

ОТЗЫВ

официального оппонента, д.т.н., доцента Кузнецова Владимира Евгеньевича на диссертацию Лутонина Александра Сергеевича на тему: «Структура и алгоритмы энергоэффективного управления электротехническим комплексом транспортного средства с использованием мотор-колес с синхронными двигателями», представленную на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Лутонина А. С. посвящена решению актуальной задачи по увеличению диапазона рабочих скоростей электропривода с синхронным двигателем постоянными магнитами (СДПМ), что способствует более широкому использованию мотор-колес в составе электротранспортных средств, которое подразумевает подключение электродвигателя напрямую, без использования дополнительных механических преобразователей энергии, что накладывает более жесткие требования к его допустимым режимам работы. Автором подробно проанализированы существующие топологии систем электропривода с использованием СДПМ, в соответствии с чем сделан вывод, что использование топологии СДПМ с подключением двух преобразователей частоты и буферного конденсатора в качестве вторичного источника энергии является наиболее перспективным решением. Также были выделены основные задачи, требующие решения для полноценного использования предложенной топологии системы электропривода:

- разработка алгоритма управления СДПМ с разомкнутой обмоткой статора и буферным конденсатором в широком диапазоне скоростей;
- разработка алгоритма выбора оптимального размера буферного конденсатора;
- анализ влияние использования СДПМ с разомкнутой обмоткой статора на динамику движения транспортного средства, а также оценка эффективности предлагаемой системы в сравнении с существующими топологиями.

Научная новизна и результаты работы

В диссертационной работе автором обоснована возможность повышения диапазона рабочих скоростей синхронного двигателя с постоянными магнитами посредством использования топологии электропривода с двумя преобразователями частоты и буферным конденсатором. Разработан алгоритм работы электродвигателя в различных режимах. Получены уравнения формирования управляющих векторов напряжения для каждого преобразователя частоты в зависимости от уровня напряжения конденсаторной батареи. Разработан подход по определению параметров синхронного двигателя с постоянными магнитами для заданных условий эксплуатации электротранспортного средства с использованием мотор-колес. Получено уравнение для определения оптимальной емкости конденсаторной батареи в составе предложенной топологии системы электропривода. Проведено имитационное моделирование разработанной

№ 534-9
от 10.12.2012

топологии и алгоритмов её управления посредством использования программного пакета MATLAB/Simulink с использованием параметров модели физического транспортного средства - электромобиля.

По результатам сравнительного исследования со стандартным электроприводом с одним преобразователем частоты был получен результат, подтверждающий увеличение диапазона регулирования скорости в режиме постоянной мощности (на 34%) при одновременным повышением максимальной скорости и момента (на 17%).

По теме диссертационного исследования опубликовано 8 работ, в том числе 2 работы в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК Минобрнауки РФ, 3 – в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus; получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Основные положения и результаты работы прошли публичное обсуждение на 8 всероссийских и международных конференциях в период с 2017 по 2020 г.

Достоверность и обоснованность научных положений, теоретических выводов и практических рекомендаций диссертации подтверждается применением известных методов теории автоматического управления, а также корректным использованием математического аппарата, применении общепринятых математических моделей и законов электротехники, теории электрических машин, сходимостью результатов имитационного моделирования работы системы электропривода с использованием СДПМ, двух преобразователей частоты и буферного конденсатора с результатами исследования отечественных и зарубежных ученых. Научные положения, выводы и результаты в целом обоснованы ссылками на апробированные источники.

Теоретическое и прикладное значение результатов диссертационной работы

В качестве основных значимых результатов, полученных автором диссертационной работы, можно выделить разработку системы управления электроприводом на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами, двух преобразователей частоты и буферного конденсатора, а также алгоритм управления разработанной системой, который позволяет осуществлять работу электродвигателя в широком диапазоне скоростей и имеет лучшие показатели в сравнении со стандартной схемой подключения электродвигателя к преобразователю частоты; получено уравнение определения емкости буферного конденсатора для разработанной топологии.

Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, приняты к внедрению в ООО «Невский Машиностроитель», а также рекомендованы к внедрению в учебный процесс горного университета.

Соответствие диссертации и автореферата

Автореферат с достаточной полнотой отражает содержание диссертации.

При ознакомлении с диссертационной работой возникли следующие вопросы и замечания:

1. Говоря об улучшении статических характеристик электропривода электротехнического комплекса (расширении диапазона регулирования скорости) с

помощью разработанного алгоритма управления, возникает вопрос об оценке его влияния на динамические характеристики электропривода с двумя ПЧ:

- в линейной области регулирования (с постоянным моментом);
- в области регулирования с постоянной мощностью,

т.к. масштаб рисунков в главе 4 не позволяет это сделать в полной мере.

2. Как исследовалась устойчивость электромагнитных процессов системы при коммутации конденсаторной батареи? По какой причине на рис.4.7 в крутящем моменте (в системе с конденсатором) отсутствуют пульсации по току, а на рис.4.9 они хорошо видны?

Насколько критично выбранное значение емкости конденсаторной батареи при оценке системы по следующим параметрам:

расширение диапазона регулирования скорости,
увеличение уровня пульсаций токов?

3. Значения параметров, используемых для имитационного моделирования (табл.4, стр. 87), плохо согласуются с результатами исследования (рис.4.9- 4.10). (Так, в таблице 4 отсутствует номинальная скорость вращения электродвигателя, и/или мощность механическая, и/или его КПД. Ток 0.29 А не соответствует, представленной в табл. 3 (стр.69) мощности электропривода автомобиля.)
4. При моделировании «емкость аккумулятора была выбрана бесконечной» (на стр. 86) , что выводит задачу построения управления электроприводом транспортного средства из класса систем (автономных) с ограниченной мощностью.
5. Из пояснительной записки и автореферата не ясно, какая величина емкости выбирается автором в исследовании его модели, а также желательно уточнить, как согласуется величина емкости в таблице 4 стр.87 с формулой емкости буферного конденсатора (3.16) (стр.79).
6. Как в алгоритме управления мотор-колесами электротехнического комплекса предусмотрено торможение «двигателем» транспортного средства?
7. Что можно сказать об изменении КПД электропривода с двумя ПЧ и буферным конденсатором и одним ПЧ?

Общая оценка и заключение по диссертации

Диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, содержащую решение актуальной задачи по повышению эффективности работы синхронного двигателя с постоянными магнитами в составе мотор-колес транспортного средства, которая соответствует специальности 05.09.03 - «Электротехнические комплексы и системы». Диссертация имеет внутреннее единство, написана с использованием правильных технических терминов.


По диссертации можно сделать вывод, что работа Лутонина Александра Сергеевича представляет собой самостоятельное законченное научное исследование.

Отмеченные выше замечания не ставят под сомнение основные положения работы, новизну и значимость её результатов и выводов.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа, Лутонина Александра Сергеевича «Структура и алгоритмы энергоэффективного управления электротехническим комплексом транспортного средства с использованием мотор-колес с синхронными двигателями» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая в полной мере соответствует критериям и требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755 адм, а ее автор – **Лутонин Александр Сергеевич** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент

профессор кафедры Систем автоматического управления
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)»
доктор технических наук, доцент



Кузнецов Владимир Евгеньевич

Тел.: +7 (812) 234-68-18

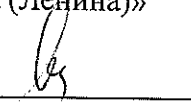
e-mail: vekuznetcov@etu.ru

Дата: 05.12.2020

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)» 197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5, тел: +7 (812) 234-46-51, e-mail: info@etu.ru, сайт: etu.ru

Подпись Кузнецова В. Е. заверяю

Начальник отдела диссертационных советов
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)»



Русыева Татьяна Леонидовна