

аттестационное дело № _____

дата защиты 25.12.2014, протокол № 21

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.125.07 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ) ПО
ДИССЕРТАЦИИ ШИШОВА ДМИТРИЯ МИХАЙЛОВИЧА НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Диссертация «Транзисторный регулятор бездатчикового бесколлекторного двигателя постоянного тока на базе вычислителя потокосцеплений» в виде рукописи по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы» выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) на кафедре 310 «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы».

Диссертация принята к защите 23 октября 2014 г., протокол №15.

Соискатель Шишов Дмитрий Михайлович, гражданин Российской Федерации в 2011 году окончил с отличием Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский авиационный институт (государственный технический университет). В настоящее время является младшим научным сотрудником кафедры 310 «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы» МАИ.

В период подготовки диссертации обучался в очной аспирантуре МАИ по вышеназванной кафедре.

Научный руководитель – чл.-корр. АЭН РФ, доктор технических наук Пенкин Владимир Тимофеевич, старший научный сотрудник, профессор кафедры 310 «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы» МАИ.

Официальные оппоненты:

1. Геча Владимир Яковлевич, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора по научной работе ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ»;
2. Коняхин Сергей Федорович, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, главный конструктор систем преобразования электроэнергии – зам. главного конструктора ОАО «Аэроэлектромаш»; дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ФГБОУ ВПО ИГЭУ), г. Иваново, дала положительное заключение. Заключение составлено Колгановым Александром Руфимовичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» ФГБОУ ВПО ИГЭУ и утверждено проректором ФГБОУ ВПО ИГЭУ по научной работе Тютиковым В.В.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов.

Отзыв Гечи Владимира Яковлевича (официальный оппонент), доктора технических наук, заверен руководителем департамента управления персоналом и социального обеспечения Щедриной А.Г. ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ». Замечания:

- в работе не показано, какой минимальной частоты вращения можно достичь с помощью предложенного метода бездатчикового управления, и не проанализированы параметры, влияющие на ее значение;
- не рассмотрены вопросы динамики бездатчикового электропривода, построенного на базе предложенного метода управления;
- в работе отсутствуют схемотехнические решения ряда блоков транзисторного регулятора, таких как пусковой блок, вычислительный блок. Представлены только их структурные модели;

– не представлены результаты моделирования режима стабилизации частоты вращения при изменении напряжения питания и токов фаз двигателя.

Отзыв Коняхина С.Ф. (официального оппонента), кандидата технических наук. Замечания:

– основные результаты получены автором посредством компьютерного эксперимента. Для полного подтверждения достоверности результатов необходимо провести исследования на макетном образце разработанного устройства;

– при разработке имитационной модели и проведении экспериментов не учтены параметры линии передачи энергии от инвертора к двигателю в случае ее большой длины;

– из работы неясно, для какого диапазона мощностей может быть использован разработанный метод;

– по теме работы отсутствуют патенты и авторские свидетельства.

Отзыв ведущей организации ФГБОУ ВПО ИГЭУ, утвержден проректором университета по научной работе Тютиковым В.В. Замечания:

– из работы неясно, почему автором за основу взят метод определения моментов коммутации на базе анализа противо-ЭДС фаз;

– недостаточно полно проведен анализ отечественной литературы по тематике диссертации. Библиографический список практически не содержит работы известных Российских ученых в области автоматизированного электропривода;

– в работе не проанализировано влияние нелинейных искажений вычисляемых параметров на точность определения моментов коммутации;

– ориентация на аналоговую технику в реализации отдельных полученных результатов не соответствует в полной мере современным требованиям, так как даже серийно выпускаемые содержат регуляторы и вычислители координат (наблюдатели), построенные на базе цифровых микроконтроллеров;

– отсутствуют сведения об экспериментальной проверке предложенных принципов управления и схемотехнических решений на реальном макетном образце;

– работа содержит некорректно сформулированные положения, выносимые на защиту, например, «Сравнительный анализ достоинств и недостатков существующих бездатчиковых методов управления БДПТ», а многократное использование терминов «способ» справедливо после регистрации результатов интеллектуальной собственности.

