

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной и
инновационной деятельности
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Омский государственный
технический университет»



Фефелов В.Ф.
2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет» на диссертационную работу
Мартынова Кирилла Владимировича
«Метод совершенствования энергетических характеристик асинхронных двигателей путём применения совмещённых обмоток», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты

На отзыв представлена диссертация, состоящая из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 182 страницах машинописного текста, включающих в себя 40 таблиц и 84 рисунка.

Актуальность темы выполненной работы

Постепенный рост тарифов на электроэнергию приводит к тому, что проблема энергосбережения приобретает всё более значимый характер для производства. В настоящее время основным потребителем электроэнергии на промышленных предприятиях являются асинхронные двигатели (АД). Повышение энергетических показателей АД могло бы существенно снизить затрат на электроэнергию.

Известны различные способы и методы повышения КПД и коэффициента мощности АД, одним из таких способов может быть совершенствование конструкции обмотки статора.

На основании изложенного выше тема диссертации Мартынов Кирилла Владимировича является актуальной.

Цель работы

В диссертации поставлена и достигнута цель: совершенствование энергетических характеристик асинхронных двигателей за счёт применения совмещённых 12-зонных обмоток статора.

Общая характеристика работы

Во введении показана актуальность работы, поставлены цель и задачи работы, сформулированы предмет и объект исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлены классификации электроприводов промышленных и сельскохозяйственных установок; приведено распределение АД по различным признакам; проведён обзор методов повышения энергетических показателей АД; проанализированы исследования машин переменного тока с совмещёнными обмотками, а также существующие вариации таких обмоток; выделены основные возможные преимущества совмещённых обмоток.

Во второй главе представлена разработка схем совмещённых обмоток, обладающие более простой технологией укладки, чем известные варианты двухслойных и трёхслойных обмоток. С помощью диаграмм Гёргеса было определено относительное содержание высших пространственных гармоник для однослойных совмещённых обмоток со сплошными и несплошными фазными зонами. Полученные результаты приводятся в сравнение со стандартной обмоткой. Проведён гармонический анализ магнитодвижущей силы (МДС) совмещённой обмотки. Разработана схема двухслойной совмещённой обмотки с расширенными фазными зонами, которая позволяет значительно снизить амплитуды высших гармоник в МДС. Для такой обмотки определено оптимальное распределение проводников по пазам, при котором коэффициент дифференциального рассеяния становится минимальным.

В третьей главе разработана методика определения изменения электрических потерь в статоре при использовании в нём совмещённой обмотки вместо стандартной. Методика основана на определении разницы эквивалентных активных сопротивлений. Данные показатели определены для двигателей серии АИР и установлена зависимость между изменением активного сопротивления и коэффициентом λ , характеризующим отношение главных размеров машины. Исследование проведено для однослойных и двухслойных обмоток. Установлено, что замена однослойной стандартной обмотки на совмещённую выгодней тогда, когда не происходит изменение относительного шага катушки.

В четвёртой главе разработана методика перерасчёта обмотки статора со стандартной на совмещённую. Проведён расчёт совмещённой обмотки для

двигателя АИР71В4. Приведены результаты экспериментальных исследований двигателя с совмещённой обмоткой в режиме холостого хода, короткого замыкания и под нагрузкой, а также исследование распределения токов по фазам такого двигателя. Предложены схемы включения теплового реле для двигателя с совмещённой обмоткой с параллельным соединением фаз «звезды» и «треугольника».

В пятой главе приведены результаты испытания двигателя с совмещённой обмоткой в качестве электропривода осевого вентилятора. Проведена технико-экономическая оценка применения совмещённой обмотки вместо стандартной при ремонте двигателей вентиляторов с продолжительным режимом работы.

В заключении изложены основные результаты диссертационной работы и направления дальнейших исследований.

В приложениях показан пример расчёта обмоточных данных с помощью разработанной программы, приведены патент на полезную модель, патент на изобретение и свидетельство о регистрации программы ЭВМ, а также акт о внедрении результатов диссертационной работы.

Текст диссертации изложен научным языком с использованием графиков и иллюстраций. Результаты исследования отражены в рецензируемых научных изданиях в полном соответствии с требованиями Положения ВАК о присуждении учёных степеней.

Значимость результатов для развития соответствующей отрасли науки, научная новизна

Полученные диссертантом результаты являются вкладом в развитие вопросов улучшения энергетических характеристик АД.

Для организаций и специалистов, работающих в области ремонта и проектирования АД, теоретическую и практическую значимость представляют следующие результаты диссертационного исследования, характеризующие также его научную новизну:

1. Определенно изменение содержания высших гармоник в кривой распределения МДС двигателей с совмещённой обмоткой в сравнении со стандартной.

2. Разработана схема совмещённой обмотки с пониженным содержанием высших пространственных гармоник в МДС и определено оптимальное соотношение проводников в пазу, при котором коэффициент дифференциального рассеяния принимает минимальное значение.

3. Разработана методика определения изменения электрических потерь в статоре при замене его стандартной обмотки на совмещённую.

4. Разработана методика перерасчёта стандартной обмотки статора на совмещённую.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в новых разработанных схемах совмещённых обмоток, в программе для ЭВМ, позволяющей рассчитать совмещённую обмотку, а также в применение предложенной методики для оценки эффективности применения в АД совмещённой обмотки вместо стандартной.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректным использованием общепринятых методов исследований, а также повторяемостью полученных результатов. Для предложенных методик и технических решений проведена верификация на разработанном макетном образце асинхронного двигателя с совмещённой обмоткой.

