**Министерство образования Красноярского края**

**краевое государственное бюджетное**

**профессиональное образовательное учреждение**

**«Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**Методические указания**

**по выполнению лабораторных работ**

**по дисциплине ОП.В.02. Электрические измерения**

**специальности 35.02.08. Электрификация и автоматизация сельского хозяйства**

**Минусинск, 2020**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Рассмотрено  на заседании цикловой комиссии преподавателей электротехническихдисциплин Протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Методист ЦК  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.А. Кулакова |  |  |

Методологические указания по выполнению лабораторных работ являются частью образовательной программы по дисциплине ОП.В.02. Электрические измерения, утвержденной методическим советом.

Методические указания адресованы студентам очной и заочной формы обучения.

Методические указания включают в себя введение, инструкционно-технологические карты, рекомендации по оформлению отчета.

Введение содержит учебную цель, перечень образовательных результатов в соответствии с требованиями ФГОС, задачи, обеспеченность занятия.

Инструкционно-технологические карты содержат: тему, наименование работы, цель, оснащение рабочего места, норму времени, рекомендуемую литературу, теоретические сведения, содержание работы и последовательность ее выполнения, таблицы, рисунки, контрольные вопросы.

Автор: Масленникова Наталья Николаевна, преподаватель, Минусинский сельскохозяйственный колледж.

Рецензент: Замараев Виктор Данилович, преподаватель высшей категории, Минусинский сельскохозяйственный колледж.

**Содержание**

[Введение 4](#_Toc495432896)

[Рекомендации по оформлению отчета (общие требования) 8](#_Toc495432897)

[Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения» 9](#_Toc495432898)

[Лабораторная работа №1. Конструкция электроизмерительных приборов прямого действия. 11](#_Toc495432899)

[Лабораторная работа №2. Измерение активной мощности в однофазных цепях 13](#_Toc495432900)

[Лабораторная работа №3. Измерение активной мощности, потребляемой трехфазным электродвигателем, снятие показаний трехфазного ваттметра 15](#_Toc495432901)

[Лабораторная работа №4. Поверка однофазных счетчиков электрической энергии 17](#_Toc495432902)

[Лабораторная работа №5. Учет электрической энергии, снятие показаний однофазных счетчиков в трехфазных цепях 20](#_Toc495432903)

[Лабораторная работа №6. Учет электрической энергии в трехфазных цепях с помощью двухэлементных трехфазных счетчиков 22](#_Toc495432904)

[Лабораторная работа №7. Измерение коэффициента мощности и снятие показаний фазометра 25](#_Toc495432905)

[Лабораторная работа №8. Измерение индуктивности и емкости 28](#_Toc495432906)

[Лабораторная работа №9. Измерение сопротивлений 30](#_Toc495432907)

[Лабораторная работа №10. Измерение мощности потерь в ферромагнитных материалах 32](#_Toc495432908)

[Список использованной литературы **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc495432909)

### Введение

Уважаемый студент!

Методические указания по дисциплине «Электрические измерения» для выполнения лабораторных работ созданы вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к практическим занятиям, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению лабораторной работы, необходимо внимательно прочитать цели и задачи, ознакомиться с требованиями к уровню вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами, краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к лабораторной работе выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные результаты.

Отчет о работе выполнить по приведенному алгоритму в инструкционно-технологической карте.

Наличие положительной оценки по лабораторным работам необходимо для получения по дисциплине дифференцированного зачета, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за работу необходимо найти время для ее выполнения или пересдачи.

Внимание! Если в процессе подготовке к лабораторным работам или при решении задач у вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий.

Время проведения дополнительных занятий можно узнать у преподавателя или посмотреть на двери его кабинета.

Практическое обучение является центральной частью профессионального образования и направлено на понимание значимости выбранной специальности, на отработку у обучающихся умений, навыков и знаний по учебным дисциплинам.

Цель лабораторных работ – формирование у студентов общих и профессиональных компетенций, приобретение практических профессиональных умений в рамках учебной дисциплины ОП.В.02. Электрические измерения по специальности 35.02.08. Электрификация и автоматизация сельского хозяйства, входящей в укрупненную группу 35.00.00. Сельское, лесное и рыбное хозяйство.

Задачами лабораторных работ является закрепление студентами на практике знаний, полученных при изучение теоретической части.

В ходе выполнения лабораторных работ студенты приобретают умения:

* проводить электрические измерения;
* снимать показания приборов.

В процессе изучения материала на занятиях, выполнения практических и лабораторных работ у студентов должны быть сформированы общие, профессиональные и дополнительные компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.2. Выполнять монтаж и эксплуатацию осветительных и электронагревательных установок.

ПК 1.3. Поддерживать режимы работы и заданные параметры электрифицированных и автоматических систем управления технологическими процессами.

ПК 2.1. Выполнять мероприятия по бесперебойному электроснабжению сельскохозяйственных организаций.

ПК 2.2. Выполнять монтаж воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций.

ПК 2.3. Обеспечивать электробезопасность.

ПК 3.1. Осуществлять техническое обслуживание электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники.

ПК 3.2. Диагностировать неисправности и осуществлять текущий и капитальный ремонт электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники.

ПК 3.3. Осуществлять надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники.

ПК 3.4. Участвовать в проведении испытаний электрооборудования сельхозпроизводства.

ПК 4.2. Планировать выполнение работ исполнителями.

ПК 4.4. Контролировать ход и оценивать результаты выполнения работ исполнителями.

ПКд 12. Отработка практических навыков при выполнении расчетных и лабораторных работ.

При выполнении лабораторных работ на студентов распространяются правила охраны труда, правила внутреннего распорядка, действующие в общеобразовательном учреждении, правила пожарной безопасности.

Выполненная работа представляется преподавателю в форме отчета на отдельном листе.

