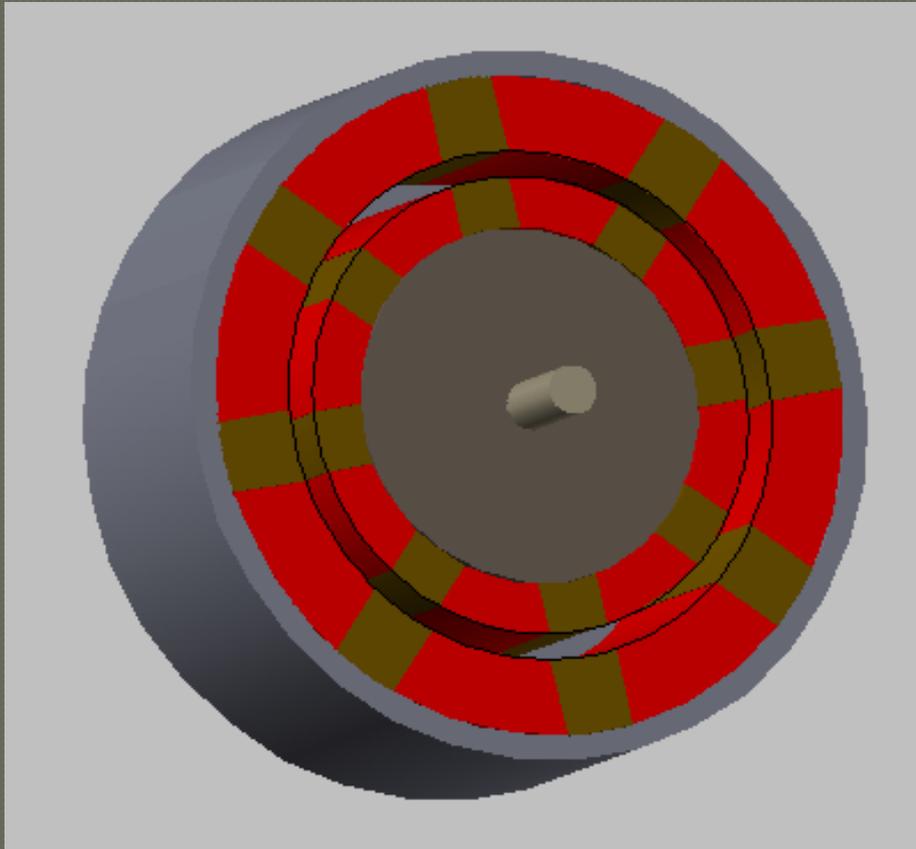


Тема дипломной работы:

Программа для расчета электромагнитных муфт



Руководитель: Салова И.А.

Задание выполнил: Богданов И.В.

