

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

Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по учебной дисциплине
ОП.13 Измерительная техника

для студентов специальности
44.02.06 Профессиональное обучение (по отраслям).
**Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического
оборудования (по отраслям)**
(углубленной подготовки)

Магнитогорск, 2016

ОДОБРЕНО:

Предметно-цикловой комиссией
«Монтажа и эксплуатация электрооборудования»
Председатель С.Б. Меняшева
Протокол № 1 от 07 сентября 2016 г.

Методической комиссией МпК
Протокол №1 от 22.09.2016 г.

Составитель:

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

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «ОП.13 Измерительная техника».

Содержание практических работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 44.02.06 Профессиональное обучение (по отраслям). Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Методические указания	
Практическая работа1	6
Практическая работа2	7
Практическая работа3	10
Практическая работа4	12
Практическая работа5	14
Практическая работа6	16
Практическая работа7	18

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические занятия.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «ОП.13 Измерительная техника» предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- составлять измерительные схемы;
- выбирать средства измерения;
- измерять с заданной точностью различные электротехнические величины;
- определять значение измеряемой величины и показатели точности измерений;
- использовать средства вычислительной техники для обработки и анализа измерений.

Содержание практических занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов.

ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию.

А также формированию **общих компетенций:**

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

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы решения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, взаимодействовать с руководством, коллегами и социальными партнерами.

ОК 9. Осуществлять профессиональную деятельность в условиях обновления ее целей, содержания, смены технологий.

ОК 11. Строить профессиональную деятельность с соблюдением правовых норм, ее регулирующих.

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «ОП.13 Измерительная техника» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

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

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

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

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1

Основные метрологические понятия

Практическая работа № 1

Определение цены деления средств измерения. Основные метрологические понятия.

Цель:

- научиться определять знаки, изображенные на шкале электроизмерительных приборов;
- научиться определять цену деления прибора;
- закрепить знания по теме 1.1. «Основные метрологические понятия».

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;
- составлять измерительные схемы;
- подбирать по справочным материалам измерительные средства и измерять с заданной точностью физические величины.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению практической работы №1 с индивидуальным заданием.

Краткие теоретические сведения:

Задание:

1. Выполнить технический диктант.
2. Определить цену деления измерительных приборов. Прочитать обозначения на шкале приборов.

Порядок выполнения работы

1. Повторить конспект по теме «Основные метрологические понятия».
2. Определить цену деления измерительных приборов. Прочитать обозначения на шкале приборов.
3. Защитить работу.

Ход работы:

1. Изучить обозначения на шкалах измерительных приборов и написать их характеристику. Определить цену деления прибора.
2. Определить класс точности прибора и максимальную абсолютную погрешность при заданном пределе измерения.
3. Защитить работу, ответив на контрольные вопросы (согласно варианту).

Форма представления результата: отчет определённой работе.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если отчет о выполнении практической работы выполнен в полном объеме, расчеты выполнены правильно, ответы на вопросы сформулированы точно и грамотно; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при выполнении практической работы;
- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если допущены незначительные ошибки в расчетах, оформление отчета по практической работе не соответствует установленным требованиям, ответы на поставленные вопросы раскрыты не в полном объеме.

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, отчет по практической работе оформлен без соблюдения установленных правил.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 1.2 Погрешности измерений

Практическая работа №2

Определение погрешностей приборов. Установление класса точности.

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Погрешности измерения».
- сформировать умение пользоваться измерительными приборами, обрабатывать результаты измерения.
- сформировать умение анализировать полученные в результаты эксперимента.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;
- составлять измерительные схемы;
- подбирать по справочным материалам измерительные средства и измерять с заданной точностью физические величины.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению практической работы №2,

Краткие теоретические сведения:

Погрешность измерений – отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

Результат измерения – некоторое число, принятое для данной физической величины единиц, дающее количественную информацию о свойствах измеряемой физической величины.

Истинное значение физической величины – значение, идеально отражающее в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство данного физического объекта.

