

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Манаенков Сергей Алексеевич
Должность: Директор
Дата подписания: 27.04.2021 14:15:23
Уникальный программный ключ:
b98c63f50c040389aac165e2b73c0c737775c9e9

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ» В Г. РТИЩЕВО
(ФИЛИАЛ Сам ГУПС В Г. РТИЩЕВО)**

**Комплект
контрольно-оценочных средств
по учебной дисциплине
ОП.03 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

**основной профессиональной образовательной программы
для специальности**

23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

Ртищево, 2017 г.

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (базовая подготовка среднего профессионального образования), программы учебной дисциплины Электротехника.

Одобрено
цикловой комиссией
математических, естественнонаучных
и общепрофессиональных дисциплин
протокол № 1 от «31» апреля 2017г.
Председатель ЦК
Луконина Н.С.

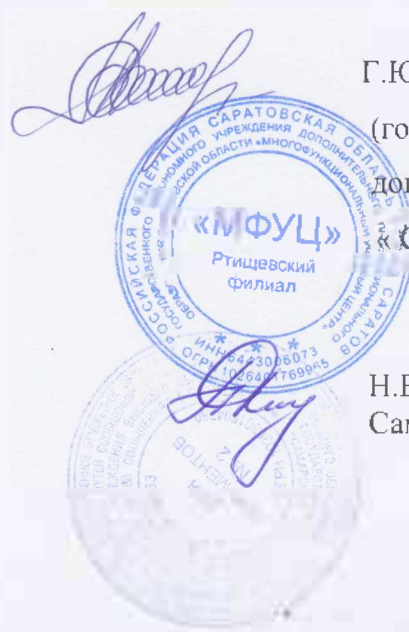
Утверждаю
Зам. директора по УР
А.А. Елисеева
« 01 » 05 2017г.

Разработчик:



Л.В. Малаховская, преподаватель филиала
Сам ГУПС в г.Ртищево

Рецензенты:



Г.Ю.Кудинова, начальник филиала ГАУ СО УЦ
(государственного автономного учреждения
дополнительного профессионального образования
«Саратовский областной учебный центр»)

Н.В. Феднина, старший методист филиала
Сам ГУПС в г.Ртищево

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

| | |
|--|----|
| 1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств | 2 |
| 2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке..... | 4 |
| 3. Оценка освоения учебной дисциплины: | |
| 3.1. Формы и методы оценивания..... | 10 |
| 3.2. Кодификатор оценочных средств..... | 13 |
| 4. Задания для оценки освоения дисциплины..... | 14 |

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО - ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В результате освоения учебной дисциплины ОП.03 **Электротехника** обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по специальности **23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог. (Уровень подготовки для специальности СПО)** следующими знаниями, умениями, которые формируют профессиональные компетенции, и общими компетенциями:

- У1.** Собирать простейшие электрические цепи;
- У2.** Выбирать электроизмерительные приборы;
- У3.** Определять параметры электрических цепей.

З1. Сущность физических процессов, протекающих в электрических и магнитных цепях;

З2. Построение электрических цепей, порядок расчёта их параметров;

З3. Способы включения электроизмерительных приборов и методы измерений электрических величин.

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 1.1. Эксплуатировать подвижной состав железных дорог.

ПК 1.2. Производить техническое обслуживание и ремонт подвижного состава железных дорог в соответствии с требованиями технологических процессов.

ПК 2.2. Планировать и организовывать мероприятия по соблюдению норм безопасных условий труда.

ПК 2.3. Контролировать и оценивать качество выполняемых работ.

ПК 3.2. Разрабатывать технологические процессы на ремонт отдельных деталей и узлов подвижного состава, железных дорог в соответствии с нормативной документацией.

Формой аттестации по учебной дисциплине является экзамен.

2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

2.1. В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих компетенций:

| Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции (желательно сгруппировать и проверять комплексно, сгруппировать умения и ОК) | Показатели оценки результата. <i>Следует сформулировать показатели. Раскрывается содержание работы</i> | Форма контроля и оценивания. <i>Заполняется в соответствии с разделом 4 программы УД</i> |
|---|--|---|
| У1. Собирать простейшие электрические цепи. | Выбирать электроизмерительные приборы, выполнять измерения и расчёты основных параметров электрических цепей постоянного и переменного тока. | Устный опрос, тестирование, проведение лабораторных и практических занятий, самостоятельная работа. |
| У2. Выбирать электроизмерительные приборы. | Выбирать электроизмерительные приборы, выполнять измерения и расчёты основных параметров электрических цепей постоянного и переменного тока. | Оценка работы учащихся на лабораторном занятии, выполнение тестирования. |
| У3. Определять параметры электрических цепей | Определять и анализировать основные параметры электронных схем и устанавливать по ним работоспособность устройств электронной техники. | Оценка работы учащихся на лабораторном занятии, выполнение тестирования. |
| З1. Сущность физических процессов, протекающих в электрических и магнитных цепях | Изучить физическую сущность процесса получения переменного тока, характеристики | Оценка работы учащихся на лабораторном занятии, выполнение тестирования. |

| | | |
|--|--|--|
| | переменного тока, их физический смысл, единицы измерения. условия существования магнитного поля, его характеристики, правила для определения направления магнитного поля. | |
| 32. Построение электрических цепей, порядок расчёта их параметров | Производить подбор элементов электронной аппаратуры по заданным параметрам; выражать коэффициент усиления по току, по напряжению, по мощности I/g единицах. | Оценка работы учащихся на лабораторном занятии, выполнение тестирования. |
| 33. Способы включения электроизмерительных приборов и методы измерений электрических величин. | Выбирать электроизмерительные приборы, выполнять измерения и расчёты основных параметров электрических цепей постоянного и переменного тока. | Оценка работы учащихся на лабораторном занятии, выполнение тестирования. |
| ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. | Проявление интереса к обучению, к получаемой профессии. Добросовестное выполнение учебных обязанностей. Участие в конкурсах кружках, днях открытых дверей, исследовательской работе, студенческих конференций. | Оценка результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы. |
| ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения | Выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач в области | Устный опрос, тестирование, проведение лабораторных и практических занятий, самостоятельная работа. |

| | | |
|--|--|---|
| профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество. | организации перевозочного процесса; оценка эффективности и качества выполнения профессиональных задач | |
| ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность. | Правильное решение стандартных и нестандартных профессиональных ситуаций и учебных задач. | Оценка работы учащихся на лабораторном занятии, выполнение тестирования. |
| ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития. | Поиск оптимального источника информации для решения поставленной задачи. Точность обработки информации при выполнении практических занятий и лабораторных работ. | Устный опрос, тестирование, проведение лабораторных и практических занятий, самостоятельная работа. |
| ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. | Владение современными информационными технологиями. | Устный опрос, тестирование, проведение лабораторных и практических занятий, самостоятельная работа. |
| ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями. | Умение работать в коллективе, в команде, грамотно общаться с коллегами, руководством, потребителями. | Устный опрос, тестирование, проведение лабораторных и практических занятий, самостоятельная работа. |
| ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий. | Наличие организаторских способностей. Демонстрация способности распределять обязанности между членами команды (подчиненных). | Устный опрос, тестирование, проведение лабораторных и практических занятий, самостоятельная работа. |
| ОК 8. Самостоятельно | Проявление | Устный опрос, |

| | | |
|--|--|--|
| определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации. | самостоятельности при подготовке сообщений. Наличие самоанализа. Демонстрация желания дальнейшего самосовершенствования. | тестирование, проведение лабораторных и практических занятий, самостоятельная работа. |
| ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности. | Проявление познавательной активности и интереса при выполнении самостоятельных работ, владения навыками самоанализа и самооценки. | Устный опрос, тестирование, проведение лабораторных и практических занятий, самостоятельная работа. |
| ПК 1.1. Эксплуатировать подвижной состав железных дорог. | При выполнении операций по осуществлению перевозочного процесса с применением современных информационных технологий управления перевозками, находить оптимальные источники информации для решения поставленной задачи. | Оценка результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы. |
| ПК 1.2. Производить техническое обслуживание и ремонт подвижного состава железных дорог в соответствии с требованиями технологических процессов. | При организации работы персонала по обеспечению безопасности перевозок и выбору оптимальных решений при работах в условиях нестандартных и аварийных ситуаций, принимать правильное решение. | Оценка результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы. |
| ПК 2.2. Планировать и организовывать мероприятия по соблюдению норм | Обеспечивать безопасность движения и перевозочного процесса посредством | Оценка результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе |

| | | |
|--|--|--|
| безопасных условий труда. | применения нормативно-правовых документов. | освоения образовательной программы. |
| ПК 2.3. Контролировать и оценивать качество выполняемых работ. | Использовать в организации работы персонала по технологическому обслуживанию перевозочного процесса умение работать в коллективе, в команде, грамотно общаться с коллегами, руководством, потребителями. | Оценка результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы. |
| ПК3.2. Разрабатывать технологические процессы на ремонт отдельных деталей и узлов подвижного состава, железных дорог в соответствии с нормативной документацией. | Использование нормативно-технической документации при ремонте отдельных деталей и узлов подвижного состава, железных дорог. | Оценка результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы. |

3. Оценка освоения учебной дисциплины:

3.1. Формы и методы контроля.

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине *Электротехника*, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций:

Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)

| Элемент УД | Формы и методы контроля | | | | | |
|--|-------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | Текущий контроль | | Рубежный контроль | | Промежуточная аттестация | |
| | Формы контроля | Проверяемые ОК, У, З | Формы контроля | Проверяемые ОК, У, З | Форма контроля | Проверяемые ОК, У, З |
| Раздел 1. Электротехника | | | | | Э | ОК.2. ОК3.ОК4, ОК5.У2,33 |
| Тема 1.1 Электрическое поле. | УО, Т | ОК.2. ОК3.ОК4, ОК5.У2,33 | | | | |
| Тема 1.2 Электрическая ёмкость и конденсаторы. | УО, Т | ОК.2. ОК3.ОК4, ОК5. У2.33 | | | | |
| Раздел2.Электрические цепи постоянного тока. | | | | | Э | ОК.2. ОК3.ОК4, ОК5.У2,33 |
| Тема 2.1. Электрический ток, сопротивление, проводимость. | ЛР№1 | ОК.2. ОК3.ОК4, ОК5.У2,33 | | | | |
| Тема 2.2. Электрическая энергия и мощность | ЛР№2 | ОК.2. ОК3.ОК4, ОК5.У2,33 | | | | |
| Тема 2.3. Расчёт электрических цепей постоянного тока | ЛР№3 ЛР№4 | ОК.2. ОК3.ОК4, ОК5.У2,33 | | | | |
| Тема 2.4. Химические источники электрической энергии. Соединение химических источников в батарею. | УО, Т | ОК.2. ОК3.ОК4, ОК5.У2,33 | | | | |

| | | | | | | |
|--|----------------------|--------------------------------|--|--|---|--------------------------------|
| Раздел 3. Электромагнетизм. | | | | | Э | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 |
| 3.1. Магнитное поле постоянного тока. | УО | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 | | | | |
| Тема 3.2. Электромагнитная индукция | ЛР№5 | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 | | | | |
| Раздел 4. Цепи переменного однофазного тока. | | | | | Э | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 |
| Тема 4.1. Синусоидальный электрический ток. | УО, Т | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 | | | | |
| Тема 4.2. Линейные электрические цепи синусоидального тока. | ЛР№6 ЛР№7 ЛР№8 | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 | | | | |
| Тема 4.3. Резонанс в электрических цепях переменного однофазного тока | ЛР№9 ЛР№10 | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 | | | | |
| Тема 4.4. Расчёт цепей переменного тока символическим методом | УО, Т | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 | | | | |
| Раздел 5. Трёхфазные цепи. | | | | | Э | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 |
| Тема 5.1. Получение трёхфазного тока | УО, Т | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 | | | | |
| Тема 5.2. Расчёт цепей трёхфазного тока. | ЛР№11 ЛР№12 | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 | | | | |
| Раздел 6. Цепи | УО, Т | ОК.2, ОК3, ОК4, ОК5, У2, 33 | | | Э | ОК.2, ОК3, ОК4, |

| | | | | | | |
|---|----------------|------------------------------|--|--|---|-----------------------------|
| несинусоидального тока. | | | | | | OK5.Y2.33 |
| Раздел 7. Электрические измерения. | | | | | Э | OK.2, OK3.OK4, OK5.Y2.33 |
| Тема 7.1. Измерительные приборы. | ЛР№13 | OK.2, OK3.OK4, OK5, Y2.33 | | | | |
| Тема 7.2. Измерение электрических сопротивлений. | ЛР№14 | OK.2, OK3.OK4, OK5.Y2.33 | | | | |
| Тема 7.3. Измерение мощности и энергии | ЛР№15 ЛР№16 | OK.2, OK3.OK4, OK5.Y2.33 | | | | |
| Раздел 8. Электрические машины. | | | | | Э | OK.2, OK3.OK4, OK5.Y2.33 |
| Тема 8.1. Трансформаторы | ЛР№17 | OK.2, OK3.OK4, OK5, Y2.33 | | | | |
| Тема 8.2. Электрические машины постоянного тока | ЛР№18 ЛР№19 | OK.2, OK3.OK4, OK5, Y2.33 | | | | |
| Тема 8.3. Электрические машины переменного тока | ЛР№20 | OK.2, OK3.OK4, OK5, Y2.33 | | | Э | |

Кодификатор оценочных средств

| Функциональный признак оценочного средства (контрольного задания) | признак (тип) | Код оценочного средства |
|---|---------------|-------------------------|
| Устный опрос | | УО |
| Лабораторная работа № n | | ЛР № n |
| Тестирование | | Т |
| Экзамен | | Э |

4. Задания для оценки освоения дисциплины

Лабораторная работа

Тема: ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

1. Цель работы

Изучение электроизмерительных приборов, используемых в лабораторных работах, выполняемых на стенде. Получение представлений о пределе измерения и цене деления, абсолютной и относительной погрешности, условиях эксплуатации и других характеристиках стрелочных электроизмерительных приборов, получение навыков работы с цифровыми измерительными приборами.

2. Пояснения к работе

Контроль работы электрооборудования осуществляется с помощью разнообразных электроизмерительных приборов. Наиболее распространенными электроизмерительными приборами являются приборы непосредственного отсчета. По виду отсчетного устройства различают аналоговые (стрелочные) и цифровые измерительные приборы.

На лицевой стороне стрелочных приборов изображены условные обозначения, определяющие классификационную группу прибора. Они позволяют правильно выбрать приборы и дают некоторые указания по их эксплуатации.

В цепях постоянного тока для измерений токов и напряжений применяются в основном приборы магнитоэлектрической системы. Принцип действия таких приборов основан на взаимодействии магнитного поля постоянного магнита и измеряемого тока, протекающего по катушке. Угол поворота стрелки α прямо пропорционален измеряемому току I : $\alpha = K I$. Шкалы магнитоэлектрических приборов равномерные.

В измерительных механизмах электромагнитной системы, применяемых для измерений в цепях переменного и постоянного тока, вращающий момент обусловлен действием магнитного поля измеряемого тока в неподвижной катушке прибора на подвижный ферромагнитный якорь. Угол поворота стрелки α здесь пропорционален квадрату тока: $\alpha = K I^2$. Поэтому шкала электромагнитных приборов обычно неравномерная, что является недостатком этих приборов. Начальная часть шкалы не используется для измерений.

Для практического использования измерительного прибора необходимо знать его предел измерений (номинальное значение) и цену деления (постоянную) прибора. Предел измерений - это наибольшее значение электрической величины, которое может быть измерено данным прибором. Это значение обычно указано на лицевой стороне прибора. Один и тот же прибор может иметь несколько пределов измерений. Ценой деления прибора называется значение измеряемой величины,

соответствующее одному делению шкалы прибора. Цена деления прибора C легко определяется как отношение предела измерений $A_{НОМ}$ к числу делений шкалы N : $C = A_{НОМ}/N$.

На лицевой стороне стрелочных прибора указывается класс точности, который определяет приведенную относительную погрешность прибора $\gamma_{пр}$.

Приведенная относительная погрешность прибора - это выраженное в процентах отношение максимальной для данного прибора абсолютной погрешности ΔA к номинальному значению прибора (пределу измерений) $A_{НОМ}$: $\gamma_{пр} = 100 \Delta A / A_{НОМ} \%$

Зная класс точности прибора, можно определить абсолютную ΔA и относительную погрешности измерения $\gamma_{изм}$, а также действительное значение измеряемой величины A_d :

$$\Delta A = \gamma_{пр} A_{НОМ} / 100; \quad \gamma_{изм} = 100 \Delta A / A; \quad A_d = A \pm \Delta A.$$

Нетрудно сделать вывод, что относительная погрешность измерения тем больше, чем меньше измеряемая величина по сравнению с номинальным значением прибора. Поэтому желательно не пользоваться при измерении начальной частью шкалы стрелочного прибора.

Для обеспечения малой методической погрешности измерения необходимо, чтобы сопротивление амперметра было значительно меньше сопротивления нагрузки, а сопротивление вольтметра было значительно больше сопротивления исследуемого участка.

При проведении измерений в электрических цепях широкое применение получили цифровые мультиметры - комбинированные цифровые измерительные приборы, позволяющие измерять постоянное и переменное напряжение, постоянный и переменный ток, сопротивления, проверять диоды и транзисторы. Для проведения конкретного измерения необходимо установить переключателем предполагаемый предел измерений измеряемой величины (ток, напряжение, сопротивление) с учетом рода тока (постоянный или переменный). Представление результата измерения происходит на цифровом отсчетном устройстве в виде обычных удобных для считывания десятичных чисел. Наибольшее распространение в цифровых отсчетных устройствах мультиметров получили жидкокристаллические, газоразрядные и светодиодные индикаторы. На передней панели такого прибора находится переключатель функций и диапазонов. Этот переключатель используется как для выбора функций и желаемого предела измерений, так и для выключения прибора. Для продления срока службы источника электропитания прибора переключатель должен находиться в положении «OFF» в тех случаях, когда прибор не используется.

К основным техническим характеристикам цифровых приборов, которые необходимо учитывать при выборе относятся:

- диапазон измерений (обычно прибор имеет несколько поддиапазонов);
- разрешающая способность, под которой часто понимают значение измеряемой величины, приходящееся на единицу дискретности, то есть один квант;
- входное сопротивление, характеризующее собственное потребление прибором энергии от источника измерительной информации;
- погрешность измерения, часто определяемая как \pm (% от считываемых данных + количество единиц младшего разряда).

