

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехника и электрификация

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Компьютерные методы моделирования и расчета полей**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Курбатова Е.П.
	Идентификатор	R51c6ebe0-KurbatovaYP-a15ccd67

Е.П.
Курбатова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Иванов А.С.
	Идентификатор	R28e5c30d-IvanovAIS-37175ef6

А.С. Иванов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г.
Киселев

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-4 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых исследований по заданной методике, выбирать методы исследований, интерпретировать и представлять полученные результаты

ИД-2 Выбирает и применяет методы анализа и расчета электромеханических устройств, электротехнологического оборудования и систем на их основе

ИД-3 Умеет использовать математические модели явлений и процессов, протекающих в электротехнических материалах

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Генератор с постоянными магнитами на роторе (Контрольная работа)
2. Расчет стационарного магнитного поля (Контрольная работа)
3. Силовые взаимодействия в магнитном поле (Контрольная работа)
4. Электрические параметры электромагнита переменного тока (Контрольная работа)
5. Электромагнитные величины (Тестирование)

БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	6	8	12	14
Электромагнитное поле. Методы расчета электромагнитных полей						
Электромагнитные величины. Основные законы и понятия электромагнитного поля.	+					
Методы расчетов электромагнитного поля на основе интегральных и дифференциальных уравнений в частных производных.	+					
Моделирование свойств материалов в магнитных системах						
Электрические свойства материалов.			+		+	
Магнитные свойства материалов.			+		+	
Расчет стационарного магнитного поля						

Интегральные и дифференциальные уравнения для стационарного магнитного поля.			+		
Расчет параметров магнитных систем			+		
Электромагнитные процессы в магнитных системах постоянного тока			+		
Расчет квазистационарного магнитного поля					
Интегральные и дифференциальные уравнения квазистационарного электромагнитного поля.				+	
Электромагнитные процессы в магнитных системах переменного тока				+	
Анализ электромагнитного поля в электрических машинах					+
Вес КМ:	10	20	25	20	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-4	ИД-2 _{ПК-4} Выбирает и применяет методы анализа и расчета электромеханических устройств, электротехнологического оборудования и систем на их основе	Знать: Основные понятия, термины и законы электромагнитного поля, необходимые для проведения расчетов магнитных систем электротехнического оборудования Уметь: анализировать силовые взаимодействия в магнитных системах электромеханических устройств рассчитывать параметры магнитных систем электрических машин с использованием численных методов	Электромагнитные величины (Тестирование) Силовые взаимодействия в магнитном поле (Контрольная работа) Генератор с постоянными магнитами на роторе (Контрольная работа)
ПК-4	ИД-3 _{ПК-4} Умеет использовать математические модели явлений и процессов, протекающих в	Знать: Свойства электротехнических материалов и методы их моделирования при	Расчет стационарного магнитного поля (Контрольная работа) Электрические параметры электромагнита переменного тока (Контрольная работа)

	электротехнических материалах	выполнении расчетов магнитных систем Уметь: рассчитывать параметры магнитных систем постоянного тока с использованием численных методов рассчитывать параметры электромагнитов переменного тока с использованием численных методов	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Электромагнитные величины

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест состоит из 15 пунктов на сопоставление термин=определение. На тест отводится 20 минут.

Краткое содержание задания:

Номер вопроса	Термин	Номер ответа (определения)
1	Напряжённость электрического поля	
2	Магнитная индукция	
3	Сила Кулона	

Номер определения	Определение
1	QE
2	Определяет силу, действующую на любую заряженную частицу в покое в электрическом поле
3	Определяет силу, действующую на любую движущуюся в магнитном поле заряженную частицу со скоростью v [м/с] и зарядом Q [Кл]

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Основные понятия, термины и законы электромагнитного поля, необходимые для проведения расчетов магнитных систем электротехнического оборудования	1.Определение термина “Электрический заряд” 2.Определение термина “Электрическая постоянная” 3.Определение термина “Магнитная постоянная” 4.Определение термина “Электромагнитное поле” 5.Определение термина “Напряжённость электрического поля” 6.Определение термина “Плотностью тока проводимости” 7.Определение термина “Электрический диполь” 8.Определение термина “Электрическая поляризация ” 9.Определение термина “Электрическая индукция” 10.Определение термина “Плотность электрического тока смещения” 11.Определение термина “Магнитная индукция” 12.Определение термина “Сила Кулона” 13.Определение термина “Сила Лоренца” 14.Определение термина “Намагниченность” 15.Определение термина “Напряженность магнитного поля”
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Расчет стационарного магнитного поля

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа на компьютерах с использованием EasyMag3D

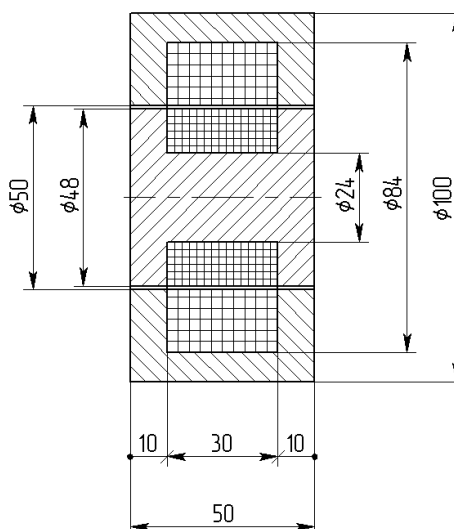
Краткое содержание задания:

Построить модель для расчета магнитной системы.

- Рассчитать и построить зависимость потокоцепления в катушке от осевого перемещения внутренней части магнитной системы в заданных пределах.
- Построить картину распределения намагниченности в деталях магнитной системы при симметричном и двух крайних положениях.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать параметры магнитных систем постоянного тока с использованием численных методов



1.

Figure 1 Геометрия магнитной системы

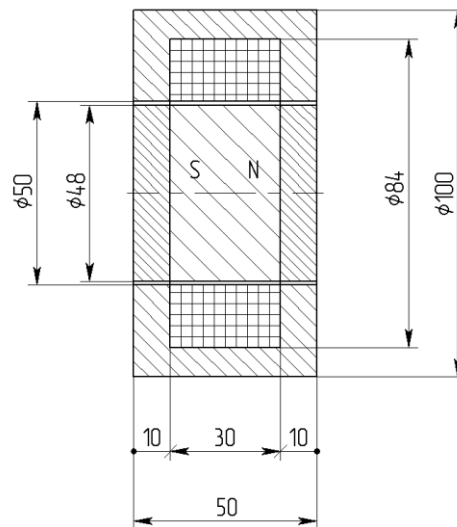
Рассчитать и построить зависимость потокоцепления в неподвижной (внешней) катушке от осевого перемещения внутренней части магнитной

системы в пределах $X=\pm 16$ мм.