Действительное значение физической величины – значение, определенное экспериментально и настолько приближающееся к истинному, что может быть использовано вместо него.

По форме представления различают следующие виды погрешностей:

1. Абсолютная погрешность — величина равная разности между измеренным A_x и действительным A_0 значениями измеряемой величины.

$$\Delta A = A_x - A_0.$$

2. Относительная погрешность

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_0} \cdot 100$$

3. Приведенная погрешность

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_{\max}} \cdot 100,$$

где A_{\max} - предел измерения средства измерения.

Приведенная погрешность для большинства электротехнических средств измерения определяет класс точности прибора. Числа, указывающие класс точности прибора γ_0 , обозначают наибольшую допустимую приведенную погрешность в процентах, т.е. при нормальной эксплуатации максимальное значение приведенной погрешности не должно превышать класс точности.

Задание:

1. Решить задачи на определение погрешностей измерения в соответствие с индивидуальным заданием.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить конспект лекций по темам «Основные метрологические понятия».

2. Прочитайте условия задачи (в соответствии с заданным) вариантом и составьте дано задачи.

3. Решить задачи на определение погрешностей измерения.

4. Ответить на контрольные вопросы

Форма представления результата:

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме решенной задачи.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если отчет о выполнении практической работы выполнен в полном объеме, расчеты выполнены правильно, ответы на вопросы сформулированы точно и грамотно; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при выполнении практической работы;

- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если допущены незначительные ошибки в расчетах, оформление отчета по практической работе не соответствует установленным требованиям, ответы на поставленные вопросы раскрыты не в полном объеме.

- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, отчет по практической работе оформлен без соблюдения установленных правил.

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.2

Приборы и методы измерения тока

Практическая работа №3

Расширение предела измерения амперметра с помощью шунта.

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Приборы и методы измерения тока».
- сформировать умение пользоваться измерительными приборами, обрабатывать результаты измерения.
- сформировать умение анализировать полученные в результаты эксперимента.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;
- составлять измерительные схемы;
- подбирать по справочным материалам измерительные средства и измерять с заданной точностью физические величины.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению практической работы №3,

Краткие теоретические сведения:

Для расширения пределов измерения амперметров, предназначенных для работы в цепях постоянного тока, их включают в цепь параллельно шунту. При этом через прибор проходит только часть измеряемого тока, обратно пропорциональная его сопротивлению R_A . Большая часть $I_{ш}$ этого тока проходит через шунт. Прибор измеряет падение напряжения на шунте, зависящее от проходящего через шунт тока, т. е. используется в качестве милливольтметра. Шкала прибора градуируется в амперах. Зная сопротивления прибора R_A и шунта $R_{ш}$ можно по току I_A , фиксируемому прибором, определить измеряемый ток:

$$I = I_A (R_A + R_{ш}) / R_{ш} = I_A n$$

где $n = I / I_A = (R_A + R_{ш}) / R_{ш}$ — коэффициент шунтирования. Сопротивление шунта, необходимое для измерения тока I , в n раз большего, чем ток прибора I_A ,

$$R_{ш} = R_A / (n - 1)$$

Конструктивно шунты либо монтируют в корпус прибора (шунты на токи до 50 А), либо устанавливают вне его и соединяют с прибором проводами. Если прибор предназначен для постоянной работы с шунтом, то шкала его градуируется сразу в значениях измеряемого тока с учетом коэффициента шунтирования и никаких расчетов для определения тока выполнять не требуется. В случае применения наружных (отдельных от приборов) шунтов на них указывают номинальный ток, на который они рассчитаны, и номинальное напряжение на зажимах (калиброванные шунты). Шунты подбирают к приборам так, чтобы при номинальном напряжении на зажимах шунта стрелка прибора отклонялась на всю шкалу. Следовательно, номинальные напряжения прибора и шунта должны быть одинаковыми.

