

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Мещеряковой Ольги Викторовны

«Нейросетевое управление и коррекция систем электропривода механизмов передвижения мобильных роботов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 –
Электротехнические комплексы и системы

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ

Представленная диссертационная работа изложена на 170 страницах и содержит: введение, четыре главы, выводы, заключение, библиографический список из 107 наименований. В работе имеется 74 рисунка, 4 таблицы и 7 приложений.

АНАЛИЗ ДИССЕРТАЦИИ

1. Актуальность темы

В настоящее время мобильные роботы имеют широкое применение в различных областях промышленности, например, они используются на современных технологических линиях, при выполнении погрузочно-разгрузочных работ. К электроприводам мобильных роботов предъявляются достаточно высокие требования по надежности, точности, быстродействию, энергоэффективности. Электроприводы мобильных роботов работают в повторно-кратковременном режиме, в процессе работы может изменяться статический момент и момент инерции. В качестве источника питания регулируемых электроприводов постоянного и переменного тока, содержащих вентильные преобразователи, часто используются аккумуляторные батареи, возможно также осуществление питания от сети. Типовым решением для управления скоростью электропривода является применение ПИ- регуляторов, однако при изменении параметров объекта управления для обеспечения заданной точности регулирования скорости требуется применение адаптивных систем. В работе предложено применение нейросетевых систем управления электроприводами мобильных роботов, которые хорошо зарекомендовали себя при управлении объектами с существенными нелинейностями.

В диссертационной работе Мещеряковой О.В. решаются следующие задачи: анализ существующих систем нейросетевого управления; разработка двухконтурной системы управления электроприводом постоянного тока с релейно-гистерезисным регулированием тока якоря и нейросетевым регулированием скорости двигателя, отличающейся улучшенными пусковыми характеристиками; структурно-топологический анализ систем векторного управления асинхронного двигателя и разработка устойчивой

системы управления за счет применения нейросетевой коррекции; разработка и исследование систем частотно-токового управления асинхронным двигателем с использованием нейросетевых корректирующих средств.

Поставленные автором задачи исследования направлены на улучшение пусковых и регулировочных характеристик электроприводов постоянного тока и асинхронного электропривода с лучшей стабилизацией пускового момента и обеспечением более качественного регулирования скорости двигателей, установленных на мобильных роботах. Решение этих актуальных задач приведет к большей надежности, низкой чувствительности к шуму электроприводов постоянного тока и асинхронных электроприводов. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №17-48-480492 «Анализ, математическое моделирование и оптимизация управления электромеханическими системами с электроприводами переменного тока мехатронных устройств, манипуляторов и грузоподъемных механизмов».

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Обоснованность основных результатов аналитических исследований, рекомендаций и выводов диссертации обеспечивается правильным методологическим подходом, использованием современных математических моделей и экспериментальных методов исследования. Полученные результаты работы базируются на использовании классических методов теории электропривода, электрических машин, теории автоматического управления, известных методов программирования и математического моделирования. Основные выводы диссертации развивают ранее опубликованные результаты исследований по данной тематике.

3. Новизна и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты.

- на основании анализа структурной модели асинхронного двигателя установлено, что для подавления колебаний переменных в электромагнитной системе асинхронного двигателя и стабилизации момента двигателя необходима нелинейная коррекция скольжения и амплитуды тока статора двигателя, направленная на стабилизацию взаимного положения векторов тока статора и потокосцепления ротора;

- установлено, что энергетические показатели асинхронного электропривода с векторным управлением, работающего в установившемся режиме с неполной статической нагрузкой, могут быть улучшены и достигнуто снижение в среднем на 5% отношения «ток статора / момент двигателя» путем коррекции сигнала задания проекции вектора тока статора на ось ортогональной системы координат, положение которой совпадает с положением вектора потокосцепления ротора, отличающейся тем, что

действие системы коррекции основано на сравнении проекций вектора тока статора на обе координатные оси и направленно на достижение равенства этих проекций;

- методом математического моделирования показано, что нейросетевые регуляторы скорости обеспечивают адаптивную настройку контуров регулирования скорости двигателя постоянного тока и асинхронного двигателя с векторным управлением с необходимым быстродействием, за счёт чего достигается лучшее качество управления при резко изменяющихся и возмущающих воздействиях и изменении момента инерции электропривода по сравнению с использованием типовых пропорционально-интегральных регуляторов скорости.

Достоверность теоретических положений диссертации обеспечивается чётким обоснованием допущений, принятых при построении математических моделей систем электропривода мобильных роботов, корректным использованием современных пакетов прикладных программ. Выполненные эксперименты подтверждают справедливость теоретических исследований и математического моделирования, расхождения результатов математического моделирования и экспериментальных исследований систем электроприводов не превышают 5-7%.

4. Значимость для науки и практики результатов диссертации и возможные пути ее использования.

Значимость диссертационной работы для науки и практики заключается в реализации комплексного подхода к построению систем электропривода постоянного тока и асинхронного электропривода мобильных роботов, заключающегося в использовании унифицированной структуры управления с внутренним контуром регулирования тока в обмотках двигателей с релейно-гистерезисным регулятором и внешним контуром регулирования скорости с адаптивным, в частности нейросетевым регулятором.

