

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

Оптимизация параметров вентиляционной машины с использованием математической модели, построенной на основе метода конечных элементов

Научный руководитель:

д.т.н., профессор, профессор каф. ЭВМ
Ганджа С.А.

Автор работы:

Студент группы КЭ-405
Кархер М.А.

Актуальность работы

Почему важно оптимизировать
вентильные двигатели?

- Широко используются в технике
- Требования к эффективности и компактности



Анализ литературы

Что уже известно:

- Метод эквивалентных схем замещения быстрые, но не точный
- МКЭ — более точный, но требует много ресурсов

Метод расчёта	Скорость расчёта	Точность	Возможность учёта сложной геометрии
Эквивалентные схемы	Высокая	Низкая	Нет
Метод конечных элементов (МКЭ)	Низкая	Высокая	Да
Параметризованная МКЭ-модель	Средняя	Средняя/ Высокая	Да

Цели и задачи

Цель: Разработка математической модели вентильного двигателя постоянного тока на основе метода конечных элементов, которую можно включить в большое число оптимизационных циклов.

Задачи:

- Анализ литературы
- Разработка архитектуры программного комплекса
- Реализация оптимизационного алгоритма
- Анализ и сравнение результатов
- Тестирование

Архитектура комплекса

Главные модули:

- Ввод данных
- Построение модели
- МКЭ-расчёт
- Оптимизация
- Проверка в Ansys



Пользовательский интерфейс

- Ввод параметров двигателя осуществляется через простое и понятное окно программы.
- Все основные данные — размеры, материалы, требования к эффективности — можно задать вручную или выбрать из списка.
- После ввода параметров пользователь запускает расчёт и оптимизацию одной кнопкой.

Ansys RMXprt Script Genera... — □ ×

Machine Parameters

Number of Poles:

Frictional Loss (W):

Windage Loss (W):

Reference Speed (rpm):

Stator Parameters

Outer Diameter (mm):

Inner Diameter (mm):

Length (mm):

Stacking Factor:

Steel Type:

Number of Slots:

Slot Type:

Save Path:

Оптимизационный алгоритм

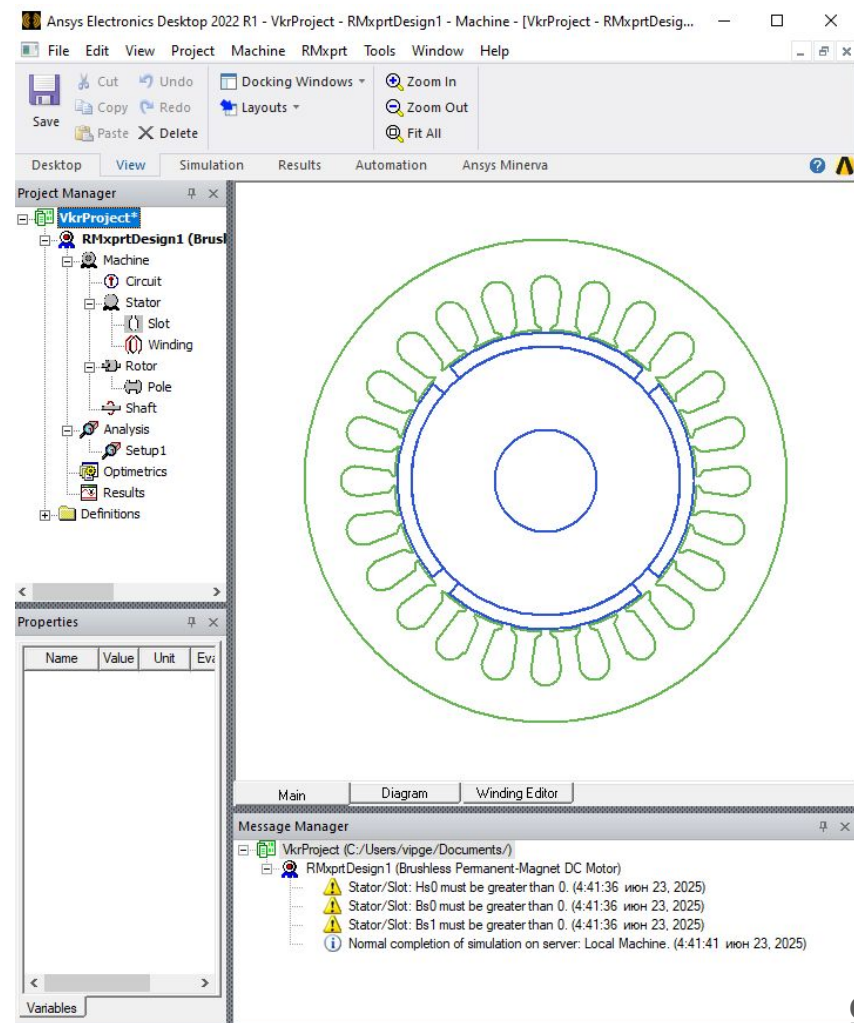
Программа перебирает параметры и выбирает лучшие

- Учитывает КПД, массу, ограничения
- Быстро считает за счёт параллельной обработки



Интеграция с Ansys ED

- Программа сама передаёт лучшие найденные параметры двигателя в профессиональную систему Ansys ED.
- Для этого автоматически создаётся специальный скрипт, который запускает моделирование в Ansys.
- Это позволяет проверить, насколько точно программа рассчитала характеристики двигателя.



Анализ результатов

- Программа сравнивает свои расчёты с результатами в Ansys.
- Оценивается точность по основным параметрам: магнитный поток, потери, КПД, масса.
- Погрешность обычно не превышает 5–7%.
- Все результаты удобно представлены в таблице.

Параметр	МКЭ-модель	Ansys ED	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность, %
Магнитный поток	0,025	0,024	0,001	4,2
Потери, Вт	45,2	47,1	1,9	4,0
КПД, %	92,4	91,8	0,6	0,7
Масса, кг	4,2	4,3	0,1	2,3

Тестирование

- Проверялась правильность передачи данных между всеми частями комплекса.
- Погрешность по основным характеристикам не превышает 5–7%, что подтверждает высокую точность работы.
- Программа устойчива к ошибкам и подходит для разных типов вентильных двигателей.

Практическая значимость

- Использование программы позволяет инженеру тратить намного меньше времени на проектирование двигателя — всё делается автоматически, без ручных расчётов.
- Повышается точность: результаты быстро можно проверить в профессиональной программе Ansys, и быть уверенным, что расчёты верны.
- Комплекс легко адаптируется под разные типы и размеры двигателей.
- Такой подход помогает быстрее запускать новые проекты, уменьшать ошибки и экономить ресурсы на производстве.
- Программа может использоваться как в научной работе, так и на реальных предприятиях для создания современных и эффективных электрических машин.

Вывод

В ходе работы был создан программный комплекс для оптимизации параметров вентильного двигателя. Он обеспечивает высокую точность расчёта, автоматизирует все этапы проектирования и позволяет быстро находить лучшие решения. Комплекс готов к использованию на практике и может применяться для разных типов электрических машин.

Спасибо за внимание

Готов ответить на ваши вопросы