Мультиметр часто имеет батарейное питание 9В, поэтому перед использованием прибора необходимо проверить батарею электропитания путем включения прибора. Если батарея разряжена, то на дисплее возникнет условное изображение батареи. Используемые в стенде «Электротехника» мультиметры питаются от выпрямительного устройства, вмонтированного в модуль. Для использования приборов необходимо подключить с тыльной стороны кабель питания к источнику переменного напряжения 220 В. Перед проведением измерения необходимо переключатель пределов установить на требуемый диапазон измерений. Для предотвращения повреждения схемы прибора входные токи и напряжения не должны превышать указанных величин. ***Если предел измеряемого тока или напряжения заранее неизвестен, следует устанавливать переключатель пределов на максимум и затем переключать его вниз по мере необходимости.***

Мультиметры, используемые в данном стенде, имеют режим автоматического выбора поддиапазона измерений. С помощью кнопочного переключателя «R-H» можно устанавливать поддиапазон измерения вручную.

Для измерения *напряжения* подключите один щуп к разъему COM, а другой - к разъему «V/Q», установите переключатель функций в положение «V» и с помощью кнопочного переключателя установите режим измерения постоянного (DC) или переменного (AC) напряжения. Подсоедините концы щупов к измеряемому источнику напряжения. При измерении постоянного напряжения полярность напряжения на дисплее будет соответствовать полярности напряжения на втором щупе.

Для измерения *сопротивлений* подключите один щуп к разъему «COM», а второй - к разъему «V/Q», установите переключатель функций на «Q» и подсоедините концы щупов к измеряемому сопротивлению.

Когда цепь разомкнута, на индикаторе будет индицироваться «0.L». ***Перед измерением сопротивлений в схеме убедитесь, что схема обесточена и все конденсаторы разряжены.***

3.1. Изучение паспортных характеристик стрелочных электроизмерительных приборов. Для этого внимательно рассмотреть лицевые

Таблица 1.1.4

| Характеристика электроизмерительного прибора | | | |
|--|--------------|------------|----------|
| Наименование прибора | Амперметр | Вольтметр | Ваттметр |
| Система измерительного механизма | | | |
| Предел измерения | | | |
| Число делений шкалы | | | |
| Цена деления | | | |
| Минимальное значение измеряемой величины | | | |
| Класс точности | | | |
| Допустимая погрешность | максимальная | абсолютная | |
| Род тока | | | |
| Нормальное положение шкалы | | | |
| Прочие характеристики | | | |

панели стрелочных амперметров и заполнить табл. 1.1.4.

3. Порядок выполнения работы

3.2. Построить график зависимости относительной погрешности измерения от измеряемой величины $\gamma_{изм} = f(A_{изм})$ для прибора, указанного преподавателем. Сделать вывод о величине относительной погрешности измерения в начальной и конечной части шкалы, о характере изменения погрешности вдоль шкалы прибора.

3.3. Ознакомиться с лицевой панелью мультиметра.

3.4. Подготовить мультиметр для измерения постоянного напряжения. Включить электропитание стенда (автоматический выключатель QF модуля питания) и источник постоянного напряжения. Измерить значения выходных напряжений модуля питания на клеммах «+5 В», «+12 В» и «-12 В» относительно общей клеммы. Результаты измерений занести в табл. 1.1.5. Выключить источник постоянного напряжения.

Таблица 1.1.5

| Клеммы | +5 В | +12 В | -12 В | ~12 В | ~220 В |
|----------|------|-------|-------|-------|--------|
| Измерено | | | | | |

3.5. Подготовить мультиметр для измерения переменного напряжения. Включить источник питания и мультиметром измерить значения выходных напряжений на клеммах «~12 В» и «~220 В».

Результаты измерений занести в табл. 1.1.5. Выключить источник трехфазного напряжения.

3.6. Подготовить мультиметр для измерения сопротивлений резисторов. Измерить значения сопротивлений резисторов, указанных преподавателем. Результаты занести в табл. 1.1.6.

Таблица 1.1.6

| Резистор | R1 | R2 | R3 | R4 |
|--|----|----|----|----|
| Номинальное значение сопротивления, Ом | 5 | 10 | 20 | 30 |
| Измерено, Ом | | | | |

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) технические данные измерительных приборов;
- в) график зависимости относительной погрешности измерений $\mu_{изм}$ $f(A_{изм})$
- г) результаты измерений;
- д) выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

1. Каков принцип действия приборов магнитоэлектрической и электромагнитной систем?
2. Что такое предел измерения?
3. Как определяется цена деления прибора?
4. Что такое абсолютная и относительная погрешности измерения?
5. Что характеризует класс точности прибора?
6. В какой части шкалы прибора измерение точнее и почему?
7. Каковы основные достоинства цифровых измерительных приборов?

Лабораторная работа

Тема: СБОРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С ВКЛЮЧЕНИЕМ РЕЗИСТОРОВ, РЕОСТАТОВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ДЕЙСТВИЯ ЗАКОНА ОМА.

1. Цель работы

Приобретение навыков определения параметров элементов в цепях переменного тока по результатам измерений, включения в цепь вольтметра и амперметра, измерения тока и напряжения, применения закона Ома в цепи переменного тока.

2. Пояснения к работе

При расчете цепей переменного тока, в отличие от цепей постоянного тока, необходимо учитывать не один, а три простейших пассивных элемента: резистивный, индуктивный и емкостной, которые характеризуются соответственно параметрами: активным сопротивлением R , индуктивностью L (индуктивным

сопротивлением $X_L = \omega L$) и емкостью X_C (емкостным сопротивлением $X_C = 1/\omega C$), где ω - угловая частота.

В реальной цепи сопротивлением обладают не только резистор или реостат как устройства, предназначенные для использования их электрических сопротивлений, но и любой проводник, катушка, конденсатор, обмотка любого электромагнитного элемента и др. Общим свойством всех устройств, обладающих электрическим сопротивлением, является необратимое преобразование электрической энергии в тепловую энергию. При токе i в резисторе, обладающим сопротивлением r за время dt в соответствии с законом Джоуля - Ленца выделяется энергия $dw = ri^2 dt$.

Тепловая энергия, выделяемая в сопротивлении, полезно используется или рассеивается в пространстве. Но поскольку преобразование электрической энергии в тепловую энергию в пассивном элементе носит необратимый характер, то в схеме замещения во всех случаях, когда необходимо учесть необратимое преобразование энергии, включается сопротивление. В реальном устройстве, например, в электромагните, электрическая энергия может быть преобразована в механическую энергию (притяжение якоря), но в схеме замещения это устройство заменяется сопротивлением, в котором выделяется эквивалентное количество тепловой энергии. И при анализе схемы нам уже безразлично, что в действительности является потребителем энергии электромагнит или электроплитка.

В цепях переменного тока сопротивление называют активным, которое из-за явления поверхностного эффекта больше, чем электрическое сопротивление постоянному току. Однако при низких частотах этой разницей обычно пренебрегают.

Напряжение, подведенное к активному сопротивлению, по фазе совпадает с током, то есть напряжение и ток одновременно достигают максимальных значений и одновременно переходят через нуль.

Индуктивность L характеризует свойство участка цепи или катушки накапливать энергию магнитного поля.

При протекании переменного тока $i(t)$ через катушку индуктивности, состоящей из w витков, возбуждается переменный магнитный поток, который в соответствии с законом электромагнитной индукции наводит в ней же ЭДС самоиндукции. Следовательно, индуктивность в цепи переменного тока влияет на величину протекающего тока как сопротивление. Соответствующая расчетная величина называется индуктивным сопротивлением и обозначается X_L и измеряется так же, как и активное сопротивление - в Омах.

Чем выше частота переменного тока, тем больше ЭДС самоиндукции и тем больше индуктивное сопротивление $X_L = \omega L = 2\pi fL$. Величина $\omega = 2\pi f$ называется угловой частотой переменного тока.

Поскольку ЭДС самоиндукции возникает только при изменении тока, то и

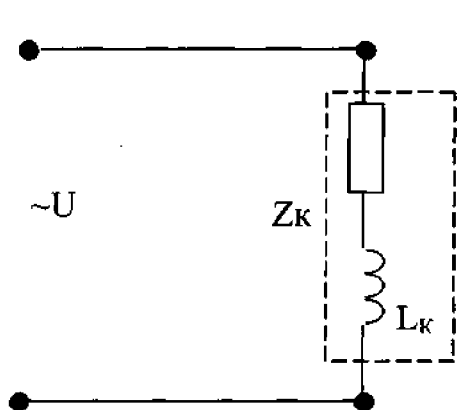


Рис. 1.3.1

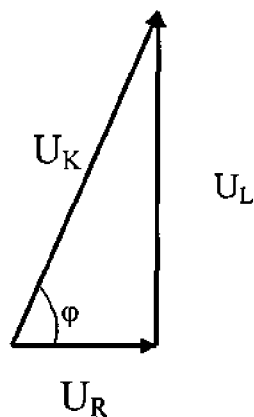


Рис. 1.3.2

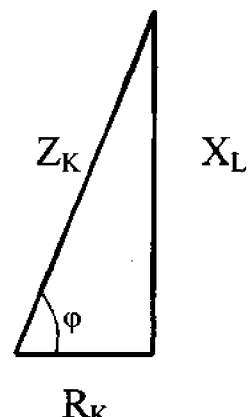


Рис. 1.3.3

максимальные значения ЭДС наступают при максимальной скорости изменения тока в катушке, то есть при прохождении тока через нуль.

Поэтому на участке цепи с индуктивностью ЭДС самоиндукции по времени отстает от тока на четверть периода или на $\pi/2$ электрических радиана. Напряжение на индуктивности, будучи противоположным ЭДС, наоборот, опережает ток на четверть периода или на $\pi/2$ электрических радиана.

При включении в цепь переменного тока реальной катушки (рис. 1.3.1), обладающей кроме индуктивности L и некоторым значением активного сопротивления R , ток отстает по фазе от напряжения на некоторый угол $\varphi < \pi/2$, который легко определяется из треугольника сопротивлений (рис. 1.3.3): $\operatorname{tg}\varphi = X_L / R$. Для такого участка электрической цепи уравнение на основании второго закона Кирхгофа имеет вид:

$$u = UR - U_L = Ri + L di/dt.$$

В напряжении, подведенном к реальной катушке, условно можно выделить две составляющих: падение напряжения Ri на активном сопротивлении, обычно называемое активной составляющей приложенного напряжения, и напряжение на идеальной индуктивности $U_L = L di/dt$, называемое реактивной составляющей приложенного напряжения. Фазовые соотношения между этими составляющими, приложенным напряжением и протекаемым током обычно иллюстрируются векторной диаграммой для их действующих значений (рис. 1.3.2). Из векторной диаграммы видно, что

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$$

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ - полное электрическое сопротивление реальной катушки. Из треугольника сопротивлений (рис. 1.3.3) следует, что $R = Z \cos\varphi$, $X_L = Z \sin\varphi$

Закон Ома для цепи, по которой протекает переменный ток, записывается в виде $I = U/Z$.

Из рассмотренного следует важный вывод: *сопротивления в цепи переменного тока складываются в общем случае геометрически.*

Емкость, измеряемая в фарадах (Ф), характеризует способность элемента

электрической цепи или конденсатора накапливать энергию электрического поля. В конденсаторе, точнее в диэлектрике, разделяющем пластины или проводники конденсатора, может существовать ток электрического смещения, в точности равный току проводимости в проводниках, присоединенных к обкладкам конденсатора: $i = dq/dt$, где q - заряд на обкладках конденсатора, измеряемый в кулонах и пропорциональный напряжению на конденсаторе:

$$q = C U_c, \text{ и при } C = \text{const} dq = C dU_c$$

Тогда ток, проходящий через конденсатор, $i = C dU_c/dt$, а энергия электрического поля, запасаемая в конденсаторе при возрастании напряжения, $W = CU_c^2/2$.

Очевидно, что при постоянном напряжении $dU_c/dt = 0$ и постоянный ток через конденсатор проходить не может.

При изменении напряжения на обкладках конденсатора через него протекает емкостный ток. Чем быстрее изменяется напряжение, тем больше емкостный ток. Если приложить к конденсатору переменное синусоидальное напряжение, то через конденсатор потечет переменный синусоидальный ток, сдвинутый по фазе на $\pi/2$ по отношению к напряжению. Это происходит потому, что емкостный ток достигает максимального значения при максимальном изменении напряжения, т.е. при прохождении напряжения через нуль. Ток при этом опережает напряжение по фазе на $\pi/2$.

Величина $X_c = 1/(2\pi fC) = U_c / I$ называется реактивным емкостным сопротивлением. Это сопротивление учитывает реакцию электрической цепи на изменение электрического поля в конденсаторе и является обратно пропорциональной функцией частоты.

Закон Ома для участка электрической цепи с конденсатором $I = U_c / X_c$, где I действующее значение тока, протекаемого через конденсатор, U_c действующее значение напряжения на конденсаторе.

Электрическая цепь переменного тока характеризуется активной, реактивной и полной мощностью.

Активная мощность P , измеряемая в ваттах (Вт), равна произведению действующего значения напряжения U на действующее значение ток I и на $\cos\varphi$, называемый коэффициентом мощности, или произведению квадрата действующего значения тока на активное сопротивление:

$$P = UI \cos\varphi = I^2 R$$

Реактивная мощность Q , измеряемая в вольт-амперах реактивных (Вар), равна произведению действующего значения напряжения U на действующее значение тока I и на $\sin\varphi$ или произведению квадрата действующего значения тока на реактивное сопротивление:

$$Q = UI \sin\varphi = I^2 X$$

Полная мощность S , измеряемая в вольт-амперах (ВА), равна произведению действующего значения тока на действующее значение напряжения U :

$$S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с лабораторной установкой (модуль питания, модуль резисторов, модуль реактивных элементов и модуль мультиметров).

3.2. Установить на мультиметре режим измерения сопротивления, подключить его выводы параллельно резистору $R1$ модуля резисторов и провести измерение значений его сопротивлений. Результат записать в табл. 1

Таблица 1

| | | | | | | |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Установлено | 5 Ом | 10 Ом | 20 Ом | 30 Ом | 40 Ом | 50 Ом |
| Измерено | | | | | | |

3.3. Аналогично п.3.2 провести измерение активного сопротивления R_K реальной катушки индуктивности Z_K . Результат записать в табл. 2.

Таблица 2

| $R_K, \text{Ом}$ | $U, \text{В}$ | $I, \text{А}$ | $Z_K = U/I, \text{Ом}$ | $X_K, \text{Ом}$ | $L, \text{Гн}$ |
|------------------|---------------|---------------|------------------------|------------------|----------------|
| | | | | | |

3.4. Собрать электрическую цепь для определения полного сопротивления катушки (рис. 1.3.6), используя мультиметр в режиме измерения переменного напряжения или вольтметр модуля вольтметров. Предъявить схему для проверки преподавателю.

3.5. Включить цепь и записать в табл. 2 показания амперметра и вольтметра (мультиметра).

3.6. Собрать электрическую цепь для определения емкостного сопротивления (рис. 1.3.7), используя мультиметр в режиме измерения переменного напряжения. Установить с помощью переключателя SA1 модуля реактивных элементов заданное преподавателем значение емкости конденсатора. Предъявить схему для проверки преподавателю.

3.7. Включить цепь и записать в табл. 3 показания амперметра и вольтметра, устанавливая поочередно заданные значения емкостей $C1$, $C2$ и $C3$.

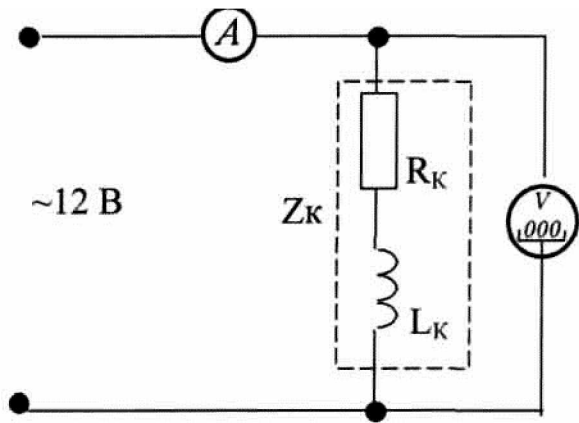


Рис.1.3.6

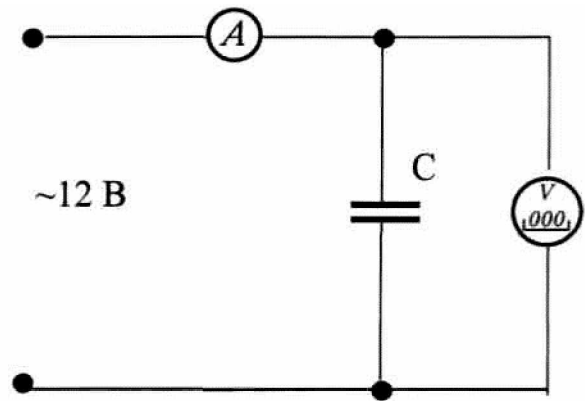


Рис.1.3.7

Таблица 3

| Включено | $C1=... \text{ мкФ}$ | $C2=... \text{ мкФ}$ | $C3=... \text{ мкФ}$ |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| U, В | | | |
| I, А | | | |
| X_c , Ом | | | |
| C, мкФ | | | |

3.8. Рассчитать, используя закон Ома, полное сопротивление реальной индуктивности Z_k .

3.9. Рассчитать, используя закон Ома, емкостные сопротивления X_c . Результаты записать в табл. 3

3.10. Считая, что частота сети $f = 50 \text{ Гц}$, определить величину индуктивности реальной катушки L и емкостей конденсаторов $C1$, $C2$ и $C3$. Результаты занести в соответствующие таблицы.

4. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) электрические схемы опытов;
- в) таблицы с результатами опытов и вычислений;
- г) результаты расчетов;
- д) выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

1. В каких единицах измеряется ток, напряжение, сопротивление?
2. Что такое «полное сопротивление»?
3. Что такое «активное сопротивление»?
4. Что такое «реактивное индуктивное сопротивление» и как оно определяется?
5. Что такое «реактивное емкостное сопротивление» и как оно определяется?
6. Какая связь между полным, активным и реактивным сопротивлениями цепи переменного тока?
7. Как формулируется закон Ома для цепи переменного тока?
8. Может ли через конденсатор протекать постоянный ток?

Лабораторная работа

Тема: ЛИНЕЙНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Цель работы

Получение навыков сборки простых электрических цепей, включения в электрическую цепь измерительных приборов. Научиться измерять токи и напряжения, убедиться в соблюдении законов Ома и Кирхгофа в линейной электрической цепи.

2. Пояснения к работе

Электрическая цепь, состоящая из элементов, вольтамперные характеристики которых являются прямыми линиями, называется линейной электрической цепью, а элементы, из которых состоит цепь, - линейными элементами.

Соединение в электрической цепи, при котором через все элементы протекает один и тот же ток, называется последовательным соединением. Эквивалентное сопротивление $R_{\text{последовательной}}$ цепи постоянного тока равно сумме сопротивлений отдельных участков: $R = R_1 + R_2$.

Напряжение на отдельном участке в соответствии с законом Ома пропорционально сопротивлению этого участка: $U_1 = IR_1$; $U_2 = IR_2$.

