

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Югорский государственный университет»
НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Югорский государственный университет»



**ФИЛИАЛ ФГБОУ ВО «ЮГУ»
НИЖНЕВАРТОВСКИЙ
НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ**

ОП.06 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

18.00.00 ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

специальность

18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений

**Методические указания по выполнению практических занятий
для обучающихся 2 курса очной формы обучения
образовательных организаций
среднего профессионального образования**

Нижневартовск 2020

РАССМОТРЕНО

На заседании ПЦК «ЭТД»
Протокол № 11 от 17.12.2020 г.
Председатель Тен М.Б.

УТВЕРЖДЕНО

Председатель методического совета
ННТ (филиала) ФГБОУ ВО «ЮГУ»
Хайбулина Р.И.
«23» декабря 2020 г.

Методические указания по выполнению практических занятий для обучающихся 2 курса очной формы обучения образовательных организаций среднего профессионального образования по ОП.06 Электротехника и электроника специальности 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений (18.00.00 ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ), разработаны в соответствии:

1. Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений; утвержденного 22 декабря 2016 г, № 44899.

2. Рабочей программы учебной дисциплины ОП.06 Электротехника и основы электроники, относящейся к циклу Общепрофессиональных дисциплин, утверждённой на методическом совете ННТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ» протоколом № 3 от 31.08.2020 года.

Разработчик:

Даценко Оксана Владимировна, первая квалификационная категория, преподаватель Нижневартовского нефтяного техникума (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ».

Рецензенты:

1. Тен М.Б., высшая квалификационная категория, преподаватель Нижневартовский нефтяной техникум (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ».

2. Даценко Е.С., начальник ПТО Нижневартовский филиал ООО «РН-Бурение».

Замечания, предложения и пожелания направлять в Нижневартовский нефтяной техникум (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет» по адресу: 628615, Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ, г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.

ВВЕДЕНИЕ

Комплекс практических занятий для обучающихся 2-го курса очного отделения учебной дисциплины ОП.06 Электротехника и электроника относящейся к циклу Общепрофессиональных дисциплин разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) среднего профессионального образования для специальности 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений.

Цель методической разработки: закрепление полученных теоретических знаний, приобретение расчетных навыков, развитие навыков самостоятельной работы, формирование технического мышления.

В результате освоения программы учебной дисциплины обучающийся **должен**

иметь представление: о роле и месте знаний по дисциплине при освоении основной профессиональной образовательной программы по данной специальности и в сфере профессиональной деятельности;

уметь:

определять характеристики электронных приборов и электрических схем различных устройств; рассчитывать параметры и элементы электрических и электронных устройств; измерять параметры электрической цепи;

эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов.

знать:

параметры электрических схем, единицы измерения; классификацию электронных приборов, их устройство и область применения; физические процессы, происходящие в различных электронных приборах и принципиальных схемах, построенных на их основе; физические процессы в электрических цепях; основные законы электротехники и электроники; методы расчета электрических цепей; методы преобразования электрической энергии.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен овладеть **общими компетенциями**, включающими в себя способность:

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам

ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстриро-

вать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей

ОК 9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен овладеть **профессиональными компетенциями**, включающими в себя способность:

ПК 2.1. Обслуживать и эксплуатировать лабораторное оборудование, испытательное оборудование и средства измерения химико-аналитических лабораторий.

ПК 2.2. Проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами.

ПК 3.2. Организовывать безопасные условия процессов и производств.

ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Приступая к выполнению практических заданий, следует проработать теоретический материал. Для улучшения его освоения необходимо вести конспектирование и после изучения темы ответить на вопросы самоконтроля.

При выполнении практического занятия, обучающиеся должны вести записи в специальной тетради для практических работ.

При выполнении практического занятия в ней отмечается дата, номер и название практического занятия, ее цель, порядок выполнения, схема, результаты измерений и необходимые расчеты, правильно сделанные выводы говорят об усвоении теоретического материала по данной теме. После выполнения работы студенты отвечают на контрольные вопросы.

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Номер занятия	Наименование темы	Кол-во аудиторных часов
1	2	3
1	Исследование резистивных цепей . Установление зависимости величин напряжения и силы тока. Закон Ома.	2
2	Обоснование второго закона Кирхгофа. Последовательное соединение резисторов.	2
3	Обоснование первого закона Кирхгофа на примере параллельного соединения резисторов.	2
4	Исследование магнитного поля и свойств магнита.	2

1	2	3
5	Исследование электромагнетизма вокруг прямого проводника и катушки с током.	2
6	Исследование электромагнитной индукции.	2
7	Исследование параметров цепей переменного тока. Постоянные и переменные напряжения. Параметры синусоидальных сигналов. Среднеквадратические величины напряжения и тока.	2
8	Исследование индуктивности в цепях переменного тока.	2
9	Исследование емкости в цепях переменного тока. Определение емкости по фазовому сдвигу между напряжением на конденсаторе и напряжением питания.	2
10	Исследование передачи электроэнергии трансформатором в режиме холостого хода и при нагрузке.	2

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗИСТИВНЫХ ЦЕПЕЙ. УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЕЛИЧИН НАПРЯЖЕНИЯ И СИЛЫ ТОКА. ЗАКОН ОМА

Цель работы:

- Формирование освоения умений и усвоения знаний и овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями: У1-У4, 31-33, ОК1-ОК6, ОК09, ПК2.1, ПК2.2, ПК 3.2.

- Закрепит навыки расчета сложных электрических цепей постоянного тока, используя законы Кирхгофа и Ома

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические сведения.
2. Начертить схему смешанного соединения резисторов.
3. Определить эквивалентное сопротивление.
4. Ток в каждом резисторе.
5. Напряжение на каждом резисторе.
6. Определить энергию.
7. Сделать вывод по работе.

Теоретические сведения:

Решение задачи требует знание закона Ома для всей цепи и ее участков, законов Кирхгофа, методики определения эквивалентного сопротивления цепи при смешанном соединении резисторов, а также умения вычислять мощность и работу электрического тока. Содержание задач и схемы цепей приведены в условии, а данные к ним – в табл. 1.1. Перед решением задачи рассмотрите типовой пример 1.

Пример 1. Для схемы, приведенной на рис.1.1а, определить эквивалентное сопротивление цепи R_{AB} и токи в каждом резисторе, а также расход электроэнергии цепью за 8 ч работы.

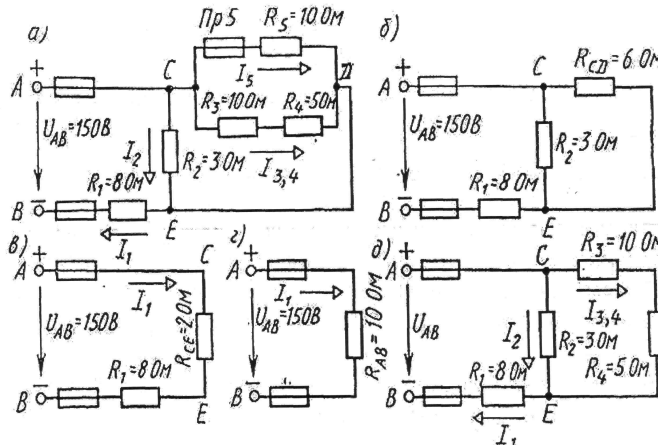


Рис. 1.1

Решение: Задача относится к теме «Электрические цепи постоянного тока». Проводим поэтапное решение, предварительно обозначив стрелкой ток в каждом резисторе; индекс тока должен соответствовать номеру резистора, по которому он проходит.