При оценке работы учитываются:

- готовность студента к выполнению лабораторной работы (теоретическая подготовленность, наличие тетради);

- степень самостоятельности при выполнении работы;

- рациональное распределение времени;

- аккуратность выполнения работы;

- последовательность, точность изложения, а также правильность математических расчетов, теоретических обоснований, обобщений и выводов;

- наличие грамотных и научных ответов на контрольные вопросы;

- уровень защиты лабораторной работы.

**Критерии оценки качества выполнения лабораторных работ:**

- **отметка «5»**. Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студент работает полностью самостоятельно: подбирает необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме. Работа выполнена в срок, студент сумел рассчитать время, необходимое для подготовки работы, четко понимает цель задания. Грамотно отвечает на поставленные вопросы, используя профессиональную лексику.

- **отметка «4»**. Работа выполняется в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, включая таблицы из приложения к методическим указаниям. Работа показывает знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежности в оформлении результатов работы.

- **отметка «3»**. Работа выполняется и оформляется студентом при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу студентов. На выполнение работы затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с формулами, приложениями.

- **отметка «2»**. Выставляется в том случае, когда студенты не подготовлены к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Большое число ошибок в вычислениях. Работа оформлено небрежно. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений, низкий интеллект. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных учащихся неэффективны по причине плохой подготовки.

### Рекомендации по оформлению отчета (общие требования)

Отчет должен включать в себя:

- наименование учебного заведения и лаборатории;

- номер группы;

- фамилию и инициалы студента;

- номер и наименование лабораторной работы;

- цель работы;

- схемы исследуемых в работе электрических цепей с буквенными обозначениями элементов и их номиналов (например, R1=300 Ом; С1=4 мкФ и т.д.);

- таблицы результатов измерений и вычислений (образцы таблиц даны в описании каждой лабораторной работы);

- вычисления:

* расчетные формулы;
* подстановка числовых значений;
* результаты вычислений с наименованиями единиц измерения;

- выполнение заданий согласно описанию работы: построение графиков и диаграмм, запись вывода и т.д.

Содержание отчета и порядок расположения заданий должны соответствовать инструкционно-технологической карте на выполнение работы.

Для отчетов по лабораторным работам используется рукописный текст на развернутых листах тетрадей в клетку, цвет текста – синий, фиолетовый, черный.

Текст и оформление иллюстраций, таблиц должны удовлетворять требованию их четкого воспроизведения.

Ошибки, помарки и графические неточности допускается исправлять аккуратной подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста. Повреждения листов, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Сокращения слов в тексте отчета и подрисуночном тексте не допускается.

Округление числовых значений величин допускается до второго десятичного знака.

Порядок изложения расчетов определяется характером рассчитываемых величин.

Уравнения и формулы следует записывать и выделять из текста в отдельную строку. Под формулами делать пояснения по применяемым обозначениям.

### Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения»

При работе в лаборатории электротехники во избежание несчастных случаев, а также преждевременного выхода из строя приборов и электрооборудования студент при выполнении лабораторных работ должен строго выполнять следующие правила внутреннего распорядка и техники безопасности:

1. Перед началом лабораторных работ преподаватель (ответственный за лабораторию) проводит первичный инструктаж по технике безопасности, о чем делается запись в журнале регистрации инструктажа. Студенты должны не только ознакомиться с правилами внутреннего распорядка и техники безопасности и строго выполнять их, но и требовать неуклонного выполнения от своих товарищей.

2. В случае выявления нарушений техники безопасности должен быть проведен внеочередной инструктаж с записью в журнале регистрации инструктажа.

3. Если перерыв в занятиях студента в лаборатории превысил шесть месяцев, проводится повторный инструктаж с записью в журнале.

4. При работе в лаборатории студентам категорически запрещается приносить с собой вещи и предметы, загромождающие рабочие места, способствующие созданию условий, могущих привести к нарушению правил техники безопасности.

5. В лаборатории запрещается громко разговаривать, покидать рабочие места и переходить от одного стенда к другому.

6. Перед началом лабораторного занятия преподаватель (ответственный за лабораторию) проверяет наличие и исправность защитного «зануления» лабораторного оборудования, исправность источников питания, элементов схем и электроизмерительных приборов, отсутствие посторонних предметов на рабочих местах.

7. Перед каждым лабораторным занятием преподаватель (ответственный за лабораторию) проводит инструктаж на рабочем месте. Студентам при этом сообщается о числовых значениях напряжения, используемых в данной лабораторной работе (независимо от наличия информации об этом в тексте описания лабораторной работы), и о способах безопасного выполнения работы. Запись в журнал о проведении инструктажа на рабочем месте не требуется.

8. Студенты выполняют сборку испытательной схемы только при отключенных источниках питания. Включать источники питания схемы можно только с разрешения преподавателя (ответственного за лабораторию).

9. Внесение изменений в собранную схему или сборка другой схемы, если это предусмотрено описанием лабораторной работы, выполняется только после отключения источников питания. Каждую собранную схему перед включением источников должен проверить преподаватель (ответственный за лабораторию).

10. В случае обнаружения студентами любой неисправности необходимо отключить источники питания и сообщить о неисправности преподавателю (ответственному за лабораторию). Студентам не разрешается предпринимать попытки самостоятельного устранения неисправностей.

11. В случае возникновения аварийной ситуации необходимо немедленно отключить источники питания и сообщить о случившемся преподавателю (ответственному за лабораторию).

12. Запрещается прикасаться пальцами, карандашами и другими предметами к оголенным токоведущим частям электрической цепи, находящимся под напряжением.

13. При работе с конденсаторами следует помнить, что на их зажимах, отключенных от сети, некоторое время сохраняется электрический заряд, могущий быть причиной поражения электрическим током.

14. После окончания экспериментальной части лабораторной работы студенты отключают источники питания, а после проверки преподавателем полученных экспериментальных результатов разбирают схему. Преподаватель (ответственный за лабораторию) проверяет состояние рабочего места.

15. Лабораторная работа, пропущенная студентом, выполняется по разрешению преподавателя и особому расписанию.

16. В случае поражения человека электрическим током необходимо немедленно обесточить стенд, выключив напряжение питания. При потере сознания и остановке дыхания необходимо немедленно освободить пострадавшего от стесняющей его одежды и делать искусственное дыхание до прибытия врача.