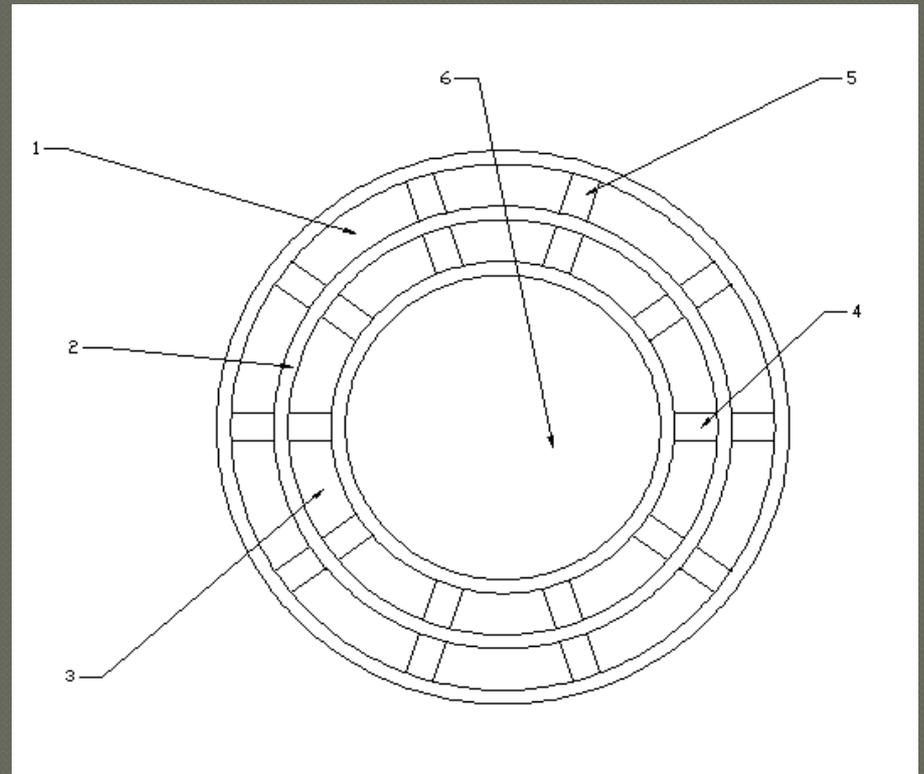
Группа: 3511

Специальность: 220201

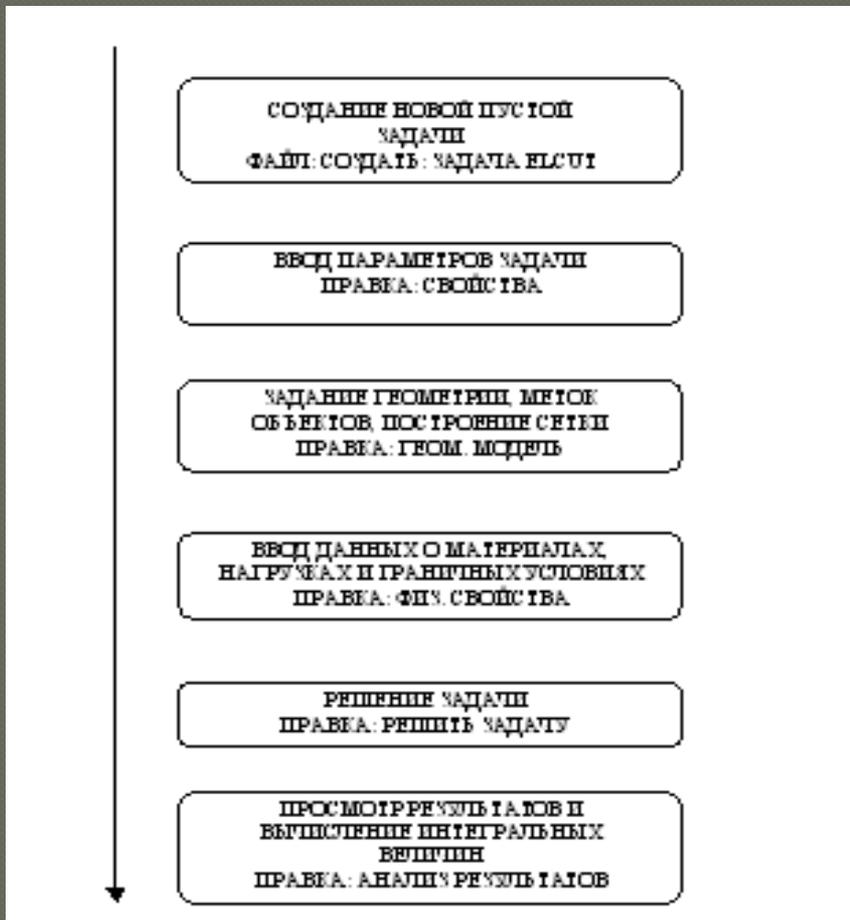
Санкт-Петербург 2010

Геометрическая модель ЭМ муфты

1. Статор
2. Зазор из немагнитного материала
3. Ротор
4. Магнит ротора
5. Магнит статора
6. Немагнитная среда



Последовательность работы в elcut



При работе с программой elcut, приходится тратить много времени на подготовку самой задачи. Сначала необходимо начертить геометрию (например AutoCad), затем вручную задать все материалы, граничные условия, и только после этого приступить к решению самой задачи.

Цель работы

Целью работы является автоматизация работы проектировщика при разработке ЭМ. Для достижения поставленной цели необходимо создать программу на объектно-ориентированном языке программирования, для проектирования электромагнитной муфты и исследования ее параметров, в частности для нахождения ее максимального момента. Исследование электромагнитных муфт возможно провести на основе метода конечных элементов [3,4] в специализированных САЕ, таких как ELCUT, FEMM, Comsol Multiphysics, AnSyS и др. Суть работы в этих пакетах сводится к заданию геометрии, назначению физических свойств и решению задачи.