1. Определяем общее сопротивление разветвления R_{CD} , учитывая, что резисторы R_3 и R_4 соединены последовательно между собой, а с резистором R_5 - параллельно:

$$R_{CD} = (R_3 + R_4) \cdot R_5 / (R_3 + R_4 + R_5) = (10 + 5) \cdot 10 / (10 + 5 + 10) = 6 \text{ Ом. (рис.1.1 б).}$$

2. Определяем общее сопротивление цепи относительно вводов СЕ. Резисторы R_{CD} и R_2 включены параллельно, поэтому

$$R_{CE} = R_{CD} \cdot R_2 / (R_{CD} + R_2) = 6 \cdot 3 / (6 + 3) = 2 \text{ Ом (рис. 1.1 в).}$$

3. Находим эквивалентное сопротивление всей цепи:

$$R_{AB} = R_1 + R_{CE} = 8 + 2 = 10 \text{ Ом (рис. 1.1 г).}$$

4. Определяем токи в резисторах цепи. Так как напряжение U_{AB} приложено ко всей цепи, а $R_{AB} = 10 \text{ Ом}$, то согласно закону Ома

$$I_1 = U_{AB} / R_{AB} = 150 / 10 = 15 \text{ А.}$$

Внимание!. Нельзя последнюю формулу писать в виде $I_1 = U_{AB} / R_1$ так как U_{AB} приложено ко всей цепи, а не к участку R_1

Для определения тока I_2 находим напряжение на резисторе R_2 , т.е. U_{CE} . Очевидно, U_{CE} меньше U_{AB} на потерю напряжения в резисторе R_1 , т.е.

$$U_{CE} = U_{AB} - I_1 R_1 = 150 - 15 \cdot 8 = 30 \text{ В.}$$

Тогда $I_2 = U_{CE} / R_2 = 30 / 3 = 10 \text{ А.}$

Так как $U_{CE} = U_{CD}$, то можно определить токи $I_{3,4}$ и I_5 :

$$I_{3,4} = U_{CD} / (R_3 + R_4) = 30 / (10 + 5) = 2 \text{ А;}$$

$$I_5 = U_{CD} / R_5 = 30 / 10 = 3 \text{ А.}$$

На основании первого закона Кирхгофа, записанного для узла С, про-

верим правильность определения токов:

$$I_1 = I_2 + I_{3,4} + I_5, \text{ или } 15 = 10 + 2 + 3 = 15 \text{ А}$$

5. Расход энергии цепью за восемь часов работы:

$$W = P \cdot t = U_{AB} \cdot I_1 \cdot t = 150 \cdot 15 \cdot 8 = 18000 \text{ Вт}\cdot\text{ч} = 18 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Задание (варианты 01-30)

Цепь постоянного тока содержит шесть резисторов, соединенных смешанно. Схема цепи и значения резисторов указаны на соответствующем рисунке. Номер рисунка и значения резисторов указаны на соответствующем рисунке. Номер рисунка и величина одного из заданных токов или напряжений приведены в таблице 1.1. Индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит этот ток, или на котором действует указанное напряжение. Например, через резистор R_5 проходит ток I_5 и на нем действует напряжение U_5 .

Определить:

- 1) эквивалентное сопротивление цепи относительно вводов АВ;
- 2) ток в каждом резисторе;
- 3) напряжение на каждом резисторе;
- 4) расход электрической энергии цепью за 10 часов.

Таблица 1.1 - Исходные данные

Номер Варианта	Номер рисунка	Задаваемая величина	Номер Варианта	Номер рисунка	Задаваемая величина
1	1.2	$I_{4,5}=6\text{А}$	16	1.3	$U_2=50\text{В}$
2	1.2	$U_2=100\text{В}$	17	1.3	$U_{AB}=30\text{В}$
3	1.2	$I_2=10\text{А}$	18	1.3	$I_1=1,08\text{А}$
4	1.2	$U_3=40\text{В}$	19	1.3	$U_1=10,8\text{В}$
5	1.2	$U_1=100\text{В}$	20	1.3	$I_2=0,72\text{А}$
6	1.2	$U_{AB}=200\text{В}$	21	1.3	$I_3=1,8\text{А}$
7	1.2	$I_1=20\text{А}$	22	1.3	$I_3=1,8\text{А}$
8	1.2	$U_6=60\text{В}$	23	1.3	$U_4=12\text{В}$
9	1.2	$U_4=36\text{В}$	24	1.3	$I_6=3\text{А}$
10	1.2	$I_6=4\text{А}$	25	1.3	$U_5=18\text{В}$
11	1.2	$I_2=5\text{А}$	26	1.3	$I_3=1,2\text{А}$
12	1.2	$U_3=20\text{В}$	27	1.3	$U_3=7,2\text{В}$
13	1.2	$I_{4,5}=3\text{А}$	28	1.3	$I_1=3,24\text{А}$
14	1.2	$U_{AB}=100\text{В}$	29	1.3	$U_5=54\text{В}$
15	1.2	$I_1=10\text{А}$	30	1.3	$I_4=9\text{А}$

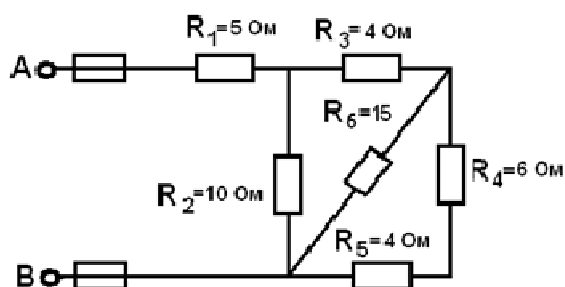


Рис.1.2

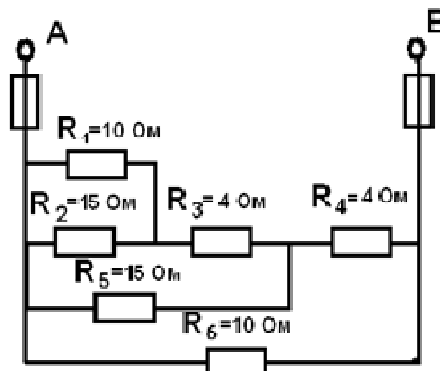


Рис.1.3

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

ОБОСНОВАНИЕ ВТОРОГО ЗАКОНА КИРХГОФА. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ РЕЗИСТОРОВ

Цель работы:

- Формирование освоения умений и усвоения знаний и овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями: У1-У4, З1-З3, ОК1-ОК6, ПК2.1, ПК2.2, ПК3.2.

- Практически убедиться в физической сущности закона Ома для участка цепи.

- Изучить соотношение между токами и напряжениями при последовательном соединении резисторов и определить сопротивление электрической цепи.

- Проверить опытным путем второй закон Кирхгофа

Общие теоретические сведения: если приемники соединены так что по ним проходит один и тот же ток, то такое соединение приемников называется последовательным. Следовательно, ток на отдельных участках последовательной цепи имеет одинаковое значение: $I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$.

Сумма падений напряжений на отдельных участках равна напряжению всей цепи:

$$U = I_1 R_1 + I_2 R_2 + \dots + I_n R_n = I (R_1 + R_2 + \dots + R_n).$$

Сократив обе части равенства на I , получим $R_{\text{ЭКВ}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$.

Общее сопротивление цепи, состоящей из нескольких последовательно соединенных резисторов, равно сумме сопротивлений этих резисторов. При последовательном соединении приемников выполняется второй закон Кирхгофа. При последовательном соединении конец первого приемника соединяется с началом второго и т.д. При последовательном соединении через все элементы схемы проходит один и тот же ток ($I = \text{const}$). Падение напряжения на элементах схемы прямо пропорционально их сопротивлениям. Если в схеме последовательного соединения один из элементов сгорит, то и вся схема работать не будет.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему согласно рисунку 2.1.
2. Подключить схему к источнику питания 9В или 12В и установить соответствующее напряжение на входе схемы.

3. Измерить вольтметром общее падение напряжения U на последовательном соединении приемников R_1, R_2 и на каждом из них. Занести результаты исследования в таблицу.

4. Измерить амперметром общий ток цепи I и результаты занести в таблицу.

5. Рассчитать падение напряжения на отдельных приемниках по закону Ома для участка цепи: $U_1 = I_1 R_1; U_2 = I_2 R_2$ и сравнить полученные значения U_1, U_2 с измеренными, сделать вывод.