Построить картину распределения намагниченности в деталях магнитной системы при симметричном и двух крайних положениях.

Исходные данные:

1. Плотность тока в катушках $J=2$ А/мм²
2. Магнитопроводы, сердечники и полюса изготовлены материала Сталь 10.



2.

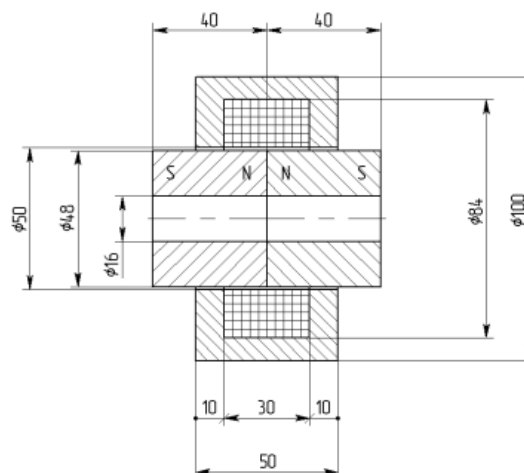
Figure 2 Геометрия магнитной системы

Рассчитать и построить зависимость потокосцепления в катушке от осевого перемещения внутренней части магнитной системы в пределах $X=\pm 18$ мм.

Построить картину распределения намагниченности в деталях магнитной системы при симметричном и двух крайних положениях.

Исходные данные:

1. Намагниченность постоянных магнитов $M=1000$ кА/м,
2. Плотность тока в катушках $J=2$ А/мм²
3. Магнитопроводы, сердечники и полюса изготовлены материала Сталь 10.



3.

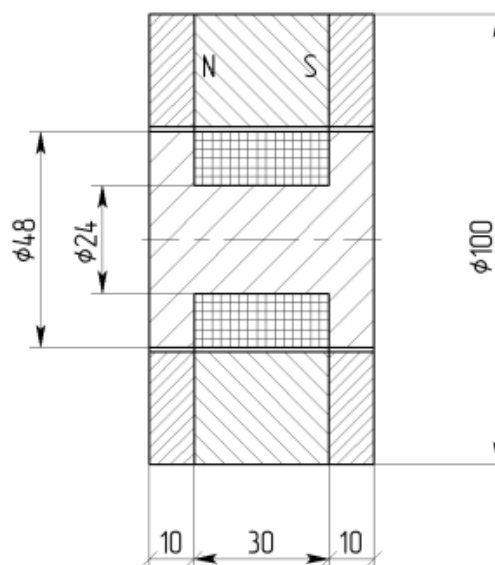
Figure 3 Геометрия магнитной системы

Рассчитать и построить зависимость потокосцепления в катушке от осевого перемещения внутренней части магнитной системы в пределах $X=\pm 20$ мм.

Построить картину распределения намагниченности в деталях магнитной системы при симметричном и двух крайних положениях.

Исходные данные:

1. Намагниченность постоянных магнитов $M=1000$ кА/м,
2. Плотность тока в катушках $J=2$ А/мм²
3. Магнитопроводы, сердечники и полюса изготовлены материала Сталь 10.



4.

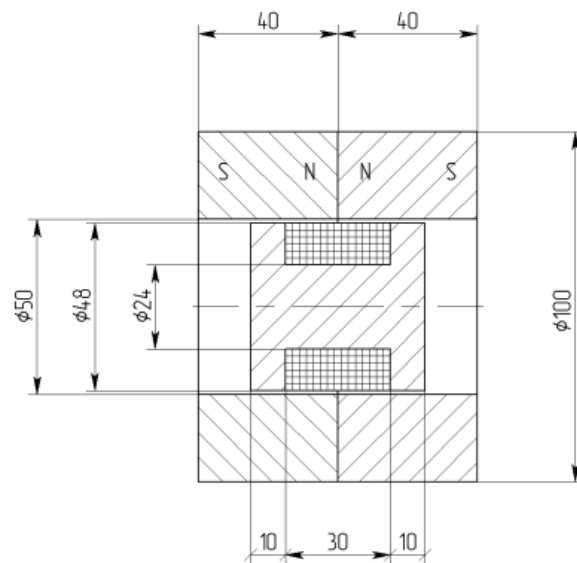
Figure 4 Геометрия магнитной системы

Рассчитать и построить зависимость потокоцепления в катушке от осевого перемещения внутренней части магнитной системы в пределах $X=\pm 18$ мм.

Построить картину распределения намагниченности в деталях магнитной системы при симметричном и двух крайних положениях.

Исходные данные:

1. Намагниченность постоянных магнитов $M=1000$ кА/м,
2. Плотность тока в катушках $J=4$ А/мм²
3. Магнитопроводы, сердечники и полюса изготовлены материала Сталь 10.



5.

Figure 5 Геометрия магнитной системы

Рассчитать и построить зависимость потокоцепления в катушке от осевого перемещения внутренней части магнитной системы в пределах $X=\pm 22$ мм.

Построить картину распределения намагниченности в деталях магнитной системы при симметричном и двух крайних положениях.

Исходные данные:

1. Намагниченность постоянных магнитов $M=1000$ кА/м,
2. Плотность тока в катушках $J=2$ А/мм²
3. Магнитопроводы, сердечники и полюса изготовлены материала Сталь 10.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Силовые взаимодействия в магнитном поле

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа на компьютерах с использованием EasyMag3D

Краткое содержание задания:

Построить модель для расчета сил в магнитной системе, состоящей из электромагнита и подвижного элемента. Рассчитать зависимость силы, действующей на подвижный элемент, от размера зазора между подвижным элементом и сердечником.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: анализировать силовые взаимодействия в магнитных системах электромеханических устройств

1. Рассчитать зависимость силы, действующей на подвижный элемент от размера зазора между подвижным элементом и сердечником. Зазор изменяется от 2 до 8 мм.

