

7.Аппараты

распределительных устройств

Предохранители. Назначение, конструкция

Предохранитель — это коммутационный защитный электрический аппарат, предназначенный для отключения защищаемой цепи посредством разрушения специально предусмотренных для этого токоведущих частей под действием тока, превышающего определенное значение.

У большинства конструкций отключение цепи осуществляется путем расплавления плавкой вставки, которая нагревается непосредственно током защищаемой цепи.

После отключения цепи необходимо заменить перегоревшую вставку на исправную. Эта операция производится вручную или автоматически. В последнем случае заменяется весь предохранитель.

Конструкции предохранителей весьма разнообразны, однако все они имеют следующие основные элементы:

1. корпус или несущую деталь;
2. плавкую вставку;
3. контактное присоединительное устройство;
4. дугогасящее устройство или дугогасящую среду.

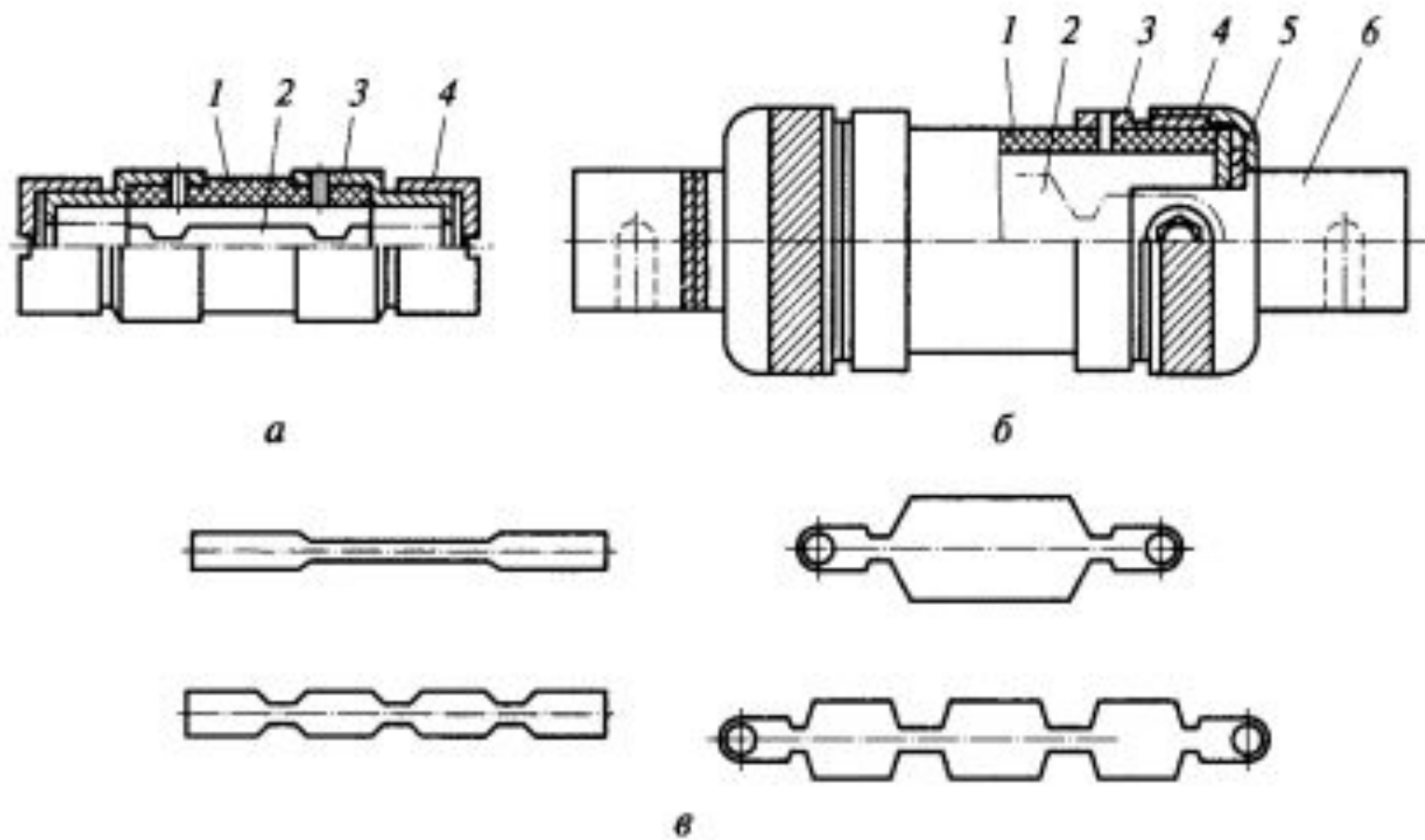


Рис. 4.7. Предохранители серии ПР-2:

а, б — патроны на номинальные токи соответственно 15...63 А и 100...1000 А; *в* — формы плавких вставок; 1 — фибровая трубка; 2 — плавкая вставка; 3 — втулка; 4 — колпачок; 5 — шайба; 6 — медный нож

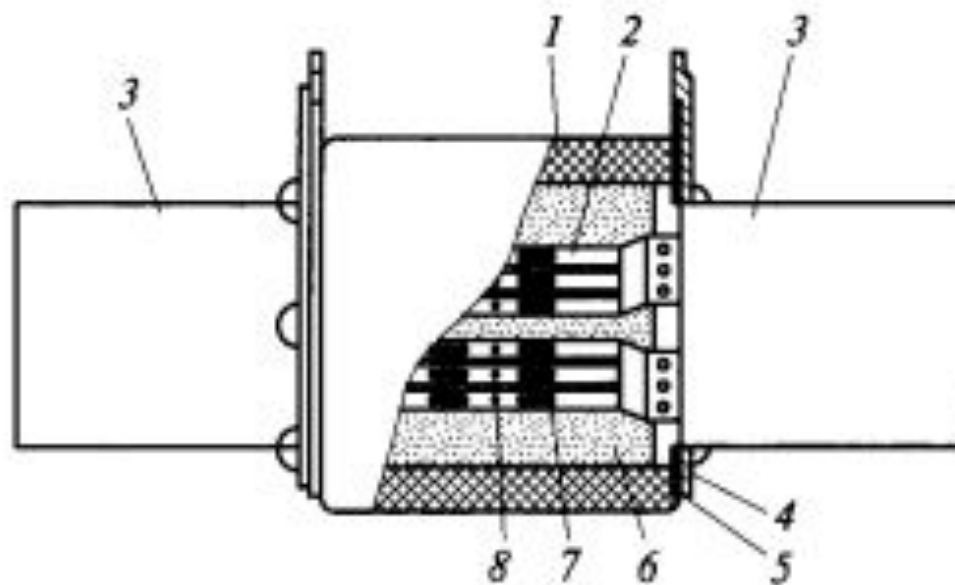


Рис. 4.9. Предохранитель серии ПН-2:

1 — корпус; *2* — плавкая вставка; *3* — выводы; *4* — крышка; *5* — асбестовая прокладка; *6* — кварцевый песок; *7* — просечки; *8* — оловянный шарик

Плавкие вставки изготавливают из свинца, сплавов свинца с оловом, цинка, меди, серебра и др.

Вставки из легкоплавких металлов (**свинец, цинк** — температура плавления 200... 420 °С) позволяют получить невысокую температуру самого предохранителя, однако они обладают малой проводимостью и требуют значительных сечений, особенно при больших номинальных токах.

Широко распространены **цинковые вставки**. Пары цинка имеют относительно высокий потенциал ионизации, что способствует гашению дуги.

Вставки из меди и серебра получают меньшего сечения, но недостатком их является высокая температура плавления, что приводит при токах перегрузки к сильному нагреву и быстрому разрушению деталей предохранителя.

Характеристики:

1.Номинальный ток плавкой вставки - это ток, на который рассчитана плавкая вставка для длительной работы.

Длительное протекание данного тока не вызывает плавление вставки.

2. Номинальный ток предохранителя - это ток наибольшей плавкой вставки, предназначенной для данной конструкции предохранителя.

На этот ток рассчитана вся токоведущая система.

3. Предельный ток отключения
(предельная отключающая
способность, предельная
коммутационная способность - ПКС) -
это наибольший ток, который
предохранитель может отключить без
каких-либо повреждений,
препятствующих его дальнейшей
работе после смены плавкой вставки.

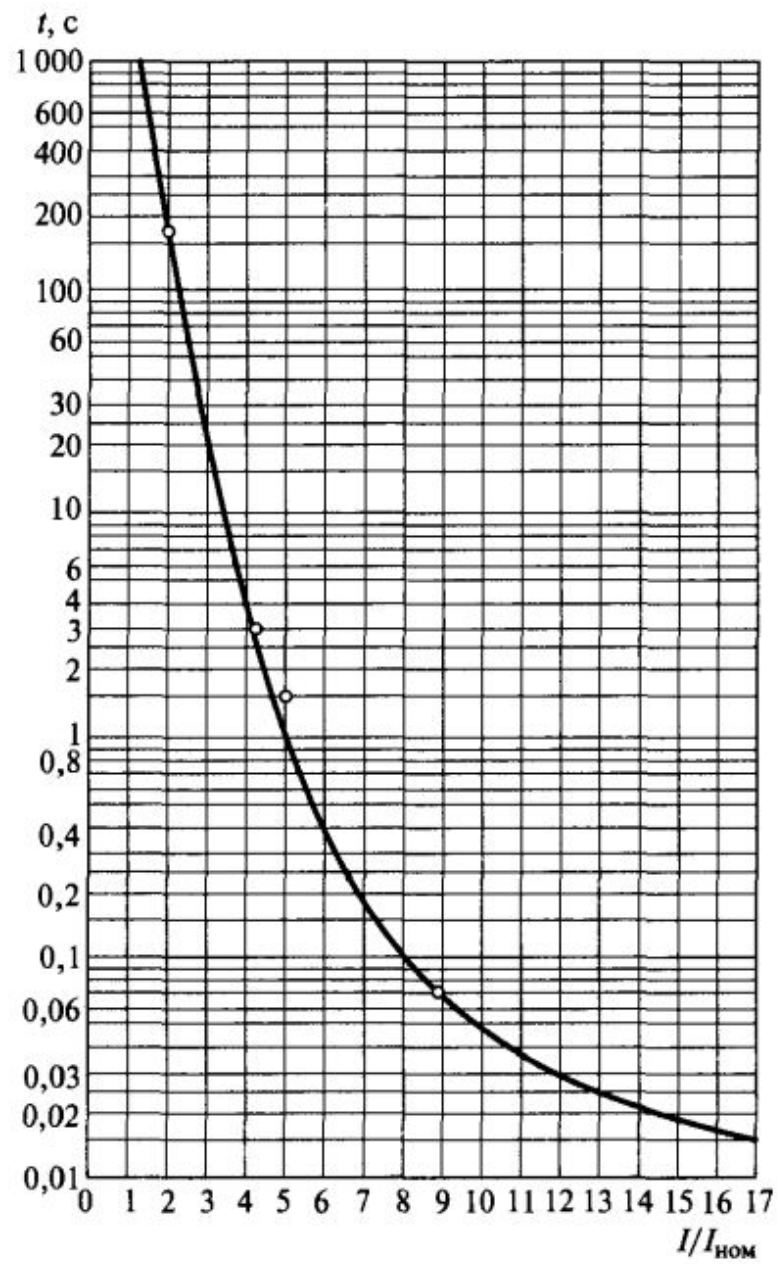
4.Номинальное напряжение предохранителя - это наибольшее возможное напряжение, на котором может использоваться данный предохранитель.

От напряжения зависит и ПКС.

5.Время - токовая характеристика -
это зависимость времени
перегорания плавкой вставки от тока
(защитная характеристика).

Характеристика является
обратнозависимой и приводится в
паспорте для каждого номинального
тока предохранителя.

6. Пограничный (плавящий) ток – это номинальный ток, при котором сгорает плавкая вставка, достигнув установившейся температуры



Работа предохранителя протекает в двух резко отличающихся друг от друга режимах: **в нормальных условиях и в условиях перегрузок и коротких замыканий.**

В первом случае нагрев вставки имеет характер установившегося процесса, при котором вся выделяемая в ней теплота отдается в окружающую среду.

При этом кроме вставки нагреваются до установившейся температуры и все другие детали предохранителя. Эта температура не должна превышать допустимых значений.

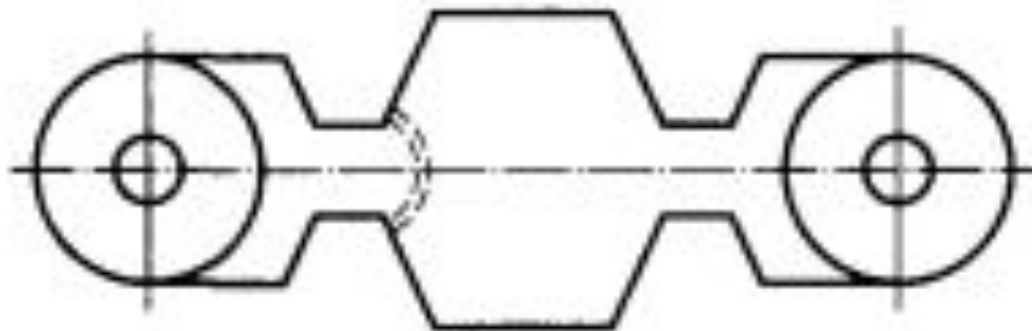
При токах, превышающих плавящий ток плавкая вставка должна перегореть в кратчайшее время.

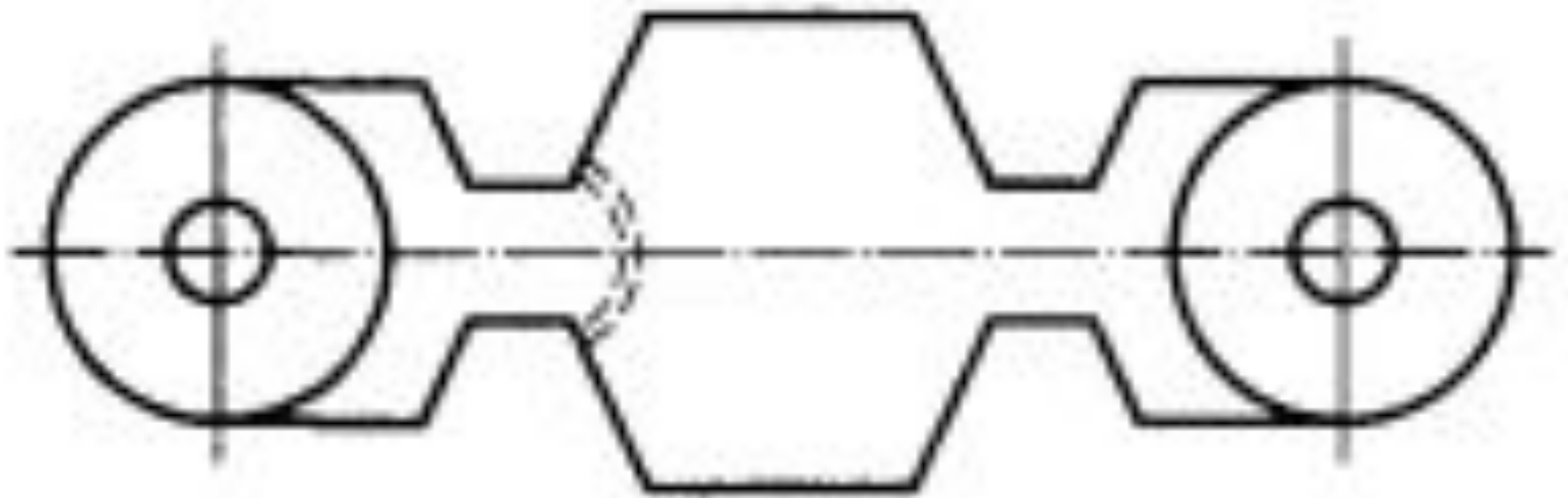
Чтобы достигнуть **резкого сокращения времени плавления** вставки с ростом тока, идут двумя путями:

1. придают плавкой вставке специальную форму;
2. используют металлургический эффект.

В первом случае вставку выполняют в виде пластинки с вырезами, уменьшающими ее сечение на отдельных участках.

Металлургический эффект заключается в том, что многие легкоплавкие металлы (олово, свинец и др.) способны в расплавленном состоянии растворять некоторые тугоплавкие металлы (медь, серебро и др.





Гашение электрической дуги, возникающей после перегорания плавкой вставки, должно осуществляться как можно быстрее.

Время гашения дуги зависит от конструкции предохранителя и принятого способа гашения.

В современных предохранителях с закрытыми патронами без наполнителя дуга гасится за счет **высокого давления продуктов горения**, возникающего в патроне вследствие появления дуги.

При наличии наполнителя — **за счет интенсивного охлаждения дуги наполнителем** и **высокого давления**, вызываемого дугой в узких каналах наполнителя.





В цепях управления
электроприводом и аппаратами
широко применяются
универсальные
типа УП, **переключатели**
коммутирующие
несколько цепей.

Устройство секции такого переключателя показано на рисунке. Каждая секция имеет два контактных соединения (разрыва). В случае использования одного разрыва провода цепи присоединяют к неподвижному контакту 2 и зажиму 6, связанному с подвижным контактом 4. При вращении вала 8 поворачивается кулачок 9, который воздействует на контактный рычаг 5 подвижного контакта 4, в результате чего происходит замыкание контактов 2 и 4.

Номинальный ток переключателя — 20 А. Число контролируемых цепей (секций) может меняться от 2 до 16.

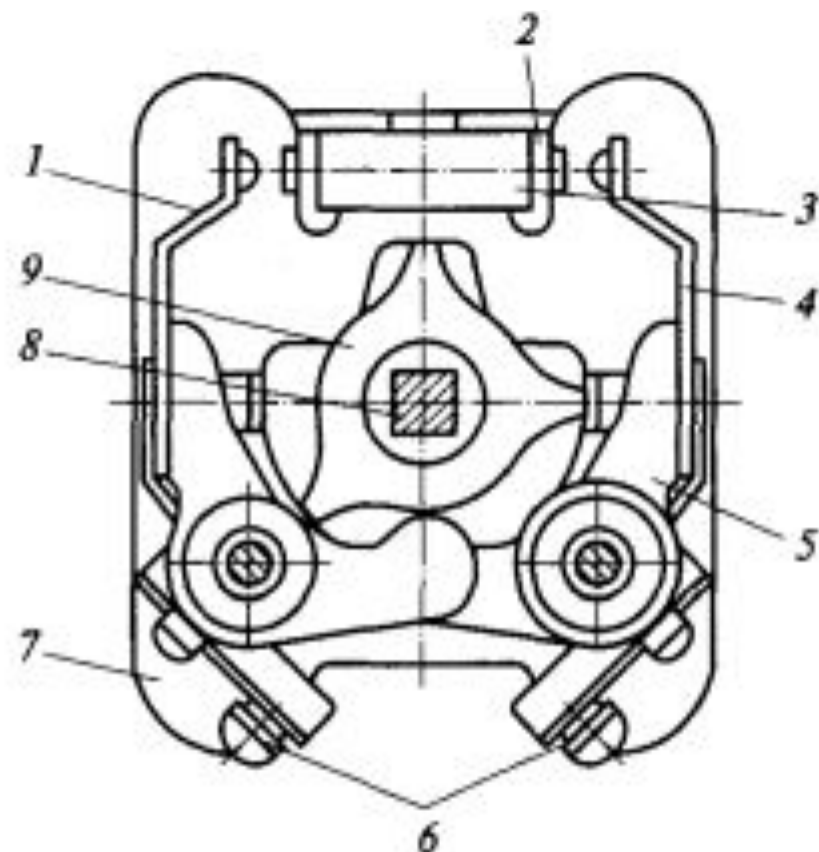


Рис. 6.6. Секция универсального переключателя УП:

1, 4 — подвижные контакты; 2 — неподвижный контакт; 3 — стойка; 5 — рычаг;
6 — зажимы; 7 — основание; 8 — вал; 9 — кулачок

Диаграмма коммутационных положений переключателя представлена в виде таблицы.