6. Используя данные наблюдений, вычислить проводимость

$$g_1=1/R_1; g_2=1/R_2; g_{\text{ЭКВ}}=1/R_{\text{ЭКВ}};$$

7. Рассчитать $P_{\text{цепи}}=IU$

8. Определить общее падение напряжения U на последовательном соединении приемников энергии по закону Кирхгофа: $U= U_1+ U_2$.

9. Сравнить полученное значение U с измеренным

10. Ответить на контрольные вопросы

11. Сделать вывод.

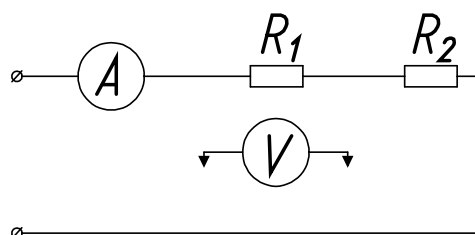


Рис 2.1 Схема для исследования цепи с последовательным соединением резисторов

Таблица 2.1

№	Данные наблюдений				Результаты вычислений							
	I, А	U ₁ , В	U ₂ , В	U _{общ} , В	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R _{ЭКВ} , Ом	g ₁ , См	g ₂ , См	g _{ЭКВ} , См	P _{цепи} , Вт	
1												
2												

Контрольные вопросы:

1. Какое соединение называется последовательным?
2. Чему равно $R_{\text{ЭКВ}}$ при последовательном соединении?
3. В чем недостаток последовательного соединения?
4. Рассказать второй закон Кирхгофа?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

ОБОСНОВАНИЕ ПЕРВОГО ЗАКОНА КИРХГОФА НА ПРИМЕРЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ РЕЗИСТОРОВ

Цель работы:

- Формирование освоения умений и усвоения знаний и овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями: У1-У1, 31-33, ОК1-ОК6, ОК9, ПК2.1, ПК2.2, ПК3.2.

- Практически убедиться в физической сущности закона Ома для участка цепи.

- Изучить соотношение между токами и напряжениями при параллельном соединении резисторов и определить сопротивление электрической цепи.

- Проверить опытным путем первый закон Кирхгофа.

Общие теоретические сведения:

При параллельном соединении все ветви одним полюсом присоединяются к одному узлу, а другим к другому. Так как потенциалы этих узлов фиксированы, то, и разность их фиксирована и одинаковы для всех ветвей,

входящие в соединение.

При параллельном соединении сопротивлений напряжения на ветвях одинаковы, $U_1=U_2=U_{ВХ}=U_{ВС}$.

Применим закон Ома для всех ветвей параллельного разветвления на участках ВС, тогда $U_{ВС}= I_1R_1=I_2R_2$, откуда $I_1/R_2= I_2/R_1$.

Таким образом, при параллельном соединении токи ветвей обратно пропорциональны их сопротивлениям, а общий ток равен сумме токов в параллельных ветвях, $I_{ОБЩ}=I_1+I_2$.

При параллельном соединении приемников выполняется первый закон Кирхгофа. При параллельном включении начало всех потребителей соединяются в одну клемму, а концы в другую. При параллельном соединении через каждый элемент проходит свой ток, который имеет обратную зависимость от сопротивления. Достоинство параллельного соединения в том, что при выходе из строя одного из потребителей остальные продолжают работать.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать электрическую схему согласно рисунку 3.1.
2. Измерить токи и напряжения для двух положений движков реостатов.
3. Используя данные наблюдений, вычислить $R_{ЭКВ}=U_{ОБЩ}/ I_{ОБЩ}$;

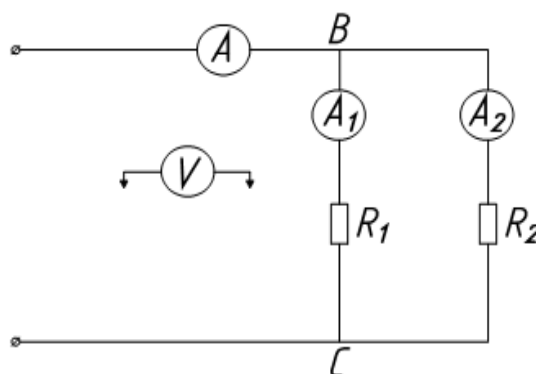


Рис. 3.1. Схема для исследования цепи с параллельным соединением резисторов

$$R_1 = U_{ВС}/ I_1; R_2= U_{ВС}/ I_2; g_1=1/ R_1; g_2=1/ R_2; g_{ЭКВ}=1/ R_{ЭКВ};$$

$$1/ R_{ЭКВ} =1/R_1+1/R_2; P_{общ}= I_{ОБЩ}U_{ОБЩ}$$

- Данные наблюдений и результаты вычислений записать в таблицу 3.1.
4. Сделать вывод по результатам работы.

Таблица 3.1

№	Данные наблюдений				Результаты вычислений							
	$U_{общ},$ В	$I_1,$ А	$I_2,$ А	$I_{общ},$ А	$R_1,$ Ом	$R_2,$ Ом	$R_{общ},$ Ом	$g_1,$ См	$g_2,$ См	$g_{эКВ},$ См	$P_{общ}$ Вт	
1												
2												

Контрольные вопросы:

1. Что называется электрическим узлом?
2. Первый закон Кирхгофа?
3. Почему при параллельном соединении напряжение будет одним и тем же?
4. В чем достоинство параллельного соединения?
5. Почему вольтметр включается параллельно?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И СВОЙСТВ МАГНИТА

Цель работы:

- Формирование освоения умений и усвоения знаний и овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями: У1-У4, 31-36, ОК1-ОК6, ОК9, ПК2.1, ПК2.2, ПК3.2.

- изучить свойства постоянных магнитов, получить картинку их магнитных полей;

Оборудование: два полосовых магнита, подковообразный магнит, коробочка сито с железными опилками, небольшие железные гвоздики, магнитная стрелка, лист плотной белой бумаги.

Порядок выполнения работы:

1. Сформулируйте и запишите гипотезы относительно свойств постоянных магнитов.

2. Составьте план выполнения работы по проверке гипотез.

3. Установите, как взаимодействуют между собой полюса полосовых магнитов (одноименных и разноименных)

4. Определите, в каких частях магнита магнитное действие проявляется наиболее сильно.

5. Получить картину магнитных полей, созданных двумя разноименными и двумя одноименными полюсами полосового магнита, подковообразным магнитом. Зарисуйте в тетради картины магнитных полей и покажите на них направление линий магнитной индукции в каждом случае.

6. Сделайте вывод.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА ВОКРУГ ПРЯМОГО ПРОВОДНИКА И КАТУШКИ С ТОКОМ

Цель работы:

- Формирование освоения умений и усвоения знаний и овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями: У1-У4, 32-34, 36 ОК1-ОК6, ОК9, ПК2.1, ПК2.2, ПК3.2.

- сформулировать основные законы для магнитных цепей, повторить определения основных параметров магнитных цепей;

- произвести расчет магнитной цепи, размеры и материалы которой, а также расположение обмоток с токами известны.

Вариант 1.

1. Сформулируйте и запишите математическое выражение закона Ампера. Для чего применяется правило левой руки? Сформулируйте это пра-

вило.

2. Что называют магнитной цепью? Какие цепи называют разветвленными? Неразветвленными?

3. Решите задачу:

Магнитопровод неразветвленной однородной магнитной цепи составлен из 100 листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм. Размеры магнитопровода указаны в мм. Определить намагничивающую силу $F = NI$, при которой магнитный поток в магнитопроводе $\Phi = 3 \cdot 10^{-3}$ Вб.

Вариант 2.

1. Дайте понятие абсолютной магнитной проницаемости. Приведите её численное значение. Что понимают под относительной магнитной проницаемостью среды. На какие группы можно разделить все вещества, используя понятие относительной магнитной проницаемости.

2. Сформулируйте закон Ома для магнитной цепи. Для расчета, какого типа цепей он применяется.

