

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.086.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ», ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ», ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «АМУРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 26 сентября 2019 г. № 41

О присуждении Мин Ту Аунгу, гражданину «Республика Союз Мьянма», ученой степени кандидата технических наук. Диссертация «Электроприводы малой мощности с двигателями последовательного возбуждения» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 12 июля 2019 г, протокол № 39 диссертационным советом Д 999.086.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Амурский

государственный университет», 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27, созданный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 773/нк от 24 июня 2016 г.

Соискатель Мин Ту Аунг, 1988 года рождения, в 2015 году окончил «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» по специальности «Мехатроника и робототехника». В настоящее время обучается в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Диссертация выполнена на кафедре «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Суздорф Виктор Иванович, профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Официальные оппоненты:

Сарваров Анвар Сабулханович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Автоматизированный электропривод и мехатроника» ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (МГТУ);

Малышева Ольга Александровна – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электротехника, электроника и электромеханика» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ДВГУПС)

Представили положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ)», в своем положительном отзыве, подписанным доктором технических наук, профессором Лукутиным Борисом Владимировичем, председателем диссертационного совета ДС. ТПУ.12 по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы и утвержденным проректором по научной работе и инновациям Томского политехнического университета, доктором технических наук, профессором Степановым Игорем Борисовичем, указал, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития массового электропривода, а ее автор, Мин Ту Аунг, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 15 работ, из которых 3 статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, определенных перечнем ВАК РФ, 2 патента на изобретения, в 2 изданиях, входящих в международную систему цитирования Scopus и 2 изданиях, входящих в международную систему цитирования Web of Science. Общий объем публикаций по теме диссертации 5,60 п.л., авторских – 2,04 п.л.; публикаций в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации – 1,63 п.л., авторских – 0,85 п.л.

Наиболее значимые работы:

1. Мин Ту Аунг Энергоэффективное управление двигателем последовательного возбуждения/ М.Т. Аунг, В.И. Суздорф // Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2017. №5 (123).- С. 137-145.

2. *Мин Ту Аунг* Динамическая коррекция электропривода с двигателем последовательного возбуждения/ М.Т.Аунг, В.И. Суздорф // Вестник Магнитогорского государственного технического университета, 2018. №1, - С.54 – 60.

3. *Мин Ту Аунг* Функциональный синтез управления в однофазных электроприводах малой мощности / Ю.Н. Дементьев, А.С. Мешков, М.Т.Аунг, В.И. Суздорф // Вестник Южно-уральского государственного университета Серия «ЭНЕРГЕТИКА» - Том 18. № 3. С. 98-105.

4. *Aung, M.T.* Design of series-wound motor control / V.I. Susdorf, M.T. Aung, A.S. Meshkov // 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) Electronic resource, 2017.

5. *Aung, M.T.* Energy saving control of series excitation motor / Y.N. Dementyev, K.N. Negodin, M.T. Aung , V.I. Susdorf // MATEC Web of Conferences 4. "4th International Youth Forum "Smart Grids 2016", 2016.

6. *Aung, M.T.* Functional Control Synthesis of Single-Phase Low Power Motor Drives/ Yu.N. Dementyev, V.I. Susdorf, N.V. Koyain, A.S. Meshkov // Energy Web and Information Technologies18, e7, 2018.

7. *Aung, M.T.* Microcontroller Control of Series Excitation Motor / V.I. Susdorf, M.T. Aung // 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), 2018.

8. *Мин Ту Аунг* Устройство для стабилизации частоты вращения однофазного коллекторного электродвигателя / Ю.Н. Дементьев, А.С.Мешков, Мин Ту Аунг, В.И. Суздорф // Пат. 2663239 Российская Федерация - МПК H02P7/29. (RU). № 2017112421; заявл. 11.04.2017; 03.08.2018. Бюл. №22 – 2 с. : ил.

9. *Мин Ту Аунг* Способ энергосберегающего управления однофазным коллекторным двигателем с динамической коррекцией движения /Мешков А.С., Мин Ту Аунг, Суздорф В.И // Пат. 2666151 Российская Федерация, МПК H02P25/00. (RU). - № 2017132122; заявл. 13.09.2017; 06.09.2018. Бюл. №25– 2 с. : ил.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все положительные):

1. Отзыв ведущей организации – Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ)», в своем положительном отзыве, подписанным доктором технических наук, профессором Лукутиным Борисом Владимировичем, председателем диссертационного совета ДС. ТПУ. 12 по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы и утвержденным проректором по научной работе и инновациям Томского политехнического университета, доктором технических наук, профессором Степановым Игорем Борисовичем. Замечания: 1) В работе не нашел отражения вопрос о влиянии электронного регулирования скорости на процесс коммутации коллекторного двигателя. 2) Недостаточно проработан вопрос, связанный с нелинейным характером нагрузки электропривода. 3) Не нашел отражения диапазон мощностей электропривода, для которых актуально исследование. 4) Значительная часть работы посвящена исследованию энергетических показателей системы электропривода с ДПТ последовательного возбуждения, но в экспериментальной главе не приведены в явном виде его энергетические характеристики (КПД, коэффициент мощности и т.д.). 5) В тексте диссертации встречаются грамматические ошибки («скачек», вместо «скачок» в 4 главе) и не общеупотребляемые термины: динамический КПД, энергетический КПД (стр.5 и далее по тексту).