Требования к программе

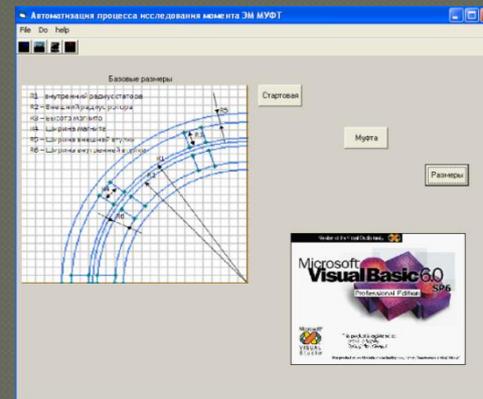
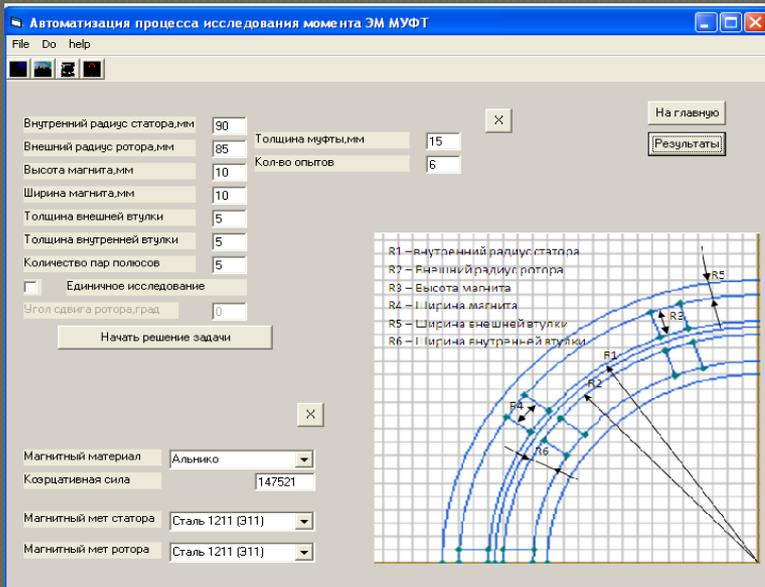
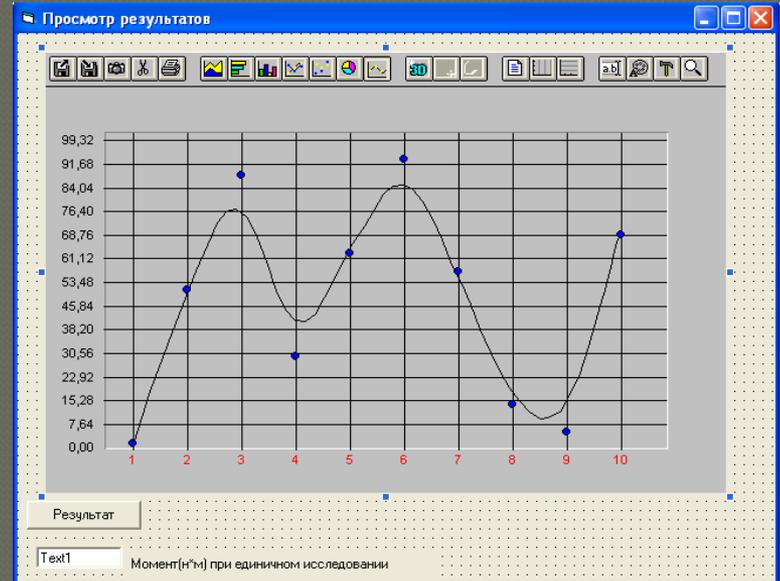
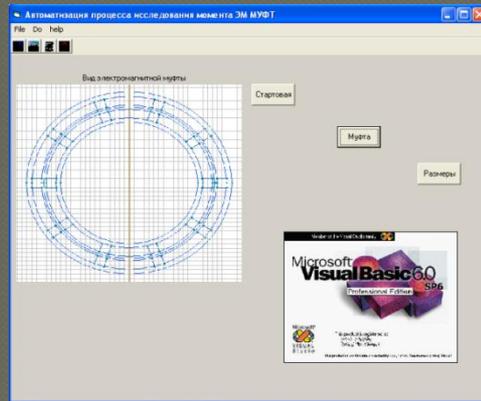
Разрабатываемая программа должна позволять исследовать:

- Момент между ротором и статором при заданном угле сдвига ротора
- Влияние геометрических размеров ЭМ муфты на величину момента, а именно:
 - ✓ Влияние размеров ротора, статора, зазоров, втулок
 - ✓ Влияние числа пар полюсов
 - ✓ Влияние материалов ротора и статора
 - ✓ Влияние материалов магнитов

Для реализации поставленных задач программа должна:

