

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Аль Махтури Фуада Шарафа Ибрахима Ахмеда на тему: «Методы повышения энергетической эффективности тягового электропривода с бесконтактным двигателем постоянного тока», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03. – «Электротехнические комплексы и системы»

Работа посвящена разработке и исследованию способов повышения энергетической эффективности тягового электропривода с бесконтактным двигателем постоянного тока. Актуальность темы представленной диссертационной работы обосновывается стремительным распространением электротранспортных средств с бесконтактным двигателем постоянного тока (мощностью до 50 кВт) и ограниченной емкостью накопителей электроэнергии, используемых в автономном электротранспорте.

В работе Аль Махтури Фуада Шарафа Ибрахима Ахмеда рассмотрены способы минимизации потерь в системе «статический преобразователь (инвертор) – электрическая машина (синхронный двигатель с возбуждением от постоянных магнитов)». Предложен метод учета времени нарастания импульсов напряжения на потери в сердечнике синхронного двигателя на основе теорией Г. Бертогги, основанной на статистической обработке процессов намагничивания. Для учета формы импульсов напряжения использован метод линейной аппроксимации.

Предложен метод оптимизации потерь в системе «инвертор – электрическая машина» на основе регулирования параметров инвертора (частота коммутации  $f_s$  и время нарастания (падения) импульсов напряжения  $t_{ru}$ ). Для минимизации потерь в бесконтактном двигателе постоянного тока, питающемся от трехуровневого инвертора напряжения, предложен метод коммутации фаз на основе ШИМ с оптимизированной частотой коммутации. Данный метод коммутации позволяет минимизировать коммутационные потери за счет уменьшения частоты коммутации, благодаря тому, что в каждый момент времени включается только один транзистор в каждом плече, в отличие от классических способов коммутации, где в каждый момент времени включаются два транзистора в каждом плече трехуровневого инвертора. Потери в сердечнике синхронного двигателя уменьшаются за счет подавления гармонических составляющих высшего порядка и уменьшения коэффициента гармонических искажений.

Построена модель нагрузочного стенда для исследования энергетических характеристик бесконтактного двигателя постоянного тока, нагружаемого асинхронным электроприводом с векторным управлением и с функцией управления моментом.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 14 печатных работах, из них 5 в рецензируемых научных журналах рекомендованных ВАК Российской Федерации, 9 статей в изданиях, индексируемых базами данных Scopus и Web of science.

Автореферат диссертации отличается внутренним единством, доказательностью выводов и соответствующей научной новизной.

Возникли следующие замечания и вопросы по автореферату:

1. В автореферате стоило бы пояснить актуальность и практическую значимость исследования для промышленности Российской Федерации. В каких отраслях промышленности могут быть применены полученные результаты?

2. Какие дальнейшие направления исследований?

Указанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от представленной диссертационной работы.

Необходимо отметить, что вышеуказанные замечания не снижают значимости полученных в диссертационной работе результатов и носят, в основном, характер уточнений и пожеланий.

Диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научном уровне и отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Министерства РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Аль Махтури Фуад Шараф Ибрахим Ахмед, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории цифровой трансформации предприятий минерально-сырьевого комплекса, к.т.н.

Непша Федор Сергеевич

Научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории цифровой трансформации предприятий минерально-сырьевого комплекса

Воронин Вячеслав Андреевич

Подпись Непша Ф. С., Воронина В.А. заверяю.

Ученый секретарь КузГТУ \_\_\_\_\_ /Э. В. Хейминк/



650000, Российская Федерация, Кемеровская обл, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» (КузГТУ)

тел. 8 (3842) 39-63-20

e-mail: [nepshafs@gmail.com](mailto:nepshafs@gmail.com), [voroninva@kuzstu.ru](mailto:voroninva@kuzstu.ru)

06.09.2022