Министерство образования Московской области

ГБПОУ МО Воскресенский колледж

 **Методические указания**

к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы

обучения по специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования

(по отраслям)»

**по дисциплине ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ**

г. Воскресенск 2015г.

Разработчик:

Комарова Т.Н., преподаватель ГБПОУ МО Воскресенский колледж

|  |
| --- |
| Одобрено на заседании предметно-цикловой комиссии \_электромеханических\_\_\_ дисциплинПротокол №\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_г.Председатель ПЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_Ковтанюк А.Ф\_ / |

Содержание

Введение 4

1. Общие методические указания 5
2. Программа дисциплины «Электрические машины и аппараты» 6
3. Задания на контрольную работу 8

Рекомендуемая литература 14

**Введение**

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Электрические машины и аппараты» для специальности 13.02.11

Учебная дисциплина «Электрические машины и аппараты» базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении дисциплин «Физика», «Электротехника» и др.

В ней рассматриваются: классификация, назначение, устройство, принцип действия и основные характеристики электрических машин и аппаратов; схемы включения электрических машины и аппаратов и их применение.

Учебным планом по дисциплине «Электрические машины и аппараты» предусмотрено выполнение одной контрольной работы. Задание на контрольную работу состоит из 2 практических задач и 2 теоретических вопросов. Исходные данные для выполнения задания представлены в 10 вариантах.

**Номер варианта соответствует номеру последней цифры шифра студента.**

По окончании изучения дисциплины проводится экзамен.

Настоящее пособие содержит программу, методические указания и задания на контрольную работу.

1. **Общие методические указания**

Учебный материал дисциплины следует изучать в последовательности, указанной в программе.
 Изучать материал следует в два этапа:
- вначале целесообразно внимательно прочитать в учебнике содержание всей темы, разобраться в основных понятиях, законах, правилах, следствиях и их логической взаимосвязи;
- затем необходимо подробно изучить материал, обязательно конспектируя основные положения, доказательства, правила, ответить на вопросы для самоконтроля. Для лучшего усвоения учебного материала следует разобрать примеры решения задач, приведенные в учебной литературе.
 К выполнению контрольной работы следует приступить только после изучения соответствующей темы и получения навыка решения задач.
Задачи контрольной работы даны в последовательность тем программы и должны решаться постепенно, по мере изучения материала. Все задачи должны быть доведены до окончательного результата. При затруднении понимании какого-либо вопроса следует обратиться за консультацией к преподавателю.

Контрольная работа выполняется в отдельной школьной тетради в клетку.
Работу надо выполнить четко и аккуратно. Тексты условий задач переписывать обязательно. Решения задач должны поясняться необходимыми аккуратно выполненными схемами, ссылками на формулы, законы, иметь пояснительный текст. Для пометок и замечаний преподавателя нужно оставлять поля шириной не менее 40 мм. Вычисления надо производить с точностью до десятых после запятой.
 При решении задач следует применять только Международную систему единиц (СИ), а также кратные и дольные от них. Для обозначения основных общетехнических величин можно использовать только стандартные символы. Выполненную работу следует своевременно выслать в колледж.
 Если работа не зачтена, она по указанию преподавателя вычисляется заново полностью или частично.
 Работа предъявляется на экзамене.

1. **Программа дисциплины «Электрические машины и аппараты»**

Раздел 1. Электрические машины

Тема 1.1. Трансформаторы

Назначение и области применения, принцип действия однофазного и трехфазного трансформаторов.

Устройство трансформатора: магнитопровод и обмотки Назначение и области применения,

Параллельная работа трансформаторов. Автотрансформаторы. Параметры трансформаторов. Специальные трансформаторы

Классификация машин переменного тока. Принцип действия синхронного генератора и асинхронной машины.

Тема 1.3 Асинхронные машины

 Устройство и принцип действия асинхронного двигателя.