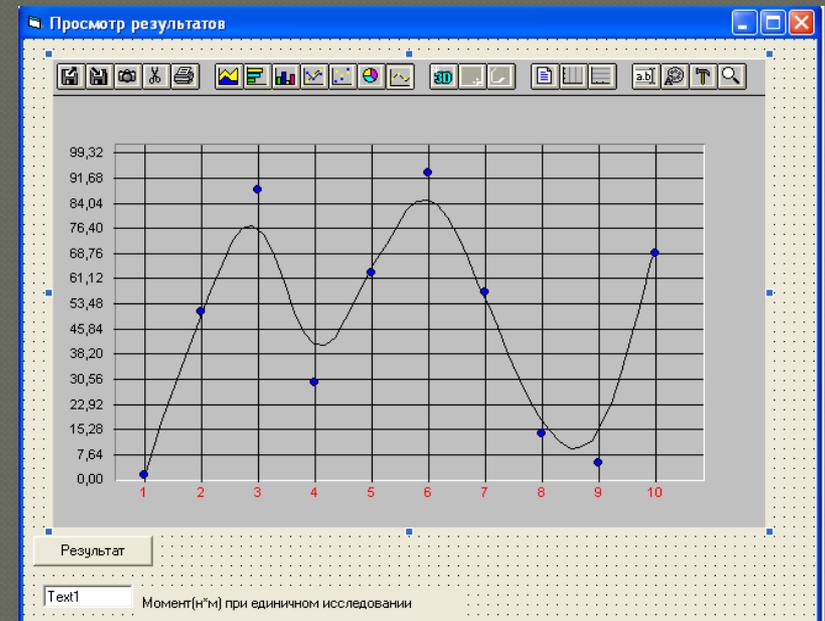
- Позволять:
 - ✓ Задавать размеры ротора и статора, зазоров и втулок, а также магнитов.
 - ✓ Задавать количество пар полюсов
 - ✓ Задавать материалы ротора и статора
 - ✓ Задавать материалы магнитов
 - ✓ Изменять угол сдвига ротора относительно статора, либо делать это автоматически с некоторым шагом.
- Делать проверку на корректность введенных данных.
- Вычислять параметры для построения геометрии
- Строить модель в программе Elcut, задавать физические свойства.
- Запускать задачу на решение
- Получать результаты
- Обработать полученные результаты с последующей визуализацией этих результатов в удобной для пользователя форме.
- Позволять сохранять полученные результаты, для их последующего анализа.
- Быть простой и понятной для пользователя любого уровня.

Интерфейс программы



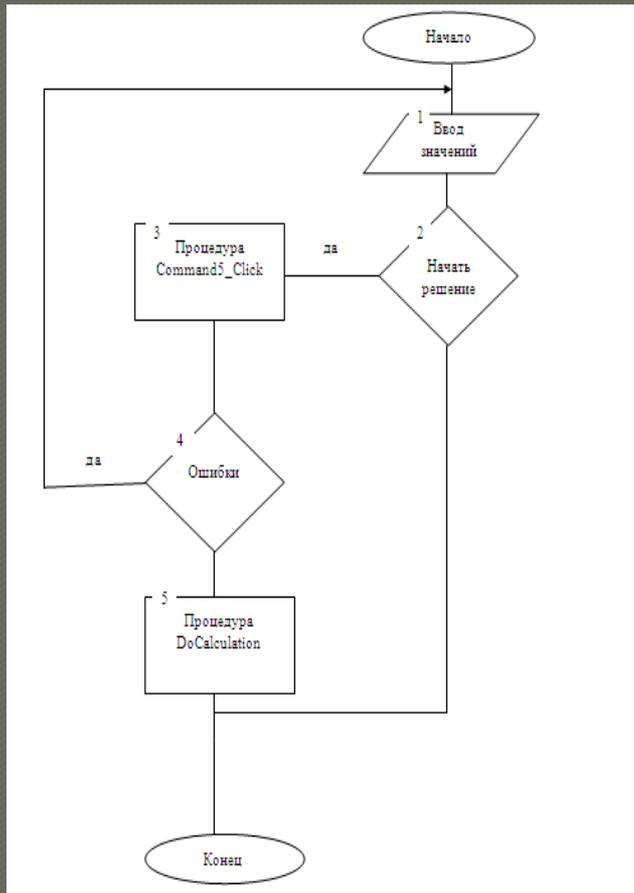
Визуализация данных

После серии опытов
пользователю в
отдельном окне
выводится график
зависимости момента
от угла поворота
ротора. Если
проводился единичный
опыт, то выводится
значение момента в
поле Text1

