

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»

Брасовский промышленно-экономический техникум

Е.Г. Чапурина

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Учебно-методическое пособие

Брянская область 2015

УДК 372.862
ББК 74.57
Ч 19

Чапурина, Е.Г. **Основы электротехники:** учебно-методическое пособие по самостоятельной работе обучающихся / Е.Г. Чапурина. – Локоть: Брасовский филиал ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2015.- 33 с.

В пособии приведен перечень видов самостоятельной работы по всем разделам рабочей программы дисциплины, определены объем времени на их выполнение, формы выполнения и контроля. К каждому виду работы даны методические указания и рекомендации по выполнению приведенных в пособии заданий.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Рецензенты:

Астахова О.М., преподаватель технических дисциплин (Брасовский филиал ФГБОУ ВО Брянский ГАУ)

Другова Г.Е., методист (Брасовский филиал ФГБОУ ВО Брянский ГАУ)

Рекомендовано к изданию решением учебно-методическим советом филиала ФГБОУ ВО «Брянский аграрный университет» - Брасовский промышленно-экономический техникум от 25.05.2015 года, протокол № 5.

© ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2015
© Чапурина Е.Г., 2015

Содержание	стр.
Введение.....	4
Перечень самостоятельных работ.....	6
Тематика и методические указания обучающимся по проработке конспекта занятия.....	8
Методические указания по выполнению домашних заданий.....	14
Методические указания по подготовке к итоговой контрольной работе по теме.....	30
Перечень рекомендуемой литературы.....	32

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно – исследовательская, научно – исследовательская работа обучающихся, выполняемая в неаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа является важным видом учебной и научной деятельности обучающихся в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами среднего профессионального образования.

Целью самостоятельной работы является овладение фундаментальными знаниями, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа обучающихся способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами самостоятельной работы обучающихся являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и дипломной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

В образовательном процессе среднего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторную, под руководством преподавателя, и внеаудиторную. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.).

Аудиторная самостоятельная работа по профессиональному модулю выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной преподавателем учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);

- проработка материала конспекта, составленного на уроке при изучении нового материала;

- написание рефератов;

- подготовка к семинарам и лабораторным работам, их оформление;

- выполнение микроисследований;

- подготовка практических разработок;

- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;

- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

По дисциплине «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» практикуются следующие виды и формы самостоятельной работы студентов:

- проработка (усвоение) материала конспекта;

- выполнение домашних заданий;

Максимальное количество часов на дисциплину «основы электротехники», предусмотренное учебным планом, составляет-102 часа, в том числе:

обязательная аудиторная нагрузка обучающегося составляет 68 часов;

самостоятельная работа обучающегося - 34 часа

Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 50% от количества аудиторных часов, отведённых на изучение темы. Самостоятельная работа студентов является обязательной для каждого студента и определяется учебным планом.

**ПЕРЕЧЕНЬ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ
по дисциплине « основы электротехники»**

№ и наименование темы, раздела	Наименование вида самостоятельной работы	Количество часов	Форма выполнения	Форма контроля
Раздел 1. Основы электротехники Тема 1.1 Электрическое и магнитное поля.	Изучение особенностей электромагнитного поля.	3	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля	Устный опрос
Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока. Основы расчета электрических цепей постоянного тока.	Изучение основных законов последовательного, параллельного и смешанного соединения резисторов	2	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля	Устный опрос Проверка выполнения лабораторной работы
Тема 1.3 Электрические цепи переменного тока.	Построение и чтение векторных диаграмм.	2	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля	Устный опрос Проверка выполнения лабораторной работы
Тема 1.4 Трехфазные электрические цепи.	Чтение схем соединения трехфазной системы.	3	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос Проверка выполнения лабораторной работы
Раздел 2. Электрические машины Тема 2.1 Трансформаторы.	Изучение способов соединения обмоток трехфазного трансформатора.	3	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос Проверка выполнения лабораторной работы
Тема 2.2 Электрические машины переменного тока	Построение схем пуска электродвигателя.	2	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос
Тема 2.3 Электрические машины постоянного тока.	Изучение схем включения обмоток возбуждения.	4	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос
Раздел 3. Электропривод Тема 3.1 Основы электропривода	Построение и чтение графика режима работы электродвигателя.	1	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос
Тема 3.2 Аппаратура управления и защиты	Чтение схем управления электродвигателями.	1	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос

Раздел 4. Электрическое оборудование строительных площадок. Тема 4.1 Электрооборудование сварочных установок	Изучение особенностей сварочного трансформатора	1	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля	Устный опрос
Тема 4.2 Электрооборудование строительных кранов и подъемников.	Ознакомление со схемами включения.	2	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос
Тема 4.3 Электрифицированные ручные машины и электроинструменты.	Ознакомление с видами электрофицированного инструмента	1	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос
Раздел 5. Электроснабжение строительной площадки Тема 5.1 Источники, передача и распределение электрической энергии	Построение графиков нагрузок.	1	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос
Тема 5.2 Электрические сети и освещение строительной площадки.	Построение схем электрических сетей.	2	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос
Тема 5.3 Расчет электроэнергии. Энергосберегающие технологии	Изучение способов экономии электроэнергии потребителями.	2	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос Проверка выполнения лабораторной работы
Тема 5.4 Электробезопасность на строительной площадке	Изучение правил пожарной безопасности электроустановок.	1	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос
Раздел 6. Основы электроники Тема 6.1 Физические основы электроники, электронные приборы.	Изучение схем включения электронных ламп.	2	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля	Устный опрос
Тема 6.2 Полупроводниковые приборы.	Изучение схем включения и обозначений полупроводниковых приборов.	1	Подготовка ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля,	Устный опрос

ТЕМАТИКА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ПРОРАБОТКЕ КОНСПЕКТА ЗАНЯТИЯ

Задача обучающихся в процессе умелой и целеустремленной работы на занятиях – внимательно слушать преподавателя, следить за его мыслью, предлагаемой системой логических посылок, доказательств и выводов, фиксировать (записывать) основные идеи, важнейшие характеристики понятий, теорий, наиболее существенные факты. Лекция задает направление, содержание и эффективность других форм учебного процесса, нацеливает обучающихся на самостоятельную работу и определяет основные ее направления (подготовку к семинарам, написание контрольных работ, докладов, рефератов).

Активная, вдумчивая и плодотворная работа на занятиях – ключ к усвоению сложных и необходимых знаний по теме.

Несмотря на то, что в библиотеке образовательного учреждения, в читальных залах, в Интернете есть необходимая информация по теме для прохождения текущего и итогового контроля по теме, обучающемуся необходимо посещать все занятия по нескольким причинам

Во-первых, человек лучше и легче усваивает информацию при непосредственном общении с преподавателем. Эмоционально рассказанный материал лекции не заменят ни учебники, ни Интернет.

Во-вторых, обучающийся приходит на занятие учиться. Посещение занятия экономит время на подготовку к контрольным работам, контрольным опросам, тестированию, сдаче зачета. Лекции позволяют за небольшой промежуток времени проникнуть в сущность глобальных явлений, процессов. Кроме этого, у обучающегося есть возможность задавать вопросы. На возникающие вопросы можно быстро получить ответ, записав и задав их преподавателю в конце занятия или после нее, на консультации. Вопросы помогут разобраться в том, что излагает преподаватель; связать новое с тем, что тебе уже известно по данной теме из предыдущих лекций, прочитанных книг и журналов.

В-третьих, занятия дают основные ориентиры в необъятном море огромного количества тематического материала.

Усвоив материал лекции, студент обязан еще и работать самостоятельно, читать дополнительную литературу, предлагаемую для подготовки к следующим занятиям. Но основой для понимания будет все-таки лекция и написанный студентом конспект. Правильно написанный конспект помогает усвоить 80 % нужной информации.

В-четвертых, лекции преподавателя отражают последние достижения науки, а учебник, полученный Вами в библиотеке, может быть безнадежно устаревшим. Она лучше других форм компенсирует отсутствие новейших современных учебников и учебных пособий, оперативно знакомит с новейшими данными науки.

Таким образом, важность работы на лекции обусловлена освоением существенного, необходимого материала для понимания современных проблем.