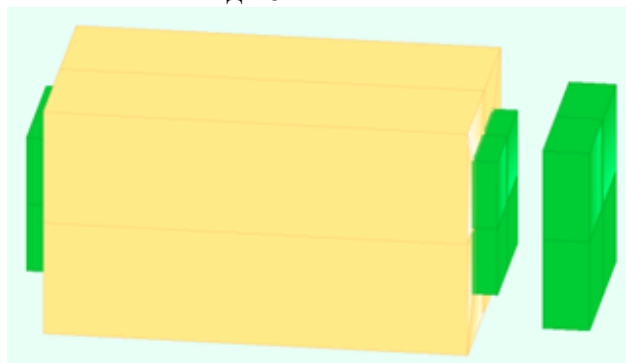


Figure 6 Геометрия магнитной системы

Исходные данные:

Сердечник

Сечение - 28x28 мм

Длина - 110 мм

Материал - Сталь 10

Катушка электромагнита

Внутреннее сечение - 28x28 мм

Внешнее сечение - 34x34 мм

Длина - 100 мм

Плотность тока - 10 А/мм²

Катушка расположена на сердечнике симметрично по длине

Подвижный элемент

Сечение - 26x26 мм

Высота - 10 мм

Материал - Сталь 10

2. Рассчитать зависимость силы, действующей на подвижный элемент от размера зазора между подвижным элементом и сердечником. Зазор изменяется от 2 до 8 мм.



Figure 7 Геометрия магнитной системы

Исходные данные:

Сердечник

Сечение - 32x32 мм

Длина - 90 мм

Материал - Сталь 10

Катушка электромагнита

Внутреннее сечение - 32x32 мм

Внешнее сечение - 38x38 мм

Длина - 85 мм

Плотность тока - 10 А/мм²

Катушка расположена на сердечнике симметрично по длине

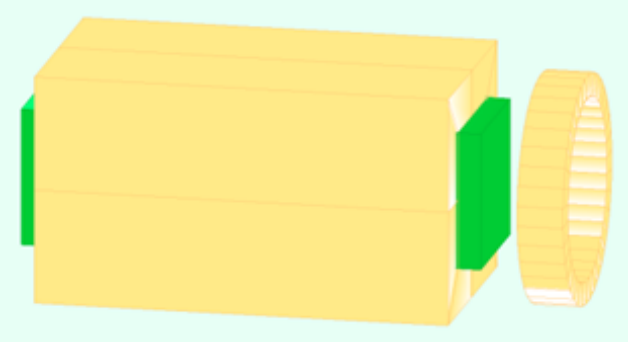
Подвижный элемент

Сечение - 36x36 мм

Высота - 8 мм

Намагниченность 1000 кА/м

3. Рассчитать зависимость силы, действующей на подвижный элемент от размера зазора между подвижным элементом и сердечником. Зазор изменяется от 2 до 8 мм.

	 Исходные данные: <i>Сердечник</i> Сечение - 22х22 мм Длина - 140 мм Материал - Сталь 10 <i>Катушка электромагнита</i> Внутреннее сечение - 22х22 мм Внешнее сечение - 28х28 мм Длина - 130 мм Плотность тока - 10 А/мм² Катушка расположена на сердечнике симметрично по длине <i>Подвижный элемент</i> Внутренний диаметр - 22 мм Внешний диаметр - 28 мм Высота - 5 мм Плотность тока - 5 А/мм²
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Электрические параметры электромагнита переменного тока

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

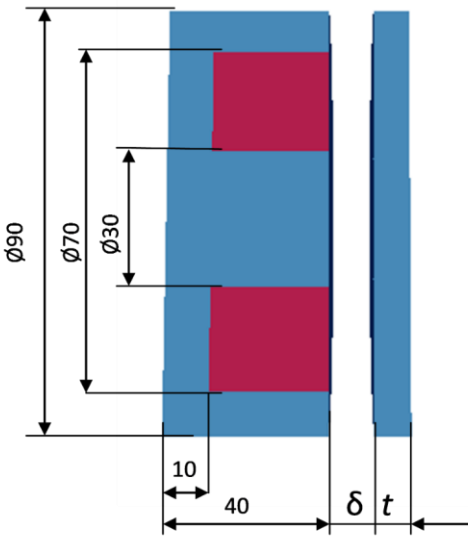
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа на компьютерах с использованием EasyMag3D

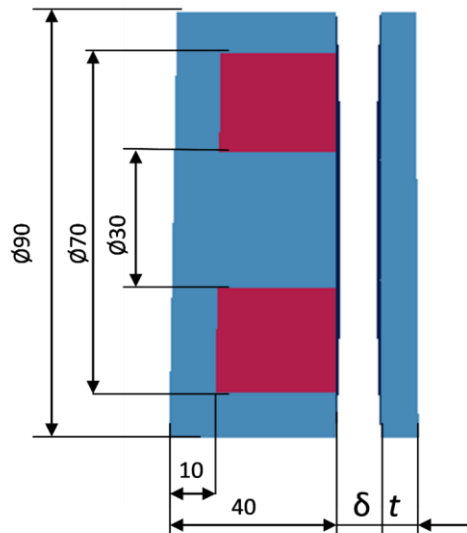
Краткое содержание задания:

Построить модель магнитной системы. Определите электрические параметры электромагнита переменного тока со сплошным стальным сердечником.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Свойства электротехнических материалов и методы их моделирования при выполнении расчетов магнитных систем	1.Что такое гармоническое поле? В чем особенность его расчета? 2.Как задаются линеаризованные магнитные свойства стального сердечника? На что они влияют? 3.Как задаются электрические свойства стального сердечника? На что они влияют? 4.Как рассчитывается сопротивление электромагнита переменного тока по известным данным потокоцепления? 5.Как рассчитывается индуктивность электромагнита переменного тока по известным данным потокоцепления? 6.Как влияет зазор на параметры электромагнита переменного тока?
Уметь: рассчитывать параметры электромагнитов переменного тока с использованием численных методов	1.Определите электрические параметры электромагнита переменного тока со сплошным стальным сердечником $Z = R_{\text{провода}} + R_{\text{потерь}} + j\omega L_{\text{катушки}}$  Исходные данные Частота - 50 Гц Удельная эл. проводимость 1 МСим/м Относительная магн. проницаемость - 200 Зазор δ - 2 мм Толщина якоря t - 10 мм Число витков - 300 Сечение провода - 1.0 мм²

