

07.04.20 г.

Тема урока № 128: Контакторы, магнитные пускатели, автоматы и предохранители, контроллеры.

Цель урока:

1. Ознакомить с устройствами и принципами работы контактора, магнитного пускателя, автомата и предохранителя, контроллера. .
2. Подготовка учащихся на учебно-практическую деятельность.

Ход урока.

I. Ответьте на вопросы:

- А). Что такое пуско-регулирующая аппаратура?
- Б). Чем отличаются рубильники и пакетные выключатели?

II. Изучение нового материала.

1.Контакторы– это аппараты дистанционного действия, предназначенные для частых включений и отключений силовых электрических цепей при нормальных режимах работы.

Электромагнитный контактор представляет собой электрический аппарат, предназначенный для коммутации силовых электрических цепей. Замыкание или размыкание контактов контактора осуществляется чаще всего с помощью электромагнитного привода.

Классификация электромагнитных контакторов

Общепромышленные контакторы классифицируются:

- по роду тока главной цепи и цепи управления (включающей катушки) -постоянного, переменного, постоянного и переменного тока;
- по числу главных полюсов - от 1 до 5;
- по номинальному току главной цепи - от 1,5 до 4800 А;
- по номинальному напряжению главной цепи: от 27 до 2000 В постоянного тока; от 110 до 1600 В переменного тока частотой 50, 60, 500, 1000, 2400, 8000, 10 000 Гц;
- по номинальному напряжению включающей катушки: от 12 до 440 В постоянного тока, от 12 до 660 В переменного тока частотой 50 Гц, от 24 до 660 В переменного тока частотой 60 Гц;
- по наличию вспомогательных контактов - с контактами, без контактов.

Контакторы также различаются по роду присоединения проводников главной цепи и цепи управления, способу монтажа, виду присоединения внешних проводников и т.п.

Указанные признаки находят отражение в типе контактора, который присвоен предприятием-изготовителем.

Нормальная работа контакторов допускается

- при напряжении на зажимах главной цепи до 1,1 и цепи управления от 0,85 до 1,1 номинального напряжения соответствующих цепей;

- при снижении напряжения переменного тока до 0,7 от номинального включающая катушка должна удерживать якорь электромагнита контактора в полностью притяннутом положении и при снятии напряжения не удерживать его.



Выпускаемые промышленностью **серии электромагнитных контакторов** рассчитаны на применение в разных климатических поясах, работу в различных условиях, определяемых местом размещения при эксплуатации, механическими воздействиями и взрывоопасностью окружающей среды и, как правило, не имеют специальной защиты от прикосновений и внешних воздействий.

Конструкция электромагнитных контакторов

Контактор состоит из следующих основных узлов: главных контактов, дугогасительной системы, электромагнитной системы, вспомогательных контактов.

Главные контакты осуществляют замыкание и размыкание силовой цепи. Они должны быть рассчитаны на длительное проведение номинального тока и на производство большого числа включений и отключений при большой их частоте. Нормальным считают положение контактов, когда втягивающая катушка контактора не обтекается током и освобождены все имеющиеся механические защелки. Главные контакты могут выполняться рычажного и мостикового типа. Рычажные контакты предполагают поворотную подвижную систему, мостиковые – прямоходовую.

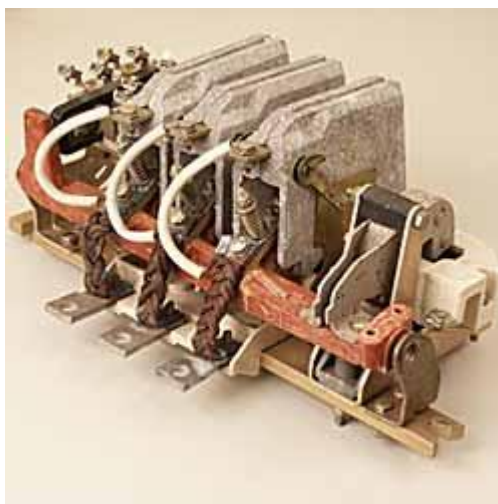
Дугогасительные камеры контакторов постоянного тока построены на принципе гашения электрической дуги поперечным магнитным полем в камерах с продольными щелями. Магнитное поле в подавляющем большинстве конструкций возбуждается последовательно включенной с контактами дугогасительной катушкой.

Дугогасительная система обеспечивает гашение электрической дуги, которая возникает при размыкании главных контактов. Способы гашения дуги и конструкции дугогасительных систем определяются родом тока главной цепи и режимом работы контактора.

Электромагнитная система контактора обеспечивает дистанционное управление контактором, т. е. включение и отключение. Конструкция системы определяется родом тока и цепи управления контактора и его кинематической схемой. Электромагнитная система состоит из сердечника, якоря, катушки и крепежных деталей.

Электромагнитная система контактора может рассчитываться на включение якоря и удержание его в замкнутом положении или только на включение якоря. Удержание же его в замкнутом положении в этом случае осуществляется защелкой.

Отключение контактора происходит после обесточивания катушки под действием отключающей пружины, или собственного веса подвижной системы, но чаще пружины.



Вспомогательные контакты. Производят переключения в цепях управления контактора, а также в цепях блокировки и сигнализации. Они рассчитаны на длительное проведение тока не более 20 А, и отключение тока не более 5 А. Контакты выполняются как замыкающие, так и размыкающие, в подавляющем большинстве случаев мостикового типа.

Контакторы переменного тока выполняются с дугогасительными камерами с деионной решеткой. При возникновении дуга движется на решетку, разбивается на ряд мелких дуг и в момент перехода тока через ноль гаснет.

Электрические схемы контакторов, состоящие из функциональных токопроводящих элементов (катушки управления, главных и вспомогательных контактов), в большинстве случаев имеют стандартный вид и отличаются лишь количеством и видом контактов и катушек.

Важными параметрами контактора являются **номинальные рабочие ток и напряжения.**



Номинальный ток контактора - это ток, который определяется условиями нагрева главной цепи при отсутствии включения или отключения контактора. Причем, контактор способен выдержать этот ток три замкнутых главных контактах в течение 8 часов, а превышение температуры различных его частей не должно быть больше допустимой величины. При повторно-кратковременном режиме работы аппарата часто пользуются понятием допустимого эквивалентного тока длительного режима.

Напряжение главной цепи контактора - наибольшее номинальное напряжение, для работы при котором предназначен контактор. Если номинальные ток и напряжения контактора определяют для него максимально-допустимые условия применения в длительном режиме работы, то номинальные рабочий ток и рабочее напряжение определяются данными условиями эксплуатации. Так, номинальный рабочий ток - ток, который определяет применение контактора в данных условиях, установленных предприятием-изготовителем в зависимости от номинального рабочего напряжения, номинального режима работы, категории применения, типоразмера и условий эксплуатации. А номинальное рабочее напряжение равно напряжению сети, в которой в данных условиях может работать контактор.

2. **Магнитные пускатели** предназначены, главным образом, для дистанционного управления трехфазными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором, а именно:

- для пуска непосредственным подключением к сети и остановки (отключения) электродвигателя (нереверсивные пускатели),
- для пуска, остановки и реверса электродвигателя (реверсивные пускатели).

Кроме этого, **пускатели в исполнении с тепловым реле** осуществляют также защиту управляемых электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности.

Магнитные пускатели открытого исполнения предназначены для установки на панелях, в закрытых шкафах и других местах, защищенных от попадания пыли и посторонних предметов.

Магнитные пускатели защищенного исполнения предназначены для установки внутри помещений, в которых окружающая среда не содержит значительного количества пыли.

