

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г. И. Носова»
Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП.03 Электротехника и электроника
для обучающихся специальности
22.02.05 Обработка металлов давлением**

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО:

Предметно-цикловой комиссией «Металлургия и
обработка металлов давлением»
Председатель О.В. Шелковникова
Протокол № 10 от 22.06.2022 г.

Методической комиссией МпК
Протокол № 6 от 29.06.2022 г.

Разработчик :

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж Н.С. Бахтова

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж Н.Г. Коновалова

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины ОП.03 «Электротехника и электроника».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.05 «Обработка металлов давлением» и овладению общими компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	5
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	6
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	7
Лабораторное занятие 1	8
Практическое занятие 1	9
Практическое занятие 2	10
Практическое занятие 3	12
Лабораторное занятие 2	14
Практическое занятие 4	17
Практическое занятие 5	19
Лабораторное занятие 3	20
Практическое занятие 6	23
Практическое занятие 7	27
Практическое занятие 8	

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Электротехника и электроника» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий. В рамках практического лабораторного занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических, лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

У 1.1.04 выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;

У 1.1.05 правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;

У 1.3.03 снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;

У 1.6.02 производить расчеты простых электрических цепей;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению профессиональными компетенциями: ПК 1.1. Планировать производство и организацию технологического процесса в цехе обработки металлов давлением;

ПК 1.2. Планировать грузопотоки продукции по участкам цеха;

ПК 1.3. Координировать производственную деятельность участков цеха с использованием программного обеспечения, компьютерных и коммуникационных средств;

ПК 1.4. Организовывать работу коллектива исполнителей;

ПК 1.5. Использовать программное обеспечение по учету и складированию выпускаемой продукции;

ПК 1.6. Рассчитывать и анализировать показатели эффективности работы участка, цеха;

ПК 1.7. Оформлять техническую документацию на выпускаемую продукцию;

ПК 1.8. Составлять рекламации на получаемые исходные материалы;

ПК 2.1. Выбирать соответствующее оборудование, оснастку и средства механизации для ведения технологического процесса;

ПК 2.2. Проверять исправность и оформлять техническую документацию на технологическое оборудование;

ПК 2.3. Производить настройку и профилактику технологического оборудования;

ПК 2.4. Выбирать производственные мощности и топливно-энергетические ресурсы для ведения технологического процесса;

ПК 2.5. Эксплуатировать технологическое оборудование в плановом и аварийном режимах;

ПК 2.6. Производить расчеты энергосиловых параметров оборудования;

ПК 3.1. Проверять правильность назначения технологического режима обработки металлов давлением;

- ПК 3.2. Осуществлять технологические процессы в плановом и аварийном режимах;
- ПК 3.3. Выбирать виды термической обработки для улучшения свойств и качества выпускаемой продукции;
- ПК 3.4. Рассчитывать показатели и коэффициенты деформации обработки металлов давлением;
- ПК 3.5. Рассчитывать калибровку рабочего инструмента и формоизменение выпускаемой продукции;
- ПК 3.6. Производить смену сортамента выпускаемой продукции;
- ПК 3.7. Осуществлять технологический процесс в плановом режиме, в том числе используя программное обеспечение, компьютерные и телекоммуникационные средства;
- ПК 3.8. Оформлять техническую документацию технологического процесса;
- ПК 3.9. Применять типовые методики расчета параметров обработки металлов давлением;
- ПК 4.1. Выбирать методы контроля, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции;
- ПК 4.2. Регистрировать и анализировать показатели автоматической системы управления технологическим процессом;
- ПК 4.4. Предупреждать появление, обнаруживать и устранять возможные дефекты выпускаемой продукции;
- ПК 4.5. Оформлять техническую документацию при отделке и контроле выпускаемой продукции;
- ПК 5.1. Организовывать и проводить мероприятия по защите работников от негативного воздействия производственной среды ПК;
- 5.2. Проводить анализ травмоопасных и вредных факторов на участках цехов обработки металлов давлением;
- ПК 5.3. Создавать условия для безопасной работы;
- ПК 5.4. Оценивать последствия технологических чрезвычайных ситуаций и стихийных явлений на безопасность работающих;
- ПК 5.5. Оказывать первую медицинскую помощь пострадавшим;
- А также формированию **общих компетенций**:
- ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
- ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.
- ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.
- ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.
- ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
- ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
- ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
- Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника и электроника» направлено на:
- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
 - формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Количество часов	в форме практическое подготовки	Требования ФГОС СПО (уметь)
Раздел 1 Электротехника		22		
Тема 1.3 Электрические цепи постоянного тока	Лабораторная работа №1. Изучение соединений резисторов и проверка законов Ома и Кирхгофа	2		У 1.6.02 У 1.1.04, У 1.1.05, У 4.1.02, У 1.3.03,
	Практическая работа №1. Расчет электрических цепей постоянного тока	2		У 1.6.02
Тема 1.4 Электрические цепи однофазного переменного тока	Практическая работа №2. Расчет неразветвленной цепи переменного тока с активным, индуктивным и емкостным элементами.	2		У 1.6.02
Тема 1.5 Электрические цепи трехфазного переменного тока	Практическая работа №3. Расчет трёхфазной цепи при соединении «звездой» и «треугольником».	2		У 1.6.02
Тема 1.6 Электрические измерения и электроизмерительные приборы	Лабораторная работа №2. Поверка измерительного прибора	2		У 1.1.04, У 1.1.05, У 4.1.02, У 1.3.03,

Тема 1.7 Трансформаторы	Практическая работа №4. Расчёт параметров однофазного трансформатора	2		У 1.1.04, У 1.1.05,
Тема 1.9 Электрические машины постоянного тока	Практическая работа №5. Расчет параметров двигателей постоянного тока с параллельной обмоткой возбуждения	2		У 1.1.04, У 1.1.05, У 1.6.02, У 1.3.03,
Тема 1.10 Основы электропривода	Лабораторная работа №3. Сборка схемы релейно- контакторного управления асинхронным двигателем	4		У 1.1.04, У 1.1.05, У 1.6.02,
	Практическая работа №6. Выбор аппаратуры управления и защиты	2		У 1.1.04, У 1.1.05, У 1.6.02,
Тема 1.11 Передача и распределение электрической энергии	Практическая работа №7. Выбор сечения проводников	2		У 1.1.04, У 1.1.05
Раздел 2 Электроника		2		
Тема 2.3 Электронные выпрямители и стабилизаторы	Практическая работа №8. Расчет параметров и составление схем различных типов выпрямителей	2		У 1.1.04
ИТОГО		24		

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.3.

Электрические цепи постоянного тока.

Лабораторное занятие № 1

Изучение соединений резисторов и проверка законов Ома и Кирхгофа

Цель: опытная проверка соотношений электрических величин при последовательном и параллельном соединении приемников электрической энергии.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.6.02 производить расчеты простых электрических цепей;

У 1.3.03 снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;

У 1.1.05 правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;

У 1.1.04 выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;

Материальное обеспечение:

инструкция по выполнению лабораторной работы №2, лабораторные стенды «Уралочка», "Электрические цепи".

Задание:

1. проверка основных соотношений между током, напряжением и сопротивлением при последовательном и параллельном соединении электроприёмников.

2 Опытным путем проверить справедливость законов Кирхгофа.

Порядок выполнения работы:

1. Допуск к работе: входной контроль в виде фронтального опроса:

- какое соединение называют последовательным?

- закон Ома для участка цепи

- как определяется общее сопротивление цепи с последовательным соединением элементов?