3. Решите задачу:

Определить ток в катушке, имеющей 250 витков, и магнитную проницаемость сердечника, на котором расположена катушка, выполненном из литой стали, если магнитный поток, созданный током катушки в сердечнике, $\Phi = 8 \cdot 10^{-4}$ Вб. Размеры однородной магнитной цепи даны в мм.

Вариант 3.

1. Что называют магнитным потоком? Назовите основную единицу измерения магнитного потока Φ .

2. Что понимают под магнитным сопротивлением? В каких единицах измеряется магнитное сопротивление? Почему в магнитных цепях целесообразно сокращать воздушные зазоры?

3. Решите задачу:

По катушке с числом витков $W = 300$ проходит ток 2 А. Катушка расположена на сердечнике из электротехнической стали, размеры которого даны в мм. Определить магнитный поток Φ в магнитопроводе однородной магнитной цепи.

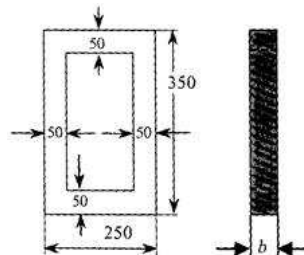


Рис. 5.1 – Эскиз магнитопровода к задаче варианта 1.

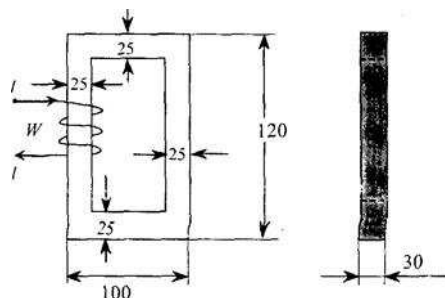


Рис. 5.2 – Эскиз магнитопровода к задаче варианта 2.

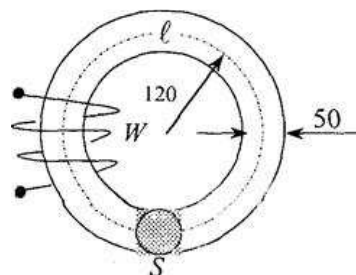


Рис. 5.3 – Эскиз магнитопровода к задаче варианта 3.

Вариант 4.

1. Дайте определение вектора магнитной индукции B . Опишите способы определения направления вектора B . Назовите основную единицу измерения для вектора B .

2. Что называют магнитным напряжением? Намагничивающей силой? В каких единицах они измеряются. Сформулируйте закон полного тока.

3. Решить задачу:

Однородная магнитная цепь из листовой электротехнической стали имеет две обмотки $W^1 = 200$ и $W^2 = 150$, подключенных согласно к зажимам a и b . Сопротивление обмоток соответственно $R1 = 0,52$ Ом и $R2 = 0,38$ Ом. К зажимам a и b приложено напряжение $U = 6$ В. Определить магнитный поток в магнитной цепи, пренебрегая рассеянием. Размеры магнитопровода даны в мм. Расчет произвести по закону полного тока для магнитной цепи.

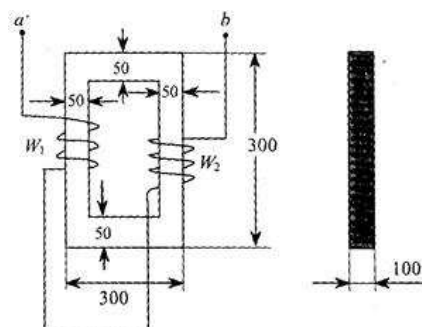


Рис. 5.4 – Эскиз магнитопровода к задаче варианта 4.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Цель работы:

- Формирование освоения умений и усвоения знаний и овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями: У1-У4, 32-34, 36 ОК1-ОК6, ОК9, ПК2.1, ПК2.2, ПК3.2.

- изучить условия возникновения индукционного тока, ЭДС индукции.

Оборудование: катушка, два полосовых магнита, миллиамперметр.

Общие теоретические сведения:

Взаимная связь электрических и магнитных полей была установлена выдающимся английским физиком М. Фарадеем в 1831 г. Он открыл явление электромагнитной индукции.

Многочисленные опыты Фарадея показывают, что с помощью магнитного поля можно получить электрический ток в проводнике.

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур.

Ток, возникающий при явлении электромагнитной индукции, называют индукционным.

В электрической цепи (рисунок 6.1) возникает индукционный ток, если есть движение магнита относительно катушки, или наоборот. Направление индукционного тока зависит как от направления движения магнита,

так и от расположения его полюсов. Индукционный ток отсутствует, если нет относительного перемещения катушки и магнита.



Рис. 6.1.

Строго говоря, при движении контура в магнитном поле генерируется не определенный ток, а определенная ЭДС.

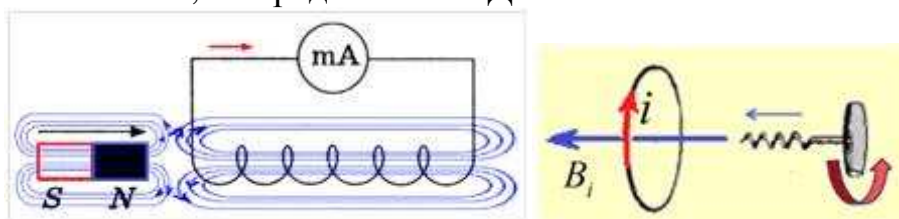


Рис.6.2.

Фарадей экспериментально установил, что при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_{\text{инд}}$, равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус:

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Эта формула выражает закон Фарадея: ЭДС индукции равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.

Знак минус в формуле отражает правило Ленца.

В 1833 году Ленц опытным путем доказал утверждение, которое называется правилом Ленца: индукционный ток, возбуждаемый в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, всегда направлен так, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающего индукционный ток.

При возрастании магнитного потока $\Phi > 0$, а $\mathcal{E}_{\text{инд}} < 0$, т.е. ЭДС индукции вызывает ток такого направления, при котором его магнитное поле уменьшает магнитный поток через контур.

При уменьшении магнитного потока $\Phi < 0$, а $\mathcal{E}_{\text{инд}} > 0$, т.е. магнитное поле индукционного тока увеличивает убывающий магнитный поток через контур.

Правило Ленца имеет глубокий физический смысл – оно выражает закон сохранения энергии: если магнитное поле через контур увеличивается, то ток в контуре направлен так, что его магнитное поле направлено против внешнего, а если внешнее магнитное поле через контур уменьшается, то ток направлен так, что его магнитное поле поддерживает это убывающее

магнитное поле.

ЭДС индукции зависит от разных причин. Если вдвигать в катушку один раз сильный магнит, а в другой — слабый, то показания прибора в первом случае будут более высокими. Они будут более высокими и в том случае, когда магнит движется быстро. В каждом из проведённых в этой работе опыте направление индукционного тока определяется правилом Ленца. Порядок определения направления индукционного тока показан на рисунке 6. 2.

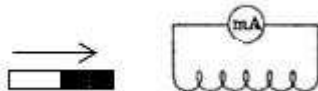

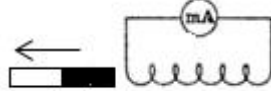
На рисунке синим цветом обозначены силовые линии магнитного поля постоянного магнита и линии магнитного поля индукционного тока. Силовые линии магнитного поля всегда направлены от N к S – от северного полюса к южному полюсу магнита.

По правилу Ленца индукционный электрический ток в проводнике, возникающий при изменении магнитного потока, направлен таким образом, что его магнитное поле противодействует изменению магнитного потока. Поэтому в катушке направление силовых линий магнитного поля противоположно силовым линиям постоянного магнита, ведь магнит движется в сторону катушки. Направление тока находим по правилу буравчика: если буравчик (с правой нарезкой) ввинчивать так, чтобы его поступательное движение совпало с направлением линий индукции в катушке, тогда направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением индукционного тока.

Поэтому ток через миллиамперметр течёт слева направо, как показано на рисунке 6.2 красной стрелкой. В случае, когда магнит отодвигается от катушки, силовые линии магнитного поля индукционного тока будут совпадать по направлению с силовыми линиями постоянного магнита, и ток будет течь справа налево.