Магнитные пускатели пылебрызгонепроницаемого исполнения предназначены как для внутренних, так и для наружных установок в местах, защищенных от солнечных лучей и от дождя (под навесом).



Магнитный пускатель серии ПМЛ

Устройство магнитного пускателя

Магнитные пускатели имеют **магнитную систему**, состоящую из **якоря** и **сердечника** и заключенную в пластмассовый корпус. На сердечнике помещена **втягивающая катушка**. По направляющим верхней части пускателя скользит траверса, на которой собраны якорь магнитной системы и **мостики главных и блокировочных контактов с пружинами**.

Принцип работы пускателя прост: при подаче напряжения на катушку якорь притягивается к сердечнику, нормально-открытые контакты замыкаются, нормально-закрытые размыкаются. При отключении пускателя происходит обратная картина: под действием возвратных пружин подвижные части возвращаются в исходное положение, при этом главные контакты и нормально-открытые блокконтакты размыкаются, нормально-закрытые блокконтакты замыкаются.

Реверсивные магнитные пускатели представляют собой два обычных пускателя, укрепленных на общей основе (панели) и имеющих электрические соединения, обеспечивающие **электрическую блокировку** через нормально-замкнутые блокировочные контакты обоих пускателей, которая предотвращает включение одного магнитного пускателя при включенном другом.

Самые распространенные схемы включения нереверсивного и реверсивного магнитного пускателя смотрите здесь: [Схемы включения магнитным пускателем асинхронного электродвигателя](#). В этих схемах предусмотрена **нулевая защита** с помощью нормально-открытого контакта пускателя, предотвращающая самопроизвольное включение пускателя при внезапном появлении напряжения.

Реверсивные пускатели могут также иметь **механическую блокировку**, которая располагается под основание (панелью) пускателя и также служит для предотвращения одновременного включения двух магнитных пускателей. При электрической блокировке через нормально-замкнутые контакты самого пускателя (что предусмотрено его внутренними соединениями) реверсивные пускатели надежно работают и без механической блокировки.



Реверсивный магнитный пускатель

Реверс электродвигателя при помощи реверсивного пускателя осуществляется через предварительную остановку, т.е. по схеме: отключение вращающегося двигателя - полная остановка - включение на обратное вращения. В этом случае пускатель может управлять электродвигателем соответствующей мощности.

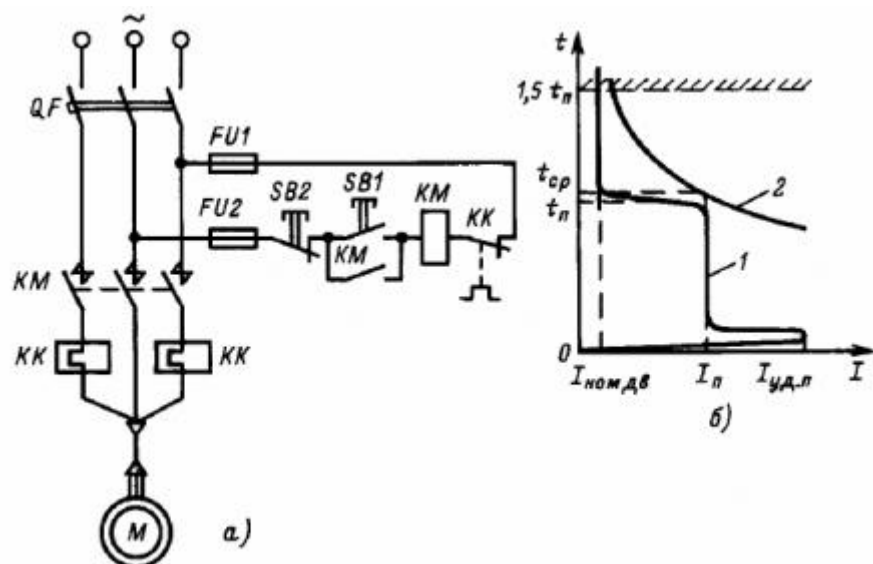
В случае применения реверсирования или торможения электродвигателя противовключением его мощность должна быть выбрана ниже в 1,5 - 2 раза максимальной коммутационной мощности пускателя, что определяется состоянием контактов, т.е. их износоустойчивостью, при работе в применяемом режиме. В этом режиме пускатель должен работать без механической блокировки. При этом электрическая блокировка через нормально-замкнутые контакты магнитного пускателя обязательна.

Магнитные пускатели защищенного и пылебрызгонепроницаемого исполнений имеют оболочку. **Оболочка пускателя** пылебрызгонепроницаемого исполнения имеет специальные резиновые уплотнения для предотвращения попадания внутрь пускателя пыли и водяных брызг. Входные отверстия в оболочку закрыты специальными пробками с применением уплотнений.

Тепловые реле

Ряд магнитных пускателей комплектуется **тепловыми реле**, которые осуществляют тепловую защиту электродвигателя от перегрузок недопустимой продолжительности. Регулировка **тока уставки реле** - плавная и производится регулятором уставки путем поворота его отверткой. Здесь смотрите про устройство тепловых реле. В случае невозможности осуществления тепловой защиты в повторно-кратковременном режиме работы следует применять магнитные пускатели без теплового реле. **От коротких замыканий тепловые реле не защищают**





Тепловые реле

Схема прямого пуска и защиты асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (а), (б) – пусковая характеристика двигателя (1) и защитная характеристика теплового реле (2)

Монтаж магнитных пускателей

Для надежной работы монтаж магнитных пускателей должен производиться на ровной, жестко укрепленной вертикальной поверхности. Пускатели с тепловым реле рекомендуется устанавливать при наименьшей разности температуры воздуха, окружающего пускатель и электродвигатель.

Чтобы не допустить ложных срабатываний не рекомендуется устанавливать пускатели с тепловым реле в местах подверженных ударам, резким толчкам и сильной тряске (например, на общей панели с электромагнитными аппаратами на номинальные токи более 150 А), так как при включении они создают большие удары и сотрясения.

Для уменьшения влияния на работу теплового реле дополнительного нагрева от посторонних источников тепла и соблюдения требования о недопустимости температуры окружающего пускатель воздуха более 40° рекомендуется не размещать рядом с магнитными пускателями аппараты теплового действия (реостаты и т.д.) и не устанавливать их с тепловым реле в верхних, наиболее нагреваемых частях шкафов.

При присоединении к контактному зажиму магнитного пускателя одного проводника его конец должен быть загнут в кольцеобразную или П-образную форму (для предотвращения перекоса пружинных шайб этого зажима). При присоединении к зажиму двух проводников примерно равного сечения их концы должны быть прямыми и располагаться по обе стороны от зажимного винта.

Присоединяемые концы медных проводников должны быть залужены. Концы многожильных проводников перед лужением должны быть скручены. В случае присоединения алюминиевых проводов их концы должны быть зачищены мелким надфилем под слоем смазки ЦИАТИМ или технического вазелина и дополнительно покрыты после зачистки кварцевазелиновой или цинко-вазелиновой пастой. Контакты и подвижные части магнитного пускателя смазывать нельзя.

Перед пуском магнитного пускателя необходимо произвести его наружный осмотр и убедиться в исправности всех его частей, а также в свободном передвижении всех подвижных частей (от руки), сверить номинальное напряжение катушки пускателя с напряжением, подаваемым на катушку, убедиться, что все электрические соединения выполнены по схеме.

При использовании пускателей в реверсивных режимах, нажав от руки подвижную траверсу до момента соприкосновения (начало замыкания) главных контактов, проверить наличие раствора нормально-замкнутых контактов, что необходимо для надежной работы электрической блокировки.