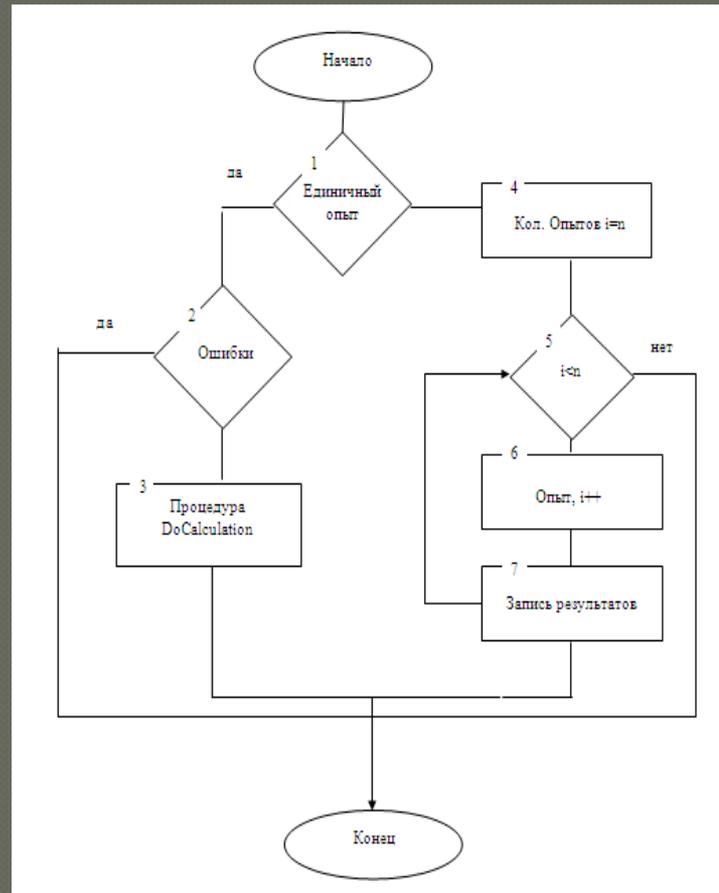


алгоритмы

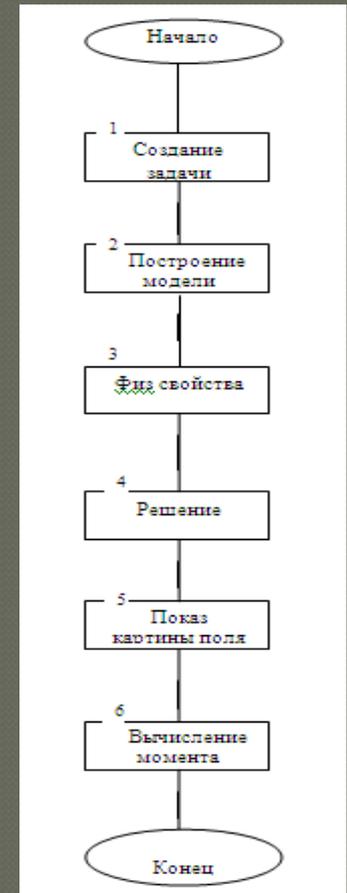
Общий алгоритм работы программы



Алгоритм процедуры Command5_Click



Алгоритм процедуры DoCalculation



Сравнение потраченного времени для ручного и автоматизированного способов решения

	Ручное решение задачи	Автоматизированное решение
Выбор начальных данных	По ТЗ – ознакомление занимает от 10 до 30 мин	По ТЗ – ознакомление занимает от 10 до 30 мин
Построение геометрии	20-40 мин	1-2 мин
Задание физических свойств	20-40 мин	1-2 мин
Решение и просмотр результатов	5 мин	5 мин
Максимальное время с учетом времени выбора начальных данных	115 мин	39 мин
Максимальное время без учета выбора начальных данных	85 мин	9 мин

Тестовые примеры работы программы

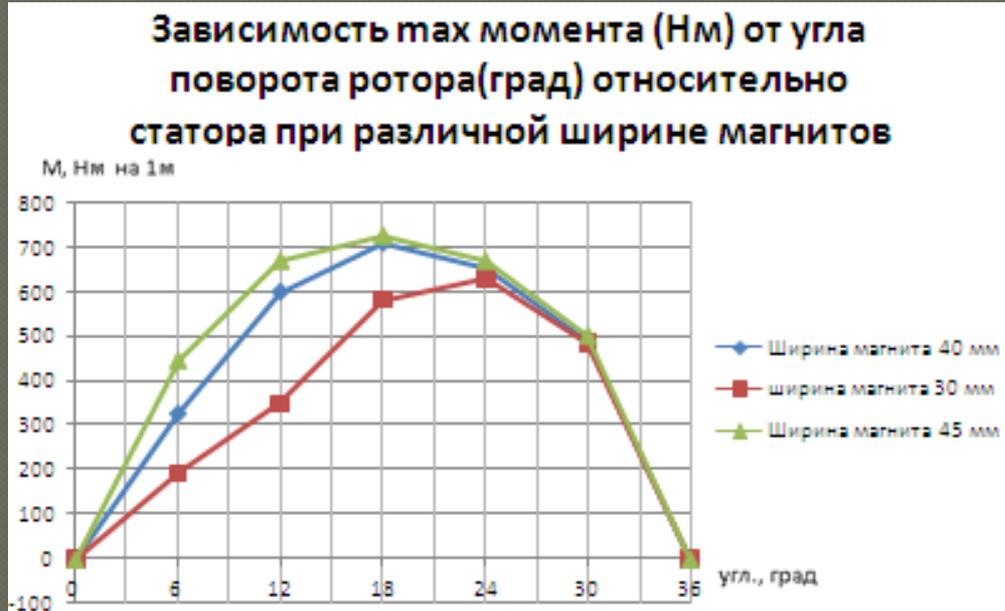
Исходные данные, которые используются для тестирования программы, представлены в таблице. Эти данные являются постоянными для всех опытов.

