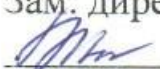


Министерство образования и науки Забайкальского края
Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Шилкинский многопрофильный лицей»

Утверждаю:
Зам. директора по У
 / Музгина И.Н.
(подпись) ФИ
« 1 » сентября 2023г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по дисциплине **ОП 03. Электротехника**

по профессии **23.01.09 Машинист локомотива**
(указывается код и наименование профессии)

Составитель: Корчагина Ирина Владимировна
(ФИО полностью)

Рекомендован к утверждению МК

Протокол № _____ от _____

Председатель МК _____
(Ф.И.О.)

(подпись)

Учебно-методический комплекс по дисциплине ОП 03. Электротехника разработан в соответствии с требованиями ФГОС среднего общего образования, ФГОС среднего профессионального образования и профиля профессионального образования к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки обучающихся по профессии: 23.01.09 Машинист локомотива.

Учебно-методический комплекс дисциплины рекомендован к утверждению методической комиссией протокол № ____ от «_____» _____ 20__г.

Составитель (ли): Корчагина Ирина Владимировна

Пояснительная записка

Нормативная и учебно-методическая документация

1. Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе
2. Перечень оборудования кабинетов и (или) лабораторий.

Учебно-информационные материалы (перечень)

1. Учебники;
2. Учебные пособия;
3. Электронные ресурсы,
4. Интернет-ресурсы;
5. Литература, словари;
6. Аудио и видеозаписи и др.

Учебно-методические материалы по УД

1. Учебные и учебно-методические пособия для студентов (в т.ч. электронные) как по всей учебной дисциплине/ профессиональному модулю, так и по отдельным разделам, темам; (при наличии)
2. Дидактические средства организации учебных занятий: карточки-задания, кроссворды, наглядные средства, сборники заданий, задач, примеров, упражнений и другой материал, используемый преподавателем на занятии; (**перечень**)
3. Методические рекомендации по организации **лабораторных работ** с перечнем лабораторных по учебной дисциплине.
4. Конспекты лекций (опорные конспекты);
5. Презентационные материалы, планы и сценарии открытых уроков (**перечень**)

Комплект материалов фонда оценочных средств

1. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации

Методический комплект для организации внеаудиторной самостоятельной работы

1. Методические указания для студентов по внеаудиторной самостоятельной работе включают в себя перечень тем для самостоятельного изучения студентами с указанием объема времени, перечень форм и методов контроля самостоятельной работы студентов, указания и рекомендации по подготовке рефератов и контрольных работ, перечень необходимой литературы.

Тестовые задания

Дополнительные материалы

Пояснительная записка

УМК дисциплины предназначен для изучения Электротехники в профессиональных образовательных организациях, реализующих образовательную программу среднего общего образования в пределах освоения основной профессиональной образовательной программы СПО на базе основного общего образования при подготовке обучающихся по профессии: 23.01.09 Машинист локомотива.

УМК разработан на основе требований ФГОС среднего общего образования, предъявляемых к структуре, содержанию и результатам освоения учебной дисциплины Электротехника, и в соответствии с Рекомендациями по организации получения среднего общего образования в пределах освоения образовательных программ среднего профессионального образования на базе основного общего образования с учетом требований федеральных государственных образовательных стандартов и получаемой профессии или специальности среднего профессионального образования (письмо Департамента государственной политики в сфере подготовки рабочих кадров и ДПО Минобрнауки России от 17.03.2015 № 06-259).

Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы: входит в общепрофессиональный цикл среднего общего образования для профессий среднего профессионального образования технического профиля.

Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

У.1 производить расчет параметров электрических цепей;

У.2 собирать электрические схемы и проверять их работу.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

3.1 основы электротехники, методы преобразования электрической энергии;

3.2 сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях;

3.3 порядок расчета их параметров.

**Министерство образования и науки Забайкальского края
Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Шилкинский многопрофильный лицей»**

«Утверждаю»
Зам директора по УПР (УМР)
ГПОУ «Шилкинский МПЛ»

«___» _____ 20__ г.

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

по дисциплине **ОП 03. Электротехника**

по профессии **23.01.09 Машинист локомотива**
(указывается код и наименование профессии)

Программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по профессии среднего профессионального образования (далее – СПО) 23.01.09 Машинист локомотива

код наименование специальности(ей) / профессии(ий)

Организация разработчик: Государственное профессиональное образовательное учреждение «Шилкинский многопрофильный лицей», 673370, Забайкальский край г. Шилка, ул. Ленина, 69, тел/факс: (30244) 2-09-84, тел. 2-08-48, e-mail: pu16shilka@yandex.ru

Разработчики:

Корчагина И.В. мастер производственного обучения 1 категории

Ф.И.О., ученая степень, звание, должность

Рассмотрено на заседании Методической комиссии преподавателей общепрофессиональных дисциплин и МДК Государственного профессионального образовательного учреждения «Шилкинский многопрофильный лицей».

Протокол заседания методической комиссии № _____ от «__» сентября 20__ г.

©
©
©
©
©

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ПРИМЕРНОЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	стр. 5
2. СТРУКТУРА И ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	8

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП 03. Электротехника

название дисциплины

1.1. Область применения программы

Программа учебной дисциплины является частью примерной основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности (специальностям) / профессии (профессиям) СПО 23.01.09 Машинист локомотива входящей в состав укрупненной группы профессий 23.00.00 Техника и технологии наземного транспорта, и составлена с учетом профессионального стандарта «Слесарь по осмотру и ремонту подвижного состава железнодорожного транспорта», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 02 декабря 2015 г. № 954н; профессионального стандарта «Работник по управлению и обслуживанию локомотивов», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 мая 2014 г. № 321н.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

Учебная дисциплина «Электротехника» входит в общепрофессиональный цикл

1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины:

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

У.1 производить расчет параметров электрических цепей;

У.2 собирать электрические схемы и проверять их работу.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**

З.1 основы электротехники, методы преобразования электрической энергии;

З.2 сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях;

З.3 порядок расчета их параметров.

1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение примерной программы учебной дисциплины:

максимальной учебной нагрузки обучающегося 78 часов, в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 52 часа;

самостоятельной работы обучающегося 26 часов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	78
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	52
в том числе:	
лабораторные работы	18
контрольные работы	4
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	26
в том числе:	
подготовить сообщение	23
заполнить таблицу	3
Промежуточная аттестация в форме экзамена	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины «Электротехника»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся		Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2		3	4	5
Раздел 1 Электрические и магнитные цепи					
Тема 1.1 Сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях, порядок расчетов их параметров	Содержание учебного материала		20		У1, У2, З1, З3
	1.	Основы электротехники		2	
	2.	Электрические цепи постоянного тока. Электрические величины; законы Ома		2	
	3.	Соединение проводников: последовательное, параллельное, смешанное. Расчет простейшей электрической цепи (с одним источником)		2	
	4.	Законы Кирхгофа		2	
	5.	Тепловое действие тока. Закон Джоуля-Ленца		2	
	6.	Электромагнетизм и магнитные цепи. Магнитное поле прямолинейного проводника с током, изображение и направление магнитного поля. Основные характеристики магнитного поля.		2	
	7.	Парамагнитные, диамагнитные и ферромагнитные материалы. Электромагниты.		2	
	8.	Электрические цепи переменного тока. Основные параметры электрических цепей переменного тока		2	
	9.	Виды сопротивлений в цепи переменного тока		2	
	10.	Трёхфазные электрические цепи		2	

	Лабораторные работы		8		
	№1 Цепи постоянного тока с последовательным соединением резисторов				
	№2 Параллельное соединение резисторов в цепи постоянного тока				
	№3 Цепи постоянного тока при смешанном соединении резисторов				
	№4 Измерение сопротивления, токов, напряжения и мощности в цепи постоянного тока				
	№5 Экспериментальное исследование и расчет магнитной цепи при постоянном токе				
	№6 Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки «треугольником»				
	№7 Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки «звездой»				
	Контрольная работа		2		
	№ 1. Постоянный электрический ток № 2. Переменный электрический ток				
	Самостоятельная работа обучающихся:		14		
	№1 Сообщение по теме: «Способы усиления магнитных полей».				
	№2 Сообщение по теме: «Резисторы и реостаты»				
	№3 Сообщение по теме: «Методы защиты от короткого замыкания, заземление, зануление».				
	№4 Заполнить таблицу: «Режимы работы электрической цепи».				
Тема 1.2 Методы преобразования электрической энергии	Содержание учебного материала		10		У1, У2, З1, З2, З3
	1.	Энергетические системы, электростанции, электросети. Распределение электрической энергии между потребителями			
	2.	Трансформаторы: устройство, характеристики. Виды трансформаторов.			
	3.	Электрические машины. Устройство. Виды электрических машин.			
	4.	Генераторный, двигательный режим работы электрических машин. Электрическое торможение			
	5.	Электроизмерительные приборы. Электрические аппараты и их применение.			
	Лабораторные работы		10		
	№8 Снятие характеристик холостого хода генератора постоянного тока с независимым возбуждением				
	№9 Испытание однофазного трансформатора				
	№10 Испытание генератора постоянного тока. Снятие его внешней и регулировочной характеристик				
	№11 Испытание двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением, снятие его рабочих характеристик				

	№12 Испытание трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, пуск его в ход и снятие рабочих характеристик			
	Контрольная работа	2		
	Самостоятельная работа обучающихся: №5 Сообщение по теме: «Автотрансформатор». №6 Сообщение по теме: «Конструкция ротора» №7 Сообщение по теме: «Синхронный двигатель, принцип действия и устройство». №8 Сообщение по теме: «Назначение и принцип действия синхронной машины»	12		
	Всего	78		

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета «Электротехника».

Оборудование учебного кабинета:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- комплект учебно-наглядных пособий - стенды для теоретического изучения:
 - 1) «Основные законы электротехники»,
 - 2) «Выпрямление переменного тока и сглаживание пульсаций»,
 - 3) «Принцип действия трансформатора»,
 - 4) «Последовательное и параллельное соединение цепей»,
 - 5) «Схема подключения асинхронного двигателя»,
 - 6) «Характеристики электрических машин постоянного тока»,
 - 7) «Схема потребителей трехфазного тока»,
 - 8) «Способы подключения и характеристики асинхронного двигателя»,
 - 9) «Алфавит»,
 - 10, 11) «Условные обозначения ЭРЭ в схемах электрических, радиотехнических и автоматизации».
- макеты: 1) «Двигатель-генератор», 2) «Асинхронный двигатель», модели электрических машин (4 шт.),
- образцы материалов,
- дидактический материал.

Технические средства обучения:

- ноутбук, телевизор ЖК.

Оборудование лаборатории:

по количеству обучающихся:

- лабораторный комплекс «Электрические цепи и основы электроники» (4шт),
- комплект рабочих инструментов;
- измерительный и разметочный инструмент;

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, дополнительной литературы

Основные источники (электронные издания):

В.М. Прошин Электротехника: учебник для учреждений нач. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2020 – 288с.

Дополнительные источники (печатные издания):

1. Фуфаева Л.И. Электротехника: учебник для студ. сред.проф. образования.- М.: «Академия».,2020

Интернет-ресурсы:

1. http://www.college.ru/enportal/physics/content/chapter4/secont/paragraph8/the_ory.html (Сайт содержит информацию по теме «Электрические цепи постоянного тока»)
2. <http://www.subscribe.ru/catalog/tech.electrotech> - Электротехническая энциклопедия (рассылки)
3. <http://www.energo-argo.narod.ru> – «Все для электрика»
4. <http://www.elib.ispu.ru/laibrari/electrol/index/ html> (Сайт содержит электронный учебник по курсу «Общая электротехника»)

5. <http://www.eltray.com> (Мультимедийный курс «В мир электричества как первый раз»)
6. <http://www.experiment.edu.ru/>

3.3. Организация образовательного процесса

При реализации программы образовательная организация обеспечивает совокупностью ресурсов материально-технического и учебно-методического обеспечения (пункт 3.1, 3.2).

Текущий контроль и промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебным планом и графиком учебного процесса.

Консультации могут проводиться по усмотрению преподавателя в форме индивидуальных, групповых, письменных, устных занятий, которые не включаются в основное расписание, а проходят по самостоятельному графику, составляемому на каждый месяц.

3.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Требования к квалификации педагогических (инженерно – педагогических) кадров, обеспечивающих обучение: наличие профильного высшего технического образования, опыт работы по специальности.

Требования к квалификации педагогических кадров, осуществляющих руководство практикой.

Инженерно-педагогический состав: наличие профильного высшего технического образования, опыт работы по специальности.

Требования к квалификации педагогических кадров должна отвечать квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональных стандартах.

Педагогические работники, привлекаемые к реализации образовательной программы, должны получать дополнительное профессиональное образование по программам повышения квалификации, в том числе в форме стажировки в организациях направления деятельности, которых соответствует области профессиональной деятельности, указанной в пункте 1.5 настоящего ФГОС СПО, не реже 1 раза в 3 года с учетом расширения спектра профессиональных компетенций.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательное учреждение, реализующее подготовку по учебной дисциплине Электротехника, обеспечивает организацию и проведение промежуточной аттестации и текущего контроля индивидуальных образовательных достижений – демонстрируемых обучающимися знаний, умений, навыков.

Текущий контроль проводится преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий.

Формы и методы текущего контроля по учебной дисциплине самостоятельно разрабатываются образовательным учреждением и доводятся до сведения обучающихся не позднее начала двух месяцев от начала обучения.

Для текущего контроля образовательного учреждения создаются фонды оценочных средств (ФОС).

ФГОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений основным показателям результатов подготовки (таблицы).

Результаты обучения	Критерии оценки	Формы и методы оценки
У.1 Производить расчет параметров электрических цепей;	Критерии 1,2	Выполнение лабораторной работы; Выполнение контрольной работы
У.2 Собирать электрические схемы и проверять их работу	Критерии 1	Выполнение лабораторной работы
З.1 Основы электротехники, методы преобразования электрической энергии;	Критерии 3,2,5,4	Выполнение тестовых заданий; Выполнение контрольной работы Написание сообщения Заполнение таблицы
З.2 Сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях	Критерии 3,2,5	Выполнение тестовых заданий; Выполнение контрольной работы Написание сообщения
З.3 Порядок расчета их параметров.	Критерии 3,2,1,5	Выполнение тестовых заданий; Выполнение контрольной работы Выполнение лабораторной работы Написание сообщения

Раздел (тема) учебной дисциплины	Результаты (освоенные умения, усвоенные знания)	Основные показатели результатов подготовки	Формы и методы контроля
Раздел 1. Т 1.1. Сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях.	Освоенные умения определять свойства магнитных материалов; изображение магнитного поля; использовать в работе электроизмерительные приборы; собирать простые электрические цепи и проверять их работу; соединение обмоток в «звезду» и «треугольник»; Усвоенные знания основные электрические величины; законы Ома и Кирхгофа; основные характеристики магнитного поля; свойства электромагнитов; основные параметры переменного тока; классификация электрических цепей переменного тока;	Формулирование основных законов электрических цепей; выполнение соединения проводников различными способами; демонстрация измерений различных электрических величин; формулирование основных законов магнитных цепей; определение свойств магнитных материалов; сборка однофазных и трехфазных схем;	Лабораторные работы; тестовые задания; проверка письменной работы
Т 1.2. Методы преобразования электрической энергии.	Освоенные умения различать электрические сети испытание однофазного трансформатора; определять коэффициент трансформации; испытание генератора постоянного тока; снятие характеристик; пуск и остановка электродвигателя Усвоенные знания виды электрических сетей; распределение энергии между потребителями назначение и принцип действия трансформатора;	Выбор электрических сетей; выбор потребителей; определение наименования, назначения и применения трансформаторов; выполнение пуска, остановки и реверсирования двигателя; определение видов электрических машин;	Лабораторные работы; тестовые задания; проверка письменной работы

	устройство и схема соединения обмоток трехфазного трансформатора; понятие об автотрансформаторе; получение вращающегося магнитного поля; виды и режимы работы электрических машин; назначение основных частей двигателя.		
Порядок расчета параметров электрических магнитных цепей.	Освоенные умения рассчитывать основные параметры электрических схем; рассчитывать основные параметры магнитных схем; Усвоенные знания определение токов, напряжений и мощностей цепи.	Решение задач; выполнение расчетов цепей.	Проверка письменной работы

КРИТЕРИИ И НОРМЫ ОЦЕНКИ

1. Оценка выполнения практических (лабораторных) работ.

Отметка "5" ставится, если обучающийся:

- 1) правильно определил цель опыта;
- 2) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- 3) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- 4) научно грамотно, логично описал наблюдения и сформулировал выводы из опыта. В представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления и сделал выводы;
- 5) проявляет организационно-трудовые умения (поддерживает чистоту рабочего места и порядок на столе, экономно использует расходные материалы).
- 7) эксперимент осуществляет по плану с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием.

Отметка "4" ставится, если работа выполнена близко к оценке "5", но:

Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Использованы указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка "3" ставится, если обучающийся:

Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Обучающийся показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.

Отметка "2" ставится, если обучающийся:

Выставляется в том случае, когда обучающийся оказался не подготовленными к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

2. Оценка самостоятельных письменных и контрольных работ.

Отметка "5" ставится, если:

1. работа выполнена без ошибок и недочетов;
- 2) допустил не более одного недочета.

Отметка "4" ставится, если выполнена работа полностью, но допущены в ней:

1. не более одной негрубой ошибки и одного недочета;
2. или не более двух недочетов.

Отметка "3" ставится, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 работы или допустил:

1. не более двух грубых ошибок;
2. или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета;
3. или не более двух-трех негрубых ошибок;
4. или одной негрубой ошибки и трех недочетов;
5. или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.

Отметка "2" ставится, если ученик:

1. допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка "3";
2. или если правильно выполнил менее половины работы.

3. Оценка за выполнение теста

Учитывается правильность и объём выполненной части работы, за основу принимается процентная шкала

90 - 100% правильно выполненной работы - отметка «5»

70 - 89% правильно выполненной работы - отметка «4»

40 - 69% правильно выполненной работы - отметка «3»

0 - 39% правильно выполненной работы - отметка «2»

4. Оценка заполнения таблицы (сводной, сравнительной)

Оценка «5» ставится, если заполнение таблицы отвечает следующим основным требованиям:

- правильность выбора информации;
- краткость изложения информации;
- выполненная работа свидетельствует о знании учебного материала;
- работа выполнена в установленный срок.

Оценка «4» ставится, если заполнение таблицы отвечает следующим основным требованиям:

- правильность выбора информации, но имеются незначительные ошибки;
- краткость изложения информации;
- выполненная работа свидетельствует о знании учебного материала;
- работа выполнена в установленный срок.

Оценка «3» ставится, если заполнение таблицы отвечает следующим основным требованиям:

- правильность выбора информации, но имеются незначительные ошибки;
- большой объем, много лишней информации;
- выполненная работа свидетельствует о недостаточном знании учебного материала;
- работа выполнена не в установленный срок.

Оценка «2» выставляется при наличии следующих недостатков:

- неправильность выбора информации, имеются значительные ошибки;
- большой объем, много лишней информации;
- выполненная работа свидетельствует о незнании учебного материала;
- работа выполнена не в установленный срок.