Для того чтобы повышение температуры шунта при прохождении по нему тока не оказывало влияния на показания прибора, шунты изготавливают из материалов с большим удельным сопротивлением и малым температурным коэффициентом (константан, манганин, никелин и пр.). Для уменьшения влияния температуры на показания амперметра последовательно с катушкой прибора в некоторых случаях включают добавочный резистор из константана или другого подобного материала.

Для включения электроизмерительных приборов в цепи переменного тока служат измерительные трансформаторы, обеспечивающие безопасность обслуживающего персонала при выполнении электрических измерений в цепях высокого напряжения. Включение электроизмерительных приборов в эти цепи без таких трансформаторов запрещается правилами техники безопасности. Кроме того, измерительные трансформаторы расширяют пределы измерения приборов, т. е. позволяют измерять большие токи и напряжения с помощью несложных приборов, рассчитанных для измерения малых токов и напряжений.

Трансформатор тока служит для подключения амперметров и других приборов, которые должны реагировать на протекающий по цепи переменный ток. Его выполняют в

виде обычного двухобмоточного повышающего трансформатора; первичную обмотку включают последовательно в цепь измеряемого тока, к вторичной обмотке подключают амперметр.

Так как сопротивление обмотки амперметра, подключаемого к трансформатору тока, обычно мало, трансформатор практически работает в режиме короткого замыкания, и с достаточной степенью точности можно считать, что токи I_1 и I_2 , проходящие по его обмоткам, будут обратно пропорциональны числу витков w_1 и w_2 этих обмоток, т.е.

$$I_1/I_2 = w_1/w_2 = n$$

Следовательно, подобрав соответствующим образом число витков w_1 и w_2 обмоток трансформатора, можно измерять большие токи I_1 , пропуская через электроизмерительный прибор малые токи I_2 . Ток I_1 может быть при этом определен умножением измеренного вторичного тока I_2 на величину n .

Задание:

1. Решить задачи на определение сопротивления шунта, коэффициентов трансформации трансформаторов тока в соответствие с индивидуальным заданием.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить конспект лекций по теме «Приборы и методы измерения тока».
2. Решить задачи.
3. Ответить на контрольные вопросы

Ход работы:

1. Прочитайте условия задачи и составьте дано задачи.
2. Решить задачи на определение сопротивления шунта, коэффициентов трансформации трансформаторов тока.

Форма представления результата:

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме решенной задачи.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.3

Приборы и методы измерения напряжения

Практическая работа №4

Расширение предела измерения напряжения с помощью добавочных сопротивлений.

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Приборы и методы измерения напряжения».

- сформировать умение пользоваться измерительными приборами, обрабатывать результаты измерения.
- сформировать умение анализировать полученные в результате эксперимента.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;
- составлять измерительные схемы;
- подбирать по справочным материалам измерительные средства и измерять с заданной точностью физические величины.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению лабораторной работы №4

Краткие теоретические сведения:

Для измерения постоянного напряжения до 6кВ обычно применяются магнитоэлектрические вольтметры с добавочными сопротивлениями. При больших напряжениях использование добавочных сопротивлений нежелательно из за значительной мощности, потребляемой ими.

Добавочное сопротивление включается последовательно с вольтметром. На нем создается дополнительное падение напряжения, которое снижает напряжение на измерительном приборе.

Величина добавочного сопротивления определяется по формуле

$$R_{доб} = R_v (n - 1),$$

где R_v –сопротивление вольтметра;

n - коэффициент показывающий во сколько раз предел измерения расширен с помощью добавочного сопротивления.

$$n = U/U_v$$

Для расширения пределов измерения вольтметров при измерении переменного напряжения применяют трансформатор напряжения.