### Лабораторная работа №1. Конструкция электроизмерительных приборов прямого действия.

Инструкционно-технологическая карта

на выполнение лабораторной работы №1

по дисциплине «Электрические измерения»

**Тема:**Электромеханические измерительные приборы.

**Наименование работы:**Конструкция электроизмерительных приборов прямого действия.

**Цель занятия:** Изучить конструкцию приборов непосредственной оценки.

**Приобретаемые умения и навыки:**ОК 2-8; ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1., ПК 3.2., ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 4.2, ПК 4.4; ПКд 12.

**Норма времени:** 2 часа.

**Оснащение рабочего места:** Амперметры, вольтметры, ваттметры магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и ферродинамической систем

**Основные правила ТБ на рабочем месте:** Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения».

**Литература:**Кравцов А.В. «Электрические измерения», М. Агропромиздат, 1988, стр. 31-52.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какими буквами алфавита условно обозначаются приборы магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической, ферродинамической, индукционной и других систем?
2. На какие группы делятся приборы по условиям эксплуатации?

**Содержание работы и последовательность выполнения операций:**

**Задания для отчета:**

1. Рассмотреть условные обозначения на электроизмерительных приборах лабораторного стола и занести их в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование прибора | Условное обозначение прибора | Система прибора | Буквенное обозначение системы прибора | Графическое обозначение системы прибора | Класс точности прибора | Положение шкалы | Обозначение рода тока |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Рассмотреть и схематически зарисовать измерительные механизмы рассмотренных приборов.
2. Рассмотреть и схематически изобразить успокоители приборов. Дать пояснение принципа работы магнитоиндукционного, воздушного успокоителя.
3. Рассмотреть и схематически изобразить шунты и добавочные сопротивления. Пояснить назначение этих элементов.
4. Измерить сопротивление вольтметров, амперметров, ваттметра, частотомера на лабораторном столе.

**Контрольные вопросы:**

1. Как создается вращающий момент магнитоэлектрических, электромагнитных, электродинамических приборов? Привести схему и пояснить.
2. Как создается противодействующий момент в приборах магнитоэлектрических, электромагнитных, электродинамических систем? Привести схему и пояснить.
3. Для чего необходимо экранирование приборов? Как выполняется экранирование? Привести схему и пояснить.
4. Объяснить, почему одни приборы имеют равномерную шкалу, а другие неравномерную?
5. Какие необходимо знать величины для вычисления мощности потерь в электроизмерительных приборах?
6. В каких пределах находится мощность потерь электроизмерительных приборов?
7. Останется ли постоянной мощность потерь при номинальном значении измеряемой величины и 0,5 номинальной?
8. Почему приборы магнитоэлектрической системы полярные?
9. Почему в приборах магнитоэлектрической системы нет специального успокоителя?
10. С какой целью применяется корректор?
11. Какие существуют способы расширения пределов измерения тока и напряжения?
12. Как расширить предел измерения в два раза?
13. Как расширить предел измерения амперметра магнитоэлектрической системы в два раза?

Почему в приборах электромагнитной, электродинамической систем направление вращающего момента не зависит от направления тока, протекающего через прибор?

### Лабораторная работа №2. Измерение активной мощности в однофазных цепях

Инструкционно-технологическая карта

на выполнение лабораторной работы №2

по дисциплине «Электрические измерения»

**Тема:**Измерение электрических величин.

**Наименование работы:**Измерение активной мощности в однофазных цепях.

**Цель занятия:** Изучить устройство и работы ваттметра при измерении мощности однофазного тока.

**Приобретаемые умения и навыки:**ОК 2-8; ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1., ПК 3.2., ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 4.2, ПК 4.4; ДК 1.

**Норма времени:** 2 часа.

**Оснащение рабочего места:**

1. Ваттметр электродинамической системы.
2. Амперметр электромагнитной системы с пределом измерения 5А.
3. Амперметр электромагнитной системы с пределом измерения 1А.
4. Вольтметр электромагнитной системы с пределом измерения 75В.
5. Ламповый реостат.
6. Трансформатор тока.
7. Источник питания – сеть переменного тока напряжением  с коммутационной и защитной аппаратурой.
8. Ваттметр для разборки и сборки.
9. Соединительные провода.

**Основные правила ТБ на рабочем месте:** Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения».

**Литература:** Кравцов А.В. «Электрические измерения», М. Агропромиздат, 1988, стр. 128-130.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. На каком принципе основана работа электродинамического ваттметра?
2. Почему приборы электродинамической системы применимы в цепях переменного и постоянного тока?
3. Что такое генераторные зажимы и каковы правила их включения?

**Содержание работы и последовательность выполнения операций:**

1. Изучить устройство ваттметра электродинамической системы, обратив внимание на измерительный, тормозной, успокоительные механизмы и отчетное устройство.
2. Определить цены деления ваттметра на всех пределах измерения.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Untitled-7 | | | | | 1. Собрать электрическую цепь согласно схемы А и после проверки ее преподавателем включить под напряжение. Измерить ток I, напряжение U, мощность Р цепи при включении поочередно одной, двух, трех ламп лампового реостата. Результаты измерений записать в таблицу №1. | | | | |
| **схема А** | | | | |
| № опыта | Измерено | | | | | Вычислено | | | |
| I |  | U |  | |  |  |  |  |
| А | А | В | дел | | -- | Вт/д | Вт | Вт |
| 1 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  | |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Untitled-8 | 1. Собрать электрическую цепь согласно схемы Б и после проверки ее преподавателем включить под напряжение. Измерить ток I, напряжение U, мощность Р цепи при включении поочередно одной, двух, трех ламп лампового реостата. Результаты измерений записать в таблицу №2. |
| **схема Б** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Измерено | | | Вычислено | | | |
| I | U |  |  |  |  |  |
| А | В | дел | -- | Вт/д | Вт | Вт |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |

5. Убедится в необходимости соблюдения правила подключения генераторных зажимов, для чего при одном из замеров поменять местами обмотки напряжения ваттметра.