Положение переключателя управления	Условное обозначение положения	Положение рукоятки ключа	Состояние цепи													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Отключено	O		X	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X
Предварительно включить	B ₁		-	X	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
Включить	B ₂		-	X	-	-	-	X	-	-	X	-	X	-	X	-
Включено	B		-	X	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X	-
Предварительно отключить	O ₁		X	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-
Отключить	O ₂		X	-	-	-	X	v	-	-	-	X	-	X	-	X

Примечание. X — цепь замкнута, — — цепь разомкнута.

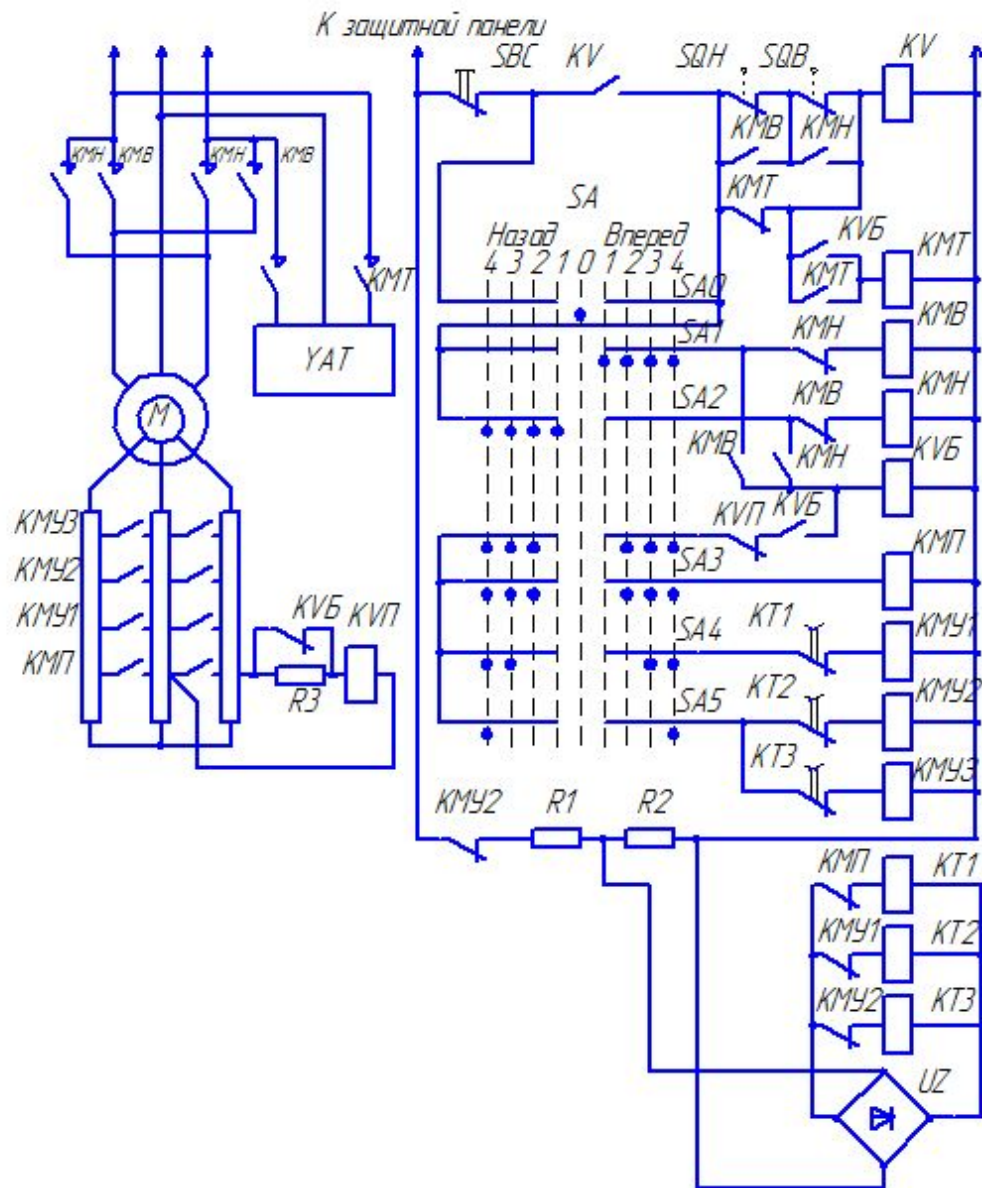
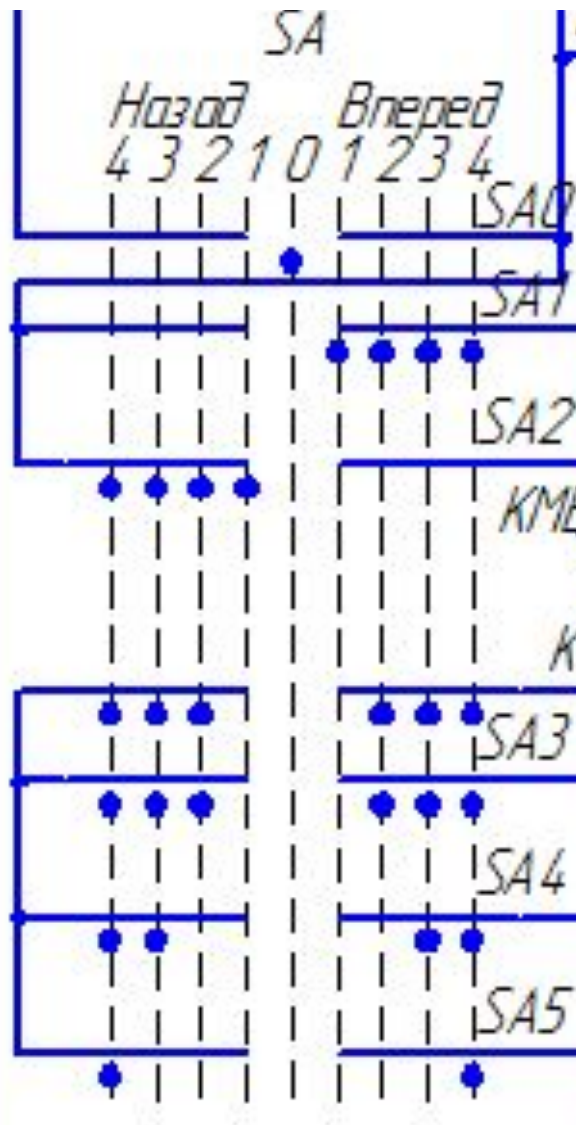


Диаграмма коммутационных положений переключателя представлена в виде схемы.

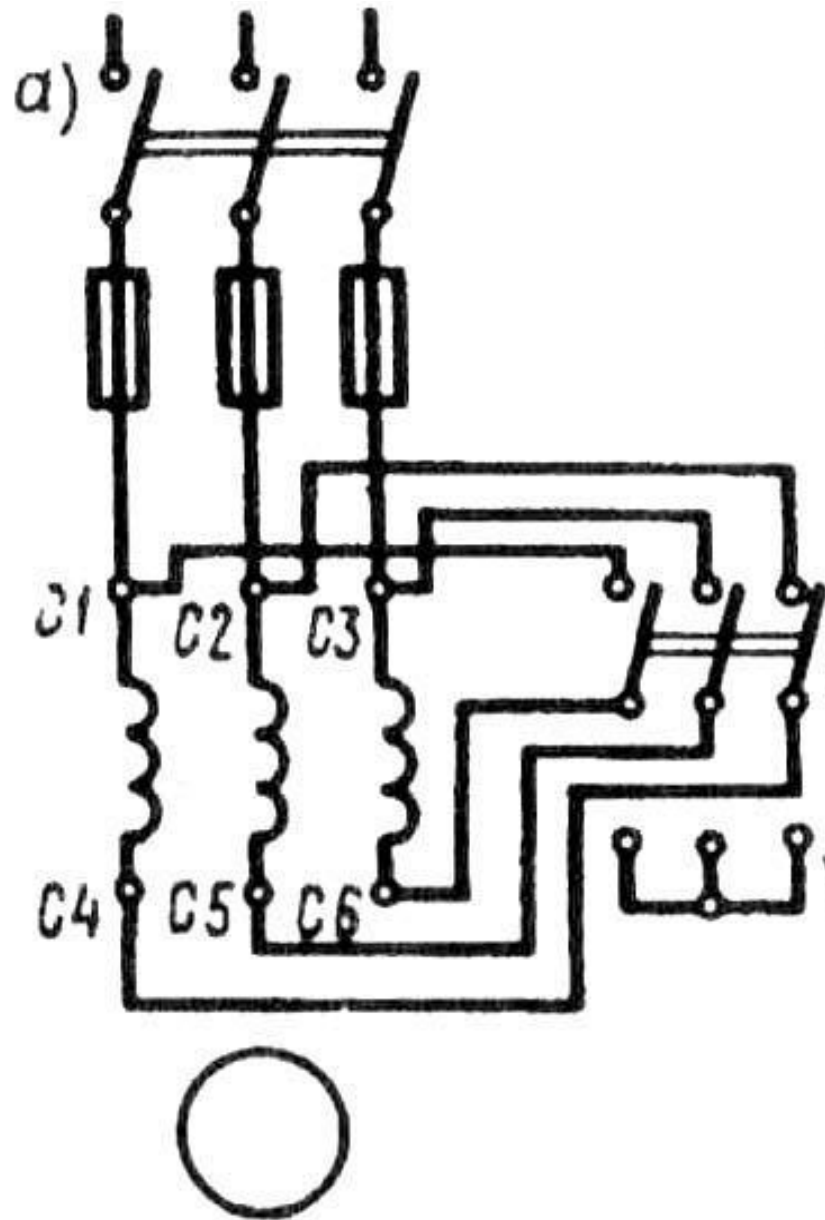


Пакетные выключатели и переключатели являются многоступенчатыми аппаратами, предназначенными для нечастых коммутаций в цепях с небольшой мощностью (токи до 40 А, постоянное напряжение 220 В и переменное напряжение 380 В).

Пакетные переключатели применяются в распределительных устройствах и слаботоковых цепях автоматики.

Они используются также для пуска и реверсирования электродвигателей, переключения соединения обмоток трехфазных двигателей со «звезды» на «треугольник». Такие аппараты состоят из одинаковых пакетов в виде колец и различаются между собой нагрузочной способностью.

Число переключаемых цепей определяет схему и конструкцию пакетного переключателя.



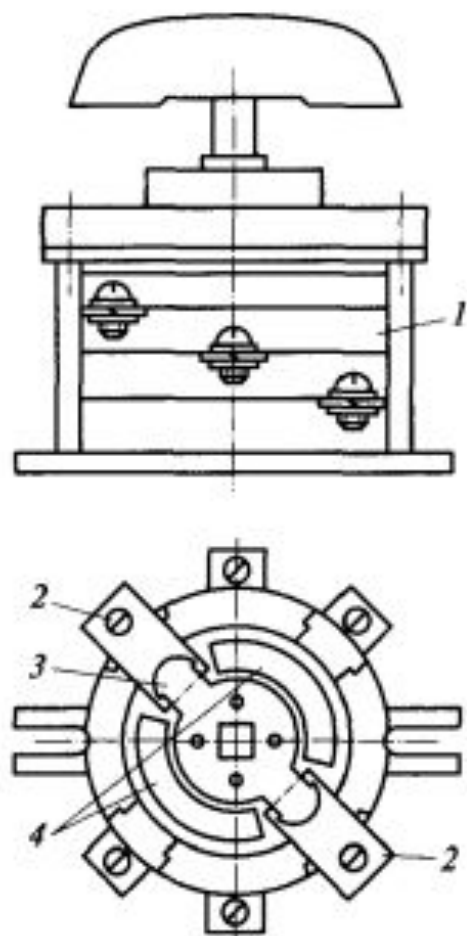


Рис. 6.8. Пакетный выключатель серии ПМВ:

1 — пакет; 2 — неподвижные контакты;
3 — подвижный контакт; 4 — щетка

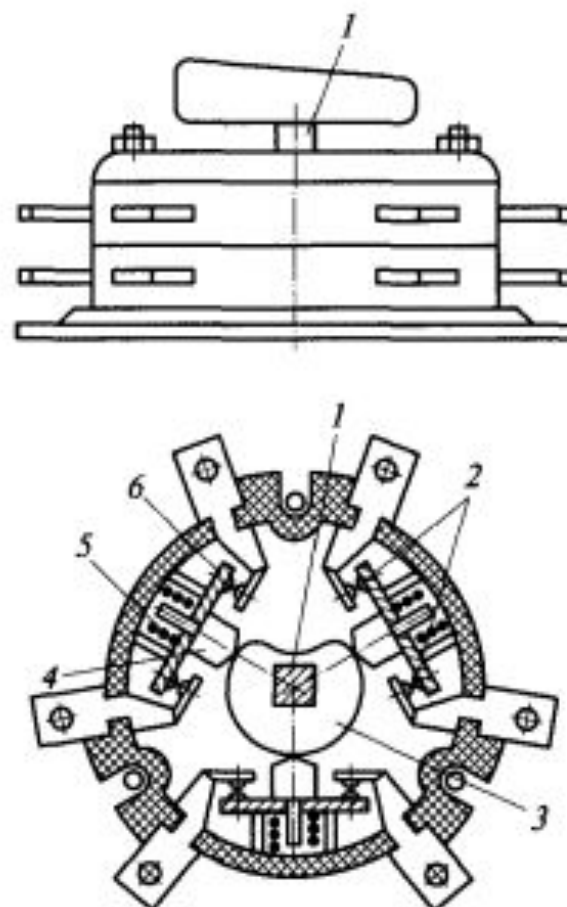


Рис. 6.9. Пакетный кулачковый выключатель серии ПКВ:

1 — вал; 2 — неподвижные контакты;
3 — кулачок; 4 — шток; 5 — пружина;
6 — мостиковый контакт

**Контроллеры и
командоконтроллеры,
назначение, конструкция**

Широкое распространение получили нерегулируемые кулачковые командоконтроллеры. Принцип его действия аналогичен принципу действия силового кулачкового переключателя

При отключении мостиковый контакт 2 создает два разрыва, что облегчает гашение дуги. Кулачковый привод контактов, значительное расстояние от контактов до центра вращения рычага 4, большой раствор контактов позволяют почти в 4 раза увеличить ток отключения по сравнению с кнопочным элементом. Положение вала командоконтроллера фиксируется с помощью рычажного фиксатора и пружины 1. Моменты замыкания и размыкания контактов зависят от профиля кулачка 5. При вращении вала командоконтроллера происходит управление соответствующими силовыми контакторами, которые, в свою очередь, осуществляют коммутацию в силовых цепях двигателя.

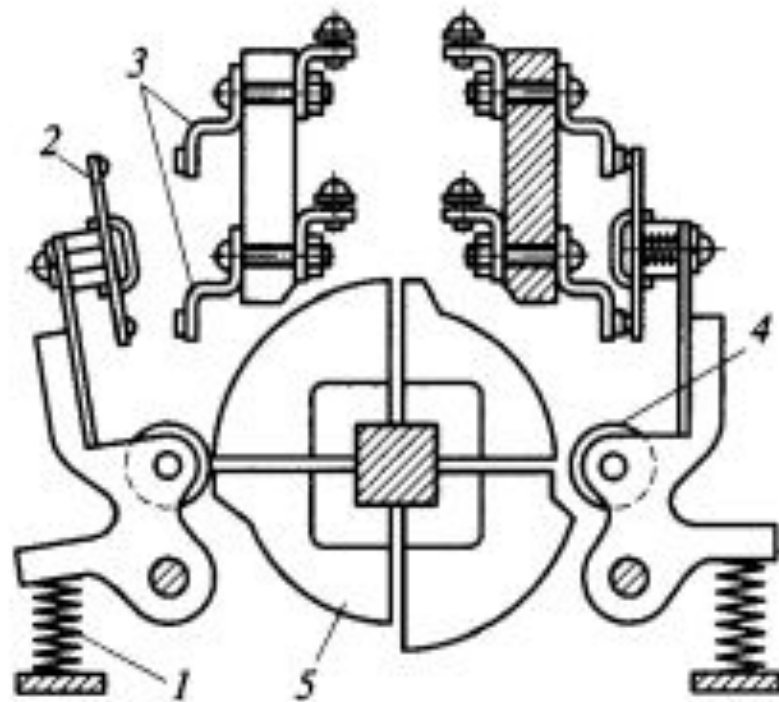


Рис. 6.2. Командоконтроллер:

1 — пружина; 2 — мостиковый контакт; 3 — неподвижные контакты; 4 — рычаг;
5 — кулачок

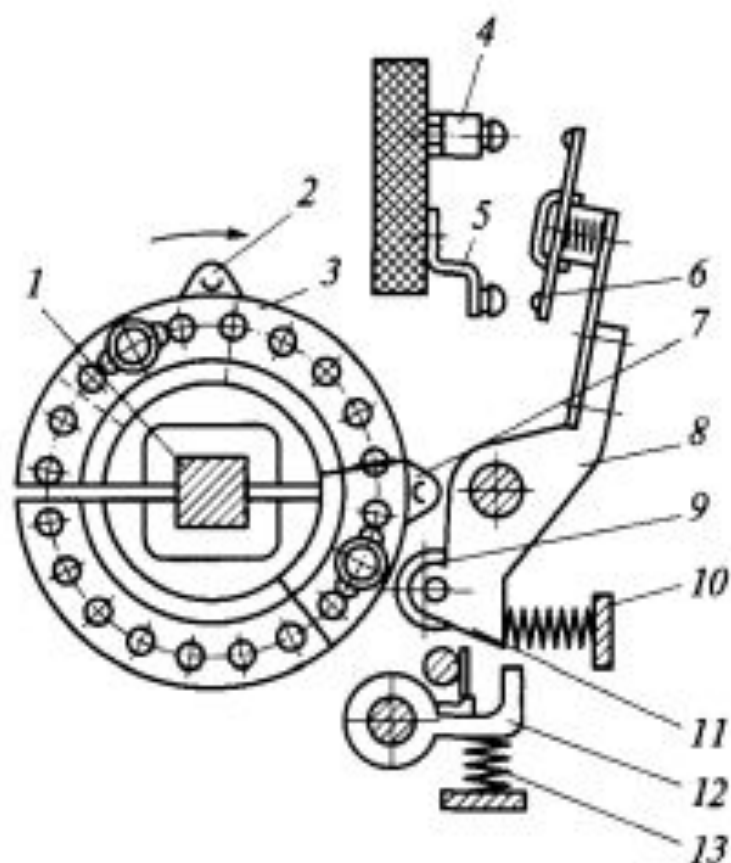


Рис. 6.3. Регулируемый командоконтроллер:

- вал; 2, 7 — кулачки; 3 — диск; 4, 5 — неподвижные контакты; 6 — мостиковый контакт; 8 — рычаг; 9, 11 — ролики; 10, 13 — пружины; 12 — защелка

Контроллеры разделяются:

- 1. Силовые контроллеры**
- 2. Командоконтроллеры**
- 3. Магнитные контроллеры**

Силовые контроллеры коммутируют большие токи,
командоконтроллеры – малые токи,
магнитные – управляют контакторами







Рубильники

Рубильники предназначены для ручного непосредственного или дистанционного замыкания, размыкания или переключения электрических цепей. Они рассчитаны на отключение незначительных токов и при наличии соответствующих дугогасящих устройств допускают отключение тока до $(1,00... 1,25)I_{\text{ном}}$.

