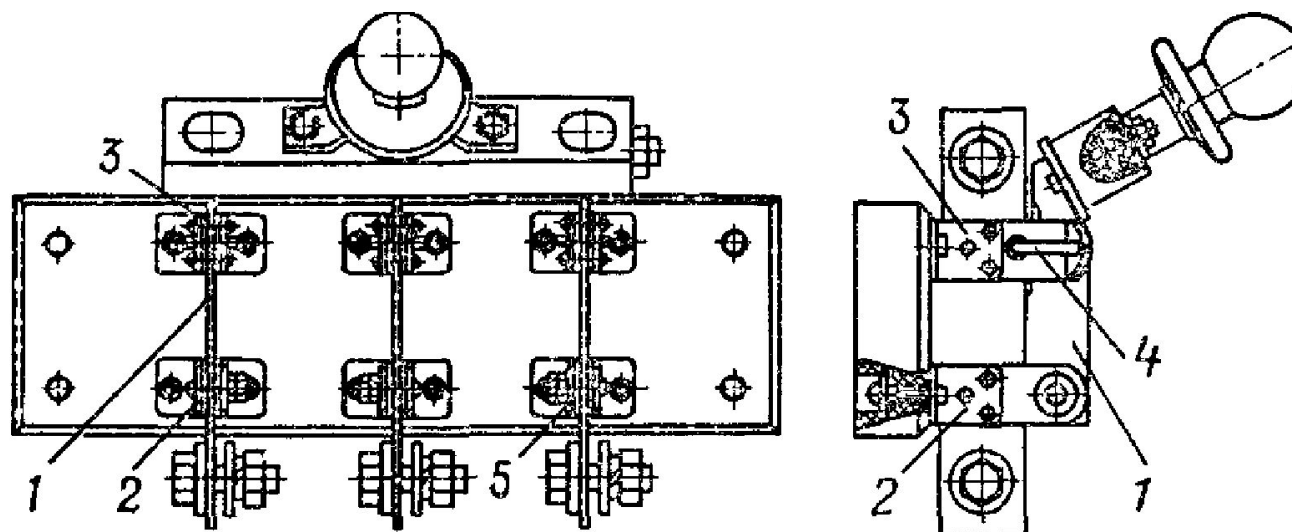
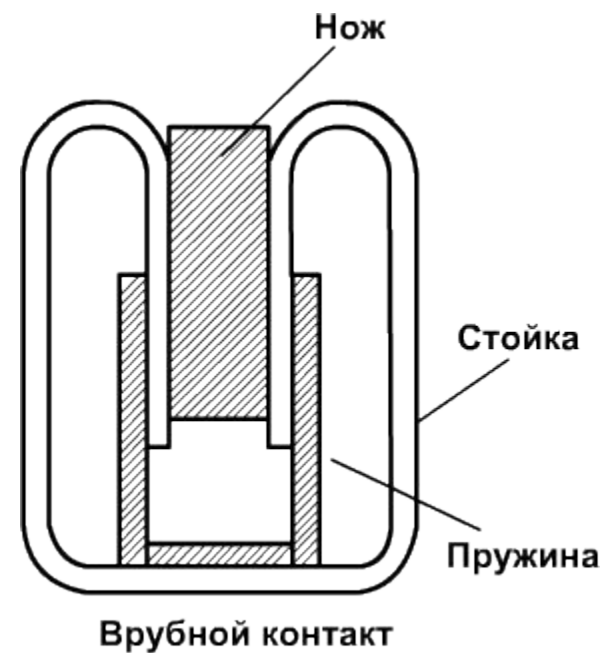


**Электрические  
коммутационные контактные  
аппараты ручного  
управления**

# Рубильник с центральной рукояткой



В трехфазном рубильнике с центральной рукояткой (рис. 15.1) подвижный контакт — нож 1 вращается в шарнирной стойке 2. При размыкании цепи между ножом и неподвижным контактом стойки 3 загорается дуга. Гашение дуги постоянного тока при токе до 75 А происходит за счет механического удлинения дугидвигающимся ножом. Чем больше скорость движения контакта, тем больше скорость растяжения дуги и меньше время ее горения. При отключении больших токов решающим фактором является электродинамическая сила. Эта сила, действующая на единицу длины дуги, примерно обратно пропорциональна длине ножа. Для безопасности ремонта расстояние между контактными стойками 3 делается не менее 0,05 м.