Основные положения диссертации представлены на следующих конференциях: Всероссийской научно-практической конференции «Роль молодых ученых-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции» (г. Ижевск, 2015); Всероссийской научно-практической конференции «Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения» (г. Ижевск, 2016); Международной молодёжной научно-практической конференции «Наука молодых – инновационному развитию АПК» (г. Уфа, 2016); Международной научно-практической конференции «Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства» (г. Ижевск, 2017); Всероссийской научно-практической конференции «Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века» (г. Ижевск, 2017); Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные направления развития энергетики АПК» (г. Ижевск, 2017); Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства» (г. Ижевск, 2018); Международной научно-практической конференции «Развитие энергосистем АПК: перспективные технологии» (г. Челябинск, 2018); Международной научно-технической конференции молодых учёных и специалистов «Агроинженерные инновации в сельском хозяйстве» (г. Москва, 2018); Национальной научно-практической конференции молодых ученых «Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки» (г. Ижевск, 2019); Международной научно-практической конференции «Научные инновации в развитии отраслей АПК» (г. Ижевск, 2020); Международной научно-практической конференции «Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК» (г. Ижевск, 2021).

По материала исследований опубликовано 22 печатные работы, в том числе 4 статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК, 1 статья, индексируемая в реферативной базе Scopus, 1 патент на полезную модель, 1 патент на изобретение, 1 свидетельство на программу для ЭВМ.

Соответствие паспорту научной специальности 05.09.01

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.09.01 – электромеханика и электрические аппараты по следующим пунктам:

п. 2 – «Разработка научных основ создания и совершенствования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов»;

п. 3 – «Разработка методов анализа и синтеза преобразователей электрической и механической энергии»;

п. 5 – «Разработка подходов, методов, алгоритмов и программ, обеспечивающих проектирование, надежность, контроль и диагностику функционирования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов в процессе эксплуатации, в составе рабочих комплексов».

Соответствие содержания диссертации специальности 05.09.01 – электромеханика и электрические аппараты, по которой работа представляется к защите, подтверждается ее научной новизной, апробацией и практической значимостью.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Диссертационная работа может представлять интерес для предприятий, занимающихся разработкой или ремонтом электрических машин. Предложенные в данной работе схемы совмещённых обмоток могут применяться для улучшения энергетических характеристик АД. Результаты диссертационного исследования были внедрены ООО «Восточный» на участке перематки электродвигателей.

Программа для перерасчёта стандартной обмотки статора на совмещённую позволит упростить применение таких обмоток на ремонтных предприятиях. Методика определения изменения электрических потерь при замене схемы обмотки позволяет обосновать целесообразности такой замены и может применяться как на предприятиях, так и в учебном процессе.

Замечания по диссертационной работе

1. В разделе 2.4 приводится несколько уравнений позволяющих определить коэффициент дифференциального рассеяния от относительного числа внешних катушек. Возможно, стоило бы из этих нескольких уравнений получить одно.

2. Глава 2 и 3 посвящены теоретическим исследованиям, возможно стоило объединить их в одну, либо дать главе 2 другое название.

3. В разделе 3.2 не оцениваются изменение электрических потерь при замене стандартной обмотки на совмещённую с несплошными фазными зонами.

4. Поясните почему в главе 3 учитывается изменение только активного сопротивления, хотя при замене конструкции обмотки индуктивное сопротивление, тоже изменится?

5. В главе 4 расчёт процентов в таблицах стоило бы проводить от уже округлённых значений.

6. Рисунок 4.18 правильной было бы назвать «Рабочая часть механической характеристики»

7. При аппроксимации зависимостей, полученных в опыте короткого замыкания, не даётся пояснения почему выбраны именно такие виды функций.

8. В диссертации не представлен анализ потерь в статоре асинхронного двигателя при изменении конфигурации обмотки.

9. В настоящее время исследование магнитной системы электрических машин проводят с применением полевых методов расчета магнитного поля, однако, в диссертации такое моделирование не проведено.

Заключение по диссертационной работе

Полученные в работе результаты исследования имеют существенное значение для повышения эффективности электрических машин. Поставленные автором задачи раскрыты достаточно полно, выводы и рекомендации обоснованы.

Диссертационная работа представляет собой самостоятельно выполненное законченное исследование, которое удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК, в том числе требованиям п. 9 «Положение о присуждении учёных степеней», соответствует научной специальности 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты», а её автор, Мартынов Кирилл Владимирович, заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация и отзыв обсуждены на расширенном заседании кафедры «Электрическая техника» ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», протокол № 10 от 15.03.22.

Заведующий кафедрой

«Электрическая техника»

ФГАОУ ВО «ОмГТУ»

доктор технических наук, профессор

Тел.: +7 3812 65-31-65

e-mail: bubnov-av@bk.ru



/Бубнов Алексей Владимирович/

Секретарь кафедры

«Электрическая техника»



/Плеханова Валентина Сергеевна/

Подпись доктора технических наук,
профессора Бубнова Алексея Владимировича
удостоверяю:

Ученый секретарь Ученого Совета
ФГАОУ ВО «ОмГТУ»



/Немцова Анна Федоровна/

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет»

Адрес: 644050, г. Омск, проспект Мира, 11

Телефон: +7 3812 65-34-07

E-mail: info@omgtu.ru

Сведения о лице, утвердившем отзыв ведущей организации на диссертацию:
Фефелов Василий Федорович, проректор по научной и инновационной деятельности, ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», кандидат химических наук, доцент.

ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет»:
Россия, г. Омск, проспект Мира, 11, телефон +7 3812 65-37-43,
E-mail: vffefelov@omgtu.ru, сайт: omgtu.ru