

## Тема 1.8 Электрическая аппаратура управления и защиты

Электрическая аппаратура, применяемая на ЭТР, может быть классифицирована по различным признакам. В зависимости от природы явлений, которые положены в основу действия аппаратов, различают:

— аппараты ручные, действие которых происходит в результате механического воздействия на них внешних сил (кнопки управления, тумблеры, выключатели, конечные выключатели);

— аппараты электромагнитные, действие которых основано на электромагнитных силах, возникающих при включении аппаратов (магнитные пускатели, контакторы, электромагнитные реле).

В зависимости от выполняемых функций имеются аппараты:

— коммутационные, предназначенные для включения и отключения различных цепей;

— автоматические выключатели, предохранители, тепловые реле, электромагнитные максимальные реле для защиты электрических цепей.

Аппаратура коммутационная, в свою очередь, может быть:

— неавтоматическая (выключатели, кнопки управления, тумблеры, конечные выключатели);

— автоматическая (реле, магнитные пускатели, контакторы, автоматические выключатели).

Аппараты различаются также по напряжению, номинальному току, числу полюсов, роду тока, виду присоединения проводов (переднему или заднему) и по способу защиты от воздействия окружающей среды (исполнение открытое, защищенное, пылевлагозащищенное, маслостойкое).

### Кнопки управления

Эти аппараты широко применяются в схемах пуска и останова электрических приводов и их реверсирования. Нажимая на кнопку, включают реле, контактор или магнитный пускатель. Контакты кнопок

управления могут быть замыкающими и размыкающими. В первом случае при нажатии кнопки контакты замыкаются, а во втором случае.— размыкаются.

Кнопки выпускаются промышленностью с одним замыкающим и одним размыкающим (1З+1Р), с двумя размыкающими (2Р) и с двумя замыкающими (2З) контактами. При нажатии на кнопку перемещается подвижная контактная планка, которая соединяет замыкающий и разъединяет размыкающий контакты. В исходное положение планка и кнопка возвращаются под действием пружины.

В электрических цепях ЭТР применяются кнопки управления типов КУ-1М с контактами 1Р + 1З, КУ-2М с контактами 2З и КЕ-011 различного исполнения в зависимости от назначения.

### **Пакетные выключатели и переключатели (тумблеры)**

Пакетные выключатели и переключатели используются в качестве коммутационных аппаратов с ручным управлением для нечастых включений. Они применяются в установках постоянного тока напряжением до 220 В и переменного тока напряжением до 380 В.

В малоамперных цепях переменного и постоянного тока, а также для включения и выключения приборов освещения экскаваторов применяют одно- и двухполюсные переключатели (тумблеры) ТП1-2 и В-45М.

#### **Конечные выключатели**

Конечные (путевые) выключатели предназначены для коммутации электрических цепей и применяются они в сетях постоянного тока напряжением до 220 В и переменного тока напряжением до 380 В.

Переключение осуществляется под действием управляющих упоров, которые устанавливаются в определенных точках пути контролируемых объектов.

Выключатели имеют электрически не связанные между собой один замыкающий и один размыкающий контакты с двойным разрывом цепи. Выключатели выпускаются с одним или двумя роликами, расположенными на

разных ступенях, а также с прямоходовым толкателем, с самовозвратом или без него. Они могут работать при температуре окружающей среды от  $-40$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности до 98%.

В цепях переменного тока выключатели выдерживают 1 млн. включений тока 4,8 А и 1 млн. отключений тока 1,2 А при частоте включений до 1200 в час.

Конечные (путевые) выключатели ВК-200А в электрических схемах ЭТР используются для «аварийного выключения генератора лица ми, находящимися вне кабины машиниста, а выключатели ВПК-3311 — в качестве сигнального устройства о предельном угле горизонтального поворота рабочего органа относительно тягача.

Реле токовые тепловые

**Тепловые токовые реле с термобиметаллическими элементами** предназначены для защиты асинхронных электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности.

Под влиянием протекающего по тепловому элементу тока перегрузки электродвигателя реле срабатывает и своим блок-контактом, воздействуя на цепь управления электродвигателя, отключает электродвигатель.