Параметр	Значение
Внешний радиус статора	90 мм
Высота магнита	10 мм
Ширина внешней втулки	5 мм
Ширина внутренней втулки	5 мм
Толщина муфты	15 мм
Количество опытов	6

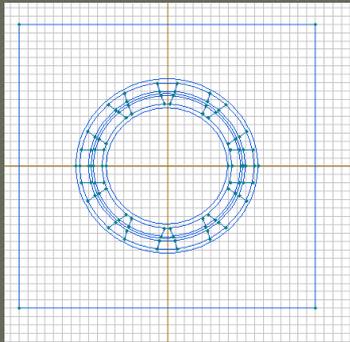
Тестовые примеры работы программы

Влияние ширины магнита на момент

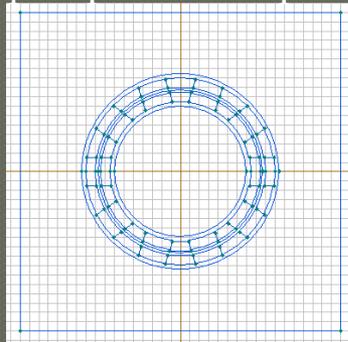
Индукция в магнитопроводе



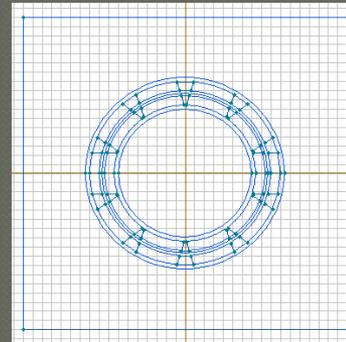
Модели муфт с разной шириной магнита



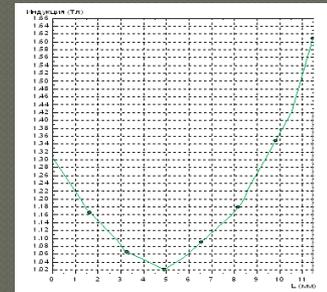
При ширине 40мм



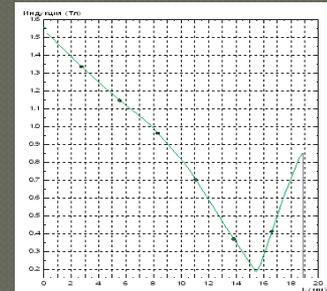
При ширине 35мм



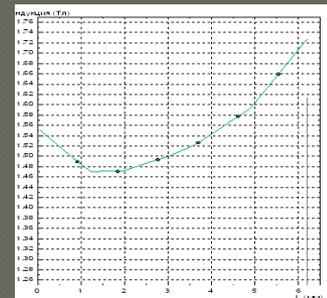
При ширине 45мм



При ширине 40мм



При ширине 35мм

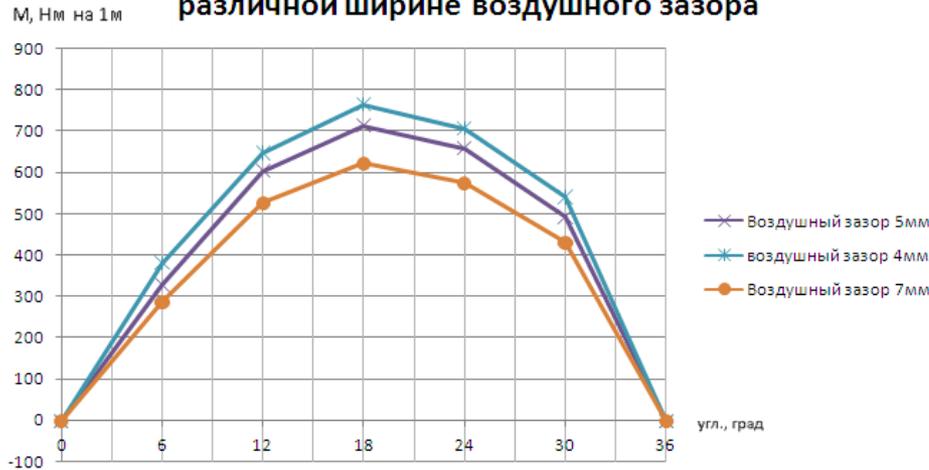


При ширине 45мм

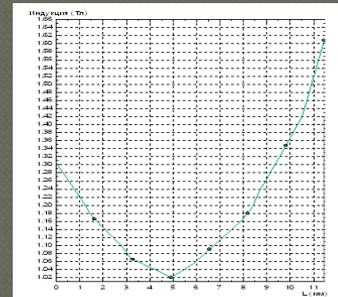
Тестовые примеры работы программы

Влияние ширины воздушного зазора на момент

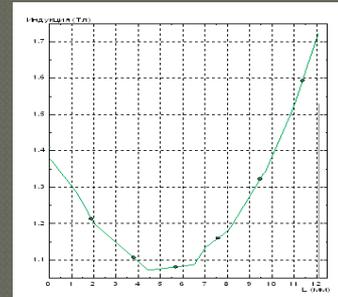
Зависимость max момента (Нм) от угла поворота (град) ротора относительно статора при различной ширине воздушного зазора



