

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

24.2.377.06, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук,

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28 февраля 2023 г., № 9

О присуждении Мурзакову Дмитрию Геннадьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Улучшение динамических характеристик электропривода грузоподъемного механизма» по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 20 декабря 2022 года (протокол № 3) диссертационным советом 24.2.377.06, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», Минобрнауки России, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, приказ №1172/нк от 12.10.2022 г.

Соискатель Мурзаков Дмитрий Геннадьевич 28 сентября 1992 года рождения.

В 2014 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновский государственный технический университет» по специальности 140604 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов».

С 2014 г. по 2018 г. обучался в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (профиль «Электротехнические комплексы и системы»). В период подготовки диссертации соискатель с 2019 г. и по настоящее время работает в акционерном обществе «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения» в должности начальника тематической комплексной бригады ТКБ-511 в отделе НИО-51. С 2018 по 2021 г. работал ассистентом, а с 2021 г. и по настоящее время - старшим преподавателем кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Электропривод и автоматизация промышленных установок» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – к.т.н., доц., зав. кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Доманов Виктор Иванович, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Официальные оппоненты:

1. Мещеряков Виктор Николаевич, д.т.н., проф., зав.кафедрой «Электропривод», ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк;

2. Лисин Сергей Леонидович, к.т.н., доц., доц. кафедры «Электропривод и

промышленная автоматика», начальник управления по персоналу и делопроизводству, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара,

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, в своем положительном заключении, подписанном д.т.н., доц., зав. кафедрой «Электрооборудование, электропривод и автоматика» Дарьенковым Андреем Борисовичем, д.т.н., проф., проф. той же кафедры Титовым Владимиром Георгиевичем и утвержденном проректором по научной работе Куркиным Андреем Александровичем, указали, что диссертационная работа Мурзакова Дмитрия Геннадьевича является законченной научно-квалификационной работой. Автором решена актуальная для теории и практики задача, связанная с улучшением динамических характеристик электропривода грузоподъемного механизма. Диссертация соответствует специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы». Диссертационная работа удовлетворяет критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенными в Положении о присуждении ученых степеней, а её автор, Мурзаков Дмитрий Геннадьевич заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

Соискатель имеет 13 печатных работ по теме диссертации, из них 3 статьи в изданиях из перечня ВАК РФ, 1 статья в журнале, индексируемом в БД Scopus, 1 патент РФ на изобретение, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Объем научных изданий – 3.85 п.л., авторский вклад –1,96 п.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Синтез электропривода, нечувствительного к изменениям момента инерции. Доманов В.И., Доманов А.В., Мурзаков Д.Г.// Промышленные АСУ и контроллеры. 2020. №8.
2. Математическая модель асинхронного двигателя с фазным ротором в системе координат d-q. Доманов В.И., Мурзаков Д.Г., Халиуллов Д.С. // Вопросы электротехнологии. 2021. №3. С.57-64
3. Линеаризованная математическая модель асинхронного двигателя с фазным ротором как объекта управления. Доманов В.И., Мурзаков Д.Г., Комаров Н.Е. // Вопросы электротехнологии. 2022. №3. С.67-74
4. Solution of electric drive with a variable moment of inertia. Viktor I. Domanov, Dmitriy G. Murzakov, Andrejj V. Domanov // 2021 3rd International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE), ISBN:978-1-7281-8399-2, IEEE

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ведущей организации ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический

университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород. Наиболее существенные замечания: в диссертационной работе недостаточно рассмотрены электромагнитные процессы преобразователей в цепях статора и ротора двигателя, что затрудняет оценку энергетических показателей предлагаемого варианта электропривода. Отсутствуют кривые токов в обмотках статора, ротора и сети установки, что не дает возможности оценить энергетические показатели предлагаемого варианта электропривода;

2. официального оппонента д.т.н., проф., Мещерякова В.Н. Наиболее существенное замечание: разработанные компьютерные модели позволяли измерить и показать не только приведенные в диссертации основные выходные переменные: скорость, момент, ток статора, но и другие электрические переменные, характеризующие работу двигателя, например, мгновенные значения тока ротора;

3. официального оппонента к.т.н., доц., Лисина С.Л. Наиболее существенное замечание: на рисунке 2.11 график угловой частоты полученного из исходной модели на участке $t=1..1.5$ наблюдаются колебания, при этом на графике угловой частоты линеаризованной модели они отсутствуют. Отсутствует пояснение с чем это связано;