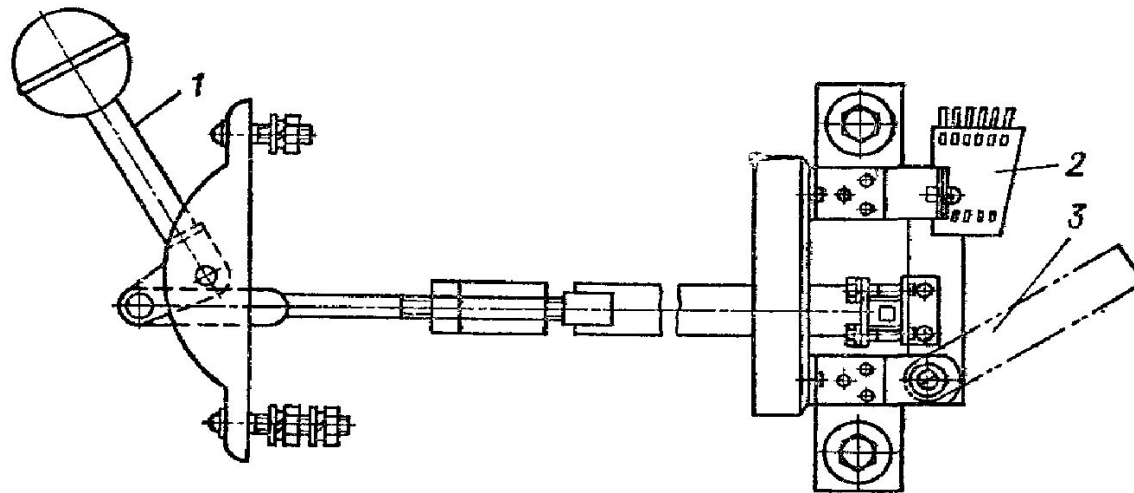


Рис. 15.2. Рубильник с рычажным приводом и дугогасительной камерой

Для рубильников и переключателей с боковой рукояткой или рычажным приводом отношение отключаемого тока к номинальному составляет 0,2 при постоянном напряжении 220 В и 0,3 при переменном напряжении 380 В. При постоянном напряжении 440 и переменном 500 В указанные аппараты используются только для отключения обесточенных цепей. Для увеличения отключающей способности рубильник снабжается дугогасительной решеткой (см. § 4.11). При этом отключающая способность рубильников

# Пакетные выключатели

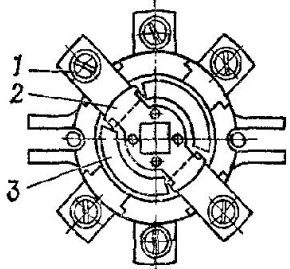
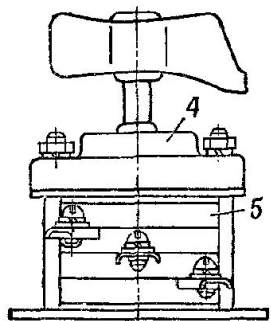