У включенного магнитного пускателя допускается небольшое **гудение электромагнита**, характерное для шихтованных магнитных систем переменного тока.

3. Предохранители и автоматические выключатели являются аппаратами защиты, автоматически отключающими защищаемую электрическую цепь при ненормальных режимах.

Предохранители применяют для защиты электроприемников, проводов и кабелей от токов КЗ. Они также могут защищать от значительной перегрузки, если все элементы защищаемой сети будут иметь пропускную способность не менее чем на 25 % выше тока плавкой вставки. Поскольку предохранители выдерживают токи на 30...50 % выше номинальных токов плавких вставок в течение одного часа и более, то при токах, превышающих номинальный ток плавких вставок на 60 — 100 %. они плавятся за время, меньшее одного часа.

Конструктивно предохранитель представляет собой патрон, в котором крепится плавкая вставка, являющаяся искусственно ослабленным звеном в электрической сети.

Классификация предохранителей

Плавкие предохранители разделяют на:

1. **инерционные** — с большой тепловой инерцией, т.е. способностью выдерживать значительные кратковременные перегрузки током. Это предохранители с винтовой резьбой и свинцовым токопроводящим мостиком;
2. **безынерционные** — с малой тепловой инерцией, т.е. с ограниченной способностью к перегрузкам. Это предохранители с медным токопроводящим мостиком, а также предохранители со штампованными вставками.

Наибольшее распространение в электрических сетях до 1 кВ имеют предохранители НГГН2-63, ПН2, ПР2.

- **Предохранители НПН2** (неразборные с наполнителем) снабжены стеклянным неразборным патроном, заполненным сухим кварцевым песком, и вставкой из медной проволоки с оловянным шариком. Такие предохранители не подлежат перезарядке и после срабатывания должны заменяться новыми.
- **Предохранители ПН2** (разборные с наполнителем) состоят из фарфорового корпуса, заполненного мелкозернистым кварцевым песком, в котором расположены одна или несколько медных пластинчатых плавких вставок. При срабатывании предохранителя электрическая дуга разветвляется между зернами кварцевого песка и интенсивно охлаждается вследствие отдачи тепла наполнителю.
- **Предохранители ПР2** (разборные без наполнителя) состоят из фибровой трубки, в которой расположена плавкая вставка специальной формы цинкового сплава. При перегорании плавкой вставки фибровая трубка выделяет газы, давление в трубке значительно увеличивается и дуга деионизируется.

Предохранители типа ПР2 используются в основном в станках, коммутационных ящиках. В распределительных устройствах (панелях, силовых шкафах) применяются предохранители НПН2 и ПН2, в распределительных шинопроводах — ПН2.

В осветительных сетях могут применяться предохранители с резьбой (пробочные), например типа ПД, ПРС.

Характеристики предохранителей

Предохранитель характеризуется:

1. номинальным напряжением, при котором предохранитель работает длительное время;
2. номинальным током патрона, на который рассчитаны его токоведущие части и контактные соединения по условию длительного нагрева;
3. номинальным током плавкой вставки, который она выдерживает, не расплавляясь длительное время;
4. разрывной способностью (предельным отключаемым током), определяемой максимальным отключаемым током, при котором происходит перегорание плавкой вставки без опасного выброса пламени или продуктов горения дуги и без разрушения патрона;
5. защитной время-токовой характеристикой, зависимостью времени полного отключения цепи от величины отключаемого тока.

Основные технические данные наиболее распространенных предохранителей приведены в таблице ниже:

Серия или тип	Номинальный ток, А		Предельное значение отключаемого тока, кА, при напряжении, В					
	предохранителя	плавкой вставки	переменного тока			постоянного тока		
			220	380	500(550))	200	440	660
ПР-2	15	6, 10, 15	1,2	0,8-8	7	1,2	—	
	60	15, 20, 25, 35, 45, 60	5,5	1,8-4,5	3,5	5,5	-	-
ППТ-10	До 10	6, 10	1	-	-	1	-	-
ПП21	16	1, 2, 5, 6, 10, 16	1,2	0,8-8	7	—		
	63	25, 40, 63	5,5	1,8-4,5	3,5		—	-
	100, 160, 250	100, 160, 250	14	06.ноя	10	-	—	—
	400	400	11	июн.13	11	—	—	-
ПРС	6	1, 2, 4, 6		2			2	
	25	4, 6, 10, 16, 20, 25	—	60	—	—	30	—
	63	20, 25, 40, 63	—	60	—	—	30	-
	100	40, 60, 80, 100	-	60	—	—	30	-
ПП22	63	25, 40, 63	30*	30	-	-	-	-
пп	63	25, 40, 50, 63	—	3,2-30	—	—		
	160	100, 160	—	3,2-15	—	—	—	—
	630	250, 400, 630	—	42, 50, 60	—	—	—	-
пп31	63 160 250 630 1000	32, 40, 50, 63 50, 63, 80, 100 125, 160, 200, 250 200, 250, 320, 400, 500, 630 500, 630, 800, 1000			100		100	
пп41	250 400 630	100, 160, 250 320, 400 400, 630	—	—	—	—	25	25
пп51	160 250 320 400	160 250 320 400		100				
пп61	40 63 100 160	40 63 100 160		100				
пп 173900	1000	500, 630, 800, 1000	-	110	64	100	60	-

Плавкие предохранители наряду с простотой их устройства и малой стоимостью **имеют ряд существенных недостатков:**

- невозможность защиты цепи от перегрузок;
- разброс защитных характеристик, вызываемый увеличением контактных сопротивлений в результате ослабления контактов и старения материала вставки в условиях эксплуатации;
- при коротком замыкании в трехфазной линии возможно перегорание одного из трех предохранителей. Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором,

подключенные к линии, оказываются включенными на две фазы, а это может привести к их перегрузке и выходу из строя.

Назначение автоматических выключателей

Автоматические выключатели (автоматы) также применяются для защиты от токов КЗ, однако по сравнению с предохранителями являются более совершенными аппаратами ввиду готовности к быстрым повторным включениям, возможности защиты от перегрузок в широком диапазоне токов, защиты электрических цепей при недопустимых снижениях напряжения, выполнения коммутационных операций (включение, отключение).

Кроме того, у некоторых автоматов имеются независимые расцепители, позволяющие осуществить дистанционное отключение электрической цепи.

Автоматы выпускаются в одно-, двух- и трехполюсном исполнении **на токи до 6300 А при напряжении переменного тока до 660 В** и постоянного тока до 1 кВ. По времени срабатывания (у различают: обычные неселективные автоматические выключатели с $t = 0.01 \dots 0.1$ с: ср селективные с регулируемой выдержкой времени до 1 с и быстродействующие, токоограничивающие с $t_{ср} < 0,005$ с.

Конструкция автоматических выключателей

Автоматический выключатель состоит из корпуса, контактов с дугогасительной системой, привода, механизма свободного расцепления, расцепителей, вспомогательных контактов.

Расцепители могут быть: электромагнитные мгновенного действия или с выдержкой времени, обеспечивающей избирательность действия; тепловые (биметаллические); электронные максимального тока мгновенного срабатывания с независимым от тока времени срабатывания или с зависимой от тока выдержкой времени. минимального напряжения и независимые.