Тема 1.2 Бесколлекторные машины переменного тока

Режимы работы асинхронной машины. Рабочие характеристики АД Основные понятия

Параметры асинхронного двигателя. Опыт холостого хода. Опыт короткого замыкания Пуск асинхронных двигателей с фазным и с короткозамкнутым ротором Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели Асинхронные машины специального назначения

Тема 1.4 Синхронные машины

Способы возбуждения и устройство синхронных машин

Характеристики синхронного генератора. Режимы работы синхронных генераторов

Принцип действия синхронного двигателя. Пуск синхронных двигателей Синхронный компенсатор Синхронные машины с постоянными магнитами.

Тема 1.5 Электрические машины постоянного тока

Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Устройство коллекторной машины постоянного тока. Выбор типа обмотки якоря Магнитное поле машины постоянного тока Способы возбуждения машин постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока

Коллекторные двигатели, основные понятия Пуск двигателя Двигатель параллельного возбуждения. Регулирование частоты вращения двигателя параллельного возбуждения Двигатель последовательного возбуждения. Двигатель смешанного возбуждения

Раздел 2. Электрические аппараты

Тема 2.1 Основы теории электрических аппаратов

Основные понятия и определения. Основы тепловых расчетов. Электрические контакты. Основы теории горения электрической дуги. Способы гашения электрической дуги. Электромагнитные механизмы

Тема 2.2 Электрические аппараты низкого напряжения Аппараты управления, защиты и автоматики. Контакторы, магнитные пускатели. Реле, датчики, предохранители и автоматические выключатели Рубильники и переключатели. Пакетные выключатели. предохранители . Назначение и области применения, устройство и принцип действия

Тема 2.3 Высоковольтные аппараты распределительных устройств

Короткозамыкатели, разъединители и отделители Высоковольтные выключатели Комплектные распределительные устройства Назначение и области применения, устройство и принцип действия

Тема 2.4 Бесконтактные электрические аппараты

Усилители Бесконтактные коммутационные устройства Бесконтактные полупроводниковые аппараты. Бесконтактные датчики Назначение и области применения, устройство и принцип действия.

.

1. **Задания к контрольной работе.**

**Практическая часть задания.**

**Задача 1.**

Трехфазный силовой трансформатор имеет следующие паспортные данные (см. таблицу): номинальную мощность SH, номинальные линейные напряжения первичной U1H и вторичной U2o (в режиме холостого хода) обмоток, мощность потерь холостого хода Ро и короткого замыкания Рк, напряжение короткого замыкания Uk, ток холостого хода I10 (в процентах от номинального тока первичной обмотки). Трансформатор со стороны вторичной обмотки нагружен симметричным потребителем активно-индуктивного (R-L) либо активно-емкостного (R-C) типа с коэффициентом мощности cosφ2 и коэффициентом нагрузки β.

Требуется:

1. Начертить схему соединения обмоток трансформатора
2. Определить:
	1. Номинальные значения фазных напряжений.
	2. Фазный и линейный коэффициенты трансформации.
	3. Линейные и фазные токи первичной и вторичной цепей.
	4. Активные сопротивления одной фазы первичной (R1) и вторичной (R2) обмоток, считая что в опыте короткого замыкания мощность потерь распределяется поровну между первичной и вторичной цепями.
	5. Коэффициент мощности соsφ0 трансформатора в режиме холостого хода.
	6. Коэффициент мощности трансформатора cosφк в опыте короткого замыкания.
	7. КПД трансформатора при заданных значениях cosφ2 и β.
	8. Максимально возможный КПД трансформатора при заданном cosφ2.
3. Построить внешнюю характеристику трансформатора для заданного cosφ2 и определить напряжение U2 для заданного β.