**Задания для отчета:**

1. Описать измерительный, тормозной, успокоительные механизмы ваттметра и отчетное устройство.
2. Расчеты величин, указанных в таблицах, выполняются по формулам:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ; | ; | ; |

где  - цена деления ваттметра;

, ,- предельные значения шкалы ваттметра.

|  |  |
| --- | --- |
| - для опыта схемы А; | - для опыта схемы Б; |

где  - число делений ваттметра.

1. По лабораторной работе сделать выводы относительно возможности измерения активной мощности однофазного тока, необходимости соблюдения правила подключения генераторных зажимов.

Ответить в письменной форме на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Почему стрелка ваттметра при его включении иногда может отклоняться влево за нуль шкалы?
2. Почему в ваттметрах с цепью успокоения прибора не применяют алюминиевых рамок для подвижных катушек?

### Лабораторная работа №3. Измерение активной мощности, потребляемой трехфазным электродвигателем, снятие показаний трехфазного ваттметра

Инструкционно-технологическая карта

на выполнение лабораторной работы №3

по дисциплине «Электрические измерения»

**Тема:**Измерение электрических величин.

**Наименование работы:**Измерение активной мощности, потребляемой трехфазным электродвигателем, снятие показаний трехфазного ваттметра.

**Цель занятия:** Освоить и изучить схемы и методы измерения активной мощности в трехфазных цепях.

**Приобретаемые умения и навыки:**ОК 2-8; ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1., ПК 3.2., ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 4.2, ПК 4.4; ДК 1.

**Норма времени:** 2 часа.

**Оснащение рабочего места:**

1. Источник питания – сеть трехфазного тока напряжением с коммутационной и защитной аппаратурой.
2. Трехфазный асинхронный электродвигатель, соединенный с генератором , .
3. Киловаттметр электродинамической системы.
4. Два амперметра электромагнитной системы с пределом измерения 5А.
5. Два вольтметра электромагнитной системы с пределами измерений 150В и 250В.
6. Соединительные провода.

**Основные правила ТБ на рабочем месте:** Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения».

**Литература:** Кравцов А.В. «Электрические измерения», М. Агропромиздат, 1988, стр. 130-133.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В каком случае мощность трехфазной системы может быть замерена одним ваттметром?

**Содержание работы и последовательность выполнения операций:**

1. Собрать схему А и после проверки ее преподавателем включить под напряжение. Схема включения нагрузки генератора – схема Б.

|  |
| --- |
| Untitled-9_1 |
| **схема А** |
| **Untitled-9_2** |
| **схема Б** |

Нагрузку генератора производить лампами накаливания .

1. Измерить линейное напряжение , линейные  и фазные  токи, активную Р мощность при холостом ходе и нагрузке, равной мощности девяти включенных ламп .

**Задания для отчета:**

1. Результаты измерений записать в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Режим работы электродвигателя | Измерено | | | | Вычислено | | | | | | | |
|  |  |  |  | Р | Q | S |  | R |  | L | Z |
| А | А | В | Вт | Вт | вар | ВА | -- | Ом | Ом | Гн | Ом |
| холостой ход |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| нагрузка |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Расчеты величин, указанных в таблице, выполняются по формулам:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

1. Сделать выводы о проделанной работе.

Ответить в письменной форме на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Почему мало изменяется  по сравнению с Р при различных режимах?
2. Почему меняется L с изменением нагрузки?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

### Лабораторная работа №4. Поверка однофазных счетчиков электрической энергии

Инструкционно-технологическая карта

на выполнение лабораторной работы №4

по дисциплине «Электрические измерения»

**Тема:**Измерение электрических величин.

**Наименование работы:**Поверка однофазных счетчиков электрической энергии.

**Цель занятия:**Изучить работу однофазного счетчика и ознакомиться с правилами поверки счетчика электрической энергии.

**Приобретаемые умения и навыки:**ОК 2-8; ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1., ПК 3.2., ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 4.2, ПК 4.4; ДК 1.

**Норма времени:**2 часа.

**Оснащение рабочего места:**

1. Источник питания – сеть переменного тока напряжением с коммутационной и защитной аппаратурой.
2. Регулятор напряжения типа ЛАТР.
3. Однофазный счетчик.
4. Вольтметр электромагнитной системы с пределом измерения 60В; 75В.
5. Амперметр электромагнитной системы с пределом измерения 2,5А; 5А.
6. Миллиамперметр электромагнитной системы с пределом измерения 100мА; 200мА.
7. Секундомер.
8. Ламповый реостат.
9. Ползунковый реостат или резисторы.
10. Соединительные провода.

**Основные правила ТБ на рабочем месте:**Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения».

**Литература:**Кравцов А.В. «Электрические измерения», М. Агропромиздат, 1988, стр. 54-59, 139-141.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Что такое самоход и как он устраняется?
2. Дать определение чувствительности счетчика?

**Содержание работы и последовательность выполнения операций:**

1. Проверить отсутствие самохода у счетчика. Для этого:
   1. Собрать схему А и после проверки ее преподавателем включить под напряжение;

|  |  |
| --- | --- |
| Untitled-5 | * 1. Установить напряжение 110% от номинального  и наблюдать за движением диска счетчика (диск не должен делать более одного оборота). Если диск счетчика не вращается или, сделав часть оборота или целый оборот, остановится и дальше вращаться не будет, то счетчик не имеет самохода;   2. После остановки диска счетчика постепенно напряжение уменьшить с 240В до 176В () и наблюдать за диском счетчика. |
| **схема А** |

1. Определить чувствительность счетчика. Для этого:
   1. Собрать схему Б и после проверки ее преподавателем включить под напряжение.
   2. При помощи ползункового реостата или резисторов установить минимальную нагрузку по току .
   3. ; ; .
   4. Установить рукоятку ЛАТРа (путем уменьшения величины сопротивления, набираемого путем последовательного соединения резисторов).
   5. Вычислить чувствительность счетчика: .
2. Определить погрешность счетчика при различных нагрузках. Для этого:
   1. Собрать схему В и после проверки ее преподавателем включить под напряжение.
   2. Установить номинальное напряжение .
   3. Изменяя нагрузку лампового реостата установить:
3. 
4. 
5. 
6. 
7. 

