



Государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение
«Городецкий Губернский колледж»



Высокотехнологичный ресурсный центр
ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж»

Методические рекомендации
по выполнения практических/лабораторных работ
ОП.02 Основы электротехники
профессии 15.01.05 СВАРЩИК (ручной и частично механизированной
сварки (наплавки)



г. Городец, 2023г.

Рассмотрено на заседании методической комиссии преподавателей и мастеров
производственного обучения технических специальностей и профессий

Печатается по решению методического совета ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж»

Составитель – преподаватель высшей квалификационной категории, председатель
МК преподавателей и мастеров производственного обучения технических специальностей
и профессий Матросов Алексей Валерьевич

Рецензент - Кекишев Владимир Васильевич главный инженер ПАО «Судоремонтно-
судостроительная корпорация», социальный партнер колледжа

Методические рекомендации по выполнению практических работ по ОП.02 Основы
электротехники. г. Городец, ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж», 2023 г.

Методические рекомендации составлены в соответствии с учебным планом и рабочей
программой по ОП.02 Основы электротехники программы подготовки квалифицированных
рабочих и служащих. Предназначены для обучающихся по профессии 15.01.05 Сварщик
(ручной и частично механизированной сварки (наплавки)) и преподавателей специальных
дисциплин среднего профессионального образования.

Содержание

1	Пояснительная записка	4
2	Практическое занятие № 1	7
3	Практическое занятие №2	9
4	Практическое занятие №3	11
5	Практическое занятие №4	13
6	Практическое занятие №5	15
7	Практическое занятие №6	16
8	Практическое занятие №7	18
9	Практическое занятие №8	19
10	Практическое занятие №9	21
11	Практическое занятие №10	23
12	Практическое занятие №11	22
13	Практическое занятие №12	23
14	Практическая работа №13	25
15	Практическая работа №14	28
16	Критерии оценки	32
17	Заключение	34
18	Список литературы и электронных ресурсов	34

Пояснительная записка

Данные методические указания к практическим занятиям по ОП.02 Основы электротехники, предназначены для обучающихся ГАПОУ ГГК программе подготовки квалифицированных рабочих, служащих по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)).

Знания о единицах измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников; методов расчета и измерения основных параметров простых электрических, магнитных и электронных цепей; свойств постоянного и переменного электрического тока; принципов последовательного и параллельного соединения проводников и источников тока; электроизмерительных приборов (амперметра, вольтметра), их устройство, принцип действия и правила включения в электрическую цепь; свойств магнитного поля; двигатели постоянного тока и переменного тока, их устройство и принцип действия; правил пуска, остановки электродвигателей, установленных на эксплуатируемом оборудовании; аппаратов защиты электродвигателей; методов защиты от короткого замыкания; зануления и заземления имеет очень важное значение для качественной профессиональной подготовки квалифицированных рабочих.

Цель практических занятий по учебной дисциплине ОП.02:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие общих и профессиональных компетенций;
- развитие интеллектуальных умений у будущих квалифицированных рабочих: аналитических, проектировочных, конструктивных и другие;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Методические указания содержат краткий теоретический материал по темам практических занятий, инструкции, вопросы для самоконтроля и перечень информационных источников.

По учебному плану на дисциплину выделено 32 часа из них на практические занятия - 28 часов.

	Наименование темы согласно плану	Тема практического занятия	Кол-во часов.
1	Тема 1. Общие сведения об электрическом токе.	Практическое занятие №1 Гальванические элементы. Аккумуляторы. Способы соединения элементов в батарею.	1
2		Практическое занятие №2 Конденсаторы. Способы соединения конденсаторов в батарею.	1

3		Практическое занятие №3 Электрическое сопротивление. Закон Ома. Способы соединения сопротивлений.	1
4		Практическое занятие №4 Измерение напряжения, силы тока и мощности потребителя.	1
5	Тема 2. Основные магнитные явления.	Практическое занятие №5 Магнитная проницаемость.	1
6		Практическое занятие №6 Возникновение в проводнике ЭДС индукции. Величина и направление ЭДС индукции.	1
7		Практическое занятие №7 Индукционные токи в массивных проводниках.	1
8		Практическое занятие №8 Электромагниты.	1
9	Тема 3. Электрические измерительные приборы.	Практическое занятие №9 Расширение пределов измерения измерительных приборов.	1
10	Тема 4. Переменный ток.	Практическое занятие №10 Получение переменного тока.	1
11	Тема 5. Электрические машины.	Практическое занятие №11 Устройство, принцип работы двигателя переменного тока.	1
12		Практическое занятие №12 Устройство, принцип работы двигателя постоянного тока.	1

В результате выполнения практических занятий обучающийся должен уметь:

- ✓ читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы;
- ✓ рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей;
- ✓ использовать в работе электроизмерительные приборы.

Практические занятия выполняются в соответствии с графиком учебного процесса. Предусмотрена также самостоятельная подготовка к практическим занятиям. Выполнению практического занятия предшествует проверка знаний обучающихся, их теоретической готовности к выполнению заданий.

Оценка за выполнение практического занятия выставляется по пятибалльной системе и учитывается как показатель текущей успеваемости обучающегося.

В случае пропуска практического занятия по уважительной причине обучающийся обязан выполнить его самостоятельно внеаудиторно, либо

в аудитории в течение учебного времени по индивидуальному графику работы. Вопрос отработки практической работы решается преподавателем индивидуально по каждому обучающемуся.

Выполнение всех практических занятий необходимо для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по дисциплине.

Лабораторно-практическое занятие №1

ТЕМА: Аккумуляторы. Способы соединения элементов в батарее.

Цель: приобрести практические навыки по сборке элементов в батарею.

Обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь производить сборку гальванических элементов последовательно, параллельно и смешано для получения различных напряжений и токов.
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

Оборудование:

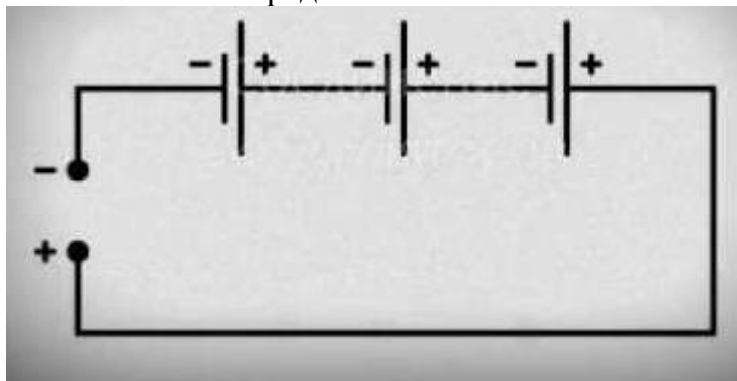
- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.
- тестер, гальванические элементы, инструменты.