Порядок выполнения работы:

Перечертить таблицу, по мере выполнения опытов, заполнить ее.

П№	Действия с магнитом и катушкой	Показания Миллиамперметра, мА	Направления отклонения стрелки миллиамперметра (вправо, влево или не отклоняется)	Направление индукционного тока (по правилу Ленца)
11	Быстро вставить магнит в катушку северным полюсом			
22	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1			
3	Быстро вытащить магнит из катушки			

4	Быстро приблизить катушку к северному полюсу магнита			
5	Оставить катушку неподвижной после опыта 4			
6	Быстро вытащить катушку от северного полюса магнита			
7	Медленно вставить в катушку магнит северным полюсом			
8	Медленно вытащить магнит из катушки			
9	Быстро вставить в катушку 2 магнита северными полюсами			
10	Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом			
11	Быстро вытащить магнит из катушки после опыта 10			
12	Быстро вставить в катушку 2 магнита южными полюсами			

Сделать вывод на основе наблюдений

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
2. Какой ток называют индукционным?
3. Сформулируйте закон электромагнитной индукции. Какой формулой он описывается?
4. Как формулируется правило Ленца?
5. Какова связь правила Ленца с законом сохранения энергии?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. ПОСТОЯННЫЕ И ПЕРЕМЕННЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ. ПАРАМЕТРЫ СИНУСОИДАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ. СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

Цель работы:

- Формирование освоения умений и усвоения знаний и овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями: У1-У4, З1, З3, ОК1-ОК6, ОК9, ПК2.1, ПК2.2, ПК3.2.

- Закрепить навыки расчета цепей переменного тока.

- Уметь строить векторные диаграммы напряжений и токов.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические сведения.
2. Начертить неразветвленную цепь переменного тока.
3. Определить необходимые величины.
4. Начертить векторную диаграмму цепи
5. Сделать вывод.

Теоретические сведения:

Тема практического занятия относится к неразветвленным и разветвленным цепям переменного тока. Решение задачи требует знание закона Ома для всей цепи и ее участков, методики определения полного сопротивления цепи при последовательном соединении активных и реактивных элементов, а также умения вычислять мощности. Содержание задач и схемы цепей приведены в условии, а данные к ним – в табл. 7.1. Перед решением задачи рассмотрите типовой пример 1.

Пример 1. Неразветвленная цепь переменного тока содержит катушку с активным сопротивлением $R_K=3$ Ом и индуктивным $X_L=12$ Ом, активное сопротивление $R=5$ Ом и конденсатор с сопротивлением $X_C=6$ Ом (рис 7.1). К цепи приложено напряжение $U = 100$ В (действующее значение).

Определить:

- 1) полное сопротивление цепи;
- 2) ток;
- 3) коэффициент мощности;
- 4) активную, реактивную и полную мощности;
- 5) напряжение на каждом сопротивлении.
- 6) начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

Решение:

1. Определим полное сопротивление цеп:

$$Z = \sqrt{(R_K + R)^2 + (X_L - X_C)^2} \quad Z = \sqrt{8^2 + (12 - 6)^2} = 10 \text{ Ом.}$$

2. Определяем ток цепи $I = U/Z = 100/10 = 10$ А.

3. Находим коэффициент мощности цепи. Во избежание потери знака

угла (косинус-функция четная определяем $\sin\varphi = (X_L - X_C)/Z = (12 - 6)/10 = 0,6$ по таблицам Брадиса $\varphi = 36^\circ 50'$, коэффициент мощности

$$\cos\varphi = \cos 36^\circ 50' = 0,8$$

4. Определим активную, реактивную и полную мощности цепи:

$$P = UI \cos\varphi = 100 \cdot 10 \cdot 0,8 = 800 \text{ Вт или } P = I^2(R_K + R) = 10^2(3 + 5) = 800 \text{ Вт,}$$

$$Q = I^2(X_L - X_C) = 10^2(12 - 6) = 600 \text{ Вар или } Q = UI \sin\varphi = 100 \cdot 10 \cdot 0,6 = 600 \text{ Вар,}$$

$$S = UI = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ ВА или } S = I^2 Z = 10^2 \cdot 10 = 1000 \text{ ВА или}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{600^2 + 800^2} = 1000 \text{ ВА}$$

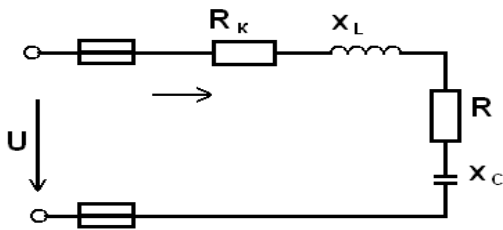


Рис.7.1 Схема неразветвленной цепи переменного тока

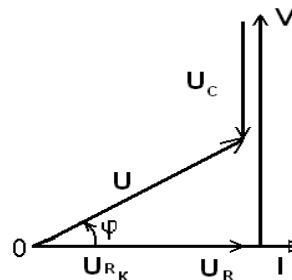


Рис.7.2 Векторная диаграмма токов и напряжений

Задание: Варианты (1-30)

Неразветвленная цепь переменного тока, показанная на соответствующем рисунке, содержит активные и реактивные сопротивления, величины которых заданы в табл. 7.1. Кроме того, известна одна из дополнительных величин (U, I, P, Q, S). Определить следующие величины, если они не заданы в таблице вариантов:

1) полное сопротивление цепи Z ; 2) напряжение U , приложенное к цепи; 3) силу тока в цепи; 4) угол сдвига фаз (величину и знак); 5) активную P , реактивную Q , полную S мощности, потребляемые цепью.

Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи и пояснить ее построение. С помощью логических рассуждений пояснить, как изменится ток в цепи и угол сдвига фаз, если частоту тока увеличить вдвое. Напряжение, приложенное к цепи, считать неизменным. Указание: Сммотри решение примера 1

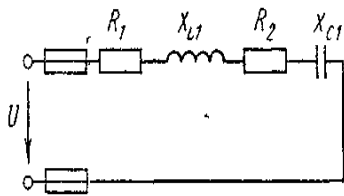


Рис.7.3

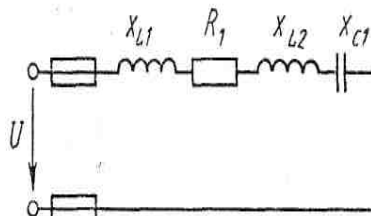


Рис.7.4

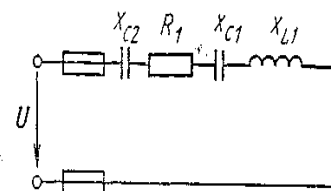


Рис.7.5

Таблица 6.1

№ варианта	№ рисунка	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	X _{L1} , Ом	X _{L2} , Ом	X _{C1} , Ом	X _{C2} , Ом	Дополнительная величина
1	7.3	8	4	18	-	2	-	I=10 А
2	7.3	10	20	50	-	10	-	P=120 Вт
3	7.3	3	1	5	-	2	-	P ₂ =100 Вт
4	7.3	12	20	30	-	6	-	U ₁ =72 В
5	7.3	4	8	18	-	2	-	U=40 В
6	7.3	2	1	4	-	8	-	Q _{C1} =-96 Вар
7	7.3	20	10	10	-	50	-	Q=-640 Вар
8	7.3	1	3	2	-	5	-	Q _{C1} =-125 Вар
9	7.3	1	2	8	-	4	-	S =80 ВА
10	7.3	8	4	6	-	22	-	P ₁ =32 Вт
11	7.4	6	-	2	10	4	-	U=40 В
12	7.4	4	-	6	2	5	-	P=16 Вт
13	7.4	16	-	15	5	8	-	Q _{L1} =135 Вар
14	7.4	32	-	8	4	12	-	Q _{L2} =16 Вар
15	7.4	8	-	2	2	10	-	Q _{C1} =-20 Вар
16	7.4	3	-	10	12	26	-	P ₁ =48 Вт
17	7.4	4	-	10	9	16	-	U ₁ =12 В
18	7.4	16	-	3	5	20	-	Q _{C1} =-720 Вар
19	7.4	6	-	10	2	4	-	I=5 А
20	7.4	4	-	3	6	12	-	S =500 ВА
21	7.5	4	-	9	-	3	3	U=20 В
22	7.5	8	-	12	-	4	2	Q _{L1} =48 Вар
23	7.5	80	-	100	-	25	15	I=1 А
24	7.5	60	-	20	-	40	60	Q _{C2} =-240 Вар
25	7.5	48	-	36	-	60	40	P=432 Вт
26	7.5	4	-	6	-	4	5	P=100 Вт
27	7.5	40	-	50	-	12	8	Q _{L1} =200 Вар
28	7.5	12	-	16	-	10	6	U _{L1} =160 В
29	7.5	24	-	28	-	35	25	S =1000 ВА
30	7.5	8	-	6	-	8	4	U _{C2} =20 В

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДУКТИВНОСТИ В ЦЕПЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы:

- Формирование освоения умений и усвоения знаний и овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями: У1- У3, 31, ОК1-ОК6, ОК9, ПК2.1,ПК2.2,ПК3.2.