Рис. 15.3. Пакетный выключатель серии ПВМ

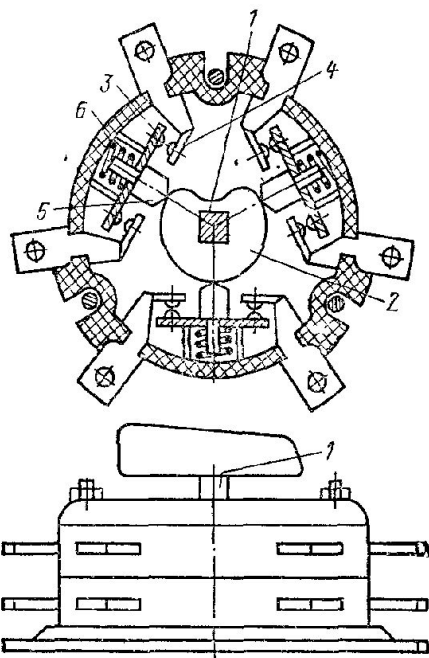


Рис. 15.4. Пакетный кулачковый выключатель серии ПКВ

В пакетном выключателе или переключателе каждый коммутируемый полюс конструктивно оформлен в виде отдельного элемента — пакета. На рис. 15.3 аппарат имеет три полюса (три пакета), а на рис. 15.4 — два полюса. Число пакетов в выключателе серии ПКВ может достигать 8.

Пакетный выключатель ПВМ (рис 15.3) состоит из отдельных связанных вместе пакетов 5 и приводного механизма 4. Каждый полюс имеет два разрыва. Неподвижные контакты 1 выполнены в виде массивных пластин из латуни. Подвижный контакт 2 насажен на квадратный изолированный вал выключателя и имеет вращательное движение. Нажатие контактов создается за счет упругих свойств губок подвижного контакта 2. К подвижному контакту прикреплены две щетки 3 из фибровых пластин. Расстояние между щетками несколько больше толщины неподвижного контакта, что позволяет подвижному контакту свободно вращаться внутри пакета. Подвижный контакт перемещается с помощью приводного механизма. При вращении рукоятки сначала заводится пружина, а затем эта пружина сообщает необходимую скорость контакту. Такой привод работает недостаточно надежно.

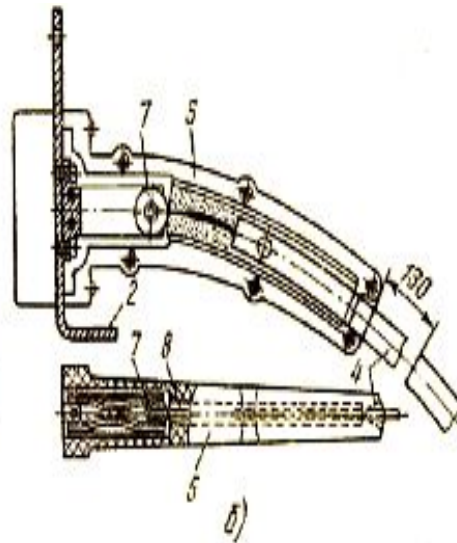
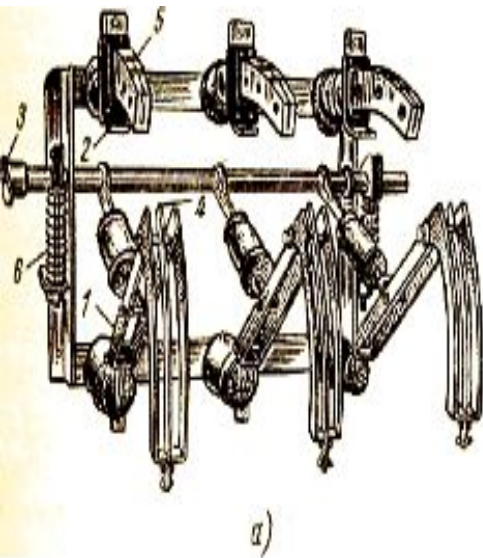
# Выключатель нагрузки



Выключатель нагрузки представляет собой трехполюсный коммутационный аппарат переменного тока для напряжения свыше 1 кВ, рассчитанный на отключение рабочего тока, и снабженный приводом для неавтоматического или автоматического управления.

Выключатели нагрузки не предназначены для отключения тока короткого замыкания, но их включающая способность соответствует электродинамической стойкости при коротких замыканиях.