4. д.т.н., зав. кафедрой электропривода и электрооборудования береговых установок ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова», г. Санкт-Петербург, Саушева А.В. Замечание: из автореферата не ясно, как согласуются между собой критерий максимальной производительности и апериодический характер переходного процесса»;

5. к.т.н., зав. кафедрой «Управляющие и вычислительные системы» ФГБОУ ВО «ВоГУ», г. Вологда, Мещерякова В.Е. Наиболее существенное замечание: на структурной схеме (Рис. 10) показано два регулятора момента, требуется пояснить, в чем их отличие;

6. к.т.н., директора научно-исследовательского технологического института им. С.П. Капицы УлГУ, г. Ульяновск, Фомина А.Н. Наиболее существенное замечание: на рисунке 4 приведена линеаризованная структурная схема АДФР, однако в автореферате не указано, какие допущения были приняты при выполнении преобразований;

7. к.т.н., заместителя начальника научно-испытательного отдела ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров, Мишина А.В. Наиболее существенное замечание: предлагается применить упреждающую коррекцию для снижения влияния изменения момента инерции. На рисунке 15 показано снижение влияния в 2 раза, однако не уточняется, о возможности полного исключения влияния изменения момента инерции;

8. д.т.н., доцента, проф. кафедры «Автоматизированный электропривод и мехатроника», ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Омельченко Е.Я. Наиболее существенное замечание: нет четкого обоснования применения принципа двухканального управления. Проще применить систему ПЧ-АД с закороченным АДФР;

9. д.т.н., проф., зав. кафедрой «Электромеханика» Вавилова В.Е.; к.т.н., доцента кафедры «Электромеханика» Фаррахова Д.Р. ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Замечание: в качестве недостатка необходимо отметить отсутствие в структурной схеме ограничителей тока, что может вызывать насыщение

магнитопровода или перегрузку системы управления во время переходных процессов, а также отсутствие оценки энергоэффективности электротехнического комплекса;

10. д.т.н., проф., проф. кафедры электропривода, автоматики и управления в технических системах ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, Литвиненко А.М. Замечание: на рис. 12 автореферата не явно представлен режим удержания;

11. д.т.н., доцента, проф. кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Грачевой Е.И. Наиболее существенное замечание: в тексте автореферата не показано, как оценивались погрешности при проведении экспериментальных исследований измерения момента и скорости при изменении нагрузки (стр. 18) и какие величины в этом случае приняты за эталонные значения;

12. д.т.н., доцента, зав. кафедрой «Электротехника и электромеханика» ФГАОУ ВО «ПНИПУ», г. Пермь, Кавалерова Б.В. Наиболее существенное замечание: графики рисунка 5 и рисунка 6 целесообразно было совместить на одном рисунке, что бы наглядно сравнить результаты линеаризованной и исходной моделей;

13. д.т.н., проф., профессора Высшей школы электроэнергетических систем Института Энергетики ФГАОУ ВО «СПбПУ», г. Санкт-Петербург, Фролова В.Я. Замечание: на странице 9 указано что проведена линеаризация исходной модели, но не дается пояснение для чего.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность, новизна исследований и практическая значимость работы, а также то, что Мурзаков Дмитрий Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и опытом работы в области электрического привода и электротехнических комплексов, а также публикациями по тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

– структура двухканальной системы управления электротехнического комплекса грузоподъемных машин. В качестве силового преобразователя для цепи статора и ротора применён транзисторный регулятор-коммутатор;

– математическая модель электропривода подъема на основе асинхронного двигателя с фазным ротором, позволяющая его исследовать в различных режимах, в том числе в режиме «удержания» груза;

– вычислитель момента асинхронного двигателя с фазным ротором, отличающийся оперативным расчетом момента по измеренным значениям тока статора и ротора.

предложены:

– методика синтеза регуляторов скорости и момента, отличающаяся обоснованием вида желаемых передаточных функций разомкнутых контуров, обеспечивающая снижение динамических нагрузок;

– применение упреждающей коррекции, обеспечивающее снижение влияния изменения момента инерции на динамические характеристики электропривода;

доказана: перспективность применения структурного построения электропривода грузоподъемного механизма, обеспечивающего ограничение рывка и режим удержания;

новых понятий не вводилось.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказана:

– корректность предложенной методики синтеза регуляторов скорости и момента, обеспечивающей снижение динамических нагрузок;