Справочная литература:

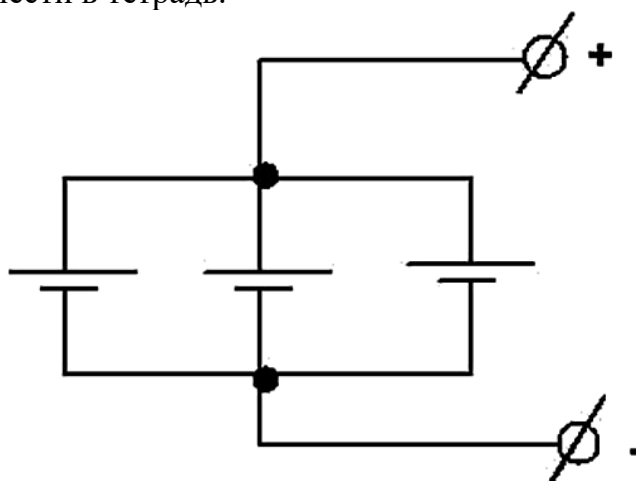
Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

Порядок выполнения работы

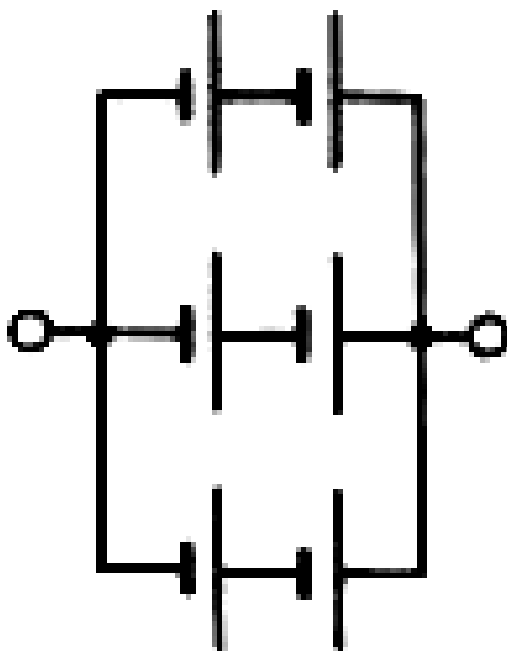
1. Произвести сборку батарей последовательно согласно схеме. Данные напряжения и тока занести в тетрадь.



2. Произвести сборку батарей параллельно согласно схеме. Данные напряжения и тока занести в тетрадь.



3. Произвести сборку батарей смешанно согласно схеме. Данные напряжения и тока занести в тетрадь.



4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Чем аккумулятор отличается от гальванического элемента?
2. Объясните принцип работы простейшего аккумулятора?
3. Объясните принцип работы простейшего гальванического элемента?
4. Что произойдет с емкостью элементов, если их соединить последовательно?
5. Что произойдет с емкостью элементов, если их соединить параллельно?

Лабораторно-практическое занятие №2

ТЕМА: Конденсаторы. Способы соединения конденсаторов в батарею.

Цель: приобрести практические навыки по расчету и сборке конденсаторов в батарею.

Обучающийся!

1) в результате выполнения этой работы вы научитесь соединять конденсаторы в батарею последовательно, параллельно и смешанно для получения различных емкостей и напряжений.

2) выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

Оборудование:

- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.
- тестер, конденсаторы, инструменты.

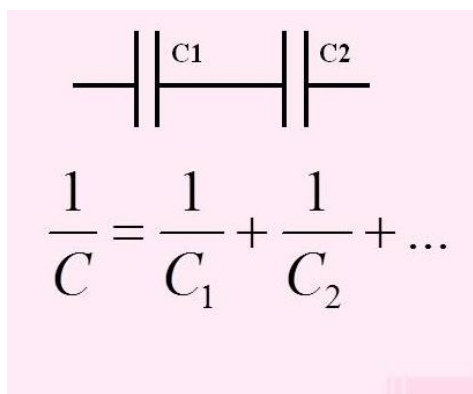
Справочная литература:

Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

Порядок выполнения работы

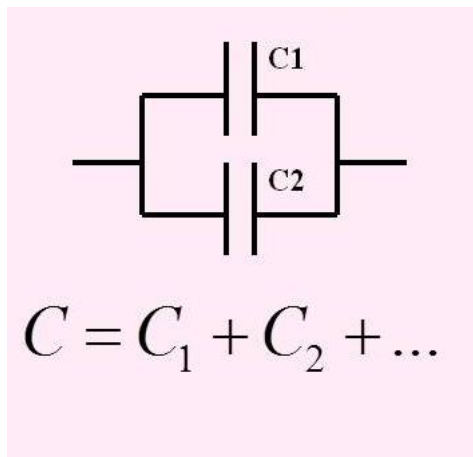
1. Произвести последовательное соединение конденсаторов согласно схеме.

Суммарную емкость и напряжение записать в тетрадь.

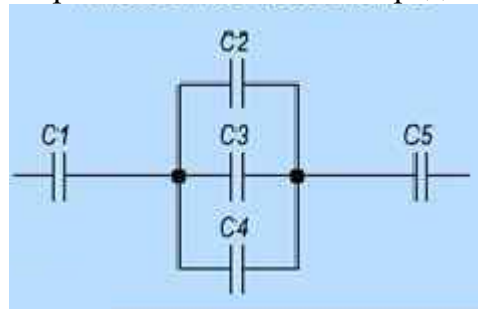


2. Произвести параллельное соединение конденсаторов согласно схеме.

Суммарную емкость и напряжение записать в тетрадь.



3. Произвести смешанное соединение конденсаторов согласно схеме. Суммарную емкость и напряжение записать в тетрадь.



4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Назначение и принцип работы конденсатора?
2. Какие вы знаете конденсаторы?
3. Система защиты в конденсаторах?

Лабораторно-практическое занятие №3
ТЕМА: Электрическое сопротивление. Закон Ома.
Способы соединения сопротивлений.

Цель: приобрести практические навыки по сборке сопротивлений.
Обучающийся!

1) в результате выполнения этой работы вы научитесь производить сборку сопротивлений последовательно, параллельно и смешанно для получения различных мощностей и сопротивлений.

2) выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

Оборудование:

- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.
- тестер, резисторы, инструменты.

