

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 06.06.2017 12:49:52

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabdf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра электроснабжения



## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов технических направлений подготовки и специальностей

Курск 2017

УДК 621.38

Составители: А.С. Романченко, А.Л. Овчинников

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.С. Чернышёв*

**Электротехника: основные понятия, термины и определения:** методические рекомендации для самостоятельной работы студентов технических направлений подготовки и специальностей / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.С. Романченко, А.Л. Овчинников. - Курск, 2017. 28 с.: Библиогр.: с. 28.

Приведены основные понятия, термины и определения, являющиеся базовыми в дисциплине «Электротехника». Данные понятия, термины и определения распределены по основным разделам изучаемой дисциплины, имеют достаточно подробное описание и приведены в порядке их появления при освоении данной дисциплины. Приведены общие рекомендации по самостоятельному изучению студентами дисциплины «Электротехника» с использованием материала, приведенного в данном методическом пособии.

Предназначены для индивидуальной самостоятельной работы студентов технических направлений подготовки и специальностей при изучении дисциплины «Электротехника». Могут быть использованы преподавателями, ведущими практические и лабораторные занятия по электротехнике, а также студентами, получающими среднее профессиональное образование.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л.

. Уч.-изд.л.

. Тираж 30 экз. Заказ

. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## **ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

Дисциплина «Электротехника» изучается студентами, как правило, всех технических специальностей и направлений подготовки бакалавров. В зависимости от требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования и с учетом утвержденных учебных планов по тем или иным специальностям и направлениям подготовки бакалавров название изучаемой студентами дисциплины может отличаться от исторически принятого названия «Электротехника». Также для разных специальностей и направлений подготовки бакалавров отличается объем изучаемой дисциплины и её содержание (перечень разделов и тем), причем весьма существенно.

Цель данной работы – дать студенту основные понятия, термины и определения, которые должны послужить базой и своеобразными вехами при изучении основных разделов, входящих в классическую дисциплину «Электротехника».

При самостоятельной работе по изучению дисциплины «Электротехника» студент должен твердо помнить, что знания не приобретаются ради знаний. Для изучения данной дисциплины нужны знания и компетенции, полученные и освоенные при изучении физики (в первую очередь разделы электричества и магнетизма) и высшей математики (дифференциальное и интегральное исчисление, функции комплексного переменного и другие разделы). Даже знания и компетенции, полученные и освоенные при изучении дисциплины «Инженерная графика» пригодятся, ведь электрические схемы и схемы замещения электротехнических устройств необходимо уметь «читать» и чертить! В свою очередь знания и компетенции, полученные и освоенные при изучении дисциплины «Электротехника» необходимы будут студенту при изучении последующих профилирующих дисциплин, а также в последующей профессиональной деятельности.

Данное методическое пособие построено следующим образом: основные понятия, термины и определения распределены по разделам. Разделы приведены в том порядке, в каком они представлены в большинстве учебников по электротехнике. Понятия, термины и определения внутри разделов приведены не в алфавитном порядке, а в той последовательности, в которой они, как правило, встречаются при изучении соответствующего раздела учебника. Это должно облегчить студенту изучение материала по учебнику: прочитал определение со-

ответствующего термина, а затем нашел его в учебнике. Или наоборот: встретил в учебнике термин и нашел его объяснение в данном методическом пособии. Рекомендуется следующий порядок использования данного методического пособия: вначале ознакомиться с основными понятиями, терминами и определениями соответствующего раздела данного пособия, а затем приступить к изучению аналогичного раздела учебника или учебного пособия или соответствующего методического указания к лабораторной работе.

Ряд приведенных терминов и определений могут оказаться знакомыми студентам, так как были изучены в курсе физики. При этом одни и те же понятия могут иметь отличное определение, что объясняется тем, что электротехника – это наука о практическом использовании электромагнитных явлений, в то время как физика изучает эти явления с теоретической точки зрения.

Следует обратить внимание, что название ряда разделов данного методического пособия может отличаться от названий, приведенных в разных учебниках или в рабочих программах дисциплин, соответствующих классической дисциплине «Электротехника».

В библиографическом списке, приведенном в конце данного методического пособия, приведены далеко не все учебники и учебные пособия, которыми можно воспользоваться при изучении дисциплины «Электротехника». Студент вправе сам выбрать себе учебник из числа тех, что рекомендует преподаватель, или есть в наличии в библиотеке. Рекомендуется пользоваться одним учебником, но когда какой-либо вопрос изложен в нем недостаточно ясно или вовсе не нашел отражения, использовать другой учебник или учебное пособие.

# 1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ЗАКОНЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Электрическое поле – одна из двух сторон электромагнитного поля, характеризующаяся воздействием на электрически заряженную частицу с силой, пропорциональной заряду частицы и её скорости.

Электрическая цепь – совокупность генерирующих, приемных и вспомогательных устройств, соединенных между собой проводами.

Генерирующее устройство (источник электрической энергии) преобразует в электрическую энергию другие виды энергии. Является источником электродвижущей силы (ЭДС). ЭДС характеризует энергию, которую заряды получают от источника, т.е. от сторонних сил.

Источник ЭДС (источник напряжения) – источник электрической энергии, напряжение на выходе которого не зависит от нагрузки (идеальный источник ЭДС) или незначительно снижается при увеличении нагрузки (реальный источник ЭДС). Основным параметром источника ЭДС является его электродвижущая сила  $E$ , которую можно определить как работу сторонних (неэлектрических) сил, присущих источнику, затрачиваемую на перемещение единицы положительного заряда внутри источника от зажима с меньшим потенциалом к зажиму с большим потенциалом.

Источник тока – источник электрической энергии, ток на выходе которого не зависит от нагрузки (идеальный источник тока) или незначительно снижается при увеличении нагрузки (реальный источник тока).

Приемное устройство (потребитель, приемник, нагрузка) преобразует электрическую энергию в другие виды энергии.

Вспомогательные устройства – элементы электрической цепи (измерительные устройства, коммутационная аппаратура и т.д.), без которых электрическая цепь может выполнять свои основные функции по передаче электроэнергии от источника к потребителю. Данные устройства способствуют этому, а также распределению электроэнергии между потребителями и служат для контроля режимов работы электрической цепи и её отдельных элементов.

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) – зависимость напряжения на элементе (на входе электрической цепи) от тока в нём. Является основной характеристикой элементов электрической цепи.

Пассивные приемники – элементы электрической цепи, в которых не возникает ЭДС, а их ВАХ проходят через начало координат.