- Вычисление индуктивного сопротивления катушки и ее индуктивности по результатам измерений напряжений на катушке и силы тока в цепи.

Оборудование: источник переменного напряжения; катушка школьного разборного трансформатора; вольтметр и миллиамперметр переменного тока; соединительные провода.

Теоретические сведения:

Всякое изменение тока в катушке вызывает появление в ней ЭДС самоиндукции, препятствующей изменению тока. Величина ЭДС самоиндукции прямо пропорциональна величине индуктивности катушки и скорости изменения тока в ней.

Но так как переменный ток непрерывно изменяется, то непрерывно возникающая в катушке ЭДС самоиндукции создает сопротивление переменному току. Она препятствует его возрастанию и, наоборот, поддерживает его при убывании. Таким образом, в катушке индуктивности, включенной в цепь переменного тока, создается сопротивление прохождению тока. Но так как такое сопротивление вызывается в конечном счете индуктивностью катушки, то и называется оно индуктивным сопротивлением.

Индуктивное сопротивление обозначается через X_L и измеряется, как и активное сопротивление, в Омах. Индуктивное сопротивление цепи тем больше, чем больше частота тока, питающего цепь, и чем больше индуктивность цепи. Следовательно, индуктивное сопротивление цепи прямо пропорционально частоте тока и индуктивности цепи; определяется оно по формуле:

$$X_L = \omega L,$$

где ω - круговая частота, определяемая произведением $2\pi\nu$,
 L - индуктивность цепи в генри (Гн).

т.е.

$$X_L = 2\pi\nu \cdot L$$

Тогда индуктивность катушки можно выразить:

$$L = \frac{X_L}{2\pi\nu}$$

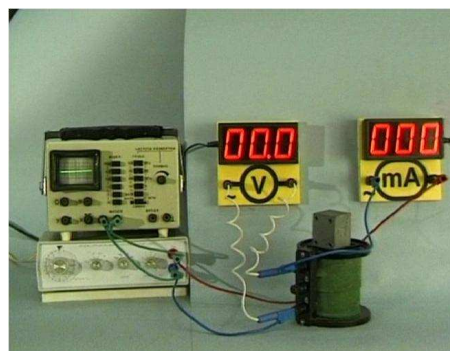
Закон Ома для цепи переменного тока, содержащей индуктивное сопротивление, звучит так: величина тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна индуктивному сопротивлению цепи, т. е.

$$I = \frac{U}{X_L},$$

где I и U - действующие значения тока и напряжения,
 X_L - индуктивное сопротивление цепи.

Порядок выполнения работы:

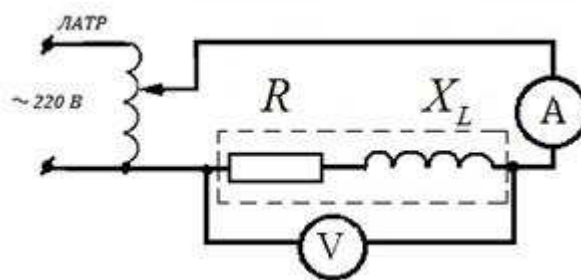
1. Подготовить таблицу для результатов измерений и вычислений:
2. Собрать электрическую схему согласно рисунка и перерисовать её в тетрадь:



3. С помощью регулятора напряжения подать на схему напряжение 1,5В и установить частоту переменного тока 80 Гц. Записать показания миллиамперметра.

4. Увеличивая частоту в 2,3,4 и 5 раз каждый раз записывать показания миллиамперметра в таблицу.

5. Вынуть сердечник из катушки и, не изменяя напряжения и частоты переменного тока, записать показания миллиамперметра в таблицу.



Напряжение U, В	Сила тока I, мА	Индуктивное сопротивление X_L , Ом	Частота ν , Гц	Индуктивность L, мГн
1,5	0,345		80	
1,5	0,178		160	
1,5	0,121		240	
1,5	0,090		320	
1,5	0,072		400	
1,5	0,284		400	

6. В каждом опыте рассчитать индуктивное сопротивление катушки по формуле:

$$X_L = \frac{U}{I}$$

7. Вычислить в каждом опыте индуктивность катушки L, используя формулу:

$$L = \frac{X_L}{2\pi\nu}$$

8. Сравнивая индуктивности катушек, сделайте вывод, от чего и как зависит индуктивность.

9. Ответьте письменно на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Чем вызвано индуктивное сопротивление у катушки при подключении её в цепь переменного тока?

2. От чего зависит индуктивное сопротивление?

3. Почему уменьшается индуктивное сопротивление при удалении из катушки железного сердечника?

4. Почему на постоянном токе индуктивное сопротивление катушки равно нулю?

5. Чему равно индуктивное сопротивление в цепи переменного тока?

6. Как связаны между собой действующие значения силы тока и напряжения на катушке индуктивности?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9

ИССЛЕДОВАНИЕ ЕМКОСТИ В ЦЕПЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ ПО ФАЗОВОМУ СДВИГУ МЕЖДУ НАПРЯЖЕНИЕМ НА КОНДЕНСАТОРЕ И НАПРЯЖЕНИЕМ ПИТАНИЯ

Цель работы:

- Формирование освоения умений и усвоения знаний и овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями: У1-У4, З1-З3, ОК1-ОК6, ОК9, ПК2.1, ПК2.2, ПК3.2.

- Изучить влияние электроёмкости на силу переменного тока.

Оборудование: набор неполярных конденсаторов известной ёмкости, регулируемый источник переменного тока ЛАТР, миллиамперметр с пределом измерения до 100 мА переменного тока, вольтметр с пределом измерения до 75 В переменного напряжения, соединительные провода.

Теоретические сведения:

Постоянный ток не проходит через конденсатор, так как между его обкладками находится диэлектрик. Если конденсатор включить в цепь постоянного тока, то после зарядки конденсатора ток в цепи прекратится.

Если же включить конденсатор в цепь переменного тока, то заряд конденсатора ($q=CU$) вследствие изменения напряжения непрерывно изменяется, поэтому в цепи течёт переменный ток. Сила тока тем больше, чем больше ёмкость конденсатора и чем чаще происходит его перезарядка, т.е. чем больше частота переменного тока.

Сопrotивление, обусловленное наличием электрической ёмкости в цепи переменного тока, называют ёмкостным сопротивлением X_C . Оно обратно пропорционально ёмкости C и круговой частоте ω :

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \text{ или, с учётом, что } \omega = 2\pi\nu, \text{ где } \nu - \text{ частота переменного тока,}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi\nu \cdot C} \quad (1)$$

Из закона Ома для участка цепи переменного тока, содержащего ёмкостное сопротивление, действующее значение тока в цепи равно:

$$I = \frac{U}{X_C} = U \cdot 2\pi\nu \cdot C \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что в цепи с конденсатором переменный ток изменяется прямо пропорционально изменению ёмкости конденсатора при неизменной частоте тока.

