

ОТЗЫВ

официального рецензента, д.т.н. Бубнова Алексея Владимировича на диссертационную работу Петрова Павла Анатольевича на тему «Разработка высокоточной автоматизированной системы управления двухдвигательным асинхронным электроприводом механизма вращения крупногабаритных агрегатов», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами

В различных сферах, связанных со строительством, ремонтом, горной и угольной промышленностью, присутствует технологический процесс вращения крупногабаритного объекта. Применимо к сфере железнодорожного производства и ремонта, такой процесс необходим при сборке и ремонте железнодорожных вагонов. Именно на последней сфере и фокусируется автор, беря в качестве исследуемого объекта вращения специализированный вагон-зерновоз. При этом итоговые выкладки и результаты исследований соискателя применимы для других крупногабаритных агрегатов.

Диссертационная работа посвящена актуальным вопросам модернизации и оптимизации производства и ремонта железнодорожного транспорта. Современные комплексы и механизмы кантования железнодорожных вагонов, в большинстве своем, устарели. В первую очередь, это связано с неоптимальными системами управления.

Диссертационная работа Петрова Павла Анатольевича на тему «Разработка высокоточной автоматизированной системы управления двухдвигательным асинхронным электроприводом механизма вращения крупногабаритных агрегатов» направлена на решение актуальной проблемы разработки системы управления механизма вращения крупногабаритных агрегатов, базирующейся на современных микропроцессорах и отличающейся высоким быстродействием и адаптацией к переменным моментам инерции и сопротивления.

Научные исследования, изложенные в работе, выполнялись в рамках научного проекта по грантному финансированию (государственная регистрация 0112РК02453) по теме: «Высокоточная автоматизированная система вращения-подъема грузовых железнодорожных вагонов».

2. Научные результаты и их обоснованность

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников. В конце каждого раздела приведены обобщающие выводы и научные результаты проведенного этапа исследования.

Введение содержит все основные положения по диссертационному исследованию: цель, актуальность, предмет и объект исследования, научная новизна, практическая значимость, апробация, сделанные публикации, личный вклад автора и содержание работы.

Первый раздел посвящен анализу в области современного кантования железнодорожных вагонов; проведено исследование технического состояния соответствующих предприятий г. Петропавловска; составлено математическое описание обобщенной исследуемой электромеханической системы; получено передаточное её передаточное уравнение. На основании проведенных исследований сделан вывод о том, что электропривод обладает демпфирующими свойствами при работе двухдвигательной системы. Также была разработана структурная схема двухмассовой электромеханической системы.

Второй раздел посвящен вопросам разработки структуры адаптивной системы управления. Проведен анализ на предмет выбора оптимального регулятора; рассмотрен математический аппарат асинхронного двигателя с векторным управлением; составлена соответствующая структурная схема; рассмотрены вопросы преобразования координат и линеаризации асинхронного двигателя; выбраны методы идентификации нестационарных параметров электропривода и методы их подстройки и адаптации. На основании приведенных исследований разработана функциональная схема адаптивной системы управления двухдвигательным электроприводом механизма вращения крупногабаритных объектов. Предложенная структура легла в основу компьютерного моделирования в разделе 3.

Третий раздел посвящен компьютерному моделированию рассматриваемой системы управления. В ходе экспериментального моделирования была скорректирована и оптимизирована разработанная модель, что на финальной стадии эксперимента дало высокое быстродействие системы (около 1 секунды).

Четвертый раздел посвящен разработке экспериментального стенда с микропроцессорным управлением. Выбранные электронные компоненты (в частности, высокопроизводительный 32-разрядный микропроцессор) позволили сократить в реальной системе время переходного процесса до 0,6 секунд, что стало следствием адаптивности разработанной системы.

В заключении сформулированы основные итоги и результаты исследования.

В списке использованных источников приведено 118 наименований.

По итогам диссертационного исследования можно выделить 3 основных научных результата:

- 1) Разработана структура системы управления двухдвигательным электроприводом с векторным способом управления, адаптивной к нестационарному моменту сопротивления и моменту нагрузки.

- 2) Разработана подсистема регулировки скоростей выходных валов двухдвигательного электропривода.

3) Получены новые алгоритмы работы системы управления (построенной на микропроцессоре) автоматизированным двухдвигательным электроприводом, с использованием сигналов дискретных высокоточных датчиков измерения углового перемещения выходного вала ведущего и ведомого электропривода.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

Сделанные выводы по разделам диссертации Петрова П.А. являются обоснованными и базируются на результатах исследований, приведенных в соответствующих разделах.