Для каждого из значений нагрузочного тока определить время (t), за которое диск счетчика сделает 50 оборотов (N=50).

|  |  |
| --- | --- |
| Untitled-6_1 | Untitled-6 |
| **схема Б** | **схема В** |

**Задания для отчета:**

1. Результаты измерений в опыте В записать в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Нагрузка | Измерено | | | | вычислено | | | |
| U | I | N | t | Кн | К |  | P |
| B | A | Обор. | c | Вт\*с/об | Вт\*с/об | % | Вт |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Расчеты величин, указанных в таблице, выполняются по формулам:

номинальная постоянная счетчика ;

действительная постоянная счетчика ;

относительная погрешность счетчика ;

мощность по показанию счетчика ;

(по техническим условиям погрешность не должна превышать 2,5% для всех нагрузок).

1. Дать заключение о проверяемом счетчике, то есть указать:
   1. соответствует или не соответствует счетчик техническим условиям по самоходу, чувствительности, погрешности;
   2. пригодность счетчика к эксплуатации.

Ответить в письменной форме на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Какой физический смысл номинальной постоянной счетчика?
2. Какие требования должны быть выполнены при установке счетчика?
3. Как по работающему счетчику и секундомеру определить среднее значение активной мощности нагрузки?

### Лабораторная работа №5. Учет электрической энергии, снятие показаний однофазных счетчиков в трехфазных цепях

Инструкционно-технологическая карта

на выполнение лабораторной работы №5

по дисциплине «Электрические измерения»

**Тема:**Измерение электрических величин.

**Наименование работы:**Учет электрической энергии, снятие показаний однофазных счетчиков в трехфазных цепях.

**Цель занятия:** Изучить работу однофазных счетчиков по измерению электрической энергии в трехфазных цепях.

**Приобретаемые умения и навыки:**ОК 2-8; ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1., ПК 3.2., ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 4.2, ПК 4.4; ДК 1.

**Норма времени:** 2 часа.

**Оснащение рабочего места:**

1. Источник питания – сеть трехфазного тока напряжением  с коммутационно и защитной аппаратурой.
2. Два однофазных счетчика типа СО-И446.
3. Вольтметр электромагнитной системы с пределом измерения 250В.
4. амперметр электромагнитной системы с пределом измерения 5А.
5. Киловаттметр.
6. Трехфазный асинхронный двигатель.
7. Ламповый реостат.
8. Соединительные провода.

**Основные правила ТБ на рабочем месте:** Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения».

**Литература:** Кравцов А.В. «Электрические измерения», М. Агропромиздат, 1988, стр. 139-141.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Почему при холостом ходе диск одного счетчика вращается в противоположном направлении?
2. Почему и в каком случае диск одного счетчика остается неподвижным?

**Содержание работы и последовательность выполнения операций:**

1. Собрать схему А и после проверки ее преподавателем включить под напряжение.

|  |
| --- |
| Untitled-1 |
| **схема А** |

1. Измерить ток I, напряжение U, мощность Р, время, за которое диски счетчиков совершат N оборотов: при холостом ходе N=1-2 оборота;

при 100% нагрузке N=10 оборотов;

при 50% нагрузке N=5 оборотов.

Замеры произвести:

1. при холостом ходе генератора (диск одного счетчика вращается в противоположном направлении);
2. при нагрузке (диск одного счетчика полностью остановился);
3. при 100% нагрузке ();
4. при 50% нагрузке (количество ламп равно половине количества ламп при 100% нагрузке)

Особые правила техники безопасности: Сборку схемы производить при снятом напряжении. К проводам, клеммам, перемычкам между клеммами электродвигателя при включенном напряжении не касаться. Включение схемы первый раз производит преподаватель.

**Задания для отчета:**

1. Результаты измерений в опыте 2 записать в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Режим работы | Измерено | | | | | | | Вычислено | | | | | | | | | | |
|  |  | Р | 1 счетчик | | 2 счетчик | | 1 счетчик | | | 2 счетчик | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А | В | Вт | об | с | об | с |  | Вт\*с | Вт |  | Вт\*с | Вт | Вт | вар | -- | ° | -- |
| холостой ход |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| диск одного счетчика стоит |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 100% нагрузка |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 50% нагрузка |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Расчеты величин, указанных в таблице, выполняются по формулам:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

,  определяем по по таблице Брадиса.

1. Сделать выводы о проделанной работе.

Ответить в письменной форме на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Можно ли по вышеприведенной схеме для однофазных счетчиков собирать однофазные ваттметры?

### Лабораторная работа №6. Учет электрической энергии в трехфазных цепях с помощью двухэлементных трехфазных счетчиков

Инструкционно-технологическая карта

на выполнение лабораторной работы №6

по дисциплине «Электрические измерения»

**Тема:**Измерение электрических величин.

**Наименование работы:**Учет электрической энергии в трехфазных цепях с помощью двухэлементных трехфазных счетчиков.

**Цель занятия:** Изучить работу многоэлементных счетчиков активной и реактивной энергии в трехфазных цепях.

**Приобретаемые умения и навыки:**ОК 2-8; ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1., ПК 3.2., ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 4.2, ПК 4.4; ДК 1.

**Норма времени:** 2 часа.

**Оснащение рабочего места:**

1. Источник питания – сеть трехфазного тока напряжением  с коммутационной и защитной аппаратурой.
2. Счетчик активной энергии типа САЗУ-И670.
3. Счетчик реактивной энергии типа СР4-И673.
4. Киловаттметр электродинамической энергии
5. Амперметр электромагнитной системы с пределом измерения 2,5А; 5А.
6. Вольтметр электромагнитной системы с пределом измерения 250В.
7. Фазоуказатель.
8. Трехфазный асинхронный двигатель.
9. Ламповый реостат.
10. Секундомер.
11. Соединительные провода.