Отзыв на автореферат Андреева В.П., кандидата технических наук, заместителя главного конструктора ФГУП МОКБ «Марс». Замечания:

– нет информации, проводилось ли сравнение эффективности предложенного метода бездатчикового управления с другими известными;

– не приведена зависимость ошибки в определении моментов коммутации от неточности задания параметров фаз якоря для разных способов вычисления полезных сигналов;

– качество печати рисунков, на которых приведена имитационная модель в OrCad 9.2 крайне низкое и не позволяет детально рассмотреть и оценить примененные схемотехнические решения.

Отзыв на автореферат Коссова Е.Е., доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника отделения «Тяговый подвижной состав» ОАО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта». Замечания:

– из автореферата неясно, каких низких частот вращения удалось достичь с помощью предложенного метода и на какой частоте происходит переход в режим самокоммутации;

– неясно, какую жесткость имеют механические характеристики при реализации структуры, обеспечивающей стабилизацию частоты вращения;

– неясно, как выглядит полная имитационная модель регулятора в OrCad 9.2.

Отзыв на автореферат Пудовикова О.Е., доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Электропоезда и локомотивы» ФГБУВПО

«Московский государственный университет путей сообщения» и Логиновой Е.Ю., доктора технических наук, профессора этой кафедры. Замечания:

- модели, функциональных блоков регулятора, представленные на рисунке 12 (с.18) имеют плохо различимые обозначения;
- на части графиков на рисунках 13-14 отсутствуют обозначения по оси абсцисс;
- по тексту автореферата имеются редакционные замечания.

Отзыв на автореферат Талова В.В., кандидата технических наук, начальника лаборатории ОАО «НИИЭМ». Замечания:

- всем системам определения положения ротора СДПМ без датчиков положения или энкодера с кодом Грея, в том числе и представленной в данной работе, присущ основной недостаток – невозможность определения положения ротора в статике, в связи с чем возникает проблема запуска и раскрутки двигателя до необходимой частоты вращения СДПМ, особенно с постоянным нагрузочным моментом на валу. Для этого необходимо организовать трехфазную систему синусоидальных или квазисинусоидальных напряжений регулируемой частоты и амплитуды, а не просто «подавать сигналы на инвертор от внешнего задающего генератора», как сказано в представленной работе;
- целесообразно было рассмотреть использование для вычисления противо-ЭДС фаз вместо идеального реального дифференцирующее звено с передаточной функцией $Kp/(1+pT)$, позволяющее исключить влияние возникающих в идеальном дифференцирующем звене высокочастотных помех;
- предлагаемый метод регулирования частоты вращения путем изменения среднего значения напряжения питания фаз статора неприемлем на низких частотах вращения СДПМ при постоянном нагрузочном моменте на валу;
- не определена минимальная частота вращения ротора СДПМ, так называемая «ползучая скорость», при которой начинает работать система определения положения ротора, что особенно важно для электроприводов с моментными двигателями;

- в автореферате приведены только некоторые структурные и функциональные схемы;
- отсутствуют результаты экспериментальных исследований представленной системы на реальном электроприводе.

Отзыв на автореферат Высоцкого В.С., доктора технических наук, заведующего отделением №4 ОАО «ВНИИКП». Замечания:

- в тексте реферата отсутствует информация о выборе значения постоянной времени апериодического звена;
- нет информации об асинхронных (сверхпереходное синхронное сопротивление X_c'') и паразитных синхронных электромагнитных моментах (наличие высших гармоник), возникающих при пуске без контроля положения ротора;
- не представлены показатель колебательности ротора (качаний) при пуске и условие устойчивого режима пуска без выхода из синхронизма.

В дискуссии приняли участие:

Вольский Сергей Иосифович, Попов Борис Николаевич, Кириллов Владимир Юрьевич, Зечихин Борис Семенович, Ковалев Константин Львович, Кривилев Александр Владимирович.

Соискатель имеет 3 опубликованные работы по теме диссертации объемом 2,31 печатных листа в российских научных журналах из списка, рекомендуемого ВАК:

1. Шишов Д.М. Биротативный электропривод воздушных винтов беспилотного электролета. /Занегин С.Ю., Калугин В.Н., Сухов Д.В., Шишов Д.М. // Вестник Московского Авиационного Института. – Том 19. – 2012 г. – №1. – С. 49-57.
2. Шишов Д.М. Обзор бездатчиковых методов определения положения ротора синхронного двигателя с постоянными магнитами. /Сухов Д.В., Шевцов Д.А., Шишов Д.М. // Практическая силовая электроника. – 2014 г. – №53. – С. 50-56.