Рубильники выполняют на токи от 100 А и выше.

Отдельные серии этих устройств, главным образом постоянного тока, выпускаются на токи до 10 кА. Изготавливают рубильники и на малые токи (5... 10 А).

Рубильники бывают одно-, двух- и трехполюсными.

Их основными **элементами** являются 1. неподвижные вырубные контакты 2. подвижные контакты (ножи) 3. дугогасящее устройство 4. привод.

Монтируются рубильники на изоляционных основаниях

Привод может осуществляться при помощи центральной рукоятки 1 (рис. 5.1, б), боковой рукоятки 1 (рис. 5.1, а) через вал 7, центральной рукоятки через систему рычагов 9, 10 (рис. 5.1, в).

Важнейшей частью рубильника являются контакты. В подавляющем большинстве случаев в этих аппаратах находят применение врубные контакты. В рубильниках на малые токи контактное нажатие обеспечивается за счет пружинящих свойств материала губок, а на токи от 100 А и выше — стальными пружинами. С увеличением нажатия падает переходное сопротивление, но увеличивается износ контактов из-за трения, что является ограничивающим для силы нажатия фактором

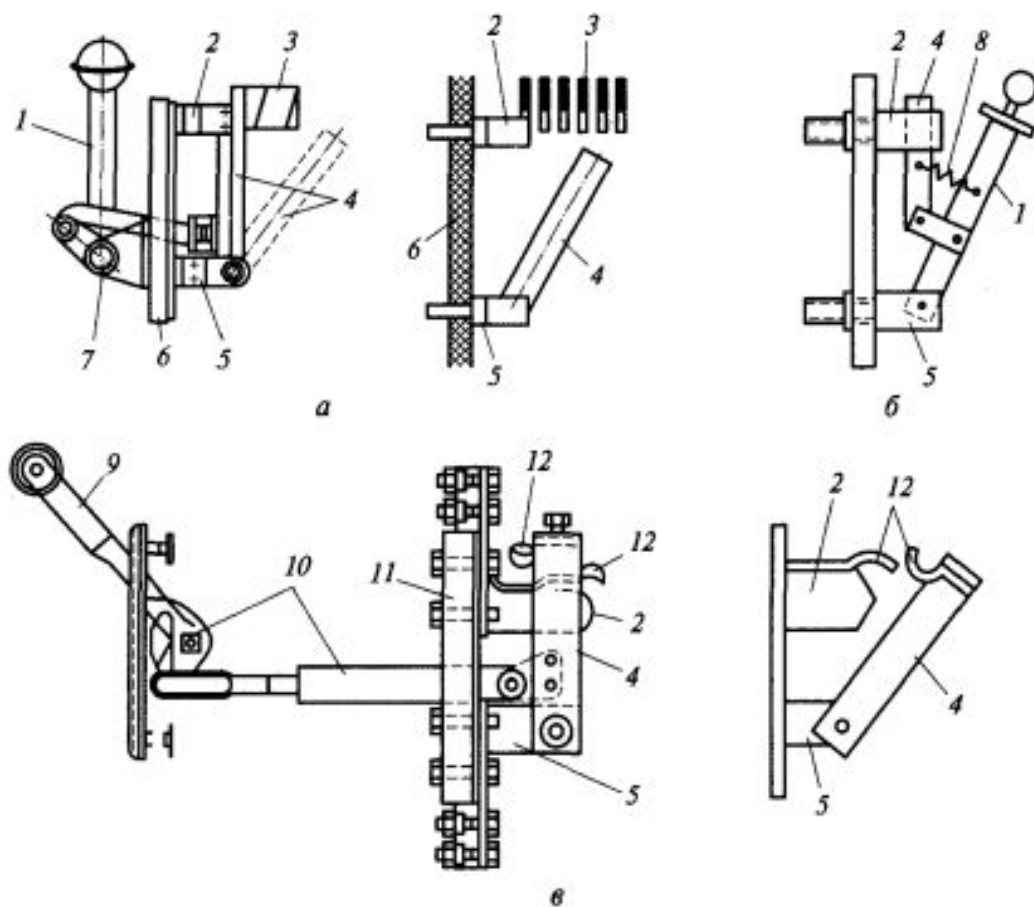
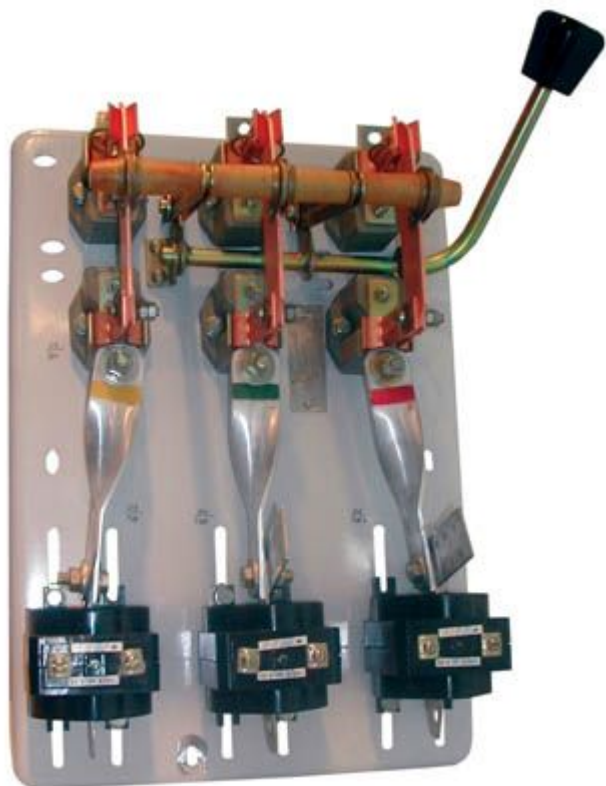


Рис. 5.1. Конструкции рубильников:

a — рубильник с боковой рукояткой и дугогасящей камерой; *б, в* — рубильники с центральным рычажным приводом и дугогасящими контактами; 1 — рукоятки, 2 — неподвижные контакты; 3 — дугогасящее устройство; 4 — ножи; 5 — стойки; 6, 11 — основания; 7 — вал; 8 — пружина; 9, 10 — система рычагов; 12 — дугогасящие контакты



<http://www.kosmosch.com.ua>

board.ua



**Кнопочные посты, путевые,
конечные выключатели**

Простейшим аппаратом управления, или командоаппаратом, является кнопка управления.

Она используется в различных схемах пуска, остановки и реверса электродвигателей путем замыкания и размыкания цепей электромагнитов контакторов, которые коммутируют главную цепь.


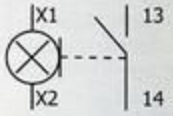

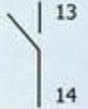
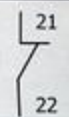
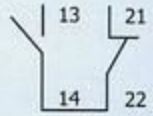

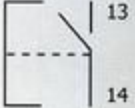
Основной частью кнопки является кнопочный элемент, разрез которого показан на рисунке.

Для повышения надежности работы контакты выполняют из серебра. При переменном токе дуга хорошо гаснет при напряжении до 500 В и токе 3 А благодаря наличию двух разрывов.

На постоянном токе дуга гаснет хуже: при напряжении 440 В элемент может отключать ток только до 0,15 А.

Поскольку кнопка включает и электромагниты переменного тока, контакты должны в замкнутом положении надежно пропускать пусковой ток обмотки контактора.

Схемы управления желательно проектировать так, чтобы отключение цепи производилось не кнопкой, а другим, более мощным аппаратом, включенным последовательно с ней.

Фото	Маркировка	Цвет	Тип контакта	Схема	Особенности
	XB2-BW3361	зеленая	NO		<p>Серия рассчитана на прямое подключение. Крепление к панели производится с помощью саморезов. Кнопка на металлической основе</p>
	XB2-BW3461	красная	NO		
	XB2-BW3561	желтая	NO		
	XA2-EA131	зеленая	NO		<p>Кнопка с подсветкой может использоваться в полевых условиях и в помещениях</p>
	XA2-EA142	красная	NC		
	XA2-EA125	черная	NC+NO		
	XA2-EA135	зеленая			
	XA2-EA145	красная			
	XB2-BL8325		NO+NC		<p>Сдвоенный кнопочный пост «пуск-стоп» с функцией подсветки</p>
	XB2-BL8365				
	XB2-BL8425				

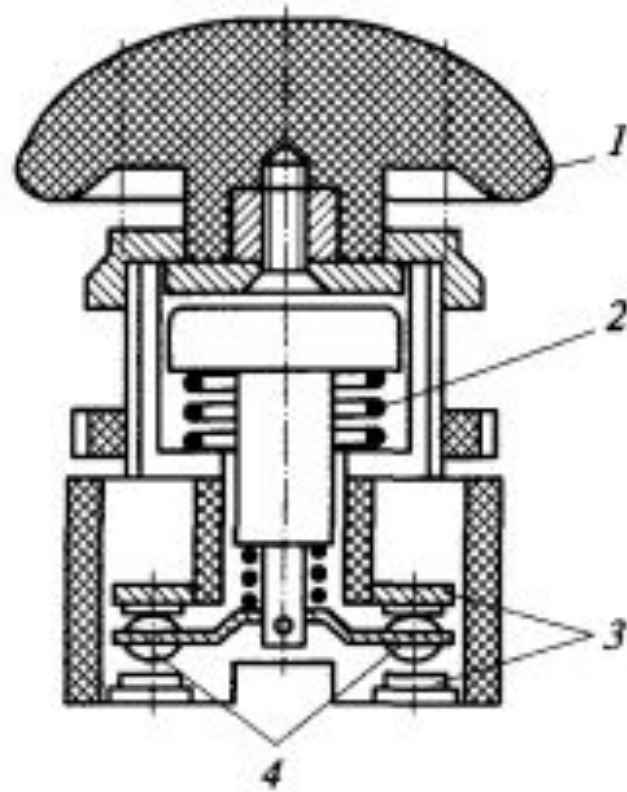


Рис. 6.1. Кнопочный элемент:

1 — кнопка; *2* — пружина; *3* — неподвижные контакты; *4* — подвижные контакты

Посты управления кнопочные серии ПКТ предназначены для дистанционного управления с пола реверсивными и нереверсивными электромагнитными пускателями и контакторами электрических талей с односкоростными и двухскоростными электродвигателями в электрических цепях управления напряжением до 220 В постоянного тока и до 660 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц.



Путевые

выключатели

предназначены для замыкания или размыкания контактов цепи с небольшим током в зависимости от положения рабочего органа управляемой машины или аппарата.

Частным случаем путевых выключателей являются **конечные** выключатели, которые служат для коммутации цепей в крайних положениях органа управляемой машины.

Путевые выключатели в зависимости от способа привода контактов подразделяют на кнопочные, рычажные и шпиндельные.

Если требуется остановить машину или сделать соответствующие переключения с высокой точностью (0,3...0,7 мм), то применяются **микрорелепереключатели**

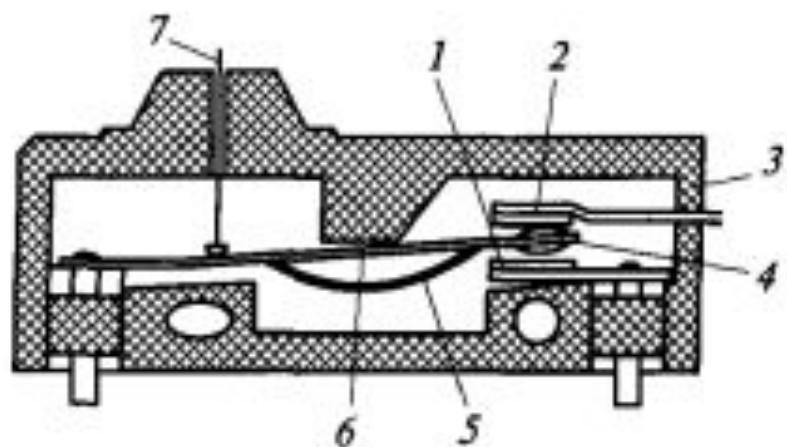


Рис. 6.4. Путьевой микропереключатель:

1, 2 — неподвижные контакты; 3 — корпус; 4 — подвижный контакт; 5, 6 — фигурная и плоская части пружины; 7 — шток

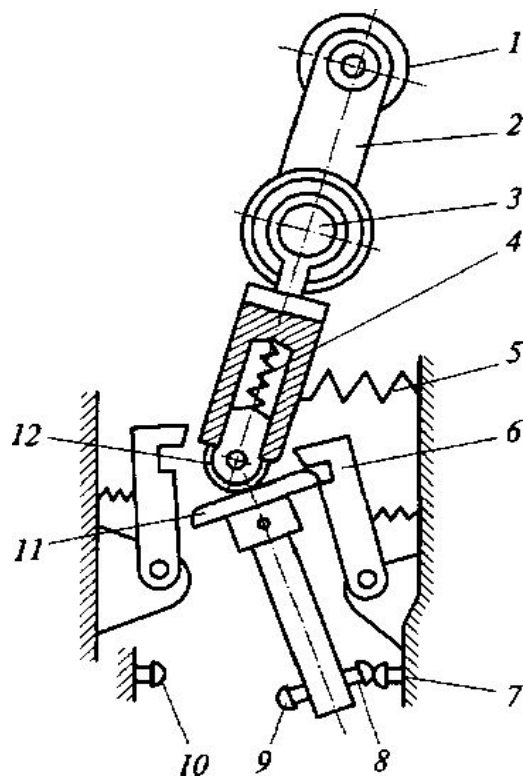


Рис. 6.5. Рычажный путевой переключатель:
1, 12 — ролики; 2 — рычаг; 3 — ось; 4, 5 — пружины; 6 —
защелка; 7... 10 — контакты; 11 — тарелка

Резисторы и ящички резисторов

Резистор — самостоятельный элемент (или часть электрического аппарата), предназначенный для ограничения или регулирования тока и напряжения в цепи.

Изготавливают резисторы из материалов с высоким электрическим сопротивлением. Резисторы в виде отдельных конструктивных элементов могут быть бескаркасными, на теплоемком каркасе, рамочными, чугунными литыми или стальными штампованными.

Несколько элементов, собранных по определенной электрической схеме и объединенных в единый конструктивный узел, называются **ящиком резисторов.**

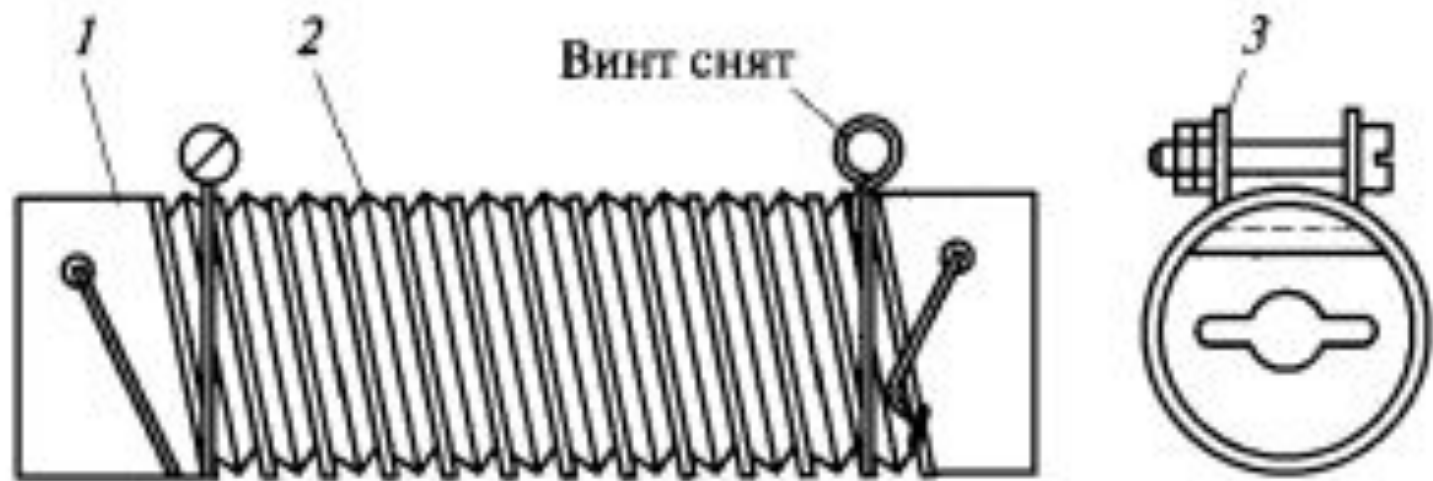


Рис. 4.1. Резистор на теплоемком каркасе:
1 — цилиндр; 2 — проволока; 3 — хомутик крепления

Резисторы из константана выполняют на токи до 35 А (мощность резистора — 350 Вт), а из фехрала — на большие токи.

Ящички из фехралевых резисторов изготавливают на большие мощности (от трех до нескольких тысяч киловатт).