2. Отзыв официального оппонента, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Автоматизированный электропривод и мехатроника» ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (МГТУ) Сарварова Анвара Сабулхановича.

Замечания: 1) На рис.1.3 (стр.19) приведены динамические характеристики ДПВ при оптимальном по быстродействию управлении, было бы целесообразным их прокомментировать в тексте диссертации. 2) В подразделе 1.2. изменена нумерация рисунков, в разделе 2 в ряде случаев

отсутствует нумерация рисунков и формул. 3) На рис. 3.4а не показан блок задания скорости (блок 6). 4) Из диссертации не ясно, на каких этапах работы электропривода с ДПВ возникает режим прерывистого тока преобразователя и на сколько необходимо его учитывать, а также в каком соотношении находятся длительности проводящего состояния и интервалы, когда ток в вентиллях прерывается? 5) На рис. 3.18 приведены осциллограммы формирования корректирующего сигнала, было бы целесообразным подробнее прокомментировать показанные процессы состояния и интервалы, когда ток в вентиллях прерывается? 6) На стр. 92 делается акцент, на то, что на рисунке 10 четко просматриваются 4 пульса тока и делаются выводы о стабилизирующих свойствах корректирующего сигнала. Очевидно, это описка. Действительно эта закономерность просматривается на рисунках с другим номером. 7) Трудно сопоставляются кривые потребленной электроэнергии на рис. 3.23а и 3.23б, так как они выполнены в разных масштабах. 8) В диссертации целесообразно было бы привести технические данные оборудования, использованного при проведении экспериментальных исследований.

3. Отзыв официального оппонента, кандидата технических наук, доцента, заведующей кафедрой «Электротехника, электроника и электромеханика» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ДВГУПС) Малышевой Ольги Александровны. Замечания: 1) Отсутствует информация о том, каким образом осуществляется контроль минимального значения тока якоря ДПВ. 2) Из текста диссертации не понятно, что подразумевается под термином «гладкое» напряжение. 3) В тексте диссертации на рисунке 3.4а не представлен блок 6 - блок задания скорости, о котором речь идет в пояснении. 4) В главе 4 отсутствуют ссылки на рисунки 4.2, 4.3 и 4.4, а ссылка на рисунок 4.1 не соответствует рисунку, поэтому нет возможности ознакомиться с функциональной схемой способа управления частотой вращения двигателя с последовательной обмоткой возбуждения. 5) Не

представлен сравнительный анализ экспериментальных данных и результатов моделирования по энергетическим показателям предложенного способа энергосберегающего управления электропривода с ДПВ.

Отзывы на автореферат:

1. Отзыв Светлакова Анатолия Антоновича, профессора кафедры «Компьютерные системы в управлении и проектировании» Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, доктора технических наук, профессора. Замечания: 1) В автореферате отсутствует информация о диапазоне мощностей приводных электродвигателей, для которых результаты проведенного исследования могут быть рекомендованы для практического внедрения. 2) Основные положения, выносимые на защиту, носят исключительно качественный характер. В автореферате не определены критерии эффективности (кроме потребляемой электроэнергии), что не позволяет в полной мере количественно оценить выигрыш от использования предлагаемых автором решений в сравнении с существующими.

2. Отзыв Афанасьева Александра Петровича, заведующего кафедрой «Технических дисциплин» ФБГОУ ВО Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема, кандидат технических наук. Замечания: 1) К практической ценности работы автор относит то, что полученные разработки могут быть использованы в системах тягового электропривода. Однако данное утверждение не следует ни из содержательной части автореферата, ни из основных результатов работы. 2) В автореферате не указан диапазон регулирования и диапазон изменения нагрузок. 3) Из автореферата явным образом не прослеживается сравнение экспериментальных и расчетных результатов исследований.

3. Отзыв Курганкина Виктора Витальевича, инженера-программиста отдела главного технолога ОАО «Томский электромеханический завод», кандидата технических наук (специальность 05.09.03). Замечания: 1) В

качестве научной новизны заявлена новая математическая модель электропривода с двигателями последовательного возбуждения, однако из изложенного не ясно, оценена ли её адекватность, не представлены для сравнения характеристики реального электропривода и предложенной модели.

4. Отзыв Аржанова Владимира Викторовича, заведующего отделом электропривода «НИИ АЭМ ТУСУР», кандидата технических наук, с.н.с. Замечания: 1) К практической ценности работы автор относит то, что полученные разработки могут быть использованы в системах тягового электропривода. Однако данное утверждение не следует из содержательной части автореферата. 2) В автореферате не указан диапазон регулирования и диапазон изменения нагрузок. 3) Из автореферата явным образом не прослеживается сравнение экспериментальных и расчетных результатов исследований.