**Таблица вариантов данных:**

|  |  |
| --- | --- |
| Заданныепараметры |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| SH, кВА | 10 | 20 | 30 | 50 | 40 | 75 | 80 | 65 | 45 | 25 |
| U1H , кВ | 6,3 | 6,3 | 10 | 10 | 10 | 6,3 | 35 | 10 | 10 | 6,3 |
| U2o, кВ | 0,23 | 0,4 | 0,4 | 0,23 | 0,4 | 0,23 | 0,69 | 0,4 | 0,23 | 0,4 |
| Ро, Вт | 100 | 150 | 300 | 450 | 350 | 500 | 580 | 450 | 250 | 120 |
| Рк, Вт | 450 | 550 | 1350 | 1550 | 1500 | 3000 | 2700 | 2300 | 1400 | 800 |
| uК %,  | 5 | 5 | 5,5 | 5,5 | 6 | 6 | 5,5 | 6,5 | 5 | 5,5 |
| Дополнительные | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| β | 0,5 | 0,6 | 0,75 | 0,8 | 0,55 | 0,9 | 0,7 | 0,4 | 0,55 | 0,65 |
| Cosφ2 | 0,7 | 0,7 | 0,85 | 0,71 | 0,78 | 0,9 | 0,75 | 0,72 | 0,8 | 0,74 |
| I10, % | 7 | 6,5 | 5,5 | 8 | 9,5 | 7,5 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 |
| Характернагрузки | R-L | R-C | R-L | R-C | R-L | R-L | R-C | R-C | R-L | R-C |
| Соединениеобмоток | Y/Yn | Д/А | Y/A | A/Yn | y/yn | Д/А | Y/A | a/yn | Y/Yn | A/A |

 Методика расчёта 3-х фазного трансформатора.

Основные формулы и понятия:

 Номинальная мощность:

SH =√3×U1HI1H = √3×U2H I2H (1)

Номинальные фазные напряжения:

при соединении обмоток «звездой»: UФН = UH /√3; (2)

при соединении обмоток «треугольником»: UФН = UH (3) Коэффициент трансформации:

линейный: к = UBН / UНН (4)

фазный: к = UBНФ / UННФ  (5)

Напряжение короткого замыкания

Uк% = uК× U1Н /100 (6)

Мощность короткого замыкания

Рк = 3×I1ф2 × R1 = 3 × I2ф2 ×R2 (7)

Ток холостого хода

 I10% =I10 ×100/I1H (8)

Коэффициент мощности

а) в режиме хх: cosφ0 = Po/So = Po/(√3×U1H×I10) (9)

б) в режиме кз: cosφK = PK/SK = РK/(√3×UK×I1H) (10)

Коэффициент полезного действия:

 η= Р2/Р1, где Р2 — полезная мощность, а Р1 — потребляемая мощность;

Р1 = Р2 + ∆Р, где ∆Р - потери мощности в трансформаторе и состоят из электрических и магнитных потерь (∆РЭ и ∆РМ);

∆Рэ = β2×Рк; ∆РМ = Р0 ; Р2 = β×SH;

В результате КПД определяется по следующей формуле:

η =(β×Sн×соsφ2)/( β×Sн×соsφ2+ β2×Рк+Ро) (11)

Для расчета максимально возможного КПД необходимо предварительно

 рассчитать , который будет равен

β\* = P0/Pk ; (12)

**Анализ трехфазного трансформатора по паспортным данным**:

Трехфазный силовой трансформатор имеет следующие паспортные

данные:

-номинальную мощность Sн,

-номинальные линейные напряжения первичной U1н и вторичной U2o обмоток

 ( в режиме холостого хода),

-мощность потерь холостого хода Ро и короткого замыкания Рк,

-напряжение короткого замыкания Uк,

-ток холостого хода I1о (в процентах от номинального тока первичной обмотки).

трансформатор со стороны вторичной обмотки нагружен симметричным потребителем активно-индуктивного (R-L), либо активно-емкостного (R-C) типа с коэффициентом мощности cos и коэффициентом нагрузки β.

**Требуется:**

-Начертить схему соединения обмоток трансформатора.