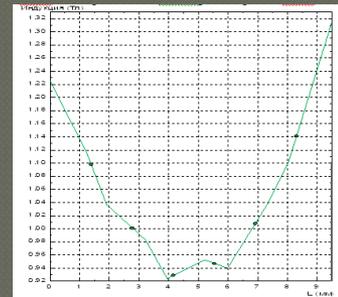
Индукция в магнитопроводе



При ширине зазора 5 мм

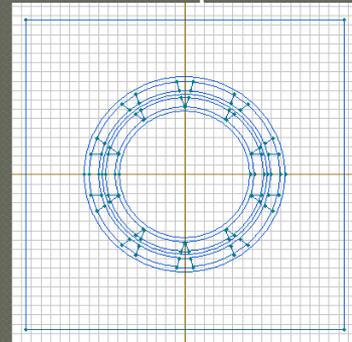
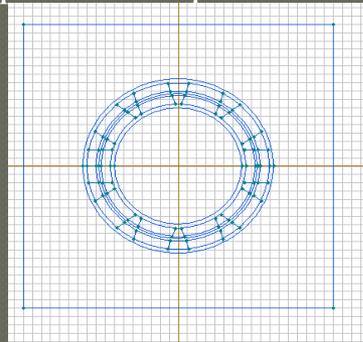
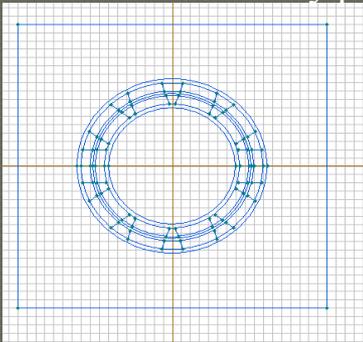


При ширине зазора 4 мм



При ширине зазора 7 мм

Модели муфт с разной шириной воздушного зазора

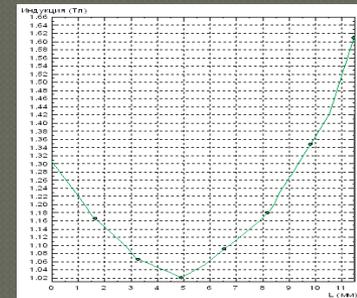


При ширине зазора 5 мм При ширине зазора 4 мм При ширине зазора 7 мм

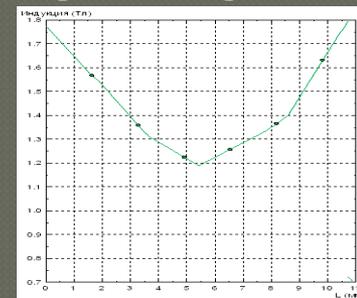
Тестовые примеры работы программы

Влияние материалов, из которых изготовлены магниты

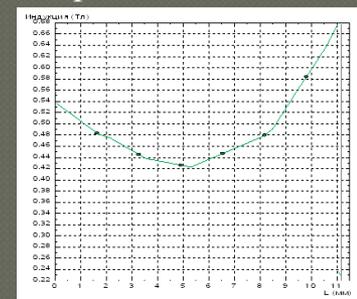
Индукция в магнитопроводе



Материал Самарий-Кобальт



Материал Ниодим-Железо-Бор

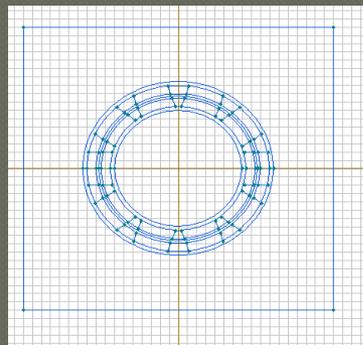


Материал Альнико

Зависимость max момента (Нм) от угла поворота (град) ротора относительно статора при различных магнитах