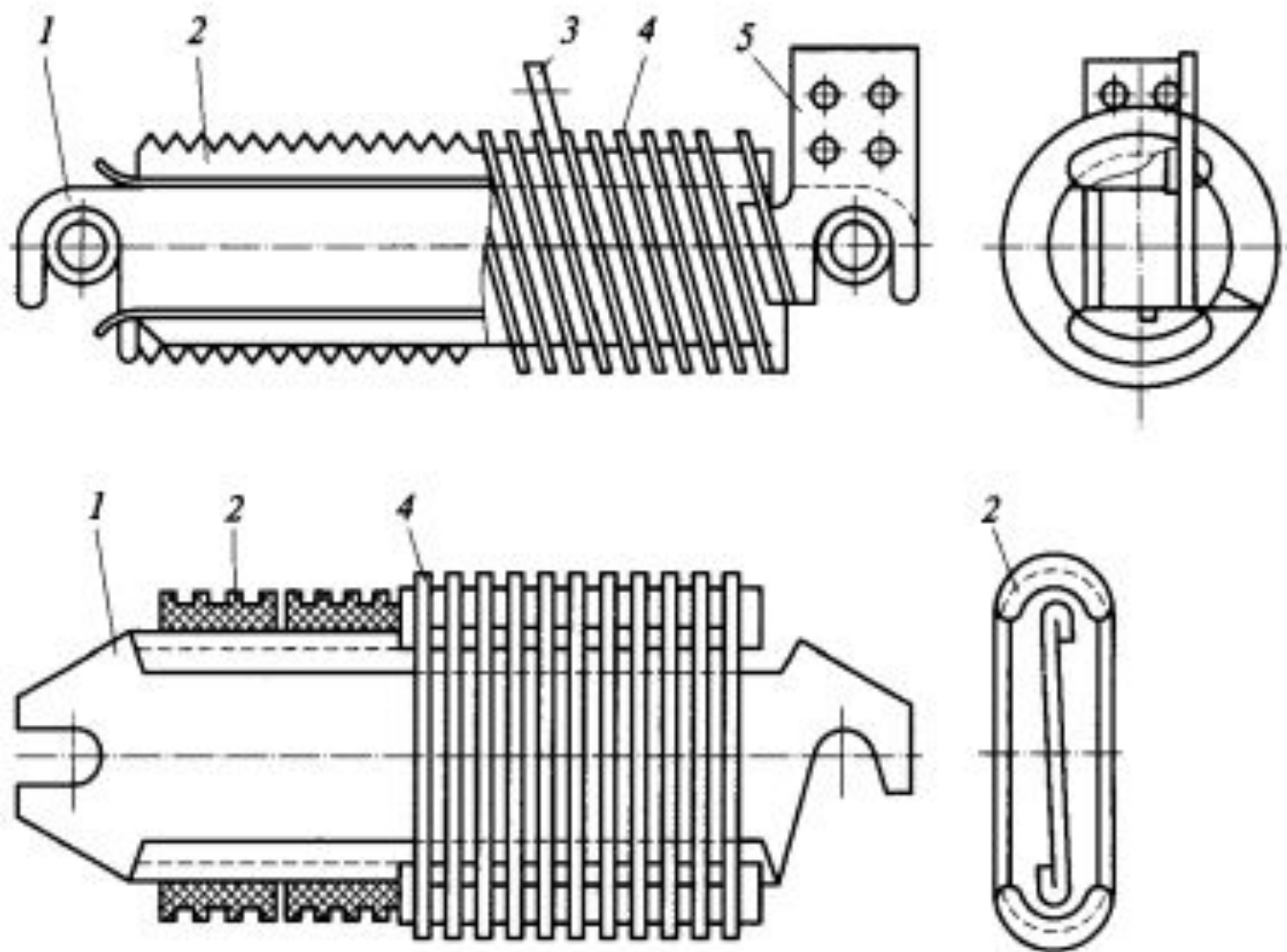


Рис. 4.2. Рамочные резисторы:

1 — стальная пластина; 2 — изолятор; 3 — хомутик крепления; 4 — лента сопротивления; 5 — наконечник







8. Высоковольтные электрические аппараты.

**Высоковольтные
выключатели, назначение,
классификация**

Высоковольтные выключатели предназначены для оперативных замыканий и размыканий цепей высокого напряжения при номинальных режимах работы и автоматического размыкания этих цепей при аварийных режимах (перегрузки, короткие замыкания и т. п.).

Автоматическое и достаточно быстрое отключение цепи при коротком замыкании является основной и наиболее ответственной операцией выключателя, предотвращающей повреждение и разрушение дорогостоящего электрооборудования от действия больших токов короткого замыкания, а также возможные нарушения нормальной работы энергосистемы.

Выключатели выполняются на номинальные токи от 50 А до 20 кА, номинальные напряжения от 3 до 750 кВ при мощности отключения от 50 до 40 000 МВ • А.

Основным фактором, определяющим конструкцию выключателя, является способ гашения дуги.

Исходя из этого выключатели могут быть разделены на следующие основные группы:

1. Масляные выключатели —

гашение дуги происходит в масле. В эту группу входят маломасляные выключатели с малым объемом масла, служащим только дугогасящей средой, и баковые выключатели, имеющие большой объем масла, которое служит еще и изоляцией токоведущих частей;

2. Воздушные выключатели —

гашение дуги осуществляется потоком сжатого воздуха, получаемого от специального источника;

3. Автогазовые выключатели —

гашение дуги осуществляется газами, которые выделяются из стенок камер под действием высокой температуры электрической дуги;

4. Выключатели со сжатым

элегазом — гашение дуги происходит в среде шестифтористой серы;

5. Электромагнитные

выключатели — гашение дуги осуществляется с помощью магнитного дутья в камерах различных конструкций;

6. Вакуумные выключатели —

гашение дуги происходит в вакууме.

Выключателям каждой из перечисленных групп свойственны свои достоинства и недостатки, определяющие области их применения.

Выключатели **первых двух групп** могут быть выполнены на всю шкалу напряжений, токов и мощностей отключения. Они изготавливаются как для внутренней, так и для наружной установки.

Выключатели остальных четырех групп имеют сравнительно малые мощности отключения (до 50... 300 МВ ■ А), токи (до 300... 600 А) и напряжения (до 6... 15 кВ).

Исключение составляют вакуумные выключатели и выключатели со сжатым элегазом, отдельные конструкции которых могут быть выполнены на напряжения 35... 220 кВ, но также с малыми мощностями отключения.

Выключатели каждой группы подразделяются:

1. по времени действия — на быстросрабатывающие, ускоренного действия и несрабатывающие;

2. по числу фаз — на однофазные и трехфазные;

3. по числу мест разрыва цепи на фазу — на выключатели с одним разрывом, двумя разрывами и многократным разрывом;

4. по конструктивной связи с приводом — на выключатели с отдельным приводом и со встроенным приводом.

5. по роду установки — на выключатели для внутренней и наружной установок, а также для взрывоопасной среды;

6. по наличию автоматического повторного включения (АПВ) — на выключатели однократного, многократного, пофазного и быстродействующего повторного включения (БАПВ);

7. по выполняемым функциям в схемах распределительных устройств — на генераторные и распределительные (последние подразделяются на фидерные и подстанционные).

**Параметры выключателей,
условие выбора и проверки**

Кроме номинальных напряжений и тока для характеристик высоковольтных выключателей используются следующие параметры:

1. ток включения $I_{вкл}$ — наибольшее амплитудное значение тока, который выключатель способен включить без последующего сваривания контактов током отключения;

2.номинальный $I_{ном}$ и предельный $I_{пред}$ токи отключения, т. е. токи, которые выключатель способен отключить, не повреждаясь, соответственно при номинальном и пониженном напряжениях;

3.номинальная мощность отключения

4.ток динамической устойчивости $I_{дин}$ —
максимальное значение тока, который способен пропустить выключатель, не повреждаясь, и без отбрасывания контактов;

5.ток термической стойкости

$I_{\text{терм}}$, действующий определенное время (односекундный, пятисекундный) — ток, который выключатель способен пропустить, не повреждаясь;

6.Время отключения, собственное время отключения и полное **время отключения.**

**Разъединители,
короткозамыкатели,
отделители,
выключатели нагрузки**

Разъединители — это аппараты, предназначенные для включения и отключения участков электрических цепей под напряжением при отсутствии нагрузочного тока.

Они применяются во всех высоковольтных установках для обесточивания какого-либо участка цепи, а также для выполнения переключений и выбора нужной схемы.

Все операции с разъединителями, как правило, производятся при обесточенных цепях.

Как элемент техники безопасности разъединитель может применяться и в низковольтных установках, в которых для этих целей обычно используются рубильники без гашения.

Разъединители изготавливаются как для внутренней, так и для наружной установки на всю шкалу токов и напряжений. Они могут выполняться как трехполюсными на общей раме (обычно при напряжении до 35 кВ), так и в однополюсном исполнении (при более высоких напряжениях). При напряжении свыше 35 кВ требуемые расстояния между фазами достаточно велики и общая рама становится чрезмерно громоздкой и тяжелой.

Основным элементом разъединителя являются его контакты. Они должны надежно работать в номинальном режиме, а также при перегрузках и сквозных токах короткого замыкания. Нагрев, динамическая и термическая стойкость, электрическая и механическая прочность изоляции являются главными вопросами расчета и конструирования разъединителей.

В разъединителях применяются высокие контактные нажатия. При больших токах контакты выполняют из нескольких (до восьми) параллельных пластин, используют пластины прямоугольного, швеллерного и круглого сечений. Для обеспечения высокой электродинамической устойчивости широко применяются электромагнитные и электродинамические компенсаторы

Отделитель — это аппарат, который под действием устройств защиты быстро автоматически отключает поврежденные участки электрической цепи в момент отсутствия в ней тока, т.е. в период бестоковой паузы АПВ, создаваемой выключателем, установленным на питающем конце линии.

Если у обычного разъединителя скорость отключения мала, то в отделителе процесс отключения длится 0,5... 1,0 с. В основу конструкции отделителя положен разъединитель, на тяге которого размещена отключающая пружина, которая в сжатом (заведенном) состоянии удерживается защелкой. При подаче напряжения на расцепляющий электромагнит защелка освобождает пружину, в результате чего отделитель срабатывает.

Короткозамыкатель — это аппарат, предназначенный для создания под действием устройств защиты быстрого автоматического короткого замыкания электрической цепи при повреждениях в ней.

Конструктивно короткозамыкатель представляет собой разъединитель с быстродействующим приводом.

Выключатель нагрузки — это аппарат, предназначенный для отключения тока, не превышающего номинального значения

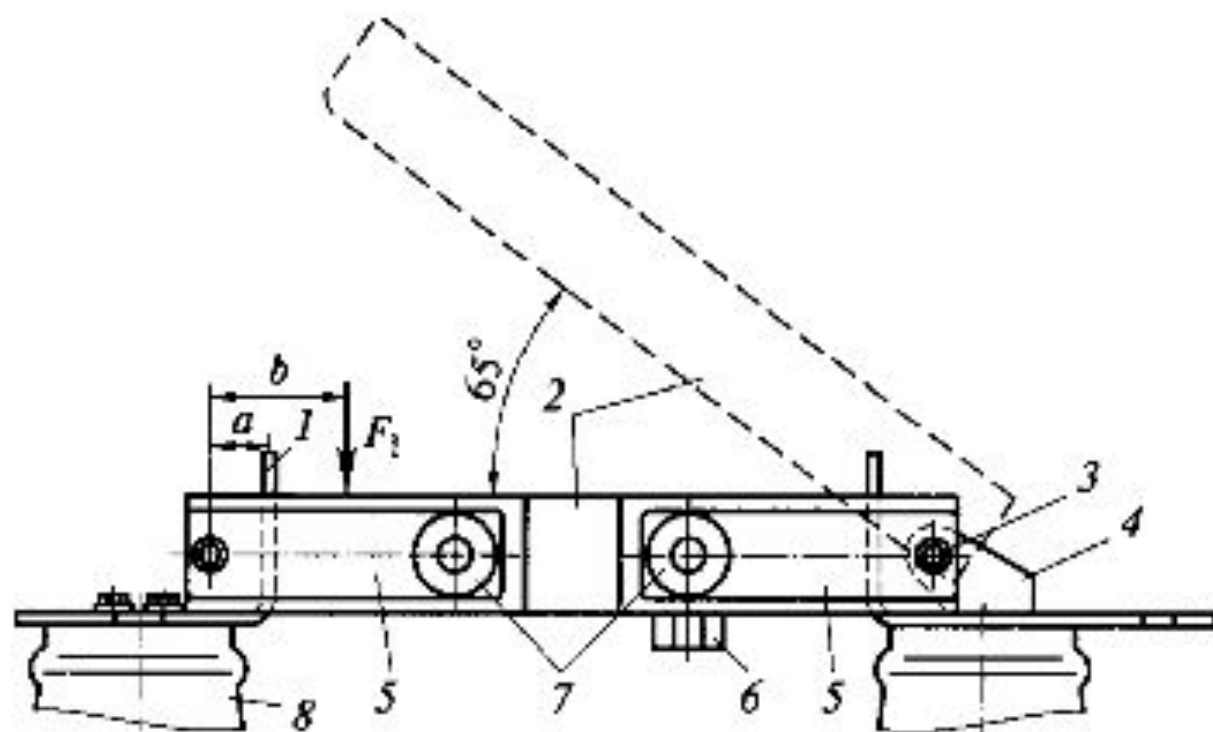
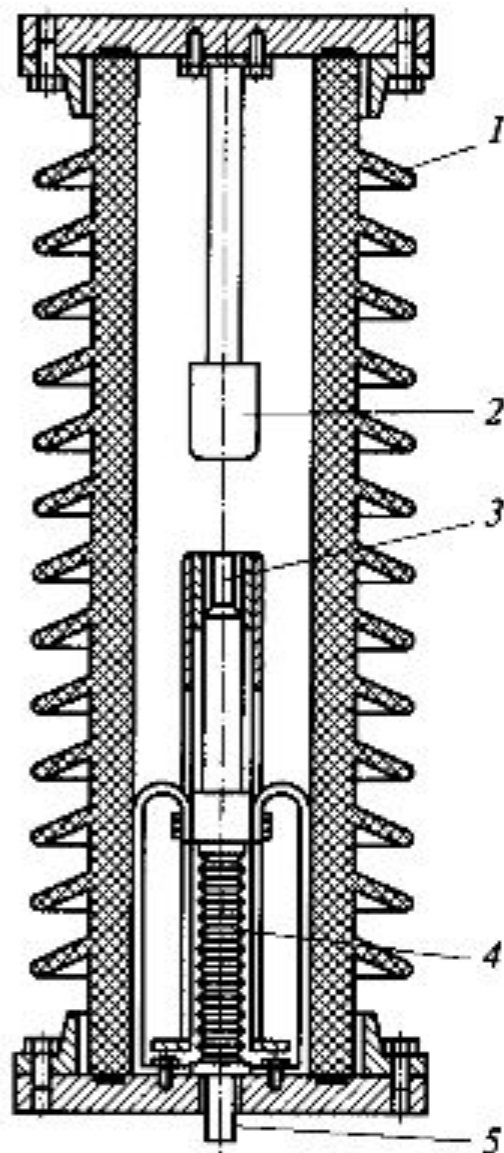


Рис. 5.6. Разъединитель для внутренней установки (6... 10 кВ, 400... 600 А):

1 — неподвижный контакт; 2 — подвижный контакт (нож); 3 — ось; 4 — подшипник; 5 — стальные пластины; 6 — вилка; 7 — пружины; 8 — изолятор

Рис. 5.7. Элегазовый короткозамыкатель (110 кВ):

1 — фарфоровый цилиндр; 2, 3 — контакты; 4 — сильфон; 5 — тяга



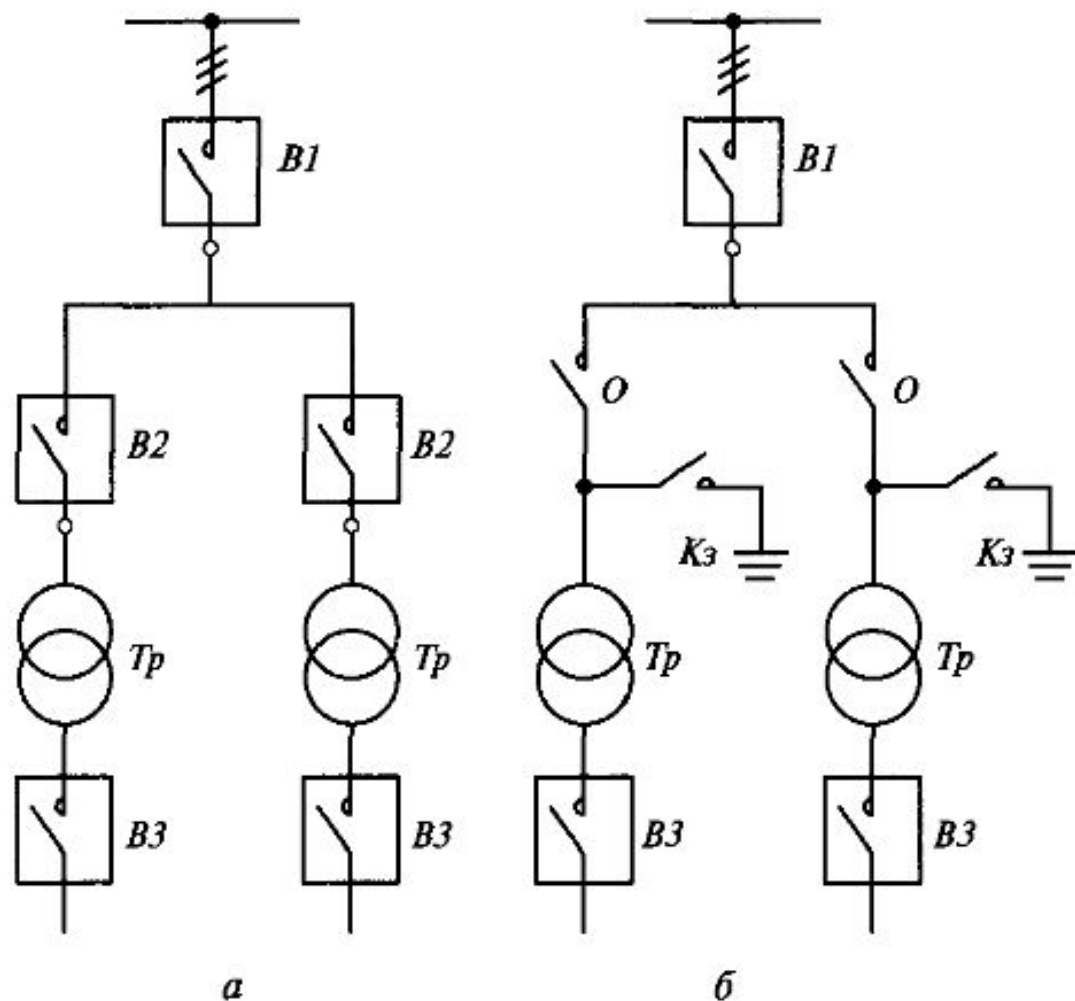


Рис. 5.8. Схемы замещения цепи только с выключателями (*а*) и с отделителями и короткозамыкателями (*б*):

B1—B3 — выключатели; *Tr* — трансформатор; *O* — отделитель; *Kз* — короткозамыкатель

Реакторы, разрядники, назначение, конструкция

Реактор — это катушка с неизменной индуктивностью, которая служит для ограничения токов короткого замыкания и поддержания напряжения в линии при аварийных режимах.