Тепловые реле выпускаются с номинальными токами тепловых элементов 1 — 600 А. Реле на ток до 50 А включаются в цепь непосредственно, а на ток свыше 50 А — через трансформаторы тока.

Контакторы

Для управления асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором на ЭТР применяют контакторы переменного тока серий КТПВ600 и КНТ400.

На изолированном основании при помощи контактного винта установлен неподвижный контакт. У электромагнита, состоящего из сердечника и обмотки, на якоре закреплен подвижный контакт. Этот контакт при помощи гибкой токоведущей связи соединен с контактным винтом, также

установленным на изолированном основании. Пружина прижимает якорь электромагнита к упору. При этом контакты разомкнуты.

При пропускании тока через обмотку электромагнита якорь притягивается к сердечнику, преодолевая сопротивление пружины, и главные контакты замыкаются. Контактор будет находиться во включенном состоянии до тех пор, пока по обмотке электромагнита будет протекать ток. При обесточивании обмотки якорь под действием пружины возвратится в первоначальное положение, а контакты разомкнутся.

При размыкании контактов между ними возникает электрическая дуга, для гашения которой служит дугогасительная камера.

В контакторах, кроме главных контактов, имеются вспомогательные блок-контакты, которые предназначены для размыкания и замыкания цепей управления электроприводами.

При срабатывании контактора замыкающие контакты замыкаются, а размыкающие размыкаются.

К основе магнитопровода прикреплено основание из пластмассы, на котором установлены неподвижные контакты 2, изготовленные из металлокерамического сплава. Для гашения электрической дуги служит дугогасительная камера.

Контакторы нормально работают при температуре окружающей среды от  $-40$  до  $+40^{\circ}$  С и относительной влажности 80%. Время срабатывания контакторов 0,2—0,27 с, время отпускания 0,1—0,12 с. Износоустойчивость контактора механическая до 5 млн. циклов, а электрическая до 300 тыс. коммутационных циклов при частоте включений до 1200 циклов в час.

Контакторы КНТ425М состоят из электромагнитной, контактной и дугогасительной систем и блок-контактов.

Электромагнитная система клапанного типа, уравновешенная, состоит из магнитопровода, катушки и якоря. Магнитопровод П-образной формы, катушка бескаркасная. Якорь, поворачивающийся на оси, шарнирно соединен с траверсой, на которой установлены контактные мостики.

Обмотка контактора состоит из четырех катушек — двух включающих и двух удерживающих, соединенных последовательно-параллельно. Они питаются постоянным током от контактор.

Контактор имеет три главных контакта, контактные накладки которых выполнены из металлокерамического сплава марки ОК-15. Мосты блок-контактов находятся на одной траверсе с главными контактами. Главные контакты и блок-контакты выполнены с двойным разрывом цепи.

В момент включения контактора подсоединяются сразу все четыре катушки. После притягивания якоря включающие катушки отключаются, а удерживающие катушки остаются включенными и удерживают контактор во включенном положении.

При отключении контактора между контактами возникает дуга, которая под воздействием электромагнитного поля, создаваемого током в контактах, быстро перемещается к стальным пластинам дугогасительной камеры, охлаждается и гаснет.

#### Магнитные пускатели

[Магнитные пускатели](#), так же как и контакторы, предназначены для управления асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором.

Принцип действия пускателей аналогичен действию контакторов, но цепь управления пускателем питается не постоянным, а переменным током.

Электромагнитная система пускателя состоит из сердечника, катушки и якоря. Якорь шарнирно соединен с траверсой, изготовленной из изоляционного материала и несущей контактные мосты.

Магнитные пускатели бывают нереверсивные и реверсивные.

схема включения электродвигателя нереверсивным магнитным пускателем с двухполюсным тепловым реле РТ, обмотки которого включены в фазы А и С. При нажатии кнопки управления Кн1 «Пуск» замыкается цепь катушки магнитного пускателя Р, и ток пройдет от фазы С по обмотке пускателя через замыкающий контакт кнопки Кн1, размыкающий контакт кнопки Кн2 и блок-контакт теплового реле РТ на фазу В. Катушка Р втягивает якорь, пускатель

срабатывает, замыкаются главные контакты, на электродвигатель М подается напряжение, и он начинает вращаться. При срабатывании пускателя замыкается его блок-контакт, который шунтирует кнопку Кн1 «Пуск». Таким образом, при отпускании кнопки цепь катушки остается замкнутой.