Трансформатор напряжения служит для подключения вольтметров и других приборов, которые должны реагировать на напряжение. Его выполняют, как обычный двухобмоточный понижающий трансформатор: первичную обмотку подключают к двум точкам, между которыми требуется измерить напряжение, а вторичную — к вольтметру. На схемах измерительный трансформатор напряжения изображают как обычный. Так как сопротивление обмотки вольтметра, подключаемого к трансформатору напряжения, велико, трансформатор практически работает в режиме холостого хода, и можно с достаточной степенью точности считать, что напряжения U_1 и U_2 на первичной и вторичной обмотках будут прямо пропорциональны числу витков w_1 и w_2 обеих обмоток трансформатора, т. е.

$$U_1/U_2 = w_1/w_2 = n$$

Таким образом, подобрав соответствующее число витков w_1 и w_2 обмоток трансформатора, можно измерять высокие напряжения, подавая на электроизмерительный прибор небольшие напряжения.

Напряжение U_1 может быть определено умножением измеренного вторичного напряжения U_2 на коэффициент трансформации трансформатора n .

Вольтметры, предназначенные для постоянной работы с трансформаторами напряжения, градуируют на заводе с учетом коэффициента трансформации, и значения измеряемого напряжения могут быть непосредственно отсчитаны по шкале прибора.

Для предотвращения опасности поражения обслуживающего персонала электрическим током в случае повреждения изоляции трансформатора один вывод его вторичной обмотки и стальной кожух трансформатора должны быть заземлены.

Задание:

1. Решить задачи на определение добавочного сопротивления, коэффициента трансформации трансформатора напряжения в соответствие с индивидуальным заданием.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить конспект лекций по теме «Приборы и методы измерения напряжения».
2. Решить задачи.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. Прочитайте условия задачи и составьте дано задачи.
2. Решить задачи на определение добавочного сопротивления, сопротивления шунта, коэффициентов трансформации трансформаторов тока и напряжения.

Форма представления результата:

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме решенной задачи.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.4

Приборы и методы измерения параметров электрических цепей

Практическая работа №5

«Изучение методов измерения сопротивления»

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Приборы и методы измерения параметров электрических цепей»;

- научить измерять сопротивление различными методами.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

– пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;

– составлять измерительные схемы;

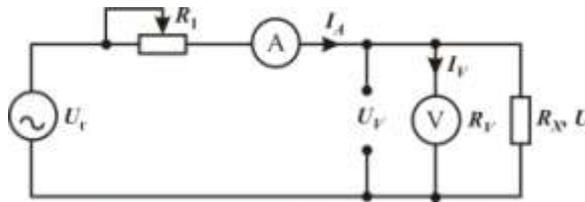
– подбирать по справочным материалам измерительные средства и измерять с заданной точностью физические величины.

Краткие теоретические сведения:

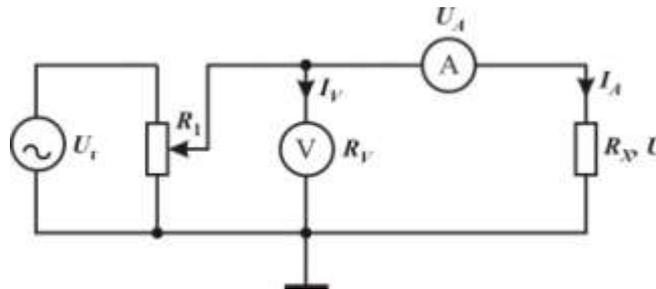
Метод амперметра-вольтметра. Этот метод основан на раздельном измерении тока I в цепи измеряемого сопротивления R_X и напряжения U на его зажимах и на последующем вычислении значения R_X по показаниям измерительных приборов:

$$R_X = U / I$$

При измерении малых сопротивлений порядка 0,01...100 Ом постоянному току применяют схему, показанную на рисунке 5.1. (а). С помощью реостата R_1 устанавливают допустимое значение тока в цепи.



а)



б)

Рисунок 5.1. –Измерение сопротивления методом амперметра-вольтметра.

В схеме на рисунке 5.1. (б) вольтметр показывает значение напряжения на зажимах R_X ($U = U_X$), амперметр – сумму токов $I_A = I_V + I$, следовательно,

$$R_X = \frac{U}{I_A - I_V} = \frac{U}{I_A - \left(\frac{U}{R_V}\right)}$$

где I_V – ток, проходящий через вольтметр;

R_V – внутреннее (входное) сопротивление вольтметра

Так как $R_V \gg R_X$, то $R_X = U / I_a$.