5. Оценка за выполнение сообщений

Критерии оценивания

1. Содержательность, глубина, полнота и конкретность освещения темы (проблемы).
2. Логичность: последовательность изложения, его пропорциональность, обоснование теоретических положений фактами или обобщение фактов и формулирование выводов.
3. Концептуальность изложения: рассмотрены ли различные точки зрения (концепции), выражено ли свое отношение.
4. Риторика (богатство речи): лаконичность, образное выражение мыслей и чувств путем использования различных языковых средств, выбора точных слов, эпитетов и т.п.

Оценка выполнения задания:

Оценка	Критерии оценки
4-5	- соблюдена логика изложения темы; - материал изложен в полном объеме; - выделены ключевые моменты вопроса; - материал изложен понятным языком; - схемы, таблицы, графики, рисунки снабжены понятиями подписями; - к ним даны все необходимые пояснения; - приведены примеры, иллюстрирующие ключевые моменты темы
3	- сообщение составлено небрежно и неграмотно, - имеются нарушения логики изложения материала темы, - не приведены иллюстрационные примеры, - не выделены ключевые моменты темы
2	- несоблюдение литературного стиля изложения, - неясность и нечеткость изложения, - иллюстрационные примеры приведены не в полном объеме.

**Министерство образования и науки Забайкальского края
Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Шилкинский многопрофильный лицей»»**

Утверждаю:
Зам.директора по
УПР
ГПОУ «Шилкинский
МПЛ»
И.Н.
Музгина
«01» сентября 20 г.

**Методические рекомендации
по выполнению лабораторных работ обучающихся
по учебной дисциплине ОП 03. Электротехника**

по профессии 23.01.09 «Машинист локомотива»

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ обучающихся разработаны на основе программы учебной дисциплины Электротехника.

Организация разработчик: Государственное профессиональное образовательное учреждение «Шилкинский многопрофильный лицей», 673370, Забайкальский край г. Шилка, ул. Ленина, 69, тел/факс.: (30244) 2-09-84, тел. 2-08-48,

e-mail:pu16shilka@yandex.ru

Авторы:

Корчагина Ирина Владимировна, преподаватель ГПОУ «Шилкинский многопрофильный лицей»

Рассмотрены на заседании МК протокол № _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.

председатель МК _____ И.В. Суханова

Содержание

Пояснительная записка	4
Критерии оценивания лабораторных работ	5
Тематический план	6
Лабораторная работа № 1	7
Лабораторная работа № 2	12
Лабораторная работа № 3	16
Лабораторная работа № 4	19
Лабораторная работа № 5	23
Лабораторная работа № 6	26
Лабораторная работа № 7	33
Список литературы	40

Пояснительная записка

Методические рекомендации для обучающихся по выполнению лабораторных занятий разработаны в соответствии с требованиями ФГОС СПО по профессии 23.01.09 «Машинист локомотива», рабочей программы учебной дисциплины ОП 03.

Электротехника.

Лабораторные занятия направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений, они составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки по освоению учебной дисциплины и формированию профессиональных компетенций:

ПК1.1. Проверять взаимодействие узлов локомотива.

ПК1.2. Производить монтаж, разборку, соединение и регулировку частей ремонтируемого объекта локомотива.

ПК2.1. Осуществлять приемку и подготовку локомотива к рейсу.

ПК2.2. Обеспечивать управление локомотивом.

ПК2.3. Осуществлять контроль работы устройств, узлов и агрегатов локомотива.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям необходимо заранее ознакомиться с порядком их выполнения. Для экономии времени, грамотного и качественного выполнения лабораторных, занятий, преподавателю рекомендуется подготавливать бланки отчетов или рабочие тетради. Для проверки знаний имеются контрольные вопросы, приведенные в конце описания каждого лабораторного, занятия.

При подготовке к каждому лабораторному, занятию обучающиеся должны повторить материал соответствующей темы, указанной преподавателем.

Обучающийся должен выполнить работу за определенное время, после выполнения работы должен представить отчет о проделанной работе.

Оценку за выполненную работу обучающийся получает с учетом срока выполнения работы, согласно разработанным критериям.

Критерии оценки лабораторных работ

№ п/п	Критерии оценки	Метод оценки	Работа выполнена	Работа выполнена не полностью	Работа не выполнена
			Высокий уровень 5 б.	Средний уровень 4-3 б.	Низкий уровень 2-1 б.
1	Правильность и самостоятельность выполнения всех этапов лабораторной работы	Наблюдение преподавателя	Лабораторная работа выполнена самостоятельно и правильно	При выполнении лабораторной работы обучающийся допускал незначительные ошибки, часто обращался за помощью к преподавателю	Лабораторная работа не выполнена. Обучающийся выполнял работу только с помощью преподавателя и других обучающихся Отчет выполнен и оформлен небрежно, без соблюдения установленных требований.
2	Наличие конспекта, материал которого соответствует теме практической работы Наличие заготовки отчета к лабораторной работе	Наблюдение преподавателя	Имеется заготовка отчета к лабораторной работе Содержание конспекта полностью соответствует теме лабораторной работы	Заготовка отчета имеется в наличии, но с недочетами, не полными таблицами и т.п. Конспект имеется в наличии, но содержит не полный материал теме лабораторной работы.	
3	Правильность оформления	Проверка работы	Оформление отчета полностью соответствует требованиям.	В оформлении отчета имеются незначительные недочеты и небольшая небрежность.	

Тематический план

№ п/п	Содержание практических работ	Количество часов
1	2	3
1	Исследование цепи постоянного тока с последовательным и параллельным соединением резисторов.	2
2	Исследование трёхфазных цепей при соединении сопротивлений нагрузки в звезду	2
3	Исследование трёхфазных цепей при соединении сопротивлений нагрузки в треугольник	2
4	Снятие характеристик холостого хода генератора постоянного тока с независимым возбуждением.	2
5	Испытание однофазного трансформатора	2
6	Испытание двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением, снятие его рабочих характеристик.	2
7	Испытание трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, пуск его в ход и снятие рабочих характеристик	2
Итого		14

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема «Цепи постоянного тока с последовательным, параллельным соединением резисторов»

Цели работы: Исследование цепи постоянного тока с последовательным и параллельным соединением резисторов.

Время выполнения работы: 2 часа.

Оборудование: Электрифицированный стенд «Последовательное и параллельное соединение цепей», провода (лабораторные соединители); рабочие тетради.

Наглядные пособия: Стенд «Способы соединения потребителей»

Теоретическая часть

При одновременном включении нескольких приемников электроэнергии в одну и ту же сеть, эти приемники можно легко рассматривать просто как элементы единой цепи, каждый из которых обладает собственным сопротивлением.

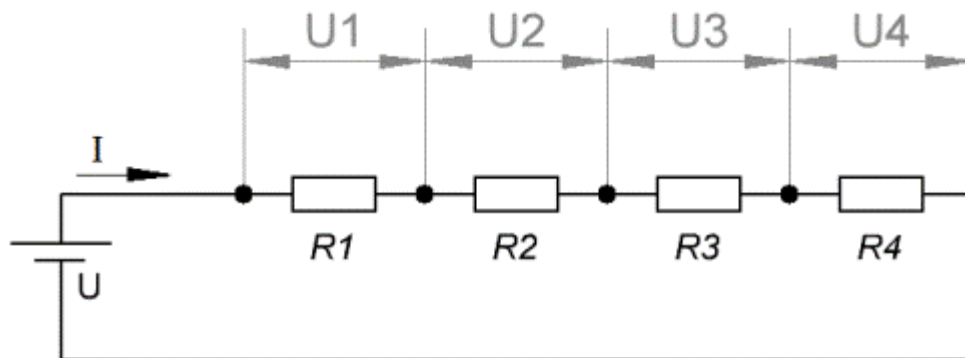
В ряде случаев такой подход оказывается вполне приемлемым: лампы накаливания, электрические обогреватели и т. п. - можно воспринимать как резисторы. То есть приборы можно заменить на их сопротивления, и легко произвести расчет параметров цепи.

Способ соединения приемников электроэнергии может быть одним из следующих: последовательный, параллельный или смешанный тип соединения.

Последовательное соединение

Когда несколько приемников (резисторов) соединяются в последовательную цепь, то есть второй вывод первого присоединяется к первому выводу второго, второй вывод второго соединяется с первым выводом третьего, второй вывод третьего с первым выводом четвертого и т. д., то при подключении такой цепи к источнику питания, через все элементы цепи потечет ток I одной и той же величины.

схема.1



$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

Заменяв приборы на их сопротивления, рисунок преобразуем в схему, тогда сопротивления с R_1 по R_4 , соединенные последовательно, примут каждый на себя определенные напряжения, которые в сумме дадут значение ЭДС на зажимах источника питания. Для простоты здесь и далее изобразим источник в виде гальванического элемента.

Выразив падения напряжений через ток и через сопротивления, получим выражение для эквивалентного сопротивления последовательной цепи приемников: общее сопротивление последовательного соединения резисторов всегда равно алгебраической сумме всех сопротивлений, составляющих эту цепь. А поскольку напряжения на каждом из участков

цепи можно найти из закона Ома ($U = I \cdot R$, $U_1 = I \cdot R_1$, $U_2 = I \cdot R_2$ и т. д.) и $E = U$, то для нашей схемы получаем:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4$$

Напряжение на клеммах источника питания равно сумме падений напряжений на каждом из соединенных последовательно приемников, составляющих цепь.

Так как ток через всю цепь течет одного и того же значения, то справедливым будет утверждение, что напряжения на последовательно соединенных приемниках (резисторах) соотносятся между собой пропорционально сопротивлениям. И чем выше будет сопротивление, тем выше окажется и напряжение, приложенное к приемнику.

Для последовательного соединения резисторов в количестве n штук, обладающих одинаковыми сопротивлениями R_k , эквивалентное общее сопротивление цепи целиком будет в n раз больше каждого из этих сопротивлений: $R = n \cdot R_k$. Соответственно и напряжения, приложенные к каждому из резисторов цепи будут между собой равны, и окажутся в n раз меньше напряжения, приложенного ко всей цепи: $U_k = U/n$.

Для последовательного соединения приемников электроэнергии характерны следующие свойства: если изменить сопротивление одного из приемников цепи, то напряжения на остальных приемниках цепи при этом изменятся; при обрыве одного из приемников ток прекратится во всей цепи, во всех остальных приемниках.

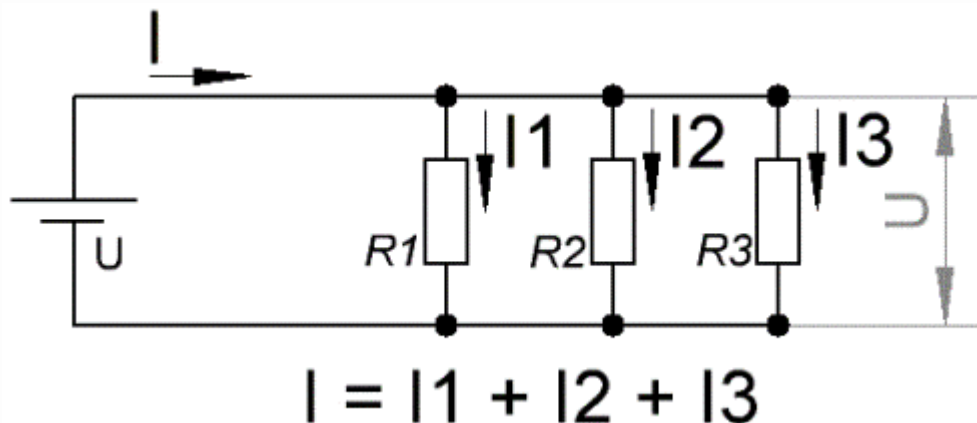
В силу этих особенностей последовательное соединение встречается редко, и используют его лишь там, где напряжение сети выше номинального напряжения приемников, в отсутствие альтернатив.

К примеру напряжением 220 вольт можно запитать две последовательно соединенные лампы равной мощности, каждая из которых рассчитана на напряжение 110 вольт. Если данные лампы при одинаковом номинальном напряжении питания будут обладать различной номинальной мощностью, то одна из них будет перегружена и скорее всего мгновенно перегорит.

Параллельное соединение

Параллельное соединение приемников предполагает включение каждого из них между парой точек электрической цепи с тем, чтобы они образовывали параллельные ветви, каждая из которых питается напряжением источника. Для наглядности опять заменим приемники их электрическими сопротивлениями, чтобы получить схему, по которой удобно вести расчет параметров.

схема.2



Как уже было сказано, в случае параллельного соединения каждый из резисторов испытывает действие одного и того же напряжения.

И в соответствии с законом Ома имеем: $I_1 = U/R_1$, $I_2 = U/R_2$, $I_3 = U/R_3$.

Здесь I – ток источника. Первый закон Кирхгофа для данной цепи позволяет записать выражение для тока в неразветвленной ее части: $I = I_1 + I_2 + I_3$.

Отсюда общее сопротивление для параллельного соединения между собой элементов цепи можно найти из формулы:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

Величина обратная сопротивлению называется проводимостью G , и формулу для проводимости цепи, состоящей из нескольких параллельно соединенных элементов, также можно записать:

$$G = G_1 + G_2 + G_3.$$

Проводимость цепи в случае параллельного соединения образующих ее резисторов равна алгебраической сумме проводимостей этих резисторов.

Следовательно, при добавлении в цепь параллельных приемников (резисторов) суммарное сопротивление цепи уменьшится, а суммарная проводимость соответственно возрастет.

Токи в цепи состоящей из параллельно соединенных приемников, распределяются между ними прямо пропорционально их проводимостям, то есть обратно пропорционально их сопротивлениям. Здесь можно привести аналогию из гидравлики, где поток воды распределяется по трубам в соответствии с их сечениями, тогда большее сечение аналогично меньшему сопротивлению, то есть большей проводимости.

Если цепь состоит из нескольких (n) одинаковых резисторов, соединенных параллельно, то общее сопротивление цепи будет ниже в n раз, чем сопротивление одного из резисторов, а ток через каждый из резисторов будет меньше в n раз, чем общий ток: $R = R_1/n$; $I_1 = I/n$.

Цепь, состоящая из параллельно соединенных приемников, подключенная к источнику питания, отличается тем, что каждый из приемников находится под напряжением источника питания.

Для идеального источника электроэнергии справедливо утверждение: при подключении или отключении параллельно источнику резисторов, токи в остальных подключенных резисторах не изменятся, то есть при выходе из строя одного или нескольких приемников параллельной цепи, остальные будут продолжать работать в прежнем режиме.

В силу данных особенностей параллельное соединение обладает значительным преимуществом перед последовательным, и по этой причине именно соединение параллельное наиболее распространено в электрических сетях. Например, все электроприборы в наших домах предназначены для параллельного подключения к бытовой сети, и если отключить один, то остальным это ничуть не навредит.

Сравнение последовательных и параллельных цепей

Последовательная цепь	Параллельная цепь
1. Ток один и тот же во всех элементах цепи.	1. Напряжение одно и то же на зажимах ветвей.
2. Падение напряжения на зажимах каждого сопротивления равно IR .	2. Ток в каждой ветви равен U/R .
3. Приложенное к цепи напряжение равно сумме падений напряжений.	3. Ток в общей цепи равен сумме токов ветвей.
4. Обрыв в одном месте цепи вызывает прекращение тока во всей цепи.	4. Обрыв в одной ветви не препятствует прохождению тока в остальных ветвях.

Техника безопасности:

Напряжение на клеммах стенда – 12 в.

1. Включение стенда производить только обученному персоналу (преподаватель, лаборант и т.п.).
2. Перед включением стенда в работу, убедиться, что переключатели нагрузки на стенде разомкнуты, и проверить правильность собранной электрической цепи (включение измерительных приборов).

Порядок выполнения работы

1. Перед включением стенда, необходимо собрать требуемую электрическую схему соединения, включая подключение измерительных приборов.
2. Проверить правильность собранной схемы.
3. Включить стенд (производится нажатием клавиши с надписью «Сеть»).
4. Включить нужную схему одним из переключателей на исследуемой цепи.
5. При необходимости, снять и записать показания приборов.
6. Для демонстрации следующей схемы включения нагрузки или замера электрических параметров цепи, необходимо отключить переключатели цепи, а также выключить стенд. Собрать и проконтролировать новую схему соединений. Затем снова включить стенд в порядке описанном в п.3-5.
7. По окончании работы со стендом, отключить питание стенда клавишей «Сеть».

Задание:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, необходимыми для выполнения работы.
2. Собрать электрическую цепь по схеме и представить ее преподавателю для проверки.
3. После проверки схемы преподавателем включить схему и присоединяя провода от вольтметра к зажимам резисторов, измерить напряжение. Показания приборов занести в таблицу № 1.

Таблица №1

Участок цепи	Измерено		Вычислено			Примечания
	U	I	P	R	G	
	B	A	Вт	Ом	См	
R1 R2 R3						R1 R2 R3 R
R1 R2						R1 R2

R3 Вся цепь						Отключен R
----------------	--	--	--	--	--	---------------

4. По полученным данным определить мощность, сопротивление, проводимость каждого участка и всей цепи. Результаты расчета записать в таблицу №1.

Содержание работы

1. Технические данные приборов и оборудования, использованных в работе

2. Электрическая схема разветвленной цепи

3. Заполнить таблицу с результатами измерений и вычислений

Участок цепи	Измерено		Вычислено			Примечания
	U	I	P	R	G	
	B	A	Вт	Ом	См	
R1 R2 R3						R1 R2 R3 R
R1 R2 R3 Вся цепь						R1 R2 R3 Отключен R

4. Выводы о свойствах электрической цепи с параллельным и последовательным соединением резисторов, сравнение первого и второго опыта.

Контрольные вопросы

1. Дать определение: параллельное и последовательное соединение.
2. В чем преимущества параллельного соединения?
3. Как определить эквивалентное сопротивление цепи при последовательном и параллельном соединениях резисторов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: «Исследование трёхфазных цепей при соединении сопротивлений нагрузки в звезду»

Цели работы: Экспериментальная проверка соотношений между линейными и фазными величинами и уяснение назначения нулевого провода.

Время выполнения работы: 2 часа.

Оборудование: Электрифицированный стенд «Схема потребителей трёхфазного тока», провода (лабораторные соединители); рабочие тетради.

Наглядные пособия: Стенд «Схема соединения звезда»

Теоретическая часть

В зависимости от номинального напряжения приёмника и от параметров сети в трёхфазных системах сопротивления нагрузки могут включаться либо в «звезду», либо в «треугольник». Это две основные схемы включения элементов в 3^х- фазных системах. Если комплексы сопротивлений фаз одинаковы: $Z_a = Z_b = Z_c = Z_\phi$, то нагрузка называется симметричной, в противном случае – несимметричной. Для величин на зажимах генератора удобно употреблять в качестве индексов большие буквы *A, B, C*.
Рис. 1.1. Схема соединения

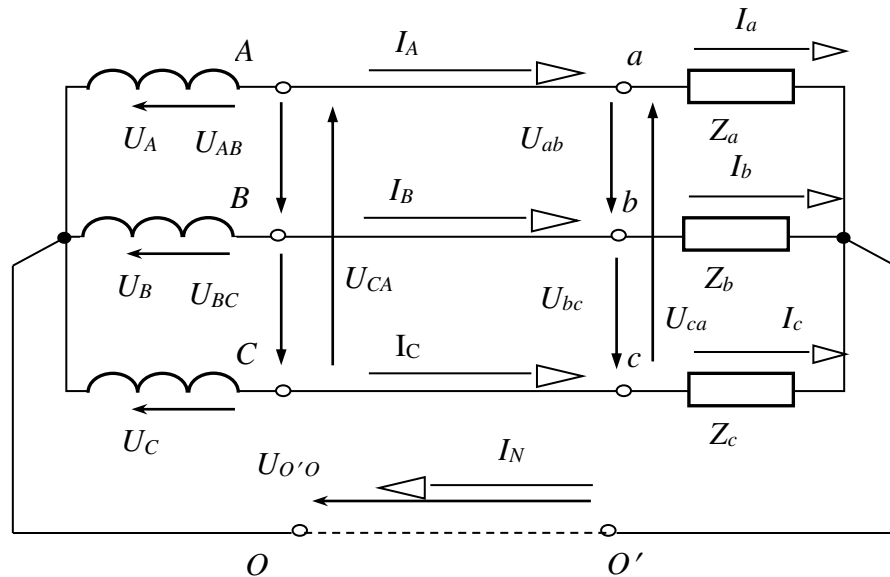


Рис. 2.1. Схема соединения «звездой»

Для величин на зажимах нагрузки – малые буквы: ax , by , cz или a , b , c .