2. Определите электрические параметры электромагнита переменного тока со сплошным стальным сердечником $Z = R_{\text{провода}} + R_{\text{потерь}} + j\omega L_{\text{катушки}}$



Исходные данные

Частота - 100 Гц

Удельная эл. проводимость 3 МСим/м

Относительная магн. проницаемость - 100

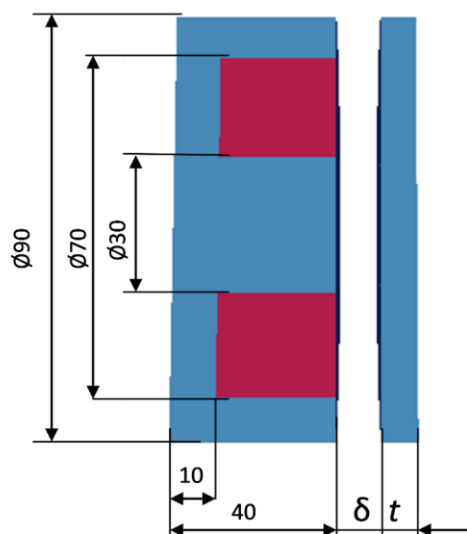
Зазор δ - 6 мм

Толщина якоря t - 10 мм

Число витков - 500

Сечение провода - 0.6 мм²

3. Определите электрические параметры электромагнита переменного тока со сплошным стальным сердечником $Z = R_{\text{провода}} + R_{\text{потерь}} + j\omega L_{\text{катушки}}$



	Исходные данные Частота - 75 Гц Удельная эл. проводимость 5 МСим/м Относительная магн. проницаемость - 150 Зазор δ - 5 мм Толщина якоря t - 14 мм Число витков - 500 Сечение провода - 0.4 мм ²
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Генератор с постоянными магнитами на роторе

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа на компьютерах с использованием EasyMag3D

Краткое содержание задания:

Построить модель магнитной системы генератора с постоянными магнитами на роторе. Рассчитать:

1. Зависимость механического момента, действующего на ротор, от угла поворота ротора при постоянных токах в фазах статора.
2. ЭДС холостого хода генератора

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать параметры магнитных систем электрических машин с использованием численных методов	1. Выполнить анализ магнитной системы генератора с постоянными магнитами на роторе. Рассчитать ЭДС холостого хода генератора. Рассчитать зависимость механического момента, действующего на ротор, от угла поворота ротора при постоянных токах в фазах статора, соответствующих моменту времени с максимальным током в одной из фаз.
---	---

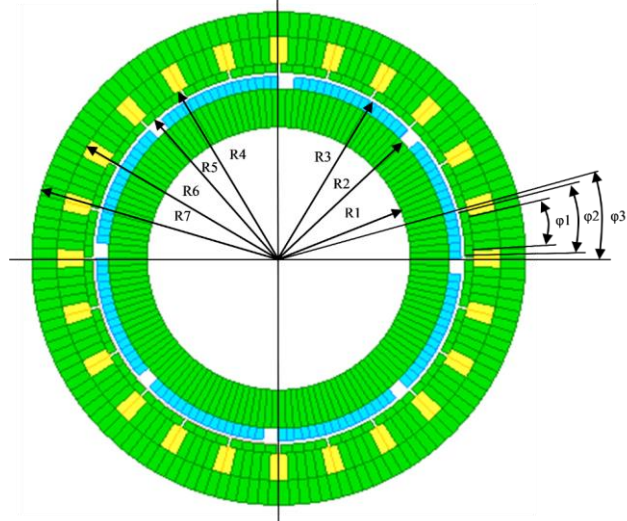


Figure 8 Геометрия магнитной системы

Исходные данные

Длина машины - 200 мм

Намагниченность постоянных магнитов по радиусу - 1100 кА/м

Число пар полюсов - 4

Скорость вращения - 1000 об/мин

Число витков катушек на полюсах - 200

Площадь поперечного сечения катушки равна 1/2 площади окна между полюсами

Геометрические размеры (указаны на рисунке)

$R1 = 48$ мм

$R2 = 63$ мм

$R3 = 68$ мм

$R4 = 72$ мм

$R5 = 69$ мм

$R6 = 81$ мм

$R7 = 93$ мм

$\phi1 = 10^\circ$

$\phi2 = 10^\circ$

$\phi3 = 15^\circ$

2. Выполнить анализ магнитной системы генератора с постоянными магнитами на роторе. Рассчитать ЭДС холостого хода генератора. Рассчитать зависимость механического момента, действующего на ротор, от угла поворота ротора при постоянных токах в фазах статора, соответствующих моменту времени с максимальным током в одной из фаз.

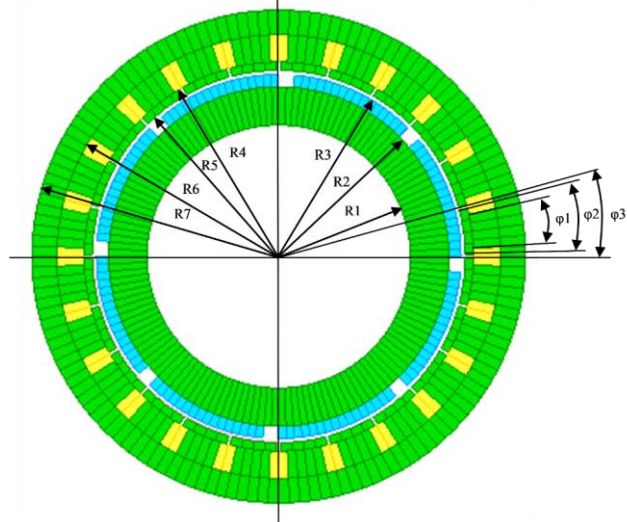


Figure 9 Геометрия магнитной системы

Исходные данные

Длина машины - 200 мм

Намагниченность постоянных магнитов по радиусу - 1100 кА/м

Число пар полюсов - 4

Скорость вращения - 1000 об/мин

Число витков катушек на полюсах - 200

Площадь поперечного сечения катушки равна 1/2 площади окна между полюсами

Геометрические размеры (указаны на рисунке)

$R1 = 68$ мм

$R2 = 90$ мм

$R3 = 95$ мм

$R4 = 99$ мм

$R5 = 96$ мм

$R6 = 108$ мм

$R7 = 123$ мм

$\phi1 = 12^\circ$

$\phi2 = 10^\circ$

$\phi3 = 15^\circ$

3. Выполнить анализ магнитной системы генератора с постоянными магнитами на роторе. Рассчитать ЭДС холостого хода генератора. Рассчитать зависимость механического момента, действующего на ротор, от угла поворота ротора при постоянных токах в фазах статора, соответствующих моменту времени с максимальным током в одной из фаз.