- какое соединение называется параллельным?

- формулировка первого закона Кирхгофа для узла

- что называется узлом, ветвью, контуром?

- основные соотношения между током, напряжением и сопротивлением при параллельном и последовательном соединении.

2. Исследование свойств последовательного, параллельного соединения и законов Кирхгофа.

Ход работы:

1. Внимательно прочитать инструкцию, ознакомиться с приборами и оборудованием, определить цену деления приборов.

2. Начертить схему последовательного соединения резисторов (3 резистора). Определить место включения измерительных приборов для измерения всех токов и напряжений в схеме. Определить пределы измерения и цену деления измерительных приборов.

3. Собрать схему. После проверки правильности схемы преподавателем включить установку. Результаты измерения занести в таблицу 1.1.

Таблица 1.1-Результаты проверки последовательного соединения резисторов

Сопротивление	Результаты измерения	Результаты расчетов
---------------	----------------------	---------------------

	Напряжение, В	Ток, А	Напряжение, В	Ток, А
R1				
R2				
R3				
R _{общ} = R1+ R2 +R3				

4. Проверить правильность законов последовательного соединения резисторов

$$U_{общ} = U_1 + U_2 + U_3, \quad I_{общ} = I_1 = I_2 = I_3, \quad R_{общ} = \frac{U_{общ}}{I_{общ}}.$$

5. Изучить схему последовательного соединения резисторов.

6. Собрать схему. После проверки правильности схемы преподавателем включить установку. Результаты измерения занести в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 -Результаты проверки последовательного соединения резисторов

Сопротивление	Результаты измерения		Результаты расчетов	
	Напряжение, В	Ток, А	Напряжение, В	Ток, А
R ₁				
R ₂				
R ₃				
1/R _{общ} = 1/R ₁ + 1/R ₂ +1/R ₃				
Разомкнуть цепь резистора R3 и измерить ток и напряжение на R1 и R2				
R ₁				
R ₂				
1/R _{общ} = 1/R ₁ + 1/R ₂				

7. Проверить правильность законов последовательного соединения резисторов

А) $U_{общ} = U_1 = U_2 = U_3$;

Б) $I_{общ} = I_1 + I_2 + I_3$;

В)

$$R_{общ} = \frac{U_{общ}}{I_{общ}}.$$

8.Начертить сложную электрическую схему, состоящую из трех ветвей.

9. Собрать схему. После проверки правильности схемы преподавателем включить установку. Результаты измерения занести в таблицу 1.3.

Таблица 1.3-Результаты проверки справедливости законов Кирхгофа

	Результаты измерения			Результаты расчетов		
	Токи	Падения напряжения на пассивных элементах электрической цепи	$\sum E, В$	Токи	Падения напряжения на пассивных элементах	$\sum E$

												электрической цепи				
	I1, А	I2, А	I3, А	U _{R1} , В	U _{R2} , В	U _{R3} , В	U _{R4} , В		I1, А	I2, А	I3,А	U _{R1} , В	U _{R2} , В	U _{R3} , В	U _{R4} , В	
Контур 1																
Контур 2																

10. Составить уравнения по первому и второму законам Кирхгофа и рассчитать токи, падения напряжения на каждом сопротивлении, результаты расчета записать в таблице и сравнить с результатами измерения.

11. Проверить правильность законов Кирхгофа.

12. Сделайте выводы о подтверждении свойств последовательного и параллельного соединения резисторов и законов Кирхгофа.

Форма представления результата: отчет определённой работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Практическое занятие № 1

Расчет электрических цепей постоянного тока

Цель:

- закрепить знания по теме «Способы соединения активных и пассивных элементов электрической цепи»;

- научить рассчитывать простую электрическую цепь методом эквивалентных преобразований.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.6.02 производить расчеты простых электрических цепей;

Задание:

1. Определить эквивалентное сопротивление электрической цепи. Определить общий ток и мощность электрической цепи.

Ход работы:

1. В соответствии с номером варианта из таблицы 1 выписать значения параметров электрической цепи и начертить электрическую схему из таблицы 2.

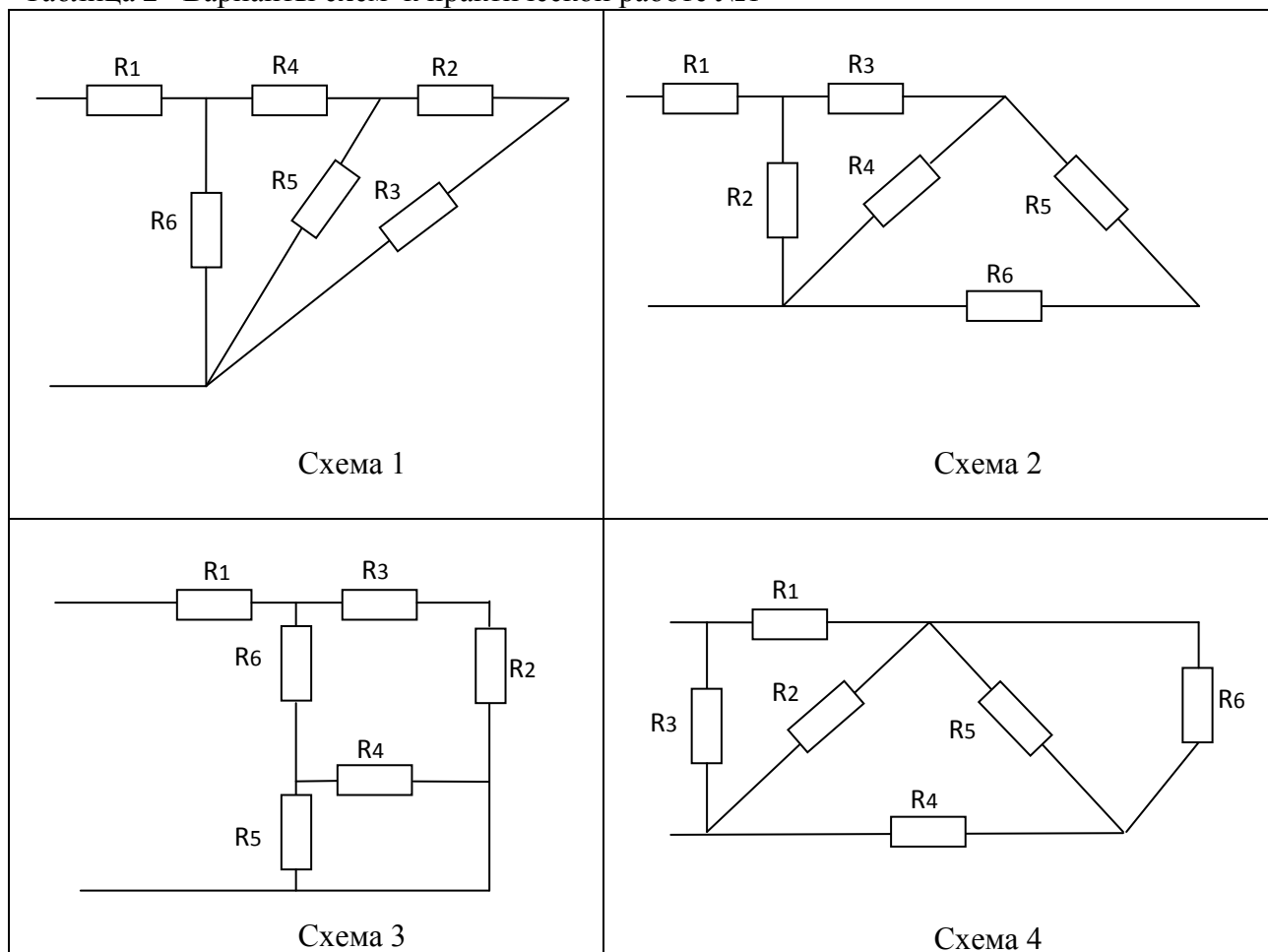
2. Определить общее сопротивление электрической цепи.