Абсолютная методическая погрешность ΔR_X определяется по формуле,

$$\Delta R_X = \frac{R_X R_V}{R_X + R_V} - R_X = -\frac{R_X^2}{R_X + R_V}$$

а относительная погрешность (в %)

$$\delta = -\frac{R_X}{R_X + R_V} \cdot 100 \approx -\frac{R_X}{R_V} \cdot 100$$

Для измерения больших сопротивлений (до сотен кОм и более) применяют схему изображенную на рисунке 5.1. (б), где амперметр регистрирует значение тока в цепи R_X ($I = I_A$), а вольтметр – сумму падений напряжений ($U + U_A$).

По показаниям приборов можно вычислить результат измерения

$$R_X = \frac{U_V}{I_A} - R_A$$

где R_A – внутреннее сопротивление амперметра.

Абсолютная погрешность

$$\Delta R_X = R_A$$

и относительная (в %)

$$\delta = \frac{R_A}{R_X} \cdot 100$$

Учитывая, что $R_A \ll R_X$, можно считать $U \approx U_V$.

Метод непосредственной оценки.

Метод непосредственной оценки предполагает измерение сопротивления с помощью омметра. Омметром называют измерительный прибор непосредственного отсчёта для определения электрических активных сопротивлений. Обычно измерение производится по постоянному току, однако, в некоторых электронных омметрах возможно использование переменного тока.

Разновидности омметров: мегаомметры, тераомметры, гигаомметры, миллиомметры, микроомметры, различающиеся диапазонами измеряемых сопротивлений.

По принципу действия омметры можно разделить на магнитоэлектрические - с магнитоэлектрическим измерителем или магнитоэлектрическим логометром (мегаомметры) и электронные, которые бывают аналоговые или цифровые.

Действие магнитоэлектрического омметра основано на измерении силы тока, протекающего через измеряемое сопротивление при постоянном напряжении источника питания. Для измерения сопротивлений от сотен Ом до нескольких мегаом измеритель и измеряемое сопротивление r_x включают последовательно. В этом случае сила тока I в измерителе и отклонение подвижной части прибора а пропорциональны

$$I = U / (r_0 + r_x),$$

где U — напряжение источника питания;

r_0 — сопротивление измерителя.

При малых значениях R_x (до нескольких ом) измеритель и R_x включают параллельно.

За основу логометрических мегаомметров берется логометр, к плечам которого подключаются в разных комбинациях (в зависимости от предела измерения) образцовые внутренние резисторы и измеряемое сопротивление, показание логометра зависит от соотношения этих сопротивлений.

В качестве источника высокого напряжения, необходимого для проведения таких измерений, в подобных приборах обычно используют механический индуктор — электрогенератор с ручным приводом, в некоторых мегаомметрах вместо индуктора применяется полупроводниковый преобразователь напряжения.

Цифровой омметр представляет собой измерительный мост с автоматическим уравниванием. Уравнивание производится цифровым управляющим устройством методом подбора прецизионных резисторов в плечах моста, после чего измерительная информация с управляющего устройства подается на блок индикации.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению практической работы №5,

Задание:

1. Изучить методы измерения сопротивления.
2. Решить задачи на определение погрешности измерения сопротивления методом амперметра-вольтметра.
3. Ответить на контрольные вопросы

Ход работы:

1. Изучить методы измерения сопротивления.
2. Прочитайте условия задачи и составьте дано задачи.
3. Решить задачи на определение погрешности измерения сопротивления методом амперметра-вольтметра.
4. Ответить на контрольные вопросы

Форма представления результата:

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме решенной задачи.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.6

Приборы и методы измерения мощности и энергии

Практическая работа №6

«Измерение мощности прямым и косвенным методом»

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Приборы и методы измерения мощности и энергии»;
- сформировать умение измерять мощность в электрических цепях различными методами.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;
- составлять измерительные схемы;
- подбирать по справочным материалам измерительные средства и измерять с заданной точностью физические величины.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению практической работы №6.