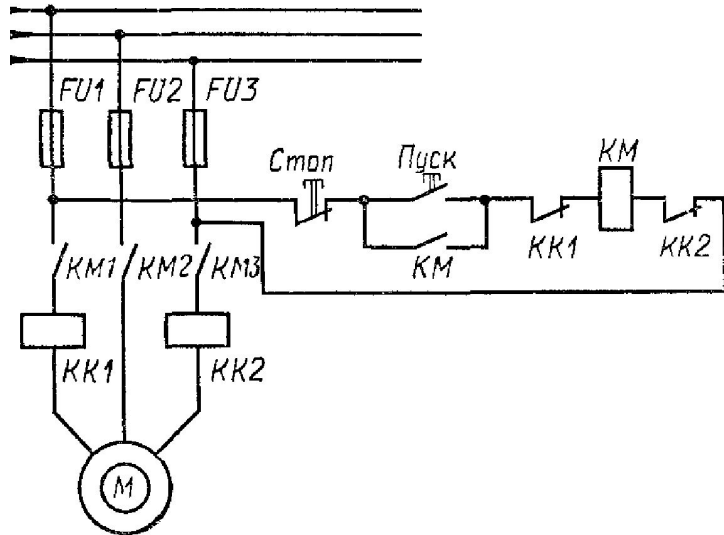
Выключатели нагрузки применяют в присоединениях силовых трансформаторов на стороне высшего напряжения (6-10 кВ) вместо силовых выключателей, если это возможно по условиям работы электроустановки. Поскольку они не рассчитаны на отключение тока короткого замыкания, функции автоматического отключения трансформаторов в случае их повреждения возлагают на плавкие предохранители либо на выключатели, принадлежащие предшествующим звеньям системы, например на линейные выключатели, расположенные ближе к источнику энергии.



В распределительных сетях наиболее распространены конструкции выключателей нагрузки (ВНР, ВНА, ВНБ) с гасительными устройствами газогенерирующего типа.

На опорных изоляторах разъединителя укреплены гасительные камеры 5. К ножам разъединителя 1 прикреплены вспомогательные ножи 4. Изменен также привод разъединителя, что-бы обеспечить необходимую скорость движения ножей при включении и отключении, не зависящую от оператора. Для этого предусмотрены пружины 6, которые натягиваются при повороте вала 3 разъединителя, а при освобождении передают свою энергию подвижным частям аппарата

# Электромагнитные пускатели



Главные контакты  $KM1$ — $KM3$  пускателя включены последовательно с предохранителями  $FU1$ — $FU3$ . Катушка  $KM$  контактора подключается к сети через контакты тепловых реле и кнопок управления «Пуск» и «Стоп». При нажатии кнопки «Пуск» напряжение на катушку  $KM$  подается через замкнутые контакты кнопки «Стоп» и замкнутые контакты тепловых реле. При срабатывании контактора замыкаются вспомогательные контакты  $KM$ , шунтирующие замыкающие контакты кнопки «Пуск», которую после этого можно отпустить. Для отключения двигателя нажимается кнопка «Стоп», после чего контакты  $KM1$ — $KM3$  размыкаются. При токовой перегрузке двигателя срабатывают  $KK1$ ,  $KK2$ , контакты которых разрывают цепь катушки  $KM$ . При этом контакты  $KM1$ — $KM3$  размыкаются и двигатель отключается.