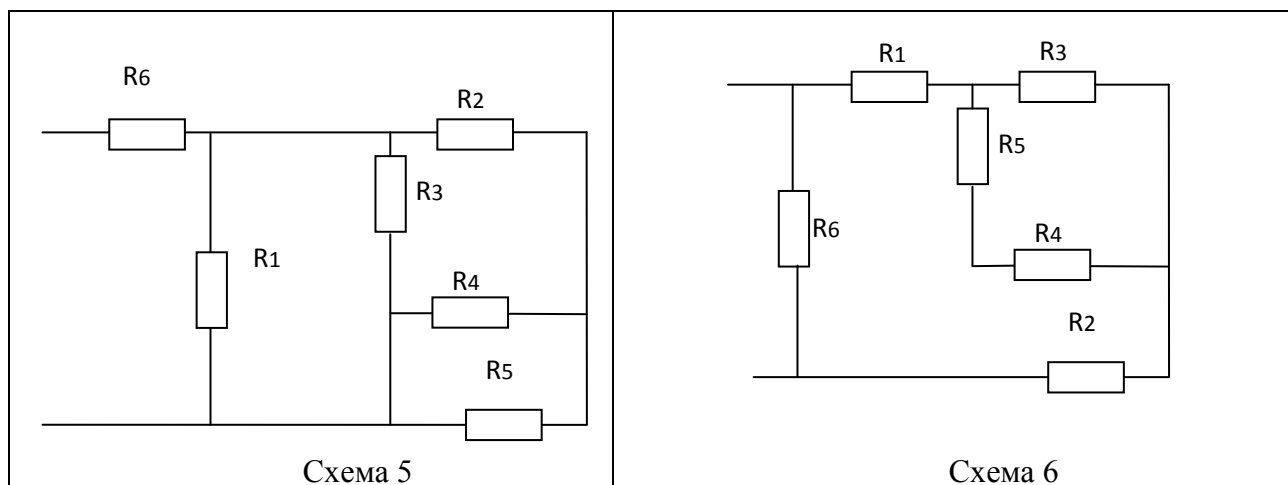
3. Определить общее напряжение, общий ток и общую мощность электрической цепи.

Таблица 1 – Варианты заданий к практической работе №1

Номер варианта	номер схемы	Сопротивления, Ом						Дано
		R1, Ом	R2, Ом	R3, Ом	R4, Ом	R5, Ом	R6, Ом	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	10	4	4	8	5	3	$U_4 = 20B$
2	2	2	6	7	4	4	14	$U_5 = 40B$
3	3	3	5	9	6	3	15	$U_4 = 10B$
4	4	13	4	4	8	8	16	$U_6 = 30B$
5	5	25	3	2	4	6	5	$U_5 = 20B$
6	6	4	8	8	2	4	4	$U_5 = 20B$
7	7	8	6	4	6	2	4	$P_4 = 220Bm$
8	8	9	4	6	8	8	6	$P_4 = 100Bm$
9	1	6	2	8	10	15	8	$P_5 = 120Bm$
10	2	3	8	4	15	11	10	$P_4 = 140Bm$
11	3	12	4	2	11	7	15	$P_5 = 90Bm$
12	4	13	6	6	7	18	11	$P_6 = 200Bm$
13	5	16	8	8	18	9	7	$P_3 = 210Bm$
14	6	17	4	10	9	8	8	$P_4 = 200Bm$
15	7	15	2	2	8	10	9	$I_2 = 2A$

Таблица 2– Варианты схем к практической работе №1





Форма представления результата: Своевременно и правильно выполненные расчёты

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.4. Электрические цепи однофазного переменного тока

Практическое занятие № 2

Расчет неразветвленной цепи переменного тока с активным, индуктивным и емкостным элементами

Цель: научиться производить расчет неразветвленных цепей переменного тока

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 1.6.02 производить расчеты простых электрических цепей;

Материальное обеспечение: методические указания, индивидуальные карточки заданий

Задание: Для цепи переменного тока, содержащей различные элементы (резисторы, индуктивности, ёмкости), включённые последовательно, определить полное сопротивление, мощности (активную, реактивную, полную) и построить векторную диаграмму.

Порядок выполнения работы:

Методику и последовательность действий по решению такого типа задач рассмотрим на конкретном примере.

Напишите аналитическое выражение для электрической цепи переменного тока.

Дано: $R=8\text{ Ом}$, $C=600\text{ мкФ}$, $u_c = 140 \cdot \sin(314 \cdot t - 120^\circ)$;

Найти: $i=f(t)$ -?; $u=f(t)$ -?; P , Q , S -?

Решение:

Определим емкостное сопротивление

$$X_c = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{314 \cdot 600 \cdot 10^{-6}} = 5.3 \text{ Ом}$$

Мгновенное значение тока определяется по формуле

$$i = I_m \cdot \sin(\omega \cdot t \pm \psi_i)$$

Амплитуда тока определяется по закону Ома

$$I_m = \frac{U_{mc}}{X_c} = \frac{140}{5.3} = 26.41 \text{ А}$$

Определим начальную фазу.

Из векторной диаграммы рисунок 4.13. Вектор тока опережает напряжения на угол $\pi/2$.

$$\psi_i = \psi_{u_c} + 90 = -120 + 90 = -30$$

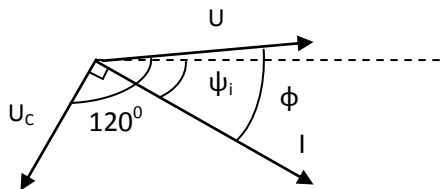


Рисунок 4.13- Векторная диаграмма

Аналитическое выражение для тока примет вид:

$$i = I_m \cdot \sin(\omega \cdot t \pm \psi_i) = 26.41 \cdot \sin(314 \cdot t - 30)$$

Мгновенное значение напряжения определяется по формуле

$$u = U_m \cdot \sin(\omega \cdot t \pm \psi_u)$$

Амплитуда напряжения определяется по закону Ома

$$U_m = I_m \cdot z = 26.41 \cdot 9.6 = 253.4 \text{ В}$$

где z - полное сопротивление цепи.

$$z = \sqrt{R^2 + X_c^2} = \sqrt{8^2 + 5.3^2} = 9.6 \text{ Ом}$$

Определим начальную фазу.

Из векторной диаграммы

$$\psi_u = -\psi_i + \varphi = -30 + 33.6 = 3.6$$

где φ - сдвиг фаз между вектором тока и полного напряжения.

$$\varphi = \arccos \frac{R}{Z} = \arccos \frac{8}{9.6} = 33.6$$

Аналитическое выражение для напряжения примет вид:

$$u = U_m \cdot \sin(\omega \cdot t \pm \psi_u) = 253.4 \cdot \sin(314 \cdot t - 3.6)$$

Ход работы :

1. Решение задачи по индивидуальному заданию.

Форма представления результата: своевременно и правильно выполненные расчёты .

Критерии оценки:

–«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

–«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

–«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

–«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.5. Электрические цепи трехфазного переменного тока

Практическое занятие №3.