Линейный элемент – пассивный элемент, у которого линейная зависимость напряжения от тока, а ВАХ представляет собой прямую линию, проходящую через начало координат. Параметры линейного элемента не зависят ни от величины протекающего тока, ни от величины приложенного напряжения, ни от времени.

Нелинейный элемент – пассивный элемент, у которого нелинейная зависимость напряжения от тока, а ВАХ представляет собой кривую линию, проходящую через начало координат.

Линейная цепь – электрическая цепь, состоящая из линейных элементов.

Нелинейная цепь – электрическая цепь, в которую входит хотя бы один нелинейный элемент.

Цепи постоянного тока – электрические цепи, в которых основные процессы передачи и преобразования энергии происходят при неизменных во времени токах и напряжениях.

Электрический ток – направленное движение электрических зарядов. Носителями электрических зарядов в твердых проводниках являются электроны, в жидких проводниках – ионы, в полупроводниках – электроны и «дырки». Единица измерения – ампер (А).

Плотность тока – физическая величина, характеризующая распределение электрического тока по сечению проводника, через который он протекает. Единица измерения – А/м<sup>2</sup>.

Потенциал – напряжение, существующее между двумя произвольно выбранными точками. При определении потенциала какой-либо точки в качестве второй (базовой) точки часто принимается потенциал земли, приравненный к нулю. При определении потенциалов в электрической цепи (в схеме) нередко выбирают одну из точек, потенциал которой приравнивается к нулю.

Напряжение  $U$  – скалярная величина, равная линейному интегралу напряженности электрического поля, единица измерения – вольт (В). Напряжение характеризует затраты энергии, необходимые для перемещения электрического заряда из одной точки электрического поля в другую. Напряжение на участке электрической цепи характеризует энергию, которую движущиеся заряды отдают на этом участке. Это напряжение еще иначе называют падением напряжения на участке. 1 вольт означает, что каждый кулон заряда получает в случае ЭДС или отдает в случае напряжения 1 джоуль энергии.

Падение напряжения – значение напряжения на участке цепи, по которому протекает электрический ток. Знак (направление) падения

напряжения совпадает со знаком (направлением) тока в электрической цепи.

Полупроводник – вещество, основным свойством которого является зависимость его электропроводности от воздействия внешних факторов: температуры, электрического поля, света и т.д.

Изолятор – твердое, жидкое или газообразное вещество, не содержащее свободных носителей зарядов или содержащее незначительное их количество и оказывающее по этой причине большое сопротивление прохождению электрического тока. В группу изоляторов входят также диэлектрики.

Резистор – элемент электрической цепи, предназначенный для использования его электрического сопротивления.

Электрическое сопротивление  $R$  – скалярная величина, равная отношению постоянного напряжения на участке пассивной электрической цепи к постоянному току в нем при отсутствии на данном участке ЭДС. Единица измерения – Ом. Например, сопротивление проводника длиной  $l$  и площадью сечения  $S$  определяется по формуле:  $R = \rho l / S$ , где  $\rho$  – удельное сопротивление материала проводника.

Параметр сопротивления  $R$  характеризует свойство элемента поглощать энергию из электрической цепи и преобразовывать её в другие виды энергии. Известно, что мощность преобразования электрической энергии  $P$  пропорциональна квадрату тока, поэтому величина этого параметра определяется отношением  $R = P / I^2$ .

Индуктивность  $L$  – физическая величина, характеризующая способность катушки с током запасать магнитную энергию. Единица измерения – генри (Гн). Свойство элемента цепи создавать собственное магнитное поле (поле самоиндукции), когда в нём имеется электрический ток, характеризуют параметром индуктивности  $L$ . Параметр индуктивности является коэффициентом пропорциональности между током  $I$  и потокосцеплением  $\Psi$  данного устройства:  $\Psi = LI$ . Его называют также коэффициентом самоиндукции. Вебер-амперная характеристика элемента даёт возможность судить об изменении его параметра индуктивности в зависимости от тока.

Емкость  $C$  – физическая величина, характеризующая способность конденсатора запасать электрическую энергию. Единица измерения – фарада (Ф). Емкостной параметр  $C$  характеризует свойство элемента накапливать заряды или возбуждать ими электрическое поле. Этот параметр является коэффициентом пропорциональности между напряжением  $U$  и зарядом  $q$  элемента:  $q = CU$ . О величине ёмкостного пара-

метра при разных напряжениях можно судить по кулон-вольтной характеристике элемента.

Ампер (А) – единица измерения силы электрического тока, названная в честь французского физика Андре Мари Ампера (1775-1836 гг.).

Ватт (Вт) – единица измерения электрической мощности, названная в честь английского инженера Джеймса Ватта (1736-1819 гг.).

Вольт – единица измерения электрического напряжения (В), названная в честь итальянского физика Александра Волта (1745-1827 гг.).

Ом (Ом) – единица измерения сопротивления участка электрической цепи, названная в честь немецкого физика Георга Симона Ома (1787-1854 гг.).

Сименс (См) – единица измерения проводимости, названная в честь немецкого инженера Вернера Сименса (1816-1892 гг.).

Электрическая схема (схема соединения цепи) – графическое изображение цепи с помощью условных обозначений ее элементов.

Схема замещения цепи – графическое изображение цепи с помощью идеальных элементов, каждый из которых выполняет какую-нибудь одну функцию.

Ветвь – участок электрической цепи, состоящий из последовательно включенных источников и приемников при одном и том же протекающем через них токе.

Узел – место соединения трех и более ветвей.

Контур – часть электрической цепи, состоящая из двух и более ветвей, через которые можно провести замкнутый путь.

Двухполюсник – часть электрической цепи с двумя выделенными зажимами – полюсами (выводами). В виде двухполюсника можно представить источники ЭДС и тока и многие потребители энергии, в том числе все резистивные, индуктивные и емкостные элементы. Если в электрической схеме провести сечение, то она разделится на два двухполюсника.

Четырехполюсник – часть электрической цепи, имеющая две пары внешних зажимов (выводов), которые могут быть входными или выходными. В виде четырехполюсника можно представить многие электротехнические устройства: линии передачи и связи, однофазные трансформаторы, электрические фильтры, транзисторы, многие электронные устройства (выпрямители, усилители и т.д.).



Многополюсник – это часть электрической цепи, имеющая более двух выделенных выводов. Многополюсник – это обобщающее понятие для многих схем и устройств, поэтому в частных случаях проще представлять их в виде двухполюсника или четырехполюсника. Двухполюсник, четырехполюсник или многополюсник называется активным, если он содержит источник ЭДС или источник тока. В противном случае это будет пассивный двухполюсник, четырехполюсник или многополюсник.

Режим холостого хода (ХХ) – это режим, когда к внешним выводам источника (активного двухполюсника) не подключена нагрузка. При этом  $I = 0$ ,  $U = E$ .

Режим короткого замыкания (КЗ) – это режим, возникающий при соединении между собой внешних выводов источника (активного двухполюсника). При этом  $R = 0$ ,  $I_{КЗ} = E / R_e = \max$ , где  $R_e$  – внутреннее сопротивление источника ЭДС. Для источников электроэнергии, как правило, это аварийный режим (для источников ЭДС, источников напряжения).

Номинальный режим – это режим, при котором устройство (электрическая цепь) работает в режиме, на который рассчитан изготовителем, и со значениями электрических величин, равными паспортным (номинальным) значениям.

Согласованный режим – это режим, при котором мощность, отдаваемая источником или потребляемая приемником, достигает максимального значения. Это возможно, если сопротивление нагрузки равно внутреннему сопротивлению источника ЭДС, источника напряжения или электрической цепи, к которой подключена нагрузка.

Закон Ома – один из основных законов электрических цепей, согласно которому ток прямо пропорционален напряжению и обратно пропорционален сопротивлению. Это формулировка закона Ома для участка цепи:  $I = U/R = UG$ , где  $G$  – проводимость.

Для замкнутой цепи, состоящей, например, из источника ЭДС и нагрузки  $R$  закон Ома имеет вид:  $I = E / (R + R_e)$ .

Первый закон Кирхгофа – один из основных законов электрических цепей, согласно которому сумма токов, входящих в узел, равна сумме токов, выходящих из этого узла. Назван в честь автора – немецкого физика Густава Роберта Кирхгофа (1824-1887 гг.). Первый закон Кирхгофа применяется к узлам, является следствием закона сохранения заряда. Другая формулировка первого закона Кирхгофа: алгебраическая сумма токов в узле равна нулю, т.е.  $\Sigma I = 0$ .

Второй закон Кирхгофа – один из основных законов электрических цепей, согласно которому алгебраическая сумма падений напряжений на всех элементах замкнутого контура равна алгебраической сумме ЭДС, входящих в данный контур, т.е.:  $\sum RI = \sum E$ .

В этом уравнении положительные знаки применяются для токов и ЭДС, положительные направления которых совпадают с произвольно выбранным направлением обхода рассматриваемого контура. Второй закон Кирхгофа применяется к замкнутым контурам, является следствием закона сохранения энергии.

В свое время было разработано достаточно много методов расчета электрических цепей. К основным можно отнести следующие методы:

- 1) метод непосредственного использования законов Кирхгофа;
- 2) метод контурных токов;
- 3) метод эквивалентных преобразований (метод эквивалентного сопротивления или метод свертки);
- 4) метод наложения;
- 5) метод узловых потенциалов;
- 6) метод двух узлов;
- 7) метод эквивалентного генератора.

## 2 ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

Переменными называют ЭДС, напряжения и токи, которые периодически изменяются во времени.

Значения тока, напряжения или ЭДС в любой момент времени называют мгновенными и обозначаются малыми буквами:  $i$ ,  $u$ ,  $e$ .

Период  $T$  – наименьший интервал времени между двумя одинаковыми, неравными нулю, значениями переменной электрической величины: ЭДС, напряжения, тока.

Частота  $f$  – физическая величина, определяющее количество колебаний в единицу времени переменной электрической величины. Частота  $f$  – число периодов в секунду:  $f = 1/T$ . Единица измерения – герц (Гц), названная в честь немецкого физика Генриха Герца (1857-1894 гг.).

Амплитудные значения (амплитуды) – наибольшие значения мгновенных электрических величин:  $I_m$ ,  $U_m$ ,  $E_m$ .

Действующее значение – среднеквадратичное значение изменяющейся во времени электрической величины, например, перемен-

ного тока, действие которого при протекании через некоторое сопротивление идентично действию постоянного тока, значение которого равно данному действующему значению.

Векторная диаграмма – совокупность векторов на плоскости, каждый из которых отображает при  $t=0$  изменяющуюся по синусоидальному закону электрическую величину: ток, напряжение, ЭДС. Длина вектора – амплитудное или действующее значение электрической величины; угол, под которым строится вектор по отношению к горизонтальной оси – начальная фаза электрической величины.

Активное сопротивление  $R$  – сопротивление резистивного элемента в цепи переменного тока. Активное сопротивление – параметр электрической цепи или её схемы, равный отношению активной мощности пассивной электрической цепи к квадрату действующего значения тока на входе этой цепи. Активное сопротивление характеризует процесс преобразования электрической энергии в другие виды энергии. Активное сопротивление зависит от частоты тока и всегда больше сопротивления резистивного элемента в цепи постоянного тока: чем выше частота, тем больше активное сопротивление. Объясняется это тем, что с ростом частоты ток вытесняется во внешние слои проводника, т.е. площадь слоя, где протекает ток, уменьшается, а значит сопротивление увеличивается. Это особенно проявляется при высоких частотах. Однако на практике при частоте 50 Гц сопротивления проводника постоянному и переменному току считают равными.

Индуктивное сопротивление  $X_L$  – реактивное сопротивление, обусловленное индуктивностью цепи и равное произведению этой индуктивности и угловой частоты:  $X_L = \omega L$ .

Емкостное сопротивление  $X_C$  – реактивное сопротивление, обусловленное емкостью цепи и равное величине, обратной произведению этой емкости и угловой частоты:  $X_C = 1 / \omega C$ .

Активная мощность  $P$  – мощность электрической цепи переменного тока, преобразуемая в другой вид энергии (не электрической). Единица измерения – ватт (Вт). Активная мощность равна среднему значению мощности электрической цепи за период:  $P = UI \cos \varphi$ , где  $\cos \varphi$  называется коэффициентом мощности.

Реактивная мощность  $Q$  характеризует ту часть электрической энергии, которая запасается в магнитном поле индуктивной катушки или в электрическом поле конденсатора без преобразования в другие виды энергии:  $Q = UI \sin \varphi$ .

Полная мощность  $S$  – мощность, потребляемая нагрузкой переменного тока, составленной из активного и реактивного (индуктивного, емкостного) сопротивлений. Полная мощность включает в себя активную и реактивную мощности и равна:  $S=UI$ . Полная мощность характеризует пропускающую способность элементов электрической цепи.

Активная мощность измеряется в Вт, реактивная – в варах (ВАр), полная мощность – в ВА.

Коэффициент мощности  $\lambda$  – величина, равная отношению активной мощности электрической цепи переменного тока к полной мощности этой цепи:  $\lambda = P / S$ . Для цепи синусоидального тока  $\lambda = \cos \varphi$ , где  $\varphi$  – угол сдвига фаз тока и напряжения в цепи.

Полное электрическое сопротивление  $Z$  – параметр электрической цепи или её схемы, равный отношению действующего значения напряжения на зажимах пассивной электрической цепи к действующему значению тока на входе этой цепи при синусоидальных напряжении и токе, единица измерения – Ом:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} .$$

Полный ток – ток, потребляемый нагрузкой переменного тока, составленной из разнородных сопротивлений: активного, индуктивного, емкостного. Полный ток определяется как геометрическая сумма активной и реактивной составляющих.

Резонанс – явление, при котором сопротивление контура переменного тока, образованного индуктивностью и емкостью, становится чисто активным.

Резонанс напряжений – резонанс в последовательной цепи, содержащей индуктивное и емкостное сопротивления. Наступает при равенстве индуктивного и емкостного сопротивлений.

Резонанс токов – резонанс в электрической цепи, содержащей параллельно включенные индуктивное и емкостное сопротивления. Наступает при равенстве индуктивной и емкостной проводимостей.

### 3 ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ

Многофазная система – совокупность электрических цепей, в которых действуют синусоидальные ЭДС одинаковой амплитуды и одной и той же частоты, отличающиеся по фазе одна от другой на одну и ту же величину и создаваемые общим источников энергии.

Каждую из однофазных цепей, входящую в многофазную систему и состоящую из источника (обмотки генератора или трансформатора), провода и приемника электрической энергии, принято называть фазой.

Многофазная электрическая цепь называется симметричной, если комплексные сопротивления всех ее фаз равны.

Линейный провод – провод, соединяющий начало фазы источника с началом фазы приемника.

Нейтральный провод – провод, соединяющий нейтральную (нулевую) точку источника и нейтральную (нулевую) точку приемника. Нейтральный провод обеспечивает симметрию фазных напряжений приемника при несимметричной нагрузке, в первую очередь их равенство.

Линейное напряжение  $U_L$  – напряжение между началами двух фаз.

Фазное напряжение  $U_\phi$  – напряжение между началом и концом одной фазы источника или приемника.

Линейный ток  $I_L$  – ток, протекающий в линейном проводе.

Напряжение смещения нейтрали – напряжение между нейтральными (нулевыми) точками источника и приемника. Возникает при несимметричной нагрузке (в первую очередь в трехфазной цепи, соединенной звездой без нейтрального провода) и вызывает отклонение значения фазных напряжений на нагрузке от номинального значения.

Симметричная (равномерная) нагрузка – нагрузка, у которой комплексные сопротивления всех её фаз равны.

#### **4 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ С НЕЛИНЕЙНЫМИ РЕЗИСТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

Нелинейный элемент (НЭ) – пассивный элемент электрической цепи, основным параметр которого зависит от тока или напряжения. Электрическая цепь, содержащая нелинейные элементы, называется нелинейной.

Нелинейное сопротивление – активное сопротивление, напряжение на зажимах которого нелинейно зависит от значения протекающего через него тока.

Статическое сопротивление НЭ – отношение напряжения на элементе к току в нем в заданной точке его ВАХ, определённые для данной точки. Статическое сопротивление можно определить графически

как тангенс угла наклона прямой, проведенной через начало координат и заданную точку.

Дифференциальное сопротивление НЭ – отношение бесконечно малого приращения напряжения к соответствующему приращению тока в заданной точке его ВАХ:

$$R_{\text{диф}} = dU/dI .$$

Дифференциальное сопротивление можно определить графически как тангенс угла наклона касательной к ВАХ, проведенной через заданную точку.

Терморезистор – нелинейный резистор, значение сопротивления которого зависит от температуры, в результате чего протекающий через него ток является нелинейной функцией сопротивления. Терморезисторы используют в качестве датчиков температуры в системах автоматического регулирования и управления.

Тензорезистор – нелинейный резистор, сопротивление которого изменяется в зависимости от его деформации. Тензорезисторы используются в тензометрии. С помощью тензорезисторов можно измерять деформации механически связанных с ними элементов. Тензорезистор является основной составной частью тензодатчиков, применяющихся для косвенного измерения силы, давления, веса, механических напряжений, крутящих моментов и пр.

## 5 МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ

Магнитное поле – одна из двух сторон электромагнитного поля, характеризующаяся воздействием на движущуюся электрически заряженную частицу с силой, пропорциональной заряду частицы и её скорости. Физически магнитное поле обусловлено движением электрических зарядов.

Магнитная цепь – электрическая цепь или электротехническое устройство, отдельные участки которого выполнены из ферромагнитных материалов, по которым замыкается магнитный поток.

Магнитная индукция  $B$  – величина, равная отношению силы, действующей в магнитном поле на единицу длины проводника, перпендикулярного направлению поля, к силе тока в проводнике. Магнитная индукция характеризует степень ориентации элементарных магнитов (доменов) ферромагнитного вещества относительно силовых линий внешнего магнитного поля.

Тесла (Тл) – единица измерения индукции магнитного поля, названная в честь чешского физика и электротехника Николы Тесла (1856-1943 гг.).

Магнитный поток  $\Phi$  или иначе поток вектора магнитной индукции через данную поверхность  $S$  определяется числом линий, пронизывающих эту поверхность и равен:

$$\Phi = \int_S \vec{B} d\vec{S} = \int_S B \cos \alpha dS,$$

где  $\alpha$  - угол между направлением вектора магнитной индукции  $B$  и нормалью к поверхности  $S$  в данной точке.

Единица измерения – вебер (Вб).

Для однородного магнитного поля и плоскости:  $\Phi = BSc \cos \alpha$ .

Вебер (Вб) – единица измерения магнитного потока, названная в честь немецкого физика Вильгельма Вебера (1804-1891 гг.).

Напряженность магнитного поля  $H$  – векторная величина, характеризующее магнитное поле токов и не зависящее от свойств среды, единица измерения А/м. Напряженность магнитного поля показывает, какая намагничивающая сила участвует в создании магнитного поля.

Магнитная проницаемость  $\mu$  – величина, характеризующая магнитные свойства вещества. На практике различают абсолютную  $\mu_a$  и относительную  $\mu$  магнитные проницаемости, связанные между собой формулой:

$$\mu_a = \mu \mu_0 = B/H,$$

где  $B$  – магнитная индукция;  $H$  – напряженность магнитного поля;  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} = 1,256 \times 10^{-6}$  Гн/м – магнитная постоянная (абсолютная магнитная проницаемость вакуума). Абсолютная магнитная проницаемость измеряется в Гн/м, а относительная магнитная проницаемость – безразмерная величина. Принято считать, что ферромагнитные вещества и воздух имеют относительную магнитную проницаемость, равную 1, т.е. как у вакуума.

Абсолютная магнитная проницаемость  $\mu_a$  – величина, характеризующая магнитные свойства вещества, равная отношению модуля магнитной индукции к модулю напряженности магнитного поля. Измеряется в Гн/м.

Магнитное сопротивление  $R_m$  характеризует способность вещества препятствовать прохождению через него магнитному потоку, единица измерения 1/Гн.  $R_m = l/\mu_a S$ , где  $l$ ,  $S$  – соответственно средние длина и площадь сечения участка магнитной цепи.

Закон полного тока определяет взаимную обусловленность протекания тока и возникновения магнитного поля. Математическим выражением этого закона служит формула

$$\oint \vec{H} d\vec{l} = \oint H \cos \alpha dl = \sum_{k=1}^n I_k, \quad (5.1)$$

где  $H$  – вектор напряжённости магнитного поля в данной точке пространства;

$dl$  – элемент длины замкнутого контура  $l$ ;

$\alpha$  – угол между направлениями векторов  $H$  и  $dl$ ;

$\sum_{k=1}^n I_k$  – алгебраическая сумма токов, пронизывающих контур  $l$ .

Закон полного тока читается так: *линейный интеграл вектора напряженности магнитного поля по замкнутому контуру равен полному току, охватываемому этим контуром.*

Ток  $I_k$ , пронизывающий контур  $l$ , считается положительным, если принятое направление обхода контура и направление этого тока связаны правилом буравчика (правоходового винта). Правую часть выражения (5.1) называют полным током или магнитодвижущей силой  $F$  (МДС).

Магнитодвижущая сила (МДС)  $F$  – величина, характеризующая намагничивающее действие электрического тока и равная циркуляции напряженности магнитного поля вдоль замкнутого контура, единица измерения – ампер (А). Так как магнитное поле в электротехнических устройствах создается в основном индуктивными катушками, то МДС (иначе – намагничивающая сила, сокращенно НС) равна:  $F=IN$ , где  $N$  – число витков катушки,  $I$  – ток в катушке.

Вихревые токи – электрические токи в проводящем теле (металлическом изделии), которые вызваны электромагнитной индукцией и которые замыкаются по контурам, образующим односвязную область.

Взаимная индукция – электромагнитная индукция, вызванная изменением сцепляющегося с контуром магнитного потока, обусловленного электрическими токами в других контурах.

Петля гистерезиса – зависимость между индукцией  $B$  и напряженностью  $H$  магнитного поля в ферромагнитных материалах, представленная в графическом виде.

## 6 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ УСТРОЙСТВА И ТРАНСФОРМАТОРЫ



Электромагнит – устройство, состоящее из индуктивной катушки (обмотки, как правило, многослойной) и ферромагнитного сердечника.

Магнитопровод – ферромагнитный сердечник электромагнитного устройства (трансформатора, электромагнита и т.д.), по которому замыкается магнитный поток и на котором расположены основные обмотки. Магнитопровод предназначен для увеличения магнитного потока при той же МДС и придания магнитному полю надлежащей конфигурации.

Ярмо – часть магнитной системы электромагнитного устройства, не несущая основных обмоток и служащая для замыкания магнитного потока.

Обмотка – изолированные алюминиевые или медные проводники, расположенные на стержнях магнитопровода трансформатора или на полюсах или в пазах статора или ротора электрической машины.

Трансформатор – статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты.

Трансформатор напряжения – маломощный трансформатор, предназначенный для согласования напряжения электрической цепи с напряжением, подаваемым на измерительный прибор. Используется для подключения к высоковольтным сетям вольтметров и обмоток напряжения измерительных приборов (счетчиков энергии и др.).

Трансформатор тока – измерительный трансформатор, ток во вторичной обмотке которого пропорционален току в первичной обмотке и совпадает с ним по фазе. Используется для подключения к высоковольтным сетям амперметров и обмоток тока измерительных приборов (счетчиков энергии и др.).

Электротехническая сталь – магнитомягкое вещество, представляющее собой сплав железа с кремнием (до 10-12%), используемое для изготовления магнитных систем электромагнитных устройств и электрических машин.

Трансформаторная сталь – магнитомягкое вещество, используемое для изготовления магнитных систем трансформаторов.

Условия параллельной работы – требования, соблюдение которых позволяет обеспечить устойчивую параллельную работу двух и более трансформаторов или генераторов переменного тока.

Для обеспечения параллельной работы трансформаторов необходимо, чтобы все трансформаторы имели:

- одинаковые напряжения на первичных обмотках и одинаковые напряжения холостого хода;
- одинаковые схемы и группы соединения обмоток;
- одинаковые напряжения короткого замыкания (отклонение по напряжению допустимо, но не более  $\pm 10\%$ ).

Автотрансформатор – трансформатор, две или более обмоток которого гальванически связаны так, что они имеют общую часть. Как правило, одна из обмоток является частью другой обмотки.

Коэффициент трансформации – коэффициент, равный отношению ЭДС первичной и вторичной обмоток трансформатора, или отношению числа витков этих обмоток, или отношению номинального напряжения первичной обмотки к напряжению холостого хода вторичной обмотки:

$$n = E_1 / E_2 = N_1 / N_2 = U_1 / U_{2x} \approx I_{2н} / I_{1н} .$$

Если  $n=1$ , то получаем приведённый трансформатор.

Опыт холостого хода трансформатора – режим ХХ, осуществляемый при номинальных значениях частоты и напряжения на первичной обмотке с целью опытного определения паспортных величин: напряжения ХХ на вторичной обмотке, магнитных потерь энергии в магнитопроводе, тока ХХ в процентах к номинальному току в первичной обмотке, а также других параметров и характеристик трансформатора.

Опыт короткого замыкания трансформатора – режим КЗ, осуществляемый с целью опытного определения паспортных величин: электрических потерь энергии в обмотках, напряжения КЗ (напряжение КЗ в процентах к номинальному) и других параметров и характеристик обмоток при номинальной частоте и напряжении, пониженном против номинального напряжении на первичной обмотке, при замкнутой вторичной обмотке. Если у трансформатора число обмоток более двух, то остальные обмотки не замкнуты на внешние цепи.

Потери в обмотках трансформатора (потери короткого замыкания) – мощность, рассеиваемая в обмотках трансформатора при номинальных токах в обмотках, являющаяся причиной их нагрева. Потери определяются значениями активного сопротивления обмоток и протекающих в них токов.

Магнитные потери трансформатора (потери холостого хода) – потери в магнитной системе трансформатора, обусловленные её пере-

магничиванием (потери на гистерезис) и вихревыми токами (потери на вихревые токи или токи Фуко).

Группа соединения обмоток трансформатора – угловое смещение векторов линейных ЭДС обмоток низшего напряжения по отношению к векторам соответствующих ЭДС высшего напряжения.

## 7 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Значение физической величины – оценка физической величины в виде некоторого числа принятых для неё единиц.

Действительное значение физической величины – это значение физической величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.

Прямое измерение – измерение, при котором искомое значение величины находят непосредственно из эксперимента.

Косвенное измерение – измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергающимися прямым измерениям.

Метод измерений – совокупность приемов использования принципов и средств измерения.

Метод непосредственной оценки – измерение, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия.

Метод сравнения с мерой – метод измерения, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.

Мера – средство измерения, предназначенное для воспроизведения и хранения физической величины заданного размера.

Средства измерения – технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические свойства.

Измерительный преобразователь – средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, обработки, хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

Измерительный прибор – средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателя.

Точность – важнейшая характеристика измерительного прибора, которую принято оценивать с помощью погрешностей его показаний.

Абсолютная погрешность  $\Delta A$  – разность между показанием прибора  $A$  и действительным значением  $A_0$  измеряемой величины:

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

Поправка  $\alpha$  – величина, которую следует алгебраически прибавить к показаниям прибора, чтобы получить действительное значение измеряемой величины:  $\alpha = -\Delta A$ .

Относительная погрешность измерения  $\beta$  – отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины, обычно выражаемое в процентах:  $\beta = (\Delta A / A_0) * 100\%$ .

Приведенная погрешность прибора  $\beta_H$  – выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности  $\Delta A$  к наибольшему значению  $A_H$  измеряемой величины, на которое градуирована шкала прибора, т.е. к верхнему пределу измерения прибора, являющемуся номинальным значением измеряемой величины, на которое рассчитан прибор:

$$\beta_H = (\Delta A / A_H) * 100\%.$$

Класс точности измерительного прибора – максимально допустимая основная приведенная погрешность (в любом месте диапазона измерения), округленная до ближайшего большего значения ряда 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 (9 классов точности). Класс точности обозначается на шкале прибора и определяет предельно допустимую погрешность показаний данного прибора. Если измерительный прибор обладает, например, классом точности 0,5, то это означает, что при измерении параметра значение относительной погрешности не превышает  $\pm 0,5\%$ .

Цена деления или постоянная прибора – число, на которое необходимо умножить указываемое стрелкой прибора количество безразмерных делений или угловых градусов шкалы (на которые она градуирована), чтобы получить значение измеряемой прибором величины в её единицах измерения.

Цена деления определяется как:  $C = A_H / N$ , где  $N$  – максимальное число делений шкалы прибора.

Чувствительность – отношение приращения выходной величины  $Y$  к приращению входной величины  $X$ :  $S = dY/dX$ . Для измерительного прибора чувствительностью называют отношение числа делений или

градусов, на которое перемещается стрелка прибора, к изменению измеряемой величины, вызвавшему это перемещение. Для прибора с равномерной шкалой чувствительность – величина, обратная цене деления.

Порог чувствительности прибора – наименьшее значение измеряемой или контролируемой прибором физической величины, способное вызвать заметное изменение показания прибора.

## **8 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН**

Статор – неподвижная часть электрической машины.

Ротор – вращающаяся часть электрической машины.

Якорь – составная часть электрической машины, в которой в соответствии с явлением электромагнитной индукции наводится ЭДС. В машинах постоянного тока якорь – это ротор. В синхронных машинах якорь – это статор.

Индуктор – составная часть электрической машины, создающее основное магнитное поле. В синхронных машинах индуктором служит ротор.

Коллектор – элемент конструкции электрической машины, обеспечивающий протекание электрического тока в контуре, образованном обмоткой якоря и внешней цепью. Обычно коллектор состоит из нескольких проводящих пластин-ламелей трапецеидальной формы, равномерно распределенных по окружности и закрепленных на цилиндрической детали из электроизоляционного материала. Между пластинами отсутствует гальваническая связь за счет диэлектрических прокладок (например, из миканита – изделия из слюды).

Вращающееся поле – магнитное поле постоянной амплитуды, вращающееся с постоянной скоростью внутри статора электрических машин вокруг его оси. Создается в трехфазных асинхронных и синхронных машинах.

Вращающееся эллиптическое поле – специальное вращающееся магнитное поле, амплитуда которого периодически меняется в заданных пределах. Создается в однофазных асинхронных двигателях со специальной конструкцией статора.

Правило левой руки – правило определения направления механической силы, действующей на проводник с током в электрическом поле. Используется в теории электрических машин.

Правило правой руки – правило определения направления силовых линий электромагнитного поля, создаваемого проводником с током. В теории электрических машин также используется для определения направления ЭДС, возникающей в проводниках ротора.

Принцип действия электрического генератора основан на явлении электромагнитной индукции.

Принцип работы электродвигателя основан на взаимодействии электромагнитного поля и проводника с током. В общем случае вращающий момент электродвигателя пропорционален произведению магнитного потока статора и тока ротора.

Механическая характеристика двигателя – зависимость между вращающимся моментом электродвигателя и его частотой вращения при неизменных напряжении и частоте тока питающей сети и внешних сопротивлениях в цепях обмоток двигателя. Нередко механические характеристики изображают как зависимость частоты вращения (скорости) двигателя от вращающего момента. Для асинхронных двигателей нередко механическую характеристику изображают как зависимость вращающего момента от скольжения.

Саморегулирование в двигателе – свойство автоматического установления равновесия между статическим моментом сопротивления нагрузки и преодолевающим его вращающим моментом двигателя.

Время пуска – продолжительность разгона электродвигателя до номинальной частоты вращения после подключения его к питающей сети.

Время разгона – время от момента подачи напряжения на обмотки электродвигателя до момента, когда частота вращения его ротора достигает 95% установившегося значения, соответствующего норме.

Время торможения – время, в течение которого электродвигатель после начала торможения приходит в состояние покоя.

Реверс (реверсирование) – изменение направления вращения ротора электрического двигателя на обратное.

## **9 АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ**

Асинхронная машина (АМ) – бесколлекторная машина переменного тока, у которой в установившемся режиме магнитное поле, участвующее в основном процессе преобразования энергии, и ротор вращаются с разными частотами вращения.

Асинхронный двигатель (АД) – двигатель переменного тока, у которого в установившемся режиме магнитное поле статора и ротор вращаются с разными частотами вращения, как правило, частота вращения ротора меньше частоты вращения магнитного поля статора.

Скольжение – отношение разности частоты вращения магнитного поля статора  $n_1$  и частоты вращения ротора  $n_2$  к частоте вращения магнитного поля статора:  $s=(n_1-n_2)/n_1$ . Скольжение – безразмерная величина, которая может выражаться в процентах.

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором – асинхронный двигатель, у которого обмотка ротора выполнена в виде короткозамкнутой обмотки (беличьей клетки). Данную конструкцию ротора имеют большинство асинхронных двигателей.

Асинхронный двигатель с двойной беличьей клеткой – асинхронный двигатель, у которого две короткозамкнутые обмотки ротора (беличьей клетки): внешняя обмотка с увеличенным удельным сопротивлением – пусковая, внутренняя (в глубине ротора) – рабочая. Данная конструкция ротора позволяет уменьшить пусковой ток и увеличить пусковой момент двигателя.

Асинхронный двигатель с фазным ротором (с контактными кольцами) – трехфазный асинхронный двигатель (ТАД), у которого выводы трехфазной обмотки ротора, соединенной звездой, присоединены к трех контактными медными кольцами, расположенным на валу двигателя, по которым скользят щетки. К обмотке ротора через кольца и щетки могут подключаться внешние устройства, например, пусковые реостаты для уменьшения пускового тока и увеличения пускового момента.

Асинхронный двигатель с полым ротором – асинхронный двигатель, у которого ротор выполнен в виде полого цилиндра из немагнитного электропроводящего материала. Такие двигатели мощностью от единиц до 100 Вт используются в системах автоматики при частоте питающего напряжения от 50 до 500 Гц. На статоре двигателя размещены две обмотки – пусковая обмотка и обмотка управления, создающие вращающееся магнитное поле, которое приводит к появлению вихревых токов в цилиндрическом роторе. При взаимодействии вращающегося магнитного поля статора с вихревыми токами ротора возникает вращающий момент. Для повышения эффективности преобразования энергии внутри цилиндрического ротора размещен неподвижный круглый сердечник из магнитомягкого материала.

Асинхронный конденсаторный двигатель – однофазный асинхронный двигатель, у которого на статоре размещены две обмотки, последовательно с одной из которых включен конденсатор. Такая конструкция статора позволяет получить эллиптическое вращающееся магнитное поле. Данные двигатели мощностью до 1,5 кВт используют в бытовых приборах и машинах, а также для привода промышленных механизмов малой мощности, питающихся от однофазной сети.

Двигатель с экранированными полюсами (с расщепленными полюсами и короткозамкнутыми витками на них) – однофазный асинхронный двигатель с сосредоточенными короткозамкнутыми обмотками, охватывающими части явно выраженных полюсов, в котором результирующее магнитное поле образуется из магнитных полей основной и короткозамкнутой обмоток и имеет эллиптическую форму. Двигатель имеет мощность до 100 Вт и низкий КПД (15-20%), используется в бытовых приборах и звуковоспроизводящей аппаратуре.

Торможение постоянным током – динамическое торможение асинхронного двигателя, при котором обмотка статора подключается к источнику постоянного тока. В результате постоянное магнитное поле тормозит ротор.

Торможение противовключением – электрическое торможение электродвигателя, осуществляемое путем переключения его обмоток в положение, соответствующее другому направлению вращения.

## 10 МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Обмотка возбуждения – обмотка на полюсах машины постоянного тока (МПТ), предназначенная для создания магнитного поля.

Реакция якоря – воздействие магнитного поля тока обмотки якоря на магнитное поле полюсов электрической машины. Приводит к искажению магнитного поля машины, возникновению искрения под щетками, уменьшению величины магнитного потока и, как следствие, к уменьшению ЭДС в генераторе или вращающего момента в двигателе.

Геометрическая нейтраль – прямая линия, проходящая через середину якоря перпендикулярно оси полюсов.

Физическая нейтраль – прямая линия, проходящая через середину якоря перпендикулярно силовым линиям магнитного поля машины. В витках обмотки якоря, оказавшихся на физической нейтрали, не наводится ЭДС от потока возбуждения. При установке щёток на оси фи-



зической нейтрали обеспечивается безыскровая коммутация обмотки якоря.

Коммутация в МПТ – процесс переключения секций замкнутой обмотки якоря из одной параллельной ветви в другую, сопровождающийся изменением направления тока в секциях обмотки якоря.

Компенсационная обмотка – дополнительная обмотка на основных или дополнительных полюсах машины, соединенная последовательно с обмоткой якоря для уменьшения отрицательных

Способы возбуждения в МПТ – способы создания основного магнитного поля в МПТ. Различают четыре способа возбуждения:

- независимое возбуждение, когда магнитное поле машины создается или током в обмотке возбуждения, подключенной к отдельному источнику постоянного тока, или постоянными магнитами, используемыми в качестве полюсов машины малой мощности;

- параллельное возбуждение, когда параллельная обмотка возбуждения включена параллельно обмотке якоря;

- последовательное возбуждение, когда последовательная обмотка возбуждения включена последовательно с обмоткой якоря;

- смешанное возбуждение, когда на полюсах машины установлены две обмотки: параллельная обмотка возбуждения и последовательная обмотка возбуждения.

Универсальный коллекторный двигатель – однофазный коллекторный двигатель переменного тока, предназначенный для привода маломощных промышленных и бытовых электроустановок (например, электроинструмента) при питании его как переменным, так и постоянным током. Его устройство практически совпадает с устройством двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. Обладает хорошими пусковыми свойствами и большой перегрузочной способностью.

## 11 СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

Синхронная машина – бесколлекторная машина переменного тока, у которой при постоянном токе обмотки возбуждения магнитное поле, участвующее в основном процессе преобразования энергии, неподвижно относительно индуктора. В трехфазной синхронной машине частота вращения магнитного поля статора равна частоте вращения ротора.

Выпадение из синхронизма – нарушение устойчивой параллельной работы синхронной машины с сетью при синхронной частоте вращения, в результате которого машина начинает работать с асинхронной частотой вращения. В трехфазном синхронном двигателе ведет к его остановке.

U-образная (V-образная) характеристика – зависимость тока статора синхронного двигателя от тока ротора (тока возбуждения) при неизменных активной мощности, напряжении на выводах обмотки статора и частоте вращения ротора.

Режим синхронного компенсатора – режим работы синхронного двигателя, при котором за счет превышения тока обмотки возбуждения некоторого порогового значения (за счет перевозбуждения) переменный ток обмотки статора становится емкостным. Как правило, синхронный двигатель, работая вхолостую в режиме синхронного компенсатора, выполняет роль конденсатора для повышения коэффициента мощности нагрузки.

Синхронный реактивный двигатель – синхронный двигатель с явно выраженными ферромагнитными полюсами без обмотки возбуждения и постоянных магнитов на роторе, вращающий момент которого создается в результате неравенства магнитных проводимостей по продольной и поперечной осям машины. Относится к маломощным электродвигателям (до 10 кВт) и используется там, где требуется постоянная скорость вращения, определяемая частотой и величиной питающего переменного напряжения (например, бытовая техника, станки в текстильной промышленности и т.д.).

Гистерезисный двигатель – синхронный двигатель (с гладким, цилиндрическим или дисковым ротором) без обмотки возбуждения и постоянных магнитов, вращающий момент которого создается в результате взаимодействия магнитного поля статора и поля остаточного намагничивания ротора. Вращающий момент во время пуска создается за счет перемагничивания ротора.

Шаговый двигатель – синхронный двигатель, в котором электрическая энергия, подаваемая в виде импульсов, преобразуется в дискретные угловые перемещения ротора.

## **12 АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ И ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ**

Автомат защиты – автоматический выключатель, предназначенный для защиты человека и животных от поражения электрическим током, а также для защитного отключения электрооборудования во избежание его повреждения при протекании токов короткого замыкания или при перегрузке.

Электрическое реле – электротехническое устройство, в котором замыкание и/или размыкание контактов осуществляется за счет срабатывания электромагнита (в электромагнитном реле) или при тепловом изменении конфигурации входящих в него деталей (в тепловом реле).

Биметаллический расцепитель (тепловое реле) – расцепитель (выключатель) инерционного типа, предназначенный для защитного отключения электрической цепи при перегрузке. Он выполнен в виде биметаллической пластины, на которую намотана нагревательная спираль, включенная в контролируемую цепь.

Максимальнотокковый (электромагнитный) расцепитель – защитный элемент, обеспечивающий мгновенное отключение электрооборудования при коротком замыкании в цепи нагрузки. Встраивается в коммутационные аппараты (контакторы, магнитные пускатели, автоматические выключатели) и состоит из магнитопровода с обмоткой и якоря, который механически связан с размыкаемыми контактами коммутационного аппарата. При резком возрастании тока нагрузки, протекающего в обмотке расцепителя, якорь притягивается к магнитопроводу, обеспечивая размыкание контактов коммутационного аппарата.

Пускатель – электрический коммутационный аппарат, предназначенный для пуска, остановки и, как правило, защиты электродвигателей. Если замыкание контактов осуществляется за счет срабатывания электромагнитов, то имеем магнитный пускатель.

Предохранитель – коммутационный электрический аппарат, предназначенный для отключения защищаемой цепи посредством разрушения специально предназначенных для этого токоведущих частей под действием протекающего через них тока, превышающего определенное значение.

Время срабатывания – интервал времени, в течение которого после подачи на обмотку реле входного сигнала оно переходит из одного устойчивого состояния (включенное или отключенное) в другое устойчивое состояние (отключенное или включенное).

Класс защиты от поражения электрическим током – степень защиты электрооборудования от поражения электрическим током человека при непрямом прикосновении к токоведущим частям.

К первому классу относится электрооборудование, снабженное клеммой для подключения заземляющего провода, а в вилке (штекере) для подключения питания имеется заземляющий контакт. Ко второму классу относится электрооборудование, оснащенное защитной изоляцией. К третьему классу относится электрооборудование, получающее питание при пониженном напряжении. Электрооборудование, в котором отсутствуют указанные выше средства защиты от поражения электрическим током, относятся к нулевому классу.

Напряжение прикосновения – напряжение, приложенное к телу человека при его соприкосновении с токоведущими частями электрооборудования. Оно имеет место и в случае прикосновении к нетоковедущим металлическим частям электрооборудования, оказавшимся под напряжением в результате повреждения электрической изоляции. Ток через тело человека прямо пропорционален напряжению прикосновения и обратно пропорционален электрическому сопротивлению его тела.

Напряжение пробоя изоляции – характеризует максимально возможное напряжение, которое выдерживает электроизоляционный материал без потери им электрической прочности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Касаткин, А.С. Курс электротехники [Текст]: учебник / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – М.: Высшая школа, 2005. - 542 с.
2. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи [Текст]: учебник. – М.: Гардарики, 2002. – 638с.
3. Корневский, Н.А. Общая электротехника [Текст]: учебное пособие / Н.А. Корневский, И.С. Некрасов, А.С. Романченко. - Курск: Курск. гос. техн. ун-т, 2005. - 291 с.
4. Электротехника и электроника [Текст]: учебное пособие / В.М. Бобырь, В.И. Иванов, В.С. Титов, А.С. Ястребов. В 2 кн. - Курск: КурскГТУ, 2009. - Кн. 1. Электротехника. - 153 с.
5. Григораш, О.В. Электротехника и электроника [Текст]: учебник. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. - 462 с.
6. Иванов, И.И. Электротехника [Текст]: учебное пособие. - СПб.: Лань, 2009. - 496 с.
7. Электротехника и электрооборудование [Текст]: учебное пособие / Под ред. П.П. Ястребова. - Воронеж: ВГУ, 1987. – 384 с.