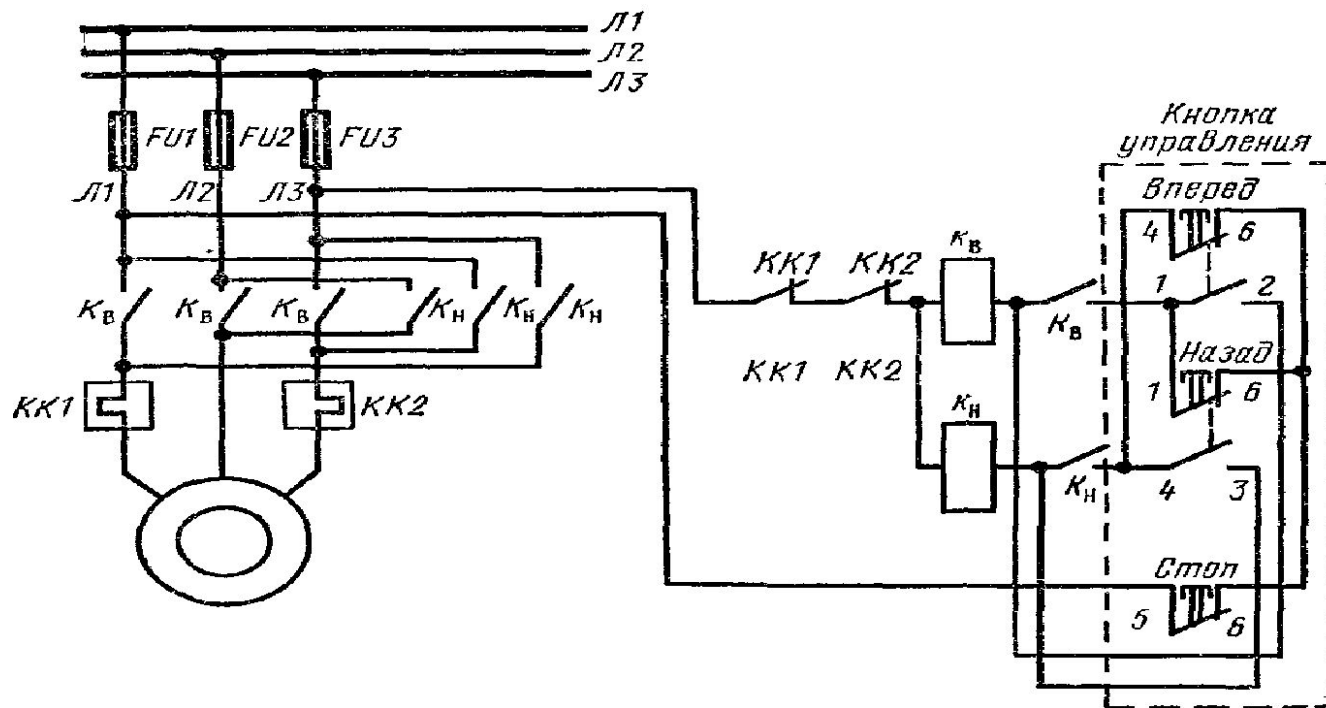
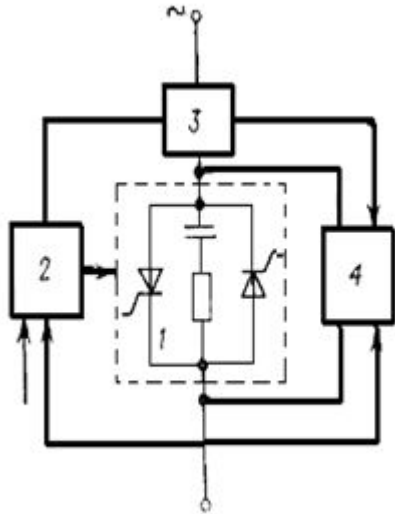


Схема включения реверсивного пускателя приведена на рис. 8.13. Кнопка управления «Вперед» имеет замыкающие контакты 1—2 и размыкающие контакты 4—6. Аналогичные контакты имеет кнопка «Назад» для пуска двигателя в обратном направлении. При пуске «Вперед» замыкаются контакты 1—2 соответствующей кнопки и процесс протекает так же, как и у нереверсивного пускателя на рис. 8.11. При этом цепь катушки контактора  $K_B$  замыкается через размыкающие контакты 1—6 кнопки «Назад». Одновременно размыкаются размыкающие контакты 4—6 кнопки «Вперед», разрывается цепь катушки контактора  $K_H$ . При нажатии кнопки «Назад» вначале размыкаются контакты 1—6, обесточивается катушка контактора  $K_B$  и отключаются его контакты  $K_B$ . Затем контактами 4—3 включается контактор  $K_H$  после чего замыкаются его контакты. При этом очередность фаз питания двигателя становится обратной. При одновременном нажатии кнопок «Вперед» и «Назад» оба контактора не включаются.

