

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе Федеральное
государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Новосибирский государственный технический
университет»,
доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки
Российской Федерации



А.Г. Вострецов

2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ) на диссертационную работу Гусева Алексея Владимировича «Алгоритмы управления электроприводом подъема крана в режиме «с подхватом», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность темы исследования

Крановые механизмы в классификационном ряду, как правило, относят к механизмам общепромышленного назначения. Однако, специфика и режимы работы грузоподъемных устройств заставляют разработчиков систем регулируемого электропривода (ЭП) искать нетиповые алгоритмические решения. Наличие упругой связи в виде стального каната обуславливает двухмассовость электромеханической системы подъема крана, что также должно быть учтено при проектировании систем автоматического регулирования технологического процесса.

В настоящее время системы частотно-регулируемого асинхронного ЭП находят широчайшее применение в различных общепромышленных механизмах, в том числе и

в крановых. На сегодняшний день система Преобразователь частоты – Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором (ПЧ-АД) является наиболее востребованным и рациональным способом автоматизации.

Вопросы «страгивания» груза, ликвидация провисаний канатов являются наиболее важными при проектировании систем управления ЭП подъема крана. Поскольку эти режимы напрямую определяют качество выполнения всего технологического процесса подъема (спуска), а также определяют безопасность обслуживающего персонала в цехе производственного предприятия.

Не маловажным фактором является и экономическая составляющая. Руководство промышленных предприятий всегда стремится снизить капитальные затраты на обслуживание, ремонт, замену составных узлов и деталей технологических установок.

Все вышеперечисленное, требует разработки новых алгоритмических подходов при построении систем регулируемого ЭП подъема кранов, удовлетворяющих всем особенностям и режимам функционирования данных механизмов.

Диссертационная работа Гусева А.В., направленная на разработку новых алгоритмов управления ЭП грузоподъемных механизмов, является актуальной и практически значимой.

Общая характеристика работы

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева». Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. Список литературы насчитывает 99 наименований. Объем основной части работы составляет 109 страниц, включает 34 рисунка и 7 таблиц.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационного исследования, рассмотрены вопросы и проблемы динамики крановых механизмов. Сформулирована постановочная часть диссертационной работы, в том числе цели и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость работы.

Первая глава диссертационной работы посвящена постановке задачи исследования: рассмотрены технологические особенности ЭП подъема кранов, тщательно проанализированы различные способы построения замкнутых систем управления ЭП крановыми механизмами. Доказана перспективность метода аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР) в качестве основного способа разработки

системы управления.

Во второй главе в типовой форме представлена математическая модель АД. Рассмотрены вопросы широтно-импульсного управления типовым двузвенным ПЧ. Составлена двухмассовая математическая модель механической части ЭП подъема. Все приведенные математические модели объединены в единую структуру ЭП подъема крана. Сформулированы требования к системе управления.

В третьей главе выполнен синтез системы управления скоростью подъема груза. Рассмотрены два варианта регуляторов: 1) ПИ-регулятор скорости с подчиненным регулятором упругого момента; 2) регулятор, полученный по методу АКАР. Методом цифрового моделирования проведен сравнительный анализ систем управления, даны рекомендации к их практическому применению, рассчитан экономический эффект от внедрения предложенных алгоритмов управления.

Четвертая глава диссертационной работы посвящена результатам экспериментального исследования асинхронного ЭП с разработанными алгоритмами управления скоростью подъема груза. Приводятся описание экспериментальной установки и осциллограммы результатов практических исследований. Подтверждена работоспособность синтезированных систем управления ЭП.

В заключении формулируются основные выводы и достижения работы в целом, дается краткая характеристика результатов, полученных в ходе диссертационного исследования.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Диссертация соответствует пункту 2 «Обоснование совокупности технических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем», пункту 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления» паспорта специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Научная новизна, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные научные результаты, полученные в диссертационной работе Гусева А.В., заключаются в следующем:

1. Впервые получена зависимость для расчета максимальной скорости устранения провисания подъемного каната, при условии ограничения усилия в канате на заданном уровне, учитывающая влияние тормозного момента электродвигателя.

2. Впервые предложена непрерывная нелинейная математическая модель усилия в канате, аппроксимирующая канат как упругую связь одностороннего действия, обеспечивающая возможность нахождения ее дифференциала на всем множестве допустимых значений переменных.

3. Впервые получены алгоритмы управления приводом подъема крана по методу АКАР, снижающие динамические нагрузки в режиме работы «с подхватом».