Расчет трёхфазной цепи при соединении «звездой»

Цель: определение токов и мощностей для цепи трехфазного переменного тока при соединении приемников «звездой».

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.6.02 производить расчеты простых электрических цепей;

Материальное обеспечение: Индивидуальные задания, методические указания

Задание: В трёхфазную четырёхпроводную сеть с линейным напряжением включены звездой разные по характеру сопротивления. Определить токи и мощности в фазах.

Порядок выполнения работы:

Для решения задачи нужно знать программный материал темы «Трёхфазные электрические цепи», отчетливо представлять соотношения между фазными и линейными значениями токов и напряжений при соединении потребителей электрической энергии звездой и треугольником.

Для ознакомления с общей методикой решения задач данной темы приведены формулы, показано их практическое применение.

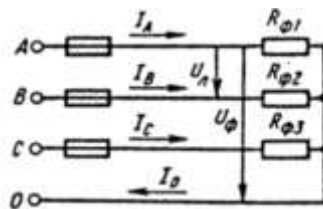


Рисунок 1 Соединение потребителей «звездой»

Принятые обозначения на схеме (рис.1):

линейное напряжение

фазные напряжения U_{Φ}, U_A, U_B, U_C

линейные токи (они же фазные токи) $I_{\text{Л}}, I_{\Phi}, I_A, I_B, I_C$

ток в нейтральном проводе, равный геометрической сумме фазных токов

$$I_0 = I_A + I_B + I_C$$

При наличии нейтрального провода при любой нагрузке (равномерной или неравномерной) справедливо соотношение между фазным U_{Φ} и линейным $U_{\text{Л}}$ напряжением

$$U_{\Phi} = \frac{U_{\text{Л}}}{\sqrt{3}}$$

Помня, что нейтральный провод при любых нагрузках обеспечивает равенство фазных напряжений приемников энергии, получим

$$U_{\Phi} = U_A = U_B = U_C$$

Значение фазных (они же линейные) токов определяем по закону Ома:

$$I_{\Phi 1} = I_A = \frac{U_{\Phi}}{R_{\Phi 1}}; \quad I_{\Phi 2} = I_B = \frac{U_{\Phi}}{R_{\Phi 2}}; \quad I_{\Phi 3} = I_C = \frac{U_{\Phi}}{R_{\Phi 3}}$$

Нагрузка чисто активная, поэтому мощности фаз определяем по следующим формулам:

$$P_{\Phi 1} = P_A = I_{\Phi 1}^2 \cdot R_{\Phi 1}$$

$$P_{\Phi 2} = P_B = I_{\Phi 2}^2 \cdot R_{\Phi 2}$$

$$P_{\Phi 3} = P_C = I_{\Phi 3}^2 \cdot R_{\Phi 3}$$

Активную мощность трехфазного потребителя энергии P определяем как сумму мощностей трех фаз:

$$P = P_A + P_B + P_C$$

Ход работы:

В четырехпроводную сеть включена несимметричная нагрузка, соединенная в звезду (рис. 4). Даны сопротивления в фазах. Линейное напряжение сети. Определить токи и мощности в фазах.

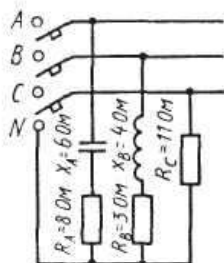


Рисунок 4. Соединение потребителей в «звезду»

1. Определяем фазное напряжение

$$U_{\Phi} = \frac{U_{\text{Л}}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{1,73} \approx 220 \text{ В}$$

2. Определяем токи в фазах:

$$I_A = \frac{U_{\Phi}}{Z_A} = \frac{U_{\Phi}}{\sqrt{R_A^2 + X_A^2}} = \frac{220}{\sqrt{8^2 + 6^2}} 22A$$

$$I_B = \frac{U_{\Phi}}{Z_B} = \frac{U_{\Phi}}{\sqrt{R_B^2 + X_B^2}} = \frac{220}{\sqrt{3^2 + 4^2}} 44A$$

$$I_C = \frac{U_{\Phi}}{R_C} = \frac{220}{11} = 22A$$

3. Определяем углы сдвига фаз в каждой фазе:

$$\sin \varphi_A = \frac{X_A}{Z_A} = -\frac{6}{\sqrt{8^2 + 6^2}} = -0,6; \quad \varphi_A = -36^\circ 50'$$

$$\sin \varphi_B = \frac{X_B}{Z_B} = -\frac{4}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = -0,8; \quad \varphi_B = -53^\circ 10'$$

$\varphi_C = 0$, так как в фазе С есть только активное сопротивление.

Определяем мощности в фазах:

а) активную

$$P = P_A + P_B + P_C$$

$$P_A = I_A^2 \cdot R_A$$

$$P_B = I_B^2 \cdot R_B$$

$$P_C = I_C^2 \cdot R_C$$

$$P = 22^2 \cdot 8 + 44^2 \cdot 3 + 22^2 \cdot 11 = 3872 + 5808 + 5324 = 15004 \text{ Вт}$$

б) реактивную

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C$$

В этой сумме реактивная мощность катушки считается положительной, а реактивная мощность конденсатора – отрицательной.

В фазе С реактивная мощность равна нулю.

$$Q = Q_A + Q_B$$

$$Q_A = I_A^2 \cdot X_A$$

$$Q_B = I_B^2 \cdot X_B$$

$$Q = 22^2 \cdot 6 + 44^2 \cdot 4 = 2904 + 7744 = 10648 \text{ ВАр}$$

Форма представления результата: Своевременно и правильно выполненные расчёты

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с

освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.6. Электрические измерения измерительные приборы

Лабораторная работа №2. Поверка измерительного прибора

Цель: - знакомство с устройством однофазного индукционного счетчика электрической энергии, схемой его включения.

- определение погрешностей прибора

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.6.02 производить расчеты простых электрических цепей;

У 1.3.03 снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;

У 1.1.05 правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;

У 1.1.04 выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;

Материальное обеспечение: источник питания, счетчик электрической энергии (однофазный).

нагрузка - ламповый реостат, амперметр, вольтметр, ваттметр, провода.

Задание: определить погрешность однофазного счётчика.

Порядок выполнения работы:

Для учета активной электрической энергии, отдаваемой электрической станцией в сеть и энергии, получаемой потребителями, применяют приборы, которые называются счетчиками электрической энергии. Индукционные счетчики получили наибольшее распространение. Применяют в сетях переменного тока. Принцип работы основан на взаимодействии вихревых токов с вращающим магнитным полем.