**Основные правила ТБ на рабочем месте:** Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения».

**Литература:** Кравцов А.В. «Электрические измерения», М. Агропромиздат, 1988, стр. 139-141.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какой системы приборы используются в качестве счетчика электрической энергии?

**Содержание работы и последовательность выполнения операций:**

1. Определить последовательность чередования фаз трехфазной системы.
2. Собрать схему А и после проверки ее преподавателем включить под напряжение.

|  |
| --- |
| Untitled-3 |
| **схема А** |

1. При холостом ходе двигателя измерить величину линейного тока , напряжение , мощность Р. Результаты измерений записать в таблицу №1.
2. При холостом ходе электродвигателя измерить время, за которое диск каждого счетчика совершит по 10 оборотов. Результат измерений записать в таблицу №2.
3. Включить нагрузку согласно схемы Б (подключить 8-9 ламп лампового реостата).

|  |
| --- |
| Untitled-4 |
| **схема Б** |

1. При нагрузке электродвигателя измерить линейный ток, напряжение, мощность, время, за которое диск каждого счетчика совершит по 10 оборотов. Результаты измерений записать в таблицы №1 и №2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Режим работы | Измерено | | | Вычислено | | | | |
|  |  | Р |  |  |  | Q | Р |
| А | В | Вт | -- | -- | ° | вар | Вт |
| холостой ход |  |  |  |  |  |  |  |  |
| нагрузка |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Режим работы электро-  двигателя | Счетчик СР-И673 | | | | | | Счетчик САЗУ-И670 | | | | | |
| Измерено | | Вычислено | | | | Измерено | | Вычислено | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| с | об. |  |  | % | вар\*с | с | об. |  |  | % | Вт\*с |
| холостой ход |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| нагрузка |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Особые правила техники безопасности: Сборка схемы производится при снятом напряжении. К проводам, открытым частям электроустановок при включенном напряжении не прикасаться.

**Задания для отчета:**

1. Расчеты величин, указанных в таблице №1, выполняются по формулам:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

,  определяем по по таблице Брадиса.

1. Расчеты величин, указанных в таблице №2 выполняются по формулам:

|  |  |
| --- | --- |
| Для счетчика СР4 | Для счетчика САЗУ |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

N – передаточное число счетчика

1. Сделать выводы о проделанной работе.

Ответить в письменной форме на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Влияет ли изменение чередования фаз на показания счетчиков в этом опыте?
2. Изменятся ли показания счетчика, если поменять местами два проводника токовой катушки на клеммной колодке счетчика?

### Лабораторная работа №7. Измерение коэффициента мощности и снятие показаний фазометра

Инструкционно-технологическая карта

на выполнение лабораторной работы №7

по дисциплине «Электрические измерения»

**Тема:**Измерение электрических величин.

**Наименование работы:**Измерение коэффициента мощности и снятие показаний фазометра.

**Цель занятия:**Изучить работу однофазного счетчика и ознакомиться с правилами поверки счетчика электрической энергии.

**Приобретаемые умения и навыки:**ОК 2-8; ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1., ПК 3.2., ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 4.2, ПК 4.4; ДК 1.

**Норма времени:**2 часа.

**Оснащение рабочего места:**

1. Источник питания – сеть переменного тока напряжением с коммутационной и защитной аппаратурой.
2. Регулятор напряжения типа ЛАТР.
3. Однофазный счетчик.
4. Вольтметр электромагнитной системы с пределом измерения 60В; 75В.
5. Амперметр электромагнитной системы с пределом измерения 2,5А; 5А.
6. Миллиамперметр электромагнитной системы с пределом измерения 100мА; 200мА.
7. Секундомер.
8. Ламповый реостат.
9. Ползунковый реостат или резисторы.
10. Соединительные провода.

**Основные правила ТБ на рабочем месте:**Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения».

**Литература:**Кравцов А.В. «Электрические измерения», М. Агропромиздат, 1988, стр. 54-59, 139-141.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Что такое самоход и как он устраняется?
2. Дать определение чувствительности счетчика?

**Содержание работы и последовательность выполнения операций:**

1. Проверить отсутствие самохода у счетчика. Для этого:
   1. Собрать схему А и после проверки ее преподавателем включить под напряжение;

|  |  |
| --- | --- |
| Untitled-5 | * 1. Установить напряжение 110% от номинального  и наблюдать за движением диска счетчика (диск не должен делать более одного оборота). Если диск счетчика не вращается или, сделав часть оборота или целый оборот, остановится и дальше вращаться не будет, то счетчик не имеет самохода;   2. После остановки диска счетчика постепенно напряжение уменьшить с 240В до 176В () и наблюдать за диском счетчика. |
| **схема А** |

1. Определить чувствительность счетчика. Для этого:
   1. Собрать схему Б и после проверки ее преподавателем включить под напряжение.
   2. При помощи ползункового реостата или резисторов установить минимальную нагрузку по току .
   3. ; ; .
   4. Установить рукоятку ЛАТРа (путем уменьшения величины сопротивления, набираемого путем последовательного соединения резисторов).
   5. Вычислить чувствительность счетчика: .
2. Определить погрешность счетчика при различных нагрузках. Для этого:
   1. Собрать схему В и после проверки ее преподавателем включить под напряжение.
   2. Установить номинальное напряжение .
   3. Изменяя нагрузку лампового реостата установить:
3. 
4. 
5. 
6. 
7. 

Для каждого из значений нагрузочного тока определить время (t), за которое диск счетчика сделает 50 оборотов (N=50).

|  |  |
| --- | --- |
| Untitled-6_1 | Untitled-6 |
| **схема Б** | **схема В** |

**Задания для отчета:**

1. Результаты измерений в опыте В записать в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Нагрузка | Измерено | | | | вычислено | | | |
| U | I | N | t | Кн | К |  | P |
| B | A | Обор. | c | Вт\*с/об | Вт\*с/об | % | Вт |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Расчеты величин, указанных в таблице, выполняются по формулам:

номинальная постоянная счетчика ;

действительная постоянная счетчика ;

относительная погрешность счетчика ;

мощность по показанию счетчика ;

(по техническим условиям погрешность не должна превышать 2,5% для всех нагрузок).