# полупроводниковые аппараты переменного тока

Существует большое многообразие вариантов исполнения бесконтактных устройств. Тем не менее, все они могут быть представлены обобщенной структурной схемой, которая показывает необходимое число функциональных блоков и их взаимодействие. На рисунке 3.9 приведена структурная схема полупроводникового аппарата переменного тока в однополюсном исполнении. Она включает в себя четыре функционально законченных узла.



Силовой блок 1 с элементами защиты от перенапряжений ( $RC$ -цепь на рисунке) является основой коммутирующего устройства, его исполнительным органом. Он может быть выполнен на базе только управляемых вентилях - тиристорах или с использованием диодов.

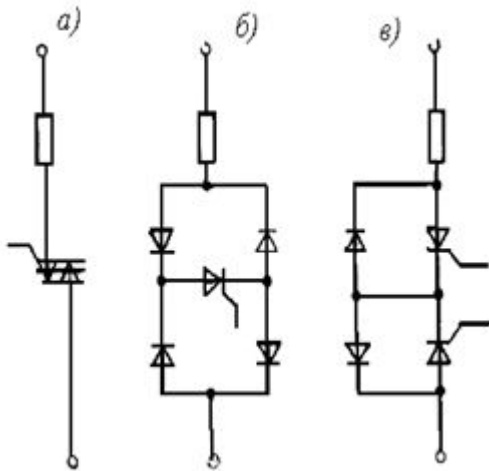
Блок управления 2 содержит устройства, которые осуществляют селекцию и запоминание команд, поступающих от органов управления или защиты, формируют управляющие импульсы с заданными параметрами, синхронизируют поступление этих импульсов на входы тиристорах с моментами перехода тока в нагрузку через нуль.

Блок датчиков режима работы аппарата 3 содержит измерительные устройства тока и напряжения, реле защиты различного назначения, схему выработки логических команд и сигнализации коммутационного положения аппарата.

Блок принудительной коммутации 4 объединяет в себе конденсаторную батарею, схему ее зарядки и коммутирующие тиристоры. В аппаратах переменного тока этот блок содержится только при условии использования их в качестве защиты (автоматических выключателей).

Силовая часть аппарата может быть выполнена по схеме со встречно-параллельным включением тиристорах, на основе симметричного тиристора (симистора) и в различных сочетаниях тиристорах и диодов. В каждом конкретном случае при выборе варианта схемы должны учитываться следующие факторы: параметры по напряжению и току разрабатываемого аппарата, число используемых приборов, нагрузочная способность в длительном режиме и устойчивость к перегрузкам по току, степень сложности управления тиристорами, требования к массе и габаритам, стоимость.

Схема со встречно-параллельно включенными тиристорамисодержит меньше приборов, отличается меньшими габаритами, массой, потерями энергии и стоимостью. По сравнению с симисторами тиристоры с односторонней (однонаправленной) проводимостью имеют более высокие параметры по току и напряжению, способны