Задание:

1. Изучить методы измерения мощности.
2. Решить задачи на определение мощности в цепях.
3. Ответить на контрольные вопросы

Краткие теоретические сведения:

Измерение мощности осуществляется в цепях постоянного и переменного токов низкой, высокой частоты, а также в импульсных цепях различной измерительной, электротехнической, радиоприемной и передающей аппаратуры. Диапазон измеряемых мощностей лежит в пределах $10^{-16} - 10^9$ Вт. Методы измерения существенно отличаются друг от друга в зависимости от параметров цепи, в которой производится измерение мощности, предела изменения мощности и частотного диапазона. Для измерения мощности используют прямые и косвенные виды измерения. Прямые измерения осуществляются с помощью электродинамических, ферродинамических и электронных ваттметров, косвенные - сводятся к определению мощности посредством амперметра и вольтметра или осциллографа.

В цепях постоянного тока мощность потребления нагрузки определяется произведением тока в нагрузке и падения напряжения на ней:

$$P=UI=I^2R.$$

При измерении мощности методом непосредственной оценки применяются ваттметры. Для измерений мощности и энергии трехфазной системы могут быть применены один прибор (ваттметр или счетчик), два прибора или три прибора.

1) Метод одного прибора.

Если трехфазная система симметричная, а нагрузка соединена звездой с доступной нулевой точкой, то однофазный ваттметр включают по схеме, изображенной на рисунке 2а, и измеряют им мощность одной фазы.

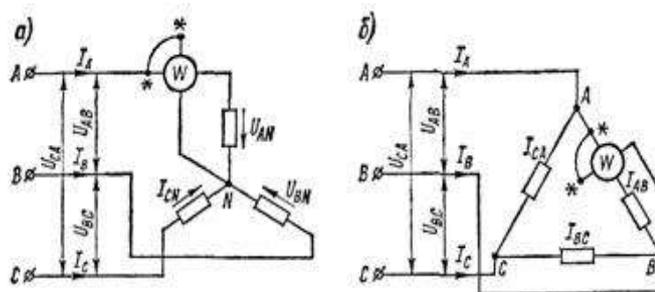


Рисунок 6.1 - Схема измерения активной мощности в трехфазной цепи одним ваттметром при включении нагрузки звездой (а) и треугольником (б).

Для получения мощности всей системы показания ваттметры нужно утроить. Можно также измерить мощность при соединении фаз нагрузки треугольником, но при условии включения последовательной обмотки ваттметры в одну из фаз (рисунок, бб).

2) Метод двух приборов.

Этот метод применяется в асимметричных трехпроводных цепях трехфазного тока.

Анализ работы схем двух ваттметров показывает, что в зависимости от характера нагрузки фаз показания ваттметров может меняться. Итак, активная мощность трехфазной системы должна определяться как алгебраическая сумма показаний обоих ваттметров.

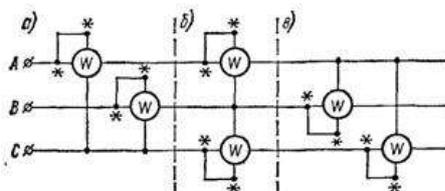


Рисунок 6.2 - Схемы включения двух ваттметров для измерения активной мощности трехфазной сети

3) Метод трех приборов.

В том случае когда несимметричная нагрузка включается звездой с нулевым проводом, то есть когда есть асимметричная трехфазная четырехпроводная система, применяются три ваттметра. При таком включении каждый из ваттметров измеряет мощность одной фазы..

Полная мощность системы определится как арифметическая сумма показов трех ваттметров. Общая мощность приемника в этом случае

$$P = W_1 + W_2 + W_3$$

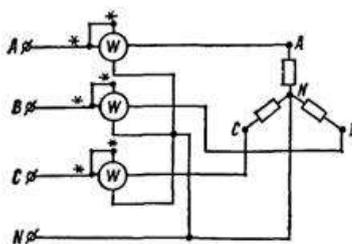


Рисунок 6.3 - Схема измерения активной мощности тремя ваттметрами.