Справочная литература:

Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

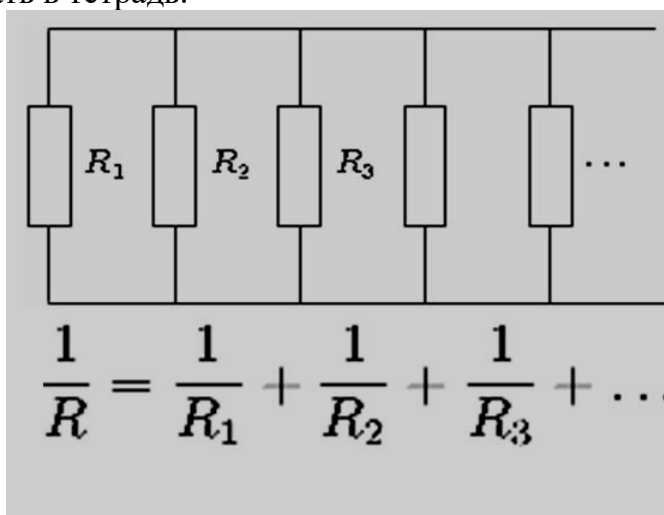
Порядок выполнения работы

1. Произвести последовательное соединение резисторов согласно схеме. Суммарное сопротивление записать в тетрадь.

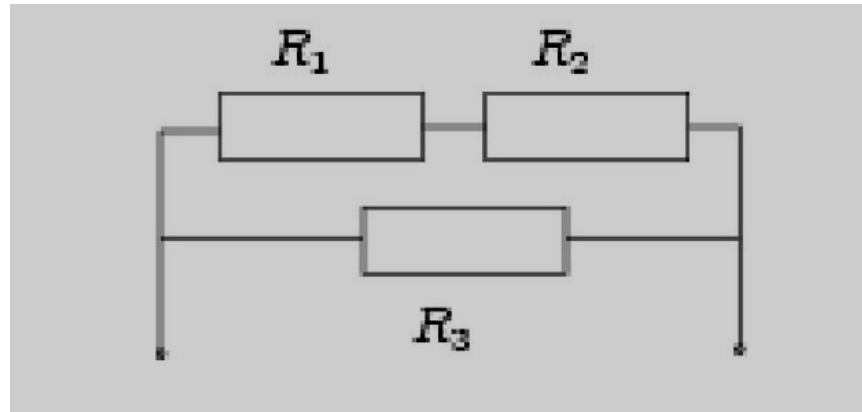


$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

2. Произвести параллельное соединение резисторов согласно схеме. Суммарное сопротивление записать в тетрадь.



3. Произвести смешанное соединение резисторов согласно схеме. Суммарное сопротивление записать в тетрадь.



4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Назначение сопротивлений в схеме?
2. Закон Ома?
3. Каким образом можно включить потребитель в сеть с большим напряжением, чем рассчитан сам потребитель?
4. Что происходит с сопротивлением при последовательном соединении?
5. Что происходит с сопротивлением при параллельном соединении?

Лабораторно-практическое занятие №4
ТЕМА: Измерение напряжения, силы тока и мощности потребителя.

Цель: приобрести навыки по использованию электроизмерительных приборов.
Обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь пользоваться электроизмерительными приборами (включать амперметр и вольтметр в электрическую цепь, а также снимать с них показания).
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

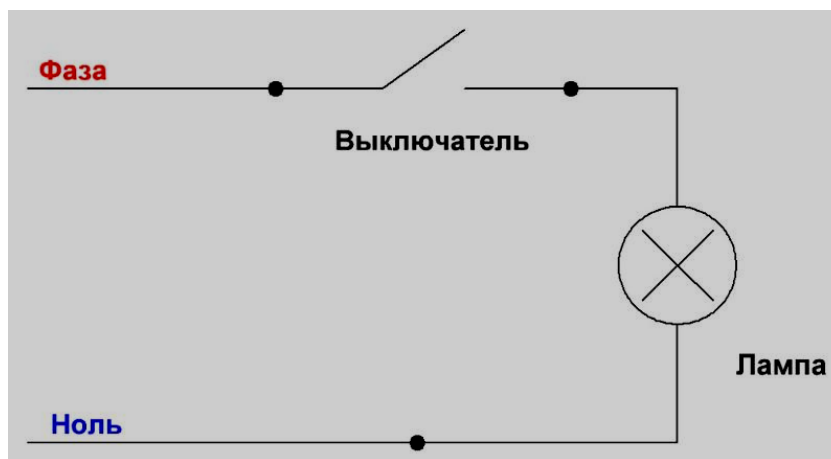
Оборудование:

- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.
- тестер, инструменты.

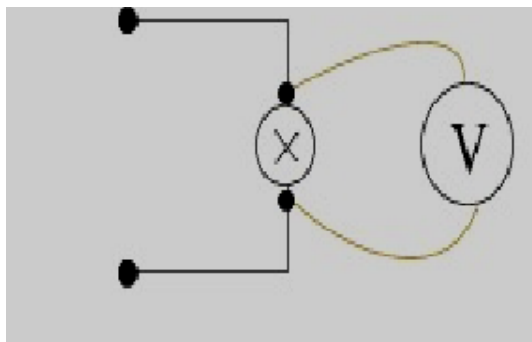
Справочная литература: Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

Порядок выполнения работы

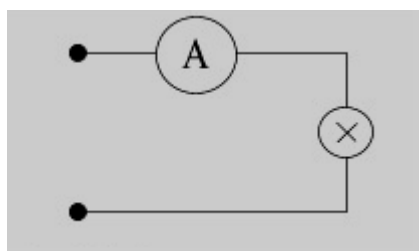
1. Собрать простейшую электрическую цепь согласно схеме.



2. При помощи вольтметра произвести замер падения напряжения на участке цепи как показано на схеме. Результаты измерения записать в тетрадь.



3. При помощи амперметра произвести замер тока в цепи как показано на схеме.
Результаты измерения записать в тетрадь.



4. При помощи формулы произведите расчет мощности потребителя.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Каким образом включается в цепь вольтметр? Нарисуйте схему.
2. Каким образом включается в цепь амперметр? Нарисуйте схему.
3. Формула расчета мощности?

Лабораторно-практическое занятие №5

ТЕМА: Магнитная проницаемость.

Цель: познакомится с видами материалов по магнитной проницаемости, а также с магнитным сопротивлением.

Обучающийся!

1) в результате выполнения этой работы вы научитесь выявлять диамагнитные, парамагнитные и ферромагнитные материалы. Узнаете их магнитное сопротивление.

2) выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

Оборудование:

- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.
- железный и медный брусок, постоянные или электромагниты, железные опилки.

Справочная литература: Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

Порядок выполнения работы

1. Расположить на небольшом расстоянии два магнита разными полюсами.

Положить с верху лист бумаги, посыпать железными опилками. Полученные магнитные силовые линии зарисовать в тетрадь. Дать название этого магнитного поля.

