практическая значимость работы и перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены преимущества использования электродвигателей с комбинированной обмоткой по сравнению с электродвигателями с традиционной обмоткой. Проведен обзор исследовательских и экспериментальных стендов для определения энергетических характеристик электродвигателей и настройки электроприводов, рассмотрены существующие методы и средства контроля, указан их основной недостаток, заключающийся в отсутствии возможности корректировки алгоритмов управления, и в итоге выявлено, что работ в области разработки универсальных преобразователей частоты для управления электродвигателями с комбинированной обмоткой нет.

Во второй главе представлена разработка математической модели асинхронного электродвигателя с комбинированной обмоткой и ее моделирование в среде Simulink.

Были рассмотрены основные принципы управления электродвигателями скалярное и векторное. Показано, что данные принципы управления эффективно работают с электродвигателями с традиционной конструкцией обмотки и практически не способны эффективно управлять двигателями с комбинированной обмоткой из-за нестандартного размещения обмоток.

Показана система передачи данных, позволяющая применять разработанную систему эффективного управления и контроля непосредственно на механизме, смонтированном на предприятии для получения результатов реальных длительных экспериментов.

Третья глава посвящена практической реализации алгоритмов управления в разработанной системе эффективного управления и контроля.

Показаны особенности управления асинхронными электродвигателями с комбинированной обмоткой со смещением вектора магнитного поля обмотки статора. Приведена конструкция системы и описан принцип действия отдельных узлов разработанного комплекса.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям.

Проведен метрологический анализ каналов измерения аппаратно-программного комплекса, входящего в состав системы контроля.

Приведено описание экспериментов, методика проведения исследований в соответствии с требованиями ГОСТ, МИ и РД.

Показано увеличение крутящего момента комбинации эффективная система управления – асинхронный электродвигатель с комбинированной обмоткой, особенно на низких скоростях вращения и при малой мощности нагрузки примерно на 15% при общем увеличении КПД на 6% по сравнению с работой от промышленного преобразователя частоты.

Разработаны практические рекомендации для разработки промышленных преобразователей частоты с расширенным функционалом для возможности управления асинхронными электродвигателями с комбинированной обмоткой.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

Анализ текста диссертации позволяет сделать вывод, что диссертация является завершенным научным исследованием, в котором поставлена и решена актуальная научная задача в области повышения энергетической эффективности электроприводов, построенных на асинхронном электродвигателе с комбинированной обмоткой и системе эффективного управления и контроля, реализующей прогрессивные методы управления. Результаты исследований доведены до практической реализации в виде построенного действующего экспериментального образца системы управления и контроля энергетических характеристик.

Результаты исследований прошли апробацию на 11 российских и международных конференциях и в достаточной мере опубликованы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных SCOPUS/Web Of Science (1 статья), в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК (2 статьи), в материалах всероссийских и международных конференций (7 статей). Также получено 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

В целом диссертация производит положительное впечатление: изложение материала, оформление текста, таблиц и иллюстраций выполнено логично, на хорошем научном уровне. Результаты работы относительно достоверности и обоснованности выводов не вызывают сомнения. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Значимость полученных автором результатов для развития соответствующей отрасли науки, научная новизна

Результаты, полученные в диссертации, являются научным вкладом в развитие теории повышения энергетических характеристик электроприводов на основе асинхронного электродвигателя с комбинированной обмоткой при регулировании скорости вращения вала.

Для организаций, работающих в области проектирования энергоэффективных электроприводов теоретическую и практическую значимость имеют следующие результаты работы, представляющие в то же время научную новизну.

1. Математическая модель асинхронного электродвигателя с комбинированной обмоткой, позволяющая сформировать эффективные алгоритмы управления в процессе работы, особенно на низких скоростях вращения вала.

2. Система эффективного управления с гибким программным обеспечением, позволяющим изменять положение вектора напряжения статорной обмотки с учетом конструктивных особенностей электродвигателя.