При соединении нагрузки в звезду и симметричном режиме работы цепи (рис. 2.1) линейные и фазные величины связаны между собой соотношениями:

$$U_l = \sqrt{3} \cdot U_\phi, \quad I_l = I_\phi,$$

или в комплексной форме:

$$\underline{U}_{AB} = \sqrt{3} \underline{U}_A \cdot e^{+j30^\circ}; \quad \underline{I}_A = \underline{I}_a.$$

При несимметричной нагрузке линейные напряжения определяются через фазные по II закону Кирхгофа:

$$\underline{U}_{ab} = \underline{U}_a - \underline{U}_b; \quad \underline{U}_{bc} = \underline{U}_b - \underline{U}_c; \quad \underline{U}_{ca} = \underline{U}_c - \underline{U}_a.$$

Линейные и фазные токи при соединении «звезда» это одни и те же токи, только на разных участках своей фазы, т.е.:

$$\underline{I}_a = \underline{I}_A, \quad \underline{I}_b = \underline{I}_B, \quad \underline{I}_c = \underline{I}_C.$$

Если нагрузка несимметрична, то между нейтральными точками нагрузки O' и источника O возникает узловое напряжение $U_{O'O}$, которое называют напряжением смещения нейтрали. В этом случае:

$$U_{O'O} = \frac{\underline{U}_A \underline{Y}_A + \underline{U}_B \underline{Y}_B + \underline{U}_C \underline{Y}_C}{\underline{Y}_A + \underline{Y}_B + \underline{Y}_C + \underline{Y}_N};$$

$$\underline{U}_a = \underline{U}_A - \underline{U}_{O'O}, \quad \underline{U}_b = \underline{U}_B - \underline{U}_{O'O}, \quad \underline{U}_c = \underline{U}_C - \underline{U}_{O'O}.$$

Здесь $\underline{Y}_A$, $\underline{Y}_B$, $\underline{Y}_C$, $\underline{Y}_N$ – проводимости фаз нагрузки и нулевого провода;

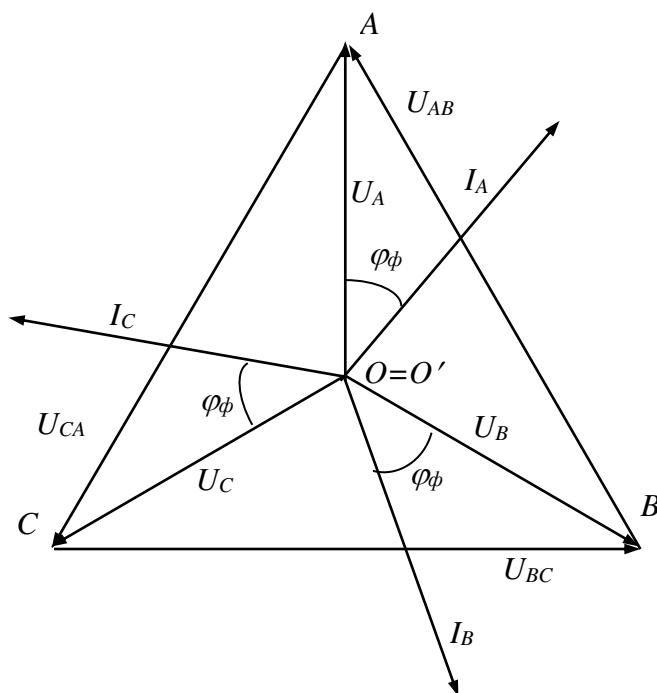


Рис. 1.2. Векторная диаграмма трехфазной цепи при симметричной нагрузке, соединенной звездой

$U_{A,B,C}$ — фазные напряжения генератора, $U_{a,b,c}$ — фазные напряжения нагрузки. При несимметричной нагрузке для выравнивания фазных напряжений приёмника применяется нулевой провод (НП). При симметричной нагрузке ток в нулевом проводе равен нулю, и провод, собственно, не нужен. При несимметричной нагрузке ток в нулевом проводе определяется по I закону Кирхгофа:

$$I_N = I_A + I_B + I_C.$$

Типовая векторная диаграмма для цепи при симметричной R,L-нагрузке, соединённой в звезду, представлена на рис. 1.2.

Техника безопасности

Напряжение на клеммах стенда — 12 в.

1. Включение стенда производить только обученному персоналу (преподаватель, лаборант и т.п.).
2. Перед включением стенда в работу, убедиться, что переключатель K1 разомкнут, и проверить правильность электрической цепи.

Порядок выполнения работы

1. Перед включением стенда, необходимо собрать требуемую электрическую схему соединения, включая подключение измерительных приборов.
2. Проверить правильность собранной схемы.
3. Включить стенд (производится нажатием клавиши с надписью «Сеть»).

4. Включить нужную схему переключателем К1.
5. При необходимости снять показания приборов.
6. По окончании работы со стендом, отключить питание стенда клавишей «Сеть».

Задание:

1. Измерить токи в линейных и нулевом проводах, линейные и фазные напряжения в цепи с нулевым проводом и без нулевого провода при:
 - а) равномерной нагрузке фаз;
 - б) неравномерной нагрузке фаз;
 - в) одинаковой нагрузке в двух фазах и отсутствии нагрузки в третьей фазе;результаты измерений записать в таблицу №1.
2. Используя данные измерений вычислить сопротивления фаз потребителя R_a , R_b , R_c ; мощности, развиваемые в каждой фазе потребителя; мощность всей системы: $P = P_a + P_b + P_c$; результаты расчета занести в таблицу №2.
3. Создать равномерную нагрузку фаз, отключить линейный провод А и снять показания всех приборов; результаты измерений записать в таблицу №1.
4. По результатам измерений вычислить мощности, развиваемые в каждой фазе, полную активную мощность цепи P ; результаты вычислений записать в таблицу №2.

Содержание работы

1. Технические данные измерительных приборов и оборудования, использованных в работе.

2. Схема трехфазной цепи при соединении приемников энергии «звездой».

3. Заполнить таблицы с данными измерений и вычислений.

Таблица №1

№ п/п	Измеренные величины									Примечание
	UAB	UBC	UCA	IAB	IBC	ICA	IA	IB	IC	
	В	В	В	А	А	А	А	А	А	
1										Равномерная нагрузка фаз
2										Неравномерная нагрузка фаз
3										Равномерная нагрузка фаз. Оборван линейный провод А.

Таблица № 2

№ п/п	Измеренные величины				Примечание
	РAB	РBC	РCA	Р	
	Вт	Вт	Вт	Вт	
1					Равномерная нагрузка фаз
2					Неравномерная нагрузка фаз
3					Равномерная нагрузка фаз. Оборван линейный провод А.

4. Векторная диаграмма для схем измерения, диаграммы токов и напряжений.

5. Выводы о влиянии нулевого провода на режим работы цепи.

6. Сделайте вывод о выполненной работе

Контрольные вопросы

1. Какое соединение однофазных приемников электрической энергии называется «звездой»?
2. Почему при симметричной нагрузке в нулевом проводе отсутствует ток?
3. Какое назначение имеет нулевой провод в трехфазных цепях?

4. Что такое смещение нейтрали?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: «Исследование трёхфазных цепей при соединении сопротивлений нагрузки в треугольник»

Цель работы: экспериментальная проверка соотношений между линейными и фазными величинами трёхфазной цепи при соединении сопротивлений нагрузки в треугольник.

Время выполнения работы: 2 часа.

Оборудование: Электрифицированный стенд «Схема потребителей трёхфазного тока», провода (лабораторные соединители); рабочие тетради.

Наглядные пособия: Стенд «Схема соединения Треугольник»

Теоретическая часть

В зависимости от номинального напряжения приёмника и от параметров сети в трёхфазных системах сопротивления нагрузки могут включаться либо в «звезду», либо в «треугольник».

Это две основные схемы включения элементов в 3^х- фазных системах. Достоинством соединения в треугольник является то, что ему не страшна несимметричность нагрузки. Нагрузка называется симметричной, если комплексы сопротивлений фаз одинаковы, в противном случае – несимметричной. Но такое соединение (например, у источника) обеспечивает только одну величину рабочего напряжения: здесь фазные и линейные напряжения равны. Для величин на зажимах генератора удобно употреблять в качестве индексов большие буквы *A, B, C*. Для величин на зажимах нагрузки – малые буквы: *ax, vx, cz* или *av, vc, ca*.

При соединении нагрузки в треугольник и симметричном режиме работы цепи (рис. 3.1) линейные и фазные величины по модулю связаны между собой соотношениями:

$$U_{\text{л}} = U_{\text{ф}}, \quad I_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{ф}}$$

, или в комплексной форме:

$$\underline{U}_{AB} = \underline{U}_{ab}$$

$$\underline{I}_A = \sqrt{3} \cdot \underline{I}_{ab} \cdot e^{-j30^\circ}$$

При несимметричной нагрузке соотношение напряжений сохраняется. Линейные же токи через фазные в этом случае определяются по I закону Кирхгофа:

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{ab} - \underline{I}_{ca},$$

$$\underline{I}_B = \underline{I}_{bc} - \underline{I}_{ab},$$

$$\underline{I}_C = \underline{I}_{ca} - \underline{I}_{bc}.$$

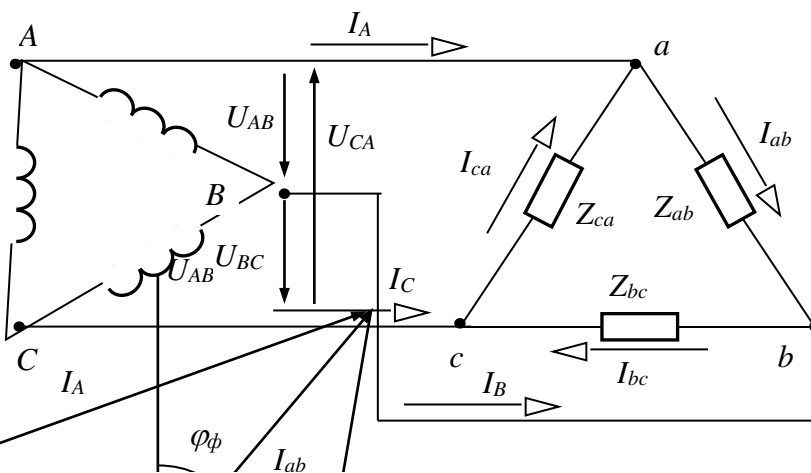


Рис. 3.1. Схема соединения «треугольником»

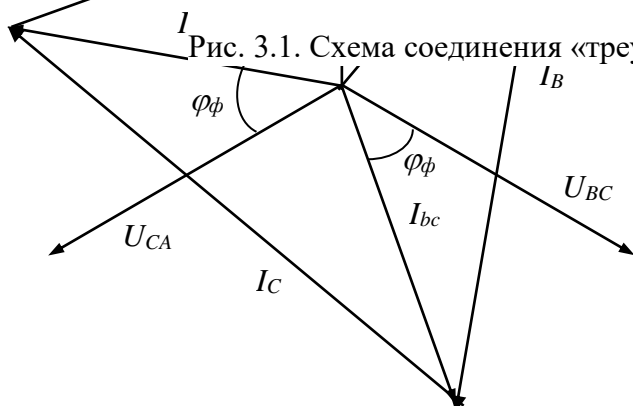


Рис. 3.2. Векторная диаграмма трехфазной цепи при симметричной нагрузке, соединенной треугольником

Нулевой провод при соединении в треугольник просто не имеет смысла, схема всегда трёхпроводная.

Типовая векторная диаграмма для цепи при симметричной R,L-нагрузке, соединённой в треугольник, представлена на рис.3.2.

Техника безопасности

Напряжение на клеммах стенда – 12 в.

1. Включение стенда производить только обученному персоналу (преподаватель, лаборант и т.п.).
2. Перед включением стенда в работу, убедиться, что переключатель К2 разомкнут, и проверить правильность электрической цепи.

Порядок выполнения работы

1. Перед включением стенда, необходимо собрать требуемую электрическую схему соединения, включая подключение измерительных приборов.
2. Проверить правильность собранной схемы.
3. Включить стенд (производиться нажатием клавиши с надписью «Сеть»).
4. Включить нужную схему переключателем К2.
5. При необходимости снять показания приборов.
6. По окончании работы со стендом, отключить питание стенда клавишей «Сеть».

Задание

1. Установить равномерную нагрузку фаз; показания приборов занести в таблицу №1.
2. Проверить, что фазные токи равны друг другу, линейные токи равны друг другу, линейные токи в корень из трёх раз больше фазных токов.
3. Создать неравномерную нагрузку фаз (произвольно), снять показания приборов и записать их в таблицу №1. Убедиться в том, что изменение сопротивления фаз приёмника не влияет на значение фазных напряжений.
4. По показаниям приборов второго опыта построить векторную диаграмму фазных токов и напряжений. Графическим путём определить линейные токи I_A , I_B , I_C . Сравнить их с показаниями линейных амперметров.

Таблица №1

№ п/п	I_A	I_B	I_C	I_0	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	Примечание
	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	
1											Равномерная нагрузка с нулевым проводом
2											Неравномерная нагрузка с нулевым

											проводом
3											Неравномерная нагрузка с нулевым проводом
4											Неравномерная нагрузка без нулевого провода

Содержание работы

1. Технические данные измерительных приборов и оборудования, использованных в работе.

2. Схема трехфазной цепи при соединении приемников энергии «треугольником».

3. Заполнить таблицу с данными измерений и вычислений.

Таблица №1

№ п/п	Измеренные величины									Примечание
	UAB	UBC	UCA	IAB	IBC	ICA	IA	IB	IC	
	В	В	В	А	А	А	А	А	А	
1										Равномерная нагрузка фаз
2										Неравномерная нагрузка фаз
3										Равномерная нагрузка фаз. Оборван линейный провод А.

4. Векторная диаграмма для схем измерения, диаграммы токов и напряжений.

5. Выводы о влиянии нулевого провода на режим работы цепи.

6. Сделайте вывод о выполненной работе

Контрольные вопросы

1. Какое соединение фаз приемника называют «треугольником»?
2. Что такое симметричная и несимметричная нагрузки?
3. Как рассчитать мощность потребителя при симметричной и несимметричной нагрузке и включении треугольником в трехфазную цепь?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: «Снятие характеристик холостого хода генератора постоянного тока с независимым возбуждением»

Цели работы: Ознакомить обучающихся с основами и сущностью физических процессов и явлений, происходящими в электрических цепях. Обучить навыкам работы с электрическими приборами и машинами, а также изучить их конструкцию и составные части. Изучить характеристики машин постоянного тока.

Время выполнения работы: 2 часа.

Оборудование: Стенд «Характеристики электрических машин постоянного тока» и макет «Двигатель – генератор»; таблицы; рабочие тетради.

Наглядные пособия: макет «Двигатель-генератор», якорь.

Теоретическая часть

Генераторы постоянного тока до сих пор находят применение в промышленности в качестве источников питания двигателей постоянного тока, а также автономных электрических потребителей - автомобилей, электровозов, пассажирских вагонов, самолётов и др.

Недостаток ГПТ - наличие щёточно-коллекторного аппарата для выпрямления и снятия напряжения с вращающейся части машины (якоря). Этот аппарат требует тщательного ухода в эксплуатации и снижает надёжность работы машины. Поэтому в последнее время ГПТ в стационарных установках вытесняются полупроводниковыми преобразователями.

Основными частями генератора постоянного тока являются статор-индуктор и ротор-якорь, отдалённые друг от друга воздушным зазором (0,3...0,5 мм). На неподвижном статоре расположены главные и дополнительные полюса с обмотками возбуждения. Подвижный якорь изготавливают из тонких, изолированных друг от друга листов электротехнической стали для уменьшения потерь мощности в магнитопроводе якоря. В пазах якоря размещают обмотку, выводы которой соединяют с пластинами коллектора,

монтируемого на валу машины; к пластинам коллектора пружинами прижимаются неподвижные медно-графитовые щётки.

При подаче постоянного напряжения в обмотку возбуждения статора и вращении якоря в каждом проводнике якорной обмотки индуцируется ЭДС, мгновенное значение которой

$$e_{np} = Blv,$$

где B - магнитная индукция, Тл; l - длина проводника, м; v - скорость перемещения проводника, м/с.

Среднее значение ЭДС машины

$$E = (pN\Phi_{\theta})/60a = C_E\Phi_{\theta}n$$

где p - число пар полюсов машины; a и N - число пар параллельных ветвей и число проводников обмотки якоря; Φ_{θ} - магнитный поток одного полюса индуктора, Вб; n - частота вращения якоря, об/мин; $C_E = pN/60a$ - коэффициент ЭДС, зависящий от конструктивных особенностей машины.

Как видно, ЭДС якоря пропорциональна произведению магнитного потока статора на частоту вращения якоря.

Напряжение на зажимах обмотки якоря

$$U = E_{\text{я}} - R_{\text{я}}I_{\text{я}} = C_E\Phi_{\theta}n - R_{\text{я}}I_{\text{я}},$$

где $R_{\text{я}}$ - сопротивление, включающее в себя сопротивление обмотки якоря и сопротивление дополнительных элементов цепи якоря. Ом; $I_{\text{я}}$ - ток якоря, А.

В зависимости от схемы возбуждения ГПТ подразделяют на четыре типа: независимого, параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. В ГПТ независимого возбуждения обмотка возбуждения $ОВ$ подключается через регулировочный реостат $РР$ непосредственно к сети постоянного тока с напряжением 110 В (рис. 4.1).

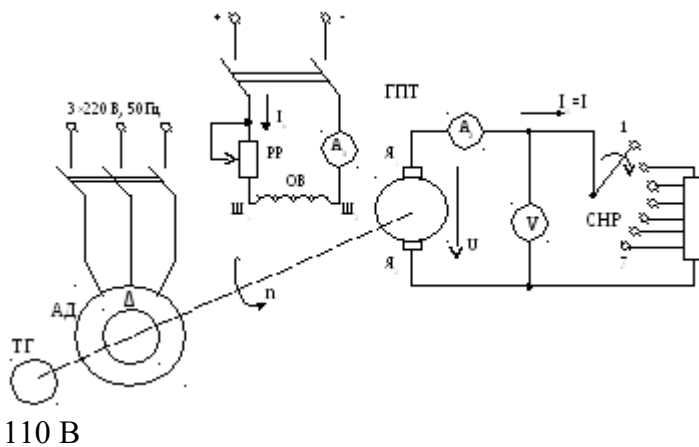


Рис. 4.1. Принципиальная схема испытания ГПТ независимого возбуждения
Свойства ГПТ независимого возбуждения определяются его основными характеристиками: холостого хода, внешней и регулировочной.