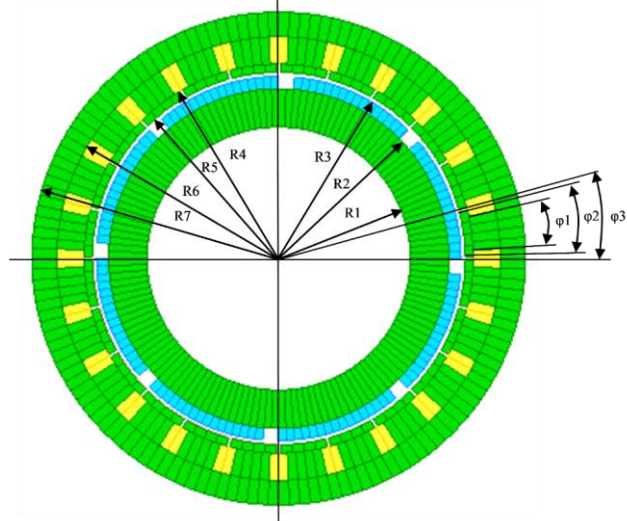


Figure 10 Геометрия магнитной системы

Исходные данные

Длина машины - 200 мм

Намагниченность постоянных магнитов по радиусу - 1100 кА/м

Число пар полюсов - 4

Скорость вращения - 1000 об/мин

Число витков катушек на полюсах - 200

Площадь поперечного сечения катушки равна 1/2 площади окна между полюсами

Геометрические размеры (указаны на рисунке)

$R1 = 156$ мм

$R2 = 224$ мм

$R3 = 234$ мм

$R4 = 239$ мм

$R5 = 235$ мм

$R6 = 268$ мм

$R7 = 298$ мм

$\phi1 = 10^\circ$

$\phi2 = 10^\circ$

$\phi3 = 15^\circ$

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Процедура проведения

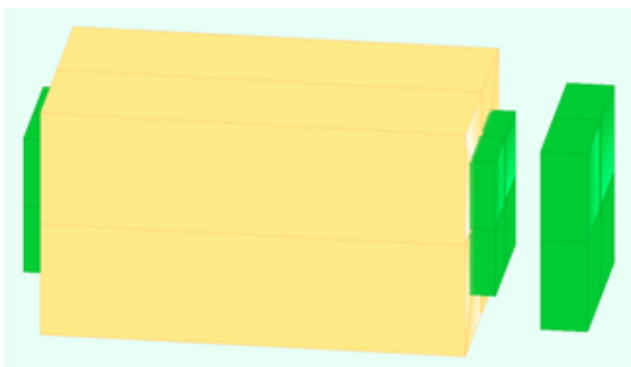
Проводится по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Каждый билет включает в себя один теоретический вопрос и два практических задания на компьютере.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

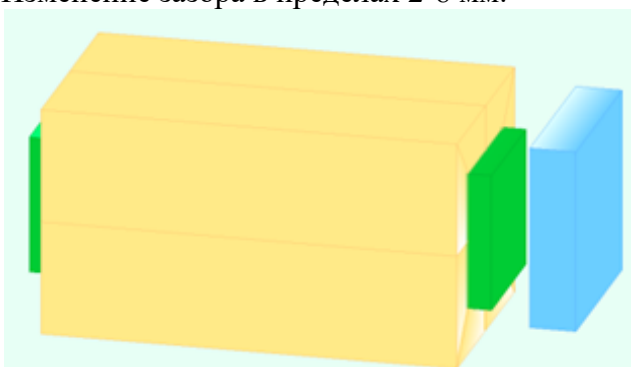
1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-4 Выбирает и применяет методы анализа и расчета электромеханических устройств, электротехнологического оборудования и систем на их основе

Вопросы, задания

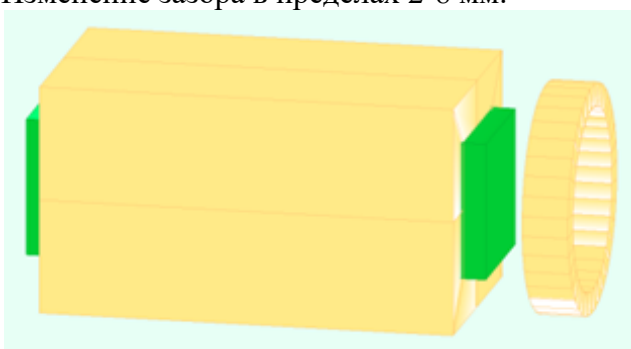
1. Электромагнитные величины: электрический заряд, электрическая постоянная, магнитная постоянная, плотность электрического заряда, напряжённость электрического поля, плотностью тока проводимости, электрический диполь, электрическая поляризация, электрическая индукция, плотность электрического тока смещения.
2. Электромагнитные величины: магнитная индукция, сила Кулона, сила Лоренца, намагниченность, напряженность магнитного поля.
3. Законы электромагнитного поля. Источники поля векторов магнитной индукции и напряженности магнитного поля.
4. Статические, стационарные и квазистационарные поля. Уравнения Максвелла для частных случаев электромагнитного поля.
5. Расчет параметров магнитных систем на основе анализа электромагнитного поля: потокосцепления, индуктивности, ЭДС.
6. Методы расчетов силовых взаимодействий в магнитном поле: интегрирование по источникам магнитного поля, метод ограничения области взаимодействия, формула Максвелла для пондеромоторной силы, энергетический метод.
7. Уравнения Максвелла для квазистационарного электромагнитного поля. Источники квазистационарного электромагнитного поля. Закон электромагнитной индукции при наличии движения.
8. Полная система пространственных интегральных уравнений для источников квазистационарного электромагнитного поля. Общее решение для векторного магнитного потенциала
9. Дифференциальные уравнения квазистационарного электромагнитного поля.
10. Рассчитать зависимость силы, действующей на подвижный элемент, от размера зазора между подвижным элементом и сердечником при заданных параметрах.
Изменение зазора в пределах 2-8 мм.