3. Шишов Д.М. Бездатчиковый регулятор бесколлекторного двигателя постоянного тока с постоянными магнитами на роторе/ Пенкин В.Т., Сухов Д.В., Шевцов Д.А., Шишов Д.М.// Практическая силовая электроника. – 2014 г. – №55. – С. 46-51.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

1. Московской молодёжной научно-практической конференции «Инновации в авиации и космонавтике-2012»;
2. Московской молодёжной научно-практической конференции «Инновации в авиации и космонавтике-2014».

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются компетентными учёными в области мехатронных систем, что подтверждается их научными публикациями. Выбор ведущей организации обуславливается широкой известностью её достижений в области научных исследований по теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработан** алгоритм управления бездатчиковым бесколлекторным двигателем постоянного тока (БДПТ) по измеряемым параметрам обмотки якоря, обеспечивающий эффективное управление двигателем;
- **предложен** способ частотной коррекции сигналов вычисленных потокосцеплений, позволяющий применять псевдоинтегратор (апериодическое звено) в широком диапазоне частот вращения;
- **получены** аналитические зависимости для закона изменения частоты вращения электромагнитного поля без обратной связи по положению ротора при пуске электродвигателя при воздействии различных типов нагрузки;
- в результате имитационного моделирования разработанной системы **показана** работоспособность предложенных принципов управления бездатчиковым БДПТ, а также функциональных и схмотехнических решений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- проведен сравнительный анализ достоинств и недостатков известных бездатчиковых методов управления БДПТ;
- дано теоретическое обоснование метода бездатчикового управления на основе анализа псевдо-ЭДС фаз, полученных с помощью вычисленных потокосцеплений;
- применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе прикладной пакет программ OrCad 9.2.
- получены аналитические зависимости для закона изменения частоты вращения электромагнитного поля в режиме пуска с разомкнутой обратной связью по положению при воздействии различных типов момента нагрузки на валу.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработаны и внедрены в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки МАИ схемотехнические и конструктивные решения для плат статических конверторных преобразователей напряжения, входящих в состав систем электроприводов медицинского и общепромышленного назначения;
- получены акты внедрения от ООО «Трансконвертер» и ООО «КОРСИ», подтверждающие, что результаты диссертационной работы Шишова Д.М. в части разработанных теоретических положений и математического описания рабочих процессов, схемотехнических решений и их компьютерного моделирования были использованы при разработке и налаживании производства ряда статических полупроводниковых преобразователей систем электропривода;
- разработанная в рамках диссертационного исследования имитационная модель регулятора бездатчикового БДПТ на базе вычислителя потокосцеплений позволяет на этапе проектирования производить проверку правильности

предлагаемых схмотехнических решений для блоков системы управления, а также исследовать ряд вопросов, связанных с динамикой и регулированием бездатчикового БДПТ.

Оценка достоверности результатов выявила:

– результаты теоретических исследований подтверждаются адекватностью использованных математических методов и результатами компьютерного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в разработке алгоритма определения моментов коммутации фаз бездатчикового БДПТ по измеренным параметрам обмотки возбуждения; в разработке функциональных и схмотехнических решений для блоков регулятора бездатчикового БДПТ на базе вычислителя потокосцеплений; в проведении численных экспериментов и обработке их результатов; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

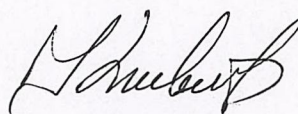
Диссертация охватывает вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, концептуальности и взаимосвязи выводов.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Шишова Д.М. является законченной и обоснованной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения в области бездатчикового управления бесколлекторными двигателями постоянного тока, что имеет существенное значение для промышленности Российской Федерации.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Шишову Дмитрию Михайловичу учёную степень кандидата технических наук по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, участвовавших в заседании, из 28 членов, входящих в состав совета, из них 8 докторов технических наук по специальности 05.09.03, 6 докторов технических наук по специальности 05.09.01, 4 доктора технических наук по специальности 05.02.02, 1 кандидат технических наук по специальности 05.02.02, проголосовали: за присуждение учёной степени 19, против присуждения учёной степени 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета



Ковалев К.Л.

Учёный секретарь
диссертационного совета



Степанов В.С.

25.12.2014