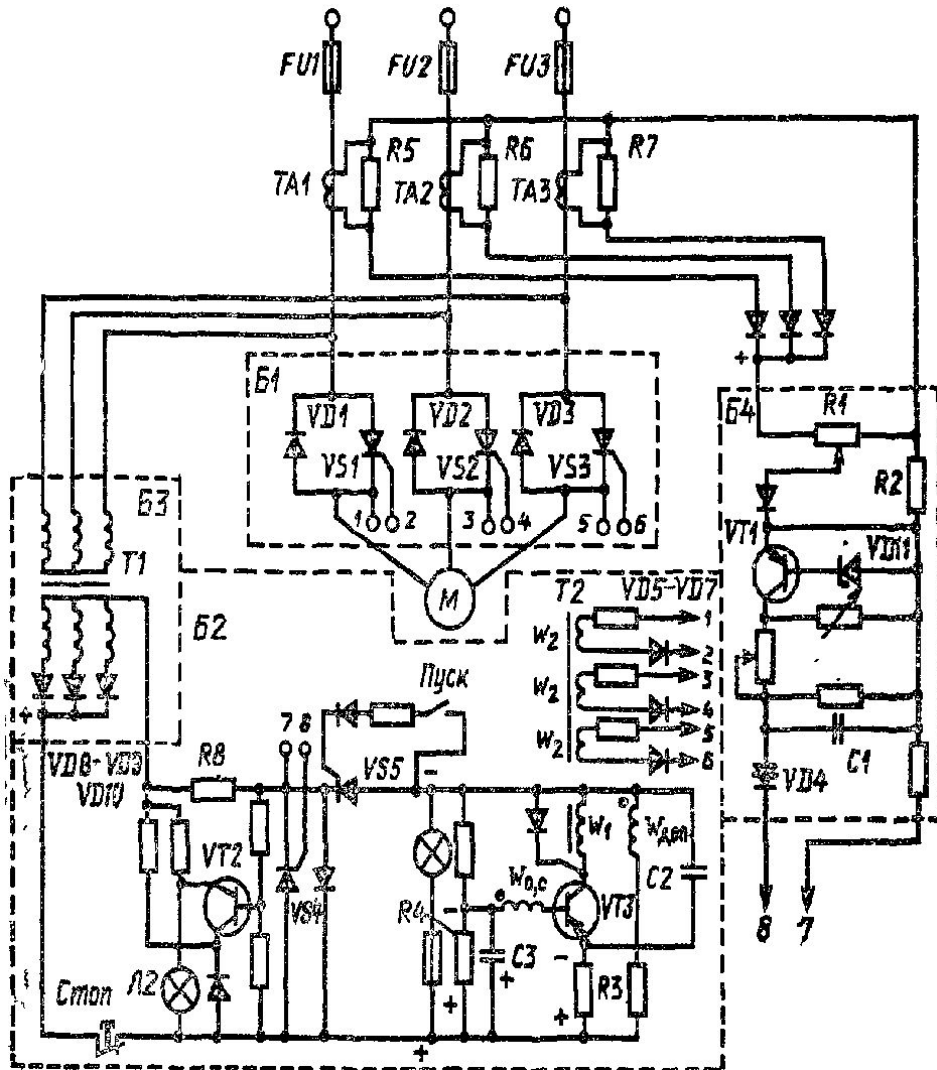
# Тиристорный пускатель

## 8.5. ТИРИСТОРНЫЙ ПУСКАТЕЛЬ

На рис. 8.14 показан один из вариантов схемы бесконтактного — тиристорного пускателя. Силовой блок *Б1* содержит силовые тиристоры *VS1—VS3* и диоды *VD1—VD3*, рассчитанные на номинальный и пусковой ток двигателя *M*. При подаче сигнала управления на электроды 1—2, 3—4, 5—6 тиристоры открываются и двигатель подключается к сети. В отрицательный полупериод, когда тиристоры закрываются отрицательным анодным напряжением, ток двигателя проходит по диодам *VD1—VD3*. Диоды могут быть заменены тиристорами.

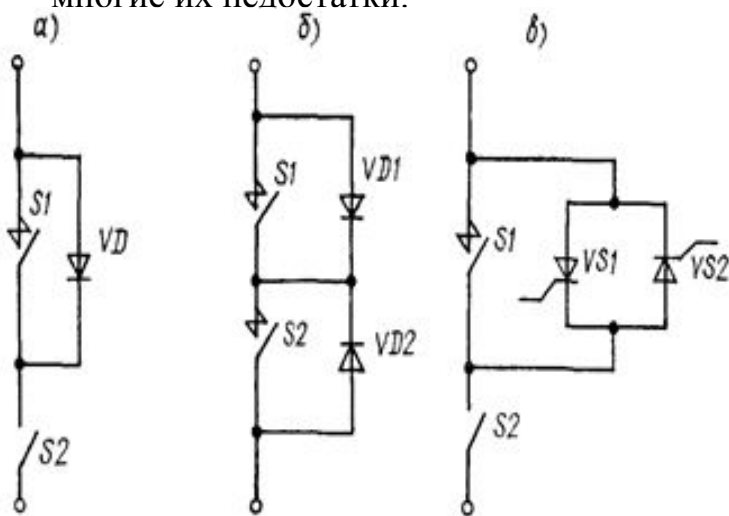
При снятии сигнала управления (при перегрузке, потере фазы, нажатии кнопки «Стоп») тиристоры закрываются. Следующий полупериод тока пропускается диодами. После этого диоды *VD1, VD2, VD3* закрываются и двигатель отключается от сети. По тиристорам и диодам протекает лишь небольшой ток утечки