Электрические счетчики обладают определенной погрешностью, которая зависит от класса точности. Например, для счетчиков, имеющих класс точности 2,5. Это значит, что относительная погрешность счетчика должна быть в пределах 2,5%. Если счетчик не удовлетворяет этому требованию, то он подлежит ремонту, так как к эксплуатации не пригоден. Во время прогрева счетчика определить его номинальную постоянную - количество электроэнергии, учитываемое счетным механизмом за один полный оборот диска.

$$K_H = \frac{I(\text{квт.час})}{A(\text{оборот})} = \frac{1000 \cdot 3600}{\text{оборот}} ; \quad A = 2500$$
$$K_g = \frac{K_H - K_g}{K_g} 100\%$$

Ход работы:

1. Собрать схему (рис.1)

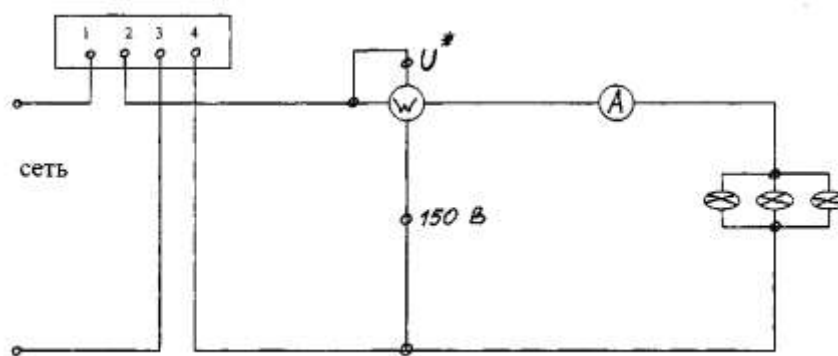


Рисунок 1. Схема подключения счётчика

2. Включить схему только после проверки преподавателем и установить автотрансформатором напряжение $U_{ном}$, которое во время опыта поддерживается постоянным.

3. Нагрузочным реостатом установить номинальный ток в цепи и прогреть счетчик. Во время прогрева счетчика определить его номинальную постоянную - количество электроэнергии, учитываемое счетным механизмом за один полный оборот диска (Кн).

4. При появлении в окошечке красной метки, имеющейся на диске счетчика, начинаете считать число оборотов за 180 секунд. Показания прибора записать в таблицу 1.

Таблица 1. Сводная таблица по определению параметров счётчика

а	Нагрузк	Измерено				Вычислено		
		U , В	I , А	P, Вт	T, сек	N	К н	К д
	25%							
	75%							
	100%							

Опыт повторить при различных нагрузках.

5. На основании полученных данных определить действительную счетчика Кд.

6. Проверить счетчик в режиме самохода: отключить нагрузку и установить напряжение 80 % от $U_{ном}$, а затем 110%. При этом диск не должен вращаться. Если же диск будет вращаться без остановки, значит, счетчик обладает самоходом и к дальнейшей эксплуатации не пригоден.

Форма представления результата:

правильное оформление работы, заполнение таблицы, написание вывода по результатам проверки счётчика.

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1. 7 Трансформаторы

Практическая работа №4

Расчёт параметров однофазного трансформатора

Цель:

- углубление ранее изученного материала,
- выработка умений и навыков по применению формул, составлению алгоритма типовых заданий,
- применение полученных знания на практике

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У 1.1.05 правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;
- У 1.1.04 выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;

Материальное обеспечение: Индивидуальные задания, методические указания

Задание: Для питания пониженным напряжением цепей управления электродвигателями на пульте установлен двухобмоточный трансформатор номинальной мощностью $S_{ном}$. Номинальные напряжения $U_{ном1}$ и $U_{ном2}$; номинальные токи в обмотках $I_{ном1}$ и $I_{ном2}$.

Порядок выполнения работы:

Для решения задачи нужно знать устройство, принцип действия и зависимости между электрическими величинами однофазных и трёхфазных трансформаторов, уметь определять по их паспортным данным технические характеристики. Основными параметрами трансформаторов являются:

1. Номинальная мощность $S_{ном}$ – это полная мощность (кВА), которую трансформатор, установленный на открытом воздухе, может непрерывно отдавать в течение своего срока службы (20-25 лет) при номинальном напряжении и при максимальной и среднегодовой температурах окружающего воздуха, равных соответственно $+40^{\circ}\text{C}$ и -5°C . Если указанные температуры отличаются от номинальных, то и $S_{ном}$ будет отличаться от паспортного значения.

2. Номинальное первичное напряжение $U_{ном1}$ – это напряжение, на которое рассчитана первичная обмотка трансформатора.

3. Номинальное вторичное напряжение $U_{ном2}$ – это напряжение на выводах вторичной обмотки при холостом ходе и номинальном первичном напряжении. При нагрузке вторичное напряжение снижается из-за потерь в трансформаторе.

Например, если $U_{ном2} = 400 \text{ В}$, то при полной нагрузке трансформатора вторичное напряжение $U_2 = 380 \text{ В}$ т. е., 20 В теряется в трансформаторе.

4. Номинальные первичные и вторичные токи $I_{ном1}$ и $I_{ном2}$ – это токи вычисленные по номинальной мощности и номинальным напряжениям.

$$S_{ном} = U_{ном1} I_{ном1} \qquad S_{ном} = U_{ном2} I_{ном2}$$

η - кпд трансформатора близок к 1,0 из-за малых потерь в трансформаторе. При определении токов принимаем $\eta = 1$. Для трёхфазного трансформатора в знаменатель добавляем $\sqrt{3}$.

5. Коэффициент трансформации k определяется отношением числа витков ω_1 и ω_2 или ЭДС самоиндукции E_1 в первичной обмотке и взаимоиנדукции E_2 во вторичной

$$k = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

Практически коэффициент трансформации подсчитывают приближённо отношением напряжения в любом режиме

$$K = U_{\text{НОМ1}}/U_{\text{НОМ2}}$$

Коэффициент трансформации можно также определить отношением токов

$$K = I_{\text{НОМ2}}/I_{\text{НОМ1}}$$

Ход работы:

Однофазный понижающий трансформатор номинальной мощностью $S_{\text{НОМ}} = 500 \text{ В} \cdot \text{А}$ служит для питания ламп местного освещения металлорежущих станков. Номинальное напряжение обмоток $U_{\text{НОМ1}} = 380 \text{ В}$; $U_{\text{НОМ2}} = 24 \text{ В}$. К трансформатору присоединены десять ламп накаливания мощностью 40 Вт каждая, их коэффициент мощности $\cos \phi_2 = 1,0$. Магнитный поток в магнитопроводе $\Phi_m = 0,005 \text{ Вб}$. Частота тока в сети $f = 50 \text{ Гц}$. Потерями в трансформаторе пренебречь.

Определить: 1) номинальные токи в обмотках; 2) коэффициент нагрузки трансформатора; 3) токи в обмотках при действительной нагрузке; 4) числа витков обмотки; 5) коэффициент трансформации.

Решение.

Определяем: 1. номинальные токи в обмотках:

$$I_{\text{НОМ1}} = S_{\text{НОМ1}}/U_{\text{НОМ1}} = 500/380 = 1,32 \text{ А}$$

$$I_{\text{НОМ2}} = S_{\text{НОМ1}}/U_{\text{НОМ2}} = 500/24 = 20,8 \text{ А}$$

2. коэффициент нагрузки трансформатора

$$K_H = P_{\text{л}} n_{\text{л}} / S_{\text{НОМ}} \cos \phi_2 = (10 \cdot 40) / 500 \cdot 1,0 = 0,8$$

3. токи в обмотках при действительной нагрузке

$$I_1 = K_H \cdot I_{\text{НОМ1}} = 0,8 \cdot 1,32 = 1,06 \text{ А}$$

$$I_2 = K_H \cdot I_{\text{НОМ2}} = 0,8 \cdot 20,8 = 16,6 \text{ А}$$

4. При холостом ходе $E_1 = U_{\text{НОМ1}}$, $E_2 = U_{\text{НОМ2}}$, поэтому числа витков обмоток находим из формулы:

$$E = 4,44 W f \Phi_M$$

Тогда

$$W_1 = E_1 / 4,44 f \Phi_M = 380 / 4,44 \cdot 50 \cdot 0,005 = 340$$

$$W_2 = E_2 / 4,44 f \Phi_M = 24 / 4,44 \cdot 50 \cdot 0,005 = 22$$

5. коэффициент трансформации

$$K = W_1 / W_2 = 340 / 22 = 15,5$$

Форма представления результата: своевременное представление выполненных заданий

Критерии оценки:

–«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

–«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

–«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

–«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.9 Электрические машины постоянного тока

Практическая работа № 5. Расчет параметров двигателей постоянного тока с обмоткой параллельного возбуждения

Цель: научиться определять параметры двигателей постоянного тока

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.6.02 производить расчеты простых электрических цепей;

У 1.3.03 снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;

У 1.1.05 правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;

У 1.1.04 выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;

Материальное обеспечение:

- методические указания, индивидуальные задания

Задание:

1. Определить токи в обмотках, полезную мощность; ЭДС двигателя

Порядок выполнения работы:

Для решения задач необходимо знать устройство, принцип действия генераторов и двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением, формулы, определяющие параметры таких машин. Используя рисунки 10, 11, разберем основные формулы, необходимые для решения задач.