2. Расположить между полюсами магнитов железный брусок. Также на лист бумаги посыпать железные опилки. Получившееся магнитное поле зарисовать. Дать разъяснение почему магнитное поле изменилось.

3. После заменить железный брусок на медный. Получившееся магнитное поле зарисовать. Дать разъяснение почему магнитное поле вновь изменилось.

4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры диамагнитных материалов, где они применяются.
2. Приведите примеры парамагнитных материалов, где они применяются.
3. Приведите примеры ферромагнитных материалов, где они применяются.
4. Что такое магнитный поток?
5. Что такое магнитная проницаемость?

Лабораторно-практическое занятие №6
ТЕМА: Возникновение в проводнике ЭДС индукции. Величина и направление ЭДС индукции.

Цель: познакомиться с понятием электромагнитной индукцией. Научиться определять величину и направление индукционного тока в проводнике.

Обучающийся!

- 1) В результате выполнения этой работы вы научитесь выполнять простейший генератор электрической энергии, а также познакомитесь с правилом правой руки для определения направления индукционного тока в проводнике.
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

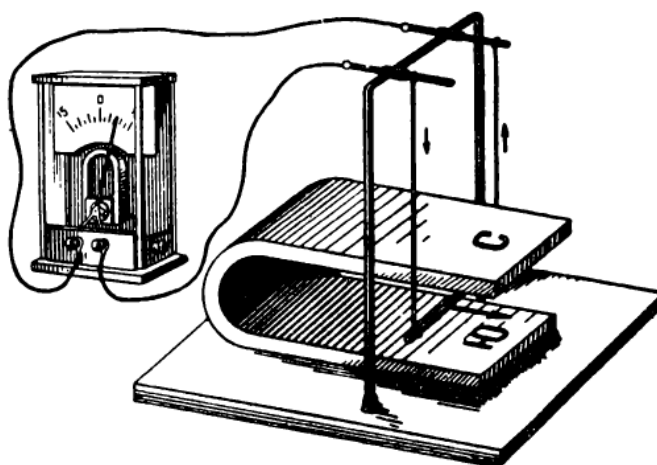
Оборудование:

- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.
- подковообразный магнит, тестер, медный провод, катушка с медной проволокой, полосовой магнит.

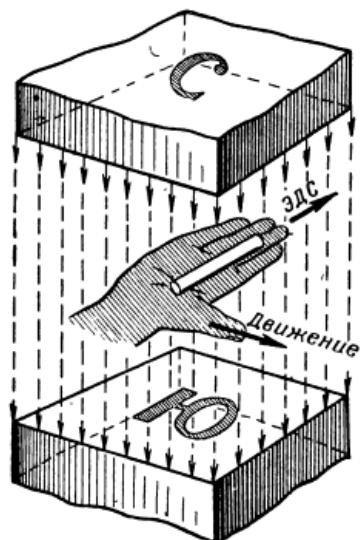
Справочная литература: Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

Порядок выполнения работы

1. Подключить гальванометр или стрелочный тестер к медному проводнику. Проводник внести в магнитное поле подковообразного или полосового магнита как показано на рисунке. Перемещая проводник в магнитном поле, стрелка электроизмерительного прибора начнет отклоняться то в одну сторону, то в другую. Объясните это явление.

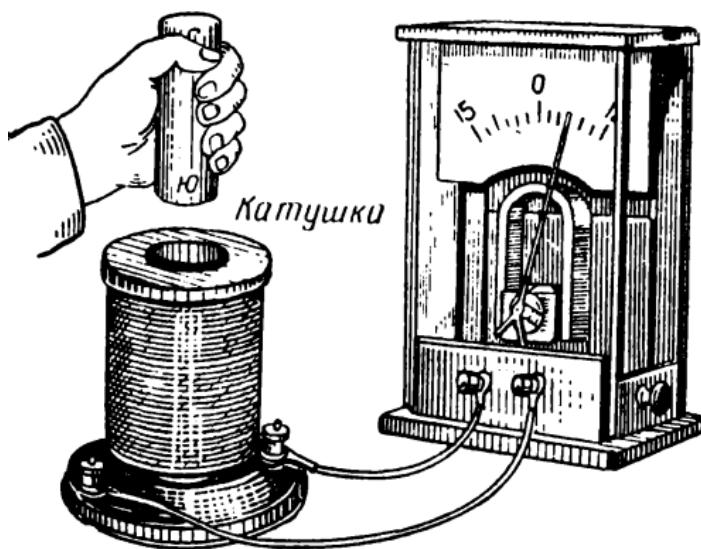


2. При помощи правила правой руки определите направление протекания тока в обоих



случаях.

2. Проведите такой же эксперимент при помощи полосового магнита и катушки. Катушку необходимо подключить к гальванометру или стрелочному вольтметру. Полосовой магнит нужно опускать и поднимать из катушки, при этом наблюдать за показаниями прибора.



3. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое электромагнитная индукция?
2. Объясните принцип возникновения тока и напряжения при помощи электромагнитной индукции?
3. От чего зависит величина индукционного тока?

Лабораторно-практическое занятие №7
ТЕМА: Индукционные токи в массивных проводниках.

Цель: познакомиться с токами Фуко.

Обучающийся!

- 1) В результате выполнения этой работы вы научитесь выполнять макет индукционного счетчика электрической энергии.
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

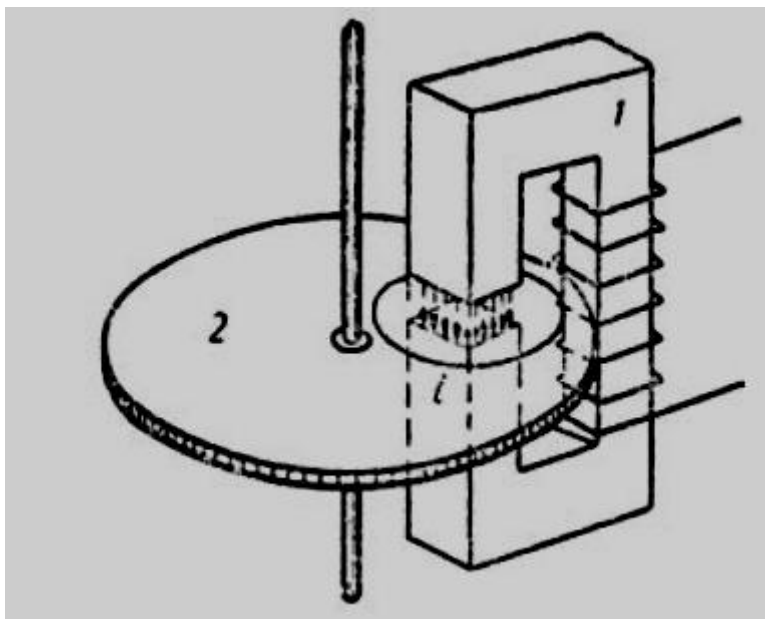
Оборудование:

- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.
- алюминиевый диск, электромагнит.