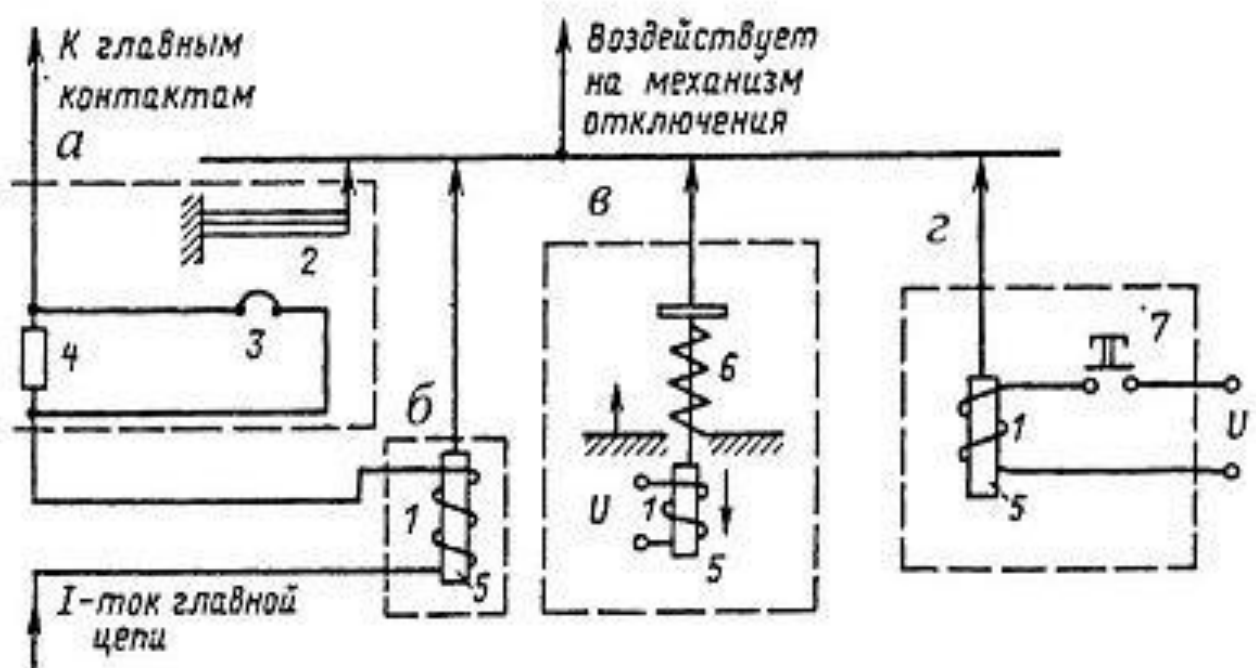


Рис 1. Виды расцепителей автоматических выключателей

Характеристики автоматических выключателей

Автоматические выключатели характеризуются:

- номинальным напряжением и током автомата,
- номинальным током расцепителя (I_{nr}),
- током трогания или током срабатывания автомата (I_{tra}),
- предельным током отключения автомата (I_{pra}),
- собственным временем срабатывания (t),
- защитной (время-токовой) характеристикой.

Наименьший ток, вызывающий отключение автоматического выключателя, называют током трогания или током срабатывания, а настройку расцепителя автоматического выключателя на заданный ток срабатывания — уставкой тока срабатывания.

3. **Контроллер** — регулятор, управляющее устройство, применяемое в электронике и вычислительной технике.

Виды контроллеров:

- **Игровой контроллер** — устройство ввода информации, используется в консольных и компьютерных играх.
- **Контроллер домена** — сервер, контролирующий область компьютерной сети (домен).
- **Контроллер прерываний** — микросхема или встроенный блок процессора, отвечающий за возможность обработки запросов на прерывание от разных устройств.
- **Контроллер электрического двигателя** — многоступенчатый многоцепной коммутационный аппарат с ручным управлением.
- **Микроконтроллер** — микросхема, управляющая электронными устройствами.
- **Промышленный контроллер** — управляющее устройство, применяемое в промышленности и других отраслях для автоматизации технологических процессов, в быту — для управления климатом и др.
- **Программируемый логический контроллер** — промышленный контроллер, оптимизированный для выполнения логических операций.
- **Системный контроллер** — компонент чипсета, организующий взаимодействие процессора с оперативной памятью и формирующий компьютерную платформу.

Домашнее задание.

Оформить схематически или в виде таблиц в тетради.

Тема урока № 127: Рубильники, пакетные выключатели, кнопки и ключи управления.

Цель урока:

1. Ознакомить с видами расчетов и их способами.
2. Подготовка учащихся на учебно-практическую деятельность.

Ход урока.

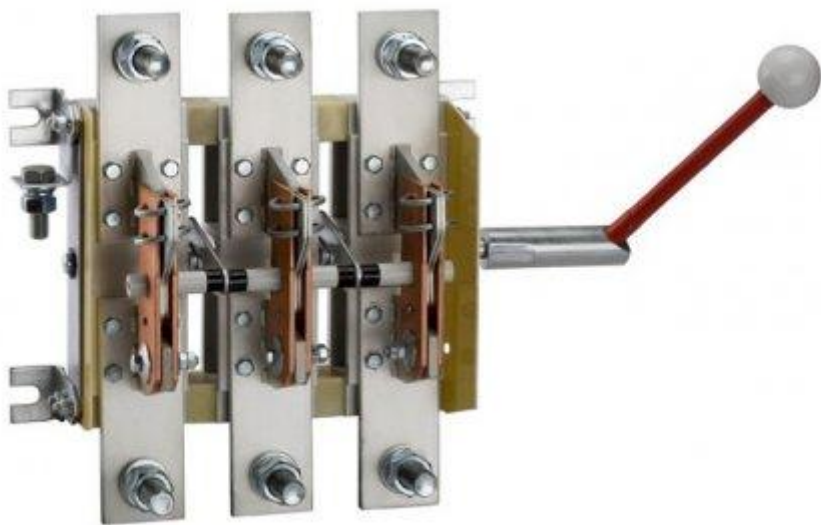
I. Ответьте на вопросы:

- А). Какая документация при сдаче электромонтажных работ?
- Б). Что такое критерии качества? (примеры).

II. Изучение нового материала.

1. Рубильники являются простейшими аппаратами ручного управления, которые используются в цепях переменного тока при напряжении до 660 В и постоянного тока при напряжении до 440 В.

Рубильники и переключатели на силу тока от 100 до 1000 А применяются в распределительных устройствах электротехнических установок и служат для неавтоматического замыкания и размыкания электрических цепей.



Кроме рубильников к коммутационным аппаратам ручного управления относят пакетные выключатели и переключатели, универсальные переключатели, контроллеры. Эти аппараты служат для включения и отключения, а переключатели — для переключения электрических цепей постоянного и переменного тока при номинальной нагрузке.

Нагрузочная способность

Все рубильники и переключатели допускают длительную работу при температуре окружающего воздуха не выше 40°C и нагрузке их номинальным переменным или постоянным током.

Классификация

Рубильники и переключатели классифицируются по следующим признакам:

- 1) по величине номинального тока — 100; 200; 400; 600; 1000 А;

- 2) по количеству полюсов — однополюсные, двухполюсные, трехполюсные;
- 3) по наличию разрывных контактов — с разрывными контактами, без разрывных контактов.

Независимо от наличия разрывных контактов одни и те же рубильники и переключатели пригодны для работы на постоянном и переменном токе. Но вследствие худших условий гашения дуги на постоянном токе рубильники и переключатели без разрывных контактов в сетях постоянного тока применяются только в качестве разъединителей;

- 4) по способу управления — с непосредственным управлением для монтажа с лицевой стороны распределительного устройства, с дистанционным управлением для монтажа с задней стороны распределительного устройства;

- 5) по способу присоединения проводов — с передним присоединением проводов, с задним присоединением проводов.