1. Дать заключение о проверяемом счетчике, то есть указать:
   1. соответствует или не соответствует счетчик техническим условиям по самоходу, чувствительности, погрешности;
   2. пригодность счетчика к эксплуатации.

Ответить в письменной форме на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Какой физический смысл номинальной постоянной счетчика?
2. Какие требования должны быть выполнены при установке счетчика?
3. Как по работающему счетчику и секундомеру определить среднее значение активной мощности нагрузки?

### Лабораторная работа №8. Измерение индуктивности и емкости

Инструкционно-технологическая карта

на выполнение лабораторной работы №8

по дисциплине «Электрические измерения»

**Тема:**Измерение электрических величин.

**Наименование работы:**Измерение индуктивности и емкости.

**Цель занятия:**Освоить методы измерения индуктивности и емкости с помощью лабораторных приборов.

**Приобретаемые умения и навыки:**ОК 2-8; ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1., ПК 3.2., ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 4.2, ПК 4.4; ДК 1.

**Норма времени:**2 часа.

**Оснащение рабочего места:**

1. Источник питания – сеть переменного тока напряжением с коммутационной и защитной аппаратурой.
2. Катушки индуктивности.
3. Конденсаторы.
4. Два вольтметра электромагнитной системы с пределом измерения 75В.
5. Два амперметра электромагнитной системы с пределом измерения 5А.
6. Соединительные провода.

**Основные правила ТБ на рабочем месте:**Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения».

**Литература:**Кравцов А.В. «Электрические измерения», М. Агропромиздат, 1988, стр. 54-59, 139-141.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Чем определяется индуктивность катушки и емкость конденсатора?
2. Какие погрешности возникают при определении величины индуктивности и емкости?

**Содержание работы и последовательность выполнения операций:**

1. Проверить отсутствие самохода у счетчика. Для этого:
   1. Собрать схему А и после проверки ее преподавателем включить под напряжение;

|  |  |
| --- | --- |
| Untitled-5 | * 1. Установить напряжение 110% от номинального  и наблюдать за движением диска счетчика (диск не должен делать более одного оборота). Если диск счетчика не вращается или, сделав часть оборота или целый оборот, остановится и дальше вращаться не будет, то счетчик не имеет самохода;   2. После остановки диска счетчика постепенно напряжение уменьшить с 240В до 176В () и наблюдать за диском счетчика. |
| **схема А** |

1. Определить чувствительность счетчика. Для этого:
   1. Собрать схему Б и после проверки ее преподавателем включить под напряжение.
   2. При помощи ползункового реостата или резисторов установить минимальную нагрузку по току .
   3. ; ; .
   4. Установить рукоятку ЛАТРа (путем уменьшения величины сопротивления, набираемого путем последовательного соединения резисторов).
   5. Вычислить чувствительность счетчика: .
2. Определить погрешность счетчика при различных нагрузках. Для этого:
   1. Собрать схему В и после проверки ее преподавателем включить под напряжение.
   2. Установить номинальное напряжение .
   3. Изменяя нагрузку лампового реостата установить:
3. 
4. 
5. 
6. 
7. 

Для каждого из значений нагрузочного тока определить время (t), за которое диск счетчика сделает 50 оборотов (N=50).

|  |  |
| --- | --- |
| Untitled-6_1 | Untitled-6 |
| **схема Б** | **схема В** |

**Задания для отчета:**

1. Результаты измерений в опыте В записать в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Нагрузка | Измерено | | | | вычислено | | | |
| U | I | N | t | Кн | К |  | P |
| B | A | Обор. | c | Вт\*с/об | Вт\*с/об | % | Вт |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Расчеты величин, указанных в таблице, выполняются по формулам:

номинальная постоянная счетчика ;

действительная постоянная счетчика ;

относительная погрешность счетчика ;

мощность по показанию счетчика ;

(по техническим условиям погрешность не должна превышать 2,5% для всех нагрузок).

1. Дать заключение о проверяемом счетчике, то есть указать:
   1. соответствует или не соответствует счетчик техническим условиям по самоходу, чувствительности, погрешности;
   2. пригодность счетчика к эксплуатации.

Ответить в письменной форме на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. В каком случае применяется схема ваттметра при измерении индуктивности катушки?

### Лабораторная работа №9. Измерение сопротивлений

Инструкционно-технологическая карта

на выполнение лабораторной работы №9

по дисциплине «Электрические измерения»

**Тема:**Измерение электрических величин.

**Наименование работы:**Измерение сопротивлений.

**Цель занятия:** Изучить методы измерения сопротивлений.

**Приобретаемые умения и навыки:**ОК 2-8; ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1., ПК 3.2., ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 4.2, ПК 4.4; ДК 1.

**Норма времени:** 2 часа.

**Оснащение рабочего места:**

1. Источник питания – сеть постоянного тока напряжением с коммутационной и защитной аппаратурой.
2. Резистор.
3. Амперметр электромагнитной системы с пределом измерения 5А.
4. Вольтметр электромагнитной системы с пределами измерений 75В.
5. Прибор Ц-4324 в качестве омметра.
6. Мегомметр.
7. Соединительные провода.

**Основные правила ТБ на рабочем месте:** Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения».

*Особое правило*: не касаться клемм мегомметра (пользоваться проводами типа «магнето» с наконечниками).

**Литература:** Кравцов А.В. «Электрические измерения», М. Агропромиздат, 1988, стр. 141-152.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В чем состоят преимущества и недостатки метода вольтметра и амперметра?
2. Приборы каких систем можно использовать для данного метода измерений?