Справочная литература: Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

Порядок выполнения работы.

1. Поместите алюминиевый диск в подковообразный электромагнит как показано на рисунке. Подведите переменное напряжение от блока питания на электромагнит.



2. Диск в следствии электромагнитной индукции начнет вращаться. В тетради опишите принцип действия данного макета.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Полезное применение вихревых токов?
2. Негативное воздействие вихревых токов в электрических машинах?
3. Как борются с токами Фуко?

Лабораторно-практическое занятие №8

ТЕМА: Электромагниты.

Цель: познакомится с конструкцией и принципом работы электромагнитов.
Обучающийся!

- 1) В результате выполнения этой работы вы научитесь выполнять макет электромагнита с переменной мощностью.
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

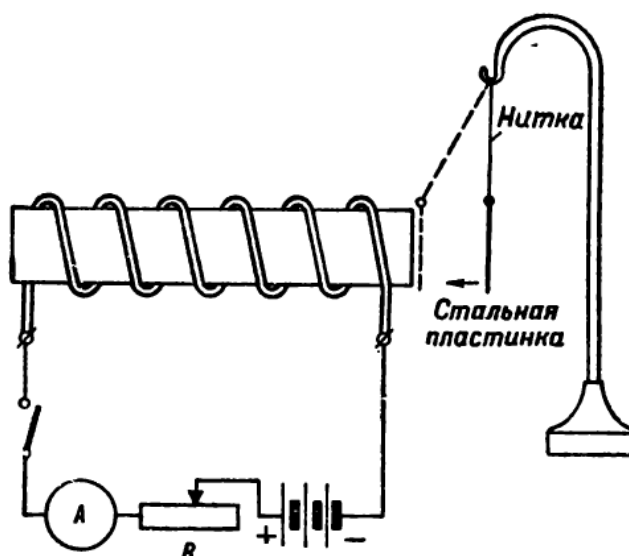
Оборудование:

- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.
- электромагнит, амперметр, реостат, железная пластина на подвесе.

Справочная литература: Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

Порядок выполнения работы.

1. Соберите электрическую цепь из электромагнита, реостата, ключа и источника питания как показано на рисунке.



2. Реостат из крайне правого положения постепенно переносите в крайне левое положение, при этом наблюдайте за показаниями амперметра и поведением пластины на подвесе.
3. В тетради объясните этот эксперимент.
4. Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. От чего зависит мощность электромагнита.
2. Можно ли использовать в качестве сердечника медь, поясните свой ответ.
3. Будет ли работать электромагнит на переменном токе?

Лабораторно-практическое занятие №9

ТЕМА: Получение переменного тока.

Цель: научиться изготавливать простейший генератор переменного тока.
Обучающийся!

- 1) В результате выполнения этой работы вы научитесь выполнять простейший макет генератора переменного тока.
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

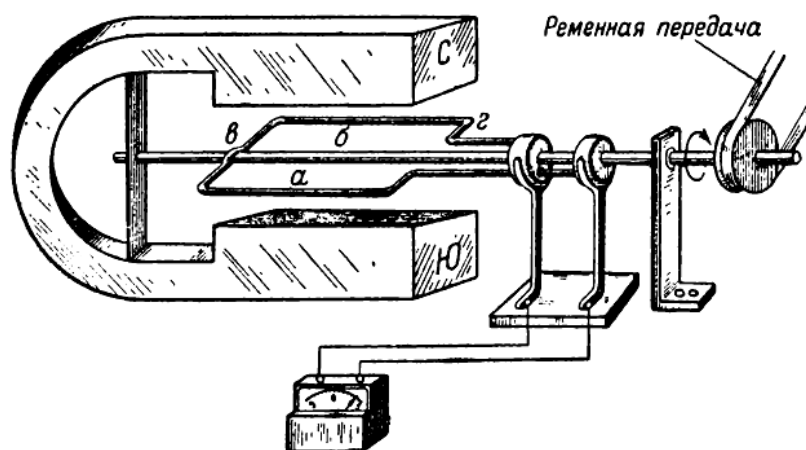
Оборудование:

- измерительные приборы, подковообразный магнит, медная рамка с кольцами.
- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.

Справочная литература: Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

Порядок выполнения работы.

1. Поместите медную рамку в магнитное поле как показано на рисунке. При помощи щеток подключите вольтметр или гальванометр.



2. Вращая ручку наблюдайте за показаниями прибора.
3. На рисунке рамка имеет обозначения, скажите какие стороны не работают в генерации тока (А,Б или В,Г). Поясните свой ответ.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличается переменный ток от постоянного?
2. Почему при вращении рамки в магнитном поле индуцируемая в ней ЭДС изменяется по величине и по направлению?
3. Если перестать вращать рамку, а начать вращать магнит, будет ли индуцироваться ЭДС?

Лабораторно-практическое занятие №10
ТЕМА: Устройство, принцип работы двигателя переменного тока.

Цель: научиться изготавливать простейший двигатель переменного тока.
Обучающийся!

- 1) В результате выполнения этой работы вы научитесь выполнять простейший макет двигателя переменного тока.
- 2) Выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

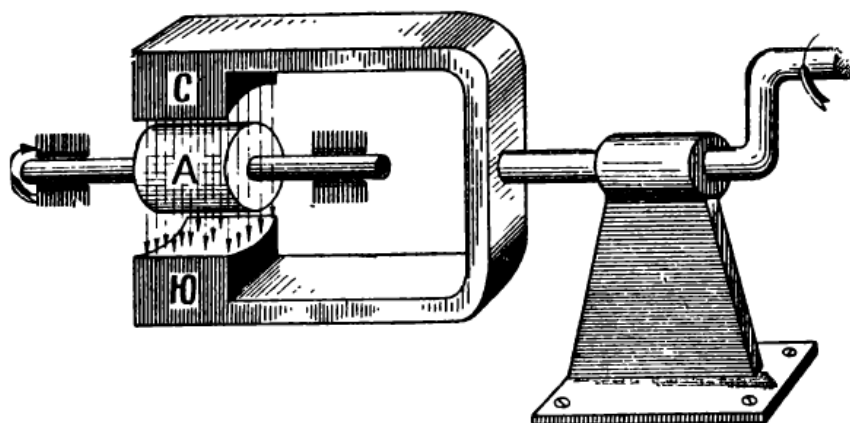
Оборудование:

- Подковообразный магнит, медный цилиндр.
- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.

