

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кулёвой Надежды Юрьевны на тему "Разработка математических моделей и анализ рабочих характеристик вентильных электроприводов с дискретной коммутацией обмотки", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 - «Электротехнические комплексы и системы»

Вентильный электропривод (ВЭП) на базе синхронных двигателей с возбуждением от постоянных магнитов занял свое место в целом ряде производственных механизмов благодаря целому набору положительных свойств. Вместе с тем ряд негативных факторов (пульсации электромагнитного момента, дискретный характер электромагнитных процессов и т.д.) ограничивают область использования таких электроприводов. Кроме того задача повышения энергетических показателей ВЭП, расширения рабочего диапазона его выходных характеристик без оценки влияния этих факторов трудно реализуема. С этой точки зрения цель и задачи, рассматриваемые в работе, представляются актуальными.

В работе основной акцент сделан на разработку универсальной линейной математической модели ВЭП с дискретной коммутацией. Это позволило автору выполнить детальное исследование влияния формы ЭДС двигателя на выходные характеристики привода и оценить влияние способа коммутации на их вид, а также провести оценку эффективности использования метода фазового регулирования на расширение рабочего диапазона механических координат привода.

Практическая значимость диссертации заключается в выработке рекомендаций по выбору и использованию способа дискретной коммутации исходя из требований по его эксплуатации.

Достоверность и адекватность использованных в работе математических моделей подтверждена результатами экспериментальных исследований.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на международных научно-технических конференциях и обсуждались на научных конференциях; опубликованы в 14 печатных работах и подтверждены патентом на изобретение и двумя свидетельствами о госрегистрации программ.

По содержанию работы, изложенной в автореферате, имеются следующие замечания:

1. Из текста автореферата не просматривается обоснование, почему автор при разработке математической модели ВЭП ограничился первыми тремя гармоническими.

2. На рисунках 6-8 размерность оси абсцисс вызывает сомнение.

Очевидно, что эти замечания не являются принципиальными и не затрагивают положений, выносимых на защиту.

По содержанию автореферата следует вывод, что диссертация Кулёвой Надежды Юрьевны на тему "Разработка математических моделей и анализ рабочих характеристик вентильных электроприводов с дискретной коммутацией обмотки" является законченной научно-исследовательской работой, содержащей достоверные теоретические выводы, имеющим практическое значение для дальнейшего совершенствования систем вентильного электропривода. Изложенное позволяет заключить, что диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 года, № 842, а ее автор Кулёва Надежда Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», доктор технических наук (научная специальность 05.13.06), профессор

дата

11.12.2024



Соловьев Вячеслав Алексеевич

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

12 20 24 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27,
тел. (4217) 53-23-04, e-mail: kera@knastu.ru, <http://knastu.ru>

Подпись профессора Соловьева В.А. заверяю

О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы
Кулёвой Надежды Юрьевны «Разработка математических моделей и анализ рабочих характеристик вентильных электроприводов с дискретной коммутацией обмотки»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.4.2 - Электротехнические комплексы и системы

Современные тенденции развития наземных, воздушных и водных транспортных средств подтверждают актуальность применения тяговых вентильных электроприводов (ВЭП), которые обладают большой перегрузочной способностью по моменту, высоким быстродействием, широким диапазоном регулирования скорости и высоким КПД. В связи с этим диссертационная работа Кулёвой Надежды Юрьевны, направленная на повышение энергетических показателей, расширение рабочего скоростного диапазона и улучшение выходных характеристик ВЭП на основе синхронного двигателя с постоянными магнитами и дискретной коммутацией обмоток является весьма важной и актуальной.

Как видно из автореферата, научная новизна диссертационной работы заключается в следующем.

Автором разработаны оригинальные математические модели ВЭП с постоянными магнитами и дискретной коммутацией обмоток, которые учитывают различные алгоритмы коммутации при несинусоидальной форме кривой ЭДС.

Проведен анализ влияния различных способов питания статорной обмотки указанных ВЭП при нулевой и ненулевой индуктивности синхронного двигателя с постоянными магнитами на расширение скоростного диапазона, обеспечения максимального электромагнитного момента и КПД.