Достоверность и обоснованность новых научных положений диссертационного исследования не вызывает сомнений и подтверждена проведенными экспериментальными исследованиями.

Значимость результатов диссертации для науки и производства

Полученная непрерывная нелинейная математическая модель двухмассовой механической подсистемы привода подъема крана может быть использована для описания процессов различных механических систем, имеющих кинематические связи в виде канатов, а также при синтезе регуляторов таких механических систем.

Определены параметры, влияющие на скорость устранения провисания каната, при условии ограничения величины динамической нагрузки на него, что может быть использовано для разработки способов снижения нагрузки на подъемный канат при устранении его провисания и слабину.

Применение разработанных алгоритмов управления электроприводом подъема крана позволит снижать динамические нагрузки в режиме работы «с подхватом», что повысит безопасность эксплуатации и долговечность работы крана.

Полученные в диссертационной работе алгоритмы управления могут быть взяты за основу предприятиями, специализирующимися на разработке систем управления ЭП переменного тока для грузоподъемных механизмов, а также могут быть использо-

ваны как основа для дальнейших научно-технических исследований. Научный и практический уровень диссертации характеризуется как высокий.

Замечания по диссертации и автореферату

1. В главе 2 без достаточных обоснований выбран векторный способ широтно-импульсной модуляции выходного напряжения преобразователя частоты. Данный способ модуляции сложен в реализации и предъявляет повышенные требования к вычислительным способностям цифрового сигнального процессора.

2. В разделе 3.1 при переходе к нелинейной непрерывной характеристике усилия в канате от положения двух масс применяется настроенный параметр a . Необходимо дать рекомендации по критериям выбора данного параметра. Возможно ли вывести аналитические выражения для его определения?

3. В третьей главе диссертационной работы при моделировании электромеханической системы с прямым управлением моментом ограничения, накладываемые на электромагнитный момент двигателя, составляли $\pm 100 \text{ Н} \cdot \text{м}$, тогда как при исследовании разработанных алгоритмов управления величина ограничения составляла $\pm 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Вызывает опасение то, что улучшение динамических характеристик электропривода получены, в том числе, по причине увеличения уровня ограничений.

4. Необходимо дать более подробные пояснения к расчетам запасов прочности и выносливости каната (раздел 3.5). По какой причине уменьшение массы поднимаемого груза не обеспечивает максимальные значения данных параметров?

Заключение

Диссертационная работа Гусева Алексея Владимировича «Алгоритмы управления электроприводом подъема крана в режиме «с подхватом» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Полученные в диссертационной работе результаты разработки и исследования новых алгоритмов управления асинхронными электроприводами подъема крана имеют существенное значение для науки и практики в области современного регулируемого электропривода переменного тока. Выводы и рекомендации имеют достаточно обоснованный характер. Результаты проведенных исследований опубликованы в печатных изданиях, в том числе рекомендованных списком ВАК РФ, доложены и обсуждены на

конференциях всероссийского и международного уровня.

По своей актуальности, объему выполненных исследований, научному содержанию, новизне и практической значимости результатов работа полностью отвечает требованиям «**Положения о порядке присуждения ученых степеней**», предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **Гусев Алексей Владимирович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.09.03** – «Электротехнические комплексы и системы».

Отзыв составил заведующий кафедрой «Электропривода и автоматизации промышленных установок» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», д. т. н., доцент В.Н. Аносов.

Отзыв на диссертацию и автореферат заслушан, обсужден и принят на научном семинаре кафедры «Электропривода и автоматизации промышленных установок» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» «25» апреля 2017 г., протокол № 3.

Председатель семинара:

доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электропривода и автоматизации промышленных установок», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»,
тел. (383) 346-15-68,
Адрес: 630073, г. Новосибирск,
пр-т К. Маркса, 20, корпус № 2,
аудитория 2-223
E-mail: anosov@corp.nstu.ru

Аносов Владимир
Николаевич

Подпись Аносова Владимира Николаевича

заверяю:



Аносов

Секретарь семинара:

кандидат технических наук, доцент кафедры
«Электропривода и автоматизации про-
мышленных установок», Федерального
государственного бюджетного образова-
тельного учреждения высшего образова-
ния «Новосибирский государственный
технический университет»,

тел. (383) 346-15-68,

Адрес: 630073, г. Новосибирск,

пр-т К. Маркса, 20, корпус № 2,

аудитория 2-232

E-mail: kucher@corp.nstu.ru



Кучер Екатерина
Сергеевна

Подпись Кучер Екатерины Сергеевны

заверяю:



О. К. Пустовалова