Справочная литература: Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

Порядок выполнения работы.

1. Поместить медный цилиндр в магнитное поле подковообразного магнита как показано на рисунке.



2. Вращая ручку на которой закреплен магнит, медный цилиндр начнет потихоньку вращаться, при этом разгоняясь.
3. Объясните этот эксперимент.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что значит асинхронный двигатель?
2. Почему в эксперименте медный цилиндр начинает не сразу вращаться?
3. Медный цилиндр парамагнитный материал, почему он начинает взаимодействовать с постоянным магнитным полем подковообразного магнита?

Лабораторно-практическое занятие №11
ТЕМА: Устройство, принцип работы двигателя постоянного тока.

Цель: научиться изготавливать простейший двигатель постоянного тока.
Обучающийся!

1) В результате выполнения этой работы вы научитесь изготавливать простейший двигатель постоянного тока.

2) Выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

Оборудование:

- батарейка типа АА, катушка, магнит.
- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.

Справочная литература: Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

Порядок выполнения работы.

1. Катушку поместить на скользящие контакты выведенные с батарейки.
2. Постепенно к катушке подносить магнит.
3. Объяснить почему начинает вращаться катушка.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Для чего на машинах постоянного тока устанавливают коллектор?
2. Можно ли машину постоянного тока использовать в качестве генератора постоянного тока?
3. Какие вы знаете виды соединения обмоток у двигателя постоянного тока?

Лабораторно-практическое занятие №12
ТЕМА: Расширение пределов измерения измерительные приборы.

Цель: научиться выполнять расширение пределов измерения измерительных приборов.
Обучающийся!

- 1) В результате выполнения этой работы вы научитесь производить расчет шунта и производить его включение в измерительный прибор.
- 2) Выполнение этой работы обязательно для допуска к зачёту.

Оборудование:

- измерительные приборы, шунты, инструменты, тестер.
- тетрадь, линейка, карандаш, ручка.

Справочная литература: Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.

Порядок выполнения работы

1. Подготовить рабочее место для выполнения работы.

Для расширения пределов измерения к обмотке измерительного механизма последовательно присоединяют многоомное сопротивление, носящее название добавочного сопротивления или шунт.

Для вольтметра шунт подключается последовательно:

При такой схеме из n частей напряжения подлежащего измерению на обмотку прибора приходится лишь часть, а остальные $n - 1$ частей – на добавочное сопротивление.

$$R_{\text{д}} = R_{\text{в}}(n - 1), \text{ где } R_{\text{д}} \text{ - добавочное сопротивление}$$

$$R_{\text{в}} \text{ - сопротивление вольтметра}$$

Число n показывает во сколько раз расширяет предел вольтметра.

Пример.

Пусть вольтметр позволяет измерить напряжение 30 В, а необходимо измерить этим прибором напряжение 120 В.

$$n = \frac{U}{U_{\text{в}}} = \frac{120}{30} = 4 \text{ раза};$$

Если сопротивление вольтметра – 3000 Ом, то для расширения предела в 4 раза необходимо добавочное сопротивление $R = R_{\text{в}}(n - 1) = 3000(4 - 1) = 9000 \text{ Ом}$

Для расширения пределов измерения к обмотке измерительного механизма параллельно присоединяют низкоомное сопротивление, носящее название добавочного сопротивления или шунт.

Для амперметра шунт подключается параллельно:

При такой схеме из n частей напряжения подлежащего измерению на обмотку прибора приходится лишь часть, а остальные $n - 1$ частей – на добавочное сопротивление.

Пусть амперметр позволяет измерить силу тока в 5 А, а в данном случае необходимо измерить силу тока в 30 А. Значит нужно увеличить пределы измерения.

$$n = \frac{I}{I_a} = \frac{30}{5} = 6 \text{ раз}$$

Если сопротивление амперметра = 0,15 Ом, то сопротивление шунта:

$$R_d = \frac{R_a}{n - 1} = \frac{0,15}{6 - 1} = 0,03 \text{ Ом}$$

2. Произвести расчет шунтов по примеру, подключить их к измерительному прибору.

Контрольные вопросы:

1. Что такое шунт? Его назначение?
2. Как шунт подключается к амперметру?
3. Как шунт подключается к вольтметру?

Практическая работа №13 Магнитное поле проводника с током

Цель: изучить действия магнитного поля на проводник с током.

Оборудование: лист формат А-4, чертежные принадлежности.

Теоретические сведения

Если магнитное поле симметрично, то вычисление напряженности поля, а значит, и индукции не представляет большого труда. Например, напряженность поля в точке а на расстоянии r от оси прямолинейного проводника с током (рис. 3.1.) в соответствии с законом полного тока в простейшей форме $Hl = \sum I$ выражается, как

$$Hl = \frac{\sum I}{l} = \frac{I}{2\pi r}$$

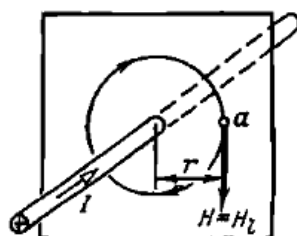


Рис. 3.1. Напряженность магнитного поля проводника с током

так как полный ток равен току в проводе I , а контур совпадает с магнитной линией, которая проходит через точку а (рис. 3.1.), и $l = 2\pi r$.

$$B = \mu_a H = \mu_a \frac{I}{2\pi r} = \mu\mu_0 \frac{I}{2\pi r} = 125\mu \frac{I}{2\pi r} 10^{-8}$$

Магнитная индукция

где B — магнитная индукция, Тл; I — ток, А; r — расстояние, м.

Если проводник находится в неферромагнитной среде, то, полагая $\mu=1$, получаем

$$B = 125 \frac{I}{2\pi r} 10^{-8}$$

Приведенная формула правильна при любом значении r , большем радиуса проводника и бесконечно большой длине проводника; однако она применима и при конечной длине проводника, если расстояние r значительно меньше длины проводника и точка, в которой определяется индукция, не находится вблизи конца проводника. По закону полного тока нетрудно найти напряженность поля и внутри длинного

цилиндрического провода радиуса a (рис. 3.2, а). Во всех точках поперечного сечения провода плотность тока

$$J = I/S = I/(\pi a^2)$$

Из условий симметрии следует, что внутри провода, как и вне провода, все магнитные линии — это концентрические окружности с центром на оси провода.

