

## 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»**

Асинхронные двигатели выработали ресурс рационального повышения энергоэффективности, а синхронные двигатели с постоянными магнитами (СДПМ) сами по себе энергоэффективнее и имеют меньшие массогабаритные параметры, но гораздо дороже, в том числе и из-за высокой стоимости ПМ. Существует и проблема, что основным поставщиком магнитов на базе неодим феррум бор всего один, и это Китай, что может тоже стать проблемой с объемом ПМ. Таким образом была сформулирована цель: снизить объем ПМ, при этом сохранив энергоэффективность, или по возможности повысить ее.

Добиться этого можно за счет использования топологической оптимизации. Метод это не новый, его активно используют в прочностных расчетах, и довольно успешно, а в этом случае за счет данной оптимизации переходят от стандартных расположений магнитов (поверхностных или встроенных) к новым топологиям роторов, например, к V или W -образным, что позволит оптимизировать значение индукции.

Конструкцию ротора двигателя посредством топологической оптимизации преобразуем к новой с повышенным значением вращающего момента или с уменьшенным объемом ПМ, посредством оптимального расположения магнитов. Далее полученную конструкцию ротора необходимо проверить по тепловым значениям с целью проверки на максимально допустимые температуры, так как существуют проблема, что при высокой

температуре у ПМ происходит процесс размагничивания. Если параметры в допустимых пределах, то переходим к следующему этапу, если нет, то проводим оптимизацию с целью снижения температуры. 3 этап - проверка на прочностные параметры, расчет необходим для возможности реального создания новой топологии ротора, и конечный этап проверка последней полученной конструкции на значения 1 этапа, если они соответствуют заданным, то оптимизация прошла успешно.

После формирования методики был произведена оптимизация для реального двигателя и с целью проверки эффективности оптимизации был собран стенд для определения вращающего момента и частоты вращения.

Представленный в автореферате материал актуален, обладает научной новизной, высокой практической ценностью и теоретической значимостью. К достоинствам работы следует отнести:

1. Разработан алгоритм изменения геометрической модели СДПМ для повышения скорости проектирования.

2. Разработаны алгоритм и метод оптимизации конструкции ротора СДПМ для оценки возможности повышения вращающего момента и снижения объема ПМ, а также распределения материалов в роторе при достижении максимального вращающего момента с учетом электромагнитных, тепловых процессов и определения прочностных характеристик.

3. Разработана программа, реализующая метод оптимизации ротора СДПМ,

По автореферату имеются ряд замечаний и вопросов:

I. В автореферате не показано, как разрабатывался и создавался экспериментальный стенд для испытания модернизированного СДПМ, по каким критериям выбран именно этот вариант реализации.

II. Достаточно ли 4х опытов таблицы №1 для подтверждения эффективности комплексной топологической оптимизации?

Диссертационная работа «Метод комплексной топологической оптимизации ротора синхронного электрического двигателя с постоянными магнитами» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Считаю, что ее автор Петров Тимур Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 - «Электромеханика и электрические аппараты».

к.т.н., и.о. профессора кафедры  
Электроснабжения и автоматики,



Рахимов Охунбобо  
Сайфиддиневич

к.т.н., старший преподаватель кафедры  
Электроснабжения и автоматики,



Тошходжаева Мухайё  
Исломовна

Политехнический институт Таджикского технического университета им. академика М. С. Осими, г. Худжанд, ул. Ленина, 226. Почтовый индекс: 735700.

Телефон: +992929284559.

Адрес электронной почты: [shukrona14\\_01\\_2011@mail.ru](mailto:shukrona14_01_2011@mail.ru)

Заверяю подпись *Рахимова О.С., Тошходжаевой М.И.*

Начальник отдела кадров

Политехнического института

Таджикского технического университета

им. академика М. С. Осими, г. Худжанд



Якубова М.А.

04.12.2021