Характеристика холостого хода $U_x = E_{\text{я}} = f(I_{\text{я}})$, $n = \text{const}$; $I = 0$, снимается при разомкнутом ступенчатом нагрузочном реостате (CHP) и показывает, как необходимо менять ток возбуждения $I_{\text{в}}$ посредством реостата PP, чтобы получить те или иные значения ЭДС $E_{\text{я}}$ генератора (рис. 4.2, а).

Важнейшей характеристикой ГПТ является внешняя характеристика $U = f(I)$, представляющая собой зависимость напряжения U на выводах якорной обмотки генератора от тока нагрузки I при $n = \text{const}$ и $I_{\text{в}} = \text{const}$ (рис. 4.2, б). Внешняя характеристика ГПТ независимого возбуждения жесткая: напряжение U незначительно уменьшается с ростом тока нагрузки из-за падения напряжения в цепи якоря $R_{\text{я}}I_{\text{я}}$ ($U = E_{\text{я}} - R_{\text{я}}I_{\text{я}}$) и реакции якоря (воздействия магнитного потока, созданного МДС якорной обмотки, на основной магнитный поток машины, созданный МДС обмотки возбуждения, вследствие чего ЭДС обмотки якоря $E_{\text{я}}$ уменьшается).

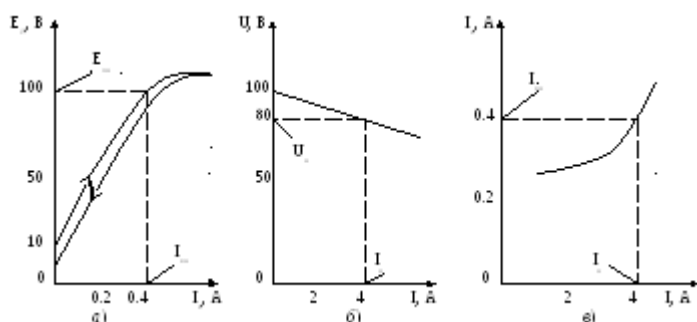


Рис. 4.2. Характеристики ГПТ независимого возбуждения:

а) холостого хода $E_{\text{я}} = f(I_{\text{в}})$; б) внешняя $U = f(I)$ и в) регулировочная $I_{\text{в}} = f(I)$

Регулировочной характеристикой (рис. 4.2, в) называют характеристику $I_{\text{в}} = f(I)$ при $n = \text{const}$ и $U = \text{const}$. Она показывает, как следует регулировать ток возбуждения, чтобы поддерживать постоянным напряжение U генератора при изменении нагрузки (тока I).

Описание электрической схемы соединений.

Источник G1 - источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Источник питания двигателя постоянного тока G2 используется для питания регулируемым напряжением обмотки возбуждения машины постоянного тока G4, работающей в режиме генератора с независимым возбуждением.

Возбудитель G3 служит для питания обмотки возбуждения машины переменного тока M1, работающей в режиме синхронного двигателя.

Преобразователь угловых перемещений G5 генерирует импульсы, поступающие на вход указателя частоты вращения P3 электромашиного агрегата.

Машина (синхронный двигатель) M1 получает питание от источника G1 через трехфазную трансформаторную группу A2 и выключатель A6.

Реостат A9 выполняет роль резистора синхронизации и подключается выключателем A8 к обмотке возбуждения синхронного двигателя M1 на этапе пуска последнего.

С помощью мультиметров блока P1 контролируются ток возбуждения $I_{\text{в}}$ и э.д.с. E_0 испытуемого генератора G4.

Машина постоянного тока (тип 101.2)

- Номинальная мощность, Вт

• Номинальное напряжение якоря, В	220
• Номинальный ток якоря, А	0,56
• Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	1500
• Возбуждение	Независимое /параллельное/ последовательное
• Номинальное напряжение возбуждения, В	220
• Номинальный ток обмотки возбуждения, А	0,2
• КПД, %	57,2
• Направление вращения	реверсивное
• Режим работы	двигательный/генераторный

Порядок выполнения работы

Техника безопасности

На измерительных клеммах стенда присутствуют напряжения величиной до 220 вольт! Включение стенда – макета производить только обученному персоналу (преподаватель, лаборант и т. п.), после контроля собранной электрической схемы на стенде.

1. Перед включением стенда – макета, необходимо собрать требуемую электрическую схему соединения и включения обмоток возбуждения, сопротивления нагрузки.
2. Тумблером «включение двигателя» включить двигатель на макете.
3. С помощью регулятора на макете менять нагрузку в цепи генератора, и, тем, самым, нагрузку на валу двигателя. Снять показания приборов в цепях нагрузки, питания двигателя и обороты двигателя, показания занести в таблицу.
4. Рассчитать неизвестные единицы и записать в таблицу №1.

Содержание работы

1. Собрать требуемую электрическую схему соединения и включения обмоток возбуждения, сопротивления нагрузки. Включить в сеть.
2. Снять показания приборов в цепях нагрузки, питания двигателя и обороты двигателя, показания занести в таблицу.

Таблица №1.

№ опыта	1	2	3	4
E, В				
I _в , мА				
U, В				
I _н , мА				

3. Рассчитать неизвестные единицы и записать в таблицу №1.
4. Сделайте вывод о выполненной работе

Контрольные вопросы

1. Формулировка закона Ома для двигателя постоянного тока, для генератора постоянного тока.
2. Как подразделяются генераторы по способу обмотки возбуждения?
3. Назовите основные характеристики генератора и поясните их вид.
4. В чем состоит принцип работы двигателя постоянного тока?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема: «Испытание однофазного трансформатора»

Цели работы: Изучение принципа работы трансформатора и преобразования напряжения переменного тока. Контроль освоения материала путем учебных задач. Обучение навыкам работы с электрическими приборами и машинами.

Время выполнения работы: 2 часа.

Оборудование: Электрифицированный стенд «Принцип действия трансформатора»; рабочие тетради; таблицы.

Наглядные пособия: модель однофазного трансформатора.

Теоретическая часть

Трансформатором называется статическое устройство, имеющее две или большее число индуктивно связанных обмоток и предназначенное для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения.

Трансформатор – простой, надежный и экономичный электрический аппарат. Он не имеет движущихся частей и скользящих контактных соединений, его КПД достигает 99%.

Трансформатор представляет собой замкнутый магнитопровод, на котором расположены две или несколько обмоток. Магнитопровод изготавливают из материала – трансформаторной стали, а для уменьшения потерь на вихревые токи в материал магнитопровода вводят примесь кремния, повышающую его электрическое сопротивление.

Магнитопровод собирают из отдельных листов электротехнической стали, изолированной друг от друга теплостойким лаком или специальной бумагой. Такая конструкция магнитопровода дает возможность в значительной степени ослабить в нем вихревые токи и в конечном итоге увеличить КПД. Вихревые токи приводят к потерям электроэнергии на нагрев проводника, в котором они возникли.

Обмотки трансформатора изготавливают из медного или алюминиевого провода и располагают на одном или разных стержнях рядом или одну под другой.

Обмотку трансформатора, к которой отводится напряжение питающей сети, называют первичной, а обмотку, к которой подсоединяется нагрузка, – вторичной.

Если необходимо повысить напряжение источника питания, то число витков вторичной обмотки делают больше числа витков первичной обмотки, такой трансформатор называют **повышающим**. Если необходимо понизить напряжение источника питания, то число витков вторичной обмотки делают меньше числа витков первичной обмотки, такой трансформатор называют **понижающим**.

Различают трансформаторы стержневого и броневого типов. У трансформаторов стержневого типа обмотки находятся поверх магнитопровода, а у трансформаторов броневого типа магнитопровод находится поверх обмоток, как бы бронируя их.

Порядок выполнения работы

1. Вынуть все перемычки из схемы на стенде.
2. Включить стенд (производится нажатием клавиши с надписью «СЕТЬ»).
3. Переключателем К1 подать питание на трансформатор. Снять и зафиксировать показания приборов в первичной обмотке.

4. С помощью перемычек выбрать коэффициент трансформации (напряжение во вторичной обмотке), и величину нагрузки (одна, две или три лампы).
5. Наблюдать за показаниями приборов, при различных переключениях схемы.
6. Переключения в схеме производятся при работающем стенде (под напряжением).
7. По окончании работы со стендом, отключить питание стенда клавишей «СЕТЬ».

Задание:

1. Записать формулы и произвести предварительные расчеты:
 $U_1 =$; $U_2 =$; $U_{\text{доп}} =$; $W_{\text{доп}} =$; $W_1 =$; $W_2 =$; $n =$; $\Phi_{\text{max}} =$
2. Записать паспортные данные трансформатора:
 Тип
 Напряжение на первичной обмотке U_1
 Номинальный ток нагрузки $I_{\text{ном}}$
 Число витков дополнительной обмотки $W_{\text{доп}}$
 Площадь сечения сердечника S
3. Начертить схему для проведения опыта холостого хода трансформатора.
4. Начертить схему для снятия внешней характеристики трансформатора.
5. Расчеты производить согласно своего варианта по таблице №1.

Таблица №1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8
$U_1, \text{В}$	100	50	100	100	200	60	100	100
$U_2, \text{В}$	10	150	100	150	100	150	200	50
$U_{\text{доп}}, \text{В}$	1	5	2	5	10	3	10	1
$W_{\text{доп}}$	10	20	5	10	15	5	20	10

Содержание работы

1. Записать формулы и произвести предварительные расчеты:
 $U_1 =$;
 $U_2 =$;

$U_{доп} =$;

$W_{доп} =$;

$W_1 =$;

$W_2 =$;

$n =$;

$\Phi_{max} =$

2. Записать паспортные данные трансформатора:

Тип

Напряжение на первичной обмотке U_1

Номинальный ток нагрузки $I_{ном}$

Число витков дополнительной обмотки $W_{доп}$

Площадь сечения сердечника S

3. Начертить схему для проведения опыта холостого хода трансформатора.
4. Начертить схему для снятия внешней характеристики трансформатора.
5. Расчеты производить согласно своего варианта по таблице №1.
6. Сделайте вывод о выполненной работе

Заполнить таблицы № 2,3.

Таблица №2.

$U_1, В$	$U_2, В$	$U_{доп}, В$	$W_{доп}$	$I_{xx}, мА$	$P_{xx}, Вт$	W_1	W_2	n	$\Phi_{max}, Вб$

Таблица №3.

№ опыта	1	2	3	4	5	6
$U_n, В$						
$I_n, мА$						

Контрольные вопросы

1. Дайте определение трансформатора.
2. Какой принцип лежит в основе работы трансформатора?
3. Поясните принцип действия трансформатора.
4. Назовите виды основных потерь в трансформаторе и способы их уменьшения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Тема «Испытание двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением, снятие его рабочих характеристик»

Цели работы: Ознакомить с основами и сущностью физических процессов и явлений, происходящими в электрических цепях. Обучение навыкам работы с электрическими приборами и машинами, а также изучение их конструкции и составных частей. Изучение характеристик машин постоянного тока, принципа обратимости машин постоянного тока.

Время выполнения работы: 2 часа.

Оборудование: Электрифицированный стенд «Характеристики электрических машин постоянного тока»; рабочие тетради; таблицы.

Наглядные пособия: макет «Двигатель-генератор», якорь.

Теоретическая часть

Основные сведения теории электрических машин постоянного тока.

Электрические машины постоянного тока используются как в качестве генераторов, так и в качестве двигателей. Наибольшее применение имеют двигатели постоянного тока, области применения и диапазон мощности которых достаточно широки: от долей ватт (для привода устройств автоматики) до нескольких тысяч киловатт (для привода прокатных станов, шахтных подъемников и других механизмов). Двигатели постоянного тока широко используются для привода подъемных устройств в качестве крановых двигателей и привода транспортных средств в качестве тяговых двигателей. Основные преимущества двигателей постоянного тока по сравнению с бесколлекторными двигателями переменного тока — хорошие пусковые и регулировочные свойства, возможность получения частоты вращения более 3000 об/мин, а недостатки — относительно высокая стоимость, некоторая сложность в изготовлении и пониженная надежность. Все эти недостатки машин постоянного тока обусловлены наличием в них щеточно-коллекторного узла, который к тому же является источником радиопомех и пожароопасности. Эти недостатки ограничивают применение машин постоянного тока.

Принцип действия машины постоянного тока.

Характерным признаком коллекторных машин является наличие у них коллектора — механического преобразователя переменного тока в постоянный и наоборот.

Необходимость в таком преобразователе объясняется тем, что в обмотке якоря коллекторной машины должен протекать переменный ток, так как только в этом случае в машине происходит непрерывный процесс электромеханического преобразования энергии.

Рассмотрим принцип действия коллекторного генератора постоянного тока. На рис. 1 изображена упрощенная модель такого генератора: между полюсами N и S постоянного магнита находится вращающаяся часть генератора — якорь, вал которого посредством шкива и ременной передачи механически связан с приводным двигателем (на рисунке не показан) — источником механической энергии. В двух продольных пазах на сердечнике якоря расположена обмотка в виде одного витка a, b, c, d , концы которого присоединены к двум медным изолированным друг от друга полукольцам, образующим простейший коллектор. На поверхность коллектора наложены щетки A и B , осуществляющие скользящий контакт с коллектором и связывающие генератор с внешней цепью, куда включена нагрузка сопротивлением R .

Предположим, что приводной двигатель вращает якорь генератора против часовой стрелки, тогда в витке на якоре, вращающемся в магнитном поле постоянного магнита, наводится ЭДС, мгновенное значение которой $e = 2Blv$, а направление для положения якоря, изображенного на рисунке, указано стрелками.

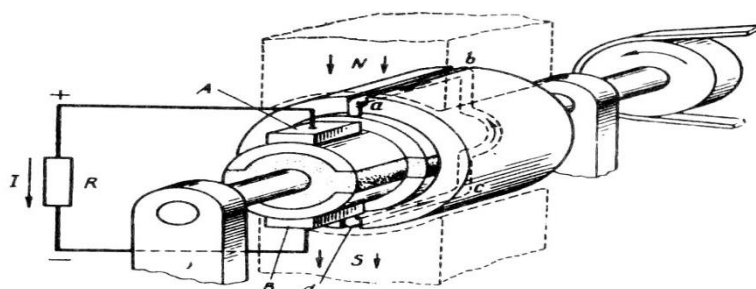


Рис. 1. Упрощенная модель коллекторной машины

В процессе работы генератора якорь вращается и виток a, b, c, d , занимает разное пространственное положение, поэтому в обмотке якоря наводится переменная ЭДС. Если бы в машине не было коллектора, то ток во внешней цепи (в нагрузке R) был бы переменным, но посредством коллектора и щеток переменный ток обмотки якоря преобразуется в пульсирующий ток во внешней цепи генератора, т. е. ток, неизменный по направлению. При положении витка якоря, показанном на рис. 1, ток во внешней цепи (в нагрузке) направлен от щетки A к щетке B ; следовательно, щетка A является положительной, а щетка B -- отрицательной. После поворота якоря на 180° (рис. 2, a) направление тока в витке якоря изменится на обратное, однако полярность щеток, а, следовательно, и направление не тока во внешней цепи (в нагрузке) останутся неизменными (рис. 2, b). Объясняется это тем, что в тот момент, когда ток в витке якоря меняет свое направление, происходит смена коллекторных пластин под щетками. Таким образом, под щеткой A всегда находится пластина, соединенная с проводником, расположенным под северным магнитным полюсом, а под щеткой B - пластина, соединенная с проводником, расположенным под южным полюсом. Благодаря этому полярность щеток генератора остается неизменной независимо от положения витка якоря. Что же касается пульсаций тока во внешней цепи, то они намного ослабятся при увеличении числа витков в обмотке якоря при их равномерном распределении по поверхности якоря и соответствующем увеличении числа пластин в коллекторе.

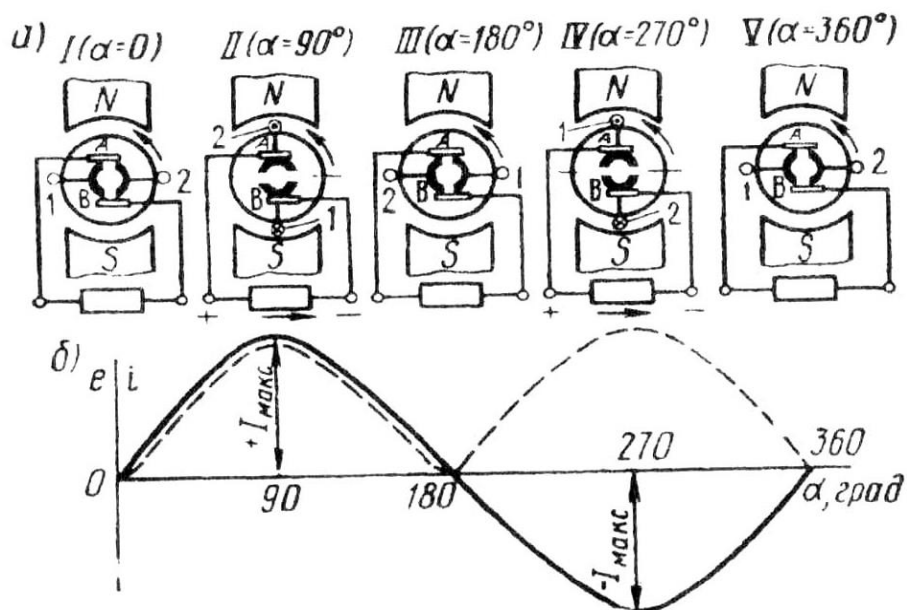


Рис. 2. К принципу действия генератора постоянного тока:

_____ ЭДС и ток в обмотке якоря;

----- ЭДС и ток во внешней цепи генератора

В соответствии с принципом обратимости электрических машин упрощенная модель машины постоянного тока может быть использована в качестве двигателя постоянного тока. Для этого необходимо отключить нагрузку генератора R и подвести к щеткам машины напряжение от источника постоянного тока. Например, если к щетке A подключить зажим «плюс», а к щетке B «минус», то в обмотке якоря появится ток I , направление которого показано на рис. 3.

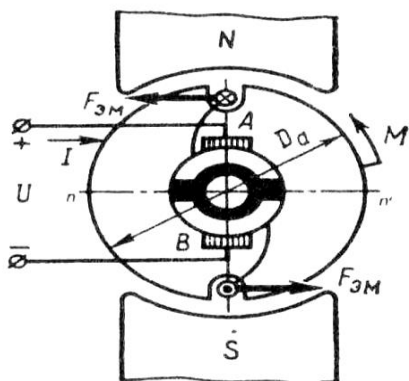


Рис. 3. К принципу действия двигателя постоянного тока.

В результате взаимодействия этого тока с магнитным полем постоянного магнита (полем возбуждения) появятся электромагнитные силы $F_{эм}$, создающие на якоре электромагнитный момент M и вращающие его против часовой стрелки. После поворота якоря на 180° электромагнитные силы не изменят своего направления, так как одновременно с переходом каждого проводника обмотки якоря из зоны одного магнитного полюса в зону другого полюса в этих проводниках меняется направление тока.

Таким образом, назначение коллектора и щеток в двигателе постоянного тока — изменять направление тока в проводниках обмотки якоря при их переходе из зоны магнитного полюса одной полярности в зону полюса другой полярности.