Обычно к источнику питания (генератору) подключено несколько линий потребителей, поэтому $I_g \gg I_p$. Следовательно, реактивное сопротивление реактора $X_r \gg X_g$ и в случае короткого замыкания в линии ток будет ограничиваться только параметрами реактора.

Реактор является надежным аппаратом, и выбор аппаратуры линии производится по току короткого замыкания, определяемому сопротивлением этого реактора, что значительно облегчает и удешевляет распределительное устройство.

При коротком замыкании практически все напряжение падает на индуктивном сопротивлении реактора, поэтому напряжение на шинах получается близким к номинальному.

Разрядники применяются для защиты электроустановок от перенапряжений (например, при грозовых разрядах), которые могут вызвать пробой изоляции в электрических машинах и аппаратах.

Разрядник на короткое время соединяет с землей участок цепи, на котором появилось опасное напряжение, и тем самым предохраняет электроустановку.

Разрядник состоит из двух основных частей – электродов и устройства для гашения дуги.

Один из электродов устанавливается на защищаемую цепь, а к другому подводится заземление. Между ними образуется пространство, известное как искровой промежуток.

Когда напряжение достигает определенного значения, наступает пробой искрового промежутка между двумя электродами. За счет этого с защищаемого участка цепи снимается перенапряжение.

После пробоя в действие вступает дугогасительное устройство. Под действием импульса повышается ионизация искрового промежутка, в результате чего пробивается фазное напряжение, действующее в нормальном режиме.

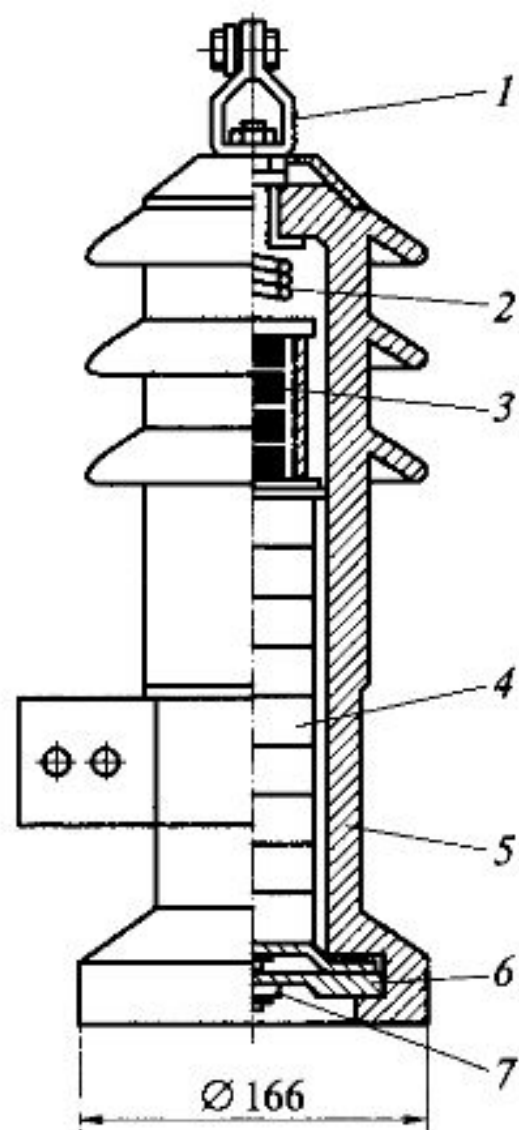
Оно приводит к короткому замыканию и срабатыванию защитных устройств на этом участке. Основной задачей дугогасительного устройства как раз и является скорейшее устранение замыкания, до срабатывания средств защиты.



На подстанциях наиболее распространены вентильные (вилитовые) разрядники (*Вилит* — это керамический состав, обладающий свойством резко снижать сопротивление при повышении напряжения).

После снижения напряжения сопротивление вилитовых дисков восстанавливается и цепь на землю прерывается.





подключено несколько линии потребителей, поэтому $I_r \gg I_p$. Следовательно, реактивное сопротивление реактора $X_p \gg X_r$ и в случае короткого замыкания в линии ток будет ограничиваться только параметрами реактора. Реактор является надежным аппаратом, и выбор аппаратуры линии производится по току короткого замыкания, определяемому сопротивлением этого реактора, что значительно облегчает и удешевляет распределительное устройство. При коротком замыкании практически все напряжение падает на индуктив-

Рис. 5.9. Вилитовый разрядник РВП-10 на напряжении 10 кВ:

- 1 — зажим для присоединения к линии; 2 — пружина; 3 — искровые промежутки; 4 — блок валитовых дисков; 5 — фарфоровый кожух; 6 — уплотнение; 7 — заземляющий зажим

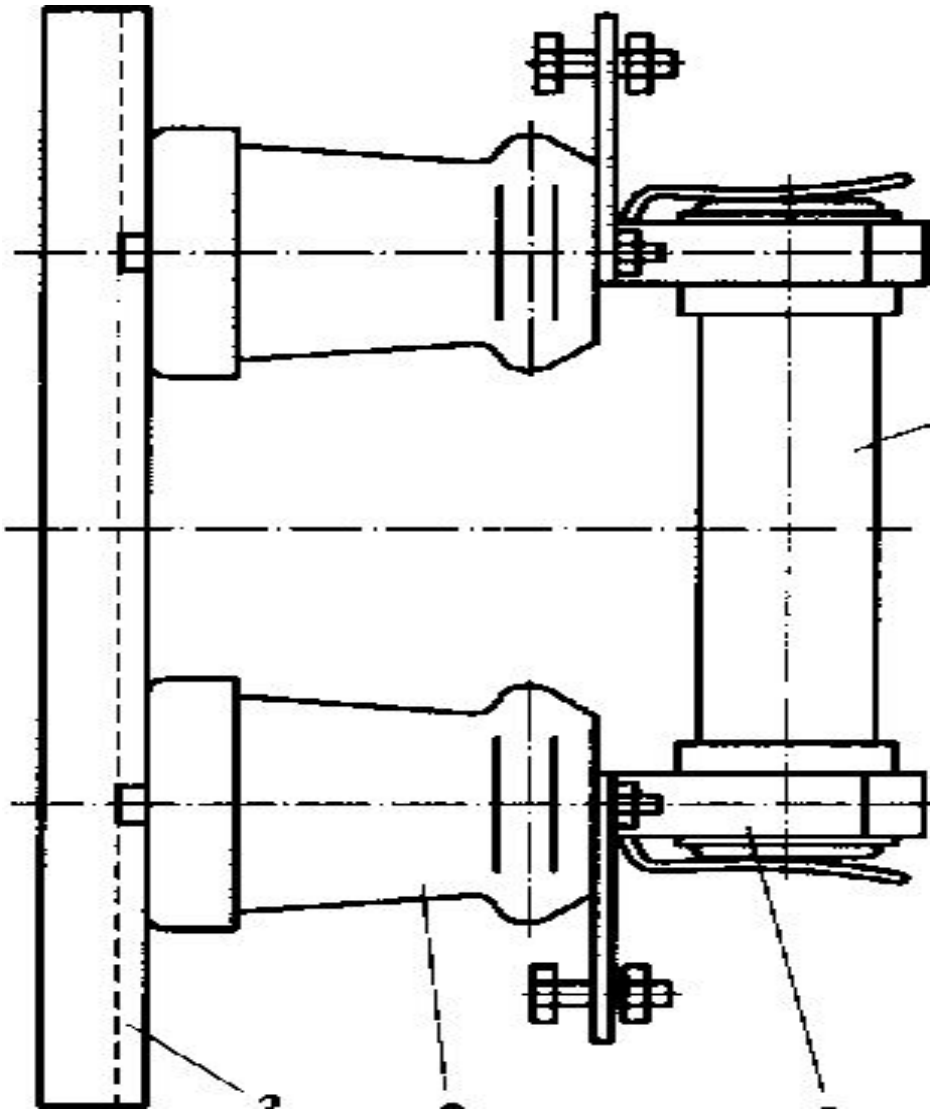
Предохранители высокого напряжения, конструкция, выбор

Назначение и принцип работы предохранителей высокого напряжения такие же, как и предохранителей низкого напряжения.

Основная трудность при создании предохранителей высокого напряжения связана с гашением дуги.

В современных конструкциях применяется главным образом гашение в узких каналах при высоком давлении газов (предохранители с мелкозернистым наполнителем) и гашение с помощью автогазового или жидкостного дутья.

Предохранители с мелкозернистым наполнителем серий ПК и ПКТ выполняются на напряжения 3; 6,3; 10 и 35 кВ и номинальные токи 400, 300, 200 и 40 А соответственно. Наибольшая отключающая способность у силовых предохранителей составляет 200 МВ А. У предохранителей серии ПКТ на малые токи, используемых для защиты цепей измерительных трансформаторов напряжения, она достигает 1000 МВ • А и более. Такая высокая отключающая способность обеспечивается благодаря токоограничивающему эффекту. Полное время отключения силовыми предохранителями тока короткого замыкания — 0,005...0,007 с. Предохранители предназначены для внутренней и наружной установки.



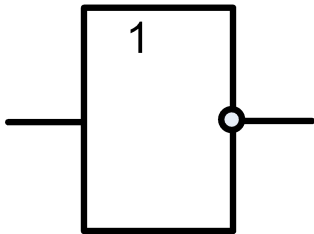
9.Бесконтактные электрические аппараты.

Логические элементы

Основу почти всех цифровых устройств составляют логические элементы. Среди них можно выделить три главных: НЕ, ИЛИ и И.

Логический элемент НЕ (инвертор)

позволяет реализовать функцию $Q = \overline{A}$ (читается: «не А»), где А — входная величина; Q — выходная величина логического элемента. Связь между входной и выходной величинами элемента НЕ представлена в таблице.

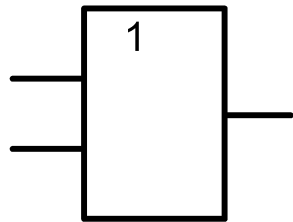


A	Q
0	1
1	0
0	1
1	0

Логический элемент НЕ выполняется на базе одного транзистора, работающего в ключевом режиме. Обычно логические элементы поставляются промышленностью в виде микросхем, каждая из которых содержит определенное число различных логических элементов.

Для выполнения операции ИЛИ требуются уже два транзистора. Они поставляются в виде готовых микросхем.

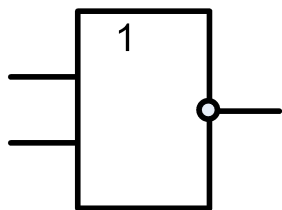
Логический элемент ИЛИ
(логическое сложение) позволяет реализовать функцию логического сложения: $Q = A + B$. Связь между входными и выходной величинами этого элемента представлена в таблице.



A	B	Q
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Часто вместо логических элементов ИЛИ используются элементы **ИЛИ - НЕ**. Они проще в производстве и выполняют операцию, противоположную операции элемента ИЛИ (т. е. в тех случаях, когда на выходе элемента ИЛИ будет единица, на выходе элемента ИЛИ — НЕ окажется нуль, и наоборот). Связь между входными и выходной величинами элемента ИЛИ — НЕ представлена в таблице

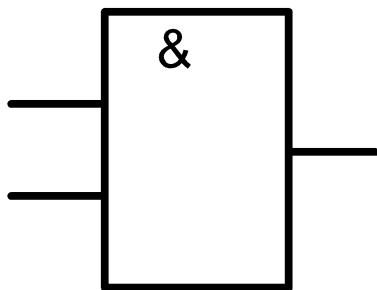
$$Q = \overline{A + B}$$



A	B	Q
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

Логический элемент И
(логическое умножение) позволяет реализовать операцию логического умножения: $Q = AB$.

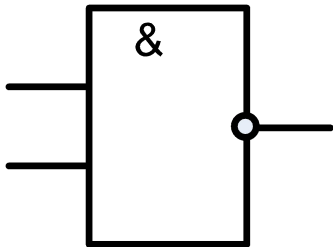
Для выполнения операции И необходимы два транзистора.



A	B	Q
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Только на одном транзисторе может быть реализован элемент И — НЕ , на выходе которого сигнал противоположен сигналу элемента И .

$$Q = \overline{AB}$$



A	B	Q
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Триггеры

Широкое применение в различных схемах автоматики, коммуникационной цифровой аппаратуре, вычислительной технике находят **триггеры** — переключательные устройства, которые могут сколь угодно долго сохранять одно из двух своих состояний (на выходе — логический нуль или логическая единица) и скачком переключаться из одного состояния в другое по сигналу извне.

Триггером называется устройство, имеющее два устойчивых состояния и способное под действием входного сигнала скачком переходить из одного устойчивого состояния в другое.

Триггер — это простейший цифровой автомат с памятью и способностью хранить 1 бит информации.

В основе любого триггера находится регенеративное кольцо из двух инверторов.

Число входов триггера зависит от структуры и функций, выполняемых им. Выходов у триггера два:

прямой Q и инверсный \bar{Q} .

Сигнал на инверсном выходе триггера всегда противоположен сигналу на его прямом выходе.

Триггер может находиться в двух устойчивых состояниях.

Когда на прямом выходе триггера действует сигнал, равный единице, то говорят, что «триггер находится в состоянии единицы», или «хранит единицу», или «установлен в единицу».

Когда на прямом выходе триггера действует сигнал, равный нулю, то говорят, что «триггер находится в состоянии нуля», или «хранит ноль», или «установлен в ноль».

Существуют следующие режимы работы триггеров:

1. хранение информации - в этом режиме триггер хранит записанную ранее информацию;

2. запись единицы - в этом режиме триггер принудительно устанавливается в единицу;

3. запись нуля - в этом режиме триггер принудительно устанавливается в нуль;

4. инверсии - в этом режиме триггер изменяет свое состояние на противоположное;

5. запрещенный - в этом состоянии триггер находиться не должен.

По выполняемым режимам работы различают RS-, D-, T- и JK-триггеры.

1. RS-триггеры имеют два информационных входа: S - вход установки триггера в единичное состояние и R - вход сброса триггера в нулевое состояние

2. D-триггеры имеют один информационный вход D. На него подается информация, предназначенная для записи в триггер.

3. T-триггеры имеют один информационный (счетный) вход T

4. JK-триггеры имеют два информационных входа J и K . Назначение входов J и K такое же, как и входов S и R (установка и сброс)

По способу записи информации
триггеры делятся на
асинхронные
(несинхронизируемые) и
синхронные
(синхронизированные).

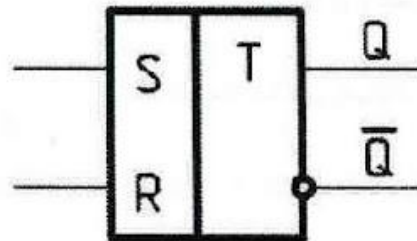
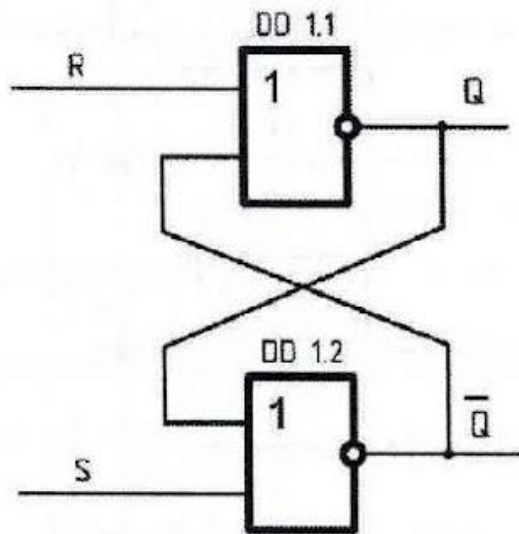
У **асинхронных** триггеров запись информации (переключение триггера) происходит под действием информационных сигналов. Такие триггеры имеют только информационные входы.

У **синхронных** триггеров запись информации происходит под действием разрешающих сигналов синхронизации, которые подаются на управляющий вход C . Вход C также называют входом синхронизации.

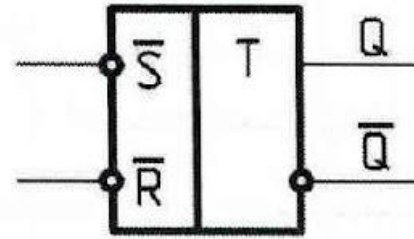
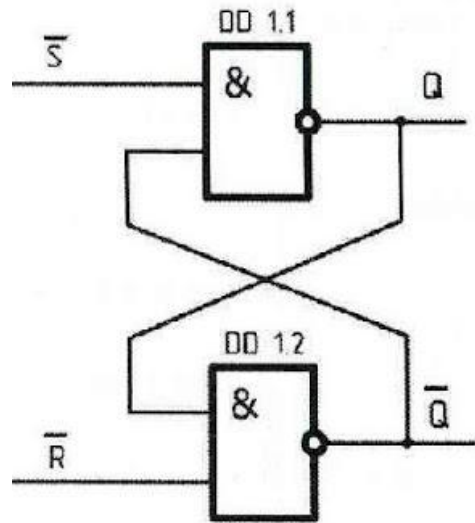
Синхронные триггеры бывают со статическим управляющим входом, с динамическим управляющим входом и двухступенчатые (двухтактные).

Двухтактные триггеры обозначаются на условном обозначении двумя буквами ТТ.