Графически зависимость силы тока от электроёмкости конденсатора в цепи переменного тока изображается прямой линией (рис.1).

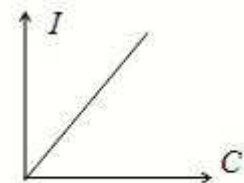
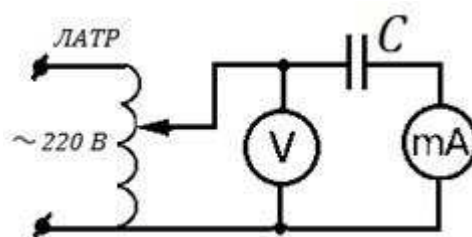


Рис.1

В этом и предстоит убедиться опытным путём в данной работе.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать электрическую схему согласно рисунка и перерисовать её в тетрадь:



2. Подготовить таблицу для результатов измерений и вычислений:

Частота тока ν , Гц	Напряжение на конденсаторе U , В	Ёмкость конденсатора C , мкФ	Ток в цепи I , мА	Ёмкостное сопротивление, Ом	
				измеренное	вычисленное
50	50				

3. Для каждого конденсатора из набора измерить силу тока при напряжении 50 В.

4. В каждом опыте рассчитать ёмкостное сопротивление по закону Ома для участка цепи переменного тока:

$$X_c = \frac{U}{I} = \frac{50 \cdot 1000}{I}$$

здесь I - действующее значение тока в мА, $U=50$ В - действующее значение напряжения.

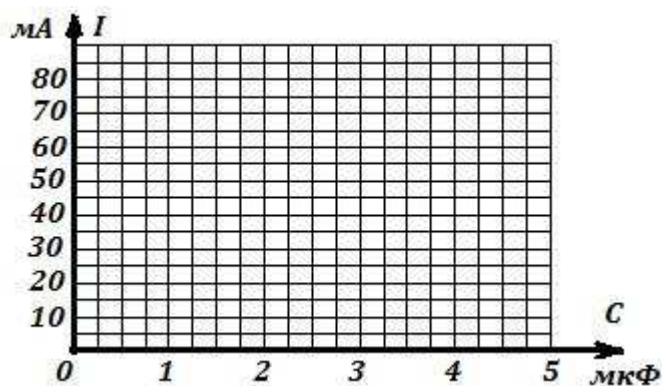
5. В каждом опыте вычислите ёмкостное сопротивление по заданным значениям частоты переменного тока $\nu=50$ Гц и ёмкости конденсатора C :

$$X_c = \frac{1}{2\pi\nu \cdot C} = \frac{1000000}{314 \cdot C}$$

здесь C - ёмкость в мкФ.

6. Сравните результаты расчётов в п.4 и в п.5 и сделайте вывод о выполнимости закона Ома для участка цепи переменного тока содержащего электроёмкость с учётом погрешности измерений.

7. Постройте график зависимости силы тока от электроёмкости конденсатора в цепи переменного тока:



8. Запишите вывод по результатам опытов и ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Почему постоянный ток не проходит через конденсатор?
2. Какое сопротивление называется ёмкостным? Почему оно является

реактивным сопротивлением?

3. От чего и как зависит ёмкостное сопротивление?

4. Выполняется ли закон Ома для участка цепи переменного тока, содержащего ёмкостное сопротивление?

5. Напряжение на конденсаторе изменяется по закону $u = U_m \sin \omega t$. Запишите уравнение переменного тока в цепи с конденсатором.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ТРАНСФОРМАТОРОМ В РЕЖИМЕ ХОЛОСТОГО ХОДА И ПРИ НАГРУЗКЕ

Цель работы:

- Формирование освоения умений и усвоения знаний и овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями: У2-У4, З1,З2, ОК1-ОК6, ОК9, ПК2.1,ПК2.2, ПК3.2.

- Научиться рассчитывать параметры однофазных и трехфазных трансформаторов.

Теоретические сведения:

Для выполнения этого практического занятия необходимо знать устройство, принцип действия и соотношения между электрическими величинами однофазных и трехфазных трансформаторов и уметь определять по паспортным данным технические характеристики. Основными параметрами трансформаторов являются:

1) номинальная мощность $S_{ном}$, это полная мощность, которую трансформатор, установленный на открытом воздухе, может непрерывно отдавать в течение всего срока службы (20-25 лет) при номинальном напряжении и при максимальной и среднегодовой температурах окружающего воздуха, равны соответственно 40 и 5° С;

2) номинальное первичное напряжение $U_{ном1}$ это напряжение на которое рассчитана первичная обмотка;

3) номинальное вторичное напряжение $U_{ном2}$ это напряжение на выходах вторичной обмотки при холостом ходе и номинальном первичном напряжении. При нагрузке вторичное напряжение U_2 снижается из-за потери напряжения в трансформаторе;

4) номинальные первичный $I_{ном1}$ и вторичный $I_{ном2}$ токи; это токи вычисленные по номинальной мощности и номинальным напряжениям.

Для **однофазного** трансформатора:

$$I_{ном1} = S_{ном} / U_{ном1}$$

$$I_{ном2} = S_{ном} / U_{ном2}$$

Для **трехфазного** трансформатора:

$$I_{\text{НОМ1}} = S_{\text{НОМ}} / (\sqrt{3} U_{\text{НОМ1}})$$

$$I_{\text{НОМ2}} = S_{\text{НОМ}} / (\sqrt{3} U_{\text{НОМ2}})$$

Трансформаторы обычно работают с нагрузкой меньше номинальной, определяемой коэффициентом нагрузки k_n .

$$k_n = P_2 / (S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2)$$

Значения отдаваемых трансформатором активной и реактивной мощностей зависит от коэффициента мощности потребления $\cos \varphi_2$.

В трансформаторах напряжения первичное напряжение U_1 больше вторичного U_2 , потому у них $w_1 > w_2$. Обе обмотки выполняются из относительно тонкого провода (первичная из более тонкого, чем вторичная). Вторичное номинальное напряжение $U_{2\text{НОМ}}$ у стационарных трансформаторов составляет 100 и $100/\sqrt{3}$ В при первичном номинальном значении $U_{1\text{НОМ}}$ до $750/\sqrt{3}$ В.

В трехфазных трансформаторах отношение линейных напряжений называют линейным коэффициентом трансформации, который равен отношению чисел витков обмоток если они имеют одинаковые схемы соединения (Δ/Δ и Y/Y). При других схемах коэффициент трансформации находят по формулам:

$$K = U_{\text{НОМ1}} / U_{\text{НОМ2}} = \omega_1 / (\sqrt{3} \omega_2) \text{ при } \Delta/Y$$

$$K = U_{\text{НОМ1}} / U_{\text{НОМ2}} = (\sqrt{3} \omega_1) / \omega_2 \text{ при } Y/\Delta$$

Пример: Трехфазный трансформатор имеет следующие номинальные данные: мощность $S_{\text{НОМ}}=160$ кВА, напряжение обмоток $U_{\text{НОМ1}}=10$ кВ, $U_{\text{НОМ2}}=0,4$ кВ. Коэффициент его нагрузки $k_n=0,8$; коэффициент мощности потребления $\cos \varphi_2=0,95$. Сечение магнитопровода $Q=160$ см², амплитуда магнитной индукции $B_M=1,3$ Тл. Частота тока в сети $f=50$ Гц. Определить: 1) номинальные токи в обмотках и токи при действительных нагрузках. 2) фазные ЭДС в обмотках. 3) число витков в обмотках. 4) КПД при номинальной и действительной нагрузках. Обмотки трансформатора соединены в звезду.