Исследовано влияние высших гармоник ЭДС на возможность расширения скоростного диапазона и повышения энергетических показателей ВЭП с постоянными магнитами и дискретной коммутацией обмоток.

Достоверность полученных автором научных результатов подтверждена экспериментальными исследованиями.

К практической значимости диссертационной работы следует отнести:

- рекомендации по возможности применения различных алгоритмов дискретной коммутации в зависимости от назначений ВЭП;
- разработанный универсальный стенд, позволяющий провести экспериментальные исследования коммутационных, динамических и механических процессов в ВЭП;
- предложенные программы для микроконтроллера, обеспечивающие реализацию не только широко используемых алгоритмов 120- и 180-градусной коммутации, но и относительно мало исследованного алгоритма с 150-градусной коммутацией обмоток.

Несомненную практическую значимость представляют предложенный, в ходе приведенных автором исследований, способ и устройство для расширения скоростного диапазона, новизна которого подтверждена патентом №2790625 РФ, и разработанные программы, защищенные свидетельствами о государственной регистрации программы для ЭВМ №2024613618 РФ и №2023666653 РФ.

По структуре и качеству оформления к автореферату Кулёвой Н. Ю. замечаний нет. Материал автореферата изложен ясно, грамотным техническим языком, а главы логически взаимосвязаны.

Несмотря на общую положительную оценку выполненной диссертационной работы, к автореферату имеются отдельные замечания:

- 1) Автор рассматривает ЭДС путем разложения несинусоидальной кривой в гармонический ряд, в котором учитывает только первые три гармоники. Насколько достоверно такое представление несинусоидальной ЭДС?
- 2) Автор указал, что алгоритм с 120-градусной коммутацией имеет лучшие показатели КПД даже по сравнению с синусоидальным питанием обмоток. Как это можно объяснить?
- 3) В автореферате не приведены выражения для матриц коэффициентов напряжения (K_U), коэффициентов тока (K_I) и коэффициентов ЭДС (K_E).

Отмеченные замечания не снижают научной ценности, теоретической и практической значимости полученных результатов исследования.

Основываясь на анализе автореферата, диссертация Кулёвой Надежды Юрьевны «Разработка математических моделей и анализ рабочих характеристик вентильных электроприводов с дискретной коммутацией обмотки», является законченной научной работой, соответствует требованиям к кандидатским диссертациям, в которой решена важная научно-практическая проблема, и её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 - Электротехнические комплексы и системы.

Профессор кафедры «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы»

д-р техн. наук, профессор



Вольский Сергей Иосифович

Подпись Вольского С. И. заверяю:

Директор дирекции института №3



Следков Ю. Г.

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»,

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4

6 декабря 2024г.

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Кулевой Н.Ю. “Разработка математических моделей и анализ рабочих характеристик вентильных электроприводов с дискретной коммутацией обмотки”, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – “Электротехнические комплексы и системы”.

Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности работы вентильного электропривода с дискретной коммутацией обмотки двигателя с возбуждением от постоянных магнитов, в том числе снижения пульсаций электромагнитного момента, повышения его величины, и как следствие, более обоснованного выбора способа управления. Решение этих проблем позволит более обоснованно и эффективно применять электроприводы с двигателями на основе дискретной коммутации.

Содержание работы представлено пятью главами основной части, введением и заключением.

В первой главе рассмотрены и проанализированы существующие способы реализации вентильного электропривода. Изучены методы исследования электромагнитных и электромеханических процессов в приводах данного типа.

Вторая глава посвящена анализу дискретных коммутационных процессов при различных алгоритмах коммутации. Приведено математическое описание физических процессов в ВЭД. Оценена степень точности предложенной модели.

В третьей главе проведен анализ возможности расширения рабочего диапазона и повышения энергетических показателей при различных способах питания обмотки статора ВЭД.

Четвертая и пятая главы посвящены исследованию электромагнитных процессов ВЭД методами компьютерного моделирования и физического эксперимента.