Напряжение $U_{\text{на}}$ входе последовательной цепи в соответствии со вторым законом Кирхгофа равно сумме напряжений на отдельных участках:

$$U = U_1 + U_2.$$

При параллельном соединении двух или нескольких элементов напряжение на них одно и тоже, так как выводы этих элементов подключены к одним и тем же узлам. Токи в отдельных элементах определяются по закону Ома: $I_1 = U/R_1$; $I_2 = U/R_2$.

В соответствии с первым законом Кирхгофа ток I в неразветвленной части цепи равен сумме токов всех параллельных ветвей: $I = I_1 + I_2$

Проводимость параллельного соединения равна сумме проводимостей отдельных участков: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с лабораторной установкой (модуль питания, модуль резисторов, модуль измерительный, модуль мультиметров) и собрать линейную электрическую цепь с последовательным соединением резисторов (рис. 1.2.1).

Установить заданные преподавателем значения сопротивлений резисторов R_1 , R_2 . Представить схему для проверки преподавателю.

3.2. Включить электропитание стенда (автоматический выключатель QF1 модуля питания и выключатель SA2

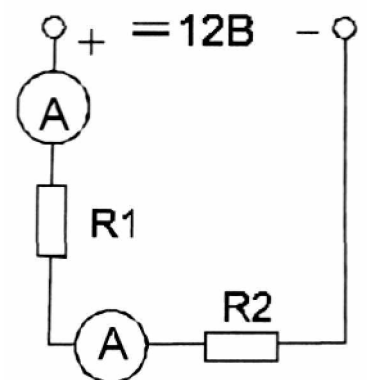


Рис. 1.2.1

этого же модуля). Измерить ток в цепи, величину напряжения питания и напряжения на резисторах R1 и R2 в схеме с последовательным соединением резисторов R1 и R2. Результаты измерений занести в табл. 1.2.1. Выключить питание.

3.3. Собрать линейную цепь со смешанным соединением резисторов (рис. 1.2.2). Установить заданные значения резисторов R1, R2 и R3. Включить питание и измерить напряжения и токи на всех участках цепи, мощность, потребляемую цепью. Результаты занести в табл. 1.2.1.

3.5. Выключить источник электропитания, и используя мультиметр в режиме измерения сопротивления измерить значения сопротивлений R1, R2 и R3. Результаты измерений занести в табл. 1.2.2.

3.6. Используя закон Ома, вычислить значения сопротивлений R1, R2 и R3, значения которых занести в табл. 1.2.2.

3.7. Проверить выполнение баланса мощностей. Сделать выводы о выполнении 1-го и 2-го законов Кирхгофа и о применении закона Ома в линейной цепи постоянного тока.

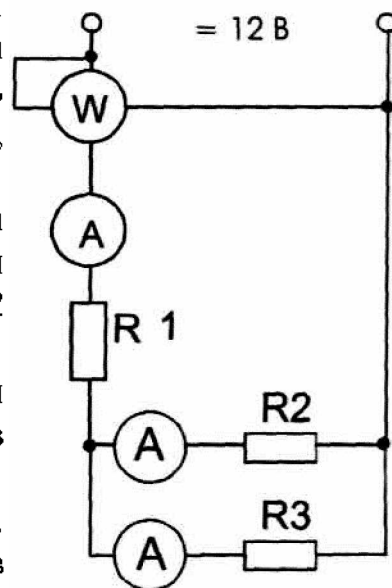


Рис. 1.2.2

Таблица 1.2.1

| U, В | Последовательное соединение | | | | Смешанное соединение | | | | | | |
|---------|-----------------------------|----------|----------|----------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | U1, В | U2, В | I1, А | I2, А | U1, В | U2, В | U3, В | I1, А | I2, А | I3, А | P, Вт |
| | | | | | | | | | | | |

Таблица 1.2.2

| | Измерено омметром | Вычислено |
|--------|-------------------|-----------|
| R1, Ом | | |
| R2, Ом | | |
| R3, Ом | | |

4. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

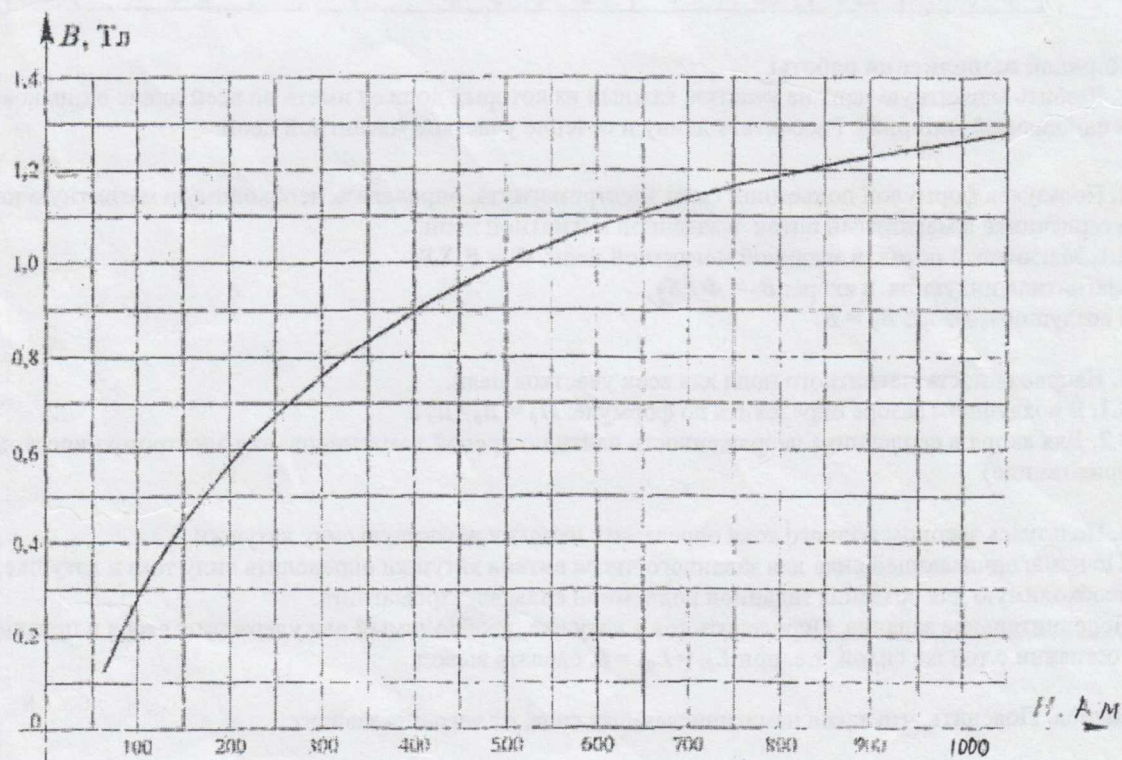
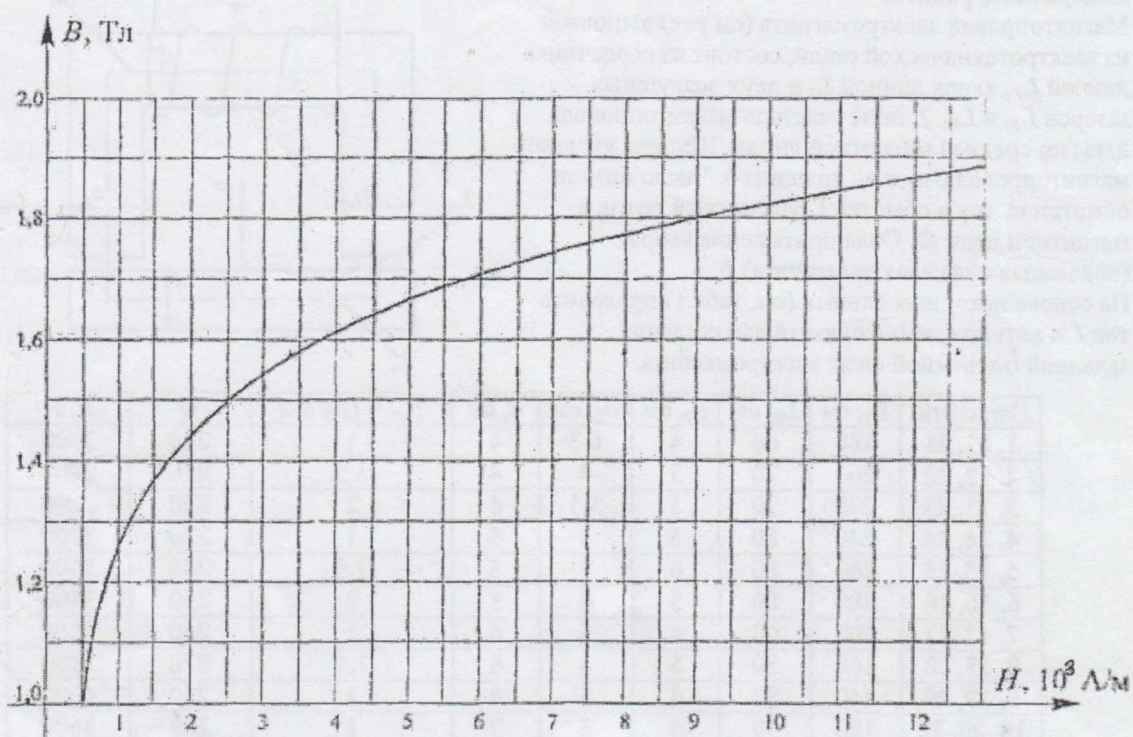
- наименование работы и цель работы;
- технические данные измерительных приборов;
- схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- результаты расчетов;
- выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

- Что такое «линейный элемент» в электрической цепи?
- Привести примеры линейных элементов электрических цепей.
- На основании какого закона по показаниям амперметра и вольтметра можно определить величину сопротивления участка электрической цепи постоянного тока?
- В каких единицах измеряются сила тока, напряжение и сопротивление?

5. Нарисуйте схемы для измерения методом амперметра и вольтметра больших и малых электрических сопротивлений.
6. Для исследуемых электрических цепей запишите уравнения по законам Кирхгофа.

Приложение



Лабораторная работа
Тема: НЕРАЗВЕТВЛЕННАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1. Цель работы

Приобретение навыков сборки простых электрических цепей, измерение напряжений на отдельных участках цепи, изучение свойств цепей при последовательном соединении активных и реактивных элементов, знакомство с явлением резонанса напряжений, построение векторных диаграмм.

2. Пояснения к работе

Электрическая цепь синусоидального переменного тока с последовательным соединением резистора с активным сопротивлением R , реальной катушки индуктивности с полным сопротивлением $Z_K (R_K X_K)$ и конденсатора с емкостным сопротивлением X_C (рис. 1.4.1) описывается уравнением, записанным по второму закону Кирхгофа для мгновенных значений напряжений на этих элементах:

$$u_R + u_K + u_C = u(t)$$

или в геометрической форме для векторов действующих значений этих напряжений

$$\bar{U}_R + \bar{U}_K + \bar{U}_C = \bar{U}.$$

Последнее соотношение говорит о том, что вектор действующего значения напряжения, приложенного к такой цепи, равен геометрической сумме векторов напряжений на отдельных её участках (рис. 1.4.2).

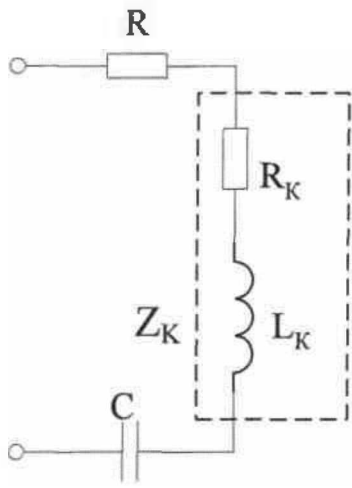


Рис.1.4.1

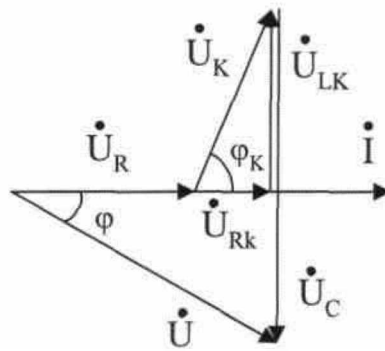


Рис. 1.4.2

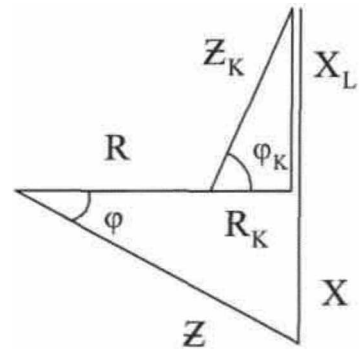


Рис. 1.4.3

Из анализа векторной диаграммы для такой цепи следует, что величина входного напряжения

$$U = \sqrt{(U_R + U_{RK})^2 + (U_{LK} - U_C)^2} = \sqrt{(IR + IR_K)^2 + (IX_L - IX_C)^2} = I\sqrt{(R + R_K)^2 + (X_L - X_C)^2},$$

где U_{RK} , U_{LK} - соответственно активная и реактивная составляющие напряжения на катушке, R_K , X_L - активное и реактивное индуктивное сопротивление катушки индуктивности.

Следовательно, действующее значение тока в этой цепи на основании закона Ома можно определить как

$$I = U / Z = U / \sqrt{(R + R_K)^2 + (X_L - X_C)^2},$$

где $Z = \sqrt{(R + R_K)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(R + R_K)^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$.

цепи с последовательным соединением резистора, реальной катушки индуктивности и конденсатора, которое легко определяется из многоугольника сопротивлений (рис. 1.4.3).

Угол сдвига фаз между входным синусоидальным напряжением U и потребляемым такой цепью током I определяется из треугольника сопротивлений

$$\operatorname{tg}\varphi = (\omega L - 1/\omega C) / (R + R_K).$$

Если $\omega L > 1/\omega C$ и угол $\varphi > 0$, вся цепь ведет себя как цепь с активным сопротивлением и идеальной индуктивностью. Говорят, что в этом случае цепь носит активно-индуктивный характер.

Если $\omega L < 1/\omega C$ и угол $\varphi < 0$, вся цепь ведет себя как цепь с активным сопротивлением и емкостью. Говорят, что в этом случае цепь носит активно-емкостной характер.

Если в цепи реактивные сопротивления равны ($\omega L = 1/\omega C$), то угол $\varphi = 0$. При этом реактивная составляющая напряжения на индуктивности и напряжение на конденсаторе полностью себя компенсируют. Цепь ведет себя, как будто реактивные сопротивления в ней отсутствуют и ток достигает наибольшего значения, поскольку ток ограничивается только эквивалентным активным сопротивлением цепи

$$R_{\Sigma} = R + R_K$$

Это означает, что в цепи имеет место резонанс, называемый в данном случае *резонансом напряжений*. Резонанс напряжений можно получить либо изменением частоты источника питания, либо подбором значения величины $C = 1/\omega_0^2 L$, где $\omega_0 = \sqrt{1/LC}$ - резонансная частота цепи.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с лабораторной установкой (модуль питания, модуль резисторов, модуль реактивных элементов, модуль мультиметров, модуль амперметров переменного тока, ваттметр).

3.2. Собрать электрическую цепь (рис. 1.4.4), установив заданные преподавателем значения сопротивления резистора и емкости конденсатора. Подключить собранную цепь к источнику питания ~ 12 В (модуль питания).

3.3. Подсоединить параллельно конденсатору дополнительный проводник (исключив этим конденсатор из цепи). Предъявить схему для проверки преподавателю.

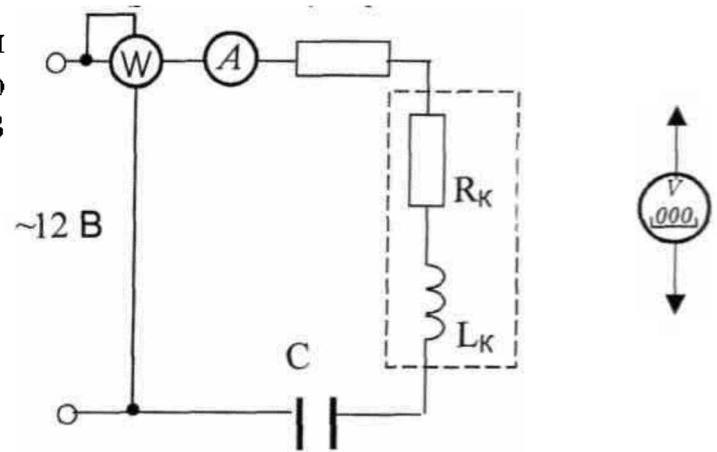


Рис. 1.4.4.

3.4. Включить питание стенда и произвести измерения указанных в таблице величин в цепи с последовательным соединением резистора R и катушки Z_K . Перед измерением напряжения перевести мультиметр в режим измерения переменного напряжения. Результаты измерений занести в табл. 1.4.1.

Таблица 1.4.1

| Схема | $U, В$ | $I, А$ | $U_R, В$ | $U_K, В$ | $U_C, В$ | $P, Вт$ |
|------------------|--------|--------|----------|----------|----------|---------|
| Z_K, R | | | | | ----- | |
| R, X_C | | | | ----- | | |
| R, Z_K, X_{C1} | | | | | | |
| R, Z_K, X_{C2} | | | | | | |
| R, Z_K, X_{C3} | | | | | | |

3.5. Выключить электропитание, подсоединить параллельно катушке дополнительный проводник (исключив этим катушку из цепи). Предъявить схему для проверки преподавателю.

3.6. Включить источник электропитания и произвести измерения указанных в таблице величин для цепи с последовательным соединением резистора R и конденсатора X_C . Результаты измерений занести в табл. 1.4.1. Выключить электропитание, убрать дополнительный проводник.

3.7. В цепи с последовательным соединением резистора, катушки и конденсатора изменяя величину емкости конденсатора с помощью переключателя SA1 модуля реактивных элементов, добиться наибольшего показания амперметра, т.е. обеспечить состояние цепи близкое к резонансу напряжений. Результаты измерений занести в табл. 1.4.1.

3.8. Уменьшая и увеличивая величину емкости конденсатора (от резонансного значения) провести измерения указанных в таблице величин для двух состояний цепи. Результаты измерений занести в табл. 1.4.1.

3.9. Для цепи с последовательным соединением трех элементов (R, Z_K, C) по результатам измерений определить полную мощность цепи S и отдельных участков S_R, S_K, S_C . Результаты занести в табл. 1.4.2.

Таблица 1.4.2

| $S,$ ВА | $S_R,$ ВА | $S_K,$ ВА | $S_C,$ ВА | $P_R,$ Вт | $P_K,$ Вт | $P_C,$ Вт | $Q_K,$ ВАр | $Q_C,$ ВАр | $R,$ Ом | $X,$ Ом | $Z,$ Ом |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|------------|------------|------------|
| | | | | | | | | | | | |

3.10. Учитывая значения параметров катушки, полученные в предшествующей лабораторной работе, определить активные и реактивные мощности отдельных участков, а также полное, активное и реактивное сопротивление всей цепи для опыта R, Z_K, X_C . Результаты занести в табл. 1.4.2.

