

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации Петрова Тимура Игоревича «МЕТОД КОМПЛЕКСНОЙ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РОТОРА СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты»

Диссертационная работа Петрова Т.И. посвящена актуальной задаче оптимизации конструкции синхронных двигателей с постоянными магнитами для повышения энергоэффективности.

К достоинствам работы можно отнести получение следующих значимых научных результатов:

1. **Разработан** метод комплексной топологической оптимизации ротора синхронного электрического двигателя с постоянными магнитами. Данный метод включает в себя последовательную оптимизацию электромагнитных, тепловых и прочностных характеристик.

2. **Разработана** программа комплексной топологической оптимизации ротора на базе генетического алгоритма. Программа позволяет изменить стандартную топологию ротора двигателя, с целью повышения вращающего момента или снижения объема постоянных магнитов, при сохранении температурных и прочностных параметров. Также, на данном этапе разработан алгоритм повышения скорости оптимизации за счет изменения расчетной модели. На основе полученного метода реализована программа на языке Python. В качестве метода поиска использован генетический алгоритм с одинарной мутацией.

С практической точки зрения интерес представляют следующие результаты:

1. **Разработан** и создан экспериментальный образец модернизированного синхронного двигателя на основе проведенной комплексной топологической оптимизации. Топология магнитов представляет собой V-образное расположение. Объем постоянных магнитов снижен на 30 %.

2. **Создан** испытательный стенд для подтверждения эффективности топологической оптимизации. Данный стенд позволяет измерять вращающий момент и частоту вращения, что дает возможность сравнивать исходный и модернизированный синхронный электрический двигатель с постоянными магнитами. Анализ экспериментальных данных показал, что значения вращающего момента сохранились для модернизированного двигателя, при меньшей стоимости.

Диссертационная работа изложена технически грамотным языком, материал структурирован понятно и последовательно.

Представленные в автореферате исследования соответствуют паспорту специальности 05.09.01 - «Электромеханика и электрические аппараты».

Результаты исследований достаточно полно опубликованы в 21 работе автора.

В качестве замечаний можно указать следующее:

– в тексте автореферата не раскрыто, какие дополнительные преимущества, кроме времени исполнения, учитывались при выборе генетического алгоритма (рис. 1);

– требуется пояснить, каким образом в программе Elcut были рассчитаны тепловые параметры синхронных двигателей с постоянными магнитами, какие допущения при этом использованы?

– интересным было бы узнать, по каким критериям оптимизации проведена оценка метода эквивалентных схем магнитных цепей и метода конечных элементов (стр. 7), и почему выбран метод конечных элементов?

Указанные замечания не снижают общую положительную оценку работы. Диссертационная работа «Метод комплексной топологической оптимизации ротора синхронного электрического двигателя с постоянными магнитами» полностью удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённым постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Петров Тимур Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 - «Электромеханика и электрические аппараты».

Профессор кафедры  
«Системы автоматизированного  
проектирования»,

д.т.н., доцент

«18» 11 2021 г.

Гизатуллин Зиннур Марселевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ)  
420111, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 10  
e-mail: gzm\_zinnur@mail.ru  
раб. тел.: +7(843) 2310081

Подпись *Гизатуллина З.М.*  
заверяю. Начальник управления  
делами КНИТУ-КАИ *Г*