Сигналы управления тиристорами формируются в блокинг-генераторе *Б2*, который получает напряжение от блока питания *Б3*. При нажатии кнопки «Пуск» включается тиристор *VS5* и все напряжение прикладывается к резистору *R3*. При этом транзистор *VT3* закрыт, так как напряжение на резисторе *R3* больше, чем на резисторе *R4*. По мере заряда конденсатора *C2* наступают условия для открытия транзистора *VT3* и конденсатор *C2* начинает разряжаться на обмотку  $\omega_1$  трансформатора *T2*. Электродвижущая сила, наводящаяся при этом на обмотке,  $\omega_{0,c}$  способствует быстрому и полному открытию транзистора *VT3*. При разряде конденсатора напряжение на резисторе *R3* возрастает, транзистор *VT3* закрывается и снова начинается заряд конденсатора *C2*. Таким образом, генерируются импульсы тока в обмотке  $\omega_1$  и в трех выходных обмотках  $\omega_2$  появляются управляющие импульсы. Диоды *VD5—VD7* пропускают импульсы только положительной полярности.



# Комбинированные электрические аппараты

Комбинированные электрические аппараты (называемые также гибридными) представляют собой устройства, содержащие одновременно контактную систему традиционных электромеханических аппаратов и силовую схему на основе СПП, подключенную параллельно размыкаемым контактам. В результате такого, по существу механического объединения контактных и бесконтактных коммутационных устройств в одной конструкции, достигается удачное сочетание преимуществ обоих типов аппаратов и в то же время исключаются многие их недостатки.



Во всех приведенных силовых блоках СПП соединяются параллельно с одним из размыкаемых контактов. Напомним, что в электромеханических аппаратах падение напряжения на замкнутых контактах при номинальных токах не превышает десятых долей вольта. При таких напряжениях СПП, соединенные параллельно с контактами, не переходят в состояние высокой проводимости и ток нагрузки через них практически не протекает.

В процессе отключения аппарата соотношение сопротивлений контактной и полупроводниковой цепей изменяется, что приводит к перераспределению тока между ними.

Размыкание дугогасительных контактов  $S1$  в схеме необходимо обеспечить в начале полупериода тока, полярность которого совпадает с проводящим направлением диода  $VD$ . В этом случае напряжение на образующейся электрической дуге является прямым для диода. По мере увеличения расстояния между контактами и интенсивности воздействия на электрическую дугу, например, за счет перемещения ее в воздухе с большой скоростью под воздействием электромагнитного поля, сопротивление межконтактного промежутка растет и, следовательно, повышается напряжение на диоде. В результате создаются условия для переключения его в проводящее состояние.

С этого момента времени ток в контактной цепи начинает быстро уменьшаться, а ток в полупроводниковой цепи нарастает и электрическая дуга гаснет.

Окончательное прерывание тока в цепи осуществляется диодом после изменения направления тока. В течение времени, пока напряжение является обратным для диода, необходимо разомкнуть вспомогательные контакты  $S2$ .

При включении аппарата последовательность замыкания контактов должна быть обратной: в непроводящий для диода полупериод напряжения необходимо замкнуть контакты отделителя  $S2$ , а в течение следующего полупериода - дугогасительные контакты  $S1$ .