5. Отзыв Туманова Алексея Анатольевича, доцента кафедры «Автоматизация машиностроения» федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», кандидата технических наук, доцента. Замечания: 1) Не указаны величины L и R для определения электромагнитной постоянной времени T_Σ (рисунок 2). 2) Наблюдаются разногласия, при приведении величины угла проводимости. Изначально на листе 10 он указан, как λ_Π , затем на листе 11 указан как ωt , при описании рисунка 5 (лист 12) речь идет уже о периоде проводимости ωt , а на рисунке 6 опять вернулись к углу проводимости λ_Π .

6. Отзыв Константинова Константина Витальевича, доцента кафедры «Робототехника и автоматизация производственных систем» Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), кандидата технических наук, доцента. Замечания: 1) Из автореферата работы не ясно, на основании каких алгоритмов производится расчет по блок-схеме на рис 3. 2) Автор

ограничился исследованием электропривода с использованием тиристорного выпрямителя с фазо-импульсным управлением. На современном этапе развития силовой электроники целесообразно рассматривать и ШИМ-регуляторы повышенной частоты. 3) В автореферате не приведены результаты исследований потерь энергии в электроприводе в динамическом режиме, также не приведены теоретические обоснования увеличения КПД привода.

7. Отзыв Беспалова Виктора Яковлевича, профессора кафедры «Электромеханики, электрических и электронных аппаратов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет МЭИ», доктора технических наук, профессора. Нет замечаний.

8. Отзыв Георгия Яковлевича Пятибратова, профессора кафедры «Электроснабжение и электропривод» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», доктора технических наук, профессора. Замечания: 1) Требуется пояснения, как определялась адекватность применяемых математических моделей электроприводов, созданных для их исследования в динамических режимах работы. 2) Не указано, для какого диапазона номинальной мощности электродвигателей справедливы приведенные в п.5 раздела «Основные результаты работы» числовые значения, показывающие снижение потерь рассматриваемых электроприводов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработан научно-методический подход к нелинейной коррекции параметров электропривода с двигателями последовательного возбуждения, обеспечивающий условия выполнения классической вариационной задачи оптимизации;

доказана перспектива использования алгоритмов энергосберегающего управления в электроприводах малой мощности;

введено новое понятие «динамический КПД», характеризующее потери электроэнергии в ДПВ, в переходных режимах работы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Доказано повышение энергетической эффективности работы электропривода с двигателем последовательного возбуждения за счет применения нелинейной коррекции параметров системы и алгоритма оптимального управления электроприводом с точки зрения минимизации потерь электрической энергии в динамических режимах работы;

использованы методы математического моделирования, динамического программирования, дифференциального и интегрального исчисления, оптимального управления, экспериментальных исследований;

изложены основные положения энергосберегающих подходов к управлению на базе критериев оптимальности, оптимизации динамического КПД нелинейных электромеханических систем, устройств управления ДПВ малой мощности путем синтеза структуры и алгоритмов управления, анализ динамических свойств системы управления электроприводом с ДПВ;

раскрыты дополнительные условия для регулирования основных параметров систем электроприводов с двигателями последовательного возбуждения;

изучены изменения закономерности электромагнитных процессов в двигателе при импульсном питании и получены функциональные зависимости.

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

разработаны и внедрены результаты работы в форме методик проектирования и разработанных алгоритмов энергосберегающего управления, в дисциплине «Энергосберегающие системы электроприводов»

основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электропривод и автоматика». Используются при проведении лекционных и практических занятий.

представлены рекомендации по инженерной методике расчета структуры и параметров электропривода в различных вариантах практического использования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ по определению параметров потребляемой электрической энергии использовано сертифицированное оборудование;

теория построена на известных общепринятых положениях электротехники, теории математического моделирования, динамического программирования, дифференциального и интегрального исчисления, оптимального управления, экспериментальных исследованиях;

идея базируется на определении оптимальных с точки зрения энергетики параметров электропривода с двигателями последовательного возбуждения;

использованы современные методы повышения энергетической эффективности работы электроприводов на основе оптимизации управления;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в публикациях в открытых источниках.

Личный вклад соискателя состоит в:

постановке задачи, получении исходных данных и выполнении научных экспериментов, на всех этапах исследования:

- анализе факторов, позволивших установить функциональные зависимости переменных параметров системы регулирования от координат движения, что позволило упростить поиск оптимальных траекторий управления;

- разработке алгоритма нелинейной коррекции параметров электропривода с двигателями последовательного возбуждения, обеспечивающей условия выполнения классической вариационной задачи оптимизации;

- синтезе алгоритма оптимального управления электроприводом с ДПВ с точки зрения минимизации потерь электрической энергии в динамических режимах работы и предложенном способе его реализации;

- в разработке предложений по развитию новых функциональных свойств и повышения энергетических показателей электропривода.

На заседании 26 сентября 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Мин Ту Аунгу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за _16_, против __1__, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

Диссертационного совета,

д.т.н., профессор

Ученый секретарь диссертационного

совета, к.т.н., доцент



Соловьев Вячеслав Алексеевич

Гудим Александр Сергеевич

26 сентября 2019 г.