Решение:

1. Номинальные токи в обмотках:

$$I_{\text{НОМ1}} = S_{\text{НОМ}} / (\sqrt{3} U_{\text{НОМ1}}) = 160 \cdot 1000 / (1,73 \cdot 10000) = 9,25 \text{ А} \quad I_{\text{НОМ2}} = S_{\text{НОМ}} / (\sqrt{3} U_{\text{НОМ2}}) = 160 \cdot 1000 / (1,73 \cdot 400) = 231 \text{ А}$$

2. Токи в обмотках при заданном коэффициенте нагрузки:

$$I_1 = k_n I_{\text{НОМ1}} = 0,8 \cdot 9,25 = 7,4 \text{ А}$$

$$I_2 = k_n I_{\text{НОМ2}} = 0,8 \cdot 231 = 185 \text{ А}$$

3. Фазные ЭДС в обмотках при соединении обмоток Y/Y

$$E_{\Phi 1}=U_{\text{НОМ}1}/\sqrt{3}=10000/1,73=5774 \text{ В} \quad E_{\Phi 2}=U_{\text{НОМ}2}/\sqrt{3}=400/1,73=230 \text{ В}$$

4. Числа витков обмоток находим из формул:

$$E_{\Phi 1}=4,44 f \cdot \omega_1 \cdot \Phi_M=4,44 f \cdot \omega_1 \cdot B_M \cdot Q,$$

откуда число витков:

$$\omega_1 = E_{\Phi 1}/(4,44 f \cdot B_M \cdot Q) = 5774/(4,44 \cdot 50 \cdot 1,3 \cdot 0,016) = 1250$$

$$\omega_2 = \omega_1 E_{\Phi 1}/E_{\Phi 2} = 1250 \cdot 230/5774 = 50$$

5. КПД при номинальной нагрузке.

Предварительно из таблицы 12.1 находим потери в стали $P_{\text{СТ}}=0,51$ кВт и потери в обмотках $P_O=3,1$ кВт.

Тогда КПД:

$$\eta_{\text{НОМ}} = S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2 / (S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2 + P_{\text{СТ}} + P_O) = 160 \cdot 0,95 / (160 \cdot 0,95 + 0,51 + 3,1) = 0,977$$

или 97,7%

6. КПД при действительной нагрузке

$$\eta = k_n S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2 / (k_n S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2 + P_{\text{СТ}} + k_n^2 P_O) =$$

$$= 0,8 \cdot 160 \cdot 0,95 / (0,8 \cdot 160 \cdot 0,95 + 0,51 + 0,8^2 \cdot 3,1) = 0,98$$

или 98%

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические сведения;
2. Рассчитать необходимые параметры трансформатора, данные взять из таблицы 10.2, согласно варианту;
3. Ответьте на контрольные вопросы;
4. Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Перечислить виды трансформаторов.
2. От чего зависит кол-во витков в обмотке?
3. Что называется коэффициентом трансформации? Какой опыт нужно провести, чтобы практически определить его?

Таблица 10.1

Тип трансформатора	$S_{\text{НОМ}}$, кВА	Напряжение обмоток, кВ		Потери мощности, кВт		$U_{\text{КЗ}}$ %	$I_{\text{ХХ}}$ %
		$U_{\text{НОМ}1}$	$U_{\text{НОМ}2}$	$P_{\text{СТ}}$	P_O		
ТМ-100/6;10	100	6;10	0,23;0,4	0,33	2,27	6,8	2,6
ТМ-160/6;10	160	6;10	0,23; 0,4;0,69	0,51	3,1	4,7	2,4
ТМ-250/6;10	250	6;10	0,23; 0,4;0,69	0,74	4,2	4,7	2,3
ТМ-400/6;10	400	6;10	0,23; 0,4;0,69	0,95	5,5	4,5	2,1
ТМ-630/6;10	630	6;10	0,23; 0,4;0,69	1,31	7,6	5,5	2,0
ТМ-1000/6;10	1000	6;10	0,23; 0,4;0,69	2,45	12,2	5,5	2,8
ТМ-1600/6;10	1600	6;10	0,23; 0,4;0,69	3,3	18,0	5,5	2,6
ТМ-2500/10	2500	10	0,4;0,69;10,5	4,3	24,0	5,5	1,0

Примечание: Трансформатор ТМ-400/10 с масляным охлаждением $S_{\text{НОМ}}=400$ кВА, $U_{\text{НОМ}1}=10$ кВ и $U_{\text{НОМ}2}=0,23$ кВ или 0,4 кВ или 0,69 кВ; потери

в стали $P_{CT}=0,95$ кВт, потери в обмотках $P_0=5,5$ кВт; напряжение короткого замыкания $U_{K3}=4,5\%$; ток холостого хода $I_{XX}=2,1\%$

Задание: Варианты 1-30.

Трехфазный трансформатор питает активную нагрузку P_2 при коэффициенте мощности $\cos\varphi_2$. Определить: 1) первичный и вторичный токи; 2) коэффициент нагрузки трансформатора k_n ; 3) токи в обмотках при фактической нагрузке; 4) суммарные потери в трансформаторе при номинальной нагрузке; 5) КПД трансформатора при номинальной и фактической нагрузках. Данные для своего трансформатора взять из таблицы 10.2. Недостающие величины принять из таблицы 10.1.

Таблица 10.2

Номер варианта	Тип трансформатора	$U_{ном1}$, кВ	$U_{ном2}$, кВ	P_2 , кВт	$\cos\varphi_2$
1	ТМ-1000	10	0,4	820	0,94
2	ТМ-400	6	0,23	300	0,95
3	ТМ-400	10	0,4	310	0,9
4	ТМ-1600	10	0,69	1300	0,95
5	ТМ-250	6	0,4	190	0,8
6	ТМ-630	6	0,23	500	1,0
7	ТМ-160	10	0,4	140	1,0
8	ТМ-2500	10	0,69	1900	0,93
9	ТМ-100	6	0,4	80	0,93
10	ТМ-160	6	0,23	150	0,98
11	ТМ-1000	6	0,23	850	0,96
12	ТМ-1600	6	0,4	1400	0,94
13	ТМ-250	10	0,69	210	0,9
14	ТМ-630	10	0,4	550	0,89
15	ТМ-2500	10	10,5	2200	0,92
16	ТМ-160	6	0,23	130	0,91
17	ТМ-1000	6	0,23	920	0,92
18	ТМ-400	10	0,23	370	0,92
19	ТМ-100	6	0,23	95	0,94
20	ТМ-630	6	0,4	620	0,98
21	ТМ-1000	10	0,4	870	0,90
22	ТМ-400	6	0,4	390	0,97
23	ТМ-2500	10	10,5	2300	0,89
24	ТМ-630	10	0,23	640	0,98
25	ТМ-100	10	0,4	89	0,92
26	ТМ-1000	6	0,4	940	0,86
27	ТМ-630	10	0,69	600	0,87
28	ТМ-100	6	0,23	82	0,8
29	ТМ-2500	10	0,4	2100	0,95
30	ТМ-1000	10	0,23	790	0,93

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника: учебник для СПО / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 431 с. — (Профессиональное образование) [Электронный ресурс; Режим доступа <https://www.biblio-online.ru>]

2. Миловзоров, О. В. Основы электроники: учебник для СПО / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 344с. — (Профессиональное образование) [Электронный ресурс; Режим доступа <https://www.biblio-online.ru>]

3. Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника : учебник и практикум для СПО / С. А. Миленина, Н. К. Миленин ; под ред. Н. К. Миленина. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 270 с. — (Профессиональное образование) [Электронный ресурс; Режим доступа <https://www.biblio-online.ru>]

4. <http://infofiz.ru/index.php/mirfiziki/lkf/80-lr10t>

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	4
ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1	5
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2	8
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3	9
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4	11
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5	11
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6	13
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7	17
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8	19
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9	22
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10	24
ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	28

ОП.06 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

18.00.00 ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

специальность

18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений

Методические указания по выполнению практических занятий для обучающихся 2 курса очной формы обучения образовательных организаций среднего профессионального образования

Методические указания по выполнению практических занятий
разработал преподаватель: Даценко Оксана Владимировна

Подписано к печати 23.12.2020 г.

Формат 60x84/16

Тираж

Объем 1,8 п.л.

Заказ

1 экз.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Югорский государственный университет»
НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Югорский государственный университет»
628615 Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ,
г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.