Возможны 4 основные схемы соединения трансформатора:Δ/Δ, Y/Yn , Δ/ Yn, Y/Δ.

Для примера приведены 2 схемы: а)Y/Yn и б) Δ/Δ.



 а) б)

Обмотка, расположенная слева от магнитопровода является первичной, справа - вторичной, при обозначении схемы в числителе обозначена схема первичной обмотки, в знаменателе схема вторичной.

Пример: /Yn, т.е. первичная обмотка соединена «треугольником», вторичная - «звездой», а индекс n означает наличие нулевого провода во вторичной обмотке.

2.**Определить**:

2.1.Номинальные значения фазных напряжений.

В зависимости от схем соединения первичной и вторичной обмоток фазные напряжения определяются по формулам (2) и (3).

2.2.Линейный и фазный коэффициенты трансформации.

Определяются, соответственно, по формулам (4) и (5).

2.3.Линейные и фазные токи первичной и вторичной цепей.

Линейные токи первичной и вторичной обмоток определяются из формулы (1). Фазные токи зависят от схемы включения обмоток. Если схема «звезда», то

 Iл = Iф, если «треугольник», то Iл =3 Iф.

2.4.Активные сопротивления одной фазы первичной (R1) и вторичной (R2) обмоток.

 Считают, что в опыте короткого замыкания мощность потерь распределяется поровну между первичной и вторичной цепями.

Формулу (7), учитывая условие равномерного распределения мощности между обмотками, можно записать следующим образом:

Рк/2 = 3× R1 = 3×R2

Отсюда рассчитываются сопротивления каждой фазы:

R1= Рк /(2×З); R2 = Рк /(2×З);

2.5.Ток холостого хода I1o и коэффициент мощности cos трансформатора в режиме холостого хода по формулам (8) и (9)

.

2.6.Коэффициент мощности трансформатора cos в опыте короткого замыкания по формуле (10);

2.7.КПД трансформатора при заданных значениях cos2 и β.

по формуле (11)

2.8.Максимально возможный КПД трансформатора при заданном cos2 по формулам (12) и (11).

3.Построить внешнюю характеристику трансформатора для заданного cos2 и определить напряжение U2 для заданного β.

Внешняя характеристика трансформатора - это зависимость U2 = f (I2).

Считают, что внешняя характеристика трансформатора практически прямая линия, поэтому для ее построения достаточно рассчитать две точки:

а)холостой ход;

в)при заданном β;

Точка холостого хода: данному режиму соответствуют следующие параметры: U2 = U2o, I2 = 0.

При заданном β:

I2 = I2 x β; U2 = U20 x (l - U2); U2 =U2% / 100%;

ΔU2%=β×(Uа%×соsφ2+ Uр%×sin φ2), если нагрузка активно-индуктивная, то угол φ2 > 0 и sinφ2>0. Если нагрузка активно-емкостная, то угол φ2 < 0 и sinφ2 < 0.

Ua% = uК× cos φK, Up% = uК× sin φK

В результате имеем следующую характеристику:

**Задача 2.**

Расшифровать условное обозначение асинхронного двигателя

|  |  |
| --- | --- |
| № варианта | Тип двигателя |
| 1 | 4А10052У3 |
| 2 | 4А180S4/2У3 |
| 3 | 4А112М2СУ3 |
| 4 | 4А160S4/2У3 |
| 5 | 4А80А4У3 |
| 6 | 4А90L4У3 |
| 7 | 4А100S4У3 |
| 8 | 4А160S8/4У3 |
| 9 | 4А112М4СУ1 |
| 10 | 4А132М4СУ1 |

В настоящее время промышленность выпускает асинхронные дви­гатели серии 4А мощностью от 0,06 до 400 кВт . Обозначение типа двигателя расшифровывается так: А — асинхронный; 4 — номер серии; X — алюминиевая оболочка и чугунные щиты (отсутствие буквы X означает, что корпус полностью выполнен из чугуна); В — двигатель встроен в оборудование;