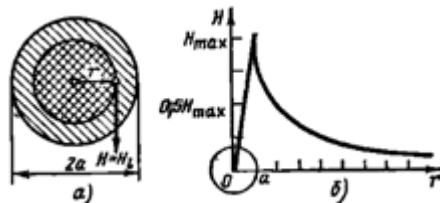


Рис. 3.2. Напряженность поля внутри провода с током (а) и распределение напряженности поля (б)

Окружность радиуса $r < a$ с центром на оси провода представляет собой замкнутый контур, совпадающий с магнитной линией. Обозначив площадь сечения, ограниченного замкнутым контуром, $S_r = \pi r^2$, а ток, пронизывающий это сечение, $I_r = S_r J$ по закону полного тока можем написать выражение напряженности магнитного поля

$$H = \frac{\sum I}{l} = \frac{I_r}{l} = \frac{J S}{2\pi r}$$

которая одинакова во всех точках контура и направлена по касательной к окружности (рис. 3.2,а), т. е. $H = H_L$.

Подставив в последнюю формулу выражения плотности тока и площади замкнутого контура, получим

$$H = \frac{I \pi r^2}{\pi a^2 2\pi r} = \frac{I}{2\pi a^2} r$$

Таким образом, напряженность поля в произвольной точке внутри провода пропорциональна расстоянию r этой точки от оси провода. На оси провода $H=0$, так как $r=0$. На поверхности провода ($r=a$) напряженность поля имеет наибольшее значение:

$$H_{max} = \frac{I}{2\pi a^2} a = \frac{I}{2\pi a}$$

и далее при $r > a$ уменьшается согласно (2).

График распределения напряженности магнитного поля внутри и вне проводника дан на рис. 3.2, б.

Магнитная индукция внутри проводника равна произведению напряженности магнитного поля и абсолютной магнитной проницаемости материала провода, т. е.

$$B = \mu\mu_0 H = 125\mu \frac{I}{2\pi a^2} r \cdot 10^{-8}$$

где B — магнитная индукция, Тл; I — ток, А; расстояние r и a — м.

Задание:

1. Изучить теоретические сведения.
2. Решить задачи №1, №2, №3.
3. Сделать выводы.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Задача №1. Определить напряженность магнитного поля, создаваемого током 100 а, проходящим по длинному прямолинейному проводнику в точке, удаленной от проводника на 10 см.

Задача №2. Определить напряженность магнитного поля, создаваемого током 20 а, проходящим по кольцевому проводнику радиусом 5 см в точке, расположенной в центре витка.

Задача №3. Определить магнитный поток, проходящий в куске никеля, помещенного в однородное магнитное поле напряженностью 500 а/м. Площадь поперечного сечения куска никеля 25 см² (относительная магнитная проницаемость никеля 300).

Контрольные вопросы:

1. На каком опыте можно убедиться, что вокруг проводника с током образуется магнитное поле?
2. Каковы свойства магнитных линий?
3. Как определить направление магнитных линий?
4. Как определить направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле?

Практическая работа №14 Однофазные трансформаторы

Цель: ознакомиться с устройством однофазного трансформатора; произвести расчет параметров трансформаторов.

Оборудование: лист формат А-4, чертежные принадлежности

Теоретические сведения

Трансформатором называют статическое электромагнитное устройство, имеющее две или большее число индуктивно-связанных обмоток и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной (первичной) системы переменного тока в другую (вторичную) систему переменного тока. Трансформаторы широко используются в промышленности и быту для различных целей.

Электромагнитная схема однофазного двух обмоточного трансформатора состоит из двух обмоток (рис. 7.1), размещенных на замкнутом магнитопроводе, который выполнен из ферромагнитного материала. Применение ферромагнитного магнитопровода позволяет усилить электромагнитную связь между обмотками, т.е. уменьшить магнитное сопротивление контура, по которому проходит магнитный поток трансформатора. Первичную обмотку 1 подключают к источнику переменного тока – электрической сети с напряжением сети u_1 . К вторичной обмотке 2 присоединяют сопротивление нагрузки Z_n .

Обмотку более высокого напряжения называют обмоткой высшего напряжения (ВН), а низкого напряжения – обмоткой низшего напряжения (НН). Начала и концы обмотки ВН обозначают буквами А и Х; обмотки НН – буквами а и х.

При подключении к сети в первичной обмотке возникает переменный ток i_1 , который создаёт переменный магнитный поток Φ , замыкающийся по магнитопроводу. Поток Φ индуцирует в обеих обмотках переменные ЭДС – e_1 и e_2 пропорциональные,

согласно закону Максвелла, числам витков w_1 и w_2 соответствующей обмотки и скорости изменения потока $d\Phi/dt$.

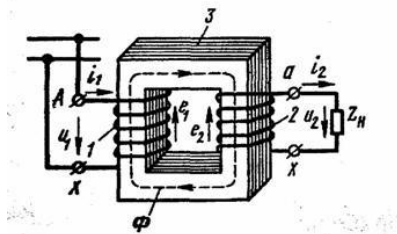


Рис. 7.1.

Таким образом, мгновенные значения ЭДС, индуцированные в каждой обмотке.

$$e_1 = -w_1 \frac{d\Phi}{dt}; \quad e_2 = -w_2 \frac{d\Phi}{dt}.$$

Следовательно, отношение мгновенных и действующих ЭДС в обмотках определяется выражением

$$E_1 / E_2 = e_1 / e_2 = w_1 / w_2.$$

Если пренебречь падениями напряжения в обмотках трансформатора, которые обычно не превышают 3-5 % от номинальных значений U_1 и U_2 , и считать $E_1 \approx U_1$ и $E_2 \approx U_2$, то получим

$$U_1 / U_2 \approx w_1 / w_2.$$

Следовательно, подбирая соответствующим образом числа витков обмоток, при заданном напряжении U_1 можно получить желаемое напряжение U_2 . Если необходимо повысить вторичное напряжение, то число витков w_2 берут больше числа w_1 ; такой трансформатор называют повышающим. Если требуется уменьшить напряжение U_2 , то число витков w_2 берут меньшим w_1 ; такой трансформатор называют понижающим.

Отношение ЭДС $E_{вн}$ обмотки высшего напряжения к ЭДС $E_{нн}$ обмотки низшего напряжения (или отношение их чисел витков) называют коэффициентом трансформации

$$n = \frac{E_{вн}}{E_{нн}} = \frac{w_{вн}}{w_{нн}}.$$

Коэффициент n всегда больше единицы.

В системах передачи и распределения энергии в ряде случаев применяют трёхобмоточные трансформаторы, а в устройствах радиоэлектроники и автоматики – многообмоточные трансформаторы. В таких трансформаторах на магнитопроводе размещают три или большее число изолированных друг от друга обмоток, что даёт возможность при питании одной из обмоток получать два или большее число различных напряжений (U_2 , U_3 , U_4 и т.д.) для электроснабжения двух или большего числа групп

потребителей. В трехобмоточных силовых трансформаторах различают обмотки высшего, низшего и среднего (СН) напряжения.