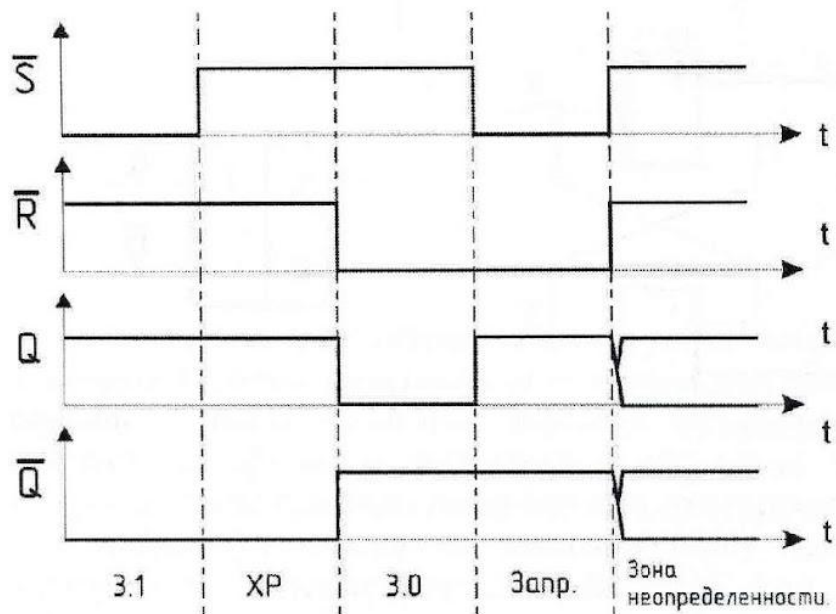
RS- триггеры



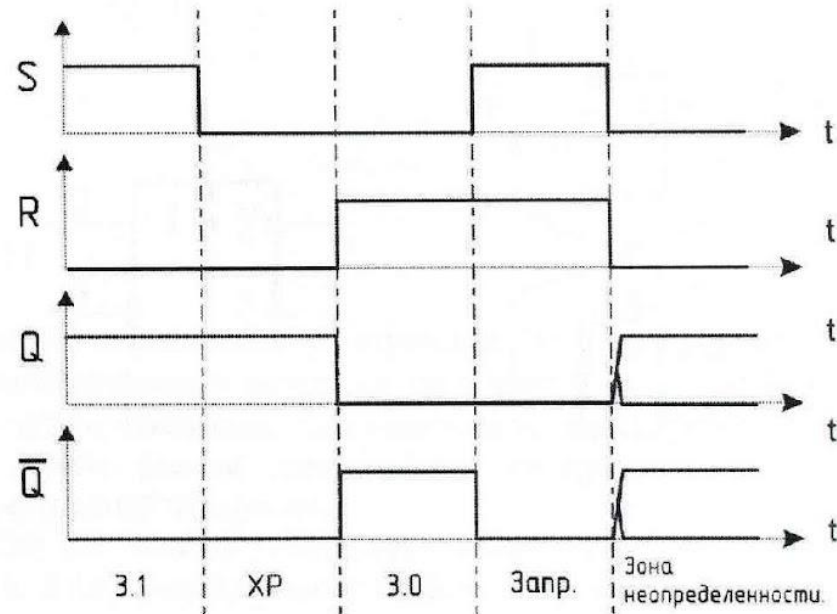
Входы		Выходы		Режим работы
S	R	Q^{n+1}	\bar{Q}^{n+1}	
0	0	Q^n	\bar{Q}^n	Хранение инф.
0	1	0	1	Запись нуля
1	0	1	0	Запись единицы
1	1	0	0	Запрещенное сост.



Входы		Выходы		Режим работы
\bar{S}	\bar{R}	Q^{n+1}	\bar{Q}^{n+1}	
0	0	1	1	Запрещенное сост.
0	1	1	0	Запись единицы
1	0	0	1	Запись нуля
1	1	Q^n	\bar{Q}^n	Хранение инф.



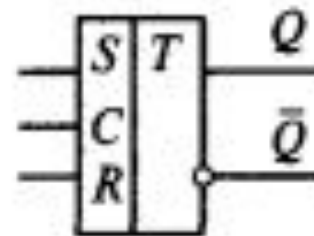
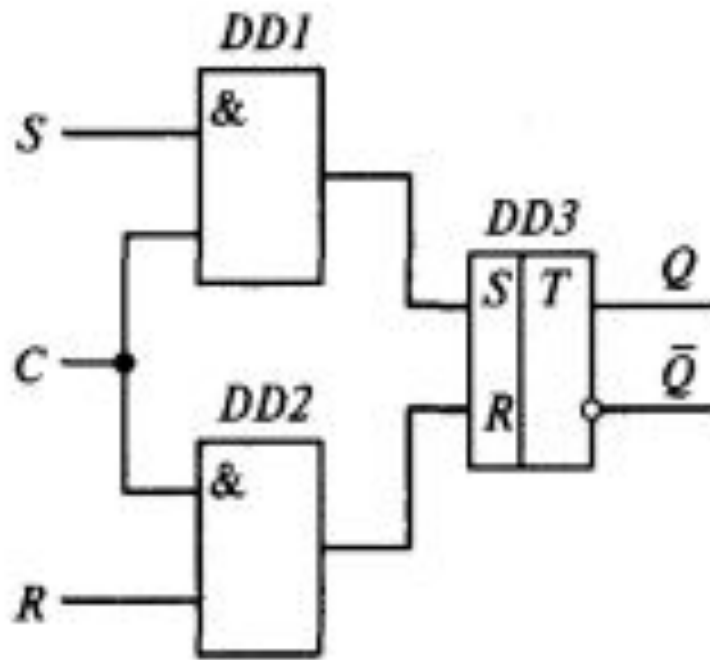
а)



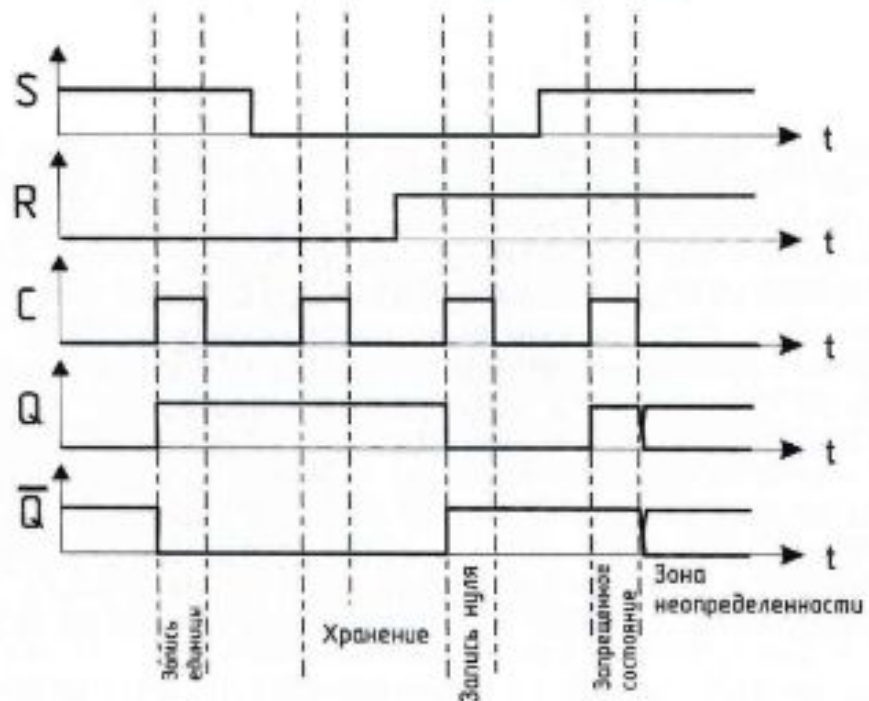
б)

3.1 - запись единицы
 3.0 - запись нуля
 XP - режим хранения
 Запр. - запрещенный режим

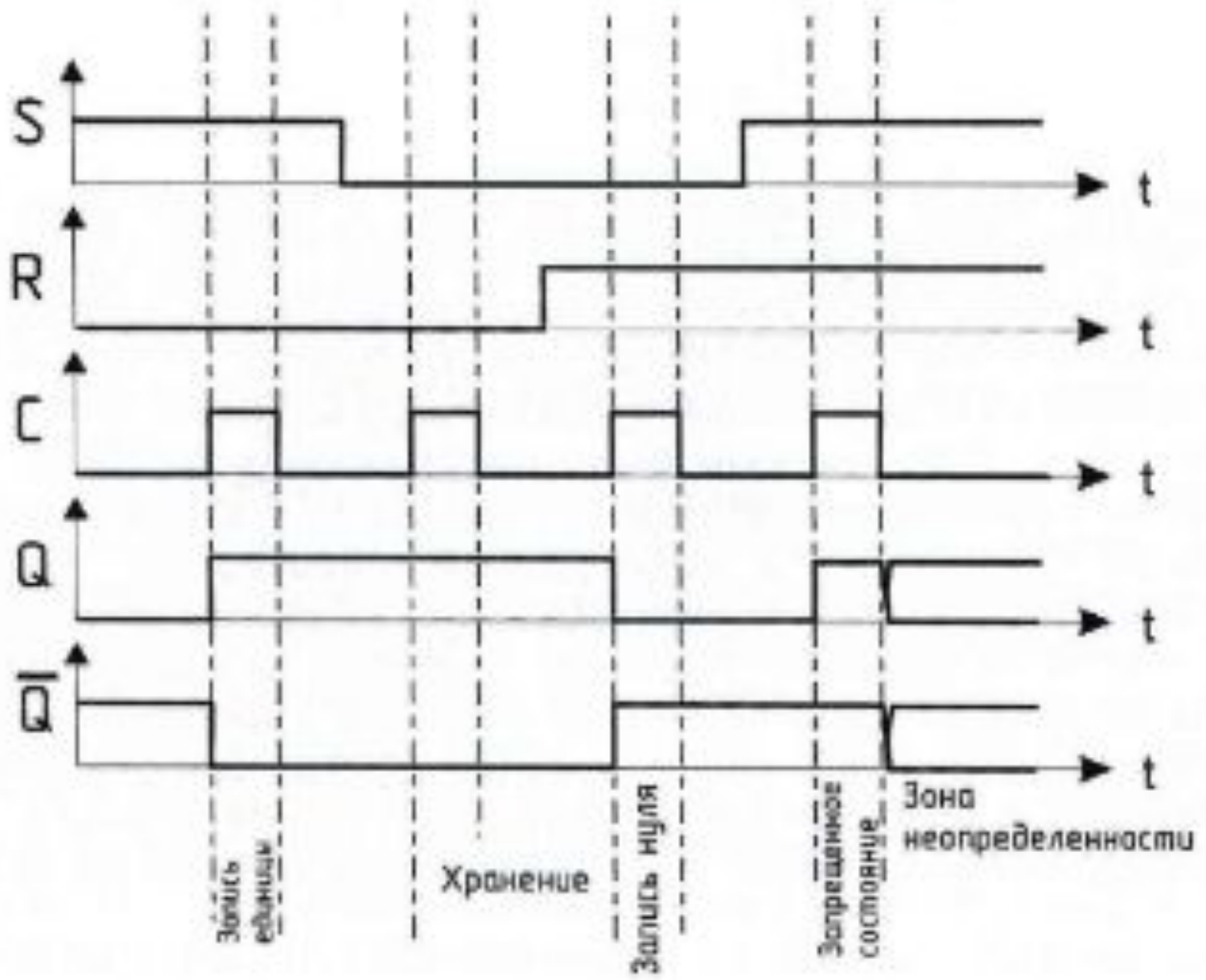
Синхронный RS-триггер .



Режим работы	Входы			Выходы	
	S	R	C	Q^{n+1}	\bar{Q}^{n+1}
Хранение информации	X	X	0	Q^n	\bar{Q}^n
	0	0	1	Q^n	\bar{Q}^n
Запись единицы	1	0	1	1	0
Запись нуля	0	1	1	0	1
Запрещенный режим	1	1	1	1	1



Режим работы	Входы			Выходы	
	S	R	C	Q^{n+1}	\bar{Q}^{n+1}
Хранение информации	X	X	0	Q^n	\bar{Q}^n
	0	0	1	Q^n	\bar{Q}^n
Запись единицы	1	0	1	1	0
Запись нуля	0	1	1	0	1
Запрещенный режим	1	1	1	1	1



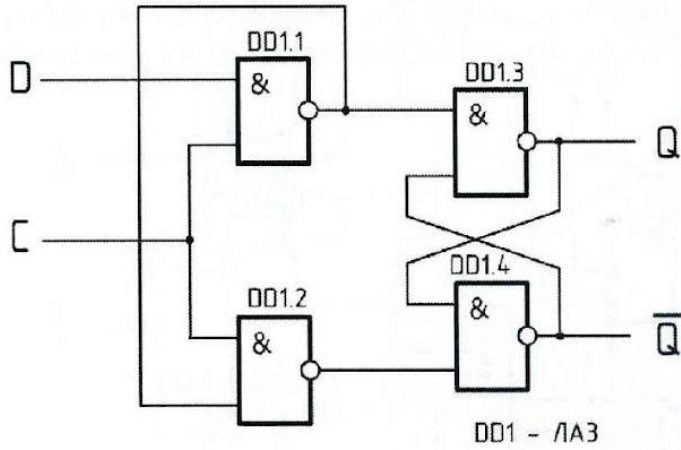
На этих выходах всегда противоположные сигналы, т. е. если на основном логическая единица, то на неосновном — логический нуль, и наоборот. Если на вход S подать логическую единицу, то в соответствии с правилами работы элемента ИЛИ — НЕ на выходе DD2 появится логический нуль, который поступит на вход элемента DDI, в результате чего на выходе DDI установится логическая единица. Обозначение S происходит от английского слова set — устанавливать. Если сигнал логической единицы подать на вход R, то на основном выходе Q появится логический нуль. Обозначение R происходит от английского слова reset — сбрасывать.

D-триггером называется триггер с одним информационным входом, работающий так, что сигнал на выходе после переключения равен сигналу на входе до переключения.

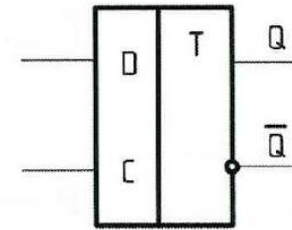
T-триггеры выполняют лишь одну функцию: они могут делить частоту тактовой последовательности, подаваемой на вход T в 2 раза.

JK-триггеры наиболее универсальны. Универсальность JK-триггеров состоит в том, что они могут выполнять функции RS-, T- и D-триггеров.

D-триггер



а)

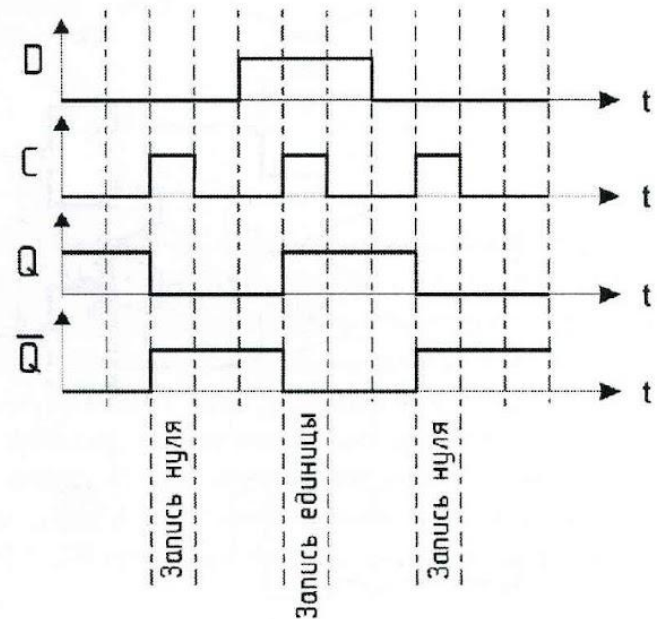


б)

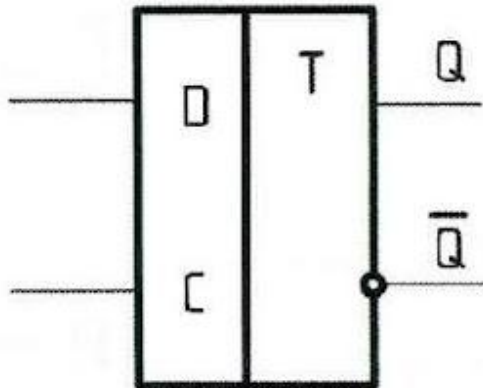
Рис. 41

Таблица 22

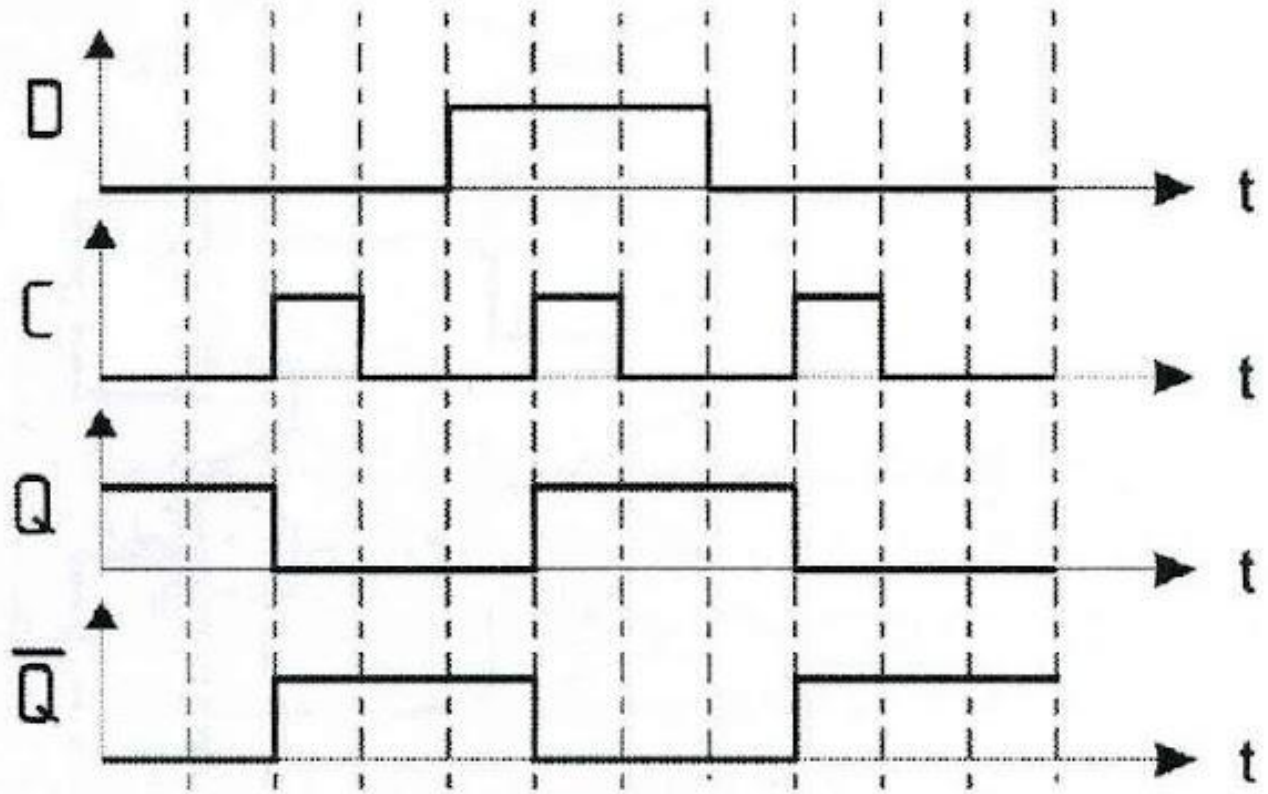
Входы		Выходы		Режим работы
D	C	Q^{n+1}	\bar{Q}^{n+1}	
1	1	1	0	Запись единицы
0	1	0	1	Запись нуля
X	0	Q^n	\bar{Q}^n	Хранение инф.