Хороший конспект – залог четких ответов на занятиях, хорошего выполнения контрольных опросов и контрольных работ. Значимость конспектирова-

ния на лекционных занятиях несомненна. Проверено, что составление эффективного конспекта лекций может сократить в четыре раза время, необходимое для полного восстановления нужной информации.

Перед каждым занятием необходимо внимательно прочитать материал предыдущей лекции, внести исправления, выделить важные аспекты изучаемого материала.

Проработка материала конспекта, осуществляется, как правило, обучающимся дома при выполнении домашнего задания.

Процесс проработки материала конспекта складывается из следующих этапов:

1. Чтение материала конспекта;
2. Поиск в конспекте ответов на вопросы, предложенные для самоконтроля обучающегося;
3. Построение логичного и стройного пересказа текста конспекта на основании ответов на вопросы, предназначенные для самоконтроля обучающихся.

При чтении конспекта, составленного в ходе занятия, необходимо выделять главную информацию и ее запомнить. При чтении лекции следует обратить внимание на используемые при написании конспекта условные обозначения, выделения текста цветными чернилами, крупными буквами, подчеркивание отдельных фраз и предложения, которые используются для выделения главной информации в тексте.

После усвоения каждой темы рекомендуется проверять свои знания, отвечая на вопросы контрольных тестов и составляя необходимые схемы, таблицы.

При ответе на вопросы, предназначенные для самоконтроля обучающихся, в случае выявления пробелов в знаниях основных институтов, понятий, процессов и процедур, допускается повторное прочтение конспекта лекции.

После ответа на вопросы самоконтроля обучающимся следует пересказать текст лекции. Главное требование пересказа – сжатое изложение материала конспекта, при этом должны быть выделена основная (главная) информация.

Освоение материала конспекта можно считать успешным, если обучающий пересказывает его без обращения к тексту конспекта.

Вопросы для самоконтроля к теме 1.1

1. Что называют «электрическим полем», « магнитным полем»?
2. Как определяется напряженность электрического поля?
3. Сформулировать закон Кулона;
4. Что называют потенциалом электрического поля?
5. Что называют электрическим напряжением?
6. Какие материалы называют электроизоляционными?
7. Для чего используют конденсаторы?
8. Какие есть способы соединения стандартных конденсаторов?
9. Какими параметрами характеризуется магнитное поле?
10. Сформулируйте закон полного тока;

Вопросы для самоконтроля к теме 1.2.

1. Что называется электрической цепью?
2. Что является источником электрической энергии?
3. Что называют «электрическим током проводимости»; «током переноса»; «током смещения»?
4. Для чего служит величина, называемая электродвижущей силой? Чему она равна?
5. Сформулировать закон Ома для участка цепи и для всей цепи;
6. Как определить удельное сопротивление материала?
7. Какие есть способы соединения сопротивлений?
8. Сформулировать закон Ленца- Джоуля;
9. Как определить потери напряжения в проводах?

Вопросы для самоконтроля к теме 1.3.

1. В чем особенность однофазной электрической цепи?
2. Как определить мгновенную и среднюю мощность в цепях с активным сопротивлением?
3. Чему равна реактивная мощность в цепях с индуктивностью?
4. Как определить полную мощность в цепях с активным сопротивлением и индуктивностью?
5. Чему равны энергетические характеристики в цепях с емкостью?
6. Что понимают под резонансным режимом работы цепи?
7. Что называют резонансом напряжений?
8. Что называют резонансом токов?
9. Что характеризует коэффициент мощности и как его определить?

Вопросы для самоконтроля к теме 1.4.

1. Какие существуют схемы соединения трехфазных цепей?
2. Что называют трехфазной цепью?
3. В чем заключается принцип получения трехфазной ЭДС?
4. Назначение нулевого провода в четырехпроводной цепи?
5. Как определить активную, реактивную, полную мощность трехфазной цепи?
6. Как выбрать схему соединения осветительной и силовой нагрузок при включении их в трехфазную сеть?

Вопросы для самоконтроля к теме 2.1.

1. Для чего предназначен трансформатор и где его применяют?
2. Что представляет собой трансформатор, из каких элементов он состоит?
3. Какая обмотка трансформатора называется первичной? вторичной?
4. Из чего изготавливают обмотки трансформатора?
5. Что вводят в материал магнитопровода для уменьшения потерь на вихревые токи?
6. Как определить трансформаторную ЭДС ?
7. Что характеризует коэффициент трансформации и как его определить?
8. Что является особенностью трехфазного трансформатора?

9. Способы соединения обмоток трехфазного трансформатора?
10. Особенности работы сварочного трансформатора?

Вопросы для самоконтроля к теме 2.2.

1. Как образуется вращающееся магнитное поле двухфазного тока?
2. Какие условия необходимы для создания вращающегося магнитного поля трехфазного тока?
3. Каково устройство асинхронного двигателя?
4. На чем основан принцип действия асинхронного двигателя?
5. Какие физические процессы происходят при раскручивании ротора?
6. Как определить скольжение ротора?
7. Что характеризует коэффициент мощности асинхронного двигателя и как его определить?
8. Особенности работы синхронного генератора?
9. Принцип работы синхронного двигателя?

Вопросы для самоконтроля к теме 2.3.

1. Классифицируйте электрические машины постоянного тока по назначению;
2. Особенности устройства электрических машин постоянного тока;
3. Как работает генератор постоянного тока?
4. В чем особенность работы двигателя постоянного тока?
5. Что такое коллектор и каково его назначение?
6. В чем отличие генераторов независимого возбуждения и генераторов с самовозбуждением?
7. Какими способами осуществляется регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока независимого и параллельного возбуждения?

Вопросы для самоконтроля к теме 3.1.

1. Что называют электроприводом?
2. Из каких элементов состоит электропривод?
3. Дайте классификацию электропривода;
4. Для чего служит преобразующее устройство?
5. Какие процессы происходят в электродвигательном устройстве?
6. Какие различают режимы работы электродвигателей?
7. Чем характеризуется длительный режим работы электродвигателей?
8. При каком режиме работы двигатель должен рассчитываться на максимальную мощность?

Вопросы для самоконтроля к теме 3.2.

1. Какой магнитный пускатель называют нереверсивным? реверсивным?
2. Каково назначение релейно- контактного управления?
3. Каковы главные функции аппаратуры управления и защиты?
4. Для чего служат пусковые аппараты и как их различают по назначению?
5. Какая аппаратура используется для ручного управления?
6. Какая аппаратура применяется для автоматизированного управления?

7.Какая аппаратура используется для блокировки и защиты двигателей от перегрева?

Вопросы для самоконтроля к теме 4.1.

- 1.Каковы основные требования к источникам питания сварочной дуги?
- 2.На какие группы подразделяют сварочные преобразователи постоянного тока?
- 3.Какого устройство сварочного генератора?
- 4.Чем различаются сварочные аппараты переменного тока различных групп?
- 5.Для чего служит трансформатор в сварочном аппарате?
- 6.Для чего предназначен дроссель в сварочном аппарате?
- 7.В чем особенность сварочного аппарата с подвижным магнитным шунтом?

Вопросы для самоконтроля к теме 4.2.

- 1.В чем особенность работы электрооборудования грузоподъемных машин?
- 2.Что относится к основному электрооборудованию?
- 3.Для чего предназначены электродвигатели специального кранового типа?
- 4.Для чего служат контроллеры?
- 5.Какими преимуществами обладают магнитные контроллеры по сравнению с силовыми?
- 6.Что называют контактором и как их классифицируют?
- 7.Для чего предназначен магнитный пускатель?
- 8.Для чего служат тормозные электромагниты и электрогидравлические толкатели?

Вопросы для самоконтроля к теме 4.3.

- 1.На какие группы подразделяются электрифицированные машины по назначению?
- 2.Каких классов выпускают ручные машины по напряжению и изоляции?
- 3.Приведите примеры ручного электроинструмента, который применяется в качестве электробура и электромолотка;
- 4.Что называют вибраторами и для чего они предназначены?
5. Как приводятся в действие ручные электрические машины?
- 6.Какие машины применяются в качестве двигателей в ручных электрических машинах?

Вопросы для самоконтроля к теме 5.1.

