

О Т З Ы В
официального оппонента
на диссертационную работу
Боброва Максима Андреевича
«Разработка и исследование бездатчикового
электропривода на базе машины двойного питания»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Для рассмотрения официальному оппоненту представлены следующие материалы:

1) диссертационная работа на 149 страницах машинописного текста формата А4, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка используемой литературы и семи приложений;

2) автореферат на 19 страницах формата А5.

Актуальность темы

Актуальность темы диссертационной работы Боброва М. А. для науки, техники и производства не вызывает сомнений, поскольку обусловлена широким применением электроприводов переменного тока в различных отраслях промышленности, посвящена решению проблемы повышения энергетической эффективности и расширения диапазона регулирования скорости электроприводов на основе машины двойного питания, поэтому непосредственно связана с решением проблемы повышения энерго- и ресурсоэффективности современного производства от их внедрения.

Оценка структуры содержания работы

Наименование и содержание глав диссертационной работы объединено внутренним единством достижения поставленной цели и решением широкого круга теоретических и практических задач, направленных на разработку и исследование алгоритмов энергоэффективного управления электроприводом на основе машины двойного питания и систем бездатчикового векторного управления на основе предлагаемых алгоритмов.

Во В в е д е н и и обоснованы актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, показаны научная новизна и практическая значимость исследования, приведены сведения по апробации и внедрению результатов работы.

В первой главе рассмотрены теоретические аспекты научной задачи создания бездатчиковых электроприводов переменного тока, определены основные пути решения рассматриваемой научной задачи.

Вторая глава посвящена разработке математической модели двигателя двойного питания при векторном управлении, с помощью которой получены передаточные функции и структурные схемы цепей статора и ротора. Подобный подход позволил реализовать функциональную схему электропривода с двигателем двойного питания, в основу которой положены классические принципы векторного управления. Отличительной особенностью предлагаемой функциональной схемы являются модели наблюдателей магнитного потока по напряжению и току, которые не содержат в себе таких параметров, как индуктивность намагничивающего контура и активное сопротивление ротора. Получены выражения оптимальных задающих воздействий при оптимизации режимов работы электропривода по энергетическим показателям.

В третьей главе проводится синтез наблюдателей потокосцепления ротора в системе векторного управления электропривода на основе машины двойного питания, ориентированной по вектору основного потокосцепления, на основании результатов которого разработана имитационная модель в системе MatLab/Simulink. Проведена оценка влияния способа аппроксимации кривой намагничивания при реализации энергоэффективного управления электроприводом на основе машины двойного питания.

В четвертой главе показана область применения электропривода на основе машины двойного питания, приведены результаты экспериментальных исследований бездатчикового электропривода на основе машины двойного питания с различными моделями наблюдателей потокосцепления и скорости.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Методы исследования. В диссертационной работе применялись теория электропривода, теория электрических машин, теория автоматического регулирования, методы математического моделирования, компьютерное моделирование и экспериментальные исследования.

Достоверность полученных в диссертационной работе научных результатов и обоснованность выводов подтверждается совпадением результатов теоретических исследований с результатами экспериментальной верификации и моделирования, а также обоснованностью полученных результатов согласно положениям теории электропривода.

Научная новизна результатов заключается в следующем:

1. Предложены алгоритмы вычисления потокосцепления машины двойного питания по измеренным значениям тока и напряжения ротора. Разработанные модели «токового» наблюдателя потокосцепления и наблюдателя потокосцепления по напряжению ротора отличаются от известных тем, что каждая из них инвариантна к одному из параметров асинхронного двигателя.

2. Предложен способ бездатчикового определения магнитного состояния двигателя, основанный на переключении двух моделей наблюдателей потокосцепления в зависимости от текущего значения тока намагничивания и отличающийся от известных тем, что в результате появляется возможность сочетания преимуществ и устранения недостатков предложенных моделей наблюдателей потокосцепления.

3. Разработан алгоритм вычисления частоты вращения ротора машины двойного питания в широком диапазоне, отличающийся от известных отсутствием в нем сложных тригонометрических функций и инвариантностью к изменению параметров двигателя.