Рассмотренная упрощенная модель машины постоянного тока не обеспечивает двигателю устойчивой работы, так как при прохождении проводниками обмотки якоря

геометрической нейтрали nn' (рис. 3) электромагнитные силы $F_{эм} = 0$ (магнитная индукция в середине межполюсного пространства равна нулю). Однако с увеличением числа проводников в обмотке якоря (при равномерном их распределении на поверхности якоря) и числа пластин коллектора вращение якоря двигателя становится устойчивым и равномерным.

Устройство коллекторной машины постоянного тока.

В настоящее время электромашиностроительные заводы изготавливают электрические машины постоянного тока, предназначенные для работы в самых различных отраслях промышленности, поэтому отдельные узлы этих машин могут иметь разную конструкцию, но общая конструктивная схема машин одинакова. Неподвижная часть машины постоянного тока называется статором, вращающаяся часть — якорем (рис. 4).

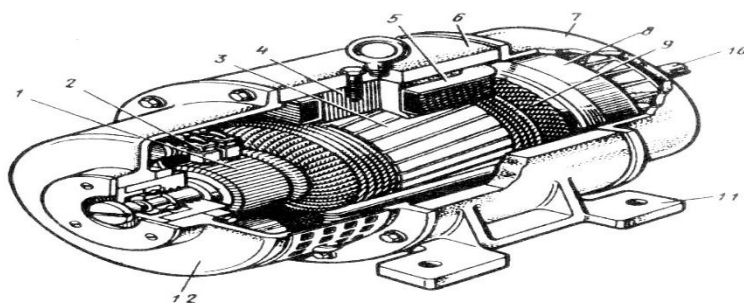


Рис. 4. Устройство машины постоянного тока.

Статор. Состоит из станины 6 и главных полюсов 4. Станина 6 служит для крепления полюсов и подшипниковых щитов и является частью магнитопровода, так как через нее замыкается магнитный поток машины. Станину изготавливают из стали — материала, обладающего достаточной механической прочностью и большой магнитной проницаемостью. В нижней части станины имеются лапы 11 для крепления машины к фундаментной плите, а по окружности станины расположены отверстия для крепления сердечников главных полюсов 4. Обычно станину делают цельной из стальной трубы, либо сварной из листовой стали, за исключением машин с весьма большим наружным диаметром, у которых станину делают разъемной, что облегчает транспортировку и монтаж машины.

Главные полюсы предназначены для создания в машине магнитного поля возбуждения. Главный полюс состоит из сердечника 6 и полюсной катушки 5. Со стороны, обращенной к якору, сердечник полюса имеет полюсный наконечник, который обеспечивает необходимое распределение магнитной индукции в зазоре машины. Сердечники главных полюсов делают шихтованными из листовой конструкционной стали толщиной 1—2 мм или из тонколистовой электротехнической анизотропной холоднокатаной стали, например марки 3411. Штампованные пластины главных полюсов специально не изолируют, так как тонкая пленка окисла на их поверхности достаточна для значительного ослабления вихревых токов, наведенных в полюсных наконечниках пульсациями магнитного потока, вызванного зубчатостью сердечника якоря. Анизотропная сталь обладает повышенной магнитной проницаемостью вдоль проката, что должно учитываться при штамповке пластин и их сборке в пакет. Пониженная магнитная проницаемость поперек проката способствует ослаблению реакции якоря и уменьшению потока рассеяния главных и добавочных полюсов.

В машинах постоянного тока небольшой мощности полюсные катушки делают бескаркасными — намоткой медного обмоточного провода непосредственно на сердечник полюса, предварительно наложив на него изоляционную прокладку (рис. 5, а). В большинстве машин (мощностью 1 кВт и более) полюсную катушку делают каркасной: обмоточный провод наматывают на каркас (обычно пластмассовый), а затем надевают на сердечник полюса (рис. 5, б). В некоторых конструкциях машин полюсную катушку для более интенсивного охлаждения разделяют по высоте на части, между которыми оставляют вентиляционные каналы.

Якорь. Якорь машины постоянного тока (рис. 4) состоит из вала 10, сердечника 3 с обмоткой и коллектора 7. Сердечник якоря имеет шихтованную конструкцию и набирается из штампованных пластин тонколистовой электротехнической стали. Листы покрывают изоляционным лаком, собирают в пакет и запекают. Готовый сердечник напрессовывают на вал якоря. Такая конструкция сердечника якоря позволяет значительно ослабить в нем вихревые токи, возникающие в результате его

перемагничивания в процессе вращения в магнитном поле. На поверхности сердечника якоря имеются продольные пазы, в которые укладывают обмотку якоря.

Обмотку выполняют медным проводом круглого или прямоугольного сечения. Пазы якоря после заполнения их проводами обмотки обычно закрывают клиньями (текстолитовыми или гетинаксовыми). В некоторых машинах пазы не закрывают клиньями, а накладывают на поверхность якоря бандаж. Бандаж делают из проволоки или стеклоленты с предварительным натягом. Лобовые части $\varnothing$ обмотки якоря крепят к обмоткодержателям бандажом.

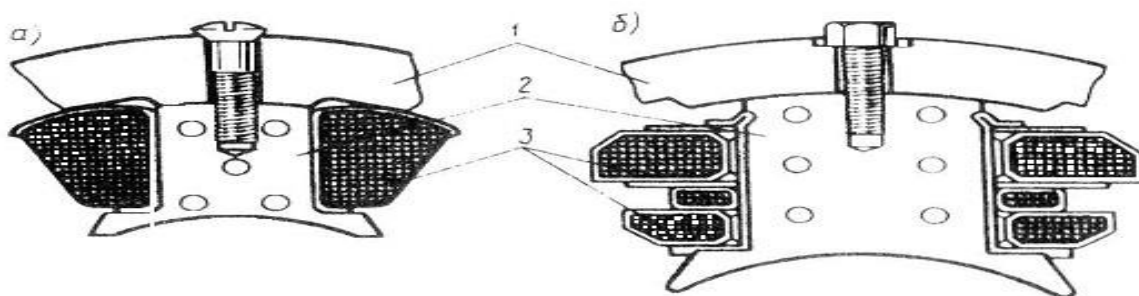


Рис. 5. Главные полюсы с бескаркасной (а) и каркасной (б) полюсными катушками:
1 — станина, 2 — сердечник полюса, 3 — полюсная катушка

Коллектор 1 является одним из сложных узлов машины постоянного тока. Основными элементами коллектора являются пластины трапецеидального сечения из твердотянутой меди, собранные таким образом, что коллектор приобретает цилиндрическую форму. В зависимости от способа закрепления коллекторных пластин различают два основных типа коллекторов: со стальными конусными шайбами и на пластмассе. На рис. 6, а показано устройство коллектора со стальными конусными шайбами. Нижняя часть коллекторных пластин 6 имеет форму «ласточкина хвоста». После сборки коллектора эти части пластин оказываются зажатыми между стальными шайбами 1 и 3, изолированными от медных пластин миканитовыми манжетами 4. Конусные шайбы стянуты винтами 2. Между медными пластинами расположены миканитовые изоляционные прокладки. В процессе работы машины рабочая поверхность коллектора постепенно истирается щетками. Чтобы при этом миканитовые прокладки не выступали над рабочей поверхностью коллектора, что вызвало бы вибрацию щеток и нарушение работы машины, между коллекторными пластинами фрезеруют пазы (дорожки) на глубину до 1,5 мм (рис. 6, б). Верхняя часть 5 коллекторных пластин (см. рис. 6, а), называемая петушком, имеет узкий продольный паз, в который закладывают проводники обмотки якоря и тщательно припаивают.

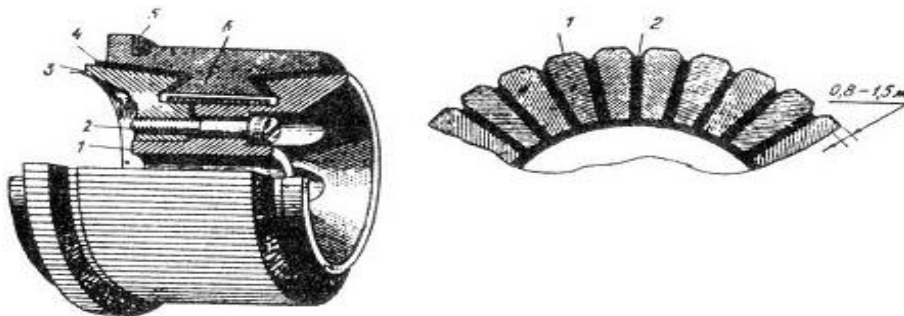


Рис. 6. Устройство коллектора с конусными шайбами

Техника безопасности

На измерительных клеммах стенда присутствуют напряжения величиной до 220 В !

Включение стенда – макета производить только обученному персоналу (преподаватель, лаборант и т. п.), после контроля собранной электрической схемы на стенде.

Технические характеристики стенда: Стенд «Двигатель – Генератор» работает совместно со стендом «Характеристики электрических машин постоянного тока», на котором расположены электроизмерительные приборы, тахометр и гнезда – контакты, для возможности включения различных схем питания обмоток двигателя. Питание осуществляется от однофазной сети 220 В , 50Гц.

На стенде изображены схемы подключения двигателя и генератора постоянного тока.

С помощью стенда собираются различные схемы подключения и измерения параметров двигателя и генератора, что позволяет производить снятие характеристик двигателя: скорости вращения якоря двигателя в зависимости от схемы возбуждения, нагрузки на валу и других факторов

Порядок выполнения работы

1. Перед включением стенда – макета, необходимо собрать требуемую электрическую схему соединения и включения обмоток возбуждения, сопротивления нагрузки.
2. Тумблером «включение двигателя» включить двигатель на макете.
3. С помощью регулятора на макете менять нагрузку в цепи генератора, и, тем, самым, нагрузку на валу двигателя. Снять показания приборов в цепях нагрузки, питания двигателя и обороты двигателя, показания занести в таблицу.
4. Для расчетов использовать данные таблицы №1, согласно своего варианта.

Таблица №1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8
се	33,3	33,3	66,6	16,6	16,6	66,6	33,3	16,6
n,об/мин	100	50	100	50	100	50	100	100
Ф,Вб	0,001	0,001	0,001	2*0,001	2*0,001	0,001	3*0,001	3*0,001

5. Вывод по работе.

Содержание работы

1. Записать формулы и произвести предварительные расчеты.

2. Записать паспортные данные двигателя:

- тип
- напряжение
- ток якоря
- ток возбуждения
- частота вращения

3. Начертить электрическую схему для испытаний двигателя постоянного тока

4. Заполнить таблицу №2.

Таблица № 2.

№ опыта	1	2	3	4	5	6
I _в ,мА						
I,мА						
N, об/мин						
I _я ,мА						

6. Выводы по работе. _____

Контрольные вопросы

1. В чем состоит принцип работы двигателя постоянного тока?
2. Перечислите основные способы возбуждения двигателя постоянного тока.
3. Назовите способы регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока.
4. В чем особенности двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением и где он нашел применение?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема «Испытание трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, пуск его в ход и снятие рабочих характеристик»

Цели работы: Ознакомление обучающихся с основами и сущностью физических процессов и явлений, происходящими в электрических цепях. Обучение навыкам работы с электрическими приборами и машинами, а также изучение их конструкции и составных частей. Изучение характеристик и способов подключения электрических двигателей переменного тока.

Время выполнения работы: 2 часа.

Оборудование: Электрифицированный стенд «Схема подключения асинхронного двигателя», стенд – макет «Способы подключения и характеристики асинхронного двигателя»; рабочие тетради.

Наглядные пособия: Модели статора и ротора.

Теоретическая часть

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором - это асинхронный электродвигатель, у которого ротор выполнен с короткозамкнутой обмоткой в виде беличьей клетки [1].

Конструкция асинхронного электродвигателя

Трехфазный асинхронный электродвигатель, как и любой электродвигатель, состоит из двух основных частей - статора и ротора. Статор - неподвижная часть, ротор - вращающаяся часть. Ротор размещается внутри статора. Между ротором и статором имеется небольшое расстояние, называемое воздушным зазором, обычно 0,5-2 мм.



Статор асинхронного двигателя



Ротор асинхронного двигателя

Статор состоит из корпуса и сердечника с обмоткой. Сердечник статора собирается из тонколистовой технической стали толщиной обычно 0,5 мм, покрытой изоляционным лаком. Шихтованная конструкция сердечника способствует значительному снижению вихревых токов, возникающих в процессе перемагничивания сердечника вращающимся магнитным полем. Обмотки статора располагаются в пазах сердечника.



Корпус и сердечник статора асинхронного электродвигателя



Конструкция шихтованного сердечника асинхронного двигателя

Ротор состоит из сердечника с короткозамкнутой обмоткой и вала. Сердечник ротора тоже имеет шихтованную конструкцию. При этом листы ротора не покрыты лаком, так как ток имеет небольшую частоту и оксидной пленки достаточно для ограничения вихревых токов.

Принцип работы. Вращающееся магнитное поле

Принцип действия трехфазного асинхронного электродвигателя основан на способности трехфазной обмотки при включении ее в сеть трехфазного тока создавать вращающееся магнитное поле.

Вращающееся магнитное поле - это основная концепция электрических двигателей и генераторов.



Вращающееся магнитное поле асинхронного электродвигателя

Частота вращения этого поля, или синхронная частота вращения прямо пропорциональна частоте переменного тока f_1 и обратно пропорциональна числу пар полюсов p трехфазной обмотки.

$$n_1 = \frac{f_1 \cdot 60}{p},$$

- где n_1 – частота вращения магнитного поля статора, об/мин,
- f_1 – частота переменного тока, Гц,
- p – число пар полюсов

Короткозамкнутый ротор асинхронного двигателя

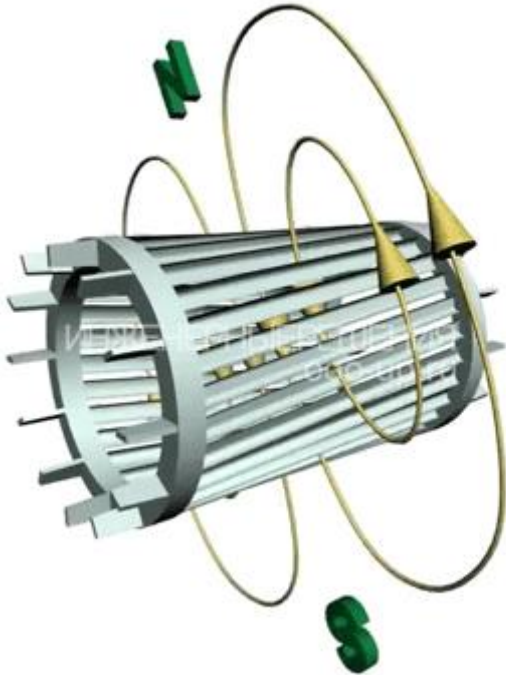
По этому принципу также работает асинхронный электродвигатель. Вместо рамки с током внутри асинхронного двигателя находится короткозамкнутый ротор по конструкции напоминающий беличье колесо. Короткозамкнутый ротор состоит из стержней накоротко замкнутых с торцов кольцами.



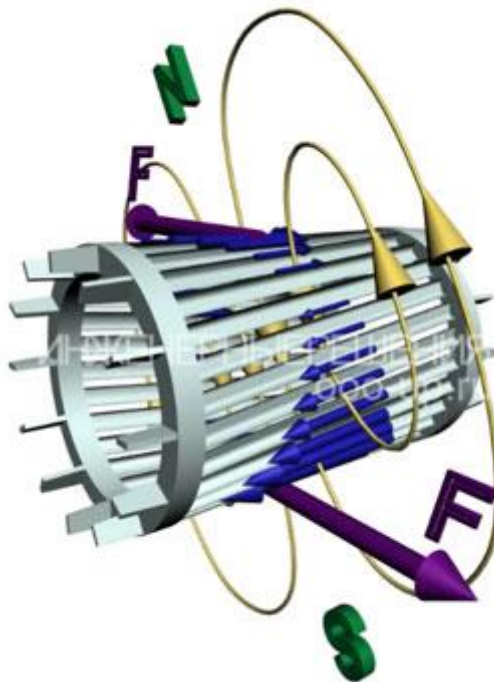
Короткозамкнутый ротор "беличья клетка" наиболее широко используемый в асинхронных электродвигателях (показан без вала и сердечника)

Трехфазный переменный ток, проходя по обмоткам статора, создает вращающееся магнитное поле. Таким образом, также как было описано ранее, в стержнях ротора будет индуцироваться ток, в результате чего ротор начнет вращаться. На рисунке ниже Вы

можете заметить различие между индуцируемыми токами в стержнях. Это происходит из-за того что величина изменения магнитного поля отличается в разных парах стержней, из-за их разного расположения относительно поля. Изменение тока в стержнях будет изменяться со временем.



Вращающееся магнитное поле пронизывающее короткозамкнутый ротор



Магнитный момент действующий на ротор

Вы также можете заметить, что стержни ротора наклонены относительно оси вращения. Это делается для того чтобы уменьшить высшие гармоники ЭДС и избавиться от пульсации момента. Если стержни были бы направлены вдоль оси вращения, то в них возникало бы пульсирующее магнитное поле из-за того, что магнитное сопротивление обмотки значительно выше магнитного сопротивления зубцов статора.

Скольжение асинхронного двигателя. Скорость вращения ротора

Отличительный признак асинхронного двигателя состоит в том, что частота вращения ротора n_2 меньше синхронной частоты вращения магнитного поля статора n_1 . Объясняется это тем, что ЭДС в стержнях обмотки ротора индуцируется только при неравенстве частот вращения $n_2 < n_1$. Частота вращения поля статора относительно ротора определяется частотой скольжения $n_s = n_1 - n_2$. Отставание ротора от вращающегося поля статора характеризуется относительной величиной s , называемой скольжением:

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1},$$

- где s – скольжение асинхронного электродвигателя,
- n_1 – частота вращения магнитного поля статора, об/мин,
- n_2 – частота вращения ротора, об/мин,

Рассмотрим случай когда частота вращения ротора будет совпадать с частотой вращения магнитного поля статора. В таком случае относительное магнитное поле ротора будет постоянным, таким образом в стержнях ротора не будет создаваться ЭДС, а следовательно и ток. Это значит что сила действующая на ротор будет равна нулю. Таким образом ротор будет замедляться. После чего на стержни ротора опять будет действовать переменное магнитное поле, таким образом будет расти индуцируемый ток и сила. В реальности же ротор асинхронного электродвигателя никогда не достигнет скорости вращения магнитного поля статора. Ротор будет вращаться с некоторой скоростью которая немного меньше синхронной скорости.

Скольжение асинхронного двигателя может изменяться в диапазоне от 0 до 1, т. е. 0—100%. Если $s \sim 0$, то это соответствует режиму холостого хода, когда ротор двигателя практически не испытывает противодействующего момента; если $s = 1$ — режиму короткого замыкания, при котором ротор двигателя неподвижен ($n_2 = 0$). Скольжение зависит от механической нагрузки на валу двигателя и с ее ростом увеличивается.

Скольжение, соответствующее номинальной нагрузке двигателя, называется номинальным скольжением. Для асинхронных двигателей малой и средней мощности номинальное скольжение изменяется в пределах от 8% до 2%.