- 1.Что служит источником электрической энергии?
- 2.Как строится передача и распределение электроэнергии?
- 3.Что является приемником электроэнергии?
- 4.Как классифицируют электроприемники?
- 5.Что относится к общепромышленным установкам; к электротехнологическим установкам; к электронагревательным установкам; к электрическим осветительным установкам?
- 6.Какие бывают схемы электрических сетей?
- 7.Перечислите достоинства и недостатки радиальных схем;

Вопросы для самоконтроля к теме 5.2.

1. Что применяется в качестве источников света на строительстве?
2. Для чего служит осветительная арматура?
3. Какие типы светильников применяют в условиях строительства?
4. Особенности устройства электрического освещения на строительной площадке?
5. Как определить необходимое количество и мощность осветительных приборов?
6. Как классифицируют электрические сети?
7. Каковы особенности электрических сетей на строительной площадке?
8. Каково устройство электрических сетей на строительной площадке?

Вопросы для самоконтроля к теме 5.3.

1. Для чего необходимо правильно определять электрические нагрузки?
2. Что называется коэффициентом спроса?
3. Как определить полную расчетную мощность силовой нагрузки?
4. Как определить потерю электроэнергии при передаче по проводам трехфазной линии?

Вопросы для самоконтроля к теме 5.4.

1. Каково действие электрического тока на организм человека?
2. Какого значения опасно для человека напряжения?
3. От чего зависит степень поражения человека электрическим током?
4. Как классифицируют условия работы по степени электробезопасности?
5. Какие разработаны мероприятия по обеспечению безопасного ведения работ с электроустановками?
6. Каково устройство защитного заземления?
7. Для чего служит нулевой провод сети?

Вопросы для самоконтроля к теме 6.1.

1. Какие приборы называют электронными?
2. Какое явление называется электронной эмиссией?
3. Что представляет собой двухэлектродная лампа (диод)?
4. Чем отличается триод от диода?
5. Какую роль выполняет управляющая сетка в триоде?
6. Что называют электронно-лучевой трубкой, где они применяются?

Вопросы для самоконтроля к теме 6.2.

1. Как называют приборы называют полупроводниковыми?
2. Какие элементы применяют в электронике в качестве полупроводников?
3. Как устроен полупроводниковый диод и какие функции он выполняет?
4. Что такое транзистор и для чего он предназначен?
5. Что называется тиристором, какое он имеет практическое применение?

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

Для того, чтобы практические задания приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнения и решение ситуативных задач проводится по вычитанному на лекции материалу и связаны, как правило, с детальной разработкой отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекции) он будет закрепляться на практическом занятии как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения ситуативных задач. При этих условиях студенты не только хорошо усвоят материал, но и научатся применять его на практике, а также получат дополнительный стимул для активной проработке лекции.

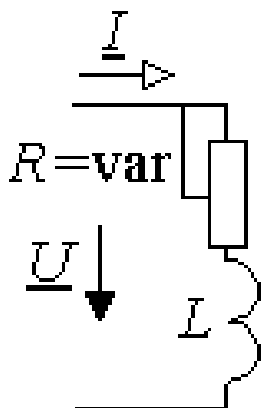
При самостоятельном решении поставленных задач нужно обосновать каждый этап действия, исходя из теоретического положения курса. Если обучающийся видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно решение задачи излагать подробно, сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие и по возможности с выводами. Полученный результат следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи.

Задание к теме 1.3.

Построение и чтение векторных диаграмм.

Исследовать изменение тока в цепи, представленной на рисунке при постоянном напряжении на входе и изменении резистивного сопротивления в пределах $0 > R > \mu$.



Пример выполнения:

Векторные диаграммы токов и напряжений строятся при расчете коротких замыканий, при анализе токораспределения в нормальном режиме.



Рис. 1-10. К расчету цепи переменного тока.

a — схема цепи; *б* — векторная диаграмма.

На рис. 1-10, а показана однофазная цепь переменного тока, состоящая из генератора и последовательно соединенных емкостного активного и индуктивного сопротивлений (примем, что индуктивное сопротивление больше емкостного $x_L > x_C$). Положительные направления токов и напряжений, так же как и в случаях, рассмотренных выше, обозначены на рис. 1-10, а стрелками. Построение векторной диаграммы начнем с вектора э. д. с, который расположим на рис. 1-10, б вертикально. Величина тока, проходящего в рассматриваемой цепи, определится из следующего выражения:

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + (x_L - x_C)^2}}$$

Поскольку в рассматриваемой цепи имеются активные и реактивные сопротивления, причем $x_L > x_C$, вектор тока отстает от вектора напряжения на угол φ :

$$\varphi = \arctg \frac{x_L - x_C}{R}.$$

Напряжение в точке n на рис. 1-10, а определится согласно следующему выражению:

$$\dot{U}_{no} = \dot{E} - \Delta \dot{U}_c.$$

На рис. 1-10, б построен вектор ΔU_c , отстающий от вектора I на угол 90° . Напряжение в точке n \dot{U}_{no} определяется разностью векторов \dot{E} и $\Delta \dot{U}_c$. Напряжение в точке m определится аналогично:

$$U_{mo} = U_{no} - IR.$$

Задание к теме 1.4.

Чтение схем соединения трехфазной системы.

Трехфазный генератор (трансформатор) имеет три выходные обмотки, одинаковые по числу витков, но развивающие ЭДС, сдвинутые по фазе на 120° . Можно было бы использовать систему, в которой фазы обмотки генератора не были бы гальванически соединены друг с другом. Это так называемая несвязная система. В этом случае каждую фазу генератора необходимо соединять с приемником двумя проводами, т.е. будет иметь место шестипроводная линия, что неэкономично. В этой связи подобные системы не получили широкого применения на практике.

Для уменьшения количества проводов в линии фазы генератора гальванически связывают между собой. Различают два вида соединений: в звезду и в треугольник. В свою очередь при соединении в звезду система может быть трех- и четырехпроводной.

Соединение в звезду

На рис. 6 приведена трехфазная система при соединении фаз генератора и нагрузки в звезду. Здесь провода AA', BB' и CC' – линейные провода.

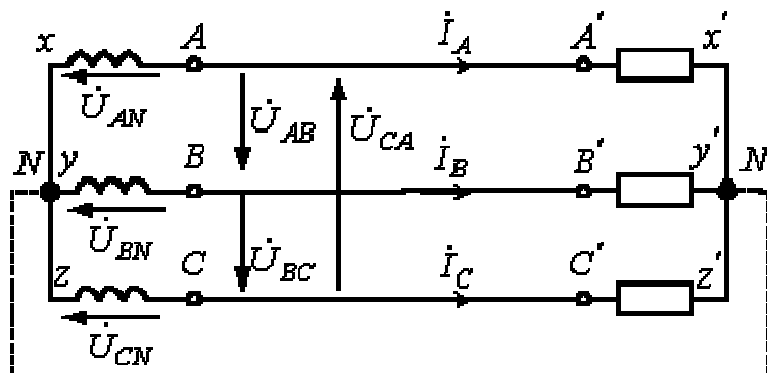


Рис. 6

Линейным называется провод, соединяющий начала фаз обмотки генератора и приемника. Точка, в которой концы фаз соединяются в общий узел, называется нейтральной (на рис. 6 N и N' – соответственно нейтральные точки генератора и нагрузки).

Провод, соединяющий нейтральные точки генератора и приемника, называется нейтральным (на рис. 6 показан пунктиром). Трехфазная система при соединении в звезду без нейтрального провода называется трехпроводной, с нейтральным проводом – четырехпроводной.

Все величины, относящиеся к фазам, носят название фазных переменных, к линии - линейных. Как видно из схемы на рис. 6, при соединении в звезду линейные токи \dot{I}_A, \dot{I}_B и \dot{I}_C равны соответствующим фазным токам. При наличии нейтрального провода ток в нейтральном проводе $\dot{I}_{N'N} = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$. Если система фазных токов симметрична, то $\dot{I}_{N'N} = 0$. Следовательно, если бы симметрия токов была гарантирована, то нейтральный провод был бы не нужен. Как будет показано далее, нейтральный провод обеспечивает поддержание симметрии напряжений на нагрузке при несимметрии самой нагрузки.

