

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертационную работу
Мурзакова Дмитрия Геннадьевича
на тему «Улучшение динамических характеристик электропривода
грузоподъемного механизма»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

Структура и объем диссертационной работы

Представленная работа изложена на 148 страницах и включает в себя введение, четыре главы, выводы, заключение, библиографический список из 125 наименований на 13 страницах, содержит 97 рисунков, 6 таблиц и 3 приложения.

Актуальность работы

В современных условиях импортозамещения во многих отраслях промышленности ставится задача модернизации существующих электротехнических систем и комплексов, в том числе используемых в подъемно-транспортной отрасли тяжелого машиностроения.

Подъемно-транспортное оборудование, в частности крановое, является неотъемлемой частью большинства технологических процессов, а также активно используется в транспортно-логистических процессах. Крановые механизмы преимущественно работают в повторно-кратковременных режимах с частыми пусками и торможениями. Электроприводы подъёма кранового оборудования в большинстве случаев оборудованы асинхронными двигателями с фазным ротором, и с момента их установки, хотя и имеют соответствующий износ, но не выработали свой ресурс, при этом системы управления такими приводами морально устарели и имеют определенные недостатки. Модернизация путем полной замены привода является затратной, поэтому целесообразным является замена системы управления. Поэтому разработка и исследование эффективных систем управления электроприводом подъема грузоподъемного механизма, обеспечивающих

повышение производительности, ограничение рывка и возможности электромеханического удержания, выполняемые с применением современных компьютерных средств моделирования, является актуальной современной задачей.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, поставлены цели и задачи диссертационной работы, определены рассматриваемые вопросы, изложена краткая характеристика работы в целом.

Первая глава посвящена анализу предметной области. Проведен обзор основных существующих электроприводов грузоподъемных механизмов. Обосновываются возможность повышения качественных показателей систем асинхронного электропривода при двухканальном управлении.

Во второй главе проведена разработка математической модели электропривода подъема грузоподъемного механизма. Рассмотрена кинематическая схема грузоподъемного механизма, содержащая асинхронный двигатель с фазным ротором, электромагнитный тормоз, редуктор, шкив намотки троса, трос, груз. Составлена расчетная схема кинематической цепи грузоподъемного механизма. Выполнено математическое описание работы асинхронного двигателя с фазным ротором при питании по цепи статора и ротора в системе координат $x - y$ с учетом реализации режима удержания. Получена нелинейная математическая модель асинхронного двигателя с фазным ротором и его структурная схема. Выполнена линеаризация структурной схемы в рабочей точке. Получены передаточные функции, характеризующие: изменение частоты вращения при изменении напряжения ротора, изменение частоты вращения при изменении момента сопротивления. Выполнено моделирование и сравнение переходных процессов, полученных на основании нелинейной и линеаризованной моделей асинхронного двигателя. Разработана компьютерная модель электропривода и выполнено моделирование режима работы с изменением напряжения ротора и наложением тормоза.

В третьей главе выполнен синтез системы управления электропривода грузоподъемного механизма. Разработана структурная схема системы подчиненного регулирования АДФР с внутренним контуром момента и внешним контуром скорости, содержащая преобразователи в цепях статора и ротора. Выполнен синтез параметров корректирующего устройства в режиме удержания, регуляторов момента и скорости в режиме регулирования скорости, корректирующего устройства обеспечивающего подавление колебаний в режиме регулирования скорости, корректирующего устройства обеспечивающего частичную инвариантность к изменению момента инерции ЭП. Проведено компьютерное моделирование режимов удержания и регулирования скорости, разработанного двухконтурного электропривода грузоподъемного механизма с учетом нелинейной модели асинхронного двигателя. Получены графики переходных процессов перемещения, скорости и ускорения груза подтверждающие возможность регулирования и перехода в режим удержания с ограничением ускорения груза.

В четвертой главе дано описание экспериментальной установки, выполнены экспериментальные исследования на физической установке. Выполнено моделирование работы регулятора – коммутатора совместно с асинхронным двигателем и получены графики динамических и статических механических характеристик асинхронного двигателя при изменении напряжения с помощью регулятора – коммутатора. Предложены измерители электромагнитного момента асинхронного двигателя, скорости асинхронного двигателя на основании математической обработки полученных зависимостей токов и напряжений. Получены экспериментальные графики переходных процессов скорости вращения двигателя и перехода в режим удержания в разомкнутой системе и системе с обратными связями по скорости вращения и моменту двигателя.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы.

В приложениях к диссертационной работе представлены акты о внедрении результатов диссертационного исследования.

Исходя из анализа содержания работы можно сделать вывод, что диссертационная работа Мурзакова Д.Г. обладает внутренним единством, опубликованные работы свидетельствует о личном вкладе автора. Данное исследование изложено грамотно, используется принятая терминология. Диссертационная работа и автореферат соответствуют требованиям паспорта специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Содержание текста автореферата в полной мере соответствует тексту диссертационной работы и отражает все основные положения. Материалы автореферата дают полное представление о научных результатах работы.

Достоверность и обоснованность положений, выводов, рекомендаций и результатов

Достоверность выводов, положений и полученных в диссертационном исследовании результатов обеспечивается корректным использованием математического аппарата, современных аналитических и экспериментальных методов исследования. Предлагаемая система управления и методика синтеза системы апробированы на практике и подтверждены результатами экспериментального исследования.