3.11. Проверить баланс активных мощностей в цепи.

3.12. По результатам измерений построить для цепи R, Z_K, X_C (табл. 1.4.1.) в масштабе векторную диаграмму.

3.13. Сделать вывод о применении 2-го закона Кирхгофа в цепях переменного тока.

4. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схему исследуемой цепи;
- таблицы с результатами опытов и вычислений;
- расчетные соотношения;
- векторные диаграммы;
- выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

- Что такое активная, реактивная и полная мощности в цепи переменного тока?
- Какая взаимосвязь между полной, активной и реактивной мощностями?
- Что такое «коэффициент мощности»?
- Как вычислить полное сопротивление катушки, если известны её активное сопротивление, индуктивность и частота сети?
- Как вычислить полное сопротивление цепи с последовательным соединением резистора, реальной катушки и конденсатора?
- От чего зависит угол сдвига фаз между напряжением и током на участке электрической цепи переменного тока?
- Что такое «треугольник сопротивлений»?
- Чему равны реактивное сопротивление цепи и реактивная мощность цепи при резонансе?

Тема: РАЗВЕТВЛЕННАЯ ЦЕПЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1. Цель работы

Ознакомиться с особенностями параллельного соединения активных и реактивных элементов в цепи переменного тока, явлением резонанса токов, повышением коэффициента мощности, применением 1-го закона Кирхгофа в цепях переменного тока.

2. Пояснения к работе

При параллельном соединении элементов получают разветвленную цепь (рис. 1.5.1). При параллельном

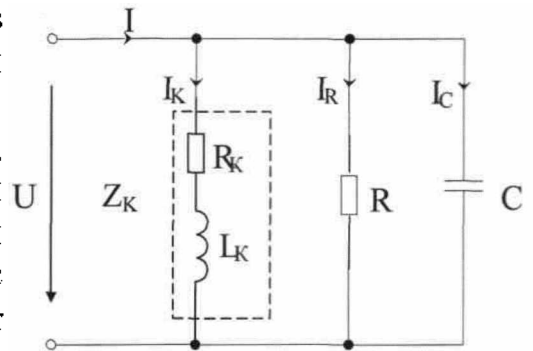


Рис. 1.5.1

соединении элементов токи в отдельных ветвях, зависят только от напряжения источника питания и полного сопротивления каждой ветви. При этом ток в ветви с резистором I_R совпадает по фазе с напряжением источника, ток в ветви с катушкой I_K отстает по фазе от напряжения источника питания на угол φ , зависящий от активного и реактивного

сопротивления реальной катушки индуктивности. Ток в ветви с конденсатором I_C опережает напряжение источника питания на 90° (рис. 1.5.2). В соответствии с первым законом Кирхгофа общий ток I , потребляемый такой цепью от источника питания, определяется геометрической суммой токов отдельных ветвей:

$$I = I_R + I_K + I_C$$

Геометрическое построение для определения величины и фазы общего тока представлено на рис. 1.5.2, где обозначено

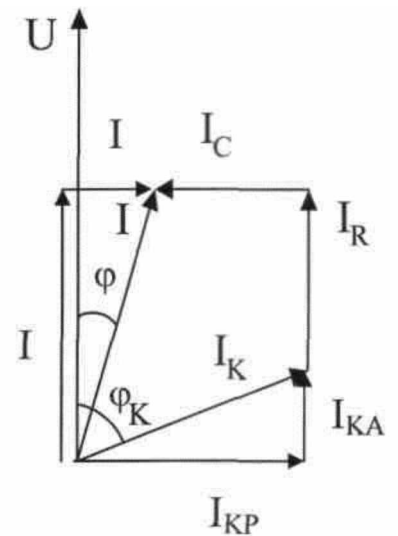


Рис. 1.5.2

I_{KA} , I_A - активные составляющие тока в ветви с катушкой и общего тока;

I_{KP} , I_P - реактивные составляющие тока в ветви с катушкой и общего тока.

Под активной составляющей тока понимают условную составляющую этого тока, совпадающую по фазе с приложенным к этому участку напряжением. Под реактивной составляющей тока - составляющую, расположенную под 90° к приложенному напряжению. Следует помнить, что активная и реактивная составляющие тока — это условные величины, не имеющие физического смысла в последовательной схеме замещения.

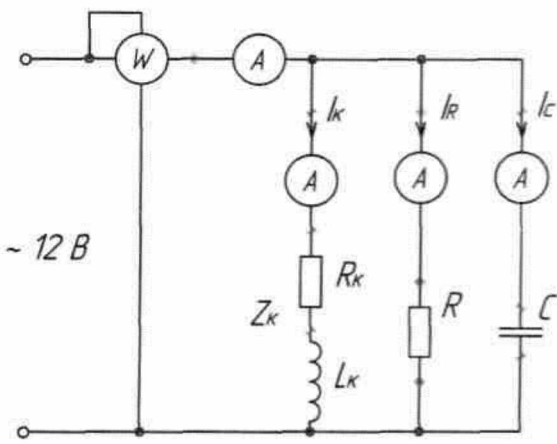
Из векторной диаграммы следует, что величина общего тока

$$I = \sqrt{I_A^2 + I_P^2}$$

Данная векторная диаграмма построена в предположении, что емкостной ток I_C оказался меньше реактивной индуктивной составляющей тока в катушке I_{KP} . Поэтому общий ток отстает по фазе от напряжения. Такая цепь носит активно-индуктивный характер. Если бы емкостной ток I_C был больше реактивной индуктивной составляющей тока в катушке I_{KP} , то ток, потребляемый цепью из

сети опережал по фазе приложенное напряжение и цепь носила бы активно-емкостной характер.

При равенстве реактивной индуктивной составляющей тока в катушке I_{KPI} емкостного тока I_C вектор общего тока совпадает по фазе с вектором приложенного напряжения, а его величина определяется только активными составляющими токов $I_A = I_R - I_C$. При этом в цепи наступает явление резонанса токов, так как цепь, содержащая реактивные элементы, ведет себя как цепь с чисто активным сопротивлением. При резонансе токов токи в ветвях с реактивными элементами могут значительно превышать ток, потребляемый от источника питания.



3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с лабораторной установкой (модуль питания, модуль резисторов, модуль реактивных элементов, модуль амперметров переменного тока, настольный ваттметр).

3.2. Собрать электрическую цепь с параллельным соединением резистора, катушки, установив при этом заданные преподавателем значения сопротивления резистора. Включение отдельных ветвей осуществлять с помощью соответствующих проводников. Схему предъявить для проверки преподавателю.

Таблица

| Схема | U, В | I, А | I_R , А | I_C , А | I_K , А | P, Вт | S, ВА | Q, вар | $\cos\varphi$ | φ |
|-----------------------------|------|------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|--------|---------------|-----------|
| R, Z_K | | | | | | | | | | |
| R, Z_K , C1 | | | | | | | | | | |
| R, Z_K , C2 (резонанс) | | | | | | | | | | |
| R, Z_K , C3 | | | | | | | | | | |

3.5. Включив электропитание (автомат QF модуля питания) исследовать цепь. Для этого измерить напряжение на входе цепи, активную мощность цепи, токи в ветвях и ток, потребляемый от источника питания. Результаты измерений занести в таблицу. Исследовать влияние емкости, включенной параллельно индуктивной катушке, на величину потребляемого от источника питания тока. Для этого подключить параллельно катушке конденсатор C. Установить такое значение емкости, при котором от источника потребляется минимальный ток (резонанс токов). Измерить при этом токи в ветвях и ток, потребляемый из сети.

Результаты занести в таблицу. Изменить значение емкости конденсатора и измерить токи, напряжение и активную мощность. Результаты занести в таблицу. По опытным данным построить в масштабе векторную диаграмму для 1-го опыта.

3.6. Сделать выводы

- о применении 1 -го закона Кирхгофа в цепях переменного тока.
- о влиянии параллельно включенных потребителей друг на друга,

- о влиянии емкости конденсатора на величину тока, потребляемого из сети.

4. Содержание отчета

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схему эксперимента и таблицу полученных результатов;
- в) векторная диаграмма;
- г) выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

1. Как при параллельном включении потребителей определить величину тока, потребляемого из сети?
2. С какой целью повышают коэффициент мощности цепи?
3. Как можно определить коэффициент мощности цепи?
4. Как изменится величина тока, потребляемого из сети, и активная мощность цепи, если параллельно активно-индуктивному потребителю включить конденсатор?
5. Почему уменьшается ток, потребляемый из сети, при подключении параллельно индуктивной катушке конденсатора?
6. Как применяется 1-й закон Кирхгофа в цепях переменного тока?
7. Что такое «резонанс токов»?

Лабораторная работа

Тема: РЕЗОНАНС НАПРЯЖЕНИЙ.

1. Цель работы

Приобретение навыков сборки простых электрических цепей, исследование явления резонанса напряжений, построение резонансных кривых.

2. Пояснения к работе

Электрическая цепь синусоидального переменного тока с последовательным соединением резистора с активным сопротивлением R , реальной катушки индуктивности с полным сопротивлением $Z_{\sim} = (R_k + jX_k)$ и конденсатора с емкостным сопротивлением X_c (рис. 1.4.1) описывается уравнением, записанным

по второму закону Кирхгофа для мгновенных значений напряжений на этих элементах:

$$U_r - U_k + U_c = U(t)$$

или в геометрической форме для векторов действующих значений этих напряжений

$$U_r + U_k + U_c = U$$

Последнее соотношение говорит о том, что вектор действующего значения напряжения, приложенного к такой цепи, равен геометрической сумме векторов напряжений на отдельных её участках.

Из анализа векторной диаграммы для такой цепи следует, что величина входного напряжения

$$U^2 = (U_r - U_{rk})^2 - (U_{lk} - U_c)^2 = (IR + I r_k)^2 + (IX_l - IX_c)^2 = I(R + R_k)^2 - (X_l - X_c)^2$$

где U_{rk} , U_{lk} - соответственно активная и реактивная составляющие напряжения на катушке, R - активное и реактивное индуктивное сопротивление катушки индуктивности.

Следовательно, действующее значение тока в этой цепи на основании закона Ома можно определить как

$$I^2 = U|Z| = U \sqrt{(R + R_k)^2 + (X_l - X_c)^2}$$
$$Z^2 = (R + R_k)^2 + (X_l - X_c)^2 = (R + R_k)^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2$$

цепи с последовательным соединением резистора, реальной катушки индуктивности и конденсатора, которое легко определяется из многоугольника сопротивлений (рис. 1.4.3).

Угол сдвига фаз между входным синусоидальным напряжением U и потребляемым такой цепью током определяется из треугольника сопротивлений

$$\operatorname{tg} \phi = (\omega L - 1/\omega C) / (R + R_k).$$

Если $\omega L > 1/\omega C$ и угол $\phi > 0$, вся цепь ведет себя как цепь с активным сопротивлением и идеальной индуктивностью. Говорят, что в этом случае цепь носит активно-индуктивный характер.

Если $\omega L < 1/\omega C$ и угол $\phi < 0$, вся цепь ведет себя как цепь с активным сопротивлением и емкостью. Говорят, что в этом случае цепь носит активно-емкостной характер.

Если в цепи реактивные сопротивления равны ($\omega L = 1/\omega C$), то угол $\phi = 0$. При этом реактивная

составляющая напряжения на индуктивности и напряжение на конденсаторе полностью себя компенсируют. Цепь ведет себя, как будто реактивные сопротивления в ней отсутствуют и ток достигает наибольшего значения, поскольку ток ограничивается только эквивалентным активным сопротивлением цепи

$$R_{\Sigma} = R + R_k$$

Это означает, что в цепи имеет место резонанс, называемый в данном случае резонансом напряжений. Резонанс напряжений можно получить либо изменением частоты источника питания, либо подбором значения величины $C = 1/\omega^2 L$, где $\omega = 1/\sqrt{LC}$ - резонансная частота цепи.

2

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с лабораторной установкой (модуль питания, модуль резисторов, модуль реактивных элементов, модуль мультиметров, модуль амперметров переменного тока). 3.2. Собрать электрическую цепь (рис. 1.4.4), установив заданные преподавателем

значений сопротивления резистора. Подключить собранную цепь к источнику питания -12 В (модуль питания).

3.3. Включить питание стенда и произвести измерение силы тока при различных значениях сопротивления резистора. Перед измерением напряжения \sim Вк перевести мультиметр в режим измерения -1 2 В переменного напряжения. Результаты измерений занести в табл. 1.4.1.

3.4. По результатам измерений C построить резонансные кривые $I=f(C)$

Рис. 1.4.4.

Таблица 1.4.1

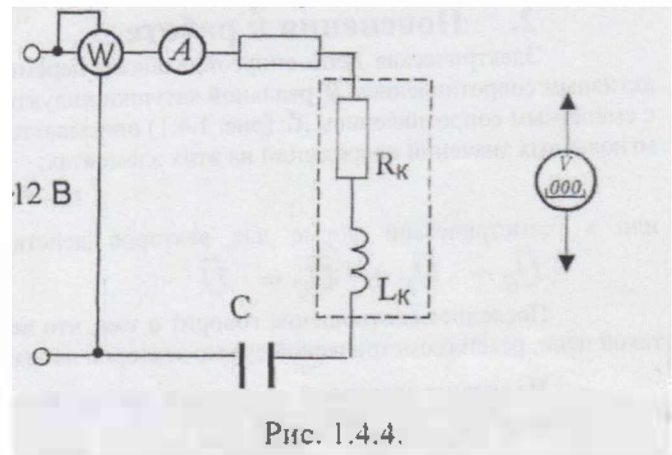


Рис. 1.4.4.

| R, Ом | C, мкФ | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 150 | 180 | 200 | 250 | 300 |
|-------|--------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | I ₁ , А | | | | | | | | | | |
| | I ₂ , А | | | | | | | | | | |
| | I ₃ , А | | | | | | | | | | |

4. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схему исследуемой цепи;
- в) таблицы с результатами опытов и вычислений;
- г) резонансные кривые;
- д) выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

1. Что представляет собой явление резонанса напряжений?
2. Каким образом можно получить резонанс напряжений в неразветвленной цепи переменного тока?
3. Проанализировать на основе построенных резонансных кривых зависимость величины силы тока при резонансе от величины активного сопротивления в цепи.

Лабораторная работа

Тема: РАЗВЕТВЛЕННАЯ ЦЕПЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1. Цель работы

Ознакомиться с особенностями параллельного соединения активных и реактивных элементов в цепи переменного тока, явлением резонанса токов, повышением коэффициента мощности, применением 1-го закона Кирхгофа в цепях переменного тока.

2. Пояснения к работе

При параллельном соединении элементов получают разветвленную цепь (рис. 1.5.1). При параллельном

соединении элементов токи в отдельных ветвях, зависят только от напряжения источника питания и полного сопротивления каждой ветви. При этом ток в ветви с резистором I_R совпадает по фазе с напряжением источника, ток в ветви с катушкой I_K отстает по фазе от напряжения источника питания на угол φ , зависящий от активного и реактивного сопротивления реальной катушки индуктивности. Ток в ветви с конденсатором I_C опережает напряжение источника питания на 90° (рис. 1.5.2). В соответствии с первым законом Кирхгофа общий ток I , потребляемый такой цепью от источника питания, определяется геометрической суммой токов отдельных

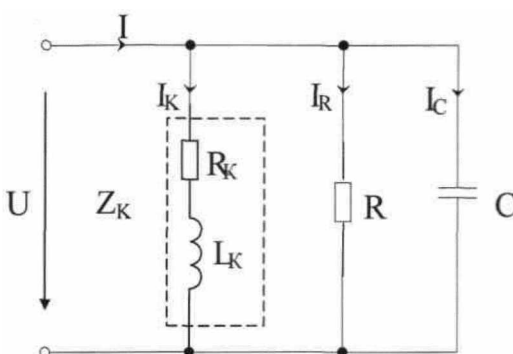


Рис. 1.5.1

ветвей:

$$I = I_R + I_K + I_C$$

Геометрическое построение для определения величины и фазы общего тока представлено на рис. 1.5.2, где обозначено

I_{KA}, I_A - активные составляющие тока в ветви с катушкой и общего тока;

I_{KP}, I_P - реактивные составляющие тока в ветви с катушкой и общего тока.

Под активной составляющей тока понимают условную составляющую этого тока, совпадающую по фазе с приложенным к этому участку напряжением. Под реактивной составляющей тока - составляющую, расположенную под 90° к приложенному напряжению. Следует помнить, что *активная и реактивная составляющие тока — это условные величины, не имеющие физического смысла в последовательной схеме замещения.*

Из векторной диаграммы следует, что величина общего тока

$$I = \sqrt{I_A^2 + I_P^2}$$

Данная векторная диаграмма построена в предположении, что емкостной ток I_C оказался меньше реактивной индуктивной составляющей тока в катушке I_{KP} . Поэтому общий ток отстает по фазе

от напряжения. Такая цепь носит активно-индуктивный характер. Если бы емкостной ток I_C был больше реактивной индуктивной составляющей тока в катушке I_{KP} , то ток, потребляемый цепью из сети опережал по фазе приложенное напряжение и цепь носила бы активно-емкостной характер.

При равенстве реактивной индуктивной составляющей тока в катушке I_{KP} и емкостного тока I_C вектор общего тока совпадает по фазе с вектором приложенного напряжения, а его величина определяется только активными составляющими токов $I_A = I_R - I_{KA}$. При этом в цепи наступает явление резонанса токов, так как цепь, содержащая реактивные элементы, ведет себя как цепь с чисто активным сопротивлением. При резонансе токов токи в ветвях с реактивными элементами могут значительно превышать ток, потребляемый от источника питания.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с лабораторной

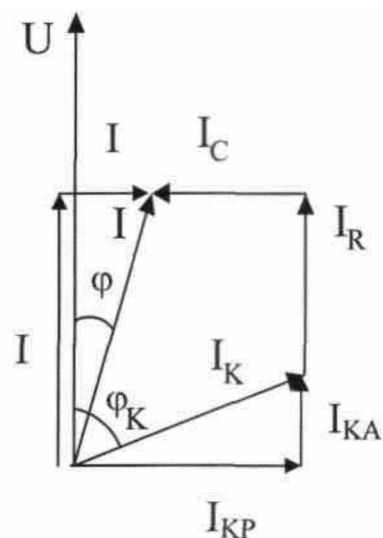
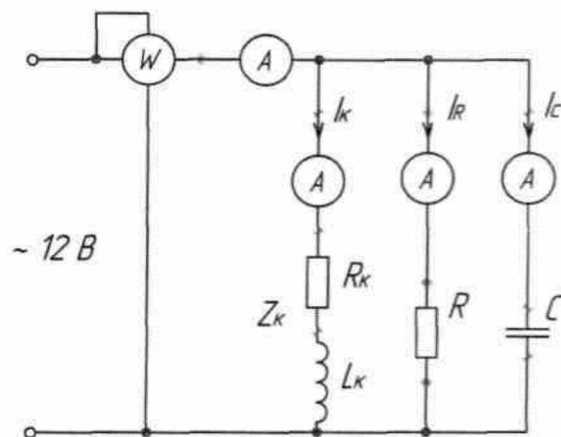


Рис. 1.5.2



установкой (модуль питания, модуль резисторов, модуль реактивных элементов, модуль амперметров переменного тока, настольный ваттметр).