Поскольку напряжение на источнике противоположно направлению его ЭДС, фазные напряжения генератора (см. рис. 6) действуют от точек A, B и C к нейтральной точке N; $U_{A'N'}, U_{B'N'}, U_{C'N'}$ - фазные напряжения нагрузки.

Линейные напряжения действуют между линейными проводами. В соответствии со вторым законом Кирхгофа для линейных напряжений можно записать

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_{AN} - \dot{U}_{BN} ; \quad (1)$$

$$\dot{U}_{BC} = \dot{U}_{BN} - \dot{U}_{CN} ; \quad (2)$$

$$\dot{U}_{CA} = \dot{U}_{CN} - \dot{U}_{AN} . \quad (3)$$

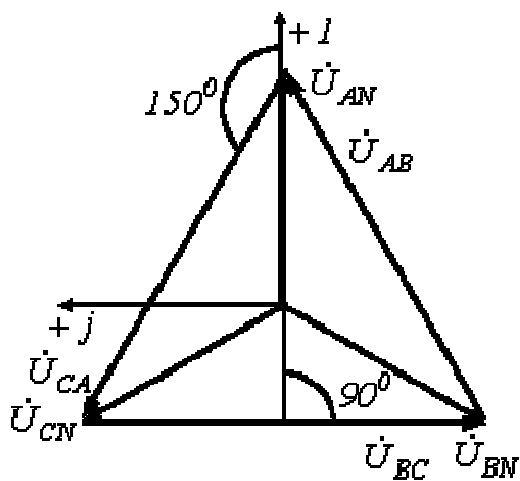


Рис. 7

Отметим, что всегда $\dot{U}_{AB} + \dot{U}_{BC} + \dot{U}_{CA} = 0$ — как сумма напряжений по замкнутому контуру.

На рис. 7 представлена векторная диаграмма для симметричной системы напряжений. Как показывает ее анализ (лучи фазных напряжений образуют стороны равнобедренных треугольников с углами при основании, равными 30°), в этом случае

$$U_n = \sqrt{3}U_\phi \quad (4)$$

Обычно при расчетах принимается $\dot{U}_{AN} = U_\phi e^{j0} = U_\phi$. Тогда для случая прямого чередования фаз $\dot{U}_{BN} = U_\phi e^{-j120^\circ}$, $\dot{U}_{CN} = U_\phi e^{-j240^\circ} = U_\phi e^{j120^\circ}$

(при обратном чередовании фаз фазовые сдвиги у \dot{U}_{BN} и \dot{U}_{CN} меняются местами). С учетом этого на основании соотношений (1) ... (3) могут быть определены комплексы линейных напряжений. Однако при симметрии напряжений эти величины легко определяются непосредственно из векторной диаграммы на рис. 7. Направляя вещественную ось системы координат по вектору \dot{U}_{AN} (его начальная фаза равна нулю), отсчитываем фазовые сдвиги линейных напряжений по отношению к этой оси, а их модули определяем в соответствии с (4). Так

для линейных напряжений \dot{U}_{BC} и \dot{U}_{CA} получаем: $\dot{U}_{BC} = \sqrt{3}U_\phi e^{-j90^\circ}$; $\dot{U}_{CA} = \sqrt{3}U_\phi e^{j150^\circ}$.

Соединение в треугольник

В связи с тем, что значительная часть приемников, включаемых в трехфазные цепи, бывает несимметричной, очень важно на практике, например, в схемах с осветительными приборами, обеспечивать независимость режимов работы отдельных фаз. Кроме четырехпроводной, подобными свойствами обладают и трехпроводные цепи при соединении фаз приемника в треугольник. Но в треугольник также можно соединить и фазы генератора (см. рис. 8).

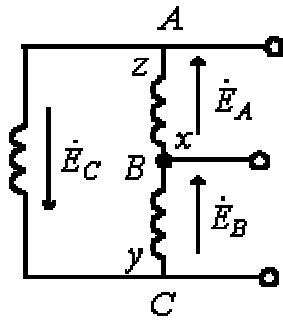


Рис.8

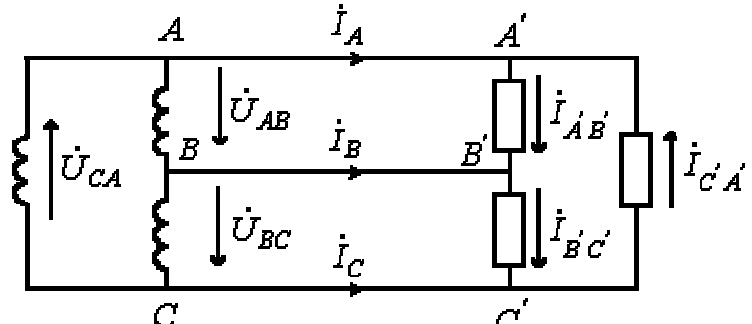


Рис.9

Для симметричной системы ЭДС имеем

$$\dot{E}_A + \dot{E}_B + \dot{E}_C = 0$$

Таким образом, при отсутствии нагрузки в фазах генератора в схеме на рис. 8 токи будут равны нулю. Однако, если поменять местами начало и конец любой из фаз, то $\sum \dot{E} \neq 0$ и в треугольнике будет протекать ток короткого замыкания. Следовательно, для треугольника нужно строго соблюдать порядок соединения фаз: начало одной фазы соединяется с концом другой.

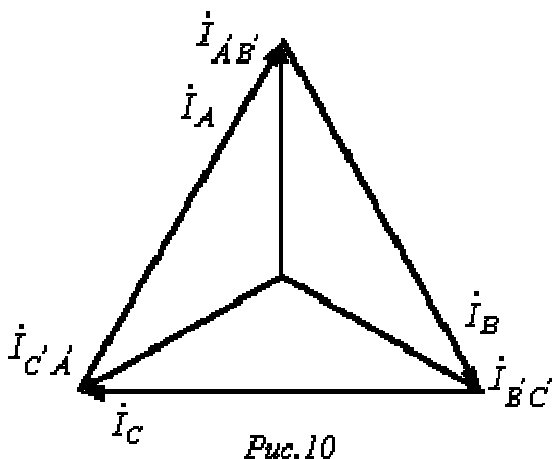
Схема соединения фаз генератора и приемника в треугольник представлена на рис. 9.

Очевидно, что при соединении в треугольник линейные напряжения равны соответствующим фазным. По первому закону Кирхгофа связь между линейными и фазными токами приемника определяется соотношениями

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{A'B'} - \dot{I}_{C'A'}$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_{B'C'} - \dot{I}_{A'B'}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{C'A'} - \dot{I}_{B'C'}$$



Аналогично можно выразить линейные токи через фазные токи генератора.

На рис. 10 представлена векторная диаграмма симметричной системы линейных и фазных токов. Ее анализ показывает, что при симметрии токов

$$I_{л} = \sqrt{3}I_{\phi} \quad (5)$$

В заключение отметим, что помимо рассмотренных соединений «звезда - звезда» и «треугольник - треугольник» на практике также применяются схемы «звезда - треугольник» и «треугольник - звезда».

Задание к теме 2.2.

Построение схем пуска электродвигателя.

Обычная схема подключения трёхфазного асинхронного электродвигателя состоит из следующих элементов:

самого электродвигателя

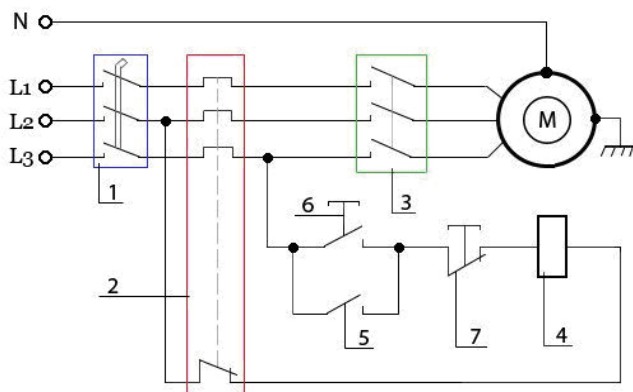
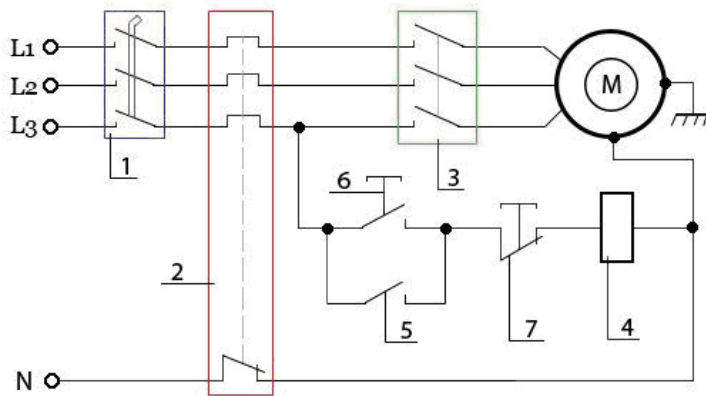
магнитного пускателя и защиты от сверхтоков (автоматический выключатель - автомат).