По количеству полюсов рубильники подразделяются на одно-, двух- и трехполюсные, по роду тока управления бывают с центральной и боковой рукояткой, по способу присоединения - с передней и задней стороны аппарата.

Рубильники и переключатели выпускают в одно-, двух- и трехполюсном исполнении с центральным или рычажным приводом для переднего или заднего присоединения проводов. Рубильники с центральной рукояткой служат в качестве разъединителя, т. е. отключают предварительно обесточенные электрические цепи, а с боковой рукояткой и рычажными приводами — отключают цепи под нагрузкой.

Принцип действия рубильника

Рубильником (переключателем) называется электрический аппарат с ручным приводом, предназначенный для коммутации электрических цепей.

Наиболее распространенные в настоящее время рубильники и переключатели рубящего типа на силу тока от 100 А и выше выполняются по принципу линейного соприкосновения подвижного контакта (ножа) с неподвижной контактной стойкой. Линейный контакт обеспечивает малое переходное сопротивление, разрыв больших токов и надежность в работе.

На рис. 1 показан принцип линейного контакта. Неподвижная контактная стойка 1 соприкасается по линии с подвижным контактным ножом 2, состоящим из двух полос с цилиндрическими выступами 3, которые обеспечивают соприкосновение со стойкой по линии. Концы полос ножа охватываются плоской пружиной 4.

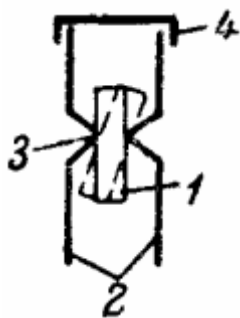


Рис. 1. Линейный контакт
Общий вид двухполюсного рубильника изображен на рис. 2.

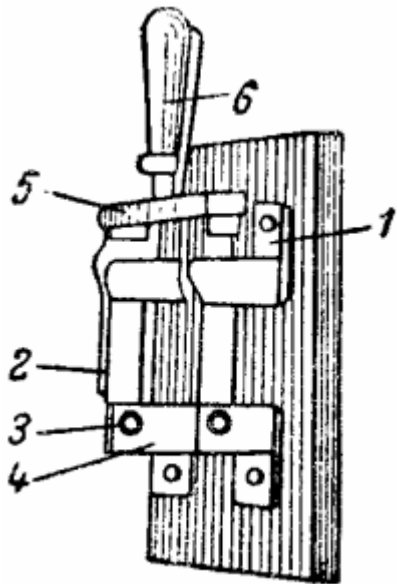


Рис. 2. Двухполюсный рубильник

Каждый полюс рубильника состоит из контактной стойки 1 с двумя губками, между которыми входит контактный нож 2, вращающийся на оси 3, закрепленной в нижних губках 4. Контактные ножи жестко соединены изолирующей траверсой 5, на которой укреплена изолированная ручка 6.

Процессы, происходящие при размыкании рубильника

Размыкание цепи рубильником вызывает изменение тока образование электрического поля между неподвижными и подвижными контактами. Напряженность этого поля пропорциональна напряжению сети и обратно пропорциональна расстоянию между контактами.

В первый момент отключения рубильника, когда расстояние между контактами мало, напряженность электрического поля может достигать значений порядка нескольких тысяч или даже десятков тысяч вольт на сантиметр, что, естественно, вызывает ионизацию воздушного промежутка.

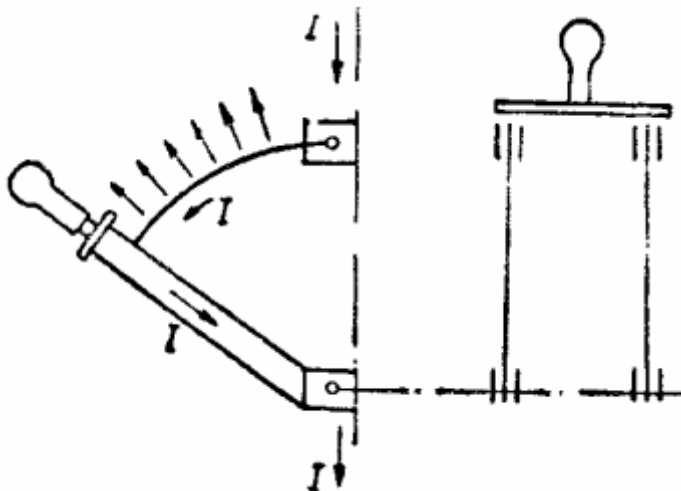


Рис. 3. Силы, действующие на дугу при отключения рубильника

При достаточной степени ионизации произойдет пробой воздушного промежутка и образуется электрическая дуга. При постоянном токе дуга время, чем при переменном, так будет существовать более длительное как в последнем случае при переходе тока через нулевое значение в течение каждого полупериода дуга гаснет на очень короткий промежуток времени.

Кроме того, установлено, что дуга гаснет тем быстрее, чем больше отключаемый ток и короче ножи рубильника. Физически это объясняется тем, что при больших отключаемых токах силы взаимодействия между током, протекающим в токоведущих частях рубильника, и магнитным полем дуги ускоряют ее перемещение в воздухе и деионизацию.

Дуга будет испытывать тем большее растягивающее усилие, чем короче ножи рубильника, так как в этом случае увеличивается напряженность магнитного поля, действующего на дугу.

При отключении токов 75 А и менее силы, действующие на дугу, незначительны, и поэтому основное значение имеет наиболее быстрое растягивание дуги. Эти токи (75 А и менее) разрываются рубильниками (переключателями) на 100 - 400 А, поэтому последние, кроме главных ножей, имеют также разрывные (моментные ножи), обеспечивающие достаточную скорость отключения рубильника, не зависящую от скорости движения руки оператора, и предохранение главных контактов от разрушающего действия дуги.

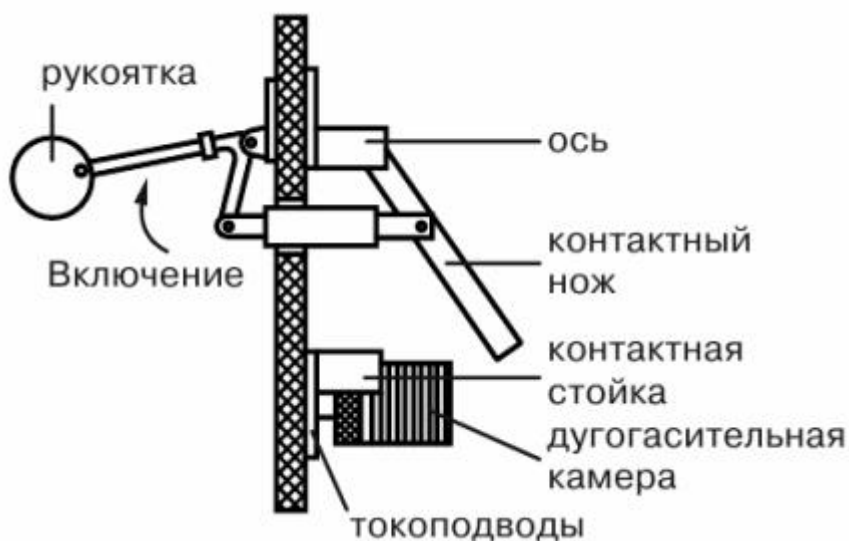
Моментные ножи выполняются облегченной конструкции, так как они нагружены кратковременно - только в процессе отключения. Рубильники и переключатели на токи 600 А и выше изготавливаются без моментных ножей.