3.2. Собрать электрическую цепь с параллельным соединением резистора, катушки, установив при этом заданные преподавателем значения сопротивления резистора. Включение отдельных ветвей осуществлять с помощью соответствующих проводников. Схему предъявить для проверки преподавателю.

Таблица

| Схема | U, В | I, А | I_R , А | I_C , А | I_K , А | P, Вт | S, ВА | Q, вар | cos φ | φ |
|--------------------------|------|------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|--------|-------|---|
| R, Z_K | | | | | | | | | | |
| R, Z_K , C1 | | | | | | | | | | |
| R, Z_K , C2 (резонанс) | | | | | | | | | | |
| R, Z_K , C3 | | | | | | | | | | |

3.7. Включив электропитание (автомат QF модуля питания) исследовать цепь. Для этого измерить напряжение на входе цепи, активную мощность цепи, токи в ветвях и ток, потребляемый от источника питания. Результаты измерений занести в таблицу. Исследовать влияние емкости, включенной параллельно индуктивной катушке, на величину потребляемого от источника питания тока. Для этого подключить параллельно катушке конденсатор С. Установить такое значение емкости, при котором от источника потребляется минимальный ток (резонанс токов). Измерить при этом токи в ветвях и ток, потребляемый из сети. Результаты занести в таблицу. Изменить значение емкости конденсатора и измерить токи, напряжение и активную мощность. Результаты занести в таблицу. По опытным данным построить в масштабе векторную диаграмму для 1-го опыта.

3.8. Сделать выводы

- о применении 1 -го закона Кирхгофа в цепях переменного тока.
- о влиянии параллельно включенных потребителей друг на друга,
- о влиянии емкости конденсатора на величину тока, потребляемого из сети.

4. Содержание отчета

а) наименование работы и цель работы;

- б) схему эксперимента и таблицу полученных результатов;
- в) векторная диаграмма;
- г) выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

1. Как при параллельном включении потребителей определить величину тока, потребляемого из сети?
2. С какой целью повышают коэффициент мощности цепи?
3. Как можно определить коэффициент мощности цепи?
4. Как изменятся величина тока, потребляемого из сети, и активная мощность цепи, если параллельно активно-индуктивному потребителю включить конденсатор?
5. Почему уменьшается ток, потребляемый из сети, при подключении параллельно индуктивной катушке конденсатора?

6. Как применяется 1-й закон Кирхгофа в цепях переменного тока?
7. Что такое «резонанс токов»?

Лабораторная работа

Тема: ТРЕХФАЗНАЯ ЦЕПЬ ПРИ СОЕДИНЕНИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПО СХЕМЕ «ЗВЕЗДА»

1. Цель работы

Ознакомиться с трехфазными системами, измерением фазных и линейных токов и напряжений. Проверить основные соотношения между токами и напряжениями симметричного и несимметричного трехфазного потребителя. Выяснить роль нейтрального провода в четырехпроводной трехфазной системе. Научиться строить векторные диаграммы напряжений и токов.

2. Пояснения к работе

Трехфазная система переменного тока имеет ряд преимуществ по сравнению с постоянным током и однофазным переменным током и поэтому получила широкое применение. Чаще всего электрическая энергия вырабатывается, передается и распределяется между потребителями трехфазными системами.

подавляющее большинство электродвигателей является двигателями трехфазного переменного тока.

Чтобы в трехфазной системе можно было одновременно пользоваться двумя различными напряжениями (например, 380В - для питания электродвигателей и 220В - для питания электрических ламп и других однофазных потребителей) применяют четырехпроводную систему электроснабжения. Четырехпроводная линия трехфазной системы имеет четыре провода: три линейных, по которым протекают линейные токи I_A, I_B, I_C и один нулевой (нейтральный) провод, предназначенный для поддержания одинаковых значений фазных напряжений на всех трех фазах потребителя. По нулевому проводу может протекать уравнительный ток I_0 , называемый нулевым или нейтральным током. Такая система соединения обмоток трехфазного генератора и приемников (потребителей) называется «звездой» и показана на рис. 1.6.1.

При соединении в звезду ток I_A , протекаемый по фазе источника питания, равен току, протекаемому по линейному проводу фазы А. Этот же ток протекает и по фазе А потребителя. Следовательно, при соединении в звезду фазный ток I_{ϕ} равен линейному току I_L :

$$I_{\phi} = I_L$$

Напряжение между линейными проводами, называемое линейным напряжением (например, U_{AB}), оказывается в $\sqrt{3}$ раз больше, чем фазное напряжение источника питания U_A, U_B или U_C :

$$U_L = U_{\phi} \sqrt{3}$$

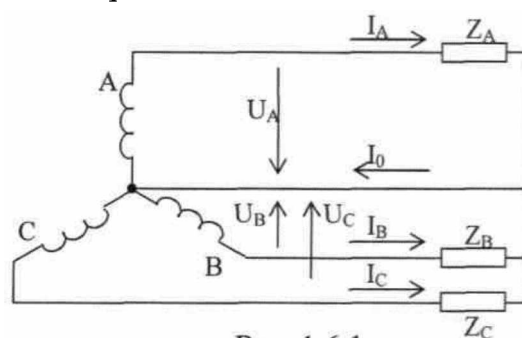


Рис. 1.6.1.

Если трехфазная система симметричная (все сопротивления и мощности фазных потребителей одинаковы), то по всем трем фазам протекают одинаковые по величине токи, сдвинутые по фазе относительно друг друга на 120° . Ток в нейтральном проводе при этом равен нулю. Напряжения на всех фазах потребителя также отличаются друг от друга только по начальной фазе

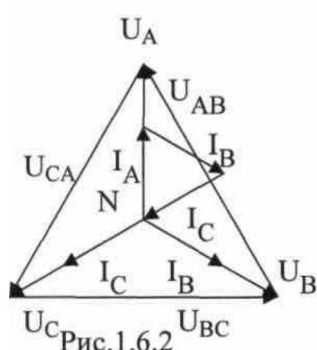


Рис. 1.6.2

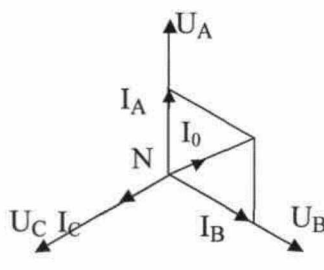


Рис. 1.6.3

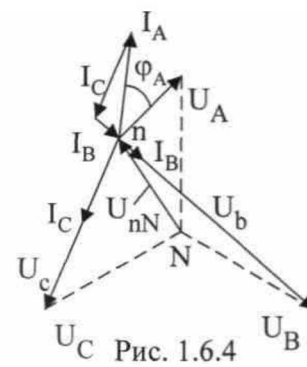


Рис. 1.6.4

на 120° (рис. 1.6.2).

При включении в разных фазах различных по мощности потребителей (несимметричная нагрузка), токи каждой фазы (в каждом линейном проводе) отличаются друг от друга не только начальной фазой, но и величиной. По нейтральному проводу при этом протекает ток, вектор которого на основании первого закона Кирхгофа равен геометрической сумме векторов фазных токов (рис. 1.6.3)

$$I_A + I_B + I_C = I_0$$

Обрыв нейтрального провода (трехпроводная система) при несимметричной нагрузке приводит к изменению напряжений на всех фазах потребителей и появлению напряжения смещения нейтрали U_{Nn} (рис. 1.6.4). Положение точки «n» на векторной диаграмме при измеренных значениях напряжений на фазах потребителей U_{An} , U_{Bn} и U_{Cn} может быть определено методом засечек (рис. 1.6.5) или рассчитано аналитически.

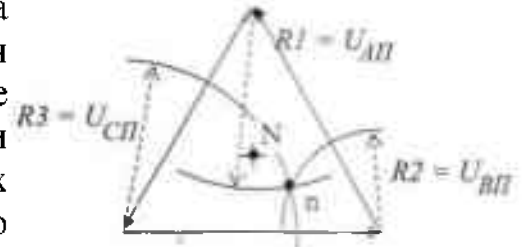


Рис. 1.6.5

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с лабораторной установкой (модуль питания, модуль трехфазного напряжения, модуль трехфазного трансформатора, модуль резисторов, модуль амперметров переменного тока, модуль мультиметров).

3.2. Установить на модуле трехфазного напряжения частоту питающего напряжения 50 Гц (переключатель SA2). Включить модуль питания стенда (выключатель QF1), модуль трехфазного напряжения (выключатель SA1 и тумблер SA3) и модуль трехфазного трансформатора (выключатель QF1). Измерить стрелочным вольтметром линейные и фазные напряжения трехфазного источника питания (трехфазного трансформатора) на холостом ходу. Результаты измерений занести в табл. 1.6.1. Выключить модуль трехфазного

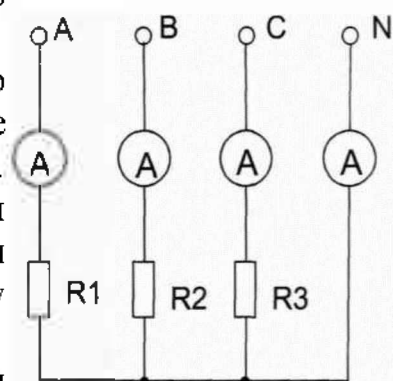
напряжения (кнопка SB1, выключатели SA1 и SA2).

Таблица 1.6.1

| Линейные напряжения | | | Фазные напряжения | | | Вычислено | | |
|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| U _{AB} | U _{BC} | U _{CA} | U _A | U _B | U _C | U _л | U _ф | U _л /U _ф |
| | | | | | | | | |

3.3. Собрать электрическую цепь (рис. 1.6.6). В качестве нагрузки использовать резисторы модуля резисторов. В качестве источника трехфазного напряжения использовать модуль трехфазного трансформатора.

3.4. Включить в фазах потребителя по указанию преподавателя одинаковые сопротивления резисторов (симметричную нагрузку). Измерить токи, фазные и линейные напряжения при включенном нейтральном проводе. Результаты занести в табл. 1.6.2. Проверить соотношение между линейными и фазными напряжениями потребителей.



3.5. Повторить те же измерения при отключенном нейтральном проводе. Результаты занести в табл. 1.6.2.

3.6. По указанию преподавателя изменить нагрузку в фазах потребителя так, чтобы в каждой фазе были включены различные сопротивления. Измерить токи, линейные и фазные напряжения в каждой фазе потребителя при наличии нейтрального провода. Результаты записать в табл. 1.6.2.

Рис. 1.6.6.

3.7. Отключить нейтральный провод и вновь измерить токи и напряжения. Результаты записать в табл. 1.6.2.

3.8. По результатам измерений вычислить активную мощность трехфазной цепи для каждого опыта.

3.9. Для третьего опыта построить в масштабе векторную диаграмму и сравнить с результатом эксперимента, сделать вывод.

3.10. Сравнить влияние нейтрального провода на работу трехфазной системы при симметричной и несимметричной нагрузке.

Таблица 1.6.2

| Режим нагрузки | Ток нагрузки, А | | | | Напряжение на потребителях, В | | | | | |
|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|--|
| | I _A | I _B | I _C | I ₀ | Фазные | | | Линейные | | |
| | | | | | U _B | U _C | U _{AB} | U _B | U _{CA} | |
| Нейтральный провод включен, нагрузка симметричная | | | | | | | | | | |
| Нейтральный провод выключен, нагрузка симметричная | | | | | | | | | | |
| Нейтральный провод включен, нагрузка несимметричная | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Нейтральный провод выключен, нагрузка несимметричная | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

4. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схему эксперимента с включенными измерительными приборами;
- г) таблицы с результатами эксперимента;
- д) векторную диаграмму для третьего опыта;
- е) вывод о роли нейтрального провода в трехфазной цепи при соединении потребителя по схеме звезда.

5. Контрольные вопросы

1. Какое соединение называется звездой?
2. Каково соотношение между фазным и линейным напряжениями трехфазного источника питания при соединении его обмоток по схеме звезда?
3. Каково соотношение между фазными и линейными токами при соединении в звезду?
4. Как определить величину тока в нейтральном проводе, если известны токи потребителя?
5. Для чего применяют нейтральный провод?
6. К каким зажимам следует подключить вольтметр, чтобы измерить фазное и линейное напряжение?
7. Какая трехфазная нагрузка называется симметричной?
8. Почему при несимметричной нагрузке обрыв нейтрального провода является аварийным режимом?

Лабораторная работа

Тема: ИСПЫТАНИЕ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА В РЕЖИМЕ ХОЛОСТОГО ХОДА, КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И ПОД НАГРУЗКОЙ.

1. Цель работы

Ознакомиться с назначением и основными характеристиками одно фазного трансформатора, работой трансформатора при различном характере нагрузки.

2. Пояснения к работе

Трансформатор - статический электромагнитный аппарат, преобразующий параметры электрической энергии переменного тока и передающий эту энергию из одной цепи в другую. С помощью трансформатора можно преобразовывать основные параметры электрической энергии переменного тока (ток, напряжение). Электрическая мощность при этом остается почти неизменной. В зависимости от соотношения номинальных напряжений у

трансформатора различают обмотку высшего напряжения и обмотку низшего напряжения.

Коэффициент трансформации по напряжению показывает, как соотносится число витков первичной обмотки к числу витков вторичной обмотки, а также ЭДС, индуцируемые в обмотках

$$K = w_1/w_2 = E_1/E_2.$$

Коэффициент трансформации можно определить с достаточной точностью, измерив при холостом ходе трансформатора (вторичная обмотка разомкнута) напряжения на зажимах первичной и вторичной обмоток.

В режиме холостого хода трансформатор потребляет из сети электрическую энергию, которая идет на потери в стали (из-за перемагничивания магнитопровода и вихревых токов). Опыт холостого хода позволяет определить состояние стали трансформатора.

Подключение потребителей электрической энергии к трансформатору позволяет передавать им энергию, повышая или понижая напряжение. В данной работе исследуется понижающий трансформатор 220 В/12 В, который одновременно в таком же соотношении увеличивает силу тока

$$K = w_1/w_2 = U_1/U_2 = I_1/I_2$$

Так как первичная и вторичная обмотки трансформатора электрически не соединены, электрическая мощность из первичной обмотки во вторичную обмотку передается при помощи магнитного потока, замыкающегося по магнитопроводу (сердечнику) трансформатора.

Мощность, потребляемая трансформатором, больше мощности, отдаваемой трансформатором потребителю, на величину потерь в самом трансформаторе. Потери мощности в обмотках и сердечнике трансформатора невелики. Полная номинальная мощность трансформатора обычно определяется как $S_n = U_n I_n$, где U_n — номинальное напряжение на вторичной обмотке трансформатора;

I_n — номинальный ток вторичной обмотки трансформатора.

С увеличением нагрузки от холостого хода до номинальной напряжение на зажимах вторичной обмотки понижается из-за увеличения падения напряжения на внутреннем сопротивлении трансформатора. При этом увеличивается и ток, потребляемый трансформатором из сети, а общий магнитный поток в сердечнике трансформатора остается практически постоянным. Зависимость величины вторичного напряжения U_2 от тока нагрузки I_2 при неизменном первичном напряжении U_1 и частоте называется *внешней характеристикой*. Наклон внешней характеристики зависит от коэффициента мощности потребителя (характера потребителя).

Работа трансформатора описывается также *рабочими характеристиками*, к которым относятся зависимости $n = f(P_2); \cos \phi_2 = f(p_2)$, при $U_1 n = const$, $\cos \phi_2 =$

$const$, где $P_2 = U_2 I_2 \cos \phi_2$ — активная мощность трансформатора, отдаваемая

мощности $\cos\varphi'$. По результатам исследования построить внешнюю и рабочие характеристики трансформатора. Сделать выводы о наиболее целесообразном диапазоне нагрузок трансформатора.

Тб 212

3.5. Снять внешнюю характеристику трансформатора при емкостном характере нагрузки. Величину емкости конденсатора изменять с помощью переключателя модуля реактивных элементов. Результаты измерений занести в

Таблица 2.1.3

| | | | | | | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| $U_2, В$ | | | | | | | | | | |
| $I_2, А$ | | | | | | | | | | |

табл.2.1.3. По результатам исследования построить внешнюю характеристику трансформатора при емкостной нагрузке, сравнить ее с характеристикой, полученной при активной нагрузке.

Тб 213

4. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схему эксперимента с включенными измерительными приборами;
- в) таблицы с результатами эксперимента;
- г) внешние характеристики трансформатора при активной и емкостной нагрузке;
- д) рабочие характеристики трансформатора при активной нагрузке;
- е) вывод по работе.

5. Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен трансформатор?
2. Каков принцип действия трансформатора?
3. Как опытным путем определить коэффициент трансформации?
4. Почему при увеличении тока нагрузки увеличивается ток, потребляемый трансформатором из сети?
5. Почему при изменении нагрузки изменяется КПД трансформатора?

Лабораторная работа

Тема: ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХФАЗНОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ.

1. Цель работы

Знакомство с устройством, схемами включения, принципом действия и

основными характеристиками асинхронного двигателя. Приобретение навыков по управлению работой асинхронного трехфазного двигателя.

2. Пояснения к работе

Трехфазный асинхронный двигатель - основной потребитель электрической энергии в промышленности - может нормально работать, то есть развивать номинальную мощность на своем валу при номинальной частоте вращения, только при правильном включении его обмоток. Правильным включением трехфазного двигателя при соединении его обмоток по схеме «звезда» называют такое, при котором все начала обмоток, обозначаемые $C1$, $C2$ и $C3$, подключают к трехфазной сети, а все концы, обозначаемые $C4$, $C5$ и $C6$, соединяются в общую нулевую точку. Если хотя бы одна обмотка соединена неверно, например, конец соединен с сетью, а начало с нулевой точкой, двигатель нормально работать не может.

При соединении по схеме «треугольник» правильным называют такое, при котором все начала фазных обмоток $C1$, $C2$ и $C3$ соединены с сетью, концы - с началами других фазных обмоток, причем конец первой обмотки $C4$ соединяется с началом второй обмотки $C2$, конец второй обмотки $C5$ - с началом третьей обмотки $C3$, конец третьей обмотки $C6$ - с началом первой обмотки $C1$.

