

УТВЕРЖДАЮ

Проектор ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский университет «МЭИ»

Драгунов В.К.

» ноября 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» на докторскую работу Нгуена Конга Тама «Разработка и исследование беспазового вентильного электродвигателя с постоянными магнитами», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты

Актуальность темы докторской работы

Магнитоэлектрические двигатели широко применяются в различных областях промышленности, энергетики, транспорта, а также в бытовых устройствах. Традиционным вариантом конструктивного исполнения таких двигателей является расположение обмотки в пазах магнитопровода статора, что обеспечивает высокий уровень магнитной индукции в рабочем немагнитном зазоре, что, в свою очередь, приводит к улучшению удельных моментных характеристик электрической машины. Однако такое расположение активных частей обмотки статора имеет ряд негативных последствий:

— Повышенные магнитные потери в стали зубцов статора, что вызывает нагрев магнитопровода статора и приводит к необходимости снижения допустимого уровня линейной токовой нагрузки статора по условиям нагревостойкости изоляции.

— Образование реактивного момента, обусловленного неравномерностью немагнитного зазора, что влечёт неравномерность вращения ротора, особенно на низких скоростях, шум электродвигателя и повышенную вибрацию.

— Появление индуцированных токов в постоянных магнитах, что вызывает нагрев магнитов и увеличивает риск их размагничивания и снижает перегрузочную способность электродвигателя.

У вентильных двигателей с беспазовым исполнением обмотки статора (БВДМ) эти недостатки отсутствуют. Следует отметить, что при удалении зубцов, диаметр ротора возрастёт, что вызовет, при прочих равных условиях, увеличение электромагнитного момента. При отсутствии зубцов статора с повышенными магнитными потерями возможно увеличение номинального тока двигателя.

В технической литературе исследования беспазового вентильного электродвигателя на базе полевой модели практически отсутствуют. Таким образом,

решаемая в диссертации научно-техническая задача создания полевой аналитической модели для беспазового магнитоэлектрического вентильного двигателя является актуальной и востребованной.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 68 наименований и 8 приложений. Общий объём работы составляет 127 страниц машинописного текста. В диссертации содержится 53 рисунка и 21 таблица.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов, и рекомендаций, сформулированных в диссертации, состоит в том, что автором на основании проведённого критического анализа литературы, математического моделирования и экспериментальных исследований получены следующие новые научные результаты:

1. Создана полевая аналитическая модель беспазового электродвигателя с постоянными магнитами на роторе, позволяющая рассчитать магнитное поле, электромагнитный момент, ЭДС обмотки статора и рабочие характеристики электродвигателя с учётом двухмерной версии воздушного зазора.
2. На основе созданной полевой аналитической модели проведены исследования влияния высоты магнитов на рабочие свойства БВДМ и обоснован её выбор для требуемых применений БВДМ.
3. Показано, что электромагнитный момент БВДМ с комбинированной обмоткой при прочих равных условиях будет не меньше электромагнитного момента аналогичного двигателя с зубчатым статором. В рассмотренном примере это превышение составит 1,28 раза.

Все полученные в диссертации результаты являются новыми и могут быть квалифицированы как изложение научно обоснованных технических решений, внедрение которых вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса в области проектирования электрических машин.

Все научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации принадлежат лично соискателю.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций является высокой.

Методы исследования

Для решения поставленных задач применялись теоретические исследования с использованием аналитического полевого подхода на основе периодических комплексных потенциальных функций, моделирование на основе тригонометрических уравнений. В частности, полевая задача решалась в программе *Mathcad* 15. Экспериментальные

исследования проводились на чебоксарском электроаппаратном заводе (ЧЭАЗ), результаты получены с помощью цифрового измерителя - регистратора.

Апробация работы

Результаты исследований и основные положения диссертационной работы обсуждались на региональных, всероссийских и международных конференциях тематической направленности, соответствующих теме диссертационного исследования.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

Основные результаты научных исследований опубликованы 8 печатных работах, в том числе 4 статьи в изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий рекомендемых ВАК РФ.

Обоснованность и достоверность полученных результатов определяется корректным использованием научно обоснованных методов исследований, сходимостью экспериментальных и расчетных данных. Результаты, полученные при проведении экспериментальных исследований, подтверждают справедливость научных положений и применимость выбранных методов, технических решений и выводов.