– адекватность разработанной линеаризованной математической модели электропривода подъема электротехнического комплекса грузоподъемного механизма на основе асинхронного двигателя с фазным ротором, позволяющей исследовать его функционирование в различных режимах, и обеспечивающей безударный переход механизма в режим удержания;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы математического и физического моделирования, теории автоматического управления, теории электропривода и электрических цепей;

разработана математическая модель процессов в электроприводе подъема грузоподъемного механизма;

предложен принцип построения системы управления электропривода подъема с применением в цепи статора и ротора транзисторного регулятора-коммутатора;

изучены вопросы совместной работы асинхронного двигателя с фазным ротором и регулятора-коммутатора в электроприводе грузоподъемного механизма;

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

разработаны и внедрены:

– конструкция силовой части и системы управления электротехническим комплексом грузоподъемного механизма с применением в цепях статора и ротора транзисторного регулятора-коммутатора, обеспечивающая снижение динамических нагрузок за счет плавного регулирования скорости и безударного перехода в режим удержания;

определены перспективы практического использования теоретических результатов исследования при разработке системы подчиненного регулирования скорости электропривода подъема с внутренним контуром регулирования момента, обеспечивающей апериодический характер переходных процессов и снижение динамических нагрузок на привод подъема.

созданы:

– компьютерная модель ЭТК грузоподъемного механизма, позволяющая исследовать систему управления с предлагаемыми параметрами регуляторов;

– вычислитель момента и скорости асинхронного двигателя с фазным ротором,

позволяющий применять предлагаемый электропривод на существующих электротехнических комплексах без изменений в конструкции механической части;

представлены рекомендации по дальнейшему использованию результатов работы и совершенствованию систем управления электропривода грузоподъемных механизмов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: результаты получены с применением аттестованного оборудования лаборатории электрического привода Ульяновского государственного технического университета (г. Ульяновск). Обработка данных осуществлялась с использованием среды динамического моделирования технических систем SimInTech;

теория построена с использованием корректного математического аппарата, известных теоретических данных и обоснованных допущений. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и полученных результатов базируется на доказанных и корректно использованных выводах математического анализа, сравнении результатов математического моделирования с данными, полученными экспериментальным путем;

идея базируется на обобщении и дальнейшем развитии передового опыта зарубежных и российских ученых, работающих в области электротехнических комплексов, электропривода грузоподъемных механизмов и создания современных элементов и алгоритмов функционирования объектов сложных электротехнических комплексов;

использовано сравнение авторских экспериментальных и расчетных данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено, что полученные результаты не противоречат результатам, представленным в независимых источниках;

доказана обоснованность теоретических выводов и положений, результатов математического моделирования, которые подтверждены экспериментально и согласуются с данными, опубликованными в научной литературе;

использованы современные методы обработки теоретических и экспериментальных данных, полученных в результате математических расчетов и натурных экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит в разработке усовершенствованной модели асинхронного двигателя с фазным ротором, позволяющей выполнить параметрический синтез регуляторов; определении структуры электропривода, обеспечивающей безударный переход в режим удержания; разработке методики синтеза регуляторов электропривода, обеспечивающей снижение динамических нагрузок; модернизации математической модели электропривода подъема на основе асинхронного двигателя с фазным ротором, позволяющей исследовать в различных режимах.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Не совсем точно используется понятие «асинхронный двигатель с фазным ротором». Машина, которая исследуется – это «машина двойного питания». Нужно аккуратно относиться к заявлениям что снизилось ускорение груза. Ускорение это ни что иное как сила, деленная на массу, или момент деленный на момент инерции. Значит увеличился либо числитель, либо уменьшился знаменатель, с физикой плохо согласуется (Макаричев Ю.А.).

2. При изменениях режимов, напряжений, насыщений, частоты вращения могут существенно меняться активные и индуктивные сопротивления двигателя, а линеаризованная модель используется с конкретными значениями, что справедливо для одной точки (Казаков Ю.Б.).

Соискатель Мурзаков Д.Г. ответил и частично согласился с замечаниями на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 28 февраля 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Мурзакову Дмитрию Геннадьевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы» за решение научной задачи по улучшению динамических характеристик асинхронного электропривода подъема грузоподъемного механизма, имеющей важное значение для развития электротехники и подъемно-транспортной механизации.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 10 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за присуждение степени - 11, против - 0.

Председатель диссертационного
совета 24.2.377.06



Стариков Александр Владимирович

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.377.06

Стрижакова Елена Владимировна

28 февраля 2023 г.