Методы одного, двух и трех ваттметров применяются главным образом в лабораторной практике. В эксплуатационных условиях применяются двух-и трехфазные ваттметры и счетчики, которые являются сочетанием в одном приборе двух или трех однофазных измерительных механизмов, имеющих общую подвижную часть, на которую действует суммарный крутящий момент всех элементов.

Ход работы:

1. Изучить методы измерения мощности. Начертить схемы включения ваттметров, указать достоинства и недостатки каждой схемы.
2. Прочитайте условия задачи и составьте дано задачи.
3. Решить задачи на определение мощности в электрических цепях.
4. Ответить на контрольные вопросы

Форма представления результата:

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме решенной задачи.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;
- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

Тема 2.6

Приборы и методы измерения мощности и энергии

Практическая работа №7

Методы измерения электрической энергии

Цель:

- закрепить теоретические знания по теме «Приборы и методы измерения мощности и энергии»;
- сформировать умение измерять энергию в электрических цепях различными методами.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;
- составлять измерительные схемы;
- подбирать по справочным материалам измерительные средства и измерять с заданной точностью физические величины.

Материальное обеспечение: инструкция по выполнению практической работы №7.

Задание:

1. Изучить методы измерения энергии в электрических цепях.
2. Решить задачи на определение погрешности измерения электрической энергии.
3. Ответить на контрольные вопросы

Краткие теоретические сведения:

Для учета электрической энергии, получаемой потребителями или отдаваемой источниками тока, применяют счетчики электрической энергии. Счетчик электрической энергии по принципу своего действия аналогичен ваттметру. Однако в отличие от ваттметров вместо спиральной пружины, создающей противодействующий момент, в счетчиках предусматривают устройство, подобное электромагнитному демпферу, создающее тормозящее усилие, пропорциональное частоте вращения подвижной системы. Поэтому при включении прибора в электрическую цепь возникающий вращающий момент будет вызывать не отклонение подвижной системы на некоторый угол, а вращение ее с определенной частотой. Число оборотов подвижной части прибора будет пропорционально произведению мощности электрического тока на время, в течение которого он действует, т. е. количеству электрической энергии, проходящей через прибор. Число оборотов счетчика фиксируется счетным механизмом. Передаточное число этого механизма выбирают так, чтобы по показаниям счетчика можно было отсчитывать не обороты, а непосредственно электрическую энергию в киловатт-часах. Наибольшее распространение получили ферродинамические и индукционные счетчики; первые применяют в цепях постоянного тока, вторые — в цепях переменного тока.

Измеряемая активная энергия, кВт · ч, в общем виде определяется произведением мощности на время