**Содержание работы и последовательность выполнения операций:**

1. Прибором Ц-4324 измерить сопротивление одной, двух, трех ламп лампового реостата, включенных параллельно, сопротивление вольтметра, сопротивление реостата. Результаты измерений записать в таблицу №1 и №2.

|  |  |
| --- | --- |
| мсс А | 1. Собрать цепь согласно схемы А и после проверки ее преподавателем включить под напряжение. Измерить сопротивление ламп (среднее сопротивление 1-10000Ом) методом амперметра и вольтметра для этого измерить напряжение  и  через одну, две, три электрические лампы. Результаты измерений записать в таблицу №1. |
| **схема А** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество включенных ламп | Измерено | | | | Вычислено | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| А | В | Ом | Ом | Ом | Ом | Ом | % |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Собрать электрические цепи в соответствии со схемами Б и В для того, чтобы измерить сопротивление резистора методом вольтметра. Результаты измерений записать в таблицу №2.

|  |  |
| --- | --- |
| мсс Б | мсс В |
| **схема Б** | **схема В** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема | Измерено | | | Вычислено | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| В | Ом | Ом | mА | Ом | Ом | % |
| Б |  |  | -- |  | -- | -- | -- |
| В |  |  |  | -- |  |  |  |

1. Измерить мегомметром сопротивление изоляции обмотки асинхронного двигателя по отношению к корпусу для чего один зажим соединить с корпусом, а второй поочередно подключать к выводам обмоток двигателя , , . Замерит сопротивление изоляции двигателя между обмотками для чего присоединить выводы мегомметра к зажимам  и ,  и ,  и . Результаты измерений записать в таблицу №3.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сопротивление изоляции двигателя | | | | | |
| на корпус | | | между фазами | | |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**Задания для отчета:**

1. Расчеты величин, указанных в таблице №1, выполняются по формулам:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ; | ; | ; | ; |
| и  - абсолютная и относительная погрешности. | | | |

Расчеты величин, указанных в таблице №2, выполняются по формулам:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ; | ; | ; | ; |

1. Сделать выводы о проделанной работе.

Ответить в письменной форме на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие схемы можно использовать для измерения малых и больших сопротивлений?
2. Укажите преимущества и недостатки омметров последовательного и параллельного включения. Сравните их с мегомметрами.

### Лабораторная работа №10. Измерение мощности потерь в ферромагнитных материалах

Инструкционно-технологическая карта

на выполнение лабораторной работы №10

по дисциплине «Электрические измерения»

**Тема:**Измерение магнитных величин.

**Наименование работы:**Измерение мощности потерь в ферромагнитных материалах.

**Цель занятия:** Изучить нелинейный индуктивный элемент – катушку с ферромагнитныммагнитопроводом (сердечником).

**Приобретаемые умения и навыки:**ОК 2-8; ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1., ПК 3.2., ПК 3.3, ПК 3.4, ПК 4.2, ПК 4.4; ДК 1.

**Норма времени:** 2 часа.

**Оснащение рабочего места:**

1. Источник питания – сеть постоянного тока напряжением с коммутационной и защитной аппаратурой.
2. Источник питания – сеть трехфазного тока напряжением  с коммутационной и защитной аппаратурой.
3. Катушка индуктивности со стальным сердечником ().
4. Амперметр электромагнитной системы с пределом измерения 5А.
5. Вольтметр электромагнитной системы с пределами измерений 75В.
6. Ваттметр электродинамической системы.
7. Соединительные провода.

**Основные правила ТБ на рабочем месте:** Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Электрические измерения».

*Особое правило*: не касаться клемм мегомметра (пользоваться проводами типа «магнето» с наконечниками).

**Литература:** Кравцов А.В. «Электрические измерения», М. Агропромиздат, 1988, стр.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какой смысл вкладывается в термин «потери энергии на перемагничивание»?

2. Каковы механизмы потерь энергии?

3. Какие физические факторы влияют на величину потерь энергии?

**Содержание работы и последовательность выполнения операций:**

|  |  |
| --- | --- |
| http://km.ins.urfu.ru/img/labs/lab_14/fig_3.png | 1. Собрать цепь согласно схемы и после проверки ее преподавателем включить под напряжение.  2. Для расчетов используется формулы  http://km.ins.urfu.ru/img/labs/lab_14/form_20.pnghttp://km.ins.urfu.ru/img/labs/lab_14/form_21.png где  l – длина первичной обмотки, Im – амплитуда тока в ней, (Uср.в) – средневыпрямленное значение напряжения в измерительной обмотке, S – площадь сечения образца при плотной навивке обмотки на образец. |
|  |  |

**Задания для отчета:**

1. Рассчитать основную кривую намагничивания *Bm(Hm*).

2. Рассчитать зависимость мощности удельных потерь от индукции *P*(*Bm*).

3. Рассчитать зависимость *Кф*(*Bm*).

Измерения выполняются в интервале изменения индукции (0÷1,2 Тл). Следует иметь в виду, что с помощью ваттметра находится мощность потерь во всём образце (измеряется в Вт). Если полученную величину отнести к массе, то будет найдена мощность удельных потерь (измеряется в Вт/кг).

4. Сделать выводы о проделанной работе.

Ответить в письменной форме на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Какова сущность метода амперметра, вольтметра, ваттметра?

2. Охарактеризовать разные виды электротехнической стали.

### Список использованной литературы

Основные источники:

1. Панфилов В.А. Электрические измерения. – М.: Академия, 2013.
2. Пустовая О.А. Электрические измерения. – Ростов н/Д.: Феникс, 2010.

Дополнительные источники:

1. Кравцов А.В. Электрические измерения. – М.: Агропромиздат, 1988.
2. Попов B.C. Электрические измерения. - М.: Энергия, 1984.
3. Котур В.И., СконскаяМ.А. Электрические измерения и электроизмерительные приборы. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
4. Раннев Г.Г., Тарасенко А.П. Методы и средства измерений. - М.: Академия, 2006.

Интернет-ресурсы:

1.<http://electricalschool.info/spravochnik/izmeren/>

2. <http://energomir.biz/elektrichestvo/elektrooborudovanie>

3. <http://techlib.org/books/elektricheskie-izmereniya-malinovskij/>

4. <http://padabum.com/d.php?id=20567>