Сами схемы подключения могут быть разными и зависят от:

типа магнитного пускателя, а конкретнее - от рабочего напряжения его катушки К (220 в или 380 в);

от наличия теплового реле, которое подключается последовательно с катушкой пускателя. Превышения тока, потребляемого электродвигателем вызывает размыкание контактов теплового реле, что приводит к обесточиванию катушки и отключению электродвигателя.

Схемы подключения трёхфазного электродвигателя



Обозначения на схемах:

- 1 - выключатель автоматический (3х-полюсный автомат),
- 2 - тепловое реле с размыкающими контактами,
- 3 - группа контактов магнитного пускателя,
- 4 - катушка магнитного пускателя (в данном случае рабочее напряжение катушки - 220 в),
- 5 - блок-контакт нормально разомкнутый,
- 6 - кнопка "Пуск",
- 7 - кнопка "Стоп".

Отличие этих схем подключения электродвигателей состоит в использовании разных магнитных пускателей в этих схемах. В первом случае используется магнитный пускатель с рабочим напряжением катушки **4** - 220 в; для её питания используется фаза C (можно любую другую) и ноль - N.

Во втором случае электродвигатель подключается через магнитный пускатель с катушкой **4** на 380 в. Для её питания используются фазы B и C.

Задание к теме 3.1.

Построение и чтение графика режима работы электродвигателя.

Различают три основных режима: длительный (S1), кратковременный (S2) и повторно-кратковременный (S3). Для каждого из них условия нагревания и охлаждения различны. Длительный режим. Длительным называют режим, в котором температура электродвигателя достигает установившегося значения. Различают длительный режим с постоянной и переменной нагрузками. Длительно с постоянной нагрузкой работают вентиляторы, насосы, компрессоры, некото-

рые транспортеры, текстильные станки. Нагрузочная диаграмма для этого режима приведена на рис. 1.6, а. Длительно с переменной нагрузкой (рис. 1.6,б) работают поршневые компрессоры, прокатные станы, токарные, сверлильные, фрезерные станки и др.

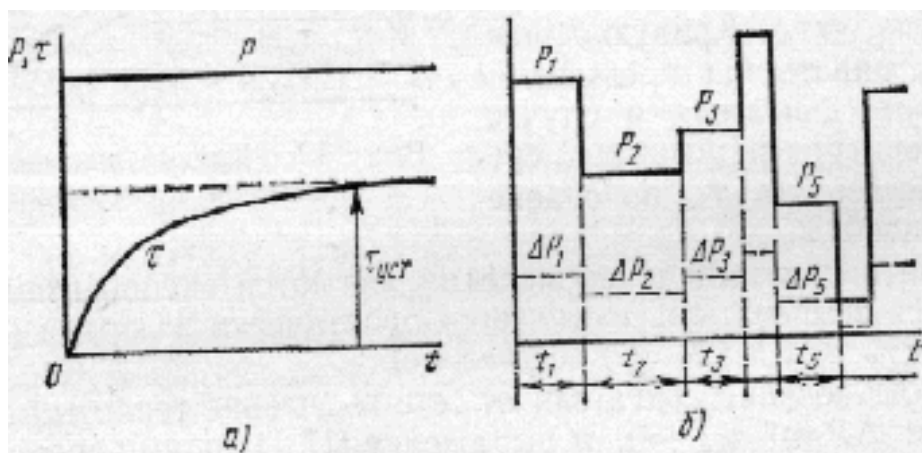


Рис. 1.6. Диаграммы $P(t)$ и $\tau(t)$ двигателя в длительном режиме с постоянной (а) и переменной (б) нагрузками

На щитке электродвигателя, предназначенного для длительной работы, номинальный режим обозначают сокращенным словом «Длит.» Или символом S1. Кратковременный режим. В этом режиме электродвигатель работает ограниченное время, в течение которого температура не достигает установившегося значения. Паузы в работе настолько велики, что двигатель успевает полностью охладиться. Нагрузочная диаграмма и перегрев двигателя в кратковременном режиме показаны на рис. 1.7. В режиме кратковременной нагрузки работают вспомогательные приводы станков, разводных мостов, шлюзов, задвижек трубо- и газопроводов и других механизмов. На щитке электродвигателя кратковременного режима указывается время работы при номинальной мощности: 30, 60 и 90 мин и символ S2. Для универсального применения двигатели кратковременного режима крупными сериями не выпускаются. Повторно-кратковременный режим. В этом режиме регулярно чередуются кратковременные периоды работы с кратковременными периодами пауз, причем в период нагрузки температура двигателя не достигает установившегося значения, а в период паузы (отключения) она не успевает опуститься до уровня температуры охлаждающей среды. Графики такого режима приведены на рис. 1.8. Перегрев электродвигателя изменяется по пилообразной ломаной линии, состоящей из отрезков кривых нагревания и охлаждения. При многократном повторении циклов перегрев колеблется около некоторого среднего значения $\tau_{ср}$.

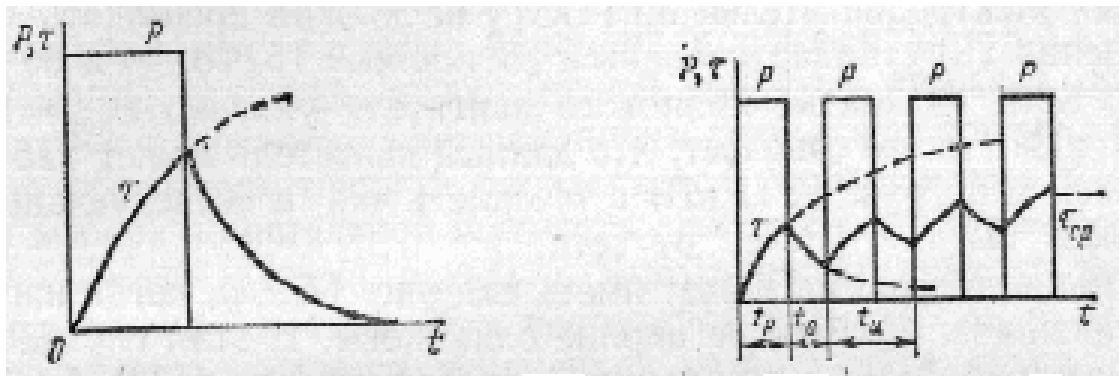


Рис. 1.7. Диаграммы P(t) и τ(t) Рис. 1.8. Диаграммы P(t) τ(t)

Типичным примером работы в повторно-кратковременном режиме являются электроприводы подъемных кранов, а также электропривод большинства металлорежущих станков. Электропромышленность выпускает специальные крановые электродвигатели, предназначенные для работы в подъемно-транспортных устройствах. На щитке такого двигателя в графе «режим работы» указывается символ S3 и относительная продолжительность включения ПВ% (обозначаемая также ε):

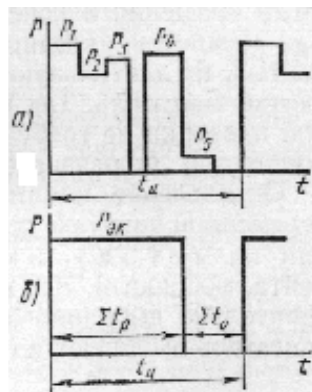


Рис. 1.9. Реальная (а) и идеализированная (б) диаграммы P(t) двигателя в

повторно-кратковременном режиме
$$ПВ\% = \frac{t_p}{t_p + t_{\pi}} \cdot 100 = \frac{t_p}{t_{\text{ц}}} \cdot 100, \quad (1.17)$$
 где t_p – время работы; t_{π} – продолжительность паузы; $t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла.