$$W = Pt.$$

На рисунке 7.1. представлен индукционный измерительный механизм

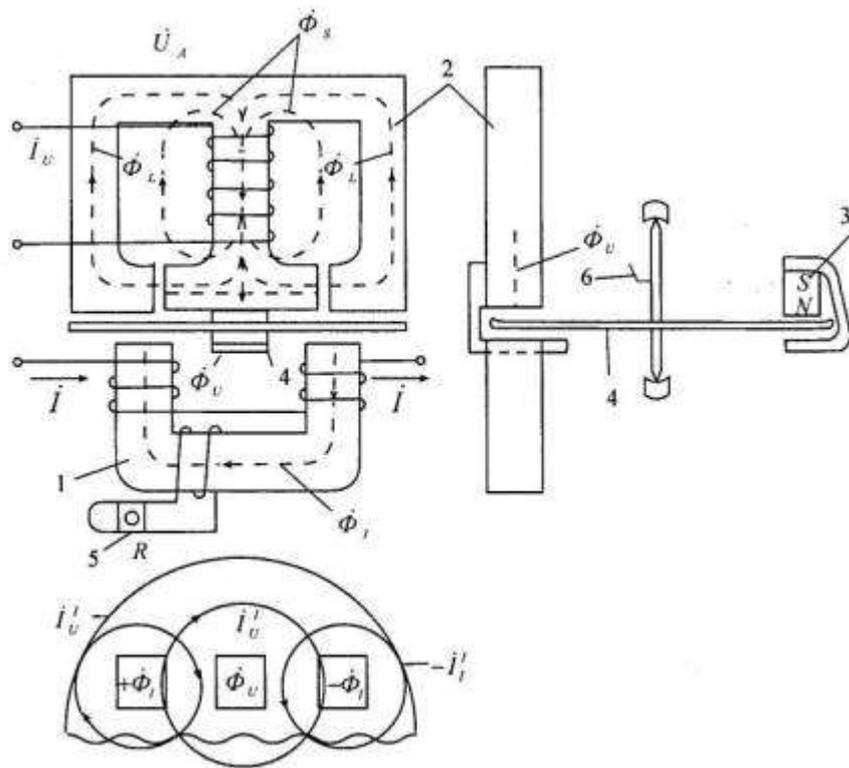


Рисунок 7.1 - Индукционный измерительный механизм

Работа индукционного измерительного механизма основана на создании электромагнитами напряжения 2 и тока I переменных магнитных потоков Φ_U и Φ_I с углом фазового сдвига между ними 90° и направленных перпендикулярно плоскости диска.

Магнитные потоки Φ_U и Φ_I пронизывая алюминиевый диск, индуцируют в нем вихревые токи I'_I и I'_U . Взаимодействие магнитных потоков Φ_U и Φ_I с полем вихревых токов создает момент вращения подвижной части

$$M_{ep} = k\Phi_U \Phi_I \sin(90^\circ + \varphi).$$

Магнитный поток Φ_U пропорционален приложенному напряжению U . Магнитный поток Φ_I пропорционален току нагрузки I_n . Тогда

$$M_{ep} = kUI_n \cos\varphi,$$

где k - постоянный коэффициент, определяемый конструкцией счетчика.

Постоянный магнит 3 создает тормозной момент. Для компенсации трения в опорах, счетном механизме, диска 4 о воздух, червячной передаче электромагнитом 2 создается компенсационный момент, равный тормозному

$$M_k = M_m.$$

В результате равенства компенсационного и тормозного моментов подвижная часть при отсутствии тока нагрузки находится в состоянии динамического равновесия.

Основное регулирование характеристик индукционного измерительного механизма осуществляется следующим образом:

- А) тормозного момента - механическим перемещением постоянного магнита 3;
- Б) компенсационного момента - перемещением пластины магнитного шунта электромагнита 2;
- В) внутреннего угла фазового сдвига φ - перемещением зажима 5 на сопротивлении R ;

Г) самохода - отгибанием флажка б, расположенного на оси диска 4.

Электронные (статический электросчетчик) - электросчетчики, в которых переменный ток и напряжение воздействуют на твердотельные (электронные) элементы для создания на выходе импульсов, число которых пропорционально измеряемой активной энергии. Другими словами, измерения активной энергии такими электросчетчиками основаны на преобразовании аналоговых входных сигналов тока и напряжения в счетный импульс. Измерительный элемент электронного электросчетчика служит для создания на выходе импульсов, число которых пропорционально измеряемой активной энергии. Счетный механизм представляет собой электромеханическое (имеет преимущество в областях с холодным климатом, при условии установки прибора на улице) или электронное устройство, содержащее как запоминающее устройство, так и дисплей.

Ход работы:

1. Изучить устройство и принцип работы счетчиков электрической энергии, указать достоинства и недостатки каждого типа счетчика.
2. Прочитайте условия задачи и составьте дано задачи.
3. Решить задачи на определение погрешности при измерении электрической энергии.
4. Ответить на контрольные вопросы

Форма представления результата:

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме решенной задачи.

Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчет выполнен в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;
- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.