По автореферату имеются следующие вопросы и замечания.

1. В пунктах научной новизны отсутствуют отличительные признаки.
2. Из 4-х положений, выносимых на защиту три – результаты исследований. Что же защищает автор?

3. Указано наличие трех патентов РФ, по факту только один!

4. Стр.9, формула (5), не ясен физический смысл коэффициентов K_{VD}, K_{120}, K_{180} .

5. Каким образом проводились измерения электромагнитного КПД на физической модели двигателя?

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы, а её автор – Кулева Надежда Юрьевна достойна присвоения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Зав. кафедрой «Электроснабжение
промышленных предприятий»,
д.т.н., доцент

Ю.В. Зубков

Подпись Ю.В. Зубкова заверяю,
ученый секретарь Самарского технического университета

д.т.н.



Ю.А. Малиновская

Зубков Юрий Валентинович, доктор технических наук, специальность 2.4.2
«Электротехнические комплексы и системы», доцент.
Заведующий кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий»
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»
443100, РФ, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д.224, Главный корпус.
9.12.2024г.

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Кулёва Надежда Юрьевна на тему:
«Разработка математических моделей и анализ рабочих характеристик
вентильных электроприводов с дискретной коммутацией обмотки»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и
системы»**

Диссертационная работа Н.Ю. Кулёвой посвящена повышению энергетических показателей, расширению рабочего диапазона и улучшению выходных характеристик ВЭП на основе СДПМ с ДК обмотки.

В диссертации Н.Ю. Кулёвой, судя по автореферату, были получены значительные научные результаты, обладающие новизной и практической значимостью, а также возможностью их применения для проектирования и создания вентильных электроприводов. Особенно следует отметить следующие выводы:

1. Проведен анализ возможных алгоритмов коммутации обмотки в ВЭП, основанных на трехфазных СДПМ, который показал, что для 180-градусной коммутации режим фазового векторного управления может быть эффективно использован.

2. Представлены три вида математических моделей для расчёта режимов работы и характеристик ВЭП с ДК. Первая, наиболее упрощённая модель, позволяет рассчитывать характеристики привода при нулевой индуктивности обмотки и позволяет наглядно выявить влияние на выходные характеристики привода алгоритма коммутации обмотки и формы ЭДС вращения, например, для принятия решения по выбору алгоритма коммутации на первоначальном этапе проектирования.

Полученные Н.Ю. Кулёвой в ходе исследований результаты обсуждались на Всероссийских и Международных научных конференциях. В процессе достижения цели диссертации и решения поставленных задач автором было опубликовано 14 научных трудов, в том числе 5 статей, входящие в перечень ВАК.

По представленному автореферату имеются следующие замечания:

1. В автореферате приведен внешний вид универсального стенда, однако автору следовало бы привести схему электрическую принципиальную.

2. Рисунок 10 плохо читаем, автору следовало при снятии осциллограмм использовать фильтрацию помех, предусмотренных производителем осциллографа Rohde & Schwarz.

Отмеченные замечания не являются принципиальными и не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация Н.Ю. Кулёвой является законченным научно-квалификационным трудом, выполнена на актуальную тему, в полной мере

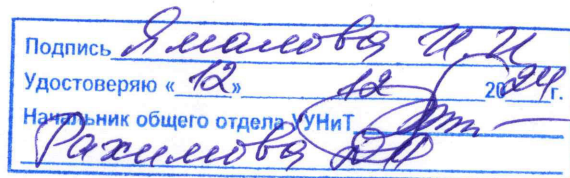
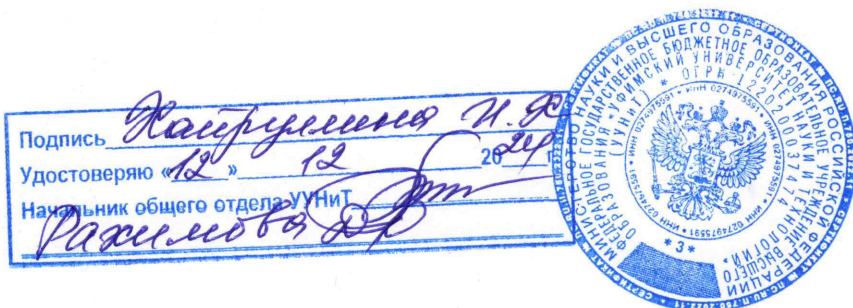
удовлетворяет положениям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Н.Ю. Кулёва заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