D-триггер



Входы		Выходы		Режим работы
D	C	Q^{n+1}	\overline{Q}^{n+1}	
1	1	1	0	Запись единицы
0	1	0	1	Запись нуля
X	0	Q^n	\overline{Q}^n	Хранение инф.

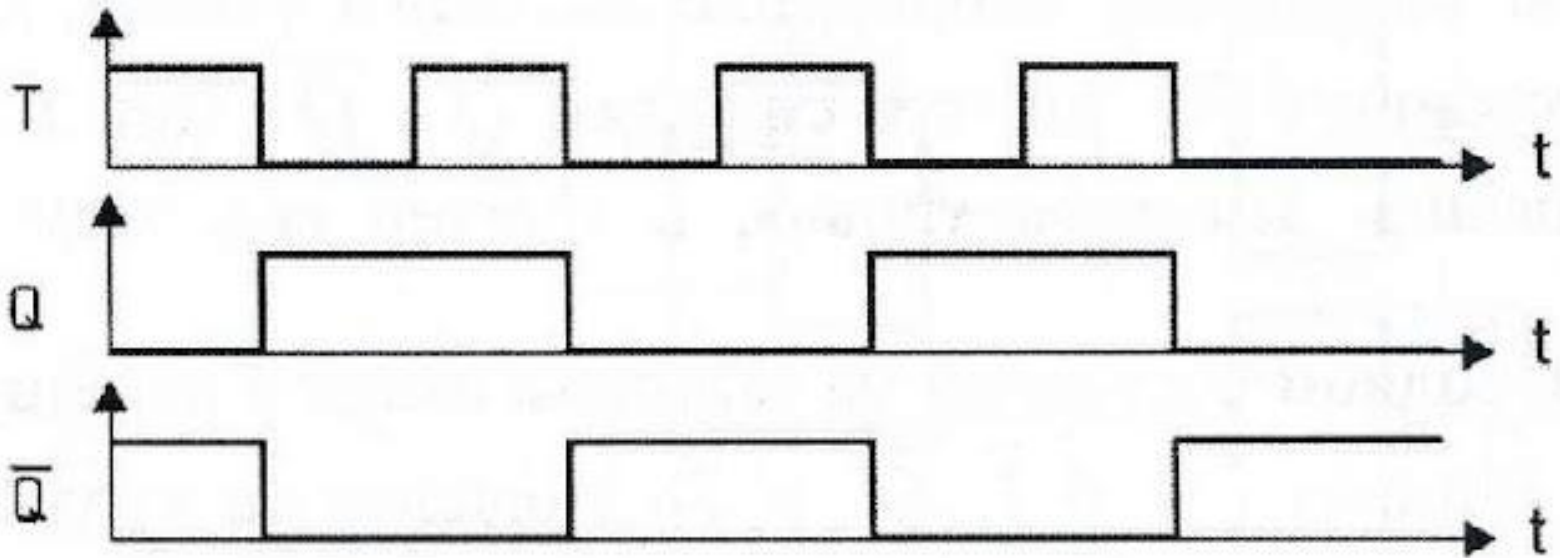
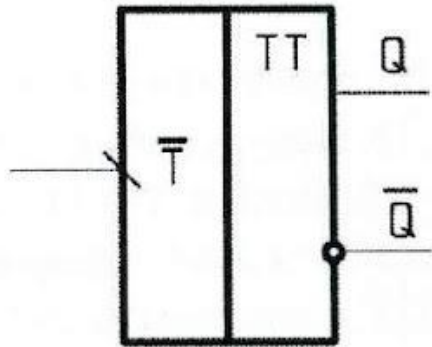


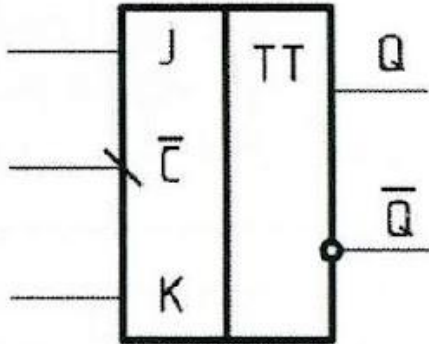
Запись нуля

Запись единицы

Запись нуля

T-триггер

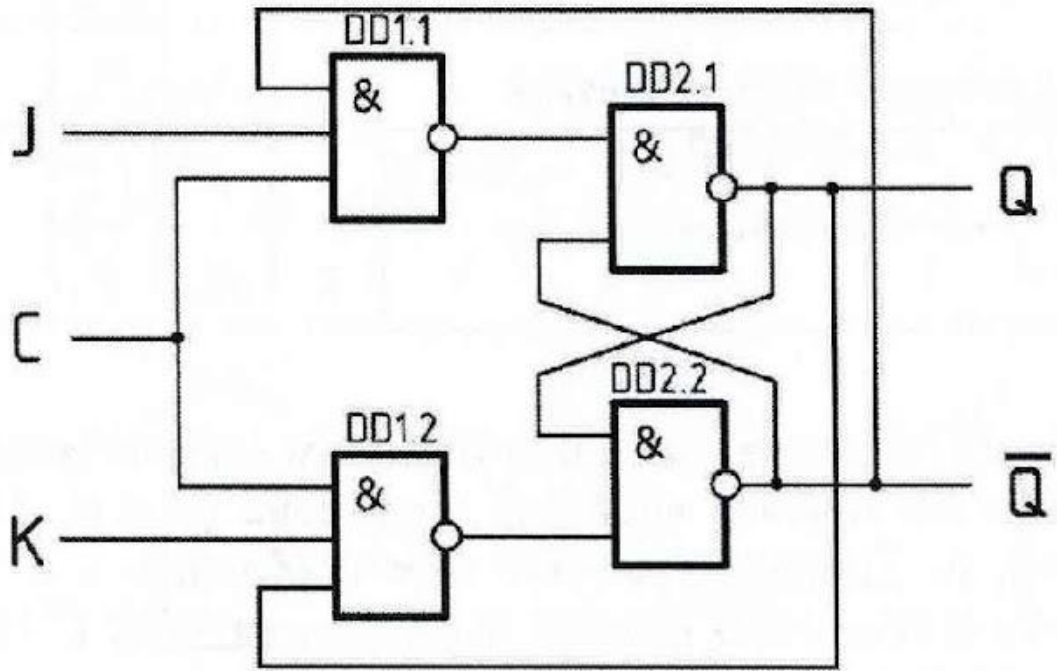


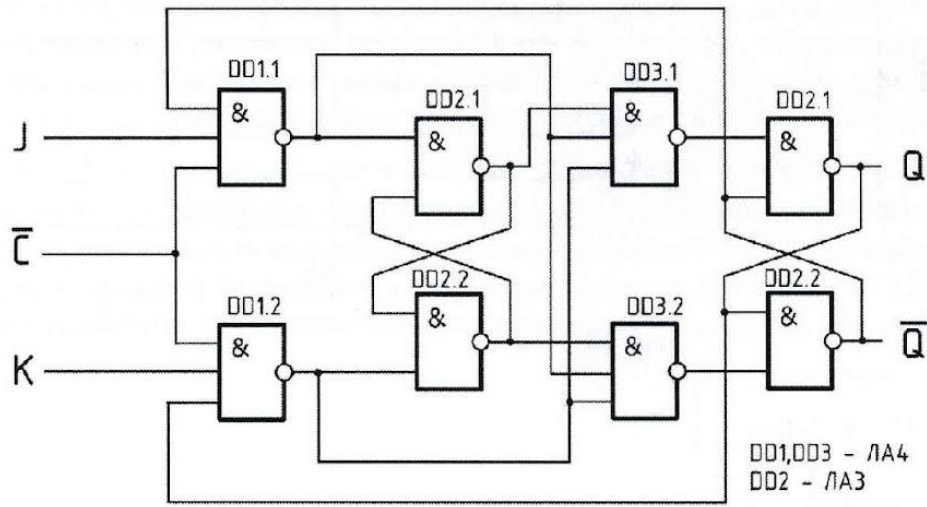


JK-триггер

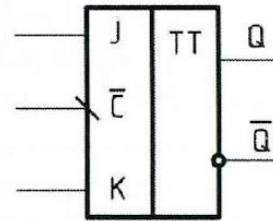
Режим работы	Входы			Выходы	
	J	K	\bar{C}	Q^{n+1}	\bar{Q}^{n+1}
Запись 1	1	0	Л	1	0
Запись 0	0	1	Л	0	1
Инверсия пред. состояния	1	1	Л	\bar{Q}^n	Q^n
Хранение информации	0	0	Л	Q^n	\bar{Q}^n
	X	X	0		

QUESTION: DESIGN A J-K FLIP FLOP USING NAND GATES.

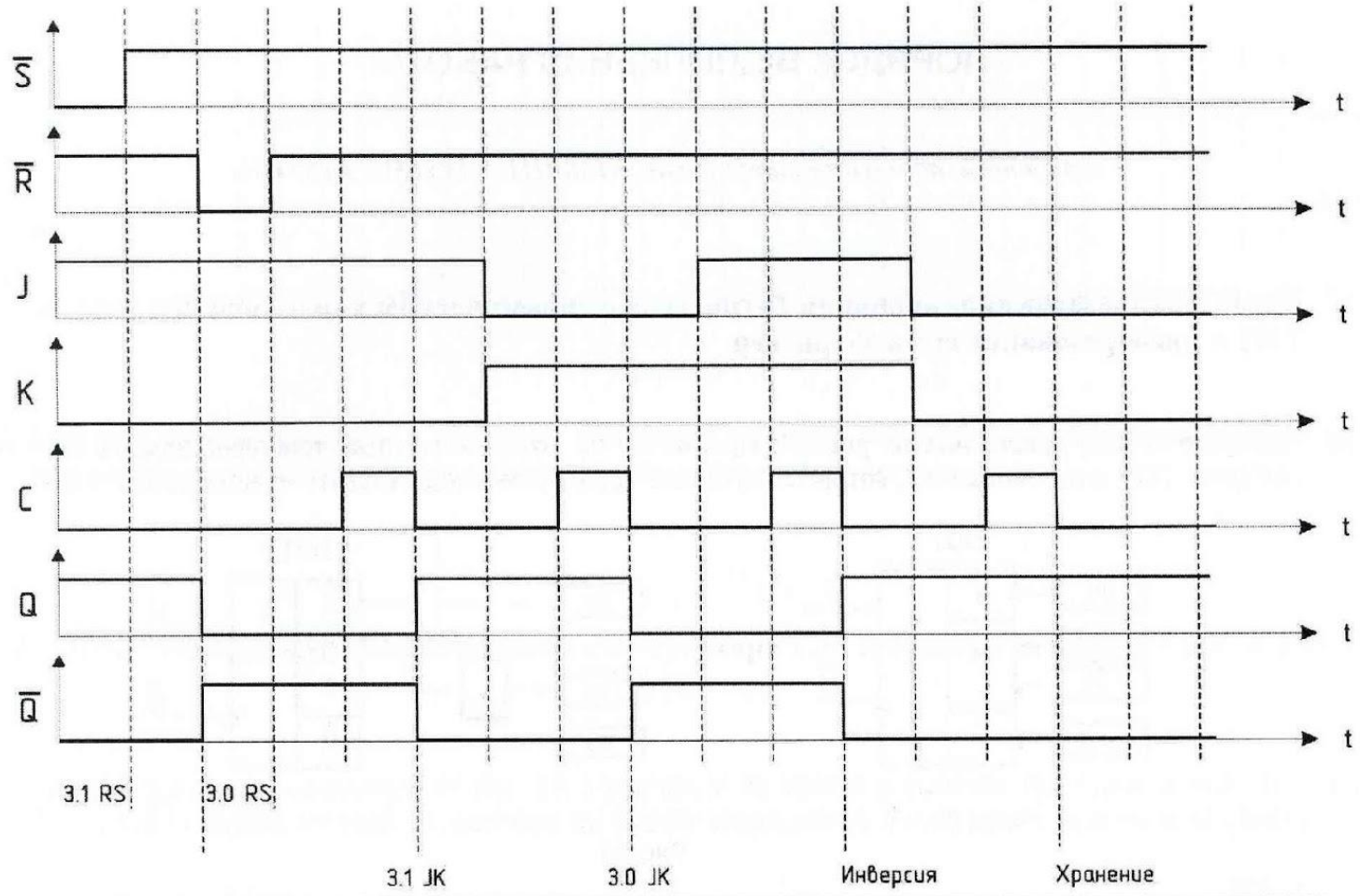




a)



б)



3.1 RS - Асинхронная запись единицы с RS-входа
 3.1 JK - Синхронная запись единицы с JK-входа

3.0 RS - Асинхронная запись нуля с RS-входа
 3.0 JK - Синхронная запись нуля с JK-входа

Рис. 61

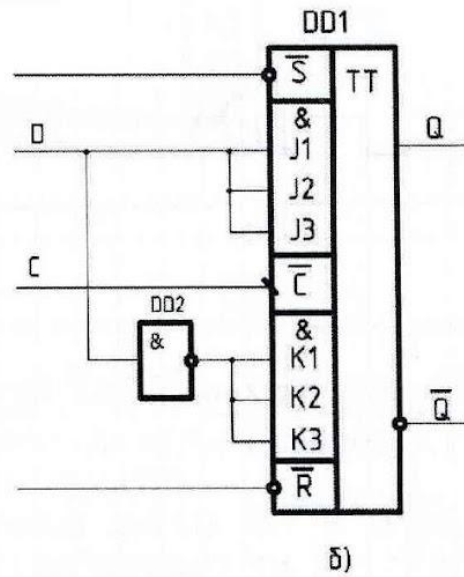
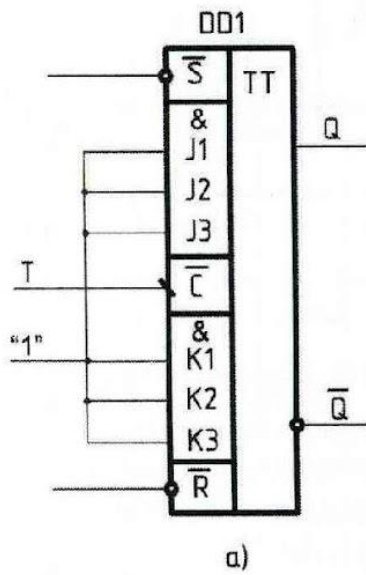
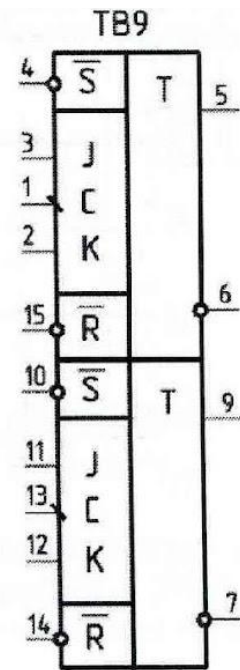
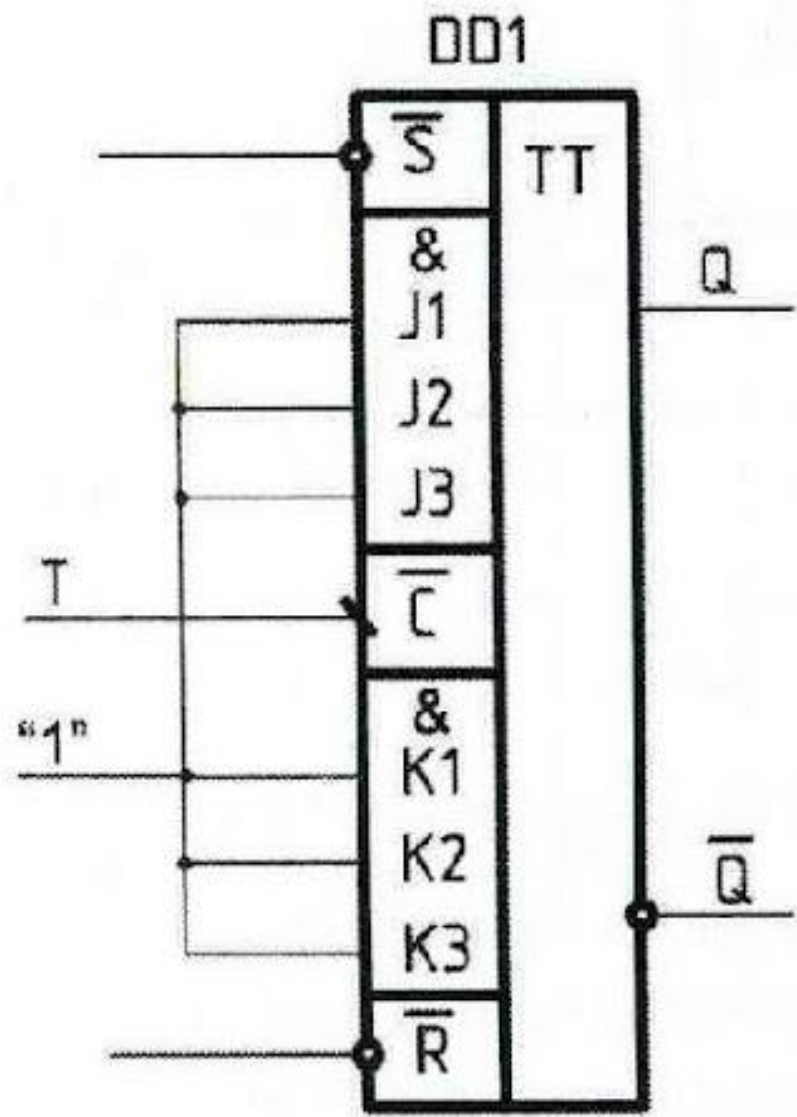


Рис. 62



16 - питание
8 - общий



a)

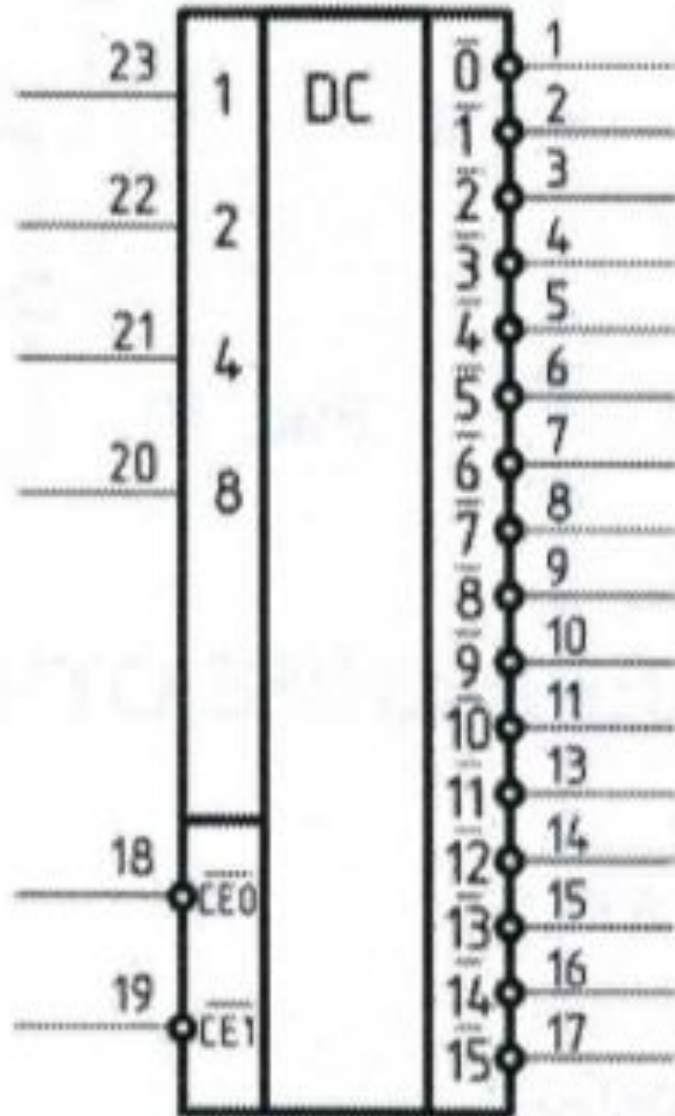
**Дешифраторы,
шифраторы,
мультиплексоры,
демультиплексоры**

Дешифраторы предназначены для преобразования двоичного кода, поданного на его входы в активный уровень сигнала, появляющийся на том выходе, номер которого соответствует входному коду.