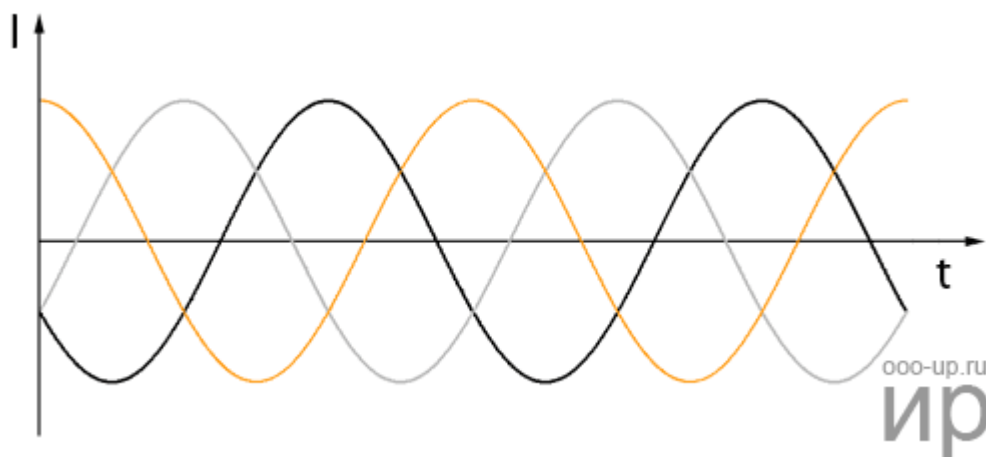
Преобразование энергии

Асинхронный двигатель преобразует электрическую энергию подаваемую на обмотки статора, в механическую (вращение вала ротора). Но входная и выходная мощность не равны друг другу так как во время преобразования происходят потери энергии: на трение, нагрев, вихревые токи и потери на гистерезисе. Это энергия рассеивается как тепло. Поэтому асинхронный электродвигатель имеет вентилятор для охлаждения.

Подключение асинхронного двигателя

Трёхфазный переменный ток

Электрическая сеть трёхфазного переменного тока получила наиболее широкое распространение среди электрических систем передачи энергии. Главным преимуществом трёхфазной системы по сравнению с однофазной и двухфазной системами является ее экономичность. В трёхфазной цепи энергия передается по трем проводам, а токи текущие в разных проводах сдвинуты относительно друг друга по фазе на 120° , при этом синусоидальные ЭДС на разных фазах имеют одинаковую частоту и амплитуду.



Трехфазный ток (разница фаз 120°)

Звезда и треугольник

Трехфазная обмотка статора электродвигателя соединяется по схеме "звезда" или "треугольник" в зависимости от напряжения питания сети. Концы трехфазной обмотки могут быть: соединены внутри электродвигателя (из двигателя выходит три провода), выведены наружу (выходит шесть проводов), выведены в распределительную коробку (в коробку выходит шесть проводов, из коробки три).

Фазное напряжение - разница потенциалов между началом и концом одной фазы. Другое определение: фазное напряжение это разница потенциалов между линейным проводом и нейтралью.

Линейное напряжение - разность потенциалов между двумя линейными проводами (между фазами).

Звезда	Треугольник	Обозначение
$U_L = \sqrt{3}U_\phi$	$U_L = U_\phi$	U_L, U_ϕ - линейное и фазовое напряжение
$I_L = I_\phi$	$I_L = \sqrt{3}I_\phi$	I_L, I_ϕ - линейный и фазовый ток, А,
$S = 3S_\phi = \sqrt{3}I_L U_L$	$S = \sqrt{3}I_L U_L$	S - полная мощность, Вт
$P = \sqrt{3}I_L U_L \cos\varphi$	$P = \sqrt{3}I_L U_L \cos\varphi$	P - активная мощность, Вт

ТБ

Включение статора для демонстрации вращающегося поля производить на непродолжительное время во избежание перегрева обмоток.

Торможение на работающем двигателе производить в продолжении минимального отрезка времени, достаточного для получения результатов.

Порядок выполнения работы

1. Для включения асинхронного двигателя с тормозным устройством, необходимо вставить в разъем клеммной коробки одну крышек из выдвижного ящика («треугольник» или «звезду»). И нажать кнопку «ПУСК».

2. Для снятия характеристики двигателя, нужно нагружать двигатель тормозным устройством, и наблюдать за показаниями приборов (амперметра и тахометра). Снять показания и записать в таблицу №1.
3. Для демонстрации следующей схемы включения двигателя в эл. сеть, необходимо отключить двигатель кнопкой «СТОП», вставить в разъем клеммной коробки другую крышку и повторить действия, описанные в п. 2.

Содержание работы

1. Написать формулы и произвести предварительные расчеты.
2. Записать паспортные данные асинхронного двигателя и генератора:
 - тип
 - напряжение
 - ток
 - частота вращения
3. Начертить схему электрической цепи для испытаний трехфазного асинхронного двигателя.
4. Заполнить таблицу №1.

Таблица №1

№ опыта	1	2	3	4	5
I _н , мА					
n, об/мин					

5. Сделайте вывод о выполненной работе

Контрольные вопросы

1. В чем заключается принцип действия асинхронного двигателя?
2. Как измерить направление вращения ротора?
3. Как устроен асинхронный двигатель с фазным и короткозамкнутым ротором?
4. Объясните рабочие характеристики асинхронного двигателя.
5. Как осуществляется пуск в ход асинхронных двигателей?

**Министерство образования и науки Забайкальского края
Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Шилкинский многопрофильный лицей»**

Согласовано
работодатель

«Утверждаю»
Директор ГПОУ «Шилкинский МПЛ»

«__» _____ 20__ г.

Комплект
оценочных средств
по дисциплине
ОП.03 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
код и наименование
основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)
по специальности СПО / профессии СПО
23.01.09 Машинист локомотива
код и наименование
базовой подготовки
базовой или углубленной (только для СПО)

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии СПО 23.01.09 Машинист локомотива, программы учебной дисциплины Электротехника.

Организация разработчик: Государственное профессиональное образовательное учреждение «Шилкинский многопрофильный лицей», 673370, Забайкальский край г. Шилка, ул. Ленина, 69, тел/факс.: (30244) 2-09-84, тел. 2-08-48,

e-mail:pu16shilka@yandex.ru

Авторы:

Корчагина Ирина Владимировна, преподаватель ГПОУ «Шилкинский многопрофильный лицей»

Эксперты от работодателя:

Шилкинская диспансия Электроснабжения
(место работы)

Зам. начальника по энергетике
(занимаемая должность)

Безбородов Д.М.
(инициалы, фамилия)

Шилкинская диспансия Электроснабжения
(место работы)

Зам. начальника по контактной сети
(занимаемая должность)

Казанцев О.Н.
(инициалы, фамилия)

Рассмотрены на заседании МК протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.

председатель МК _____ И.В. Суханова

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств

1.1. Область применения

Комплект оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения дисциплины Электротехника основной профессиональной образовательной программы (далее ОПОП) по специальности (специальностям) СПО / профессии (профессиям) СПО 23.01.09 Машинист локомотива

код

наименование

Комплект оценочных средств позволяет оценивать:

1.1.1. Освоенные знания и умения:

У 1. Производить расчеты параметров электрических цепей;

У 2. Собирать электрические схемы и проверять их работу.

З 1. Методы преобразования электрической энергии;

З 2. Сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях;

З 3. Порядок расчета параметров электрических цепей

1.2. Система контроля и оценки освоения программы дисциплины

1.2.1. Формы промежуточной аттестации по ОПОП при освоении программы дисциплины

Наименование дисциплины	Формы промежуточного контроля и итоговой аттестации
1	2
Электротехника	экзамен

1.2.2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих компетенций:

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата	Форма контроля и оценивания
Уметь: У 1. Производить расчет параметров электрических цепей	Выполнение расчета основных параметров электрических схем Выполнение расчета основных параметров магнитных цепей Выполнение расчета однофазных и трехфазных цепей Выполнять определение коэффициента трансформации Выполнять снятие характеристик	Лабораторная работа

У 2. Собирать электрические схемы и проверять их работу	Выполнение соединения проводников различными способами Выполнение соединения обмоток в «звезду» и «треугольник» Выполнение испытания генератора постоянного тока Выполнение запуска и остановки электродвигателя	Лабораторная работа Наблюдение, мониторинг при выполнении работ
Знать:		
31. Методы преобразования электрической энергии	Основные электрические величины Формулирование определений, выделение главного Виды электрических сетей, распределение энергии между потребителями Применение законов для решения задач различных уровней сложности	Тестирование Решение задач.
32. Сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях	Излагать понятие об однофазных и трехфазных системах, соединения обмоток «звездой» и «треугольником», схема включения нагрузки в однофазную и трехфазную системы. Различать линейные и фазные токи и напряжения. Излагать понятия резонанс токов, нахождение информации в различных источниках.	Тестирование
33. Порядок расчета параметров электрических цепей	Применять законы Ома, Кирхгофа, Джоуля – Ленца для расчета параметров электрических цепей Использовать различные методы расчета для нахождения электрических величин, а также для их проверки	Решение задач. Тестирование

2. Оценка освоения учебной дисциплины:

2.1. Формы и методы оценивания

Основной целью теоретического курса учебной дисциплины Электротехника является оценка умений и знаний.

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине Электротехника направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Оценка теоретического курса учебной дисциплины Электротехника осуществляется с использованием следующих форм и методов контроля: устный опрос, тестирование, лабораторная работа, экзамен.

Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)

Таблица 2.2

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля					
	Текущий контроль		Рубежный контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З
Раздел 1. Сущность физических процессов, происходящих в электрических магнитных цепях.				3 1, 3 2, 3 3		
Тема 1.1. Электрические и магнитные цепи	Устный опрос Самостоятельная работа Лабораторная работа Тестирование	У1,				
Раздел 2. Методы преобразования электрической энергии				3 1, 3 2, 3 3		
Тема 2.1. Преобразование электрической энергии	Лабораторная работа Устный опрос Самостоятельная работа Тестирование	У2				
Раздел 3. Порядок расчетов параметров электрических магнитных цепей				3 1, 3 2, 3 3		
Тема 3.1. Расчет электрических и магнитных цепей.	Решение задач Самостоятельная работа	33				
					экзамен	31; 32; 33; У1; У2;

2. Комплект материалов для оценки уровня освоения умений и знаний

Задание 1

Проверяемые результаты: З1 умений У1 (рубежный контроль)

1) Задания в тестовой форме

Задание № 1

Проверяемые результаты обучения:

З 1 – сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях;

Тест к заданию № 1

Текст задания

Материал для преподавателя содержит эталоны ответов, для обучающихся текст задания выдается без эталонов.

Выберите правильный ответ:

1. Дать понятие электрический ток:

- а) направленное движение электронов;
- б) направление движения электрического поля;
- в) направление движения атомов.

эталон: а

2. Дать понятия электрической цепи

- а) представляет собой количество электронов, прошедших через поперечное сечение проводника в единицу времени;
- б) представляет собой совокупность технических устройств и физических объектов, по которым протекает электрический ток, т.е. происходит упорядоченное направленное движение электрических зарядов;
- в) представляет собой способность препятствовать прохождению тока.

эталон: б

3. Дать понятия электрического поля:

- а) это особый вид материи, возникающий вокруг неподвижных эл. зарядов и заряженных тел;
- б) это величина обратная сопротивлению;
- в) это электроны переносящие энергию от источника к потребителю

эталон: а

4. Дать понятие магнитной цепи:

- а) часть электрического устройства, предназначенного для включения и отключения коммутационных устройств;
- б) часть электрического устройства, предназначенная для перемещения контактных пружин и замыкания контактов при протекании тока по обмотке;
- в) часть электротехнического устройства, предназначенного для создания в определенном месте пространства магнитного поля требуемой интенсивности и направленности.

эталон: в

5. Дать понятие магнитного поля:

- а) это электромагнитное устройство, преобразующее электрическую энергию в линейное или угловое перемещение;
- б) это особый вид материи, возникающий вокруг движущихся эл. зарядов и проводников с током;
- в) это магнитный поток замыкающийся по воздуху.

эталон: б

6. Дать понятие электрическое напряжение:

- а) это разность потенциалов между двумя точками поля;
- б) это скорость, с которой совершается работа, т.е. происходит преобразование электрической энергии в другие виды энергии;
- в) это потенциальные возможности источника, напряжения на зажимах источника на холостом ходу

эталон: а

7. Дать понятие переменный ток:

- а) это изменения напряжения в электрической цепи;
- б) это периодические изменения силы тока и напряжения в электрической цепи, происходящие под действием переменной ЭДС от внешнего источника;
- в) это синусоидальный ток проходящий в цепи под действием синусоидальной электродвижущей силы.

эталон: б

8. Дать понятие постоянный ток

- а) это электрический ток изменяющийся с течением времени;
- б) это электрический ток, не изменяющийся с течением времени ни по силе, ни по направлению т. к. возникает под действием постоянного напряжения и может существовать лишь в замкнутой цепи;
- в) это электрический ток напряжение и сила которого постоянно изменяется.

эталон: б

9. Для расчета любых электрических цепей какие законы используются:

- а) закон ОМА;
- б) закон Кирхгофа;
- в) закон ОМА, Кирхгофа.

эталон: в

10. Закон ОМА:

- а) ток в замкнутой неразветвленной электрической цепи пропорционален ЭДС и обратно пропорционален полному сопротивлению;
- б) во всяком замкнутом контуре электрической цепи алгебраическая сумма всех ЭДС равна алгебраической сумме падения напряжения в сопротивлениях того же контура;
- в) при прохождении электрического тока по проводнику количество теплоты, выделяемое в проводнике, прямо пропорционально квадрату тока, сопротивлению проводника и времени, в течении которого электрический ток протекал по проводнику.

эталон: а

11. Закон Кирхгофа:

- а) магнитодвижущая сила вдоль контура равна полному току, пронизывающему поверхность;

б) сила взаимодействия между проводниками, по которым протекают токи, прямо пропорциональна произведению этих токов;

в) алгебраическая сумма токов в узле электрической цепи равна нулю.

эталон: в

12. Закон Джоуля – Ленца:

а) количество мощности потребляемой электрической цепью;

б) количество теплоты, выделяющейся в единицу времени на участке электрической цепи с сопротивлением при протекании по нему постоянного тока;

в) ток в замкнутой неразветвленной электрической цепи пропорционален ЭДС и обратно пропорционален полному сопротивлению.

эталон: б

13. Что относится к параметрам переменного тока:

а) период, частота, амплитуда и действующее значение;

б) напряжение, сопротивление;

в) электродвижущая сила, мощность.

эталон: а

14. Дать понятие векторные диаграммы:

а) это совокупность векторов;

б) это совокупность векторов на комплексной плоскости, не соответствующая комплексным величинам и/или параметрам электрической цепи и их связям;

в) это совокупность векторов на комплексной плоскости, соответствующая комплексным величинам и/или параметрам электрической цепи и их связям.

эталон: в

15. Назовите виды сопротивлений в электрической цепи переменного тока:

а) неактивное, электромагнитное, индукционное;

б) активное, реактивное, ёмкостное;

в) магнитоэлектрическое, реактивное

эталон: б

16. Дать понятие переменный ток:

а) это постоянное изменение силы тока;

б) это периодические изменения силы тока и напряжения в электрической цепи, происходящие под действием переменной ЭДС от внешнего источника;

в) это постоянное изменение напряжения в электрической цепи.

эталон: б

17. Дать понятие трехфазные цепи:

а) это такие цепи, в ветвях которых действует амплитуде и частота синусоидальные ЭДС, сдвинутые по фазе друг относительно друга на угол 120°;

б) это такие цепи, в ветвях которых действуют три одинаковые по амплитуде и частоте синусоидальные ЭДС, сдвинутые по фазе друг относительно друга на угол 120°;

в) это такие цепи, в ветвях которых, сдвинутые по фазе друг относительно друга на угол 120°.

эталон: б

18. В трехфазных цепях нагрузка может быть:

а) симметричная, равномерная, однородная;

б) симметричная, несимметричная

в) равномерная, однородная
эталон: а, б

Критерии оценки усвоения знаний:

Производится оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам теста.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

2) Лабораторная работа

Задание 2

Проверяемые результаты обучения:

У 1. Производить расчет параметров электрических цепей

Текст задания № 1:

Лабораторная работа № 1 по теме: Цепи постоянного тока с последовательным и параллельным соединением резисторов.

Выполнить работу в соответствии с методическими рекомендациями.

Уровень сформированности умений оценивается по пятибалльной системе в процессе выполнения работы (наблюдения за деятельностью обучающихся) и проверке представляемых отчётов.

Текст задания № 2:

Лабораторная работа № 2 по теме: Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки «звездой».

Выполнить работу в соответствии с методическими рекомендациями.

Уровень сформированности умений оценивается по пятибалльной системе в процессе выполнения работы (наблюдения за деятельностью обучающихся) и проверке представляемых отчётов.

Текст задания № 2:

Лабораторная работа № 3 по теме: Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки «треугольником».

Выполнить работу в соответствии с методическими рекомендациями.

Уровень сформированности умений оценивается по пятибалльной системе в процессе выполнения работы (наблюдения за деятельностью обучаемых) и проверке представляемых отчётов.

3.2.2. Задание 3

Проверяемые результаты: знаний З 2, умений У 2 (рубежный контроль)

1) Задания в тестовой форме

Задание № 3

Проверяемые результаты обучения:

З 2 — Сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях.

Тест к заданию № 3

Текст задания

Материал для преподавателя содержит эталоны ответов, для учащихся текст задания выдается без эталонов.

Выберите правильный ответ:

1. Устройство генератора постоянного тока:

- а) виток, щетки, коллекторные пластины;
- б) виток, якорь, сердечник;
- в) станина, щетки, сердечник.

эталон: а

2. Якорь генератора приводится во вращение с помощью:

- а) магнитного поля;
- б) дизеля;
- в) двигателя.

эталон: в

3. Характеристики генератора постоянного тока:

- а) холостого хода;
- б) холостого хода и внешние;
- в) внешние.

эталон: б

4. Работа машины постоянного тока в режиме двигателя преобразует:

- а) подводимую электрическую энергию в механическую энергию вращения вала;
- б) подводимую механическую энергию в электрическую энергию вращения вала.

эталон: а

5. Что снижает надежность работы двигателя:

- а) взаимодействие тока в якоре с магнитным полем;
- б) пусковой ток превышающий номинальный в 20....50 раз.

эталон: б

6. Что соответствует естественным условиям работы двигателя:
- а) Потребляемость тока, вращающий момент;
 - б) мощность, КПД;
 - в) частота вращения, вращающий момент, потребляемость тока, мощность, КПД.

эталон: в

7. Электрические машины применяются:
- а) на электрических станциях, в промышленности, на транспорте, в авиации, в системах автоматического регулирования и управления, в быту;
 - б) в промышленности;
 - в) в авиации.

эталон: а

8. Наиболее распространенный среди электрических двигателей:
- а) двигатель внутреннего сгорания;
 - б) синхронные двигатели;
 - в) асинхронный двигатель.

эталон : в

9. Асинхронный двигатель состоит из двух частей::
- а) якоря и обмотки;
 - б) статора и ротора;
 - в) трансформатора и автотрансформатора

эталон: б

10. Статор асинхронного двигателя состоит из:
- а) якоря, обмотки, станины, щитка;
 - б) сердечника, звезды, станины, щитка;
 - в) сердечника, обмотки, станины, щитка.

эталон: в

11. В синхронных машинах электрическая энергия вырабатывается:
- а) трансформатором;
 - б) асинхронным генератором;
 - в) автотрансформатором

эталон: б

12. Полос генератор состоит из::
- а) сердечник, полюсный наконечник, катушки;
 - б) возбуждителя, катушки;
 - в) сердечника, катушки.