Генератор с параллельным возбуждением (рис 10).

1. ЭДС, наводимая в обмотке якоря,

$$E = U + I_a R_a \rightarrow U = E - I_a R_a,$$

где U — напряжение на зажимах генератора, В;

I_a — ток якоря, А;

R_a — сопротивление обмотки якоря, Ом.

2. Токи:

$$\text{якоря } I_a = (E - U) / R_a$$

$$\text{возбуждения } I_b = U / R_b,$$

где R_b — сопротивление обмотки возбуждения. Ом;

нагрузки $I = I_a - I_b$.

1. Полезная мощность, отдаваемая генератором: $P_2 = U \cdot I$.

2. Мощность P_1 , затраченная первичным двигателем на вращение якоря генератора (потребляемая генератором мощность), определяется из формулы КПД генератора

$$\eta = P_2 / P_1 \rightarrow P_1 = P_2 / \eta.$$



Рис. 10

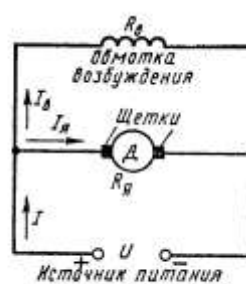


Рис. 11

Ход работы:

1. Текущий контроль - тестовый контроль по теме

2. Решение задачи

Двигатель с параллельным возбуждением (рис. 11).

1. ПротивоЭДС, наводимая в обмотке якоря

$$E = U - I_{\text{я}} R_{\text{я}} \rightarrow U = E + I_{\text{я}} R_{\text{я}},$$

где U – напряжение источника электрической энергии, питающего обмотку якоря, В;
 $I_{\text{я}}$ – ток якоря, А;

$R_{\text{я}}$ – сопротивление обмотки якоря., Ом

2. Ток нагрузки $I = I_{\text{я}} + I_{\text{в}}$

3. Ток возбуждения $I_{\text{в}} = \frac{U}{R_{\text{в}}},$

где $R_{\text{в}}$ – сопротивление обмотки возбуждения, Ом.

4. Ток якоря $I_{\text{я}} = \frac{U - E}{R_{\text{я}}}$

5. Мощность, потребляемая двигателем от источника электрической энергии $P_1 = U \cdot I$

6. Полезную мощность P_2 на валу двигателя определяют из формулы КПД

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow P_2 = \eta \cdot P_1$$

7. Момент вращения двигателя $M = \frac{9,55 \cdot P_2}{n},$

где n – частота вращения якоря., об/мин

Двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением подключен к сети с напряжением $U = 220$ В (рис. 11). Полезная мощность на валу $P_2 = 10$ кВт, частота вращения якоря $n = 2400$ об/мин, КПД двигателя $\eta = 80$ %.

Определить: 1) вращающий момент M , который развивает двигатель; 2) подводенную мощность P_1 ; 3) ток I , потребляемый двигателем из сети; 4) суммарные потери мощности в двигателе $\sum P$.

Решение.

Определяем: 1. момент вращения, который развивает двигатель при данной мощности на валу и частоте вращения

$$M = \frac{9,55 \cdot P_2}{n} = \frac{9,55 \cdot 10}{2400} = 39,79 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

2. мощность, потребляемую двигателем из сети

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{10}{0,8} = 12,5 \text{ кВт}$$

3. ток, потребляемый двигателем из сети

$$P_1 = U \cdot I \rightarrow I = \frac{P_1}{U} = \frac{10000}{220} = 45,45 \text{ А}$$

4. суммарную мощность потерь

$$\sum P = P_1 - P_2 = 12,5 - 10 = 2,5 \text{ кВт}$$

Форма представления результата: своевременно и правильно выполненные расчёты.

Критерии оценки:

–«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

–«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

–«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

–«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.10 Основы электропривода

Лабораторная работа № 3.

Сборка схемы релейно-контактного управления асинхронным двигателем

Цель: изучение схемы нереверсивного управления асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.6.02 производить расчеты простых электрических цепей;

У 1.1.05 правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;

У 1.1.04 выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;

Материальное обеспечение:

методические указания, инструкции к лабораторной работе, двигатель, провода.

Задание:

изучить работу принципиальной схемы управления асинхронным двигателем, собрать нереверсивный пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Порядок выполнения работы.

В схемах релейно-контакторного управления следует различать силовые цепи, питающие электродвигатели, и цепи управления, питающиеся либо непосредственно от сети, либо через понижающий трансформатор в целях безопасности.

Существуют два принципиально различных способа начертания схем автоматизированного электропривода — свернутые схемы и развернутые. В свернутых схемах все аппараты и узлы, входящие в схему, изображают так, как они фактически расположены относительно друг друга. На базе этих схем составляют монтажные схемы. В развернутых схемах элементы аппаратов и узлов расположены по принципу принадлежности их к тем или иным отдельным цепям. Соединения отдельных элементов выполняют так, чтобы была достигнута максимальная наглядность при чтении схем, а число пересечений было минимальным. В развернутых схемах отдельные элементы одного и того же аппарата могут входить в разные цепи схемы. Например, контакты тепловых реле входят в цепи управления, а нагревательные элементы — в силовые цепи.

Аппаратами и узлами схем релейно-контакторного управления являются: реле, контакторы, усилители, датчики, сигнальные устройства, путевые и конечные выключатели. Не следует смешивать датчик с реле. Датчик непосредственно воспринимает воздействие физической величины (напряжения, давления, температуры) и преобразует это воздействие в сигналы, вызывающие работу реле. Датчиками могут быть термопары, фотосопротивления, термисторы. Сигналы, вырабатываемые датчиком, бывают оптические, пневматические, механические и, наконец, электрические. Последние широко применяются в автоматике.

Реле отличается от датчика тем, что срабатывает при строго определенном значении входной физической величины и замыкает либо размыкает непосредственно или косвенно ту или иную цепь. Реле бывают тепловые, механические, пневматические и электрические; последние срабатывают от воздействия электрических величин. Реле маркируют двумя буквами: первая буква Р означает реле, а вторая показывает его назначение или тип. Например, РМ — реле тока, РН — реле напряжения, РР — мощности, РУ — указательное, РТ — тепловое и т. д.

Основными принципами автоматизации управления электроприводами являются: а) управление в функции времени, т. е. выполнение последующей операции через определенное время после предыдущей; б) в функции скорости; в) в функции тока в обмотках двигателя; г) в функции пройденного пути.