Практическая и теоретическая значимость работы

1. В результате выполнения диссертационной работы созданы математические модели и методики, подтвержденные экспериментальными исследованиями, которые составляют методическую базу для разработки и исследования беспазового магнитоэлектрического вентильного двигателя.

2. Рекомендации по применению комбинированных проводов в качестве обмоточных проводов обмотки статора, имеющих железную оболочку и медную основу, позволяющих увеличить электромагнитный момент беспазового магнитоэлектрического вентильного двигателя.

3. Проведен анализ влияния высоты магнитов на рабочие свойства БВДМ с медными проводами и комбинированными проводами и даны рекомендации по её выбору.

4. Результаты работы используются в беспазовых магнитоэлектрических вентильных двигателях предприятия ЧЭАЗ.

5. Результаты диссертационной работы применяются в учебном процессе по дисциплине «Электрические машины».

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов

Разработанные модели, методики и рекомендации по применению комбинированных проводов в качестве обмоточных проводов вентильных двигателей с

беспазовыми исполнением обмотки статора могут быть рекомендованы для использования в научно-исследовательских, проектных и производственных организациях, занимающихся разработкой электрических машин, а также в учебном процессе в вузах по электротехническим специальностям.

Оценка содержания диссертации, её завершённость в целом

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе Нгуена Конга Тама в науку. В диссертации Нгуена Конга Тама отсутствует заимствованный материал без ссылки на авторов и источники заимствования. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация «Разработка и исследование беспазового вентильного электродвигателя с постоянными магнитами» оформлена в соответствии с пунктом 24.1 Положения о совете по защите диссертации на соискание учёной степени кандидата наук и ГОСТом Р 7.0.11–2011.

Замечания по диссертационной работе

1. На стр. 17–19 диссертации приводится сравнение между собой двух моделей электродвигателей (БВДМ и ПВДМ) на основе экспериментальных данных. Однако из текста диссертации неясно как соотносились между собой активные размеры и электромагнитные нагрузки сравниваемых электродвигателей.

2. На стр. 21 диссертации указано «... момент БВДМ составит ... 73% момента ПВДМ с распределённой обмоткой». При этом на рис. 3 показано, что момент зависит от скорости. Таким образом, неясно при каком значении частоты вращения сделан данный вывод.

3. В тексте диссертации мало внимания уделено вводимым допущениям при составлении математических моделей.

4. На стр. 94 диссертации имеется утверждение «Магнитные, механические и добавочные потери БВДМ с комбинированным проводом будут такие же, как у БВДМ с медным проводом». Из текста диссертации неясно на основании чего сделан такой вывод.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки результатов работы.

Общее заключение по диссертации

Диссертационная работа Нгуена Конга Тама «Разработка и исследование беспазового вентильного электродвигателя с постоянными магнитами», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности: 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты», является вполне законченной научно-

квалификационной работой, в которой изложены результаты оригинальных исследований и предложены новые экспериментально подтверждённые методики для теоретического анализа беспазового вентильного магнитоэлектрического двигателя, а также приведены рекомендации по конструктивному исполнению беспазового вентильного магнитоэлектрического двигателя для достижения максимальной эффективности. Поставленные в диссертации задачи решены, а цель исследования достигнута. Личный вклад автора в работу не вызывает сомнений.

В диссертационной работе соискатель ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов. Список использованных источников включает 68 наименований.

Диссертация соответствует критериям п. п. 9–14 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842), предъявляемых к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Нгуен Конг Там заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности: 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты».

Диссертационная работа, автореферат диссертации, а также отзыв ведущей организации были обсуждены и одобрены на заседании кафедры электрических и электронных аппаратов ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ». Протокол № 6/18 от 15.11.2018 г.

Заведующий кафедрой «Электромеханики,
электрических и электронных аппаратов»
Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный
исследовательский университет «МЭИ»,
доктор технических наук, профессор

Курбатов Павел Александрович

21 ноября 2018г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14,

Тел. +7 (495) 362-70-04, +7-910-445-55-75

e-mail: kurbatovpa@gmail.com, KurbatovPA@mpei.ru

Подпись д-ра техн. наук, профессора Курбатова П. А.
удостоверяю:

Начальник управления по работе с персоналом
НИУ «МЭИ»

Н. Г. Савин