Продолжительность цикла повторно-кратковременного режима для крановых электродвигателей по ГОСТу не должна превышать 10 мин. Значение ПВ стандартизированы и составляют 15, 25, 40 и 60 %. Например, если на щитке кранового двигателя указано $P_{\text{ном}} = 11$ кВт при ПВ 40%, то это означает, что данный двигатель может работать с номинальной нагрузкой 11 кВт в течение 4 мин, а последующие 6 мин он должен быть отключен от сети. Реальная диаграмма может иметь вид на рис. 1.9,а, при нагрузке, когда ее длительность и пауза не одинаковы. В этом случае строят эквивалентную (идеализированную) диаграмму (рис. 1.9,б), где $t_{\text{ц}} = \Sigma t_p + \Sigma t_{\pi}$, а $ПВ = \Sigma t_p / t_{\text{ц}}$.

Задание к теме 5.1.

Построение графиков нагрузок.

Изменение электрической нагрузки во времени называется графиком электрической нагрузки. Графики электрических нагрузок строятся в прямоугольных координатах и представляются плавными кривыми или ломаными линиями.

На рис. 1 показаны различные способы представления графиков электрических нагрузок $P = f(t)$. Графики нагрузок могут быть представлены плавными кривыми линиями и ломаными (ступенчатыми) линиями с интервалом осреднения на каждой ступени 30 мин (рис. 1,а) и 60 мин (рис. 1,б) в зависимости от времени достижения предельно допустимой температуры при максимальной нагрузке.

Графики электрических нагрузок строятся с помощью самопишущих приборов (амперметры, ваттметры), по визуальному отсчету показаний стрелочных приборов через равные промежутки времени, по отсчету показаний счетчиков активной энергии через те же интервалы времени. График, построенный с помощью самопишущего прибора, является криволинейным, а построенный по показаниям счетчиков энергии – ступенчатым, где на каждой ступени показывается средняя мощность за контролируемый промежуток времени.

Нагрузка в каждый момент времени является величиной случайной, закон распределения которой во времени изменяется.

Графики электрических нагрузок строятся как для одиночных электроприемников, так и для их групп. Для одиночных электроприемников строятся индивидуальные графики и для группы электроприемников – групповые графики.

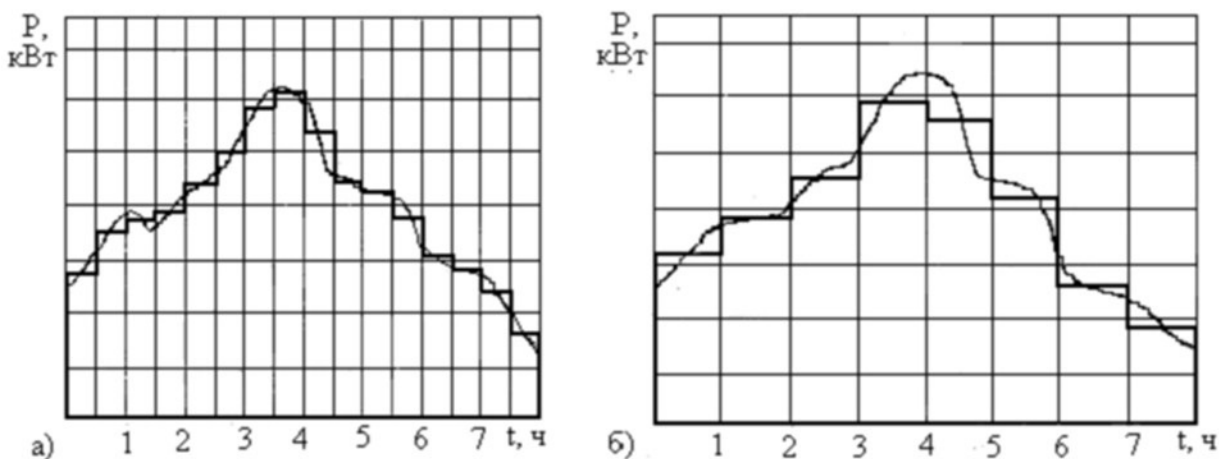


Рис. 1. Сменные графики электрических нагрузок, выраженные кривыми и ломаными линиями: а – с интервалом осреднения 30 мин.; б – с интервалом осреднения 60 мин

Характер и форма индивидуального графика нагрузки электроприемника определяются технологическим процессом. Групповой график представляет собой результат суммирования индивидуальных графиков электроприемников, входящих в группу. Конфигурация группового графика зависит от многих слу-

чайных факторов – различной загрузки отдельных электроприемников, сдвигом во времени их включения и отключения. Устойчивые графики для отдельных предприятий, производств называют типовыми.

Графики электрических нагрузок во времени действия нагрузки делят на сменные, суточные, месячные, сезонные (летние, зимние) и годовые.

Сменные графики строят за время продолжительности смены с учетом технологических перерывов в работе электроприемников. Суточные графики охватывают время от 0 до 24 часов. При построении графика принимают среднюю нагрузку за время осреднения. На этом графике выделяют наиболее загруженную смену, т.е. смену, в течение которой наблюдается наибольший выпуск продукции и наибольшее потребление электроэнергии. Такие графики характерны для предприятий и производств с 2-х – 3-х – сменным и непрерывным режимом работы. Месячные графики строят с целью определения расхода электроэнергии на производственные и непроизводственные нужды и оплаты за электроэнергию. При анализе таких графиков можно выделить недели, декады, в течение которых имеет место наибольший выпуск продукции и наибольшее потребление электроэнергии.

По сезонным и годовым графикам определяют максимальную нагрузку, зависящую от сезонных факторов (отопление, вентиляция, подача воды на непроизводственные нужды), расход электроэнергии за сезон и год. На рис. 2 представлен суточный график активной и реактивной нагрузки группы сельскохозяйственных предприятий при трехсменной работе в зимнее время.

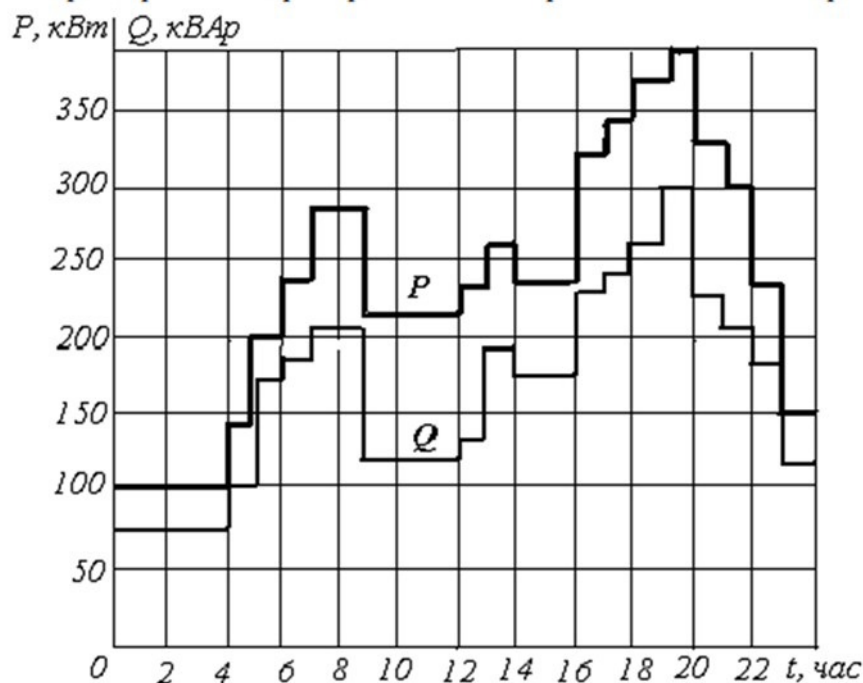


Рис. 2. Суточный график активной (P), реактивной (Q) нагрузки

Из суточного графика видно, что наиболее загруженной сменой является вечерняя (с 16 до 24 часов), менее загруженной – ночная (с 23 до 7 часов). Максимальная нагрузка наблюдается с 18 до 20 часов. В это время наряду с силовой

нагрузкой технологического оборудования добавляется осветительная нагрузка. Максимальная нагрузка из приведенного графика принимается за расчетную нагрузку при выборе электрических устройств по допустимому нагреву.

Задание к теме 5.2.

Построение схем электрических сетей.

Для электроснабжения крупных городов применяются две принципиально различные системы построения схем электрических сетей напряжением 6—10 кВ:

а) системы с распределительными пунктами (РП), связывающими между собой питающие и распределительные линии (двухступенчатая сеть);

б) системы, в которых трансформаторные подстанции (ТП) потребителей присоединены к центрам питания (ЦП) непосредственно через распределительную сеть (одноступенчатая сеть),

Питающие сети.

В больших городах широкое распространение получила система электроснабжения с РП, которые связаны с центрами питания относительно небольшим числом питающих линий большой пропускной способности. К шинам РП присоединяется нужное число линий распределительной сети. Таким образом РП является как бы повторением источника питания (ИП).

Такая двухступенчатая сеть, в частности, характерна для питающих центров, имеющих схемы с индивидуальным реактированием отходящих линий, вызываемым необходимостью ограничения токов короткого замыкания.

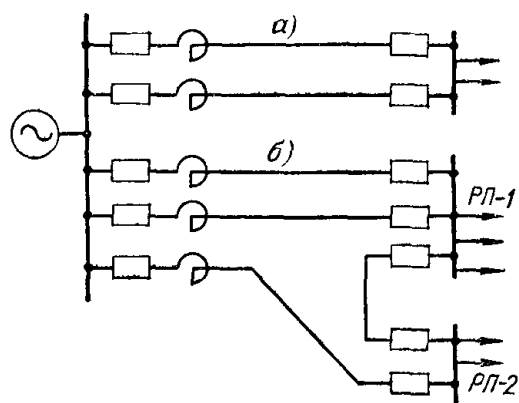


Рис. 8-1. Схемы питающих сетей: а — радиальной; б — петлевой.

Питающие сети, через которые осуществляется электроснабжение суммарных нагрузок 3000 кВА и более, должны при любом повреждении сети обеспечивать питание потребителей либо по резервным линиям, нормально включенным, либо путем автоматического ввода резерва (АВР).

На рис. 8-1 приведены схемы радиальной и петлевой (радиальной с перемычкой) питающих сетей с параллельной работой линий (разъединители условно на схемах не показаны).

Если мощность короткого замыкания на шинах РП при параллельной работе большого количества питающих линий получается недопустимо высокой, то применяют схему с раздельной работой распределительных пунктов РП-1 и РП-2. В этом случае один из выключателей перемычки между РП-1 и РП-2 нормально отключен; при повреждении питающей линии он включается автоматически.

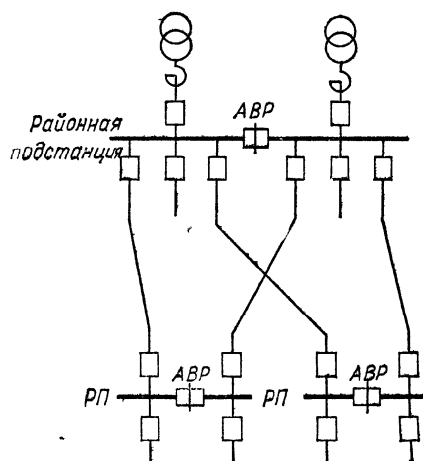
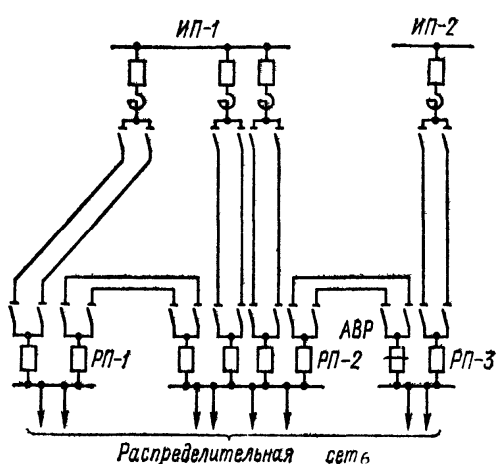


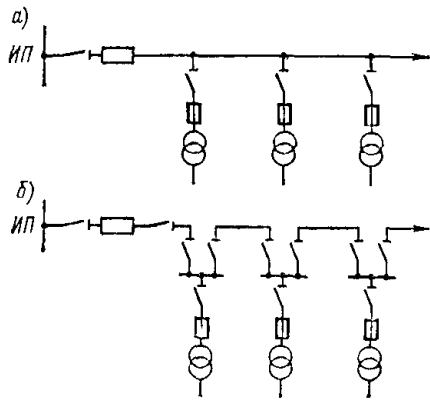
Рис. 8-2. Схема сети с параллельной работой линий и с АВР. Рис. 8-3.

Схема сети с глубоким секционированием. Число РП, присоединенных к питающей сети, может быть и больше двух, причем питание их может осуществляться, как показано на том же рисунке, от разных источников.

В настоящее время широко стали применяться схемы районных подстанций с групповым реактированием, установкой расщепленных реакторов или с использованием трансформаторов с расщепленными обмотками, что позволяет значительно упростить оборудование распределительных устройств 6—10 кВ и применять для них более простые секционированные схемы. В связи с этим появляется возможность построения сети по принципу глубокого секционирования, с применением секционных выключателей как на районной подстанции, так и на РП с АВР (автоматическим вводом резерва). Такая схема изображена на рис. 8-3.

Схема двухступенчатого питания электронагрузок, несмотря на некоторое снижение протяженности сети 6—10 кВ из-за укрупнения питающих кабелей, по сравнению с одноступенчатой обладает более высокими стоимостными показателями за счет наличия РП, а при индивидуальном реактировании отходящих линий еще и за счет высокой стоимости линейных ячеек с реакторами. Выбор той или иной системы построения сети производится в зависимости от плотности нагрузок, возможности приближения ИП к центру нагрузок, распределения нагрузок по площади и завершается технико-экономическим сравнением возможных вариантов.

Распределительные сети напряжением 6—10 кВ



На рис. 8-4, *а* представлена наиболее простая и дешевая схема разомкнутой распределительной сети высокого напряжения для городских и сельских потребителей. Недостатком этой схемы является то, что авария, произошедшая в любом месте сети, прекращает питание всех потребителей.

На схеме рис. 8-4, *б* линия заведена на шины каждой из подстанций. Благодаря установке разъединителей на вводах каждый участок можно отсоединить для ремонта. В этом отношении данная схема удобнее предыдущей, но ее осуществление обходится, конечно, несколько дороже. При аварии лишаются питания только • потребители, присоединенные за поврежденным участком (считая от ИП).

Схемы загородных сетей.

Назначение этих сетей — электроснабжение сельскохозяйственных предприятий, небольших населенных пунктов, городов районного подчинения, колхозов и совхозов. К этим сетям присоединяются также промышленные предприятия малой и средней мощности, расположенные в сельской местности, а также подстанции горных разработок, рудников, карьеров, торфоразработок и т. п.

В связи со строительством крупных животноводческих ферм, комплексов по производству продуктов животноводства на промышленной основе, птицефабрик, тепличных ферм, а также в связи с повышением энерговооруженности колхозно-совхозного производства, нагрузки загородных сетей непрерывно возрастают.

Учитывая значительные размеры территорий, на которых располагаются упомянутые потребители, основными магистралями электроснабжения, как правило, являются линии 110 кВ с центрами питания 110/10 кВ и 110/35/10 кВ. Распределительная сеть от этих подстанций осуществляется на напряжении 10 кВ, с радиусом действия 10—12 км. При малой плотности нагрузки с большими расстояниями между ЦП с трехобмоточными трансформаторами сеть осуществляется на напряжении 35 кВ. Радиус действия таких сетей может достигать 30—35 км при передаче мощности до 4 МВт.