Публикации и апробация работы

Все основные положения диссертационной работы в достаточной степени отражены в 13 печатных работах, из них 5 статей в изданиях из перечня ВАК РФ, 1 статья в журнале, рецензируемом базами данных Scopus, 1 патент РФ на изобретение, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Новизна диссертационной работы

Научная новизна заключается в следующем:

1. Разработана линеаризованная математическая модель электротехнического комплекса, отличающаяся учетом двухканального управления асинхронным электроприводом, позволяющая исследовать режимом удержания груза.

2. Предложен способ структурного построения электропривода грузоподъемного механизма с ограничением рывка и обеспечением режима удержания груза.

3. Разработана методика синтеза регуляторов асинхронного электропривода, позволяющая получить требуемые переходные процессы, основанная на выборе желаемых передаточных функций разомкнутых контуров, и обеспечивающая монотонный характер переходных процессов.

Практическое значение диссертационной работы

Результаты, рекомендации и выводы диссертационной работы представляют научный и практический интерес ввиду возможности их применения при модернизации электроприводных комплексов грузоподъемных механизмов. Значимость полученных автором результатов подтверждается актами внедрения. Среди основных элементов практической значимости можно выделить ограничение рывков скорости и обеспечение электромеханического удержания при использовании разработанной системы управления. Электрическая система удержания груза упрощает работу машиниста крана, исключает кратковременное опускание груза при переходе от режима движения груза к режиму удержания в неподвижном состоянии. Созданные элементы управления асинхронным электроприводом позволяют выполнять модернизацию грузоподъемного механизма без изменений механической части привода.

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Личный вклад соискателя Музакова Д.Г. в разработку темы диссертации и научной проблемы состоит в решении всех поставленных в диссертации задач, разработке новой системы двухканального управления асинхронным электроприводом, улучшающей условия работы машиниста крана.

Отсутствие в диссертации использования заимствованного материала без ссылки на автора и источник заимствования, результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов

В диссертации, по мнению оппонента, не содержится использования заимствованного материала без ссылки на автора и источник заимствования, результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов.

По материалам диссертации имеются замечания и вопросы:

1. Почему при моделировании в начальный момент пуска кранового механизма нет нагрузки. Нагрузка набрасывается через 0.3 секунды после пуска. Хотя технологический процесс подъема груза предусматривает пуск привода не только при условии провисания грузоподъемного каната, но и при висячем состоянии груза при натянутых канатах, то есть под нагрузкой.
2. 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. Не пояснено каково кратность пускового момента по отношению к номинальному значению на графике рис.3.17, почему в этом случае нет ограничения величины пускового момента.
4. Не объяснено подробно, в том числе с энергетической точки зрения, почему выгоднее менять систему резистивного управления асинхронного двигателя с фазным ротором (АДФР) на предлагаемую систему, по сравнению с уже широко применяемой системой частотного управления асинхронным короткозамкнутым двигателем. Типовые преобразователи частоты от «Шнайдер Электрик» имеют возможность векторного

управления, достаточно точно обеспечивают поддержание скорости и момента. При этом, в случае применения активного выпрямителя способны обеспечивать рекуперацию энергии в сеть при опускании груза.

5. Не проведено сравнение предлагаемого электропривода на основе АДФР с другими известными и используемыми на практике системами управления этим двигателем, например с импульсной системой - с выпрямителем, резистором и импульсным коммутатором в звене постоянного тока.
6. На фотографии установки видно, что электромашинный агрегат оснащен цифровым энкодером. В работе приведена методика косвенного расчета скорости. Не совсем понятно сравнивались эти значения или нет, почему при наличии энкодера предлагается вычислять скорость косвенно, через выпрямленные значения напряжения и токов.
7. В конструкции разработанного нестандартного преобразователя смущает наличие резистора в звене постоянного тока, он что разрядный? Каково его сопротивление по сравнению с сопротивлением одной фазы обмотки статора или ротора. При этом на рис. 2.20 в схеме компьютерной модели резистора нет.
8. По тексту диссертации имеются опечатки, хотя их количество незначительно.
9. В автореферате на рисунках 5-8, 11, 12 оси подписаны шрифтом, отличающимся от основного текста автореферата.

Вышеуказанные замечания по диссертационной работе и автореферату не снижают научной ценности диссертационной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Считаю, что диссертационная работа представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, направленную на повышение работоспособности, удобства эксплуатации и улучшение динамических

характеристик асинхронного электропривода механизма подъема крана. По научному содержанию, новизне исследований, обоснованности выводов, практической значимости результатов, по изложению и оформлению соответствует требованиям пунктов 9...14 раздела II Критериев, которым должны соответствовать диссертации на соискание ученых степеней «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 26.09.2022), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Мурзаков Дмитрий Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент

Доктор технических наук, профессор
заведующий кафедрой
«Электропривод» ФГБОУ ВО
«Липецкий государственный
технический университет»

Мещеряков Виктор Николаевич



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет»,

Адрес: 398055, г. Липецк, ул. Московская, 30

Тел.: 8 (4742) 32-80-56

E-mail: mesherek@yandex.ru

Подпись Мещерякова В. Н. заверяю _____

Подпись, печать