3. Система контроля энергетических характеристик электроприводов, позволяющая проводить экспериментальные исследования и настройки электроприводов с любым типом приводного электродвигателя для достижения максимальной эффективности работы под нагрузкой.

Все положения научной новизны, сформулированные автором, обоснованы и показаны в материалах исследований, показанных в диссертации, и представляют собой новые научные результаты, позволяющие повысить энергетические характеристики электроприводов, такие как крутящий момент, КПД и снизить влияние на сеть повышением коэффициента мощности и снижением гармонических составляющих.

Обоснованность и достоверность выводов и результатов работы подтверждается корректными допущениями, принятыми в работе, применением современных методов моделирования и обработки экспериментальных данных, получением результатов, совпадающих с результатами работ других авторов по данной тематике.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Разработанные в диссертационной работе математическая модель и алгоритм управления асинхронными электродвигателями с комбинированной обмоткой могут быть использованы производителями промышленных преобразователей частоты для реализации работоспособности с энергоэффективными двигателями с целью расширения возможностей выпускаемой продукции и повышения ее конкурентоспособности на рынке. Экспериментальный образец системы эффективного управления и контроля может быть использован в профильных научно-исследовательских организациях при разработке и отладке методов управления электродвигателями, а также для тонкой настройки программного обеспечения преобразователей частоты под конкретные условия использования, максимально приближенные к полевым.

Модульность системы эффективного управления позволяет строить на ее основе универсальные экспериментальные электроприводы с масштабированием мощности в широких пределах от микромашин до машин большой мощности, а также при построении систем управления электроприводами промышленного назначения, бытовой техники, роботизированных систем, электротранспорта и т.д.

Вопросы и замечания по диссертации

1. Не представлен экономический анализ обоснования применения асинхронных электродвигателей с комбинированной обмоткой.
2. Не уточнено, какой способ соединения обмоток звезда и треугольник применены в рассматриваемом электродвигателе параллельное или последовательное.
3. Какая частота дискретизации принята для работы с датчиками тока и напряжения в системе эффективного управления?
4. Какой максимальной мощности электродвигатели могут быть исследованы на разработанной системе эффективного управления и контроля?
5. Каким образом учтена методическая погрешность при определении крутящего момента двигателя?
6. Почему КПД электропривода увеличился только в области малых скоростей вращения вала, при этом при скоростях вращения выше 50% увеличения КПД не наблюдается?

Вышеуказанные замечания не носят принципиального характера и не меняют общего положительного мнения о диссертации.

Заключение по работе

Результаты исследований, представленные в рассмотренной работе, вносят важный вклад в развитие методов повышения эффективности электромеханических преобразователей, а также повышения качества проектирования электроприводов. Вынесенные на защиту научные положения в достаточной мере обоснованы и соответствуют поставленным целям и решаемым задачам. Учитывая новизну, теоретическую и экспериментальную обоснованность сформулированных положений, научную и практическую значимость результатов, можно сделать заключение, что

диссертационная работа «Система управления асинхронными электродвигателями с комбинированной обмоткой для повышения КПД путем оптимизации магнитного потока» является завершённой научно-квалификационной работой, которая удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Доан Нгок Ши, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

Диссертационная работа и отзыв обсуждены на расширенном заседании кафедры «Электрооборудования» ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева, протокол №1 от 26 августа 2024 года.

Заведующий кафедрой «Электрооборудования»
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ»
кандидат технических наук, старший научный
сотрудник



Ференец Андрей
Валентинович

Почтовый адрес: 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10.
Тел.: 8 (843) 231-01-09, E-mail: kai@kai.ru

Сведения о лице, утвердившем отзыв: проректор по научной и инновационной деятельности Бабушкин Виталий Михайлович.
ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ
420111, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10.
Тел./факс: 8 (843) 231-01-09, E-mail: kai@kai.ru