эталон: а

13. Чему равно напряжение синхронного генератора:
- а) ДВС;
 - б) ЭДС;
 - в) коэффициенту мощности.

эталон: б

14. Какие трансформаторы применяются:
- а) цифровые и электронные;
 - б) первичные и вторичные трансформаторы;

в) повышающие и понижающие трансформаторы.

эталон: в

15. Действие трансформатора основано на:

а) электромагнитной индукции;

б) магнитной индукции.;

в) электрической индукции.

эталон: а

Критерии оценки усвоения знаний:

Производится оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам теста.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

2) Лабораторная работа

Задание № 4

Проверяемые результаты обучения:

У 2 — Собирать электрические схемы и проверять их работу

Текст задания №4:

Лабораторная работа № 4: Снятие характеристик холостого хода генератора постоянного тока с независимым возбуждением.

Выполнить работу в соответствии с методическими рекомендациями.

Уровень сформированности умений оценивается по пятибалльной системе в процессе выполнения работы (наблюдения за деятельностью обучаемых) и проверке представляемых отчетов.

Текст задания № 4:

Лабораторная работа № 5 по теме: Испытание однофазного трансформатора.

Выполнить работу в соответствии с методическими рекомендациями.

Уровень сформированности умений оценивается по пятибалльной системе в процессе выполнения работы (наблюдения за деятельностью обучаемых) и проверке представляемых отчетов.

Текст задания №4:

Лабораторная работа № 6: Испытание двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением, снятие его рабочих характеристик.
Выполнить работу в соответствии с методическими рекомендациями.

Уровень сформированности умений оценивается по пятибалльной системе в процессе выполнения работы (наблюдения за деятельностью обучаемых) и проверке представляемых отчетов.

Текст задания №4:

Лабораторная работа № 7: Испытание трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, пуск его в ход и снятие рабочих характеристик.

3.2.3. Задание 5

Проверяемые результаты: ЗЗ, умений УЗ (рубежный контроль)

1) Задания по решению задач

Задание № 5

Проверяемые результаты обучения:

ЗЗ – Порядок расчета параметров электрических цепей.

Тест к заданию № 5

Текст задания

Материал для преподавателя содержит эталоны ответов, для обучающихся текст задания выдается без эталонов.

Использовать различные методы расчета для нахождения электрических величин, а также для их проверки.

Текст задания №5:

Определите сопротивление нити электрической лампы мощностью 100 Вт, если лампа рассчитана на напряжение 220 В.

Решение

Ответ

Решение: Мощность электрической лампы $P = U \cdot I$; Сопротивление $R = U/I$.

$I = P/U = 100\text{Вт}/220\text{В} = 0,45\text{ А}$; $R = U/I$.

$= 220\text{В}/0,45\text{А} = 488\text{ Ом}$

Ответ: 488 Ом

Текст задания №5:

Какова потеря напряжения, если сопротивление одного провода двухпроводной линии постоянного тока равно 0,05 Ом, а через нагрузку течёт ток 10 А?

Решение

Ответ

Решение: Напряжение определяется по выражению $\Delta U_1 = I \cdot R = 10 \cdot 0,05 = 0,5\text{ В}$

Так как линия двухпроводная, то $\Delta U = 2 \cdot \Delta U_1 = 2 \cdot 0,5 = 1\text{ В}$

Ответ 1 В

Текст задания №5:

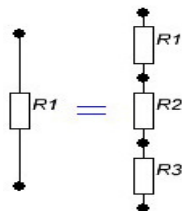
Три резистора соединены последовательно с величиной электрического сопротивления 30 Ом. Определите эквивалентное сопротивление цепи и напряжение на зажимах цепи, если сила тока составила 2 А. Начертить схему соединения резисторов.

Решение

Ответ

Решение: При последовательном соединении резисторов: $R_{\text{экв}} = R_1 + R_2 + R_3 = 30 + 30 + 30 = 90$ Ом.

Напряжение на зажимах цепи: $U = I \cdot R_{\text{экв}} = 2 \cdot 90 = 180$ В



Ответ: 180 В

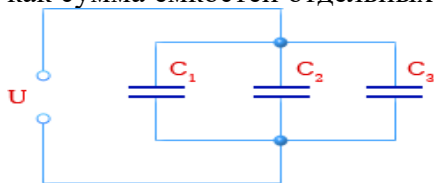
Текст задания №5:

Три конденсатора соединены параллельно. Ёмкость конденсаторов одинаковая $C_1 = C_2 = C_3 = 30$ мкФ. Какова эквивалентная ёмкость батареи конденсаторов при параллельном соединении? Начертить схему соединения конденсаторов.

Решение:

Ответ

Решение: При параллельном соединении конденсаторов эквивалентная ёмкость определяется как сумма емкостей отдельных конденсаторов. $C_{\text{экв}} = C_1 + C_2 + C_3 = 30 + 30 + 30 = 90$ мкФ



Ответ: 30 мкФ

Текст задания №5:

Задача 1.

Для цепи (рис. 1), **определить эквивалентное сопротивление** относительно входных зажимов а–г, если известно: $R_1 = R_2 = 0,5$ Ом, $R_3 = 8$ Ом, $R_4 = R_5 = 1$ Ом, $R_6 = 12$ Ом, $R_7 = 15$ Ом, $R_8 = 2$ Ом, $R_9 = 10$ Ом, $R_{10} = 20$ Ом.

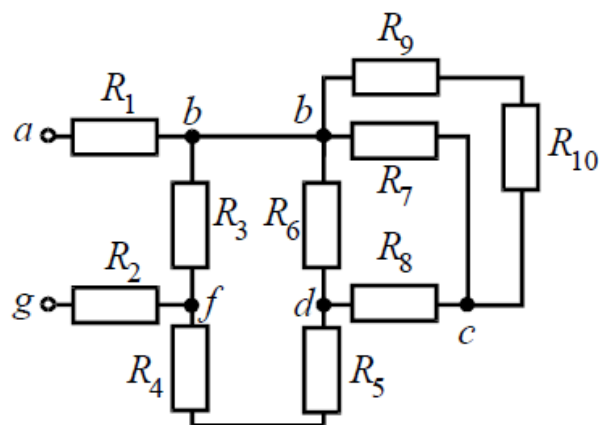


Рис. 1

Решение

Начнем эквивалентные преобразования схемы с ветви наиболее удаленной от источника, т.е. от зажимов а–г:

$$R_{11} = R_9 + R_{10} = 10 + 20 = 30 \text{ Ом}; \quad R_{12} = \frac{R_{11} \cdot R_7}{R_{11} + R_7} = \frac{30 \cdot 15}{30 + 15} = 10 \text{ Ом};$$

$$R_{13} = R_8 + R_{12} = 2 + 10 = 12 \text{ Ом}; \quad R_{14} = \frac{R_6 \cdot R_{13}}{R_6 + R_{13}} = \frac{12 \cdot 12}{12 + 12} = 6 \text{ Ом};$$

$$R_{15} = R_{14} + R_5 + R_4 = 6 + 1 + 1 = 8 \text{ Ом}; \quad R_{16} = \frac{R_3 \cdot R_{15}}{R_3 + R_{15}} = \frac{8 \cdot 8}{8 + 8} = 4 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{э}} = R_1 + R_{16} + R_2 = 0,5 + 4 + 0,5 = 5 \text{ Ом}.$$

Текст задания №5:

Задача 2.

Для цепи (рис. 2, а), **определить входное сопротивление** если известно: $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 40$ Ом.

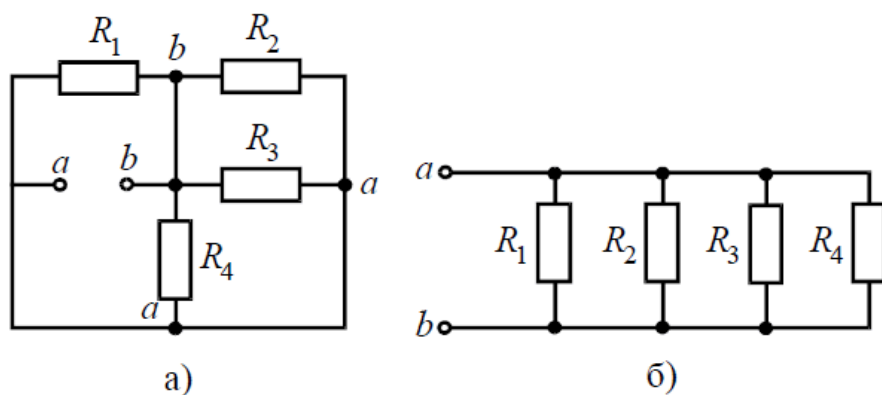


Рис. 2

Решение

Исходную схему можно перечертить относительно входных зажимов (рис. 2, б), из чего видно, что все сопротивления включены параллельно. Так как величины сопротивлений равны, то для определения величины эквивалентного сопротивления можно воспользоваться формулой:

$$R_{\text{э}} = \frac{R}{n},$$

где R – величина сопротивления, Ом;

n – количество параллельно соединенных сопротивлений.

$$R_{\text{э}} = \frac{40}{4} = 10 \text{ Ом}.$$

Текст задания №5:

Задача 3.

Определить токи ветвей схемы методом эквивалентных преобразований (рис. 3, а), если $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 3$ Ом, $J = 5$ А, $R_5 = 5$ Ом.

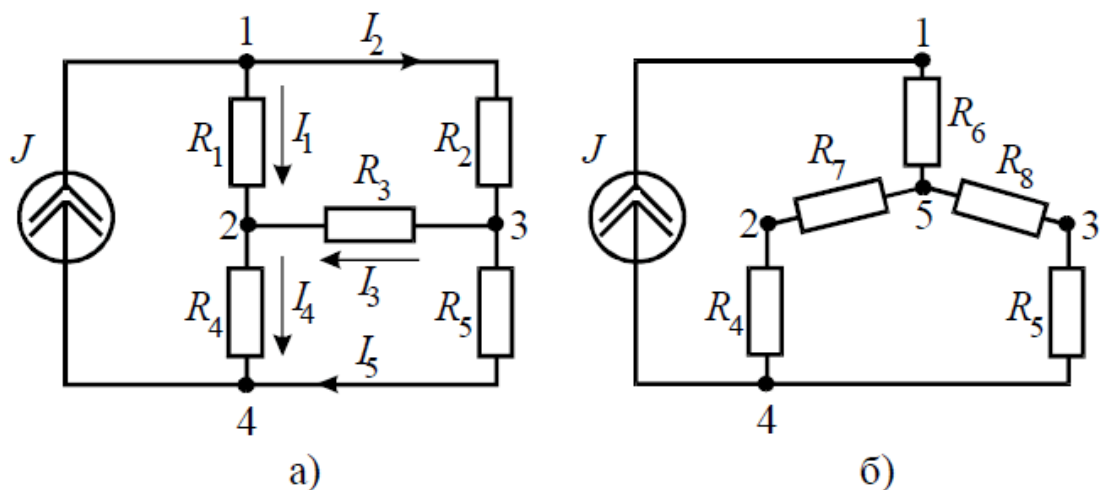


Рис. 3

Решение

Преобразуем «треугольник» сопротивлений R_1, R_2, R_3 в эквивалентную «звезду» R_6, R_7, R_8 (рис. 3, б) и определим величины полученных сопротивлений:

$$R_6 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{3 \cdot 3}{3 + 3 + 3} = 1 \text{ Ом};$$

$$R_7 = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{3 \cdot 3}{3 + 3 + 3} = 1 \text{ Ом};$$

$$R_8 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{3 \cdot 3}{3 + 3 + 3} = 1 \text{ Ом}.$$

Преобразуем параллельное соединение ветвей между узлами 4 и 5

$$R_9 = \frac{(R_4 + R_7) \cdot (R_5 + R_8)}{(R_4 + R_7) + (R_5 + R_8)} = \frac{(1 + 3) \cdot (1 + 5)}{1 + 3 + 1 + 5} = 2,4 \text{ Ом}.$$

Ток в контуре, полученном в результате преобразований, считаем равным току источника тока J , и тогда напряжение:

$$U_{54} = J \cdot R_9 = 5 \cdot 2,4 = 12 \text{ В}.$$

И теперь можно определить токи I_4 и I_5 :

$$I_4 = \frac{U_{54}}{R_7 + R_4} = \frac{12}{1 + 3} = 3 \text{ А}; \quad I_5 = \frac{U_{54}}{R_8 + R_5} = \frac{12}{1 + 5} = 2 \text{ А}.$$

Возвращаясь к исходной схеме, определим напряжение U_{32} из уравнения по второму закону Кирхгофа:

$$U_{32} + I_4 R_4 - I_5 R_5 = 0 \Rightarrow U_{32} = I_5 R_5 - I_4 R_4 = 2 \cdot 5 - 3 \cdot 3 = 1 \text{ В}.$$

Тогда ток в ветви с сопротивлением R_3 определится:

$$I_3 = \frac{U_{32}}{R_3} = \frac{1}{3} = 0,33 \text{ А}.$$

Величины оставшихся неизвестными токов можно определить из уравнений по первому закону Кирхгофа для узлов 3 и 1:

$$I_2 - I_3 - I_5 = 0 \Rightarrow I_2 = I_3 + I_5 = 0,33 + 2 = 2,33 \text{ A};$$

$$J - I_1 - I_2 = 0 \Rightarrow I_1 = J - I_2 = 5 - 2,33 = 2,67 \text{ A}.$$

Текст задания №5:

Задача 4.

Определить магнитодвижущую силу (*прямая задача расчета одноконтурной магнитной цепи*), необходимую для получения магнитного потока в $5,9 \cdot 10^{-4}$ Вб в кольцеобразном сердечнике, сечением $S = 5 \text{ см}^2$. Длина средней линии магнитной индукции $l = 25 \text{ см}$.

Определить H (напряженность магнитного поля в сердечнике) и $\mu_r \mu_0$ (относительная магнитная проницаемость материала сердечника). Материал сердечника – слаболегированная электротехническая листовая сталь Э11.

Решение

Найдем магнитную индукцию

$$B = \Phi S = 5,9 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 1,18 \text{ Вб/м}^2. B = \Phi S = 5,9 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 1,18 \text{ Вб/м}^2.$$

По кривой намагничивания для стали Э11 найдем, что индукции $B = 1,18 \text{ Вб/м}^2$ соответствует $H = 800 \text{ А/м}$.

Общая магнитодвижущая сила по *второму закону Кирхгофа для магнитной цепи (закону полного тока)*

$$F = H \cdot l = 800 \cdot 0,25 = 200 \text{ А}.$$

Определим абсолютную магнитную проницаемость:

$$\mu_a = BH = 1,18800 = 1475 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/м}. \mu_a = BH = 1,18800 = 1475 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/м}.$$

Магнитная проницаемость (относительная магнитная проницаемость)

$$\mu_r = \mu_a \mu_0 = 1475 \cdot 10^{-6} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} = 1175.$$

Критерии оценки усвоения знаний:

Производится оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам теста.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100 Получен правильный ответ и показана схема	5	отлично
80 ÷ 89 Ответ получен правильный, но не показана схема соединения	4	хорошо
70 ÷ 79 Способ решения правильный, но допущены ошибки в вычислениях	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

4. Контрольно-оценочные материалы для итоговой аттестации по учебной дисциплине

Предметом оценки являются умения и знания. Контроль и оценка осуществляются с использованием следующих форм и методов: лабораторная работа, тесты, устный опрос.

Оценка освоения дисциплины предусматривает использование накопительной, системы оценивания и проведение экзамена.

I. ПАСПОРТ

Назначение:

КОС предназначен для контроля и оценки результатов освоения учебной дисциплины

Электротехника по профессии СПО 23.01.09 Машинист локомотива

Умения

У 1. Производить расчет параметров электрических цепей

У 2. Собирать электрические схемы и проверять их работу

Знания

З 1. Методы преобразования электрической энергии

З 2. Сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях

З 3. Порядок расчета параметров электрических цепей

II. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЭКЗАМЕНУЮЩЕГОСЯ

Инструкция для обучающихся

1. Внимательно прочитайте задание.

2. Выполните задание.

Вы можете воспользоваться оборудованием инструментами, натуральными образцами, макетами.

2. Время выполнения задания 40 мин.

Задание

Тексты заданий по 30 вариантам прилагаются (приложение 1)

III. ПАКЕТ ЭКЗАМЕНАТОРА

1. Инструкция

1. Внимательно изучите информационный блок пакета экзаменатора

1. Ознакомьтесь с заданием для экзаменуемых (приложение 1)

Количество вариантов заданий (пакетов заданий) для экзаменуемых: 30 (приложение 1)

Время выполнения каждого задания и максимальное время на экзамен: 40 минут

Условия выполнения заданий: задание выполняется в учебном кабинете.

Литература для экзаменуемых (справочная, методическая и др.)

Перечень литературы, допущенной для использования на экзамене прилагается.

Экзаменационная ведомость по учебной дисциплине Электротехника

Ф.И.О. _____
обучающегося на _____ курсе по профессии СПО 23.01.09 «Машинист локомотива»,
прошёл курс учебной дисциплины Электротехника: теоретической части в количестве
_____ часов; практической части в количестве _____ часов.
Зачет по учебной дисциплине сдал на _____.
Экзаменатор Ф.И.О. _____ подпись _____ дата _____

Приложение 1

Задания для оценки освоения дисциплины

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

- Вопрос 1** Напишите формулы закона Ома, связывающие напряжение U , ток I , сопротивление R .
- Вопрос 2** Цепь переменного тока с последовательным соединением индуктивности, ёмкости.
- Вопрос 3** Определите сопротивление между клеммами схемы, если $R_1 = 50 \text{ Ом}$, $R_2 = 25 \text{ Ом}$, $R_3 = 50 \text{ Ом}$, $R_4 = 50 \text{ Ом}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

- Вопрос 1** Напишите формулу закона Кирхгофа для токов I в узле и объясните смысл этого закона.
- Вопрос 2** Дайте определение, что такое электрическая мощность и электрическая энергия. Приведите единицы измерения этих величин.
- Вопрос 3** Определите сопротивление между клеммами схемы, если $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 50 \text{ Ом}$, $R_3 = 100 \text{ Ом}$, $R_4 = 100 \text{ Ом}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

- Вопрос 1** Понятие о постоянном токе. Электрический ток с точки зрения электронной теории строения вещества. Единица измерения электрического тока.
- Вопрос 2** Резонанс напряжений
- Вопрос 3** Определите сопротивление между клеммами схемы, если $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 50 \text{ Ом}$, $R_3 = 100 \text{ Ом}$, $R_4 = 100 \text{ Ом}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

- Вопрос 1** Внутренний и внешний участок цепи. Внутреннее сопротивление источников электроэнергии
- Вопрос 2** Режимы работы электрической цепи.
- Вопрос 3** Определите сопротивление между клеммами схемы, если $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$, $R_4 = 10 \text{ Ом}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

- Вопрос 1** Различие между ЭДС и напряжением на зажимах источника электроэнергии. Единица измерения Э.Д.С. и напряжения.
- Вопрос 2** Мощность переменного тока. Активная и реактивная мощности. Полная мощность.
- Вопрос 3** Что называется узлом электрической цепи? Каково минимальное количество ветвей должно в нем сходиться?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

Вопрос 1 Электрическое сопротивление, проводимость. Зависимость сопротивления от сечения, длины, материала проводника

Вопрос 2 Трёхфазный ток. Принципиальная схема получения трёхфазного тока.