Геометрическая модель муфты

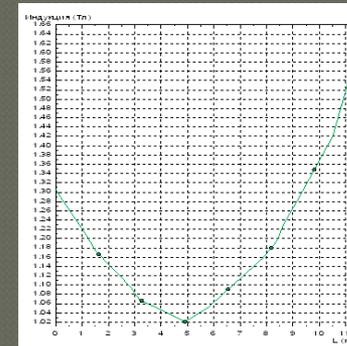
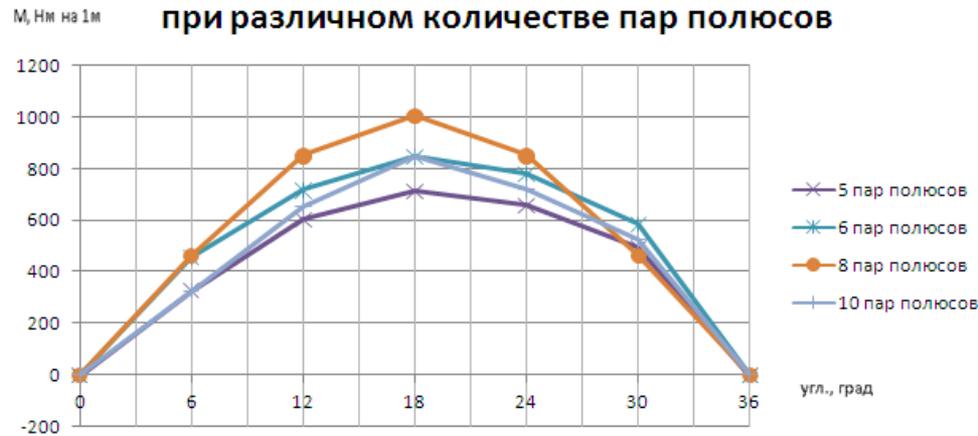


Тестовые примеры работы программы

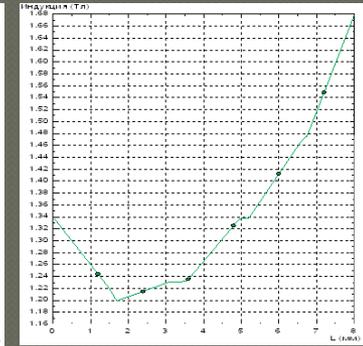
Влияние количества пар полюсов на максимальный момент

Индукция в магнитопроводе

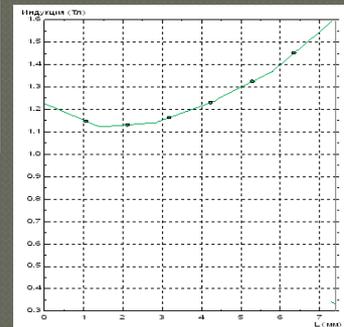
Зависимость max момента (Нм) от угла поворота (град) ротора относительно статора при различном количестве пар полюсов



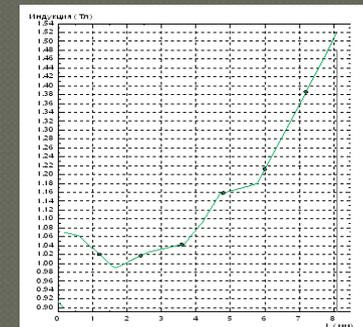
5 пар полюсов



6 пар полюсов

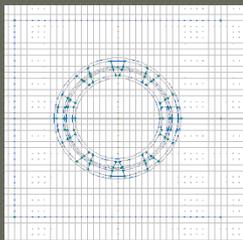


8 пар полюсов

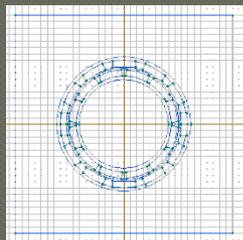


10 пар полюсов

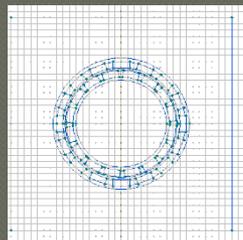
Модели муфт с разным количеством пар полюсов



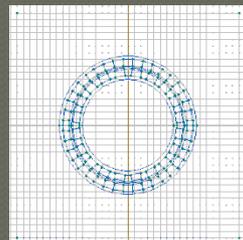
5 пар полюсов



6 пар полюсов



8 пар полюсов



10 пар полюсов

Разработка основного и альтернативного вариантов

Наименование	Значение	
	Основной	Альтернативный
Продолжительность периода разработки и отладки программного продукта, час.	640 (4 мес.)	800 (5 мес.)
Продолжительность времени, затраченного на научно-исследовательские работы (30% от всего периода), час.	192	240
Продолжительность времени, затраченного на отладку программного продукта (70% от всего периода), час.	448	560
Себестоимость работ по отладке программного продукта, руб./час.	265,6	276,3
Полная себестоимость работ по отладке программного продукта, руб.	118989	154728
Полная себестоимость научно-исследовательской работы, руб.	31246	38078
Итоговая величина затрат на этапе разработки и отладки продукта	150235	192806

Заключение

- В соответствии с указанными требованиями в процессе выполнения дипломной работы были решены следующие задачи:
- Разработан алгоритм вычисления максимально допустимого момента в ЭМ муфте при помощи программы Elcut
- На основании разработанного алгоритма, разработана программа, для автоматизации процесса исследования максимального момента в ЭМ муфтах.
- Программа реализована на языке Visual Basic 6.0 с использованием технологии ActiveField и функционируют под управлением операционной системы Windows 98-XP;
- Произведено тестирование программы;
- Найдены характерные зависимости максимально допустимого момента в ЭМ муфте от различных параметров ЭМ муфты

Спасибо за внимание.