Если активный уровень выходного сигнала дешифратора равен нулю, то в его условном обозначении на выходах рисуют кружки.

Если двоичный дешифратор имеет n входов, то он может иметь не более 2^n выходов. Многие дешифраторы можно применять как демультиплексоры.

ИДЗ

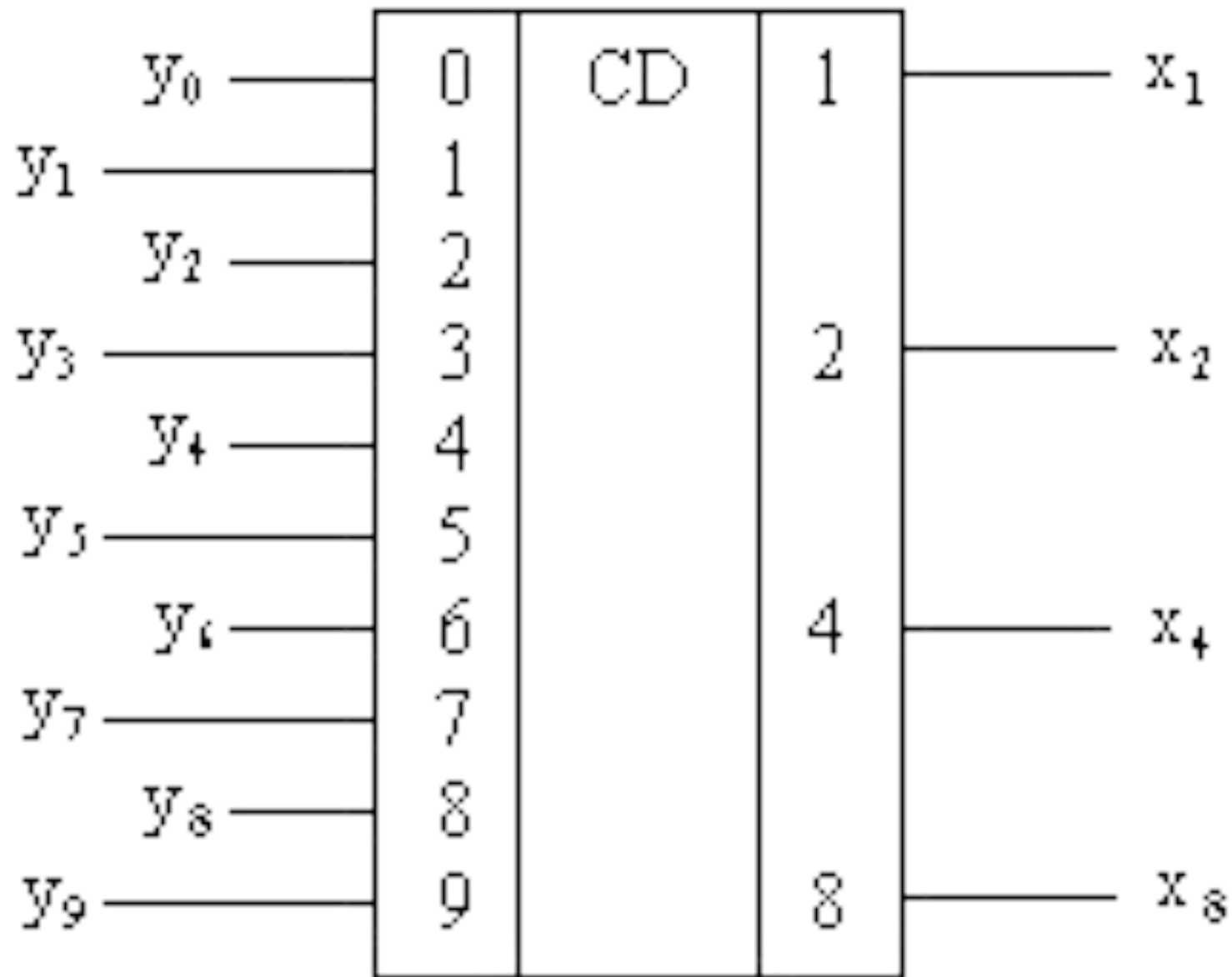


24 - питание

12 - общий

Шифраторы.

Шифратор, (называемый так же кодером) - устройство, осуществляющее преобразование десятичных чисел в двоичную систему счисления. Пусть в шифраторе имеется m входов, последовательно пронумерованных десятичными числами $(0, 1, 2, 3, \dots, m - 1)$, и n выходов. Подача сигнала на один из входов приводит к появлению на выходах n -разрядного двоичного числа, соответствующего номеру возбужденного входа.



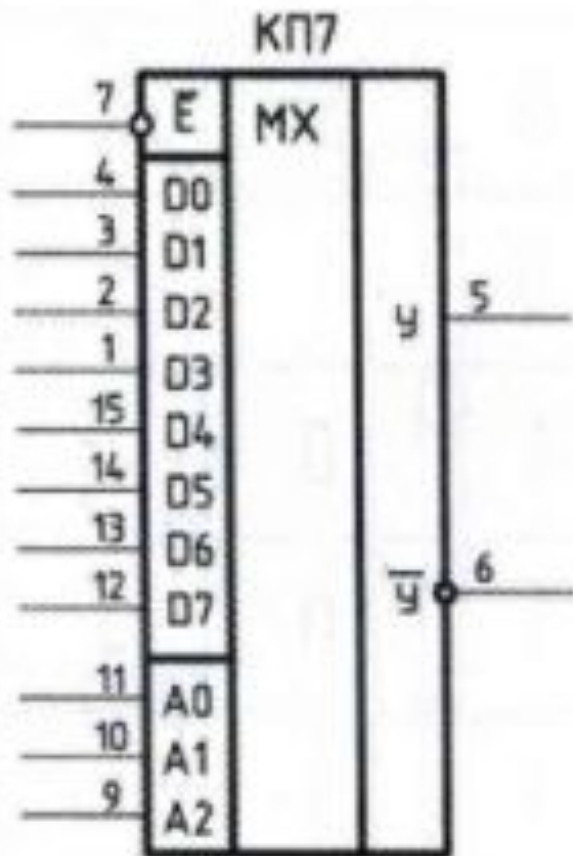
Цифровые многопозиционные переключатели, или коммутаторы, называют **мультиплексорами**.

Они позволяют коммутировать (передать) сигналы от одного из нескольких источников цифровой информации к единственному приемнику информации.

Поэтому мультиплексоры имеют несколько информационных входов и только один выход.

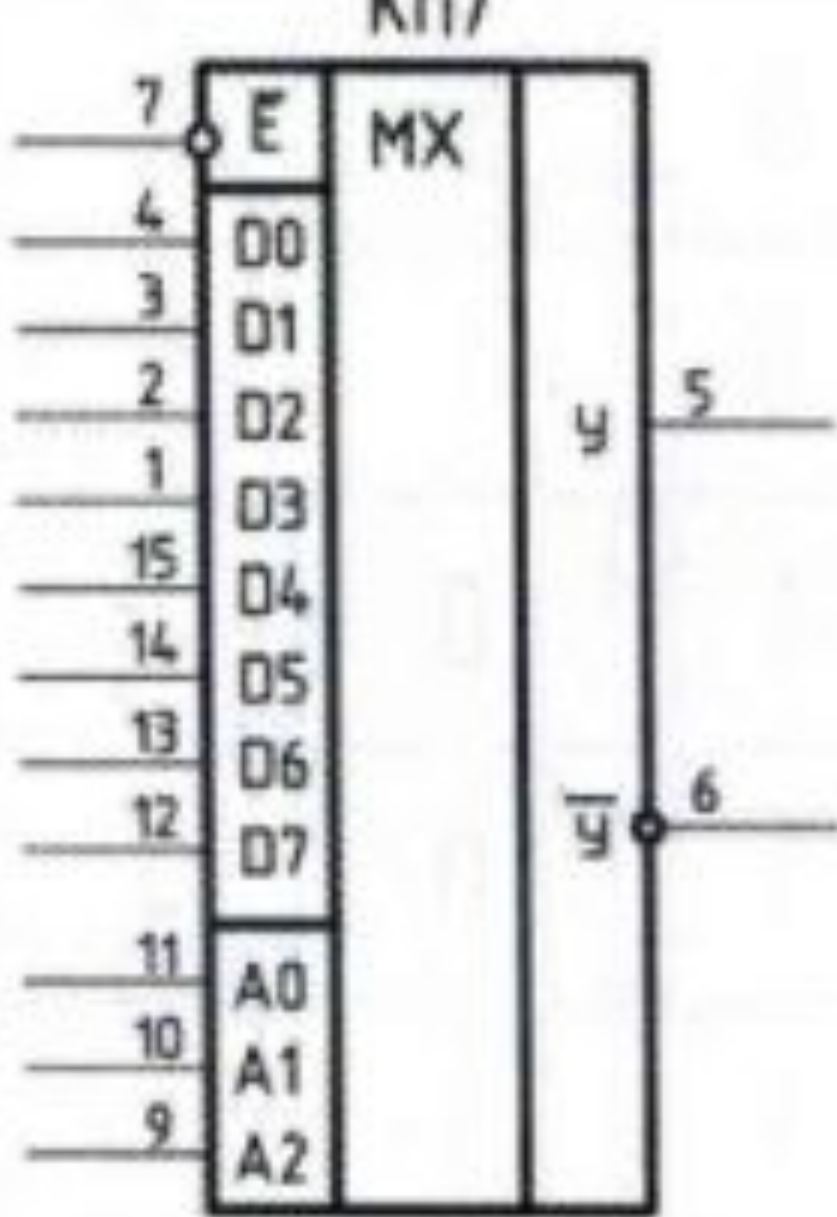
Для выбора нужного источника информации мультиплексоры имеют адресные входы. Если мультиплексор имеет n адресных входов, то он может иметь не более 2^n информационных входов.

Мультиплексоры способны выбирать (селектировать) определенный канал, поэтому иногда их называют селектрами или селекторами-мультиплексорами



16 - питание
8 - общий

Входы			Выходы		
Адрес			\bar{E}	Y	\bar{Y}
A2	A1	A0			
X	X	X	1	0	1
0	0	0	0	D0	$\bar{D0}$
0	0	1	0	D1	$\bar{D1}$
0	1	0	0	D2	$\bar{D2}$
0	1	1	0	D3	$\bar{D3}$
1	0	0	0	D4	$\bar{D4}$
1	0	1	0	D5	$\bar{D5}$
1	1	0	0	D6	$\bar{D6}$
1	1	1	0	D7	$\bar{D7}$



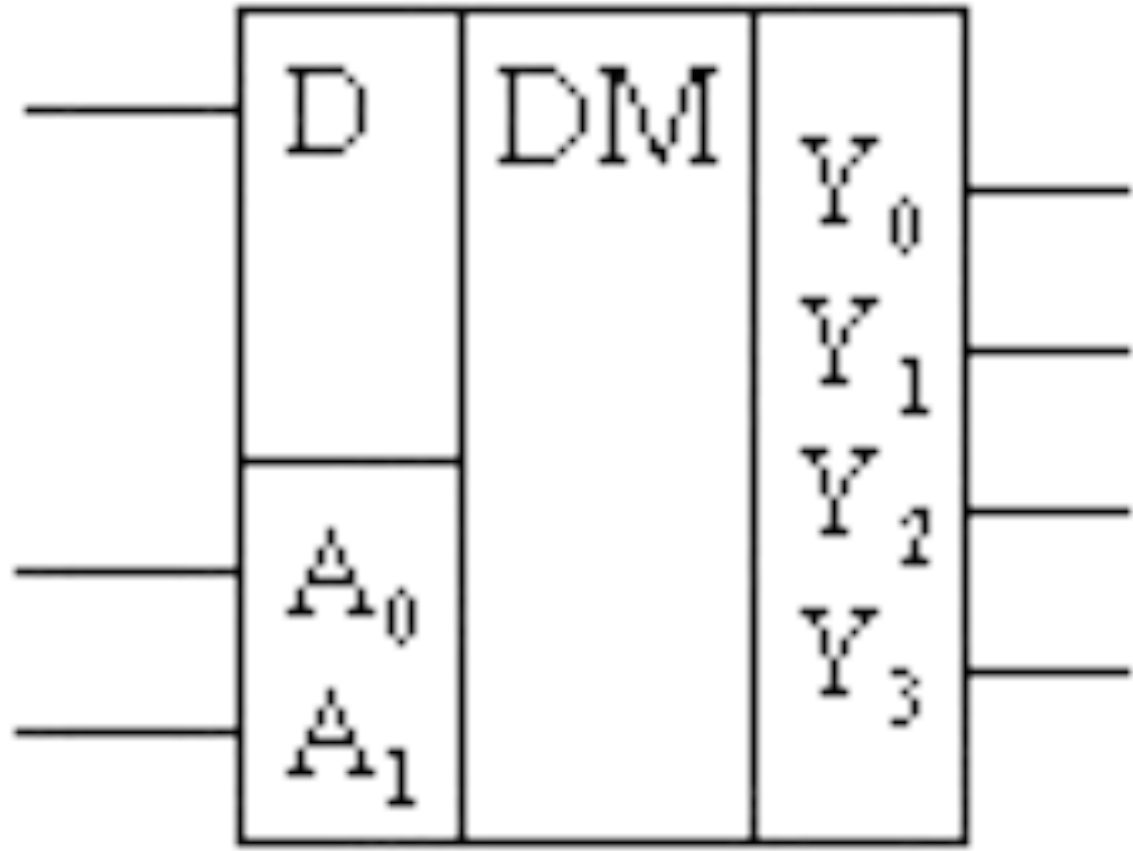
16 - питание

8 - общий

Демультимплексоры.

Демультимплексор имеет один информационный вход и несколько выходов.

Он представляет собой устройство, которое осуществляет коммутацию входа к одному из выходов, имеющему заданный адрес (номер).



**Адресные
ВХОДЫ**

ВЫХОДЫ

A_1	A_0	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	D	0	0	0
0	1	0	D	0	0
1	0	0	0	D	0
1	1	0	0	0	D

**10. Выбор
электрических
аппаратов по
заданным
техническим
условиям**

Выбор автоматических выключателей, предохранителей, тепловых реле

Автоматические выключатели
выбираются согласно условиям

$$I_{\text{нма}} \geq I_{\text{с}}$$

$$I_{\text{нома}} \geq I_{\text{номр}}$$

$$I_{\text{номр}} \geq 1,25 I_{\text{дл}}$$

$$K_{\text{о}} = K_{\text{у(эмр)}} \geq \frac{I_{\text{о}}}{I_{\text{номр}}} \quad \text{б} \geq 1,2 I_{\text{п}}$$

Где $I_{нома}$ – номинальный ток автомата, А;

$I_{номр}$ – номинальный ток теплового расцепителя, А;

$I_{дл}$ – длительный ток в линии, А;

$U_{нома}$ – номинальное напряжение автомата, В;

U_c – напряжение сети, В;

K_o – кратность отсечки;

I_o – ток отсечки, А;

I_p – пусковой ток, А.

Номинальный ток плавкой вставки для инерционных предохранителей

$$I_{\text{встном}} \geq I_{\text{дл}}$$

Номинальный ток плавкой вставки
должен соответствовать кратностям
допустимых токов.

При защите ответвления, идущего к
одиночному электродвигателю при
легких пусках, ток вставки

$$I_{\text{ВСТНОМ}} \geq \frac{I_{\text{П}}}{1,6}$$

При защите ответвления, идущего к
одиночному электродвигателю при
тяжелых пусках, ток вставки

$$I_{\text{ВСТНОМ}} \geq \frac{I_{\text{П}}}{2,5}$$

Тип	Номинальный ток		Кратность уставки		Iоткл, кА
	Iна	Iнр	Ky(тр)	Ky (эмр)	
1	2	3	4	5	6
BA 51-25	25	6,3;8	1,35	7;10	2
		10;12,5			2,5
		16;20;25			3,0
BA 51-31	100	6,3;8	1,35	3,7,10	2
		10			2,5
		20;25			3,5
		31,5;40;50;63			5
		80;100			8
BA 51-33	160	80;100;125;160	1,25	10	12,5
BA 51-35	250	80;100;125;160 ;200;250	1,25	12	12,5
BA 51-37	400	250;320;400	1,25	10	25
BA 51-39	630	400;500;630	1,25	10	35
BA 53-41	1000	0,63-0,8-1,0 Iна	1,25	2,3,5,7	25

Номинальный ток предохранителя, А	Номинальные токи плавких вставок, А	Предельный отключаемый ток
15	6, 10, 15	4500
60	15, 20, 25, 35, 60	8000
100	60, 80, 100	11000
200	100, 125, 160, 200	11000
350	200, 225, 260, 300, 350	13000
600	350, 430, 500, 600	20000

Номинальный ток нагревательного элемента теплового реле выбирается по условию

$$I_{\text{номтр}} \geq 1,15 \cdot I_{\text{номдв}}$$