4. Разработана и апробирована система управления электропривода, работающего в режиме асинхронного вентильного двигателя, отличающаяся от известной возможностью непрерывного измерения частоты тока статора для реализации частотно-зависимого управления электропривода и исключая необходимость определения точки через ноль, что облегчает практическую реализацию.

5. Предложен усовершенствованный алгоритм управления машиной двойного питания по критерию минимума суммарных потерь в двигателе, отличающийся от известных применением оптимального способа аппроксимации кривой намагничивания.

Практическая ценность диссертационного исследования:

1. Разработанные алгоритмы бездатчикового векторного управления позволяют регулировать скорость и потокосцепление двигателя, при этом дают возможность отказаться от применения датчиков скорости/положения на валу при проектировании регулируемого электропривода на базе машины двойного питания с использованием серийного двигателя.

2. Разработанный электропривод с микроконтроллерной системой управления может быть использован как при создании новых систем автоматизированного электропривода на базе машины двойного питания, так и при модернизации существующих электроприводов.

Сведения о внедрении результатов. Результаты исследований применялись в ООО «Симетра-Инжиниринг» (г. Саранск), ОАО «Мордовцемент».

Апробация работы

Работа прошла хорошую апробацию. Основные положения докладывались и обсуждались на международных конференциях, опубликованы в 14 печатных работах, в том числе: 3 статьи в изданиях из перечня ВАК РФ, 9 статей в материалах научных конференций различного уровня и других изданиях, 1 патент РФ на изобретение, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы, написан литературным языком с использованием терминологии, принятой в данной отрасли науки и техники, стиль изложения – доказательный.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации не обоснован выбор метода решения дифференциальных уравнений, описывающих систему электропривода на базе машины двойного питания.

2. При анализе функциональных схем наблюдателей (рис. 2.8 и рис. 2.9) не ясно, почему для определения частот токов в цепи ротора и статора используются как датчики тока, так и датчики напряжения. Применение современных преобразователей частоты с широтно-импульсной модуляцией выходных напряжений делает затруднительным применение датчиков напряжения.

3. Из приведенной на стр. 95 имитационной модели электропривода на основе машины двойного питания с системой векторного управления не ясно, каким образом настраивались регуляторы в контурах управления координатами привода и какие ограничения по максимальному выходному значению и быстродействию при этом вводились.

4. Из текста раздела 3.3 не ясно, как выбирался шаг по моменту при построении кривых энергетических характеристик двигателя двойного питания при различных алгоритмах управления и способах аппроксимации кривой намагничивания. Было бы целесообразно уменьшить шаг по моменту или применить численные методы для обработки результатов с целью получения более гладких кривых.

5. Из рис. 3.27 при анализе предложенной функциональной схемы электропривода на основе машины двойного питания не ясно, какова внутренняя структура блока моделей наблюдателей потокосцепления. Было бы целесообразно раскрыть структуру данного блока более подробно.

Оценивая уровень работы в целом, считаю, что диссертационная работа Боброва Максима Андреевича представляет собой законченное научное

исследование на соискание ученой степени кандидата технических наук, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача разработки бездатчикового электропривода на основе машины двойного питания, имеющая важное хозяйственное значение, поскольку подобные электроприводы являются одним из основных средств приведения в движение технологического оборудования во многих отраслях промышленности страны.

Представленная диссертационная работа «Разработка и исследование бездатчикового электропривода на базе машины двойного питания», соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор – Бобров Максим Андреевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент

Макаров заведующий кафедрой
электропривода и электротехники
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»,
доктор технических наук, доцент,
Макаров Валерий Геннадьевич

Докторская диссертация защищена по специальности
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Подпись

Макаров В.Г.



Удостоверяется.

О.А. Перельгина

25

20/18

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
кафедра электропривода и электротехники
420015 г. Казань, ул. К. Маркса, 68
тел. (843) 231-41-27
e-mail: electroprivod@list.ru