В результате выполнения диссертационной работы автором также разработан асинхронный электропривод с частотно-токовым управлением, в котором в установившемся режиме работы за счет применения наблюдателя и оптимизации взаимного положения векторов тока статора и потокосцепления ротора снижено в среднем на 5% отношение «ток статора / момент» двигателя, что уменьшает потребление электроэнергии в единицу времени и является особенно важным для мобильных роботов, питающихся от аккумуляторной батареи.

Результаты исследований автора используются на ООО «Промэлектроника», г. Липецк при проектировании систем электропривода механизмов передвижения подъемно-транспортных средств, и в учебном процессе ЛГТУ при обучении студентов по направлению «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электропривод и автоматика».

5. Степень завершенности диссертации в целом и качество её оформления

Диссертация Мещеряковой О.В. содержит теоретические и практические результаты, сформулированные выводы, которые в совокупности позволяют квалифицировать ее как законченную научную работу.

Диссертация написана ясным, грамотным языком, хорошо оформлена, положения четко аргументированы.

6. Полнота опубликования основных результатов диссертации

Опубликованы 27 печатных работ, которые достаточно полно отражают основные положения диссертации: семь научных статей опубликованы в центральных изданиях, рекомендованных ВАК, остальные – в других научных изданиях, получено 5 патентов РФ на изобретение и 1 патент на полезную модель.

7. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

Содержание автореферата соответствует основным положениям и содержанию диссертации и отражает, цель, идеи, задачи и научные результаты работы.

8. Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Личный вклад Мещеряковой О.В. в разработку научной проблемы состоит в решении задач:

- анализа современных систем нейросетевого управления и выбора наилучших вариантов для построения нейроконтроллеров, позволяющих управлять скоростью электропривода, выполнять коррекцию пусковых характеристик, математическое моделирование и экспериментальные исследования динамических процессов в электроприводах мобильных роботов;

- разработки и исследования систем нейросетевого управления электроприводами мобильных роботов: постоянного тока с релейно-гистерезисным регулированием тока якоря и асинхронного электропривода с векторным управлением с релейно-гистерезисным регулированием тока статора, с улучшенными пусковыми характеристиками;

- структурно-топологического анализа векторной модели асинхронного двигателя и исследования возможности повышения его устойчивости в системах частотного электропривода за счет применения корректирующих средств;

- разработки и исследования систем идентификации взаимного положения моментобразующих векторов переменных асинхронного двигателя на базе наблюдателей углов между векторными переменными и

принципов коррекции системы управления асинхронным электроприводом с частотно-токовым управлением;

- разработки и исследования систем частотно-токового управления асинхронным двигателем с использованием нейросетевых корректирующих средств, обеспечивающих улучшенные пусковые характеристики для повышения конкурентоспособности электропривода при применении на мобильных роботах.

Поставленные задачи решены автором самостоятельно и полностью.

9. 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 отсутствуют использования заимствованного материала без ссылки на автора и источник заимствования, также не содержатся результаты научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов.

10. Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о присуждении ученых степеней.

Диссертационная работа и автореферат Мещеряковой О.В. соответствуют требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» №842 от 24 сентября 2013 г.

11. По материалам диссертации имеются замечания:

1. В диссертации в качестве адаптивных регуляторов рассмотрены только нейрорегуляторы, не оценена возможность применения и других типов адаптивных регуляторов, например fuzzy-регуляторов.

2. При классификации автором систем электропривода, применяемых и перспективных для применения на мобильных роботах, следовало бы упомянуть системы на основе синхронного двигателя с постоянными магнитами.

3. Автором получены интересные результаты при исследовании не только систем асинхронного электропривода с нейросетевыми регуляторами, но и систем с линейными регуляторами, которые могут использоваться, например, на подъемно-транспортных механизмах, данным системам электропривода можно было уделить большее внимание.

4. Работа релейных регуляторов тока вызывает дополнительные колебания моментобразующих векторов асинхронного двигателя, что может вносить погрешности в систему коррекции.

5. Не поясняется, в чем особенность настройки блока нейросетевой коррекции асинхронного электропривода с частотно-токовым управлением по сравнению с подробно рассмотренной процедурой настройки нейрорегулятора скорости для электропривода постоянного тока.


ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Мещеряковой О.В. «Нейросетевое управление и коррекция систем электропривода механизмов передвижения мобильных роботов» является законченной, самостоятельной научно-квалификационной работой, обладающей актуальностью, новизной и практической значимостью. В работе представлено и обосновано решение научно-технической проблемы, связанной с разработкой, исследованием и совершенствованием систем нейросетевого управления электроприводами постоянного тока и асинхронными электроприводами с улучшенными динамическими свойствами для использования на мобильных роботах.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы». Содержание диссертации соответствует поставленным задачам и подробно отражает последовательность их решения. Диссертация написана ясным, грамотным языком, хорошо оформлена, положения, выводы и рекомендации четко аргументированы.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» в редакции постановления правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а её автор, Мещерякова Ольга Викторовна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент –
профессор кафедры «Электронные,
радиоэлектронные и электротехнические системы»
ФГБОУ ВО Брянский государственный
технический университет, доктор технических
наук по специальности 05.09.03 –
Электротехнические комплексы и системы



Федяева
Галина Анатольевна
«20» ноября 2017 г.

Почтовый адрес: 241035, Россия, г. Брянск, буд. 50-летия Октября, 7.
Телефон: (4832) 56-36-02.
E-mail: ereies-bgtu@yandex.ru