Расшифровка обозначений рубильников



Буквенные обозначения рубильников: Р - рубильник; П - переключатель; вторая буква - П - переднее присоединение проводов; Б - с боковой рукояткой; Ц - с центральным рычажным механизмом. Цифры обозначают: первые (1, 2 и 3) - число полюсов, вторая - номинальный ток (1 - 100 А, 2 - 250 А, 4 - 400 А и 6 - 600 А).

Рубильники и переключатели с боковой рукояткой и с рычажным приводом выпускают как с дугогасительными камерами, так и без них. Рубильники с центральной рукояткой выпускают без дугогасительных камер с искрогасительными контактами. Плотность прилегания контактных поверхностей ножа и губок обеспечивается за счет пружинящих свойств материала губок (у рубильников до 100 А) и за счет стальных пружин (у рубильников более 200 А).



Для предохранения ножей от оплавления дугой при отключении рубильники на большие токи выполняют с искрогасительными или дугогасительными контактами. Искрогасительные контакты, которыми снабжены ножи, при отключении отходят от губок под действием своих пружин независимо от скорости движения рукоятки и привода рубильника.

Дугогасительные контакты рубильников расположены открыто или внутри дугогасительных камер. Они служат для обеспечения быстрого гашения электрической дуги и исключения переброса ее на соседние токопроводящие или заземленные конструкции распределительного устройства. Переключатели перекидные имеют такое же конструктивное устройство, что и рубильники, и служат для коммутации электрических цепей.

В некоторых конструкциях рубильники совмещают с предохранителями или используют предохранители в качестве ножей. Такая конструкция, позволяющая выполнять функции коммутации и защиты, называют блоком предохранитель-выключатель (БПВ).

В целях безопасности для обслуживающего персонала рубильники заключаются в металлический защитный кожух

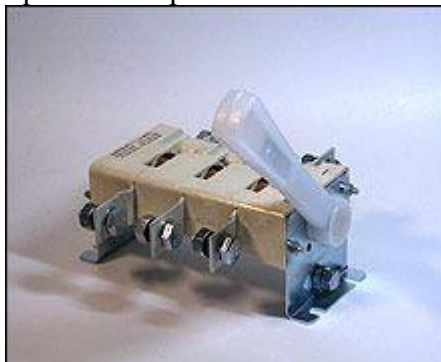


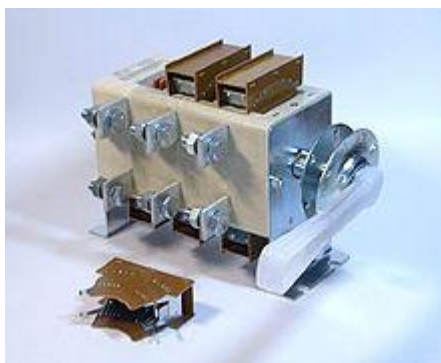
Выключатели-разъединители ВР

Выключатели-разъединители (рубильники) ВР32-31, ВР32-35, ВР32-37, ВР32-39 предназначены для включения, пропускания и отключения переменного тока номинальным напряжением до 660 В номинальной частоты 50 и 60 Гц и постоянного тока номинальным напряжением до 440В в устройствах распределения электрической энергии.

Рубильник ВР-32 на одно направление трехполюсный с боковой рукояткой

Рубильник ВР-32 на два направления трехполюсный с боковой смещенной рукояткой





Сведения по монтажу

Рубильники, служащие для отключения под нагрузкой, должны монтироваться в вертикальном положении. Шины и провода следует присоединять к неподвижным контактам рубильника, т. е. так, чтобы при отключенном положении рубильника его подвижные ножи не были под напряжением.

Шины и провода, присоединяемые к рубильникам, должны иметь сечение, соответствующее номинальному току рубильника и укрепляться так, чтобы механические нагрузки от них не передавались на клеммы. Шины и провода должны быть плотно зажаты в клеммах рубильников для обеспечения надежного контакта и предотвращения перегрева последнего.

Контактные гайки у рубильников и переключателей при присоединении шин и проводов следует затягивать плавно, без рывков. При этом после первой затяжки следует ослабить гайку, а потом снова плавно затянуть ее до отказа.

Гайки должны наворачиваться без заеданий, их резьбу рекомендуется смазывать техническим вазелином.

Поверхность контактных ножей рубильников во избежание заеданий их в контактных стойках надлежит смазывать небольшим слоем касторового масла. Загустевшую смазку рубильников и переключателей при их чистке удаляют чистым бензином.

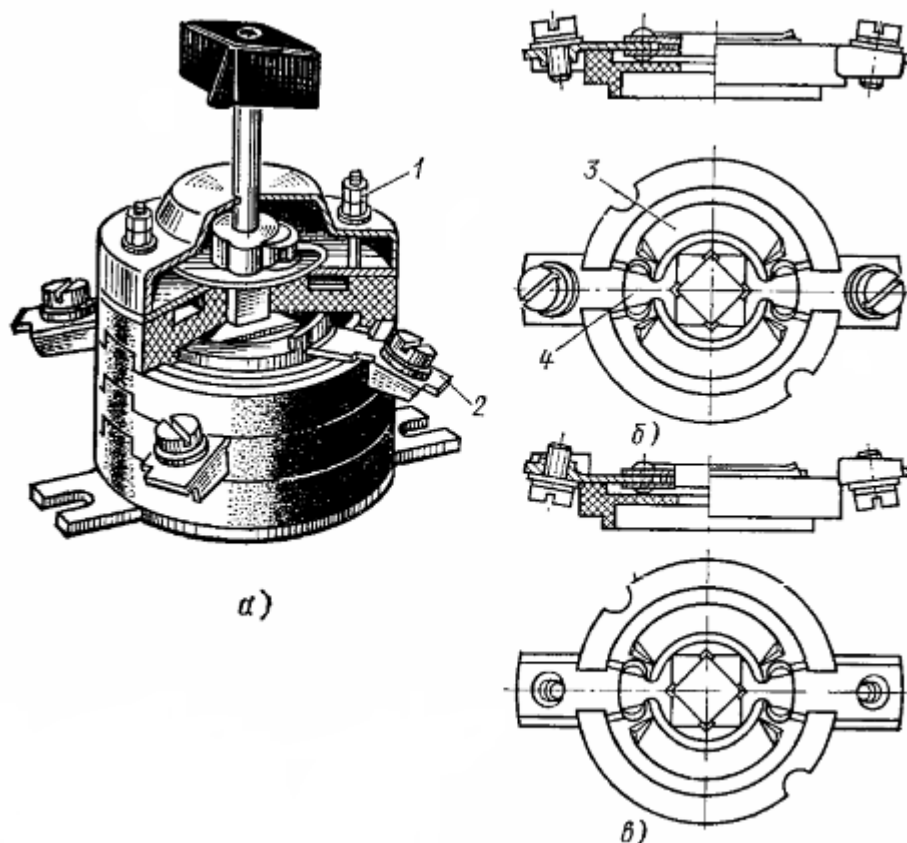
Металлические нетоковедущие части рубильников с рычажным приводом, монтируемым на лицевой стороне щита, должны быть заземлены.

2. Пакетные выключатели.

Пакетные выключатели служат для включения и отключения электрических цепей постоянного и переменного тока до 100 А при напряжении 220 В и до 60 А — при напряжении 380 В. Пакетные выключатели и переключатели значительно компактнее рубильников. Пакетные выключатели монтируются с выводом на панель только рукоятки, что обеспечивает безопасность работы обслуживающего персонала.

Устройство пакетных выключателей

Пакетный выключатель состоит из переключающего механизма и контактной группы. Клеммы неподвижных контактов выступают из корпуса. Подвижные контакты находятся внутри корпуса на втулке квадратного сечения, выполненной из изоляционного материала. Корпус набирается из изоляционных шайб, соединенных между собой стягивающими шпильками. Подвижные контакты поворачиваются рукояткой через пружинный механизм быстрого переключения.