 Н — исполнение защищенное 1Р23; для закрытых двигателей исполнения 1Р44 буквы Н нет; Р — двигатель с повышенным пусковым моментом; С — сельскохозяйственного назначения; цифра после буквенного обозначения показывает высоту оси вращения в мм; буквы S, М, L после цифр дают устано­вочные размеры по длине корпуса (S - самая короткая станина; М- промежуточная; L - самая длинная); цифра после установочного раз­мера - ЧИсло полюсов; У — климатическое исполнение (для умеренного климата); последняя цифра показывает категорию размещения (1 -для работы на открытом воздухе, 3 - для закрытых неотапливаемых помещений). В обозначении типов двухскоростных двигателей после установленного размера указывают через дробь оба числа полюсов, например 4А160М8/4УЗ. Здесь 8 и 4 означают, что обмотки статора могут переключаться так, что в двигателе образуются 8 и 4 полюса.

**Пример.** Расшифровать условное обозначение двигателя АР180М4УЗ. Это двигатель четвертой серии, асинхронный, с повышен­ным пусковым моментом, корпус полностью чугунный (нет буквы X), высота оси вращения 180 мм; размеры корпуса по длине М (промежуточный), четырехполюсный для умеренного климата, третья категория размещения.

**Теоретическая часть задания.**

Вариант 1.

1. Объяснить устройство автотрансформатора с переменным коэффициентом трансформации.
2. Объясните устройство и принцип действия контакторов и магнитных пускателей.

Вариант 2.

1. Какие группы соединений обмоток предусмотрены ГОСТом?
2. Объясните устройство и принцип действия автоматических выключателей.

Вариант 3.

1. Какие виды потерь имеют место в асинхронном двигателе?
2. Объясните устройство и принцип действия рубильников

Вариант 4.

1. Что такое фазировка трансформатора и как она выполняется?
2. Объясните устройство и принцип действия короткозамыкателей и разъединителей

Вариант 5.

1. Объясните конструкцию короткозамкнутого и фазового роторов.
2. Объясните устройство и принцип действия высоковольтных выключателей

Вариант 6.

1. Перечислите способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей и дайте им сравнительную оценку.
2. Объясните устройство и принцип действия бесконтактных коммутационных устройств.

Вариант 7.

1. В чем состоит явление реакции якоря?
2. Объясните устройство и принцип действия электромагнитного реле.

Вариант 8.

1. Что такое синхронизирующая способность синхронной машины и какими параметрами она оценивается?
2. Объясните устройство и принцип действия усилителей

Вариант 9.

1. Каковы достоинства и недостатки синхронных двигателей по сравнению с асинхронными?
2. Объясните устройство и принцип действия бесконтактных полупроводниковых аппаратов

Вариант 10

1. Какие способы возбуждения применяют в машинах постоянного тока?
2. Объясните устройство и принцип действия бесконтактных датчиков.

**Рекомендуемая литература**

1. Кацман М.М. Электрические машины:учебник для студ. учреждений сред. проф. образования - М.: Издательский центр«Академия», 2014. -496с.
2. Келим Ю. М. Типовые элементы систем автоматического управления - М.: ФОРУМ - ИНФРА-М, 2002.- 384с.
3. Родштейн Л.А. Электрические аппараты: учебник для техникумов. Л.:Энергоиздат, 1981.-304с.
4. Сибикин Ю.Д., Электроснабжение промышленных и установок: учеб.для проф. учеб. заведений- М.:, Высш. шк., 2001.-336с.
5. ГОСТ Р 51689-2000 Двигатели асинхронные. Общие технические условия.
6. [ГОСТ 27223-87](http://standartgost.ru/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%2027223-87) Двигатели синхронные. Общие технические условия.
7. ГОСТ 30533-97 Электроприводы постоянного тока обшего назначения