Чтобы правильно соединить обмотки электродвигателя, необходимо сначала определить выводы, принадлежащие одной и той же обмотке, а затем «начала» и «концы» всех статорных обмоток. Для определения выводов, принадлежащих одной и той же обмотке, можно пользоваться контрольной лампой, вольтметром или омметром. В последнем случае необходимо перевести мультиметр в режим измерения сопротивления (или прозвонки). Разыскав выводы всех обмоток, условно присвоить одному выводу каждой обмотки обозначение начала, например, $C1$, другому выводу - обозначение конца, например, $C4$.

Затем первую и вторую обмотки (фазы) соединить последовательно, то есть конец $C4$ первой обмотки соединить с началом $C2$ второй обмотки и подключить к источнику переменного напряжения небольшой величины. Ток в обмотках при этом не должен превышать номинального значения. К выводам третьей обмотки подключить вольтметр или мультиметр в режиме измерения переменного напряжения. Если вольтметр покажет некоторое значение напряжения (20...40% от подводимого напряжения), то сделанные произвольно обозначения выводов первой и второй обмоток правильные (обмотки включены согласно). Если вольтметр покажет отсутствие напряжения, значит выводы второй обмотки соединены неправильно, а обозначения её концов в этом случае надо поменять местами. Затем опыт необходимо повторить, соединив последовательно первую и третью обмотки, подключив вольтметр к выводам второй обмотки.

Определение «начал» и «концов» обмоток трехфазного двигателя по такому методу основано на том, что при протекании переменного тока по двум

последовательно и правильно (согласно) включенным обмоткам создается

результатирующий пульсирующий магнитный поток, ось которого совпадает с осью третьей обмотки и наводит в ней некоторую эдс, значение которой и показывает вольтметр. В противном случае ось результирующего магнитного потока направлена под углом 90° к оси третьей обмотки и не наводит в ней эдс. Вращающий момент асинхронного двигателя пропорционален квадрату напряжения, подведенного к фазе статора двигателя. Поэтому, даже незначительное изменение напряжения в сети вызывает значительное изменение вращающего момента асинхронного двигателя. При изменении напряжения в $\sqrt{3}$ раз вращающий момент изменится в 3 раза. Ошибочное включение обмоток статора по схеме «звезда» вместо нормального включения по схеме «треугольник» вызывает уменьшение вращающего момента в 3 раза и двигатель не берет с места при пуске в ход с нагрузкой на валу. Значительное уменьшение напряжения в сети во время работы двигателя может привести к остановке двигателя с вытекающими отсюда последствиями.

Измерения, полученные при непосредственной нагрузке двигателя, позволяют получить рабочие характеристики двигателя, определяющие его поведение при различной нагрузке. При холостом ходе потребляемая из сети мощность P_0 идет на потери в стали, на механические потери трения в подшипниках, вентиляционные потери трения о воздух и на нагревание обмоток статора при протекании по ним тока холостого хода. Все это - потери холостого хода, которые считают постоянными потерями, не изменяющимися как при холостом ходе, так и при нагрузке.

Важнейшей характеристикой электрического двигателя является механическая характеристика, под которой понимают зависимость частоты вращения n от вращающего момента M : $n = f(M)$. При выборе двигателя к производственному механизму из множества двигателей с различными механическими характеристиками выбирают тот, механическая характеристика которого удовлетворяет требованиям механизма. Механическая характеристика, относящаяся к нормальным рабочим условиям двигателя (номинальное напряжение питания, номинальная частота сети и др.), называется естественной механической характеристикой. При изменении рабочих условий (напряжения питания, частоты сети и др.) механическая характеристика называется искусственной.

Рабочими характеристиками асинхронного двигателя называют зависимости частоты вращения n , вращающего момента на валу двигателя M , потребляемого линейного тока I , скольжения s , коэффициента полезного действия η , коэффициента мощности $\cos \varphi$ двигателя и потребляемой мощности P_1 от полезной мощности на валу двигателя P_2 .

Изменение напряжения на зажимах статора приводит не только к изменению вращающего момента. С напряжением на зажимах статора связаны скорость вращения ротора n и мощность на валу двигателя $P_2 = 0,105 M n$ при постоянном вращающем моменте M .

Чем ниже напряжение, тем меньше скорость n и мощность P_2 . Величина

напряжения, подводимого к статору, оказывает влияние и на коэффициент

полезного действия двигателя. Таким образом, с изменением напряжения на фазах двигателя изменяются и его рабочие характеристики.

Одним из основных недостатков асинхронного двигателя долгое время являлась сложность регулирования частоты вращения. Частота вращения асинхронного двигателя определяется формулой $n = 60 f_1 (1-s)/p$, из которой следует, что величину n можно регулировать путем изменения частоты сети f_1 , числа пар полюсов p (ступенчатое регулирование), изменением скольжения s за счет изменения сопротивления цепи статора или ротора. В настоящее время основным способом регулирования частоты вращения асинхронных двигателей стало частотное регулирование, для чего используются преобразователи частоты, которые позволяют регулировать не только частоту вращения двигателя. В данной лабораторной работе электропитание двигателя осуществляется от преобразователя частоты.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с лабораторной установкой (модуль питания, модуль трехфазного напряжения, модуль генератора постоянного тока, модуль амперметров переменного тока, модуль измерительный, ваттметр). Ознакомиться с паспортными данными асинхронного двигателя и записать их в табл. 2.2.1.

Таблица 2.2.1

| Тип двигателя | Заводской номер | Номинальное напряжение | | Номинальный ток, А | | Номинальная мощность, кВт | Номинальная частота вращения, об/мин | Коэффициент полезного действия, % | Номинальный коэффициент мощности |
|---------------|-----------------|------------------------|---|--------------------|---|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | | Δ | Y | Δ | Y | | | | |
| | | | | | | | | | |

3.2. Пробный пуск двигателя. Собрать электрическую схему для пробного пуска двигателя на холостом ходу (рис. 2.2.1). При сборке схемы использовать стрелочный амперметр с пределом измерения 1 А модуля амперметров переменного тока и стрелочный вольтметр с пределом измерения 250 В. Обратить внимание при этом на схему соединения обмоток двигателя (треугольник).

Установить на модуле трехфазного напряжения частоту питающего напряжения 50 Гц (потенциометр RPI в крайнее правое положение).

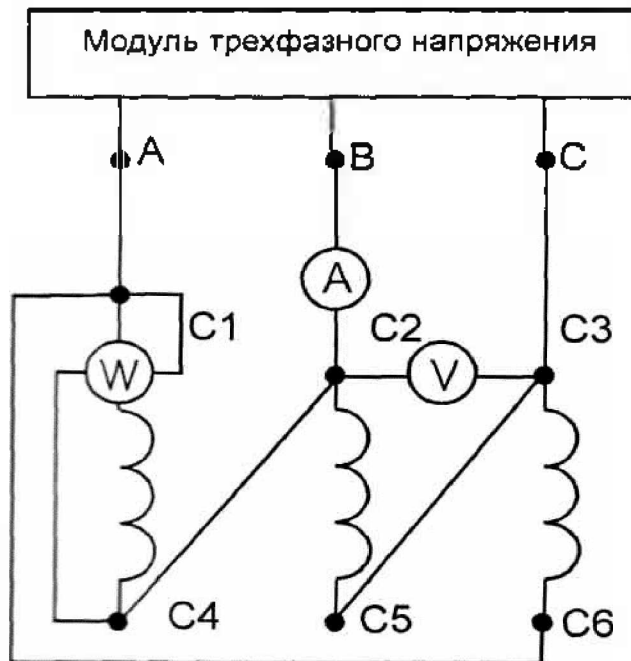


Рис. 2.2.1

После проверки схемы преподавателем произвести пробный пуск двигателя. Включить модуль питания (выключатель QF), модуль трехфазного напряжения (выключатель SA1 и тумблер SA2).

При пуске двигателя обратить внимание на направление вращения двигателя. Остановить двигатель с помощью кнопки SB1 и перевести тумблер SA2 в нижнее положение.

После отключения питания поменять порядок чередования фаз трехфазного напряжения на статорных обмотках двигателя и снова включить двигатель. Обратить внимание на направление вращения ротора двигателя. Отключить электропитание двигателя.

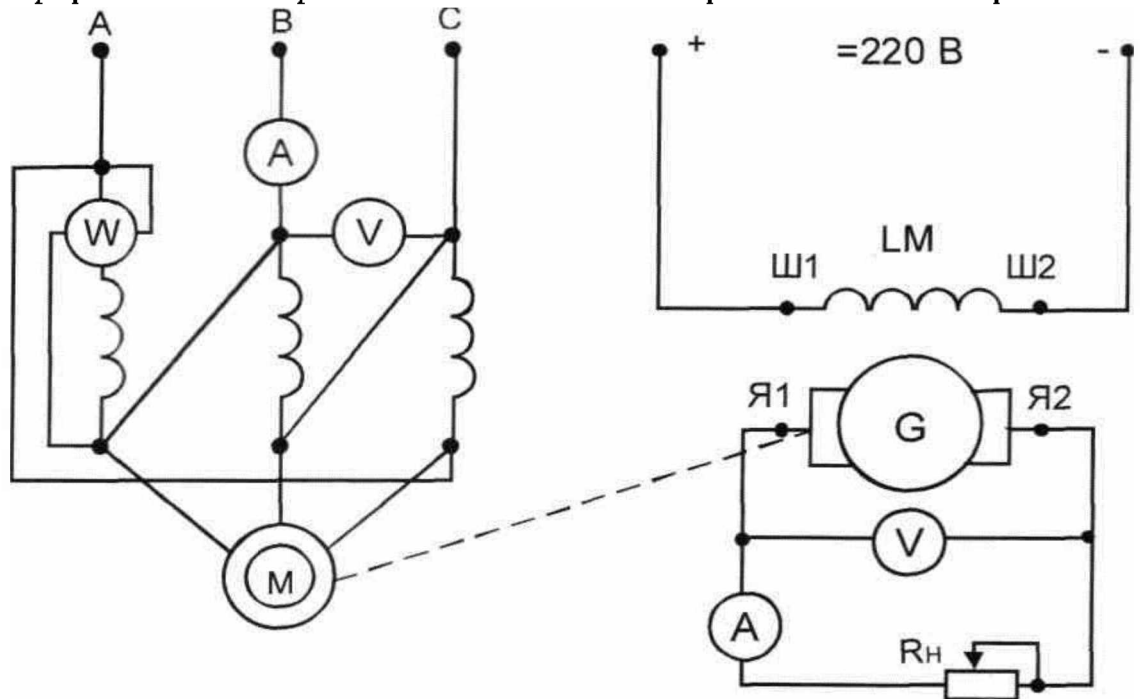
3.3. Снять регулировочную характеристику асинхронного двигателя на холостом ходу $n = f(f)$. Для этого запустить двигатель и изменяя частоту напряжения питания с помощью потенциометра RP1 измерять величину напряжения и скорость вращения ротора двигателя при каждом значении частоты с помощью фототахометра. Результаты занести в табл. 2.2.2. По результатам измерений определить значение частоты напряжения питания. При этом учесть, что в частотном преобразователе обеспечивается $Uf = const$, а наибольшее значение частоты напряжения преобразователя - 50 Гц.

Таблица 2.2.2

| | | | | | |
|-----------|--|--|--|--|--|
| U, В | | | | | |
| n, об/мин | | | | | |
| f, Гц | | | | | |

3.4. Снять механические и рабочие характеристика асинхронного двигателя при соединении обмоток двигателя в треугольник.

Для снятия механических и рабочих характеристик собрать схему по рис. 2.2.2. В качестве нагрузки используется машина постоянного тока (модуль генератора постоянного тока). Величина нагрузки генератора задается переключателем SA3 модуля генератора постоянного тока. В качестве вольтметр для модуля генератора постоянного тока использовать цифровой мультиметр в режиме измерения постоянного напряжения или стрелочный



вольтметр модуля вольтметров. В качестве амперметров использовать амперметр модуля измерительного. Переключатель SA2 модуля генератора установить в позицию «0».

Рис. 2.2.2.

Включить в сеть асинхронный двигатель. Записать показания приборов в режиме холостого хода двигателя в табл. 2.2.3. На модуле генератора постоянного тока подать на обмотку возбуждения питание выключателем SA1 модуля генератора постоянного тока. Изменяя величину нагрузки генератора переключателем SA3, произвести измерения тока генератора $I_{Г}$ при каждой нагрузке генератора. Результаты измерений записать в табл. 2.2.3. Отключить двигатель. Провести вычисления величин, указанных в табл. 2.2.3, в том числе величину тормозного момента $M_{т}$, создаваемого генератором. При вычислении учесть, что $K_M = 9,52 K_E$. Частоту вращения измерять цифровым фототахометром.

Таблица 2.2.3

| Измерено | | Вычислено |
|-----------------------|-----------------------|-----------|
| Асинхронный двигатель | Генератор постоянного | |

| $U_1, В$ | $I_1, А$ | $P_{1\phi}, Вт$ | $n, об/м$ | $U_{г}, В$ | $I_{г}, А$ | $P_1, Вт$ | $K_E = (U + I_{г} R) / n$ | $M_{г} = P_2 = 0,105 M_{г} n$ | η | $\cos \varphi$ | S |
|----------|----------|-----------------|-----------|------------|------------|-----------|---------------------------|-------------------------------|--------|----------------|-----|
| | | | | | | | | | | | |

3.5. Снять искусственную механическую характеристику при пониженном напряжении. Для этого соединить обмотки двигателя по схеме звезда. Опыт проводить аналогично пункту 3.3. Результаты измерений записать в табл. 2.2.4.

Таблица 2.2.4

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| $n, об/мин$ | | | | | | | | | | | |
| $U_{г}, В$ | | | | | | | | | | | |
| $I_{г}, А$ | | | | | | | | | | | |
| $M, Нм$ | | | | | | | | | | | |

4.Содержание отчета.

5.Контрольные вопросы

Отчет по работе должен содержать:

- а)наименование работы и цель работы;
- б)схему эксперимента и таблицы полученных результатов;
- в)рабочие характеристики;
- г) экспериментальные механические характеристики для всех опытов, построенные в одних координатных осях;
- д)выводы по проделанной работе.

1. Каков принцип действия трехфазного асинхронного двигателя?
2. Что такое скольжение?
3. Как соединить звездой выводы обмоток трехфазного двигателя?
4. Как соединить треугольником выводы обмоток трехфазного двигателя?
5. Как изменить направление вращения асинхронного двигателя?
6. Какая зависимость называется механической характеристикой?
7. Какая мощность указывается в паспорте двигателя?
8. Какие существуют способы регулирования частоты трехфазного асинхронного двигателя? Как при этом изменяется частота вращения ротора?
- 9.Почему необходимо обязательно маркировать выводы статорных обмоток двигателя?
- 10.Почему при малой нагрузке двигатель имеет низкий КПД и низкий $\cos\varphi$?

Критерии оценки

-оценка «зачтено»- выставляется студенту, если имеются мелкие погрешности, не влияющие кардинально на знания определенные программой обучения.

-оценка «не зачтено» - грубые ошибки, полностью искажено смысловое значение, понятие, определения.

ТЕСТИРОВАНИЕ

1. «Постоянный электрический ток»

1. Определить сопротивление лампы накаливания, если на ней написано 100 Вт и 220 В

- а) 484 Ом
- б) 486 Ом
- в) 684 Ом
- г) 864 Ом

2. Какой из проводов одинаково диаметра и длины сильнее нагревается – медный или стальной при одной и той же силе тока ?

- а) Медный
- б) Стальной
- в) Оба провода нагреваются одинаково
- г) Ни какой из проводов не нагревается

3. Как изменится напряжение на входных зажимах электрической цепи постоянного тока с активным элементом, если параллельно исходному включить ещё один элемент?

- а) Не изменится
- б) Уменьшится
- в) Увеличится
- г) Для ответа недостаточно данных

4. В электрической сети постоянного тока напряжение на зажимах источника электроэнергии 26 В. Напряжение на зажимах потребителя 25 В. Определить потерю напряжения на зажимах в процентах.

- а) 1 %
- б) 2 %
- в) 3 %
- г) 4 %

5. Электрическое сопротивление человеческого тела 3000 Ом. Какой ток проходит через него, если человек находится под напряжением 380 В?

- а) 19 мА
- б) 13 мА
- в) 20 мА
- г) 50 мА

6. Какой из проводов одинаковой длины из одного и того же материала, но разного диаметра, сильнее нагревается при одном и том же токе?

- а) Оба провода нагреваются одинаково;
- б) Сильнее нагревается провод с большим диаметром;

- в) Сильнее нагревается провод с меньшим диаметром;
- г) Проводники не нагреваются;

7. В каких проводах высокая механическая прочность совмещается с хорошей электропроводностью?

- а) В стальных
- б) В алюминиевых
- в) В стальалюминиевых
- г) В медных

8. Определить полное сопротивление цепи при параллельном соединении потребителей, сопротивление которых по 10 Ом?

- а) 20 Ом
- б) 5 Ом
- в) 10 Ом
- г) 0,2 Ом

9. Два источника имеют одинаковые ЭДС и токи, но разные внутренние сопротивления. Какой из источников имеет больший КПД ?

- а) КПД источников равны.
- б) Источник с меньшим внутренним сопротивлением.
- в) Источник с большим внутренним сопротивлением.
- г) Внутреннее сопротивление не влияет на КПД.

10. В электрической схеме два резистивных элемента соединены последовательно. Чему равно напряжение на входе при силе тока 0,1 А, если $R_1 = 100 \text{ Ом}$; $R_2 = 200 \text{ Ом}$?

- а) 10 В
- б) 300 В
- в) 3 В
- г) 30 В

11. Какое из приведенных свойств не соответствует параллельному соединению ветвей?

- а) Напряжение на всех ветвях схемы одинаковы.
- б) Ток во всех ветвях одинаков.
- в) Общее сопротивление равно сумме сопротивлений всех ветвей схемы
- г) Отношение токов обратно пропорционально отношению сопротивлений на ветвях схемы.

12. Какие приборы способны измерить напряжение в электрической цепи?

- а) Амперметры
- б) Ваттметры
- в) Вольтметры
- г) Омметры

13. Какой способ соединения источников позволяет увеличить напряжение?

- а) Последовательное соединение
- б) Параллельное соединение
- в) Смешанное соединение
- г) Ни какой

14. Электрическое сопротивление человеческого тела 5000 Ом. Какой ток проходит через него, если человек находится под напряжением 100 В?

- а) 50 А
- б) 5 А
- в) 0,02 А
- г) 0,2 А

15. В электрическую цепь параллельно включены два резистора с сопротивлением 10 Ом и 150 Ом. Напряжение на входе 120 В. Определите ток до разветвления.

- а) 40 А
- б) 20 А
- в) 12 А
- г) 6 А

16. Мощность двигателя постоянного тока 1,5 кВт. Полезная мощность, отдаваемая в нагрузку, 1,125 кВт. Определите КПД двигателя.

- а) 0,8
- б) 0,75
- в) 0,7
- г) 0,85

17. Какое из приведенных средств не соответствует последовательному соединению ветвей при постоянном токе?

- а) Ток во всех элементах цепи одинаков.
- б) Напряжение на зажимах цепи равно сумме напряжений на всех его участках.
- в) напряжение на всех элементах цепи одинаково и равно по величине входному напряжению.
- г) Отношение напряжений на участках цепи равно отношению сопротивлений на этих участках цепи.

18. Какими приборами можно измерить силу тока в электрической цепи?

- а) Амперметром
- б) Вольтметром
- в) Психрометром
- г) Ваттметром

19. Что называется электрическим током?

- а) Движение разряженных частиц.
- б) Количество заряда, переносимое через поперечное сечение проводника за единицу времени.
- в) Равноускоренное движение заряженных частиц.

г) Порядочное движение заряженных частиц.

20. Расшифруйте абривиатуру ЭДС.

- а) Электронно-динамическая система б) Электрическая движущая система
в) Электродвижущая сила г) Электронно действующая сила.

2. «Переменный электрический ток»

1. Заданы ток и напряжение: $i = I_{\max} * \sin(\omega t)$ $u = u_{\max} * \sin(\omega t + 30^\circ)$.
Определите угол сдвига фаз.

- а) 0° б) 30°
в) 60° г) 150°

2. Схема состоит из одного резистивного элемента с сопротивлением $R=220$ Ом. Напряжение на её зажимах $u = 220 * \sin 628t$. Определите показания амперметра и вольтметра.

- а) $I = 1$ А $u=220$ В б) $I = 0,7$ А $u=156$ В
в) $I = 0,7$ А $u=220$ В г) $I = 1$ А $u=156$ В

3. Амплитуда синусоидального напряжения 100 В, начальная фаза $\varphi = -60^\circ$, частота 50 Гц. Запишите уравнение мгновенного значения этого напряжения.

- а) $u=100 * \cos(-60t)$ б) $u=100 * \sin(50t - 60)$
в) $u=100 * \sin(314t-60)$ г) $u=100 * \cos(314t + 60)$

4. Полная потребляемая мощность нагрузки $S = 140$ кВт, а реактивная мощность $Q = 95$ кВАр. Определите коэффициент нагрузки.

- а) $\cos\varphi = 0,6$ б) $\cos\varphi = 0,3$
в) $\cos\varphi = 0,1$ г) $\cos\varphi = 0,9$

5. При каком напряжении выгоднее передавать электрическую энергию в линии электропередач при заданной мощности?

- а) При пониженном б) При повышенном
в) Безразлично г) Значение напряжения утверждено ГОСТом

6. Напряжение на зажимах цепи с резистивным элементом изменяется по закону: $u=100 \sin(314t+30^\circ)$. Определите закон изменения тока в цепи, если $R=20$ Ом.

- а) $I = 5 \sin 314 t$ б) $I = 5 \sin(314t + 30^\circ)$
в) $I = 3,55 \sin(314t + 30^\circ)$ г) $I = 3,55 \sin 314t$

7. Амплитуда значения тока $I_{\max} = 5 \text{ А}$, а начальная фаза $\psi = 30^\circ$. Запишите выражения для мгновенного значения этого тока.

а) $I = 5 \cos 30 t$

б) $I = 5 \sin 30^\circ$

в) $I = 5 \sin (\omega t + 30^\circ)$

г) $I = 5 \sin (\omega t + 30^\circ)$

8. Определите период сигнала, если частота синусоидального тока 400 Гц.

а) 400 с

б) 1,4 с

в) 0.0025 с

г) 40 с

9. В электрической цепи переменного тока, содержащей только активное сопротивление R , электрический ток.

а) Отстает по фазе от напряжения на 90°

б) Опережает по фазе напряжение на 90°

в) Совпадает по фазе с напряжением

г) Независим от напряжения.

10. Обычно векторные диаграммы строят для :

а) Амплитудных значений ЭДС, напряжений и токов

б) Действующих значений ЭДС, напряжений и токов.

в) Действующих и амплитудных значений

г) Мгновенных значений ЭДС, напряжений и токов.

11. Амплитудное значение напряжения $u_{\max} = 120 \text{ В}$, начальная фаза $\psi = 45^\circ$. Запишите уравнение для мгновенного значения этого напряжения.

а) $u = 120 \cos (45t)$

б) $u = 120 \sin (45t)$

в) $u = 120 \cos (\omega t + 45^\circ)$

г) $u = 120 \cos (\omega t + 45^\circ)$

12. Как изменится сдвиг фаз между напряжением и током на катушке индуктивности, если оба её параметра (R и X_L) одновременно увеличатся в два раза?

а) Уменьшится в два раза

б) Увеличится в два раза

в) Не изменится

г) Уменьшится в четыре

раза

13. Мгновенное значение тока $I = 16 \sin 157 t$. Определите амплитудное и действующее значение тока.

а) 16 А ; 157 А

б) 157 А ; 16 А

в) 11,3 А ; 16 А

г) 16 А ; 11,3

14. Каково соотношение между амплитудным и действующим значение синусоидального тока.

а) $I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$

б) $I = I_{\max} * \sqrt{2}$

в) $I = I_{\max}$

г) $I = \frac{\sqrt{2}}{I_{\max}}$

15. В цепи синусоидального тока с резистивным элементом энергия источника преобразуется в энергию:

а) магнитного поля

б) электрического поля

в) тепловую

г) магнитного и

электрического полей

16. Укажите параметр переменного тока, от которого зависит индуктивное сопротивление катушки.

а) Действующее значение тока

б) Начальная фаза тока

в) Период переменного тока

г) Максимальное значение

тока

17. Какое из приведённых соотношений электрической цепи синусоидального тока содержит ошибку ?

а) $\omega = 2\pi\nu$

б) $u = \frac{u_{\max}}{\sqrt{2}}$

в) $\nu = \frac{1}{t}$

г) $u = \frac{u_{\max}}{2}$

18. Конденсатор емкостью C подключен к источнику синусоидального тока. Как изменится ток в конденсаторе, если частоту синусоидального тока уменьшить в 3 раза.

а) Уменьшится в 3 раза

б) Увеличится в 3 раза

в) Останется неизменной
зависит от

г) Ток в конденсаторе не
частоты

синусоидального тока.

19. Как изменится период синусоидального сигнала при уменьшении частоты в 3 раза?

а) Период не изменится
раза

б) Период увеличится в 3

в) Период уменьшится в 3 раза

г) Период изменится в $\sqrt{3}$ раз

20. Катушка с индуктивностью L подключена к источнику синусоидального напряжения. Как изменится ток в катушке, если частота источника увеличится в 3 раза?

- а) Уменьшится в 2 раза
б) Увеличится в 32раза
в) Не изменится
г) Изменится в $\sqrt{2}$ раз

3. «Трёхфазный ток»

1.Чему равен ток в нулевом проводе в симметричной трёхфазной цепи при соединении нагрузки в звезду?

- а) Номинальному току одной фазы
б) Нулю
в) Сумме номинальных токов двух фаз
г) Сумме номинальных токов трёх фаз

2.Симметричная нагрузка соединена треугольником. При измерении фазного тока амперметр показал 10 А. Чему будет равен ток в линейном проводе?

- а) 10 А
б) 17,3 А
в) 14,14 А
г) 20 А

3.Почему обрыв нейтрального провода четырехпроводной системы является аварийным режимом?

- а) На всех фазах приёмника энергии напряжение падает.
б) На всех фазах приёмника энергии напряжение возрастает.
в) Возникает короткое замыкание
г) На одних фазах приёмника энергии напряжение увеличивается, на других уменьшается.

4.Выберите соотношение, которое соответствует фазным и линейным токам в трехфазной электрической цепи при соединении звездой.

- а) $I_{л} = I_{ф}$
б) $I_{л} = \sqrt{3}I_{ф}$
в) $I_{ф} = \sqrt{3} I_{л}$
г) $I_{ф} = \sqrt{2}I_{л}$

5.Лампы накаливания с номинальным напряжением 220 В включают в трехфазную сеть с напряжением 220 В. Определить схему соединения ламп.

- а) Трехпроводной звездой.
б) Четырехпроводной звездой
в) Треугольником

г) Шестипроводной звездой.

6. Каково соотношение между фазными и линейными напряжениями при соединении потребителей электроэнергии треугольником.

а) $I_L = I_\phi$

б) $I_L = \sqrt{3} * I_\phi$

в) $I_\phi = \sqrt{3} * I_L$

г) $I_L = \sqrt{2} * I_\phi$

7. В трехфазной цепи линейное напряжение 220 В, линейный ток 2А, активная мощность 380 Вт. Найти коэффициент мощности.

а) $\cos\varphi = 0.8$

б) $\cos\varphi = 0.6$

в) $\cos\varphi = 0.5$

г) $\cos\varphi = 0.4$

8. В трехфазную сеть с линейным напряжением 380 В включают трехфазный двигатель, каждая из обмоток которого рассчитана на 220 В. Как следует соединить обмотки двигателя?

а) Треугольником

б) Звездой

в) Двигатель нельзя включать в эту сеть
можно

г) Можно треугольником,
звездой

9. Линейный ток равен 2,2 А. Рассчитать фазный ток, если симметричная нагрузка соединена звездой.

а) 2,2 А

б) 1,27 А

в) 3,8 А г) 2,5 А

10. В симметричной трехфазной цепи линейный ток 2,2 А. Рассчитать фазный ток, если нагрузка соединена треугольником.

а) 2,2 А

б) 1,27 А

в) 3,8 А г) 2,5 А

11. Угол сдвига между тремя синусоидальными ЭДС, образующими трехфазную симметричную систему составляет:

а) 150°

б) 120°

в) 240° г) 90°

12. Может ли ток в нулевом проводе четырехпроводной цепи, соединенной звездой быть равным нулю?

а) Может

б) Не может

в) Всегда равен нулю г) Никогда не равен нулю.

13. Нагрузка соединена по схеме четырехпроводной цепи. Будут ли меняться фазные напряжения на нагрузке при обрыве нулевого провода:

1) симметричной нагрузки 2) несимметричной нагрузки?

а) 1) да 2) нет

б) 1) да 2) да

в) 1) нет 2) нет

г) 1) нет 2) да

4. «Техника безопасности»

1. По степени безопасности, обусловленной характером производства и состоянием окружающей среды, помещения с повышенной опасностью...

а) Это помещения сухие, отапливаемые с токонепроводящими полами и относительной влажностью не более 60 %

б) это помещения с высокой влажностью, более 75 %, токопроводящими полами и температурой выше + 30

в) это помещение с влажностью, близкой к 100 %, химически активной средой

г) все перечисленные признаки

2. Какие линии электропередач используются для передачи электроэнергии?

а) Воздушные

б) Кабельные

в) Подземные

г) Все перечисленные

3. Какие электрические установки с напряжением относительно земли или корпусов аппаратов и электрических машин считаются установками высокого напряжения?

а) Установки с напряжением 60 В

б) Установки с

напряжением 100 В

в) Установки с напряжением 250 В

г) Установки с

напряжением 1000 В

4. Укажите величины напряжения, при котором необходимо выполнять заземление электрооборудования в помещениях без повышенной опасности.

а) 127 В

б) 220 В

в) 380 В

г) 660 В

5. Для защиты электрических сетей напряжением до 1000 В применяют:

а) автоматические выключатели

б) плавкие предохранители

в) те и другие

г) ни те, ни другие

6.Какую опасность представляет резонанс напряжений для электрических устройств?

- а) Недопустимый перегрев отдельных элементов электрической цепи
- б) Пробой изоляции обмоток электрических машин и аппаратов
- в) Пробой изоляции кабелей и конденсаторов
- г) Все перечисленные аварийные режимы

7.Электрические цепи высокого напряжения:

- а)Сети напряжением до 1 кВ
- б) сети напряжением от 6 до 20 кВ
- в)сети напряжением 35 кВ
- г) сети напряжением 1000 кВ

8. Какое напряжение допустимо в особо опасных условиях?

- а) 660 В
- б) 36 В
- в)12 В
- г) 380 / 220 В

9. В соответствии с требованиями к защите от воздействий окружающей среды электродвигатели выполняются:

- а) защищенными
- б) закрытыми
- в)взрывобезопасными
- г) все перечисленными

10. Какой ток наиболее опасен для человека при прочих равных условиях?

- а)Постоянный
- б) Переменный с частотой 50 Гц
- в)Переменный с частотой 50 мГц
- г) Опасность во всех случаях

11.Какое напряжение допустимо в помещениях с повышенной опасностью ?

- а) 660 В
- б) 36 В
- в)12 В
- г) 180 / 220 В

12.Укажите наибольшее и наименьшее напряжения прикосновения, установленные правилами техники безопасности в зависимости от внешних условий:

а) 127 В и 6 В

б) 65 В и 12 В

в) 36 В и 12 В

г) 65 В и 6 В

13. Защитное заземление применяется для защиты электроустановок (металлических частей) ...

а) не находящихся под напряжением
напряжением

б) Находящихся под

в) для ответа на вопрос не хватает данных

14. От чего зависит степень поражения человека электрическим током?

а) От силы тока

б) от частоты тока

в) от напряжения
перечисленных факторов

г) От всех

15. Какая электрическая величина оказывает непосредственное физическое воздействие на организм человека?

а) Воздушные

б) Кабельные

в) Подземные

г) Все перечисленные

16. Сработает ли защита из плавких предохранителей при пробое на корпус двигателя: 1) в трехпроводной 2) в четырехпроводной сетях трехфазного тока?

а) 1) да 2) нет

б) 1) нет 2) нет

в) 1) да 2) нет

г) 1) нет 2) да

17. Какие части электротехнических устройств заземляются?

а) Соединенные с токоведущими деталями
токоведущих деталей

б) Изолированные от

в) Все перечисленные
никакие

г) Не заземляются

18. Опасен ли для человека источник электрической энергии, напряжением 36 В?

а) Опасен

б) Неопасен

в) Опасен при некоторых условиях переменный ток или

г) Это зависит от того, постоянный.

5. «Трансформаторы»

1. Какие трансформаторы используются для питания электроэнергией бытовых потребителей?

а) измерительные

б) сварочные

в) силовые

г) автотрансформаторы

2. Измерительный трансформатор тока имеет обмотки с числом витков 2 и 100. Определить его коэффициент трансформации.

а) 50

б) 0,02

в) 98

г) 102

3. Какой прибор нельзя подключить к измерительной обмотке трансформатора тока?

а) Амперметр

б) Вольтметр

в) Омметр

г) Токовые обмотки

ваттметра

4. У силового однофазного трансформатора номинальное напряжение на входе 6000 В, на выходе 100 В. Определить коэффициент трансформации.

а) 60

б) 0,016

в) 6

г) 600

5. При каких значениях коэффициента трансформации целесообразно применять автотрансформаторы

а) $k > 1$

б) $k > 2$

в) $k \leq 2$

г) не имеет значения

6. почему сварочный трансформатор изготавливают на сравнительно небольшое вторичное напряжение? Укажите неправильный ответ.

а) Для повышения величины сварочного тока при заданной мощности.

б) Для улучшения условий безопасности сварщика

- в) Для получения крутопадающей внешней характеристики
г) Сварка происходит при низком напряжении.

7. Какой физический закон лежит в основе принципа действия трансформатора?

- а) Закон Ома
б) Закон Кирхгофа
в) Закон самоиндукции
г) Закон электромагнитной индукции

8. На какие режимы работы рассчитаны трансформаторы 1) напряжения , 2) тока?

- а) 1) Холостой ход 2) Короткое замыкание
б) 1) Короткое замыкание 2) Холостой ход
в) оба на режим короткого замыкания
г) Оба на режим холостого хода

9. Как повлияет на величину тока холостого хода уменьшение числа витков первичной обмотки однофазного трансформатора?

- а) Сила тока увеличится
б) Сила тока уменьшится
в) Сила тока не изменится
г) Произойдет короткое замыкание

10. Определить коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока, если его номинальные параметры составляют $I_1 = 100 \text{ A}$; $I_2 = 5 \text{ A}$?

- а) $k = 20$
б) $k = 5$
в) $k = 0,05$
г) Для решения недостаточно данных

11. В каком режиме работают измерительные трансформаторы тока (ТТ) и трансформаторы напряжения (ТН). Указать неправильный ответ:

- а) ТТ в режиме короткого замыкания
б) ТН в режиме холостого хода
в) ТТ в режиме холостого хода
г) ТН в режиме короткого замыкания

12. К чему приводит обрыв вторичной цепи трансформатора тока?

- а) К короткому замыканию холостого хода
- б) к режиму холостого хода
- в) К повышению напряжения трансформатора
- г) К поломке трансформатора

13. В каких режимах может работать силовой трансформатор?

- а) В режиме холостого хода
- б) В нагрузочном режиме
- в) В режиме короткого замыкания
- г) Во всех перечисленных режимах

14. Какие трансформаторы позволяют плавно изменять напряжение на выходных зажимах?

- а) Силовые трансформаторы
- б) Измерительные трансформаторы
- в) Автотрансформаторы
- г) Сварочные трансформаторы

15. Какой режим работы трансформатора позволяет определить коэффициент трансформации?

- а) Режим нагрузки
- б) Режим холостого хода
- в) Режим короткого замыкания
- г) Ни один из перечисленных

16. Первичная обмотка трансформатора содержит 600 витков, а коэффициент трансформации равен 20. Сколько витков во вторичной обмотке?

- а) Силовые трансформаторы
- б) Измерительные трансформаторы
- в) Автотрансформаторы
- г) Сварочные трансформаторы

17. Чем принципиально отличаются автотрансформаторы от трансформатора?

- а) Малым коэффициентом трансформации
- б) Возможностью изменения коэффициента трансформации
- в) Электрическим соединением первичной и вторичной цепей
- г) Мощностью

18. Какие устройства нельзя подключать к измерительному трансформатору напряжения?

- а) вольтметр
- б) амперметр
- в) обмотку напряжения ваттметра
- г) омметр

6. «Асинхронные машины»

1. Частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя 1000 об/мин. Частота вращения ротора 950 об/мин. Определить скольжение.

- а) 50
- б) 0,5
- в) 5
- г) 0,05

2. Какой из способов регулирования частоты вращения ротора асинхронного двигателя самый экономичный?

- а) Частотное регулирование
- б) Регулирование изменением числа пар полюсов
- в) Реостатное регулирование
- г) Ни один из выше перечисленных

3. С какой целью при пуске в цепь обмотки фазного ротора асинхронного двигателя вводят дополнительное сопротивление?

- а) Для получения максимального начального пускового момента.
- б) Для получения минимального начального пускового момента.
- в) Для уменьшения механических потерь и износа колец и щеток
- г) Для увеличения КПД двигателя

4. Определите частоту вращения магнитного поля статора асинхронного короткозамкнутого двигателя, если число пар полюсов равно 1, а частота тока 50 Гц.

- а) 3000 об/мин
- б) 1000 об/мин
- в) 1500 об/мин
- г) 500 об/мин

5. Как изменить направление вращения магнитного поля статора асинхронного трехфазного двигателя?

- а) Достаточно изменить порядок чередования всех трёх фаз
- б) Достаточно изменить порядок чередования двух фаз из трёх
- в) Достаточно изменить порядок чередования одной фазы
- г) Это сделать не возможно

6. Какую максимальную частоту вращения имеет вращающееся магнитное поле асинхронного двигателя при частоте переменного тока 50 Гц?

- а) 1000 об/мин
- б) 5000 об/мин
- в) 3000 об/мин
- г) 100 об/мин

7. Перегрузочная способность асинхронного двигателя определяется так:

- а) Отношение пускового момента к номинальному
- б) Отношение максимального момента к номинальному
- в) Отношение пускового тока к номинальному току
- г) Отношение номинального тока к пусковому

8. Чему равна механическая мощность в асинхронном двигателе при неподвижном роторе? ($S=1$)

- а) $P=0$
- б) $P>0$
- в) $P<0$
- г) Мощность на валу двигателя

9. Почему магнитопровод статора асинхронного двигателя набирают из изолированных листов электротехнической стали?

- а) Для уменьшения потерь на перемагничивание
- б) Для уменьшения потерь на вихревые токи
- в) Для увеличения сопротивления
- г) Из конструктивных соображений

10. При регулировании частоты вращения магнитного поля асинхронного двигателя были получены следующие величины: 1500; 1000; 750 об/мин. Каким способом осуществлялось регулирование частоты вращения?

- а) Частотное регулирование.
- б) Полусное регулирование.
- в) Реостатное регулирование
- г) Ни одним из выше перечисленного

11. Что является вращающейся частью в асинхронном двигателе?

- а) Статор
- б) Ротор
- в) Якорь
- г) Станина

12. Ротор четырехполюсного асинхронного двигателя, подключенный к сети трехфазного тока с частотой 50 Гц, вращается с частотой 1440 об/мин. Чему равно скольжение?

- а) 0,56
- б) 0,44
- в) 1,3
- г) 0,96

13. С какой целью асинхронный двигатель с фазным ротором снабжают контактными кольцами и щетками?

- а) Для соединения ротора с регулировочным реостатом
- б) Для соединения статора с регулировочным реостатом
- в) Для подключения двигателя к электрической сети
- г) Для соединения ротора со статором

14. Уберите несуществующий способ регулирования скорости вращения асинхронного двигателя.

- а) Частотное регулирование изменением числа пар полюсов
- б) Регулирование
- в) Регулирование скольжением
- г) Реостатное регулирование

15. Трехфазный асинхронный двигатель мощностью 1 кВт включен в однофазную сеть. Какую полезную мощность на валу можно получить от этого двигателя?

- а) Не более 200 Вт
- б) Не более 700 Вт
- в) Не менее 1 кВт
- г) Не менее 3 кВт

16. Для преобразования какой энергии предназначены асинхронные двигатели?

- а) Электрической энергии в механическую
- б) Механической энергии в электрическую
- в) Электрической энергии в тепловую
- г) Механической энергии во внутреннюю

17. Перечислите режимы работы асинхронного электродвигателя

- а) Режимы двигателя
- б) Режим генератора

- в) Режим электромагнитного тормоза г) Все перечисленные

18. Как называется основная характеристика асинхронного двигателя?

- а) Внешняя характеристика б) Механическая характеристика

- в) Регулировочная характеристика г) Скольжение

19. Как изменится частота вращения магнитного поля при увеличении пар полюсов асинхронного трехфазного двигателя?

- а) Увеличится б) Уменьшится
в) Останется прежней г) Число пар полюсов не влияет на частоту вращения

20. определить скольжение трехфазного асинхронного двигателя, если известно, что частота вращения ротора отстает от частоты магнитного поля на 50 об/мин. Частота магнитного поля 1000 об/мин.

- а) $S=0,05$ б) $S=0,02$
в) $S=0,03$ г) $S=0,01$

21. Укажите основной недостаток асинхронного двигателя.

- а) Сложность конструкции
б) Зависимость частоты вращения от момента на валу
в) Низкий КПД
г) Отсутствие экономичных устройств для плавного регулирования частоты вращения ротора.

22. С какой целью при пуске в цепь обмотки фазного ротора асинхронного двигателя вводят дополнительное сопротивление?

- а) Для уменьшения тока в обмотках б) Для увеличения вращающего момента
в) Для увеличения скольжения г) Для регулирования частоты вращения

7. «Синхронные машины»

1. Синхронизм синхронного генератора, работающего в энергосистеме невозможен, если:

а) Вращающий момент турбины больше амплитуды электромагнитного момента.

б) Вращающий момент турбины меньше амплитуды электромагнитного момента.

в) Эти моменты равны

г) Вопрос задан некорректно

2.Каким образом, возможно, изменять в широких пределах коэффициент мощности синхронного двигателя?

а) Воздействуя на ток в обмотке статора двигателя

б) Воздействуя на ток возбуждения двигателя

в) В обоих этих случаях

г) Это сделать не возможно

3.Какое количество полюсов должно быть у синхронного генератора, имеющего частоту тока 50 Гц, если ротор вращается с частотой 125 об/мин?

а) 24 пары

б) 12 пар

в) 48 пар

г) 6 пар

4.С какой скоростью вращается ротор синхронного генератора?

а) С той же скоростью, что и круговое магнитное поле токов статора

б) Со скоростью, большей скорости вращения поля токов статора

в) Со скоростью, меньшей скорости вращения поля токов статора

г) Скорость вращения ротора определяется заводом - изготовителем

5.С какой целью на роторе синхронного двигателя иногда размещают дополнительную короткозамкнутую обмотку?

а) Для увеличения вращающего момента

б) Для уменьшения вращающего момента

в) Для раскручивания ротора при запуске

г) Для регулирования скорости вращения

6.У синхронного трехфазного двигателя нагрузка на валу уменьшилась в 3 раза. Изменится ли частота вращения ротора?

а) Частота вращения ротора увеличилась в 3 раза

б) Частота вращения ротора уменьшилась в 3 раза

- в) Частота вращения ротора не зависит от нагрузки на валу
- г) Частота вращения ротора увеличилась

7. Синхронные компенсаторы, использующиеся для улучшения коэффициента мощности промышленных сетей, потребляют из сети

- а) индуктивный ток
- б) реактивный ток
- в) активный ток
- г) емкостный ток

8. Каким должен быть зазор между ротором и статором синхронного генератора для обеспечения синусоидальной формы индуцируемой ЭДС?

- а) Увеличивающимся от середины к краям полюсного наконечника
- б) Уменьшающимся от середины к краям полюсного наконечника
- в) Строго одинаковым по всей окружности ротора
- г) Зазор должен быть 1- 1,5 мм

9. С какой частотой вращается магнитное поле обмоток статора синхронного генератора, если в его обмотках индуцируется ЭДС частотой 50Гц, а индуктор имеет четыре пары полюсов?

- а) 3000 об/мин
- б) 750 об/мин
- в) 1500 об/мин
- г) 200 об/мин

10. Синхронные двигатели относятся к двигателям:

- а) с регулируемой частотой вращения
- б) с нерегулируемой частотой вращения
- в) со ступенчатым регулированием частоты вращения
- г) с плавным регулированием частоты вращения

11. К какому источнику электрической энергии подключается обмотка статора синхронного двигателя?

- а) К источнику трёхфазного тока
- б) К источнику однофазного тока
- в) К источнику переменного тока
- г) К источнику постоянного тока

12. При работе синхронной машины в режиме генератора электромагнитный момент является:

- а) вращающим
- б) тормозящими

в) нулевыми
характеристикой

г) основной

13. В качестве, каких устройств используются синхронные машины?

а) Генераторы

б) Двигатели

в) Синхронные компенсаторы

г) Всех перечисленных

14. Турбогенератор с числом пар полюсов $p=1$ и частотой вращения магнитного поля 3000 об/мин. Определить частоту тока.

а) 50 Гц

б) 500 Гц

в) 25 Гц

г) 5 Гц

15. Включения синхронного генератора в энергосистему производится:

а) В режиме холостого хода

б) В режиме нагрузки

в) В рабочем режиме

г) В режиме короткого замыкания

Варианты ответов:

Раздел 1:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| а | б | а | г | б | в | г | г | б | г | в | в | а | в | б | б | в | а | г | в |

Раздел 2:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| б | б | в | г | б | б | в | в | в | а | г | в | г | а | в | в | г | а | б | а |

Раздел 3:

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| б | б | б | а | в | а | а | в | а | в | б | а | г |

Раздел 4:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| б | г | г | а | б | г | в | г | г | г | г | а | б | г | г | в | а | в |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Раздел 5:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| в | б | а | а | б | в | г | а | а | а | в | б | б | в | а | а | б | б |

Раздел 6:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| г | б | а | а | б | в | б | а | б | в | б | б | а | в | в | а | г | б | б | а | г | г |

Раздел 7:

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| в | б | а | а | в | г | г | а | б | б | а | а | г | а | г |

Критерии оценки:

- «5» (отлично) - если студент в полном объеме выполнил все задания (или ответил на все поставленные вопросы), проявив самостоятельность и знания межпредметного характера.
- «4» (хорошо) - если студент выполнил задания, и в них содержатся недочеты или одна не грубая ошибка; при ответе на поставленные вопросы имел незначительные замечания и поправки со стороны преподавателя.
- «3» (удовлетворительно) - если студент выполнил задания более чем на 50 % и работа содержит недочеты или две-три негрубые ошибки или две грубые ошибки; при ответе на поставленные вопросы преподаватель оказывал ему значительную помощь в виде наводящих вопросов.
- «2» (неудовлетворительно) - если студент выполнил работу менее чем на 50 % или работа содержит более двух грубых ошибок; при ответе на поставленные вопросы преподаватель оказывал ему постоянную помощь, если студент показал полное незнание вопроса, отказался отвечать или не приступил к выполнению работы.

**ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ» В Г. РТИЩЕВО
(ФИЛИАЛ СамГУПС В Г. РТИЩЕВО)**

Рассмотрено ЦК

Председатель ЦК:

_____ Н.С. Луконина

« ____ » _____ 2017г

Утверждаю

Зам. директора по УР

_____ А.А. Елисева

« ____ » _____ 2017г

Перечень вопросов

для подготовки к экзамену по дисциплине:

«Электротехника»

для специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава
железных дорог.

Преподаватель:
Л.В. Малаховская

Ртищево, 2017г.

«Электротехника»

Раздел 1.

Электростатика

1. Понятие об электрическом поле. Основные характеристики электрического поля: напряжённость, потенциал, электрическое напряжение.
2. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость.
3. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Соединения конденсаторов.

Раздел 2.

Электрические цепи постоянного тока

4. Общие сведения об электрических цепях. Электрический ток; его определение, направление, сила и плотность.
5. Основные элементы электрических цепей. Мощность. Режимы работы электрических цепей.
6. Преобразование электрической энергии в тепловую, закон Джоуля-Ленца. Виды соединений сопротивлений.
7. Законы Кирхгофа. Расчёт сложных цепей.
8. Принципы преобразования механической энергии в электрическую и электрической энергии в механическую.

Раздел 3.

Электромагнетизм

9. Общие сведения о магнитных полях. Изображение магнитных полей постоянного магнита, проводника и катушки с током. Основные свойства и характеристики магнитного поля. Действие магнитного поля на проводники с током. Правило левой руки.
10. Ферромагнитные материалы. Классификация и применение ферромагнитных материалов.
11. Магнитная цепь, её назначение, расчёт.
12. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Правило правой руки. Правило Ленца.
13. Самоиндукция. Потокосцепление. Индуктивность, взаимная индукция.

Раздел 4.

Электрические цепи переменного однофазного тока

14. Принципы преобразования механической энергии в электрическую и электрической энергии в механическую.

15. Переменный ток; его определение и получение. Уравнение и график синусоидальных ЭДС и тока. Параметры переменного тока: мгновенное, амплитудное и действующее значения, частота, угловая частота, начальная фаза, сдвиг фаз. Векторные диаграммы.

16. Электрическая цепь переменного тока с активным сопротивлением; цепь с индуктивностью; цепь с ёмкостью.

17. Неразветвлённая цепь переменного тока; векторная диаграмма напряжений; колебательный контур; резонанс напряжений.

18. Разветвлённая цепь переменного тока; активные и реактивные составляющие токов; векторная диаграмма токов; резонанс токов. Коэффициент мощности.

Раздел 5.

Трёхфазные цепи

19. Общие сведения о трёхфазных электрических цепях. Соединение обмоток генератора и потребителей «звездой» и «треугольником». Фазные и линейные токи и напряжения: соотношения между ними. Векторные диаграммы напряжений и токов. Назначение нулевого провода.

20. Фазные и линейные токи и напряжения при соединении потребителей «звездой» и «треугольником»: соотношения между ними. Векторные диаграммы напряжений и токов. Назначение нулевого провода. Мощность трёхфазной цепи.

Раздел 6.

Электрические измерения

21. Общие сведения об измерениях и электроизмерительных приборах. Единицы измерений. Средства измерения. Погрешность измерений. Классификация измерительных приборов. Условные обозначения на шкалах приборов.

22. Измерение токов и напряжений. Расширение пределов измерения амперметров и вольтметров. Методы измерения сопротивлений: с помощью моста постоянного тока, омметра; косвенный метод. Измерение мощности и энергии.

Раздел 7.

Электрические машины

23. Назначение и классификация машин переменного тока.

24. Устройство и принцип действия трёхфазного асинхронного двигателя.

25. Устройство машины постоянного тока.

26. Принцип действия машины постоянного тока. Свойство обратимости машин постоянного тока.

27. Назначение, классификация, устройство трансформаторов. Принцип

действия; коэффициент трансформации.

28. Режимы работы трансформатора: холостой ход, работа под нагрузкой.

29. Трёхфазные, измерительные, сварочные трансформаторы, автотрансформаторы. 30. Потери и КПД. Основные источники:

Частоедов Л.А. Электротехника. М. ГОУ «УМЦ ЖДТ», 2006.

Новиков П.Н., Кауфман В.Я., Толчеев О.В. и др. Задачник по электротехнике. М. Академия, 2006.

Бутырин П.А., Толчеев О.В., Шакирзянов Ф.Н. Электротехника. Учебник. НПО. - М.: ОИЦ «Академия», 2010.

Прошин В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике: учеб. пособие для нач. проф. образования. – 3-е изд., стер./ В.М. Прошин.- М.: Изд. центр «Академия», 2008.- 192 с.

РЕЦЕНЗИЯ

на комплект контрольно-оценочных средств по учебной дисциплине ОП.03 Электротехника для специальности 23.02.06 «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог» (базовая подготовка среднего профессионального образования) для очной формы обучения.

Контрольно-оценочные средства (далее КОС) разработаны Малаховской Л.В., преподавателем физики и электротехники филиала Сам ГУПС в г.Ртищево.

Представленный на рецензию комплект оценочных средств по дисциплине ОП.03 Электротехника, разработан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования для специальности 23.02.06 «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог» (базовая подготовка среднего профессионального образования) для очной формы обучения.

В структуре комплекта оценочных средств, представлены следующие элементы: паспорт комплекта контрольно-оценочных средств, результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке, контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам, контрольно-оценочные материалы по учебной дисциплине, источник формирования КОС, лист согласования.

Комплект оценочных средств составлен на основе системного подхода, характеризуется необходимой последовательностью и логикой, охватывает все основные вопросы по данной дисциплине.

Содержание представленных КОС отражает оценку достижений запланированных результатов обучения и уровня формирования у студентов компетенций, запланированных в рабочей программе.

Рецензируемый комплект оценочных средств обеспечивает проведение итоговой аттестации студентов учреждений среднего специального образования, даёт возможность определить соответствие знаний и умений студентов требованиям ФГОС СПО.

Рецензент:



Н.В.Федина, старший методист
филиала Сам ГУПС в г.Ртищево

РЕЦЕНЗИЯ

на комплект контрольно-оценочных средств по учебной дисциплине ОП.03 Электротехника для специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (базовая подготовка среднего профессионального образования) для очной формы обучения.

Контрольно-оценочные средства (далее КОС) разработаны Малаховской Л.В., преподавателем физики и электротехники филиала СамГУПС в г.Ртищево.

Представленный на рецензию комплект оценочных средств по дисциплине ОП.03 Электротехника, разработан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования для специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (базовая подготовка среднего профессионального образования) для очной формы обучения.

В структуре комплекта оценочных средств, представлены следующие элементы: паспорт комплекта контрольно-оценочных средств, результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке, контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам, контрольно-оценочные материалы по учебной дисциплине, источник формирования КОС, лист согласования.

Комплект оценочных средств составлен на основе системного подхода, характеризуется необходимой последовательностью и логикой, охватывает все основные вопросы по данной дисциплине.

Рецензируемый комплект оценочных средств обеспечивает проведение итоговой аттестации студентов учреждений среднего специального образования, даёт возможность определить соответствие знаний и умений студентов требованиям ФГОС СПО.

Рецензент:



Г.Ю.Кудимова, начальник филиала ГАУ СО УЦ
(государственного автономного учреждения
дополнительного профессионального образования
«Саратовский областной учебный центр»)

Лист согласования

Дополнения и изменения к комплекту оценочных средств (КОС) на учебный год

Дополнения и изменения к комплекту (КОС) на 2018-2019 учебный год по дисциплине: ОП.03 Электротехника для специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

Дополнений и изменений к комплекту оценочных средств (КОС) по дисциплине: ОП.03 Электротехника на 2018-2019 учебный год нет.

Дополнения и изменения в комплекте КОС обсуждены на заседании ЦК математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин

« 31 » августа 20 18 г. (протокол № 1).

Председатель ЦК Луконина /Н.С. Луконина/

Лист согласования

Дополнения и изменения к комплекту оценочных средств (КОС) на учебный
год

Дополнения и изменения к комплекту (КОС) на 2019-2020 учебный год
по дисциплине: ОП.03 Электротехника для специальности 23.02.06
Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

Дополнений и изменений к комплекту оценочных средств (КОС) по
дисциплине: ОП.03 Электротехника на 2019-2020 учебный год нет.

Дополнения и изменения в комплекте КОС обсуждены на заседании ЦК
математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин

« 31 » августа 20 19 г. (протокол № 1).

Председатель ЦК  /Н.С. Луконина/

Лист согласования

Дополнения и изменения к комплекту оценочных средств (КОС) на учебный
год

Дополнения и изменения к комплекту (КОС) на 2020-2021 учебный год
по дисциплине: ОП.03 Электротехника для специальности 23.02.06
Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

Дополнений и изменений к комплекту оценочных средств (КОС) по
дисциплине: ОП.03 Электротехника на 2020-2021 учебный год нет.

Дополнения и изменения в комплекте КОС обсуждены на заседании ЦК
математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин

« 31 » августа 20 20 г. (протокол № 1).

Председатель ЦК  /Н.С. Лытаева/