Пакетный выключатель типа ПВ: а — общий вид, б — пакет для переднего присоединения, в — пакет для заднего присоединения

При повороте рукоятки вначале заводится пружина механизма быстрого переключения. Когда усилие, действующее от рукоятки на фигурную шайбу, возрастает до определенной величины, шайба очень быстро поворачивается на четверть оборота до следующего упора в верхней крышке.

Упоры в крышке расположены под углом 90° . Втулка квадратного сечения, на которой укреплены подвижные контакты, соединена с фигурной шайбой. Одновременно с быстрым поворотом фигурной шайбы происходит поворот подвижных контактов. Последние укреплены в пластинах из фибры, которые выполняют роль направляющих и обеспечивают быстрое гашение возникающей дуги.

Фибра под воздействием высокой температуры выделяет большое количество газов. Давление их увеличивается, в результате чего происходит движение газов через щели пакета. Свежий, неионизированный воздух, поступающий внутрь выключателя, способствует быстрому гашению дуги.

Пакетные выключатели выпускаются на токи 10 и 25 А при напряжении 220 В в одно-, двух- и трехполюсном исполнении. Последние применяются для включения трехфазных асинхронных двигателей (например, в универсальных приводах).

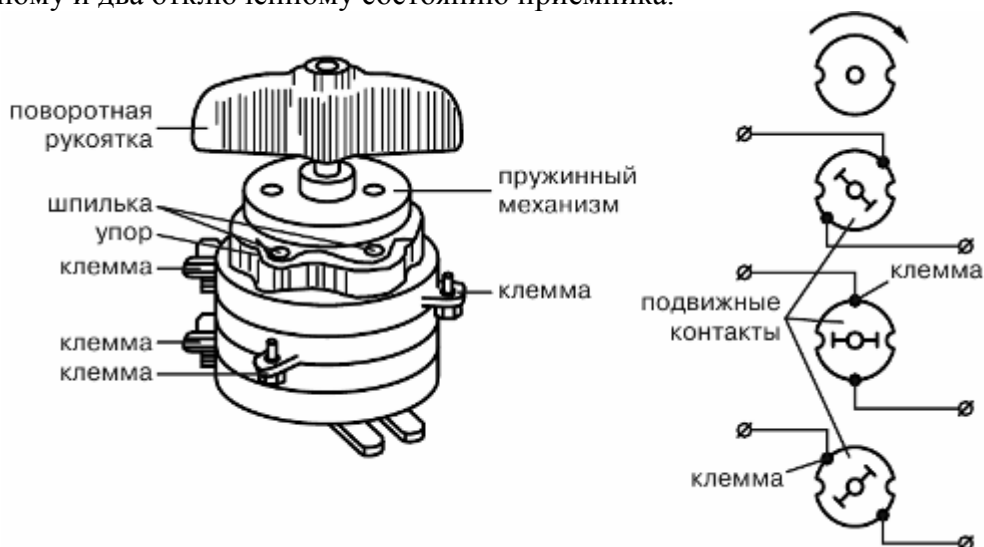
В **трехполюсном пакетном выключателе** три подвижных контакта расположены между четырьмя изоляционными шайбами. Эти же пакетные выключатели могут применяться и при напряжении 380 В, но допустимая величина тока для них снижается соответственно до 6 и 15 А.

При номинальных величинах тока и напряжения и коэффициенте мощности 0,8 пакетные выключатели выдерживают 20 000 переключений. Частота переключений не должна превышать 300 в час.

Для удобства подключения проводов неподвижные контакты расположены не по образующей, а сдвинуты относительно друг друга. Клеммы одного контакта расположены

между одними и теми же шайбами диаметрально противоположно. Провода от приемника принято подключать к клеммам, расположенным по одну сторону шпилек, а провода сети - по другую.

Поворачивая рукоятку пакетного выключателя на 90° , можно включать и отключать приемник. Из четырех положений рукоятки пакетного выключателя два соответствуют включенному и два отключенному состоянию приемника.



Пакетные переключатели

Кроме пакетных выключателей, широко применяются и пакетные переключатели. В пакетном переключателе только одно положение соответствует отключенному состоянию приемника, а три остальных - включенному различными способами.

На рисунке изображена схема включения трехскоростного двигателя М пакетным переключателем Q. Четырехпозиционный пакетный переключатель имеет шесть подвижных контактов. Одна позиция (0) соответствует отключенному состоянию двигателя. В статоре двигателя уложено две обмотки, одна из которых соединена в звезду, а другая может переключаться с соединения треугольником на двойную звезду.

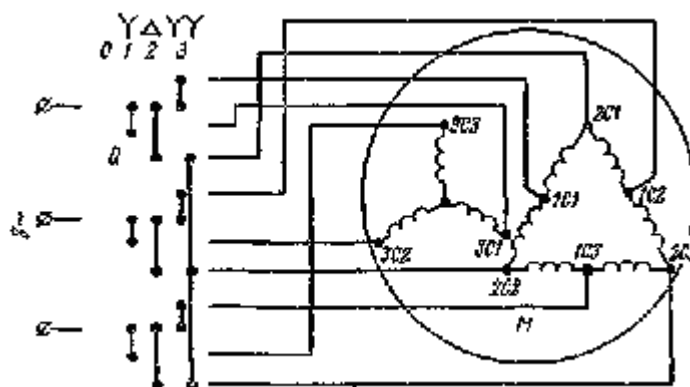


Схема включения пакетным переключателем трехскоростного электродвигателя
Согласно схеме в положении 1 рукоятки двигатель подсоединяется к сети клеммами 3C1, 3C2, 3C3. В статоре двигателя создается вращающееся магнитное поле с тремя парами полюсов. Синхронная частота вращения двигателя (частота вращения магнитного поля) при этом равна 1000 об/мин.

На соединение левых клемм переключателя с правыми указывают точки с линиями, изображенные по вертикали под цифрами, соответствующими положениям рукоятки переключателя. положению 1 рукоятки переключателя верхняя левая клемма соединяется с клеммой 3C1 двигателя, средняя левая клемма — с клеммой 3C2, а нижняя левая — с клеммой 3C3.

В положении 3 рукоятки наряду с соединением левых клемм переключателя с клеммами 1С1, 1С2, 1С3 двигателя происходит соединение клемм 2С1, 2С2 и 2С3 друг с другом. Этим обеспечивается соединение обмотки в двойную звезду с образованием одной пары полюсов и получением синхронной частоты вращения 3000 об/мин.

В положении 2 рукоятки переключателя соединяются верхняя левая клемма с клеммой 2С1 двигателя, средняя левая клемма — с клеммой 2С2 и нижняя левая клемма — с клеммой 2С3. При этом двигатель включается в треугольник с образованием двух пар полюсов и получением синхронной частоты вращения 1500 об/мин.



Трехполюсный пакетный переключатель

От трехполюсного рубильника он отличается тем, что подвижные контакты (ножи) имеют не одно, а два замкнутых положения. Ножи могут замыкаться с тремя левыми и тремя правыми неподвижными контактами. Такие переключатели применяются для включения трехфазных двигателей и изменения направления их вращения (реверсирования) трехфазного двигателя достигают переключением двух токоподводящих проводов.

3. Кнопки и ключи управления.

Чтобы на расстоянии управлять разными электрическими приборами и механизмами используют кнопки управления. В основном кнопками управляют устройствами, снабженными электродвигателями. Оператору не требуется лезть на тельфер, чтобы отодвинуть крюк в необходимое место. Ему нужно всего лишь нажать определенную кнопку на пульте, и оборудование начнет двигаться под действием включенного электродвигателя.