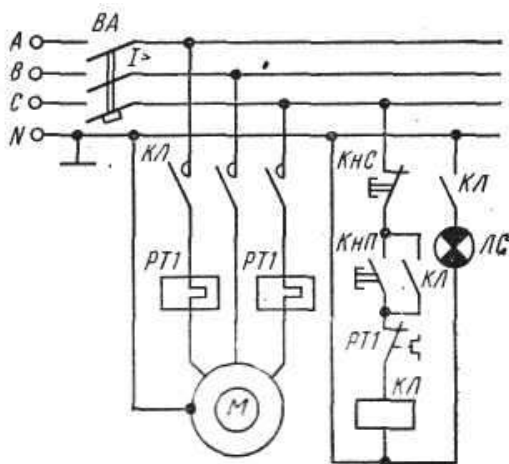
В схемах управления в функции времени применяют различные реле времени: а) механические, например маятниковые, действующие независимо от значения тока в обмотках двигателя. Срабатывание таких реле происходит либо от механического воздействия на них при перемещении якоря контактора (пристроенные), либо при питании обмотки собственного электромагнита; б) электромагнитные, которые по ряду причин требуют в цепи управления постоянного значения тока.

Контакторы являются электромагнитными аппаратами для дистанционного включения и отключения электродвигателей и маркируются буквами КЛ. При наличии в схеме нескольких контакторов, выполняющих различные операции, слева к буквенному обозначению КЛ приписывают порядковый номер. Катушка контактора может иметь один, два, три и более контактов, причем некоторые из них находятся в силовых цепях, другие — в цепях управления. Каждый контакт получает то же буквенно-цифровое обозначение, что и его катушка. Все контакты изображают на схемах в так называемом нормальном положении, соответствующем отсутствию тока в обмотке или отсутствию механического воздействия на контакт.

При необходимости пуска и останова двигателя из нескольких мест пусковые кнопки включают параллельно, а кнопки останова последовательно. Сигнальные лампы могут включаться на зажигание или погасание. Такие лампы обозначают на схемах буквами ЛС.

Для составления и чтения развернутых схем релейно-контакторного управления следует усвоить общий принцип построения их и принятую маркировку. Все элементы соответствующих аппаратов и узлов, входящих в цепи управления, должны обозначаться так же, как соответствующие аппараты или узлы силовых цепей. Если в силовой цепи имеется несколько совершенно одинаковых аппаратов, выполняющих одинаковые функции, то после буквенного обозначения справа проставляют порядковый номер аппарата. Например, тепловые реле, выполняющие одинаковые функции, но включенные в различные фазы, обозначают так: РТ1, РТ2.

Схема нереверсивного управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором.



При включении кнопки КнП («Пуск») катушка магнитного пускателя КЛ получает питание по цепи: фаза С, замкнутая кнопка КнС («Стоп»), кнопка КнП, замкнутый контакт РТ1, на который воздействуют оба тепловых реле РТ1, катушка КЛ, нулевой провод. Таким образом, магнитный пускатель оказывается включенным на фазное напряжение 220 В, замкнутся его контакты КЛ в силовой цепи и двигатель М получит питание. Одновременно замыкается блок-контакт КЛ, шунтирующий кнопку КнП, которая может быть отпущена. Останов двигателя осуществляется кнопкой КнС. При перегрузках срабатывают тепловые реле, размыкают свой контакт РТ1 в цепи катушки КЛ и магнитный пускатель отключается. Для сигнализации работы двигателя предусмотрена лампа ЛС, которая включается блок-контактом КЛ. Для защиты сети от токов короткого замыкания установлен автоматический выключатель ВА.

Ход работы.

1. Изучить основные теоретические положения.
2. Вычертить схему управления асинхронным двигателем.
3. Изучить работу схемы.
4. Ответить на контрольные вопросы:
 - Перечислить режимы работы электродвигателей. Дать определение каждому режиму.
 - Перечислить пускорегулирующие аппараты для управления электродвигателями, их назначение
 - Объяснить назначение и устройство плавкого предохранителя.
 - Для чего предназначено тепловое реле?
5. Собрать нереверсивный пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Форма представления результата: индивидуальная защита работы схемы (ответы на вопросы).

Критерии оценки:

–«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

–«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

–«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

–«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Практическое занятие №6. Выбор аппаратуры управления и защиты

Цель работы: научиться выбирать аппараты управления и защиты .

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.6.02 производить расчеты простых электрических цепей;

У 1.1.05 правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;

У 1.1.04 выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;

Материальное обеспечение:

методические указания, справочная литература, индивидуальные задания

Задание:

1. Рассчитать номинальный ток двигателя.

2. Выбрать автоматический выключатель, предохранитель.

Порядок выполнения работы:

К защитной аппаратуре относятся автоматические выключатели, тепловое реле, предохранители.

Автоматический выключатель предназначен для коммутации электрических цепей и защиты от короткого замыкания и перегрузок. Основным элементом является расцепитель: (тепловой или электромагнитный).

Предохранитель предназначен для защиты от короткого замыкания. Основным элементом является плавкая вставка, изготавливаемая из легкоплавкого материала.

Тепловое реле предназначено для защиты от перегрузок тепловых. Основным элементом является биметаллическая пластина.

Условия выбора плавкой вставки предохранителя:

$$I_{вст} \geq I_p$$

где I_p – расчётный ток двигателя.

При выборе плавкой вставки необходимо учитывать кратковременные перегрузки, которые связаны с пусковыми токами электроприёмников. Для этого необходимо учитывать коэффициент, который зависит от условий пуска.

Принимаем для лёгких условий пуска $\alpha = 2,5$; для тяжёлых условиях пуска – $2,0$. При выборе автоматического выключателя необходимо учитывать количество двигателей в механизмах.

Ход работы:

1. Выписать из таблицы по его заданной марке номинальные параметры двигателя – $\cos \varphi_{ном}$; $\eta_{ном}$; $I_{п}$ / $I_{ном}$

2. Определяем номинальный расчётный ток

$$I_{ном} = P_{ном} / \sqrt{3} U_{ном} \cos \varphi_{ном} \eta_{ном}$$

3. Выбираем по таблице автоматический выключатель серии

$$BA -51 -25 (I_{н.а.} = ; I_{н.р.} =) \text{ по условию : } I_{н.а.} \geq I_{ном}, \quad I_{н.р.} \geq 1,25 I_{ном}$$

4. Выбираем предохранитель

- пусковой ток двигателя определяем по формуле $I_p = k I_{ном}$,

где k – кратность пускового тока (определяем по таблице)

5. Определяем расчётный ток плавкой вставки предохранителя

$$I_{в} = I_p / \alpha \quad \text{принимаем } \alpha = 1,6-2,0$$

6. Выбираем по таблице плавкую вставку предохранителя по условию: $I_{в \text{ табл}} \geq I_{в}$

Форма представления результата:
своевременно и правильно выполненные расчёты

Критерии оценки:

–«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

–«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

–«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

–«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.11. Передача и распределение электрической энергии

Практическое занятие №7. Выбор сечения проводников

Цели работы:

- углубление ранее изученного материала;
- выработка умений и навыков по применению формул;
- выработка умений пользоваться нормативно-справочной литературой;
- выбор сечения проводов по допустимому нагреву.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.05 правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;

У 1.1.04 выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;

Материальное обеспечение: раздаточный материал (таблицы, схемы), методические указания по выполнению практической работы.

Задание:

Вариант 1. Выбрать сечение провода с алюминиевыми жилами (способ прокладки – в трубе) для питания электродвигателя марки 4A100L8Y3 ($P_{\text{ном}}=1,5$ кВт, $n_1=750$ об/мин). $U_{\text{ном}}=220$ В, длина линии $l=8$ м.