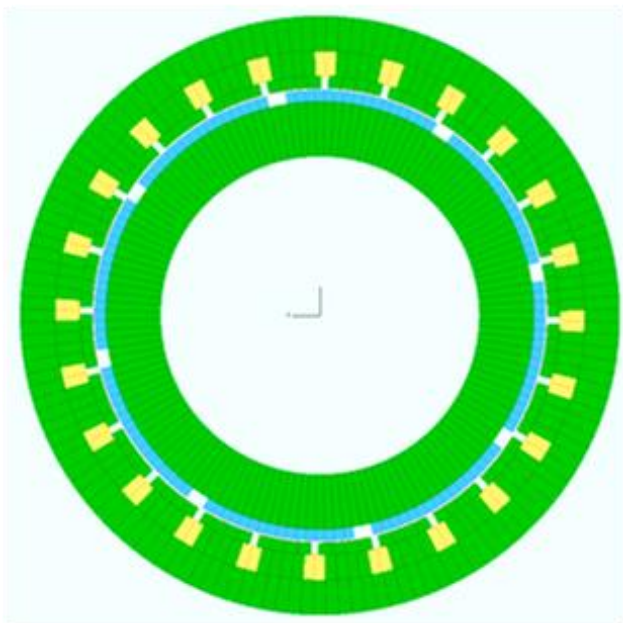
11. Рассчитать зависимость силы, действующей на подвижный элемент, от размера зазора между подвижным элементом и сердечником при заданных параметрах.
Изменение зазора в пределах 2-8 мм.



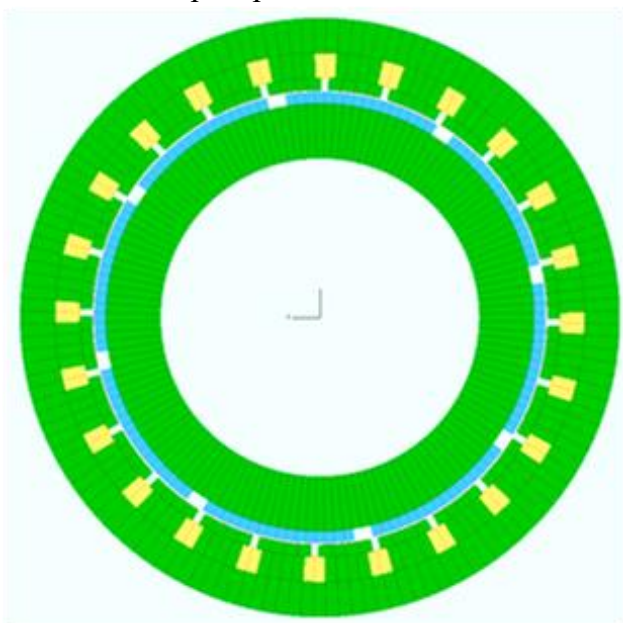
12. Рассчитать зависимость силы, действующей на подвижный элемент, от размера зазора между подвижным элементом и сердечником при заданных параметрах.
Изменение зазора в пределах 2-8 мм.



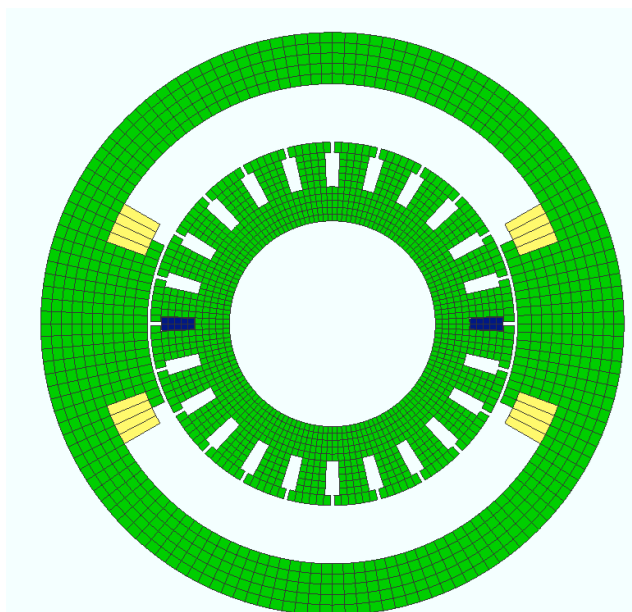
13. Рассчитать ЭДС холостого хода синхронного генератора с постоянными магнитами на роторе.



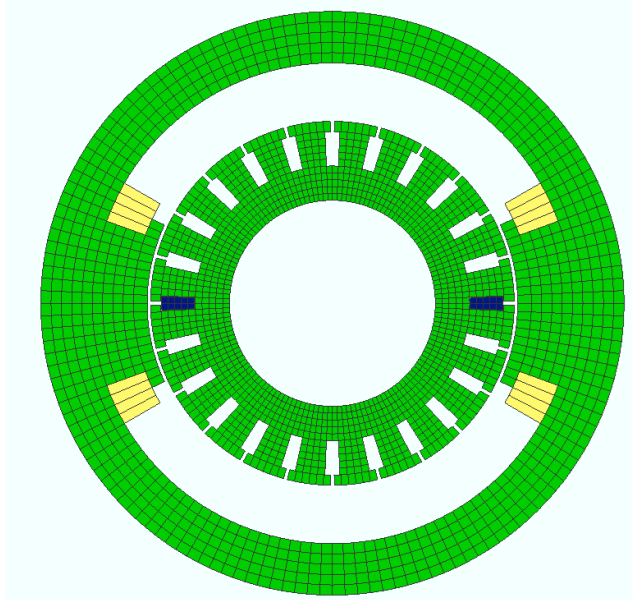
14. Рассчитать электромагнитный момент синхронного генератора с постоянными магнитами на роторе.



15. Рассчитать ЭДС якоря в машине постоянного тока.



16. Рассчитать момент в машине постоянного тока.



Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие материалы называются магнитными?

Ответы:

1 - у которых в магнитном поле появляется напряженность магнитного поля.

2 - у которых в магнитном поле появляется и изменяется намагниченность.