д.т.н., профессор
«Электромеханика»,
ФГБОУ ВО «Уфимский университет
науки и технологий»
Хайруллин Ирек Ханифович
E-mail: pish@ugatu.su

к.т.н., доцент кафедры
«Электромеханика»
ФГБОУ ВО «Уфимский университет
науки и технологий»
Ямалов Ильнар Илдарович
E-mail: yamalov.ii@ugatu.su

Тел.: 8 (904) 736-36-54

Адрес: 450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12



ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертационной работы Кулёвой Надежды Юрьевны «Разработка математических моделей и анализ рабочих характеристик вентильных электроприводов с дискретной коммутацией обмотки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 - Электротехнические комплексы и системы

Актуальность. Вентильный электропривод (ВЭП) применяется в тяговом электроприводе наземных, водных и воздушных транспортных средств, подъёмных механизмов, транспортёров, насосов, вентиляторов и др. При разработке и анализе работы ВЭП существует ряд вопросов, которые до настоящего времени исследованы недостаточно. К ним можно отнести сравнительную оценку возможных алгоритмов дискретной коммутации обмотки с точки зрения качества выходных характеристик и энергетических показателей ВЭП, исследование возможности фазового векторного управления (ФВУ) и других способов расширения диапазона реализуемых механических координат, исследование выходных характеристик ВЭП с учетом реальной формы противоЭДС двигателя. Решению этих актуальных вопросов посвящена диссертация Кулевой Н.Ю.

Научная новизна работы заключается:

- в разработке линейной математической модели ВЭП с дискретной коммутацией, отличающейся учетом влияния коммутационных процессов, формы противоЭДС и индуктивности обмотки двигателя на характеристики;
- в оценке эффективности способов и алгоритмов дискретной коммутации в зависимости от требований, предъявляемых к ВЭП;
- в анализе влияния высших гармоник противоЭДС на расширение скоростного диапазона вращения двигателя и энергоэффективность ВЭП.

Практическая значимость работы заключается в рекомендациях по выбору способа дискретной коммутации ВЭП с целью повышения энергетических показателей и снижения пульсаций момента, подтверждается патентом, двумя свидетельствами о государственной регистрации программы для ЭВМ и актами внедрения.

По автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

- 1) Почему при 120-градусной коммутации в ВЭП наблюдается наибольший КПД, больший даже по сравнению с синусоидальным питанием?

2) Не пояснено снижение пульсаций момента в трехфазном ВЭП при 150-градусной коммутации по сравнению с 120 и 180-градусными коммутациями.

3) Словосочетание «универсальная модель» режет слух, тем более «линейная» для описания в принципе нелинейных ВЭП. В третьем уравнении системы (1) индекс «а» ошибочен.

Заключение.

Указанные замечания не снижают научную ценность работы. Диссертация на тему «Разработка математических моделей и анализ рабочих характеристик вентильных электроприводов с дискретной коммутацией обмотки» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор Кулёва Надежда Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 - Электротехнические комплексы и системы.

Я, Казаков Юрий Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электромеханика»
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина» (ИГЭУ)

Казаков Юрий Борисович

Докторская диссертация защищена по специальности 05.09.01. Электромеханика и электрические аппараты

153003, Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34, корп. А, ауд. 149.

Тел.: +7 (4932) 269-715 E-mail: dr.kazakov@mail.ru

Подпись д.т.н., профессора Казакова Ю.Б. заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета ИГЭУ

« 11 » декабря 2024 г.



Вылгина Юлия Вадимовна