Вариант 2. Выбрать сечение кабеля с алюминиевыми жилами (способ прокладки – в земле) для питания электродвигателя марки 4A180S4/2Y3 ($P_{\text{ном}}=21$ кВт, $n_1=3000$ об/мин). $U_{\text{ном}}=380$ В, длина линии $l=70$ м.

Вариант 3. Выбрать сечение кабеля с медными жилами (способ прокладки – в земле) для питания электродвигателя марки 4A250S6Y3 ($P_{\text{ном}}=45$ кВт, $n_1=1000$ об/мин). $U_{\text{ном}}=380$ В, длина линии $l=12$ м.

Вариант 4. Выбрать сечение провода с алюминиевыми жилами (способ прокладки – открыто) для питания электродвигателя марки 4AP180M6Y3 ($P_{\text{ном}}=18,5$ кВт, $n_1=1000$ об/мин). $U_{\text{ном}}=220$ В, длина линии $l=28$ м.

Вариант 5. Выбрать сечение кабеля с алюминиевыми жилами (способ прокладки – в земле) для питания электродвигателя марки 4AP100S2Y3 ($P_{\text{ном}} = 4 \text{ кВт}$, $n_1 = 3000 \text{ об/мин}$). $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$, длина линии $l = 25 \text{ м}$.

Порядок выполнения работы:

1. Текущий тестовый контроль по теме «Электрические сети».
2. Выбор сечения кабеля или провода в соответствии с вариантом
3. Определить по таблице параметры данного двигателя:

КПД –

номинальный коэффициент мощности – $\cos \varphi_{\text{ном}}$;

кратность пускового тока –

4. Определить расчетный ток:

5. Определить ток плавкой вставки предохранителя

α - коэффициент кратковременной перегрузки

$\alpha = 1,6 \div 2,5$ (в зависимости от режима работы)

6. Определить стандартный ток плавкой вставки по таблице согласно условию:

$$I_{\text{вст.табл.}} \geq I_{\text{вст.р}}$$

7. Определить допустимый ток проводника

$$I_{\text{доп.р}} = 1,25 I_{\text{вст.табл}}$$

8. Выбрать по таблице провод или кабель сечением $S = \dots \text{ мм}^2$ по условию

$$I_{\text{доп.табл.}} \geq I_{\text{доп.р}}$$

9. Проверить выбранный проводник по потере напряжения

$$\Delta U = \frac{P_{\text{ном}} \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U_{\text{ном}}}, \text{ В}$$

где l – длина линии, м

γ – удельная проводимость

$$\gamma_{\text{Al}} = 32 \frac{\text{М}}{\text{ОМ} \cdot \text{мм}^2}$$

$$\gamma_{\text{Cu}} = 57 \frac{\text{М}}{\text{ОМ} \cdot \text{мм}^2}$$

S – сечение выбранного проводника, мм^2

В установках до 1000 В допустимая потеря напряжения равна 19 В.

Форма представления результата: своевременно и правильно выполненные расчеты.

Критерии оценки:

–«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

–«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

–«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

–«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 2.2. Электронные выпрямители

Практическое занятие № 8

Расчет параметров и составление схем различных типов выпрямителей

Цель работы: Научиться подбирать диоды для различных выпрямительных схем и работать со справочными таблицами.

Выполнив работу, Вы будете:
уметь:

У 1.1.04 выбирать электрические, электронные приборы и электрооборудование;

Материальное обеспечение: методические рекомендации, справочники, индивидуальные задания.

Задание:

Подобрать диоды для однополупериодной, мостовой, трёхфазных схем выпрямления.

Порядок выполнения работы:

Выпрямители переменного тока, собранные на полупроводниковых диодах широко применяются в различных электронных устройствах. При решении задачи необходимо помнить, что основными параметрами диодов являются:

- допустимый ток, на который рассчитан данный диод;
- обратное напряжение, выдерживаемое диодом без пробоя в непроводящий период.

При решении задач необходимо использовать формулы, приведенные в таблице 1

Таблица 1 Условия выбора диодов

Наименование схемы	$U_B, В$	Условия выбора	
		По току	По напряжению
Однополупериодная	$U_B = 3,14U_d$	$I_{доп} \geq I_d$	$U_{обр} \geq U_B$
Двухполупериодная	$U_B = 3,14U_d$	$I_{доп} \geq 0,5I_d$	$U_{обр} \geq U_B$
Мостовая	$U_B = 1,57U_d$	$I_{доп} \geq 0,5I_d$	$U_{обр} \geq U_B$
Трёхфазная	$U_B = 2,1U_d$	$I_{доп} \geq 1/3 I_d$	$U_{обр} \geq U_B$

Указания по решению задачи

Выписать из таблицы 2 «Технические данные полупроводниковых диодов параметры диода: $I_{доп} = \dots А$; $U_{обр} = \dots В$

2. Определить ток потребления по формуле

$$I_d = P_d / U_d, \text{ где}$$

P_d - мощность потребителя, Вт

U_d - напряжение потребителя, В

3. Определить напряжение, действующее на диод в непроводящий период (для своей схемы выпрямления)

4. Проверить диод по параметрам $I_{доп}$ и $U_{обр}$. Диод должен удовлетворять условиям, указанным в таблице 1.

Ход работы:

Для питания постоянным током потребителя мощностью 250 Вт при напряжении 200 В необходимо собрать схему двухполупериодного выпрямителя рисунок 1, используя стандартный диод типа Д 243 Б

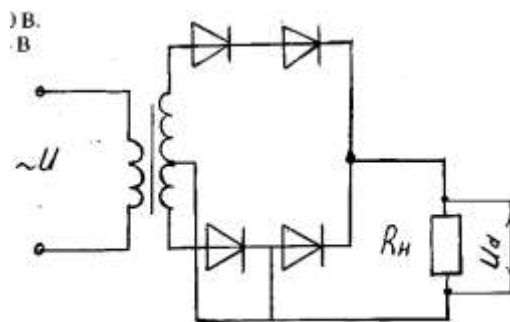


Рисунок 1. Схема двухполупериодного выпрямителя

1. Выписываем из табл. 2 параметры диода:

$$I_{\text{доп}} = 2 \text{ A}; U_{\text{обр}} = 200 \text{ В}$$

2. Ток потребителя

$$I_d = P_d / U_d = 250 / 100 = 2,5 \text{ A}$$

3. Напряжение, действующее на диод в непроводящий период:

$$U_B = 3,14 \cdot U_d = 3,14 \cdot 100 = 314 \text{ В}$$

4. Проверяем диод по условию:

$$I_{\text{доп}} \geq 0,5 I_d, \quad 2 > 1,25 - \text{условие по току выполняется}$$

$$U_{\text{обр}} \geq U_B, \quad 200 < 314 - \text{условие не выполняется}$$

5. Выбираем из таблицы 2 диод, удовлетворяющий этим

условиям: Д 233 Б (5А; 500 В) или соединяем два диода Д 243 Б последовательно, тогда $U_{\text{обр}} = 200 \cdot 2 = 400 \text{ В}$ $400 \text{ В} > 314 \text{ В}$

Форма представления результатов:

Своевременно и правильно выполненные расчёты

Критерии оценки:

–«Отлично» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

–«Хорошо» - теоретическое и практическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные темой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

–«Удовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных темой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

–«Неудовлетворительно» - теоретическое и практическое содержание темы не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.