Верный ответ: 2

2. Как связана остаточная магнитная индукция с остаточной намагниченностью (формула)?

Ответы:

1 - $B_r = \mu_0 M_r$

2 - $B_r = \mu_0 M_r$

Верный ответ: 1

3. Укажите правильное определение термина "потокосцепление".

Ответы:

1 - Потокосцепление — это магнитный поток, умноженный на число витков.

2 - Потокосцепление — это криволинейный интеграл векторного магнитного потенциала по длине проводника, с которым определяется потокосцепление.

Верный ответ: 2

4. Как рассчитать магнитный момент m намагниченного тела по известному распределению намагниченности?

V – объем тела, M – намагниченность.

Ответы:

1 - $m = \mu_0 M$

2 - $m = \int_V M dV$

Верный ответ: 2

5. В статическом электрическом поле напряженность электрического поля E удовлетворяет какому уравнению?

J – плотность тока

Ответы:

1 - $\nabla \times E = 0$

2 - $\nabla \times E = J$

Верный ответ: 1

6. Какая формула правильно связывает напряженность электрического поля E с векторным магнитным A и скалярным электрическим потенциалом ϕ_e в переменном (квазистационарном) электромагнитном поле?

Ответы:

1 - $E = -\frac{dA}{dt} - \nabla \phi_e$

2 - $E = -\frac{d\phi_e}{dt} - \nabla A$

Верный ответ: 1

7. Какая формула правильно определяет электрическое напряжение U ?

Ответы:

1 - $U = \int_L E dl = - \int_L \left(\frac{dA}{dt} + \nabla \phi_e \right) dl$

2 - $U = \int_L \left(E + \frac{dA}{dt} \right) dl$

Верный ответ: 1

8. В выражении для векторного магнитного потенциала $A(t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\int_V \frac{J(t) + \nabla \times M(t)}{r} dV - \int_S \frac{n \times M(t)}{r} dS \right]$ переменная r обозначает...

Ответы:

1 - Расстояние от вектора A до вектора M .

2 - Расстояние от точки наблюдения до точки интегрирования.

Верный ответ: 2

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-4 Умеет использовать математические модели явлений и процессов, протекающих в электротехнических материалах

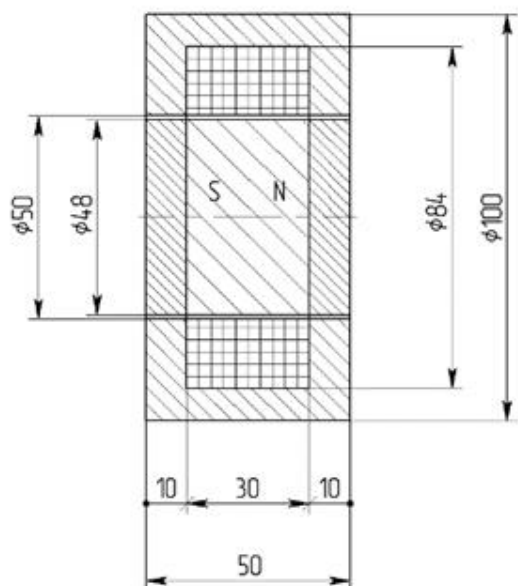
Вопросы, задания

1. Электрические свойства материалов: электропроводящий материал, удельная электрическая проводимость, удельное электрическое сопротивление, изоляционный материал, полупроводник, сверхпроводник, диэлектрик, абсолютная диэлектрическая проницаемость, относительная диэлектрическая проницаемость, электрическая восприимчивость, (диэлектрическая восприимчивость), диэлектрические потери, электрострикция, пьезоэлектрический эффект.

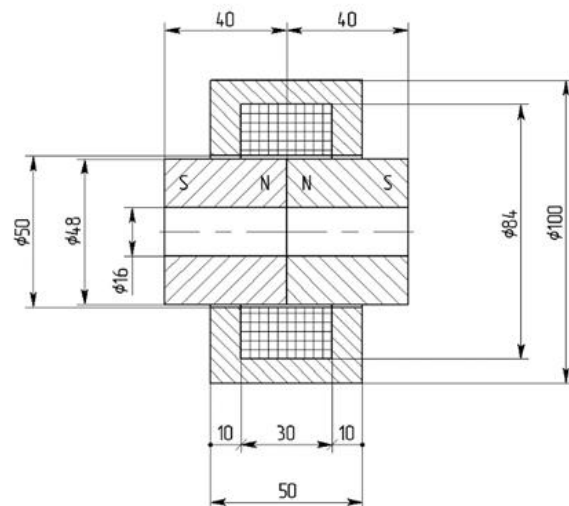
2. Магнитные свойства материалов: магнитные материалы, абсолютная магнитная проницаемость, удельное магнитное сопротивление, относительная магнитная проницаемость, магнитная восприимчивость, диамагнетизм, идеальный диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм, антиферромагнетизм, ферримагнетизм, температура Кюри, температура Нееля, материальные уравнения, идеальный сверхпроводник.

3.Магнитные свойства материалов: кривая намагничивания, магнитное насыщение, магнитный гистерезис, петля магнитного гистерезиса, остаточная магнитная индукция, остаточная намагниченность, предельная остаточная магнитная индукция, коэрцитивная сила, кривая размагничивания, предельная петля гистерезиса, частные симметричные гистерезисные циклы, частные несимметричные гистерезисные циклы, магнитотвёрдый материал, магнитомягкий материал, магнитострикция.

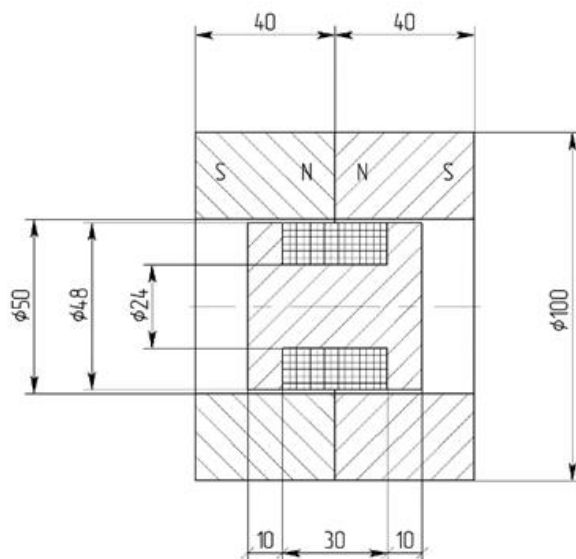
4.Рассчитать и построить распределение векторов намагниченности при перемещении внутренней части магнитной системы в пределах $X=\pm 16$ мм.