Степень обоснованности и достоверность каждого научного положения диссертационного исследования Петрова П.А. подтверждается проведением обоснованным математическим описанием, аналитическими выкладками, проведенным компьютерным моделированием на основе изложенного математического аппарата.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированных в диссертации

Все научные результаты, полученные в диссертационном исследовании, обладают степенью новизны.

Первый результат является новым, т.к. предложенная система управления содержит подсистему синхронизации, как угловых перемещений валов электропривода, так и угловых скоростей. Это достигается за счет применения модулей адаптации, выполненных на основе пропорционально-дифференцирующих звеньев.

Второй результат обладает новизной, т.к. в предложенной системе управления использована подсистема идентификации переменного параметра электропривода – электромеханической постоянной. При этом используется новый комбинированный метод вспомогательного оператора на основе самонастраивающихся систем.

Третий полученный результат обладает новизной, т.к. используются современные высокоточные энкодеры и высокопроизводительный микропроцессор (на основе отладочной платы Arduino Due), в отличие от предыдущих систем на микроконтроллерах без применения 12-битного цифроаналогового преобразователя.

Новизна полученных результатов в полной мере подтверждается их публикацией в журнале, входящем в базу данных Scopus, журналах рекомендованных ККСОН МОН РК (четыре статьи) и докладами и тезисами на международных научных конференциях.

5. Практическая и теоретическая значимость научных результатов

Диссертация обладает рядом теоретических и практических ценностей. К практическим ценностям можно отнести:

- разработка блока управления системы регулирования механизма вращения крупногабаритных объектов, представляющего собой синтез микропроцессора SAM3X8E ARM Cortex-M3 и разработанной компьютерной модели системы управления;

- разработка компьютерной модели (в среде MatLab/Simulink) системы управления двухдвигательным электроприводом механизма вращения крупногабаритных объектов, адаптивной к переменным моментам инерции и сопротивления;

- разработка экспериментальной установки (макета) механизма вращения железнодорожных вагонов, состоящей из микропроцессорного блока управления, компьютерной модели системы управления, датчиков углового перемещения, двухдвигательного электропривода, редукторов, регулятора мощности, макета вагона и макета рамовращателя.

К теоретическим ценностям можно отнести:

- предложенные алгоритмы работы микропроцессорной системы управления, использующей сигналы дискретных прецизионных датчиков углового перемещения ЛИР-390А,Ф;

- предложенную методику компьютерного моделирования системы управления двухдвигательным электроприводом механизма вращения крупногабаритных объектов;

- предложенный метод оптимизации и адаптации названных систем управления.

6. Замечания, предложения по диссертации

По диссертационной работе Петрова П.А. выявлены несколько замечаний:

- 1) Подраздел 2.2.2 «Анализ функциональной схемы асинхронного двигателя в системе преобразования координат» перегружен информацией. Проводится компьютерное моделирование преобразователя координат, результаты которого не используются при моделировании системы управления в разделе 3.

- 2) В подразделе 2.2.3 приведена излишне подробная сравнительная информация о бездатчиковых системах управления электроприводами.

- 3) Подраздел 2.3 «Анализ линейной модели асинхронного двигателя» можно было бы дополнить разработкой и исследованием компьютерной модели линеаризованного асинхронного двигателя.

Тем не менее, несмотря на имеющиеся замечания, диссертационная работа Петрова П.А. представляет собой целостное научное исследование. Научные результаты являются принципиально новыми, практическая и теоретическая значимость не вызывает сомнений.

7. Соответствие содержания диссертации в рамках требований Правил присуждения ученых степеней

Диссертационная работа Петрова Павла Анатольевича на тему «Разработка высокоточной автоматизированной системы управления двухдвигательным асинхронным электроприводом механизма вращения крупногабаритных агрегатов», представленная на соискание степени доктора философии (Ph.D) по специальности 6D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации» по актуальности исследуемой темы, по обоснованности и степени новизны полученных научных результатов, практической и теоретической значимости соответствует требованиям «Правил присуждения ученых степеней» ККСОН МОН РК, предъявляемых к докторским (Ph.D) диссертациям, а соискатель заслуживает присуждения степени доктора философии (Ph.D) по названной специальности.

Официальный рецензент
Заведующий кафедрой
«Электрическая техника»
ФГБОУ ВО «Омский государственный
технический университет»,
профессор, д.т.н.

Подпись А.В. Бубнова заверяю
Ученый секретарь университета

Бубнов

Немцова