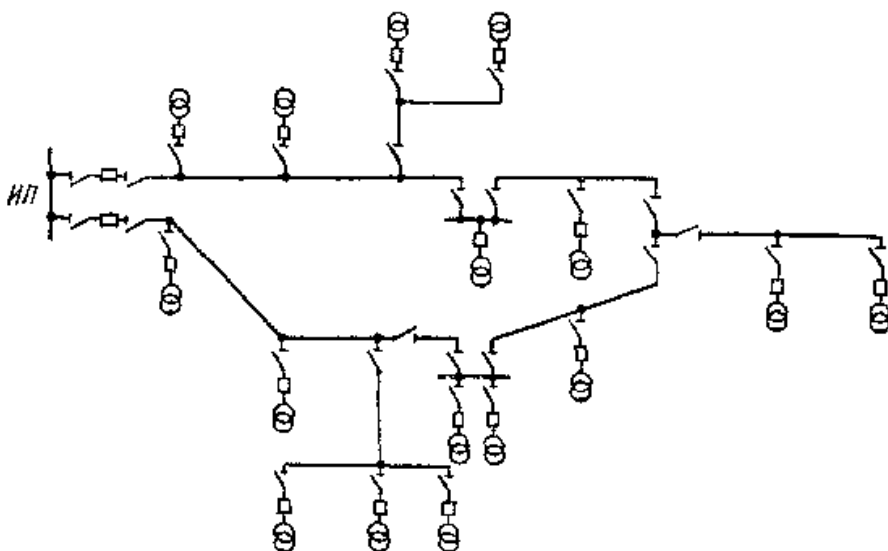


Рис 8-11 Схема загородной сети напряжением 6—10 кВ

Загородные сети напряжением 10 кВ строят, главным образом, по радиальным схемам с замыкающими перемычками, обеспечивающими резервирование при ремонтах (см. рис. 8-11); при этом часть потребителей присоединяется на глухих ответвлениях, а часть наиболее ответвленных включается в расщелку линий.

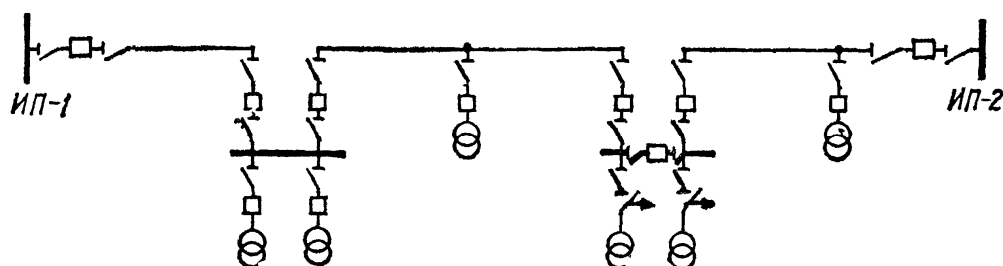


Рис. 8-12. Схема замкнутой сети напряжением 35 кВ.

Загородные сети 35 кВ сооружают преимущественно по радиальным разомкнутым схемам, а при наличии потребителей I категории по схемам с двусторонним питанием от двух независимых источников. Пример такой схемы представлен на рис. 8-12.

Распределительные сети 380/220 В выполняются, как правило, воздушными по разомкнутой схеме.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ИТОВОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ

Контрольная работа – одна из форм проверки и оценки усвоенных знаний, получения информации о характере познавательной деятельности, уровня самостоятельности и активности обучающихся в учебном процессе, эффективности методов, форм и способов учебной деятельности. Отличительной чертой письменной контрольной работы является большая степень объективности по сравнению с устным опросом. Для письменных контрольных работ важно, чтобы система заданий предусматривала как выявление знаний по определенной теме (разделу), так и понимание сущности изучаемых предметов и явлений, их закономерностей, умение самостоятельно делать выводы и обобщения, творчески использовать знания и умения.

При выполнении таких контрольных работ следует использовать предложенную основную литературу и подбирать дополнительные источники.

Ответы на вопросы должны быть конкретны, логичны, соответствовать теме, содержать выводы, обобщения и показывать собственное отношение к проблеме, где это уместно.

Вопросы для подготовки к контрольной работе:

1. Понятие об электроприводе.
2. Соединение потребителей энергии звездой.
3. Режим работы электродвигателей.
4. Проводниковые материалы.
5. Назначение и классификация трансформаторов.
6. Соединение потребителей треугольником.
7. Магнитное поле, его характеристики.
8. Техника безопасности при работе с электродвигателями.
9. Сопротивление. Зависимость сопротивления от материалов.
10. Устройство трансформатора.
11. Закон Ома для участка цепи.
12. Потокосцепление и индуктивность катушки.
13. Закон полного тока.
14. Назначение трансформаторов и их применение.
15. Определение, получения и изображение переменного тока.
16. Устройство трансформатора.
17. Параметры переменного тока.
18. Электрическая цепь. Элементы электрической цепи.
19. Электрический ток. Основные виды электрического тока
20. Ферромагнитные материалы.
21. Закон Кулона. Напряженность электрического поля.
22. Соединение обмотки генератора звездой.
23. Тепловое действие тока. Закон Джоуля- Ленца.
24. Последовательное соединение потребителей.
25. Работа и мощность электрического тока.
26. Параллельное соединение потребителей.

27. Способы соединения сопротивлений. .
28. Контур, узел, ветвь сложной цепи.
29. Смешанное соединение потребителей.
30. Конденсаторы, их предназначение.
31. Способы соединения конденсаторов.
32. Электроизоляционные материалы.
33. Магнитная цепь. Задача расчета магнитной цепи.
34. Классификация измерительных приборов.
35. Электрическая емкость. Плоский конденсатор. Соединение конденсаторов.
36. Устройство электрических машин постоянного тока. Обратимость машин.
37. Аппаратура управления и защиты.
38. Устройство и принцип работы машин переменного тока.
39. Классификация электрических сетей.
40. Электрическое освещение (основные понятия и единицы измерения).
41. Источники света.
42. Трехфазные электрические цепи.
43. Сложные электрические цепи.
44. Понятие об измерениях. Классификация измерительных приборов.
45. Системы и виды освещения.
46. Понятие об асинхронном двигателе.
47. Поверхностный эффект.
48. Основные схемы соединения трехфазных цепей.
49. Трехфазные трансформаторы.
50. Виды и маркировка проводов, используемых в электрических цепях.
51. Получение, передача и распределение электрической энергии.
52. Провода и кабели в сетях напряжения до 1000 В.
53. Защитное заземление в цепях трехфазного тока.
54. Устройство и принцип действия электронных ламп.
55. Газоразрядные приборы.
56. Фотоэлектрические приборы (основные понятия и определения).
57. Диэлектрики в электрическом поле.
58. Потенциал. Электрическое напряжение.
59. Потери напряжения в проводах.
60. Режимы работы источника питания.

Перечень рекомендуемой литературы:

Основные источники:

1. Зайцев В.Е. Электротехника. Электроснабжение, электротехнология и электрооборудование строительных площадок: учеб. пособие для СПО. – М.: Академия, 2009.
2. Морозова Н.Ю. Электротехника и электроника: учеб. для СПО.- М.: Академия, 2010

Дополнительные источники:

1. Глушков Г.Н., Крайцберг М. И. Электропривод и электроснабжение строительных машин и оборудования предприятий строительной индустрии: Учебное пособие – М.: «Стройиздат», 2006. – 288с.
2. Данилов И.А., Иванов П. М. Общая электротехника с основами электроники: Учебник для средних специальных учебных заведений. – М.: «Высшая школа», 2005. – 752с.
3. Зимин Е.Н. Электрооборудование строительных площадок: Учебник для средних специальных учебных заведений. – М.: «Стройиздат», 2006. – 286с.
4. Кацман М.М. Сборник задач по электрическим машинам: Учеб. пособие для студ. учрежд. сред.проф. образовании. - М.: Академия, 2003
5. Константинов В. И. Сборник практических примеров и задач по общей электротехнике – М.: «Высшая школа», 2007. – 227 с.
6. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: Учеб. пособие для сред. проф. образования. – М.: Академия, 2004
7. Нудлер Г. И. Электротехника и электрооборудование зданий: Учебник для средних специальных учебных заведений. – М.: «Высшая школа», 2004. – 254с.

Учебное издание

Е.Г. Чапурина

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 14.07.2015 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,91. Тираж 100 экз. Изд. № 3098.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