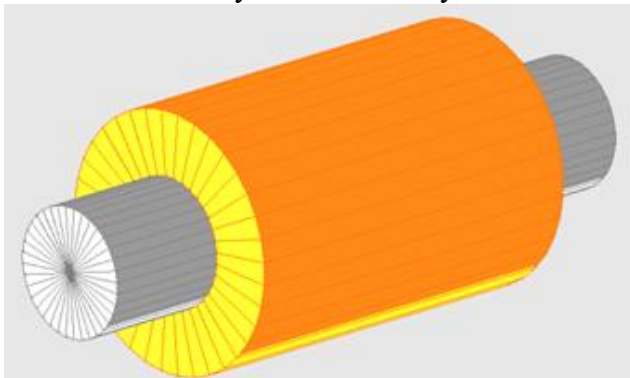
5.Рассчитать и построить распределение векторов намагниченности при перемещении внутренней части магнитной системы в пределах $X=\pm 16$ мм.



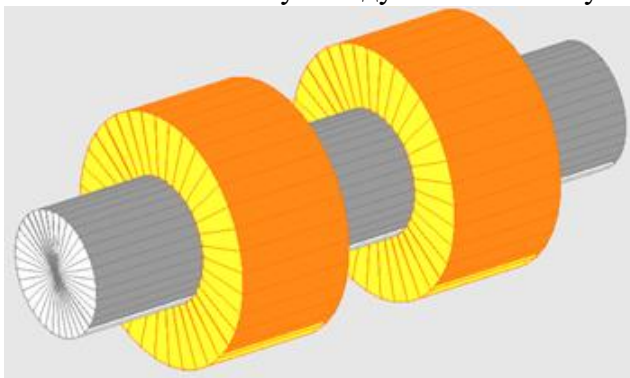
6.Рассчитать и построить распределение векторов намагниченности при перемещении внутренней части магнитной системы в пределах $X=\pm 16$ мм.



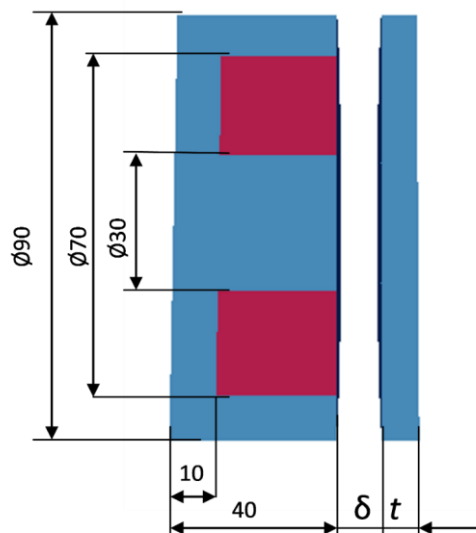
7. Рассчитать индуктивность катушки со стальным сердечником.



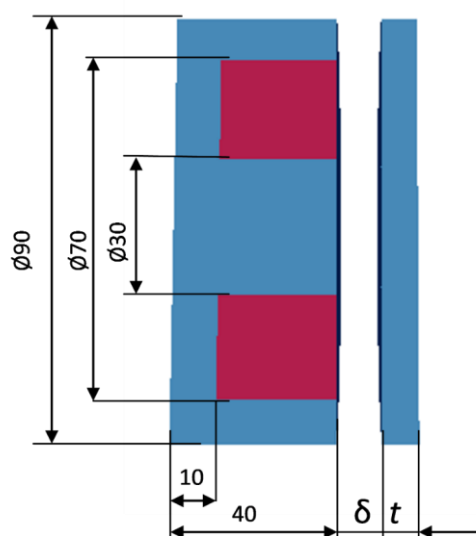
8. Рассчитать взаимную индуктивность катушек на стальном сердечнике.



9. Определите индуктивность электромагнита переменного тока со сплошным стальным сердечником



10. Определите сопротивление электромагнита переменного тока со сплошным стальным сердечником



Материалы для проверки остаточных знаний

1. Может ли коэрцитивная сила по намагниченности быть меньше коэрцитивной силы по напряженности магнитного поля?

Ответы:

- 1 - да
- 2 - нет

Верный ответ: 2

2. Как изменится магнитная индукция внутри цилиндрической катушки с током, если поместить внутрь катушки сердечник из магнитомягкого материала?

Ответы:

- 1 - увеличится
- 2 - уменьшится
- 3 - не изменится

Верный ответ: 1

3.Какая результирующая сила будет действовать на виток с током в однородном внешнем магнитном поле?

Ответы:

1 - По направлению магнитной индукции внешнего поля.

2 - Результирующая сила будет равна нулю.

Верный ответ: 2

4.Как вычислить энергию, накопленную электромагнитом при включении на источник постоянного напряжения?

Ψ_0 – установившееся потокосцепление,

I_0 – установившийся ток.

Ответы:

1 - $W = \int_0^{\Psi_0} i d\Psi$

2 - $W = \int_0^{I_0} \Psi di$

Верный ответ: 1

5.Почему ток отпускания электромагнита постоянного тока меньше, чем ток срабатывания?

Ответы:

1 - Из-за большей силы возвратной пружины якоря.

2 - Из-за большей электромагнитной силы при одинаковом токе с меньшим зазором, чем с большим зазором якоря, которая не компенсируется возвратной пружиной с линейными свойствами.

Верный ответ: 2

6.Какие конструктивные особенности сердечника электромагнита переменного тока в сравнении с сердечником электромагнита постоянного тока?

Ответы:

1 - У электромагнита постоянного тока сердечник изготавливается шихтованным из листовой электротехнической стали.

2 - У электромагнита переменного тока сердечник изготавливается шихтованным из листовой электротехнической стали.

Верный ответ: 2

7.Что такое тяговая характеристика электромагнита?

Ответы:

1 - Зависимость электромагнитной силы от тока при неизменном зазоре.

2 - Зависимость электромагнитной силы от зазора при неизменном токе.

Верный ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу