

# Классификация электрических аппаратов

**Электрический аппарат** – это устройство, управляющее электропотребителями и источниками питания, а также использующее электрическую энергию для управления неэлектрическими процессами.

Электрические аппараты общепромышленного назначения, электробытовые аппараты и устройства выпускаются напряжением до 1 кВ, высоковольтные – свыше 1 кВ. До 1 кВ делятся на аппараты ручного, дистанционного управления, аппараты защиты и датчики.

Электрические аппараты классифицируются по ряду признаков:

1. по назначению, т. е. основной функции выполняемой аппаратом,
2. по принципу действия,
3. по характеру работы
4. роду тока
5. величине тока
6. величине напряжения (до 1 кВ и выше)
7. исполнению
8. степени защиты (IP)
9. по конструкции

## Особенности и области применения электрических аппаратов

### Классификация электрических аппаратов в зависимости от назначения:



**1. Аппараты управления**, предназначены для пуска, реверсирования, торможения, регулирования скорости вращения, напряжения, тока электрических машин, станков, механизмов или для пуска и регулирования параметров других потребителей электроэнергии в системах электроснабжения. Основная функция этих аппаратов это управление электроприводами и другими потребителями электрической энергии. Особенности: частое включение, отключение до 3600 раз в час т.е. 1 раз в секунду.

К ним относятся электрические **аппараты ручного управления** - пакетные выключатели и переключатели, рубильники, универсальные переключатели, контролеры и командоконтролеры, реостаты и др., и электрические **аппараты дистанционного управления** - электромагнитные реле, пускатели, контакторы и т. д.

**2. Аппараты защиты**, используются для коммутации электрических цепей, защиты электрооборудования и электрических сетей от сверхтоков, т. е. токов перегрузки, пиковых токов, токов короткого замыкания.

К ним относятся плавкие предохранители, тепловые реле, токовые реле, автоматические выключатели и др.

**3. Контролирующие аппараты**, предназначены для контроля заданных электрических или неэлектрических параметров. К этой группе относятся датчики. Эти аппараты преобразуют электрические или неэлектрические величины в электрические и выдают информацию в виде электрических сигналов. Основная функция этих аппаратов заключается в контроле за заданными электрическими и неэлектрическими параметрами.

К ним относятся датчики тока, давления, температуры, положения, уровня, фотодатчики, а также реле, реализующие функции датчиков, например реле контроля скорости (РКС), реле времени, напряжения, тока.

## **Классификация электрических аппаратов по принципу действия**

По принципу действия электроаппараты разделяются в зависимости от характера воздействующего на них импульса. Исходя из тех физических явлений, на которых основано действие аппаратов, наиболее распространенными являются следующие категории:

1. **Коммутационные электрические аппараты** для замыкания и размыкания электрических цепей при помощи контактов, соединенных между собой для обеспечения перехода тока из одного контакта в другой или удаленных друг от друга для разрыва электрической цепи (рубильники, переключатели, ...)

2. **Электромагнитные электрические аппараты**, действие которых зависит от электромагнитных усилий, возникающих при работе аппарата (контакторы, реле, ...).

3. **Индукционные электрические аппараты**, действие которых основано на взаимодействии тока и магнитного поля (индукционные реле).

4. **Катушки индуктивности** (реакторы, дроссели насыщения).

## **Классификация электрических аппаратов по характеру работы**

По характеру работы электрические аппараты различают в зависимости от режима той цепи, в которой они установлены:

1. Аппараты, работающие длительно,
2. предназначенные для кратковременного режима работы,
3. работающие в условиях повторно-кратковременной нагрузки.

## **Классификация электрических аппаратов по роду тока**

По роду тока: постоянного и переменного.

## **Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам**

Особенно многообразны конструктивные разновидности современных аппаратов, в связи с этим различны и требования, предъявляемые к ним. Однако существуют и некоторые общие требования вне зависимости от назначения, применения или конструкции аппаратов. Они зависят от назначения, условий эксплуатации, необходимой надежности аппаратов.

Изоляция электрического аппарата должна быть рассчитана в зависимости от условий возможных перенапряжений, которые могут возникнуть в процессе работы электрической установки.

Аппараты, предназначенные для частого включения и отключения номинального тока нагрузки, должны иметь высокую механическую и электрическую износоустойчивость, а температура токоведущих элементов не должна превышать допустимых значений.

При коротких замыканиях токоведущая часть аппарата подвергается значительным термическим и динамическим нагрузкам, которые вызваны большим током. Эти экстремальные нагрузки не должны препятствовать дальнейшей нормальной работе аппарата.

Электрические аппараты в схемах современных электротехнических устройств должны обладать высокой чувствительностью, быстродействием, универсальностью.

Общим требованием по всем видам аппаратов является простота их устройства и обслуживания, а также их экономичность (малогабаритность, наименьший вес аппарата, минимальное количество дорогостоящих материалов для изготовления отдельных частей).

## **Режимы работы электротехнических устройств**

Номинальный режим работы - это такой режим, когда элемент электрической цепи работает при значениях тока, напряжения, мощности указанных в техническом паспорте, что соответствует наивыгоднейшим условиям работы с точки зрения экономичности и надежности (долговечности).

**Нормальный режим работы** - режим, когда аппарат эксплуатируется при параметрах режима незначительно отличающихся от номинального.

**Аварийный режим работы** - это такой режим, когда параметры тока, напряжения, мощности превышают номинальный в два и более раз. В этом случае объект должен быть отключен. К аварийным режимам относят прохождение токов короткого замыкания, тока перегрузки, понижение напряжения в сети.

**Надежность** – безотказная работа аппарата за все время его эксплуатации.

Свойство электрического аппарата выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания и ремонтов, хранения и транспортирования.

### **Исполнение электрических аппаратов по степени защиты**

Степень защиты от проникновения твердых тел и жидкости определяется ГОСТ 14254-80. В соответствии с ГОСТ устанавливается 7 степеней от 0 до 6 от попадания внутрь твердых тел и от 0 до 8 от проникновения жидкости.

Обозначение степеней защиты	Защита от проникновения твердых тел и соприкосновения персонала с токоведущими и вращающимися частями.	Защита от проникновения воды.
0	Специальная защита отсутствует.	
1	Большого участка человеческого тела, например, руки и твердых тел размером более 50 мм.	Капель, падающих вертикально.
2	Пальцев или предметов длиной не более 80 мм и твердых тел размером более 12 мм.	Капель при наклоне оболочки до 15° в любом направлении относительно нормального положения.
3	Инструмента, проволоки и твердых тел диаметром более 2,5 мм.	Дождь, падающий на оболочку под углом 60° от вертикали.
4	Проволоки, твердых тел размером более 1 мм.	Брызг, падающих на оболочку в любом направлении.
5	Пыли в количестве недостаточном для нарушения работы изделия.	Струй, выбрасываемых в любом направлении.
6	Защита от пыли полная (пыленепроницаемые).	Волн (вода при волнении не должна попасть внутрь).
7	-	При погружении в воду на короткое время.
8	-	При длительном погружении в воду.

Для обозначения степени защиты используется аббревиатура «IP». Например: IP54.

Применительно к электрическим аппаратам существуют следующие виды исполнения:

1. Защищенные IP21, IP22 (не ниже).
2. Брызгозащищенные, каплезащищенные IP23, IP24

3. Водозащищенные IP55, IP56

4. Пылезащищенные IP65, IP66

5. Закрытое IP44 – IP54, у этих аппаратов внутреннее пространство изолировано от внешней среды

6. Герметичное IP67, IP68. Эти аппараты выполнены с особо плотной изоляцией от окружающей среды.

**Климатическое исполнение электрических аппаратов** определяется ГОСТ 15150-69. В соответствии с климатическими условиями обозначается следующими буквами: У (N) – умеренный климат, ХЛ (NF) – холодный климат, ТВ (TH) – тропический влажный климат, ТС (TA) – тропический сухой климат, О (U) – все климатические районы, на суше, реках и озерах, М – умеренный морской климат, ОМ – все районы моря, В – все макроклиматические районы на суше и на море.

**Категории размещения электрических аппаратов:**

1. На открытом воздухе,

2. Помещения, где колебания температуры и влажности не существенно отличаются от колебаний на открытом воздухе,

3. Закрытые помещения с естественной вентиляцией без искусственного регулирования климатических условий. Отсутствуют воздействия песка и пыли, солнца и воды (дождь),

4. Помещения с искусственным регулированием климатических условий. Отсутствуют воздействия песка и пыли, солнца и воды (дождь), наружного воздуха,

5. Помещения с повышенной влажностью (длительное наличие воды или конденсированной влаги)

Климатическое исполнение и категория размещения вводится в условное обозначение типа электротехнического изделия.

**Выбор электрических аппаратов**

Выбор электрических аппаратов представляет собой задачу, при решении которой должны учитываться:

- коммутируемые электрическим аппаратом токи, напряжения и мощности;
- параметры и характер нагрузки — активная, индуктивная, емкостная, низкого или высокого сопротивления и др.;
- число коммутируемых цепей;
- напряжения и токи цепей управления;
- напряжение катушки электрического аппарата;
- режим работы аппарата — кратковременный, длительный, повторно-кратковременный;
- условия работы аппарата — температура, влажность, давление, наличие вибрации и др.;
- способы крепления аппарата;
- экономические и массогабаритные показатели;
- удобство сопряжения и электромагнитная совместимость с другими устройствами и аппаратами;
- стойкость к электрическим, механическим и термическим перегрузкам;
- климатическое исполнение и категория размещения;
- степени защиты IP,
- требования техники безопасности;
- высота над уровнем моря;
- условия эксплуатации.

**Магнитной цепью электрического аппарата** называется совокупность его элементов, через которые замыкается магнитный поток. Магнитный поток в аппаратах создается главным образом обмотками, обтекаемыми током, значительно реже применяются постоянные магниты.



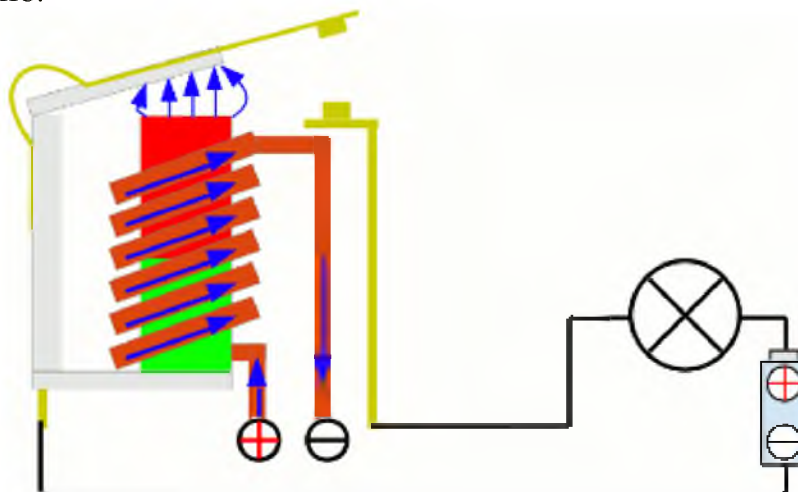
**Магнитная система электротехнического изделия (устройства)** - часть электротехнического изделия (устройства), представляющая совокупность ферромагнитных деталей, предназначенную для проведения в ней основной части магнитного потока (ГОСТ 18311-80).

Магнитная система, т. е. сочетание элементов аппарата, создающих магнитное поле, состоит из двух основных частей:

- 1) сердечника электромагнита, представляющего собой неподвижную часть электропровода, на которой установлена обмотка;
- 2) подвижной части системы, называемой якорем электромагнита.

При подключении катушки электромагнита к источнику питания часть электроэнергии, получаемой катушкой, превращается в тепловую вследствие потерь энергии в сопротивлении проводников обмотки, а остальная энергия расходуется на создание магнитного поля.

Магнитный поток, проходящий через якорь, создает электромагнитное усилие, вызывающее притяжение якоря к сердечнику. Таким образом, часть магнитной энергии, сообщаемая катушке электромагнита, превращается при движении якоря в механическую энергию.



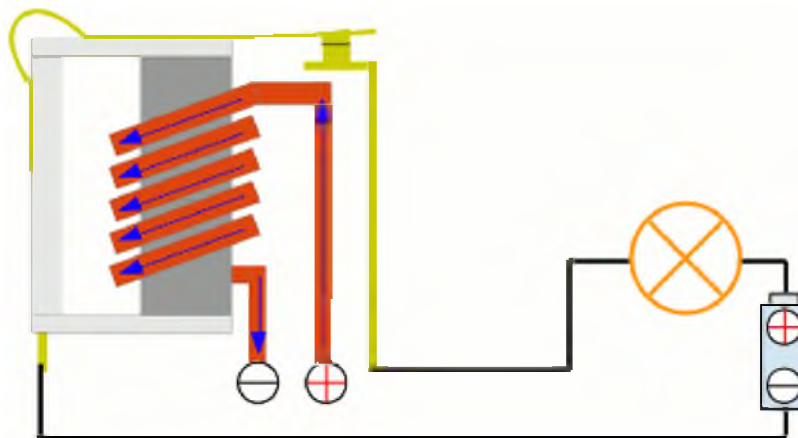


Рис. 1. Назначение магнитных цепей электрических аппаратов

Все электромагнитные аппараты дистанционного управления (реле, пускатели, контакторы) работают пропуская магнитный поток через свои магнитные цепи.

**Магнитные системы аппаратов могут быть подразделены:**

**1) По роду тока:**

- а) системы постоянного тока
- б) системы переменного тока.

**2. По способу действия:**

- а) притягивающие
- б) удерживающие.

К удерживающим системам относятся, например, электромагнитные плиты плоскошлифовальных станков, служащие для магнитного закрепления обрабатываемых деталей. Притягивающие электромагнитные аппараты служат для сообщения определенного движения подвижным частям аппарата.

**3. По характеру движения якоря магнитные системы разделяются на магниты:**

- а) с поступательным движением якоря
- б) с поворотным якорем, имеющим вращательное движение.

**4. По способу включения различают магнитные системы с включением обмотки электромагнита в питающую сеть последовательно и параллельно.** В первом случае обмотка должна быть рассчитана на полный ток, определяемый приёмниками энергии, и сравнительно, небольшое напряжение. Во втором случае обмотка предназначается для питания полным напряжением при сравнительно небольшом токе.

**5. Магнитные системы аппаратов могут иметь различный режим, работы, определяющий условия их нагревания.** Так же как для двигателей, для аппаратов различают три основных режима: длительный режим, кратковременный и повторно-кратковременный.

**6. Электромагнитные системы аппаратов разделяются также по их конструкции.**

На рис. 2 приведены наиболее распространенные конструкции магнитных систем аппаратов.

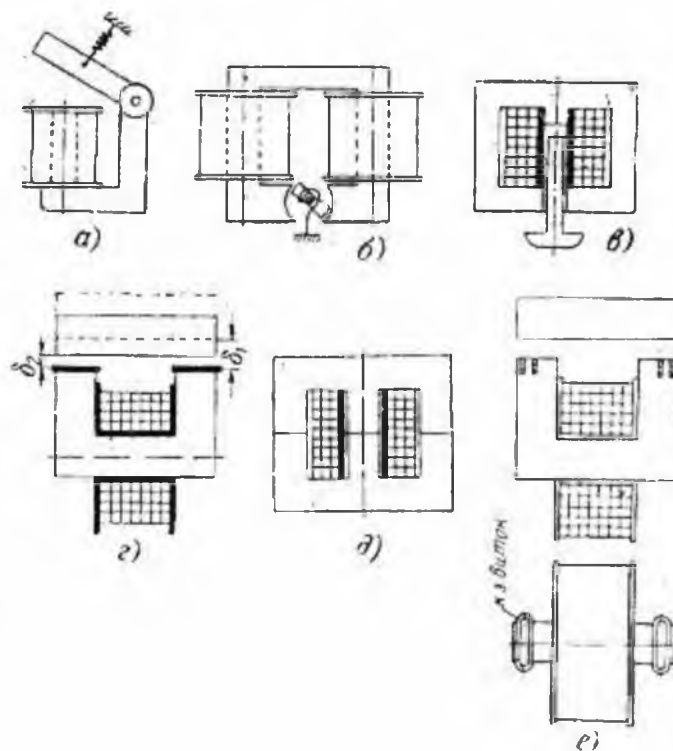


Рис. 2. Формы магнитных систем электромагнитных аппаратов

На рис. 2,а показан электромагнит клапанного типа, применяемый как для постоянного, так и для переменного тока. При отключении катушки от источника тока якорь отпадает от сердечника электромагнита под действием отключающей пружины.

На рис. 2,б изображено устройство электромагнита постоянного тока с поворотным якорем, стремящимся установиться в горизонтальное положение, преодолевая сопротивление отключающей спиральной пружины. Якорь электромагнита броневое типа, представленного на рис. 2,в, при включении втягивается внутрь катушки.

Электромагниты, показанные на рис. 2,г и д, носят названия электромагнитов П-образного и Ш-образного типа. Если такой электромагнит используется в электрических аппаратах переменного тока, его магнитопровод выполняется в виде набора листовой стали.

Между якорем и сердечником электромагнита устанавливается обычно прокладка из немагнитного материала толщиной порядка 0,2 - 0,5 мм. Эта прокладка предотвращает так называемое "магнитное прилипание" якоря к сердечнику при отключении катушки от сети, обусловленное полем остаточного магнетизма. Немагнитная прокладка показана на рис. 2,г.

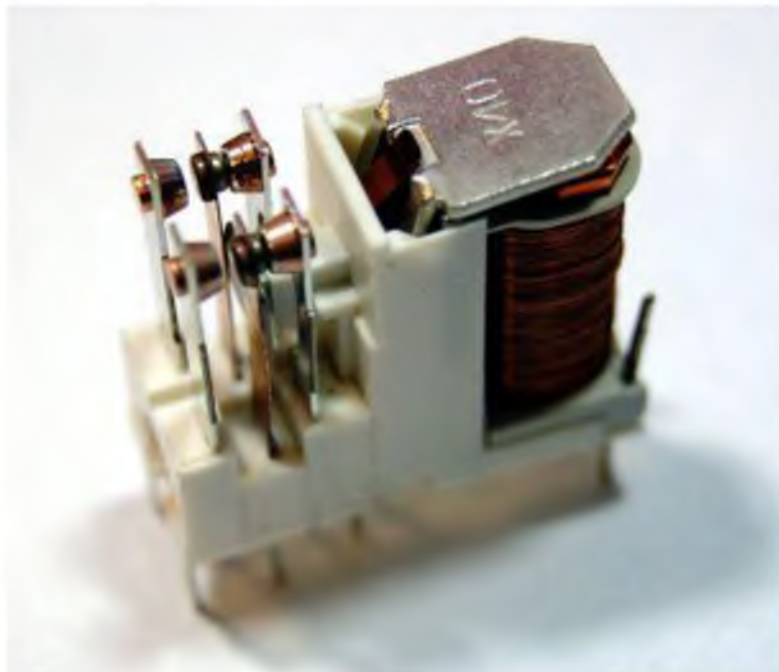


Рис. 3. Электромагнитное реле

Тяговой характеристикой электромагнита называется зависимость тягового усилия от величины воздушного зазора между якорем и сердечником.

В зависимости от формы магнитопровода, рода тока, питающего катушки, а также от величины магнитного зазора форма тяговой характеристики может быть различной.



# Старые обозначения элементов на схемах станков

При создании современных электрических схем используются условные обозначения элементов (условные графические изображения) в соответствии с действующими ныне ГОСТ.



Очень часто в практике обслуживания электрооборудования на предприятиях приходится сталкиваться с электрическими схемами выполненными по старым ГОСТам 1955-го, 1962 и 1968 г. Старые обозначения элементов на схемах используются во всех в схемах станков, машин и механизмов, а выпущенных до 1981 г, а также в старых книгах. В этой статье приведена таблица, в которой показаны все основные старые обозначения и их аналоги по ГОСТу 1981 г.

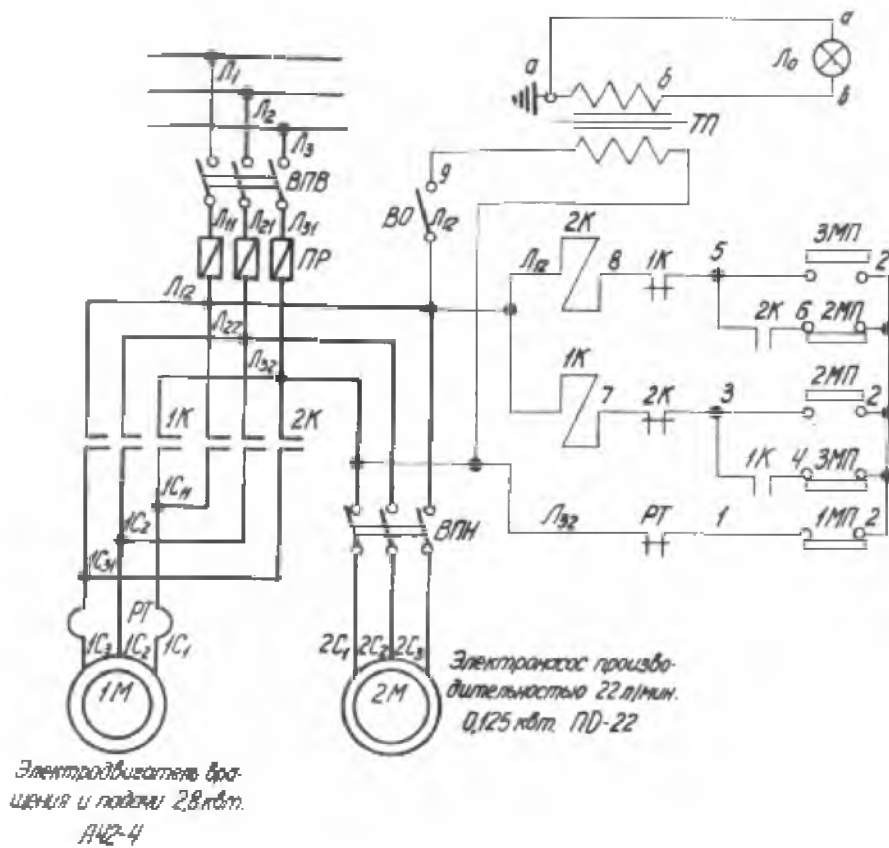
В течении длительного времени единого стандарта на условные графические обозначения элементов схем электрооборудования не было. В схемах управления электроприводами применялись обозначения, принятые рядом ведущих проектных организаций. В 1955 г. был издан ГОСТ 7624-55, узаконивший наиболее удачные из этих обозначений. В дальнейшем, из-за желания создать универсальные обозначения, удовлетворяющие требованиям не только электротехнической, но и других областей промышленности, стандарты неоднократно менялись, иногда, к сожалению, не в лучшую сторону.

Таблица наглядно показывает процесс изменения условных графических обозначений элементов схем релейно-контакторного управления электроприводами.

	Др 1955г.	ГОСТ 7824-55	ГОСТ 7624-62	ГОСТ 2.721-68 2.755-68	ГОСТ 2.721-74 2.792-74
	А Б	А Б	А Б	А Б	А Б
<b>Контакты</b>					
1. Общее обозначение					
а) замыкающий					
б) размыкающий					
2. С замедлением при замыкании					
3. С замедлением при размыкании					
4. Для слабой цепи					
5. С гашением дуги					
6. Без самовозврата					
7. Переключающий					
8. Максимального реле					
9. Теплового реле с ручным возвратом					
10. Неэлектрического реле или датчика					
11. Кнопочного выключателя нажимного					
12. Командоконтроллера					
13. Реле времени					
14. Автоматического выключателя					
<b>Катушки</b>					
15. Контактora					
16. Реле: тепловое и токовое					
17. Электромагнита					
<b>Аппараты разные</b>					
18. Резистор					
19. Предохранитель					
20. Конденсатор					
21. Нагревательный элемент теплового реле					
22. Сигнальная лампа					

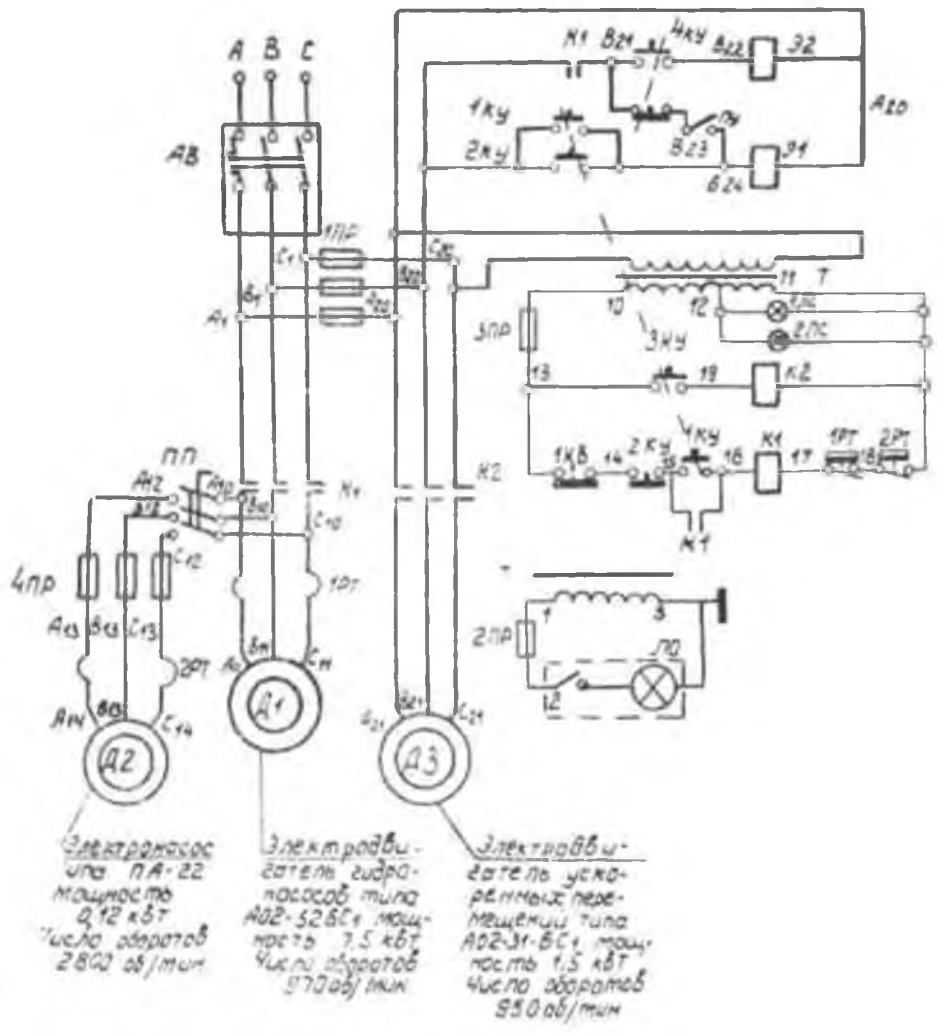
Следует иметь в виду, что в ряде отраслей действовали ведомственные стандарты и руководящие технические материалы, уточняющие или несколько изменяющие некоторые условные обозначения. К таким отраслям относится и станкостроение и поэтому в схемах электрооборудования станков могут встречаться некоторые обозначения, отличающиеся от приведенных в таблице.

**Несколько примеров старых схем металлорежущих станков**  
Вертикально-сверлильный станок модели 2А125:



На схеме: ВПВ - пакетный выключатель, ПР - плавкие предохранители, 1К и 2К - магнитные пускатели, РТ - тепловое реле, 1МП - кнопка "общий стоп", 2МП и 3МП - кнопки управления со спаренными контактами "пуск" и "стоп", ТП - понижающий трансформатор, Л0 - лампа местного освещения.

Долбежный станок модели 7М430:



На схеме: АВ - автоматический выключатель, ПР - плавкие предохранители, К1, К2 - магнитные пускатели, ПП - пакетный выключатель, 1РТ, 2РТ - тепловые реле, КУ - кнопки управления, Э1 и Э2 - электромагниты.

## Условные графические обозначения коммутационных устройств на схемах

Условные графические обозначения коммутационных устройств и контактных соединений (ГОСТ 2.755-87). В коммутационных устройствах имеются подвижные и неподвижные контакт-детали. Условные графические обозначения контактов коммутационных устройств допускается выполнять в зеркальном изображении.



На рисунках 1а - г показаны общие обозначения контактов замыкающего, размыкающего, переключающего и переключающего с нейтральным центральным положением. На рисунке 1д, е контакты замыкающий и размыкающий без самовозврата, а на рисунках 1ж, л - с самовозвратом. Переключающий контакт с нейтральным нейтральным положением с самовозвратом из левого положения и без самовозврата из правого изображен на рис. 1и. Контакты контактора показаны на рисунках 1к, л соответственно замыкающий и размыкающий без дугогашения.

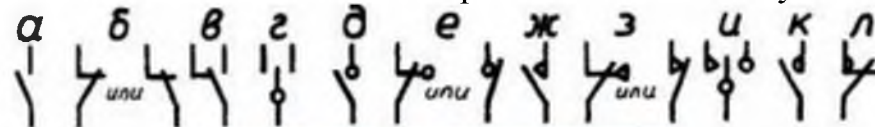


Рис. 1. Условные обозначения коммутационных устройств

На рис. 2а - с показаны графические изображения контактов соответственно: замыкающего и размыкающего дугогасительных и замыкающего с автоматическим срабатыванием (рис 2а, б, в), выключателя, разъединителя и выключателя-разъединителя (рис. 2г, д, е), замыкающего и размыкающего контактов концевого выключателя (рис. 2ж, з), чувствительного к температуре (рис. 2и, к) замыкающего и размыкающего, контактов замыкающих с замедлением, действующих при срабатывании, при возврате, при срабатывании и возврате (рис. 2л, м, н), контактов размыкающих с замедлением, действующих при срабатывании, при возврате, при срабатывании и возврате (рис. 2п, р). Замедление происходит при движении в направлении от дуги к центру. На рис. 2с показан замыкающий контакт однополюсного выключателя.

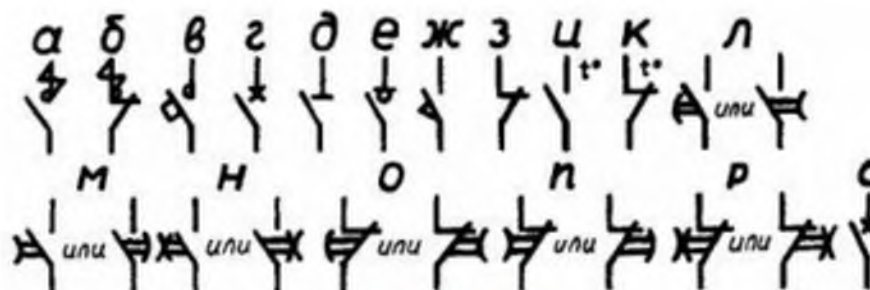


Рис. 2. Условные обозначения коммутационных устройств

На рисунках 3а, б показаны замыкающие контакты трехполюсного выключателя соответственно без автоматического выключения и с автоматическим сбрасыванием максимального тока. Контакты замыкающие нажимного кнопочного выключателя без самовозврата с размыканием и возвратом элементом управления изображены на рис. 3в, г, д, е, соответственно: автоматически, посредством вторичного нажатия кнопки, посредством вытягивания, посредством отдельного привода, например нажатия кнопки сброс.

Трехполюсные разъединитель и выключатель-разъединитель показаны на рис. 3ж, з.

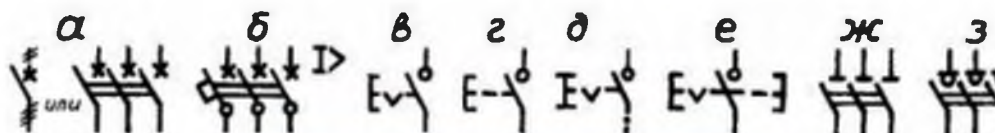


Рис. 3. Условные обозначения коммутационных устройств

На рис. 4, а - г показаны соответственно: ручной выключатель, выключатель электромагнитный (реле), выключатель концевой с двумя отдельными цепями, выключатель термический саморегулирующий.

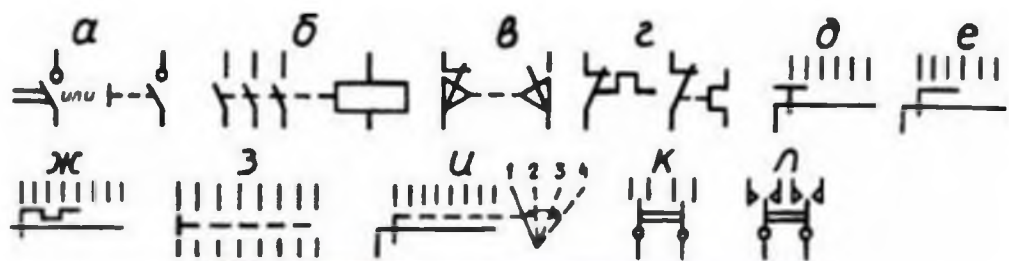


Рис. 4. Условные обозначения коммутационных устройств

Переключатели однополюсные изображены на рисунке 4ж - з соответственно: шестипозиционный с безобрывным переключением с подвижным контактом, замыкающим три соединения цепи в каждой позиции, многопозиционный с подвижным контактом, замыкающим три цепи, исключая одну промежуточную, многопозиционный независимых цепей, пример шести цепей. С подвижным контактом переключателя связывают диаграмму положения линией механической связи (рис. 4и).

ГОСТ 2.755-87 Устройства коммутационные и контактные соединений.

# Аппараты защиты электрооборудования и электрических сетей

Все существующие эксплуатируемые или вновь сооружаемые электрические сети должны быть обеспечены необходимыми и достаточными средствами защиты, прежде всего, от поражения электрическим током людей, работающих с этими сетями, участков цепей и электрооборудования от токов перегрузки, токов короткого замыкания, пиковых токов. Эти токи могут привести к повреждению как самих сетей, так и электроприборов, работающих в этих сетях.



Каждая трансформаторная подстанция, каждая воздушная линия, каждая кабельная линия и распределительные внутридомовые сети, каждый электроприёмник имеют аппараты защиты, обеспечивающие их бесперебойную и надежную работу.

Таких аппаратов на данный момент в мире имеется огромный выбор. Их можно подобрать по типу, по способу подключения, по параметрам защиты. Аппараты защиты электрооборудования и электрических сетей очень обширная группа и включает в себя такие аппараты как: плавкие вставки (предохранители), автоматические выключатели, разнообразные реле (токовые, тепловые, напряжения и т. п.).



**Плавкие предохранители** защищают участок цепи от токовых перегрузок и коротких замыканий. Разделяются на одноразовые предохранители и предохранители со сменными вставками. Используются и в промышленности и в быту. Существуют предохранители работающие на напряжении до 1кВ и так же высоковольтные предохранители установленные, работающие на напряжении выше 1000В (например, плавкие предохранители на трансформаторах собственных нужд подстанций 6/0,4 кВ). Удобство в эксплуатации, простота конструкции и легкость при замене обеспечили предохранителям очень большую распространенность.

Подробнее про плавкие предохранители и их использование для защиты электроустановок смотрите [здесь](#):

Плавкие предохранители ПР-2 и ПН-2 - устройство, технические характеристики  
Плавкие высоковольтные предохранители ПКТ, ПКН, ПВТ





**Автоматические выключатели** играют ту же роль, что и предохранители. Только по сравнению с ними имеют более сложную конструкцию. Но при этом пользоваться автоматическими выключателями гораздо удобнее. В случае возникновения, например, короткого замыкания в сети в следствии старения изоляции, автоматический выключатель отключит от питания повреждённый участок. При этом сам легко восстанавливается, не требует замены на новый и после проведения ремонтных работ будет снова защищать свой участок сети. Так же пользоваться выключателями удобно при проведении каких либо регламентных ремонтных работ.



Производятся автоматические выключатели с широким спектром номинальных токов. Что позволяет подобрать нужный практически под любую задачу. Работают выключатели на напряжении до 1 кВ и на напряжении свыше 1кВ (высоковольтные выключатели).

Высоковольтные выключатели, для обеспечения чёткого расцепления контактов и предотвращения появления дуги производятся вакуумными, наполненными инертным газом или маслом.

В отличии от плавких предохранителей автоматические выключатели производятся как для однофазных так и для трехфазных сетей. То есть существуют одно-, двух-, трех-, четырехполюсные выключатели контролирующие три фазы трехфазной сети.



Например, при появлении короткого замыкания на землю одной из жил питающего кабеля электродвигателя автоматический выключатель отключит питание на всех трех, а не на одной поврежденной. Так как после исчезновения одной фазы электродвигатель продолжил бы работу на двух. Что не допустимо, так как является аварийным режимом работы и может привести к преждевременному выходу его из строя. Автоматические выключатели производятся для работы с постоянным и переменным напряжением.

Подробнее про автоматические выключатели смотрите здесь:

Устройство автоматического выключателя

Расцепители автоматического выключателя

Автоматические выключатели АП-50

Про выключатели на напряжение выше 1000В:

Высоковольтные выключатели: классификация, устройство, принцип действия

Элегазовые выключатели 110 кВ и выше

Так же для защиты электрооборудования и электрических сетей разработано множество разнообразных реле. Под каждую задачу можно подобрать необходимое реле.

**Тепловое реле** - самый распространённый тип защиты электродвигателей, нагревателей, любых силовых приборов от токов перегрузки. Принцип его действия основан на возможности электрического тока нагревать проводник, по которому он протекает. Основная часть теплового реле – биметаллическая пластина. Которая при нагревании изгибается и тем самым разрывает контакт. Нагрев пластины происходит при превышении током его допустимого значения.



Тепловые реле - устройство, принцип действия, технические характеристики

**Токовые реле**, контролирующие величину тока в сети, **реле напряжения**, реагирующие на изменения напряжения питания, **реле дифференциального тока**, срабатывающие при возникновении тока утечки.

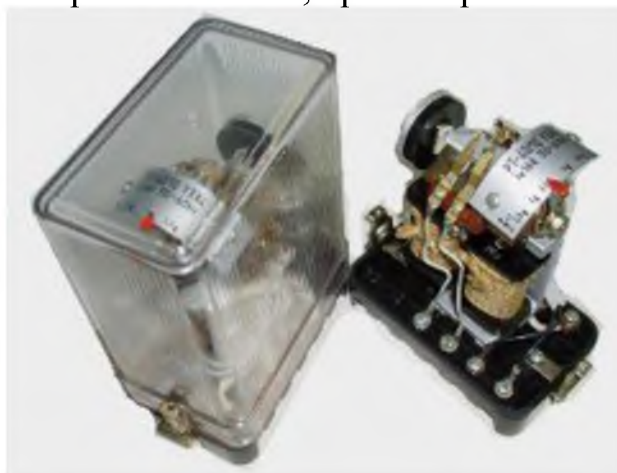
Как правило такие токи утечки весьма малы, и автоматические выключатели совместно с предохранителями на них не реагируют, но могут вызвать смертельное поражение человека при контакте его с корпусом неисправного прибора. При большом количестве электроприёмников требующих подключения через дифференциальное реле, для уменьшения габаритов силового щита, питающего эти электроприёмники, используют комбинированные автоматы.

Сочетающие в себе устройства автоматического выключателя и дифференциального реле (автоматы дифференциальной защиты или дифавтоматы). Часто использование таких комбинированных защитных устройств бывает весьма актуально. При этом снижаются габариты силового шкафа, облегчается монтаж и следовательно уменьшаются затраты на установку.



Смотрите также: Классификация аппаратов дифференциальной защиты

На основе реле на производстве собирают шкафы релейных защит. Сборные шкафы релейных защит обеспечивают стабильную работу потребителей разных категорий. Примером подобной защиты является собранный на базе реле и цифровых блоков защит автоматический ввод резерва (АВР). Надежный способ обеспечения потребителей резервным электроснабжением, при потере основного.