В трансформаторе преобразуются только напряжения и токи. Мощность же остаётся приблизительно постоянной (она несколько уменьшается из-за внутренних потерь энергии в трансформаторе). Следовательно, полная мощность потребляемая из сети

$$S_1 = U_1 I_1 ,$$

практически полностью выделяется на нагрузке

$$S_1 = U_1 I_1 \approx S_2 = U_2 I_2 .$$

Отсюда следуют соотношения между токами и напряжениями на первичной и вторичной обмотках трансформатора.

$$U_1 / U_2 = I_2 / I_1 = w_1 / w_2 = n .$$

При уменьшении вторичного напряжения в n раз по сравнению с первичным, ток i_2 во вторичной обмотке соответственно увеличится в n раз.

Трансформатор может работать только в цепях переменного тока. Если первичную обмотку трансформатора подключить к источнику постоянного тока, то в его магнитопроводе образуется магнитный поток, постоянный во времени по величине и направлению. Поэтому в первичной и вторичной обмотках в установившемся режиме не индуцируются ЭДС, а, следовательно, не передаётся электрическая энергия из первичной цепи во вторичную. Такой режим опасен для трансформатора, так как из-за отсутствия ЭДС E_1 в первичной обмотке ток $I_1 = U_1 / R_1$ весьма большой.

Области применения однофазного трансформатора

Однофазный трансформатор небольшой мощности применяют в качестве сварочного, измерительного, испытательного, специального назначения и для бытовых нужд.

Измерительный однофазный трансформатор предназначен для включения электрических измерительных приборов в сети высокого напряжения или сильного тока.

Испытательный однофазный трансформатор используется для получения высоких и сверхвысоких напряжений, необходимых при испытаниях на электрическую прочность электроизоляционных изделий. Однофазные трансформаторы – радио трансформаторы, применяются в устройствах радио- и проводной связи, в системах автоматики и телемеханики для получения требуемых напряжений, согласования сопротивлений электрических цепей, гальванического разделения цепей и др.

Мощный однофазный трансформатор служит для трансформации электрической энергии трехфазного тока и для питания специальных промышленных установок.

Силовой однофазный трансформатор применяется также:

- для установок со статическими преобразователями (ионными или полупроводниковыми) при преобразовании переменного тока в постоянный (выпрямители) или постоянного в переменный (инверторы);
- для получения требуемых напряжений в цепях управления электроприводами и в цепях местного освещения.

Задание:

1. Изучить теоретические сведения.
2. Решить задачи №1, №2.
3. Сделать выводы.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Задача №1. Однофазный двух обмоточный трансформатор имеет номинальные напряжения: первичное 6,3 кВ, вторичное 0,4 кВ; максимальное значение магнитной индукции в стержне магнитопровода 1,5 Тл; площадь поперечного сечения этого стержня 200 см²; коэффициент заполнения стержня сталью $k_c = 0,95$. Определить: число витков в обмотках трансформатора и коэффициент трансформации, если частота переменного тока в сети $f = 50$ Гц.

Задача №2. Однофазный трансформатор включен в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Номинальное вторичное напряжение 680 В, а коэффициент трансформации 12.

Определить: число витков первичной и вторичной обмотки w_1 ; w_2 , если в стержне магнитопровода трансформатора сечением 0,12 м² максимальное значение магнитной индукции в стержне $B_{\text{макс.}} = 1,8$ Тл.

Контрольные вопросы:

1. Что называется коэффициентом трансформации трансформатора?
2. От чего зависит магнитный поток трансформатора?
3. От чего зависит ток, потребляемый трансформатором из сети?
4. Перечислить режимы работы трансформатора.

Критерии оценки

Оценка	Критерии			
	Полнота выполненного задания	Самостоятельность при выполнении задания	Вычисления	Оформление
5	Обучающийся полностью справился с заданием: правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.	Задание выполнено обучающимся полностью самостоятельно	Правильно произведены расчеты.	Использована профессиональная терминология при заполнении таблиц и ответов на контрольные вопросы.
4	Обучающийся справился с заданием, хотя имеются отдельные незначительные неточности в выполнении практических работ.	Задание выполнено обучающимся самостоятельно. В затруднительных моментах воспользовался устной консультацией с преподавателем для уточнения правильности своих действий.	Имеются ошибки в расчетах практических заданий.	Наблюдаются некоторые затруднения при подборе слов, терминов и использовании профессиональной терминологии при заполнении результатов измерений.
3	Задание выполнено не полностью, имеются недостатки и не	Задание выполнено обучающимся с помощью дополнительного источника	Допущены грубые ошибки в расчетах.	Допущено множество ошибок в оформлении таблиц.

	<p>точности при выполнении заданий и ответах на контрольные вопросы.</p>	<p>информации.</p>		<p>Наблюдается затруднения при подборе слов, терминов и использовании профессиональной терминологии при заполнении результатов.</p>
2	<p>Задание не выполнено</p>	<p>Задание с помощью дополнительного источника информации не выполнено.</p>	<p>Отсутствуют вычисления</p>	<p>Ошибки в оформлении отчетов. Профессиональная терминология при заполнении результатов измерений отсутствует.</p>

Заключение

Методическая разработка соответствует требованиям ФГОС СПО по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)). Тематика и содержание практических работ направлены на приобретение умений и знаний, требуемых для специалистов данной профессии.

Данная методическая разработка рекомендуется к использованию для проведения практических занятий по учебной дисциплине ОП.02 Основы электротехники для профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)). Методическую разработку рекомендуется использовать преподавателям дисциплин профессионального цикла при подготовке к практическим занятиям.

Практические занятия проводятся в групповой форме, что обеспечивает возможность коллективного взаимообучения и согласованных способов деятельности, направленных на достижение результата.

При формулировке выводов и ответах на контрольные вопросы развиваются умения самостоятельно работать с источниками учебной и научно-технической информации, выделять главное и характерное, обобщать полученные знания, проводить анализ и сравнения, устанавливать причинно-следственные связи, делать необходимые выводы.

Воспитание творческого отношения к избранной профессии является необходимым фактором в подготовке квалифицированного специалиста.

Список литературы:

1. Бутырин П.А., Электротехника: учеб.- М.: Академия, 2003.
- 2.Иванов И. И. Электротехника и основы электроники: учебник для СПО / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 736 с.
- 3.Немцов М. В. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / М.В. Немцов, М.Л. Немцова – 5-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2021. – 480 с.
- 4.Прошин В.М. Электротехника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/В.М.Прошин. – 6-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 288 с.
- 5.Синдеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники: учебное пособие / Ю.Г.Синдеев. – Изд. 11-е, доп. и перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2018. – 407 с.