Вопрос 3 Опишите принцип действия машины постоянного тока. Что такое якорь, коллектор, индуктор, щетки?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

Вопрос 1 Удельное сопротивление. Величины удельного электрического сопротивления основных электротехнических металлов. Зависимость электрического сопротивления от температуры проводника.

Вопрос 2 Симметричная и несимметричная трёхфазная система. Линейные и фазные токи и напряжения

Вопрос 3 Опишите принцип действия машины постоянного тока в режиме генератора.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

Вопрос 1 Зависимость силы тока от напряжения, сопротивления. Закон Ома для полной цепи, участка цепи.

Вопрос 2 Трансформаторы

Вопрос 3 Опишите принцип действия машины постоянного тока в режиме двигателя.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

Вопрос 1 Последовательное и параллельное соединение проводников. Разветвление электрической цепи

Вопрос 2 Электрические свойства полупроводников

Вопрос 3 Что такое резонанс токов? В какой цепи он возникает. Опишите его свойства.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

Вопрос 1 1-й закон Кирхгофа.

Вопрос 2 Электронно-дырочный переход

Вопрос 3 Что такое асинхронный двигатель?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

Вопрос 1 2-й закон Кирхгофа и его применение для расчёта различных электрических схем.

Смешанное соединение сопротивлений.

Вопрос 2 Полупроводниковые диоды. Основные типы полупроводниковых диодов

Вопрос 3 В чем преимущество применения переменного тока в электротехнике?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

Вопрос 1 Соотношение между работой электрического тока и механической работой, КПД.

Закон Джоуля - Ленца.

Вопрос 2 Первичная обмотка трансформатора содержит 2200 витков провода, а вторичная 120 витков. Чему будет равно напряжение на выводах вторичной обмотки, если на первичную обмотку подается 220 Вольт?

Вопрос 3 Опишите принцип действия полупроводникового диода.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

Вопрос 1 Источники вторичного электропитания электронных устройств. Общие сведения

Вопрос 2 Режимы работы биполярного транзистора

Вопрос 3 Что такое синхронный двигатель? Опишите принцип его действия.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

Вопрос 1 Электромагнетизм. Понятие о намагничивающей или магнитодвижущей силе, магнитная постоянная, магнитная проницаемость

Вопрос 2 Что такое асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором? Опишите принцип его действия, нагрузочную характеристику.

Вопрос 3 Перечислите общие правила при выполнении электрических измерений.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

Вопрос 1 Взаимодействие проводника с током с магнитным полем. Правило "левой руки".

Вопрос 2 Перечислите основные правила эксплуатации электрооборудования.

Вопрос 3 Составьте схему включения, смешанного соединения резисторов, подключив измерительные приборы (амперметры и вольтметр).

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

Вопрос 1 Индуктивность, единица её измерения. Взаимная индукция и ЭДС взаимоиндукции

Вопрос 2 Параметры биполярного транзистора. Частотные свойства биполярного транзистора

Вопрос 3 Приведите основные условные графические обозначения, применяемые в электрических схемах

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

Вопрос 1 Получение индуцированной ЭДС. Правило "правой руки". Величина индуцированной ЭДС.

Вопрос 2 Объясните, чем опасен режим короткого замыкания

Вопрос 3 Какова потеря напряжения, если сопротивление одного провода двухпроводной линии постоянного тока равно 0,05 Ом, а через нагрузку течёт ток 10 А?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

Вопрос 1 Правило Ленца. Самоиндукция. Вихревые токи.

Вопрос 2 Перечислите правила техники безопасности при работах в электротехническом кабинете.

Вопрос 3 Определите сопротивление нити электрической лампы мощностью 100 Вт, если лампа рассчитана на напряжение 220 В.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

Вопрос 1 Цепь однофазного переменного тока. Получение переменного тока. Период и частота.

Вопрос 2 Устройство и принцип работы электромагнитного реле.

Вопрос 3 Дайте понятие электрической схемы. Для чего она служит

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20

Вопрос 1 Объясните, в чём заключается явление электромагнитной индукции, и как определяется величина и направление ЭДС электромагнитной индукции в проводнике?

Вопрос 2 Что такое трансформатор? Как он устроен и для чего он служит?

Вопрос 3 Объясните особенности соединения обмоток генератора звездой и соотношение линейных и фазных напряжений и токов. Объясните роль нулевого провода.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21

Вопрос 1 Среднее значение тока и напряжения. Действующие значения напряжения и тока. Графическое изображение синусоидальных величин

Вопрос 2 Импульсные и цифровые устройства. Общие сведения Вопрос 3 Три конденсатора соединены параллельно. Ёмкость конденсаторов одинаковая $C_1=C_2=C_3= 30$ мкФ. Какова эквивалентная ёмкость батареи конденсаторов при параллельном соединении? Начертить схему соединения конденсаторов.
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22 Вопрос 1 Цепь переменного тока, содержащая активное сопротивление. Вопрос 2 Внешние характеристики выпрямителей. Управляемые выпрямители Вопрос 3 Определите эквивалентное сопротивление резисторов и изобразите схему подключения, если два резистора с сопротивлениями $R_1=10$ Ом, $R_2=15$ Ом соединены параллельно. Последовательно к этим резисторам подсоединён резистор с сопротивлением $R_3=6$ Ом.
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23 Вопрос 1 Цепь переменного тока, содержащая индуктивность. Кривые токов и напряжений. Сдвиг фаз между ними. Вопрос 2 Сглаживающие фильтры. Емкостные фильтры. Индуктивные фильтры Вопрос 3 Составьте схему включения трёх параллельно соединённых резисторов. Соберите схему параллельного соединения трёх резисторов с подключением измерительных приборов. Соберите эту схему на лабораторном стенде.
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24 Вопрос 1 Дайте определение физической величины «индуктивность катушки». Единицы измерения. Вопрос 2 Объясните принцип классификации генераторов постоянного тока. Вопрос 3 Сформулируйте закон полного тока для магнитной цепи.

Министерство образования и науки Забайкальского края
Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Шилкинский многопрофильный лицей»

Утверждаю:
Зам.директора по УПР
ГПОУ «Шилкинский
МПЛ»

____ И.Н. Музгина
«01» сентября 20 ____ г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению внеаудиторной самостоятельной работы студентов
по учебной дисциплине ОП 03. Электротехника
по профессии 23.01.09 «Машинист локомотива»

20....

Методические рекомендации по самостоятельной работе обучающихся разработаны на основе программы учебной дисциплины ОП 03 Электротехника

Организация разработчик: Государственное профессиональное образовательное учреждение «Шилкинский многопрофильный лицей», 673370, Забайкальский край
г. Шилка, ул. Ленина, 69, тел/факс.: (30244) 2-09-84, тел. 2-08-48,

e-mail:pu16shilka@yandex.ru

Автор:

Корчагина Ирина Владимировна, преподаватель ГПОУ «Шилкинский ПМЛ»

Рассмотрена на заседании МК протокол № _____ от «_____» _____ 20 ____ г.

председатель МК _____ И.В. Суханова

Содержание

Пояснительная записка.....	4
Тематика самостоятельной работы.....	6

Общие положения по самостоятельной работе.....	8
Методические рекомендации по составлению сообщения.....	10
Методические рекомендации по решению задач.....	13
Информационное обеспечение методических рекомендаций.....	14

Пояснительная записка

Сегодня основные задачи профессионального образования, сводятся к подготовке не просто квалифицированного работника, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, способного к эффективной работе на уровне мировых

стандартов, но и готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности, удовлетворению потребности в получении соответствующего образования. Решение этих задач невозможно без повышения роли внеаудиторной самостоятельной работы, учащихся над учебным материалом, усиления ответственности преподавателя за развитие навыков самостоятельной работы студентов, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание их творческой активности и инициативы.

Внеаудиторную самостоятельную работу студентов можно рассматривать как этап подготовки и перехода к целенаправленной научно-исследовательской работе. Широкое привлечение студентов к хорошо организованной, методически продуманной научно-исследовательской работе, тесно связанной с учебным процессом и профилем будущей профессии, становится весьма эффективным средством улучшения качества и повышения уровня их подготовки.

Учебная дисциплина «Электротехника» разработана для приобретения знаний о техническом использовании электрических и электромагнитных явлений. Широкое распространение электротехники в современной промышленности и на транспорте объясняется относительной простотой получения электрической энергии, передачи её на дальние расстояния, распределения между потребителями и преобразования в другие виды энергии.

Основные цели и задачи электротехники как науки – это знание основных законов, которые положены в основу работы самых различных электротехнических устройств, представление их конструкции, принципа действия, основных характеристик, методов испытаний, областей применения и, наконец, алгоритмов их расчёта. Этими устройствами и установками могут быть электрическая система освещения и вентиляция, электроинструмент, система контроля и измерений электромагнитное реле или электрический двигатель, электронный усилитель или цифровое устройство.

Основу программы составляет содержание, согласованное с требованиями федерального компонента государственного стандарта среднего (полного) общего образования базового уровня.

Программа выполняет две основные функции:

- информационно-методическую, позволяющую всем участникам образовательного процесса получить представление о целях, содержании, общей стратегии обучения, воспитания и развития студентов средствами предмета «Электротехника»;
- организационно-планирующую, предусматривающую выделение этапов обучения, структурирование учебного материала, определение его количественных и качественных характеристик на каждом из этапов, в том числе для содержательного наполнения промежуточной аттестации студентов.

Основными содержательными разделами программы являются:

- основные положения электротехники, методы расчёта простых электрических цепей;
- принципы работы типовых электронных устройств;
- устройство и принцип действия электропитающих установок.

Таким образом, программа учебной дисциплины предоставляет возможность реализации различных подходов к построению образовательного процесса, формированию у студентов системы знаний, умений, универсальных способов деятельности и общих компетенций:

- понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;
- организовать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем;

- анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

Место дисциплины в структуре основной общеобразовательной базовой программы: общеобразовательный цикл.

Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**

– основные положения электротехники, методы расчёта простых электрических цепей;

– принципы работы простых электронных устройств;

– устройство и принцип действия электропитающих установок.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

– читать электрические схемы и чертежи;

– собирать простейшие электрические схемы;

– измерять параметры электрических цепей.

Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

Взаимосвязь аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины:

максимальной учебной нагрузки обучающегося **78** часов, в том числе:

– обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося **52** часа;

– лабораторные работы **14** часов

самостоятельной внеаудиторной работы обучающегося **26** часов.

Тематика внеаудиторной самостоятельной работы

Наименование разделов и тем	Объем часов на аудиторную работу	Объем часов на внеаудиторную самостоятельную работу	Содержание внеаудиторной самостоятельной работы	Вид контроля и отчетность по результатам внеаудиторной самостоятельной работы
Раздел 1. Сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях.	26	14		
Тема 1.1. Основные понятия об электрических и магнитных цепях	28	14	Приготовить сообщение на тему: «Назначение резисторов и реостатов, материал для их изготовления»	Заслушивание сообщения
			«Мостовая схема соединения резисторов и её применение.» смешанное соединение.	схема
			Приготовить сообщение на тему: «Режимы работы электрической цепи.»	таблица
			Приготовить сообщение на тему: Тепловое действие электрического тока	Заслушивание сообщения
			Приготовить сообщение на тему: Конденсаторы, их назначение и устройство	Заслушивание сообщения
			Приготовить сообщение на тему: «Самоиндукция и взаимоиндукция. Вихревые токи.»	Заслушивание сообщения
			«Способы усиления магнитных полей.»	таблица
Тема 2.1 Преобразование электрической энергии	18	9	Приготовить сообщение на тему: «Понятия об автотрансформаторах, простейшая схема включения»	Заслушивание сообщения
			Приготовить сообщение на тему: «Характеристики асинхронных двигателей, объяснить механическую и рабочую характеристику асинхронного двигателя»	Заслушивание сообщения
			Приготовить сообщение на тему: «Назначение и принцип действия синхронной машины, объяснить конструктивную схему машины и конструкцию ротора»	Заслушивание сообщения

			Приготовить сообщение на тему: «Синхронный двигатель, принцип действия и устройство»	Заслушивание сообщения
			Решить задачу разными способами	Проверка решения

Общие положения по внеаудиторной самостоятельной работе

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся в лицее является важным видом учебной и исследовательской деятельности обучающихся. Обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся должна стать эффективной и целенаправленной работой.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования – «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности».

Решение этих задач невозможно без повышения роли внеаудиторной самостоятельной работы, обучающихся над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков внеаудиторной самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста обучающихся, воспитание творческой активности и инициативы.

Целью внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профессии, опытом творческой, исследовательской деятельности. Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических занятиях, для эффективной подготовки к итоговому зачету.

Основными видами внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подготовка к семинарам и практическим работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов;
- подготовка рецензий на статью;

- выполнение микроисследований;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

Процесс организации самостоятельной работы обучающихся включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, задач);
- основной (реализация самостоятельной работы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности работы).

Методические рекомендации по подготовке сообщения

При подготовке сообщения целесообразно воспользоваться следующими рекомендациями:

- Уясните для себя суть темы, которая вам предложена.
- Подберите необходимую литературу (старайтесь пользоваться несколькими источниками для более полного получения информации).
- Тщательно изучите материал учебника по данной теме, чтобы легче ориентироваться в необходимой вам литературе и не сделать элементарных ошибок.
- Изучите подобранный материал (по возможности работайте карандашом, выделяя самое главное по ходу чтения).
- Составьте план сообщения (доклада).
- Напишите текст сообщения (доклада).

Помните!

Выбирайте только интересную и понятную информацию. Не используйте неясные для вас термины и специальные выражения.

- Не делайте сообщение очень громоздким.
- При оформлении доклада используйте только необходимые, относящиеся к теме рисунки и схемы.
- В конце сообщения (доклада) составьте список литературы, которой вы пользовались при подготовке.
- Прочитайте написанный текст заранее и постарайтесь его пересказать, выбирая самое основное.
- Говорите громко, отчетливо и не торопитесь. В особо важных местах делайте паузу или меняйте интонацию – это облегчит её восприятие для слушателей.

Искусство устного выступления состоит не только в отличном знании предмета речи, но и в умении преподнести свои мысли и убеждения правильно и упорядоченно, красноречиво и увлекательно.

Любое устное выступление должно удовлетворять трем основным критериям, которые в конечном итоге и приводят к успеху: это критерий правильности, т.е. соответствия языковым нормам, критерий смысловой адекватности, т.е. соответствия содержания выступления реальности, и критерий эффективности, т.е. соответствия достигнутых результатов поставленной цели.

Работу по подготовке устного выступления можно разделить на два основных этапа: до коммуникативный этап (подготовка выступления) и коммуникативный этап (взаимодействие с аудиторией).

Работа по подготовке устного выступления начинается с формулировки темы. Лучше всего тему сформулировать таким образом, чтобы ее первое слово обозначало наименование полученного в ходе выполнения проекта научного результата. Тема выступления не должна быть перегруженной, нельзя "объять необъятное", охват большого количества вопросов приведет к их беглому перечислению, к декларативности вместо глубокого анализа. Неудачные формулировки - слишком длинные или слишком краткие и общие, очень банальные и скучные, не содержащие проблемы, оторванные от дальнейшего текста и т.д.

Само выступление должно состоять из трех частей – вступления (10-15% общего времени), основной части (60-70%) и заключения (20-25%).

Вступление включает в себя представление авторов (фамилия, имя отчество, при необходимости место учебы/работы, статус), название доклада, расшифровку подзаголовка с целью точного определения содержания выступления, четкое определение стержневой идеи. Стержневая идея проекта понимается как основной тезис, ключевое

положение. Стержневая идея дает возможность задать определенную тональность выступлению. Сформулировать основной тезис означает ответить на вопрос, зачем говорить (цель) и о чем говорить (средства достижения цели).

Требования к основному тезису выступления:

- фраза должна утверждать главную мысль и соответствовать цели выступления;
- суждение должно быть кратким, ясным, легко удерживаться в кратковременной памяти;
- мысль должна пониматься однозначно, не заключать в себе противоречия.

План развития основной части должен быть ясным. Должно быть отобрано оптимальное количество фактов и необходимых примеров.

Если использование специальных терминов и слов, которые часть аудитории может не понять, необходимо, то постарайтесь дать краткую характеристику каждому из них, когда употребляете их в процессе презентации впервые.

Самые частые ошибки в основной части доклада - выход за пределы рассматриваемых вопросов, перекрывание пунктов плана, усложнение отдельных положений речи, а также перегрузка текста теоретическими рассуждениями, обилие затронутых вопросов (декларативность, бездоказательность), отсутствие связи между частями выступления, несоразмерность частей выступления (затянутое вступление, скомканность основных положений, заключения).

В заключении необходимо сформулировать выводы, которые следуют из основной идеи (идей) выступления. Правильно построенное заключение способствует хорошему впечатлению от выступления в целом. В заключении имеет смысл повторить стержневую идею и, кроме того, вновь (в кратком виде) вернуться к тем моментам основной части, которые вызвали интерес слушателей. Закончить выступление можно решительным заявлением. Вступление и заключение требуют обязательной подготовки, их труднее всего создавать на ходу. Психологи доказали, что лучше всего запоминается сказанное в начале и в конце сообщения ("закон края"), поэтому вступление должно привлечь внимание слушателей, заинтересовать их, подготовить к восприятию темы, ввести в нее (не вступление важно само по себе, а его соотнесение с остальными частями), а заключение должно обобщить в сжатом виде все сказанное, усилить и сгустить основную мысль, оно должно быть таким, "чтобы слушатели почувствовали, что дальше говорить нечего".

Подготовка сообщения

Подготовка информационного сообщения – это вид внеаудиторной самостоятельной работы по подготовке небольшого по объёму устного сообщения для озвучивания на семинаре, практическом занятии. Сообщаемая информация носит характер уточнения или обобщения, несёт новизну, отражает современный взгляд по определённым проблемам. Сообщение отличается от докладов и рефератов не только объёмом информации, но и её характером – сообщения дополняют изучаемый вопрос фактическими или статистическими материалами. Оформляется задание письменно, оно может включать элементы наглядности (иллюстрации, демонстрацию).

Регламент времени на озвучивание сообщения – до 5 мин.

Роль преподавателя:

- определить тему и цель сообщения;
- определить место и сроки подготовки сообщения;
- оказать консультативную помощь при формировании структуры сообщения;
- рекомендовать базовую и дополнительную литературу по теме сообщения;
- оценить сообщение в контексте занятия.

Роль студента:

- собрать и изучить литературу по теме;
- составить план или графическую структуру сообщения;

- выделить основные понятия;
- ввести в текст дополнительные данные, характеризующие объект изучения;
- оформить текст письменно;
- сдать на контроль преподавателю и озвучить в установленный срок.

Объем сообщения – 1-2 страниц текста, оформленного в соответствии с указанными ниже требованиями.

Этапы работы над сообщением.

1. Подбор и изучение основных источников по теме, указанных в данных рекомендациях.
2. Составление списка используемой литературы.
3. Обработка и систематизация информации.
4. Написание сообщения.
5. Публичное выступление и защита сообщения.

Образец оформления титульного листа к сообщению.

**Министерство образования и науки Забайкальского края
Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Шилкинский многопрофильный лицей»**

Сообщение

По учебной дисциплине ОП.03. Электротехника
по профессии «Машинист локомотива»

Тема:

Выполнил:
Проверил: преподаватель

Шилка
20

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 259083907921181952501347624724699269454793049322

Владелец Шулимова Евгения Рафаильевна

Действителен с 25.09.2023 по 24.09.2024