Для работы АВР необходимо наличие хотя бы двух источников питания. Для потребителей первой категории наличие устройства АВР является обязательным условием. Так как перебои в электроснабжении для этой категории потребителей может привести к опасности для жизни людей, нарушению технологических процессов, материальному ущербу.

Устройства защиты должны выбираться согласно параметрам потребителя, характеристике проводников, токов короткого замыкания, типа нагрузки.

# Десять правил составления электрических принципиальных схем

## Назначение электрических принципиальных схем

Принципиальная схема — это схема электрических соединений, выполненная в развернутом виде. Она является основной схемой проекта электрооборудования производственного механизма и дает общее представление об электрооборудовании данного механизма, отражает работу системы автоматического управления механизмом, служит источником для составления схем соединений и подключений, разработки конструктивных узлов и оформления перечня элементов.

По принципиальной схеме осуществляется проверка правильности электрических соединений при монтаже и наладке электрооборудования. От качества разработки принципиальной схемы зависит четкость работы производственного механизма, его производительность и надежность в эксплуатации.

## Десять правил составления электрических принципиальных схем

**1. Составление принципиальной электросхемы производственного механизма проводится на основании требований технического задания.** В процессе составления принципиальной схемы уточняются также типы, исполнения и технические данные электродвигателей, электромагнитов, конечных выключателей, контакторов, реле и т. п.

Напомним, что на принципиальной схеме все элементы каждого электрического устройства, аппарата или прибора показываются отдельно и размещаются для удобства чтения схемы в различных местах ее в зависимости от выполняемых функций. Все элементы одного и того же устройства, машины, аппарата и т. п. снабжаются одинаковым буквенно-цифровым обозначением, на пример: КМ1 — контактор линейный первый, КТ — реле времени и т. п.

**2. На электрической принципиальной схеме показываются все электрические связи между входящими в нее элементами электрооборудования производственного механизма.** На принципиальных схемах силовые цепи обычно размещают слева и изображают их толстыми линиями, а цепи управления помещают справа и чертят тонкими линиями.

Принципиальная схема проектируется с использованием существующих типовых узлов и схем автоматического управления электропроводами (например, схем магнитных контроллеров и защитных панелей - для кранов, схем узлов перехода от наладочного режима к автоматическому при помощи отдельных кнопок управления или переключателя режимов — для металлорежущих станков и т. д.).

**3. Релейно-контактные схемы необходимо составлять с учетом минимальной загрузки контактов реле, контакторов, путевых выключателей и т. д.,** применяя для снижения коммутируемой ими мощности усилительные устройства: электромагнитные, полупроводниковые усилители и др.

**4. Для повышения надежности работы схемы нужно выбрать наиболее простой вариант, имеющий наименьшее количество органов управления, аппаратов и контактов.** Для этой цели следует, например, применять общие аппараты защиты для электродвигателей, не работающих одновременно, а также осуществлять управление вспомогательными приводами от аппаратов главного привода, если они работают одновременно.

5. Цепи управления в сложных схемах следует присоединять к сети через трансформатор, понижающий напряжение до 110 В. Это исключает электрическую связь силовых цепей с цепями управления и устраняет возможность ложных срабатываний релейно-контактных аппаратов при замыканиях, на землю в цепях их катушек. Относительно простые схемы электрического управления допускается присоединять непосредственно к питающей сети.

6. Подача напряжения на силовые цепи и цепи управления должна производиться посредством вводного пакетного выключателя или автоматического выключателя. При применении на металлорежущих станках или других машинах только двигателей постоянного тока в схеме управления следует использовать также аппаратуру постоянного тока.

7. Различные контакты одного и того же электромагнитного аппарата (контактора, реле, командоконтроллера, путевого выключателя и др. рекомендуется по возможности подключать к одному полюсу или фазе сети. Это позволяет осуществить более надежную работу аппаратов (отсутствует вероятность пробоя и замыкания по поверхности изоляции между контактами). Из этого правила следует, что один вывод катушки всех электрических аппаратов по возможности нужно подключать к одному полюсу цепи управления.

8. Для обеспечения надежной работы электрооборудования должны быть предусмотрены средства электрической защиты и блокировки. Электрические машины и аппараты защищаются от возможных коротких замыканий и недопустимых перегрузок. В схемах управления электроприводами станков, молотов, прессов, мостовых кранов обязательна нулевая защита для устранения возможности самозапуска электродвигателей при снятии и последующей подаче напряжения питания.

Электрическая схема должна быть построена так, чтобы при перегорании предохранителей, обрыве цепей катушек, приваривании контактов не возникало аварийных режимов работы электропривода. Кроме того, схемы управления должны иметь блокировочные связи для предотвращения аварийных режимов при ошибочных действиях оператора, а также для обеспечения заданной последовательности операций.

9. В сложных схемах управления необходимо предусмотреть сигнализацию и электроизмерительные приборы, позволяющие оператору (станочнику, крановщику) наблюдать за режимом работы электроприводов. Сигнальные лампы обычно включаются на пониженное напряжение: 6, 12, 24 или 48 В.

10. Для удобства эксплуатации и правильного монтажа электрооборудования зажимы всех элементов электроаппаратов, электрических машин (главные контакты, вспомогательные контакты, катушки, обмотки и др.) и провода на схемах маркируются.

Участки (зажимы элементов схемы и соединяющие их провода) цепей постоянного тока положительной полярности маркируются нечетными числами, а отрицательной полярности — четными числами. Цепи управления переменного тока маркируются аналогично, т. е. все зажимы и провода, присоединяемые к одной фазе, маркируются нечетными числами, а к другой фазе - четными.

Общие точки соединений нескольких элементов на схеме имеют один и тот же номер. После прохождения цепи через катушку, контакт, сигнальную лампу, резистор и т. п. номер изменяется. Для выделения отдельных видов цепей индексация производится так, чтобы цепи управления имели номера от 1 до 99, цепи сигнализации — от 101 до 191 и т. д.