Подобным образом управляются многие электроустройства на заводах. Кнопочные посты могут находиться на рабочем месте работника, образуя тем самым своеобразный пульт для выполнения производственных задач, которые связаны с работой оборудования на заводе.



Кнопочные посты осуществляют работу запуска или останова электро-технических устройств, для реверсивного движения приводов в механизмах, для аварийного останова приводов механизмов в неотложных ситуациях и т. д. Это зависит от выполняемой задачи устройством или оборудованием.

Устройство и работа

Кнопочные посты изготавливаются в корпусах разной формы и разным числом кнопок, в зависимости от выполняемых ими функций. Особенностью применения кнопок является то, что они не применяются в схемах с высоким напряжением. Однако кнопочными постами можно управлять оборудованием с высоким напряжением, подключая их в цепи управления на переменном токе до 600 В, и на постоянном токе до 400 В.

Через кнопки управления проходит не рабочий силовой ток, а ток управления. Также работают и кнопочные посты. Силовую цепь замыкает пускатель, который работает от кнопочного поста.



Число кнопок бывает разным, и зависит от числа объектов нагрузки. Кнопочные посты бывают 2-кнопочными и многокнопочными. Самый простой кнопочный пост имеет в своем составе две кнопки: «Пуск» и «Стоп».

Кнопки размещают в корпусе, который располагают в удобном для работы месте. Отдельно стоит отметить кнопочные посты тельферов, сокращенно ПКТ.

Кнопка является основной деталью кнопочного поста. Их конструкции разделяются на 2 типа: с фиксацией и самовозвратные. Кнопки с фиксацией размыкают контакты и возвращаются в исходное положение только при повторном нажатии. Самовозвратный вариант исполнения кнопок действует путем выталкивания кнопки пружиной в первоначальное состояние, то есть, при нажатии одной кнопки, вторая выталкивается автоматически, и наоборот.

Самый распространенный двухкнопочный пост с механизмом фиксации действует в таком порядке. При нажатой кнопке «Стоп» цепь разомкнута, а кнопка «Пуск» находится в свободном состоянии. Если нажать кнопку «Пуск», то цепь замыкается, а кнопка «Стоп» выталкивается пружиной в исходное положение. Такие кнопочные посты функционируют в большом количестве. Они служат для управления действием пускателя, который включает силовую цепь.

По форме:

- В виде гриба.

- Утапливаемые.
- В виде цилиндра.

По цвету:

- «Стоп» — чаще используются желтый и красный.
- «Пуск» — синий, зеленый, белый, черный.

Обозначения



Сегодня выбор управляющих кнопок и постов для них очень широк. Самыми популярными стали единые кнопочные посты ПКЕ. Их устанавливают на станках в деревообрабатывающей отрасли, металлообработки и т. д. Такие кнопки управления могут подключать цепи с силой тока до 10 ампер при 600 вольт.

Посты кнопок ПКЕ имеют цифровое обозначение, которое расшифровывается следующим образом:

- 1 – ряд в серии.
- 2 – метод монтажа.
- 3 – класс защиты.
- 4 – материал.
- 5 – количество контактов.
- 6 – модернизация.
- 7 – климатический вариант по категории расположения.



Посты ПКУ – специальное назначение постов для работы в безопасной для взрыва среде, без пыли и газа. Такие посты подобны серии ПКЕ, но имеют свое обозначение:

- 1 – ряд.
- 2 – модификация.
- 3 – ток.
- 4 – число кнопок в ряду по горизонтали.
- 5 – количество кнопок по вертикали.
- 6 – метод установки.
- 7 – степень защиты.
- 8 – исполнение по климату.



Серия ПКТ относится к тельферам, кранам. Их свойства подобны прошлым сериям. Они имеют обозначения тремя цифрами:

- 1 – серия.
- 2 – число кнопок.
- 3 – исполнение по климату.



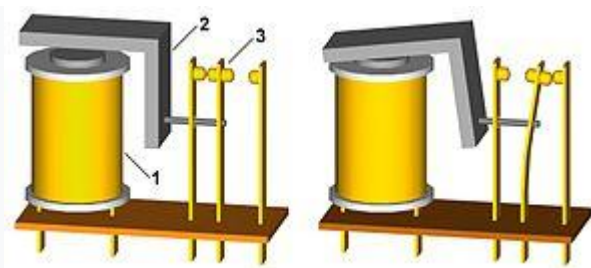
Серия КПВТ относится к пультам управления с защитой от взрыва. Они управляют устройствами в шахтах, на покрасочных работах.

Механические ключи служат для непосредственного управления цепью; рычаг механического ключа изготовлен из диэлектрика и, обычно, напрямую связан с токоведущими частями ключа. Применяются, обычно, в случаях, когда не требуется отделять управляемую цепь.

Механические ключи:

- выключатели освещения и бытовых приборов;
- пакетные выключатели;
- тумблеры (переключатели характерной конструкции с приводом рычажно-пружинного исполнения);
- переключатели различных конструкций: галетные, клавишные, движковые и др.;
- кнопки: с самовозвратом, фиксирующиеся, с зависимой фиксацией.

Электромагнитные ключ



Положения «включено» и «отключено» электромагнитного ключа

Электромагнитные ключи служат для дистанционного управления цепями, для управления высоковольтными цепями (в случаях, когда опасно управлять напрямую механическим ключом), для создания гальванической развязки между устройством управления и нагрузками, для синхронного управления несколькими цепями от одного сигнала.

Для защиты управляющей цепи от импульса самоиндукции, возникающей при снятии напряжения с обмотки, параллельно ей включают диод в направлении, обратном полярности управляющего напряжения. Данный способ неприменим при использовании обмотки, питаемой переменным током.

Электромагнитные ключи:

- электромагнитные реле;
- шаговые искатели;
- контакты;
- магнитные пускатели.

Электронные ключи

В электронных ключах и ключевых схемах применяются различные электронные приборы. В неуправляемых электронных ключах:

- диоды.

В управляемых электронных ключах:

- электривакуумные приборы;
- тиристоры;

- симисторы;
- транзисторы.

Транзисторный ключ — токовый ключ, выполненный на одном или нескольких транзисторах, работающих в ключевом режиме.

Изменение электропроводности транзистора, обуславливающее переключение тока в нагрузке, обеспечивается подачей на его управляющий электрод управляющего напряжения определённой полярности и уровня.

Работа электронных ключей основана на ключевых свойствах транзисторов. Например, ключи на биполярных транзисторах включённых по схеме с общим эмиттером работают следующим образом. При подаче на базу транзистора сигнала низкого уровня («логический 0») относительно эмиттера транзистор закрыт, ток через транзистор не идёт, при этом на коллекторе транзистора будет всё напряжение питания нагрузки. При подаче на базу транзистора сигнала высокого уровня «логической 1», транзистор открывается и в цепи коллектор-эмиттер возникает ток. Напряжение между коллектором и эмиттером становится малым, при этом все напряжения питания нагрузки оказывается приложенным к нагрузке.

Также возможно использование полевых транзисторов. Принцип их работы схож с принципом работы электронных ключей на биполярных транзисторах. Ключи на полевых транзисторах потребляют меньшую мощность управления, однако быстродействие их обычно ниже по сравнению с биполярными.

В ключевом режиме могут работать как обычные (полевые и биполярные) транзисторы, так и транзисторы, специально разработанные для работы в ключевом режиме (IGBT-транзисторы).

Домашнее задание.

Подготовить конспект к проверке.