Для выключения электродвигателя необходимо нажать кнопку Кп2 «Стоп», при этом размыкается цепь катушки, размыкаются главные контакты и блок-контакт пускателя, и электродвигатель останавливается.

Двухполюсное тепловое реле РТ осуществляет защиту электродвигателя от перегрузок недопустимой продолжительности. При перегрузке электродвигателя ток, протекающий по обмотке статора, превышает номинальный, и он заставляет срабатывать тепловое реле РТ, у которого размыкается блокконтакт, стоящий в цепи катушки пускателя Р. Вследствие срабатывания теплового реле цепь, питающая электродвигатель, прерывается, и он останавливается.

Номинальная ставка теплового элемента реле выбирается в соответствии с номинальным током электродвигателя.

Включать электродвигатель после его выключения тепловым реле можно через 2—3 мин. Это время требуется для охлаждения биметаллических пластин теплового реле.

Тепловые реле выпускаются с самовозвратом и без него.

Реверсивные магнитные пускатели состоят из двух магнитных пускателей, укрепленных на общем основании и заблокированных как по цепи управления, так и механически, что предотвращает одновременное включение обоих пускателей. Реверс электродвигателя при помощи реверсивного пускателя осуществляется по следующей схеме: отключение вращающегося электродвигателя — полный останов — включение электродвигателя на обратное направление вращения. схема работы реверсивного магнитного пускателя.

При нажатии кнопки Кн1 «Вперед» замыкается цепь магнитного пускателя Р1 с двухполюсным тепловым реле РТ, обмотки которого включены

в фазы Л и С, и ток пройдет от фазы С по обмотке пускателя через замыкающий контакт кнопки Кн1, размыкающий блок-контакт контактора Р2, через размыкающий контакт кнопки Кн2, блок- контакт теплового реле РТ на фазу В. Катушка Р1 притянет якорь, пускатель сработает, замкнутся главные контакты Р1, на электродвигатель М будет подано напряжение, и он начнет вращаться. Одновременно будет замкнут блок-контакт Р1, который шунтирует кнопку Кн1. Таким образом, при отпускании кнопки Кн1 цепь катушки останется замкнутой, но разомкнется размыкающий блок-контакт Р1 в цепи катушки Р2, что является электрической блокировкой, которая предотвращает одновременное включение двух катушек.

Чтобы изменить направление вращения электродвигателя (реверсирование), необходимо остановить его, что достигается нажатием кнопки К.н2 «Стоп».

После полного останова электродвигателя надо нажать кнопку Кн3 «Назад». Пускатель Р2 срабатывает (так же как и Р1 при нажатии кнопки Кн1), меняет между собой две фазы, и электродвигатель начинает вращаться в обратную сторону.

На ЭТР231 установлен пускатель ПМЕ-083 напряжением 36 В. Такое напряжение выбрано из условий техники безопасности, так как управление электроприводом можно осуществлять с помощью выносных кнопок.

Реле электромагнитное промежуточное

Электромагнитные реле применяют в различных схемах автоматического управления для коммутации цепей.

На пластмассовом основании закреплена магнитная система, состоящая из магнитопровода, катушки и якоря. На магнитопроводе укреплены плоские контактные пружины с унифицированными контактами. При подключении катушки к источнику тока якорь притягивается к сердечнику и тянет за собой траверсу, которая, увлекая за собой подвижные контактные мостики, замыкает или размыкает контакты. Возврат подвижной системы в исходное положение при выключении тока производится плоскими контактными пружинами.

Реле используют в цепях постоянного тока напряжением до 220 В и в цепях переменного тока напряжением до 415 В. На ЭТР применяют реле МК.У-48, ПЭ-21 и 8Э11, которые работают при температуре окружающей среды от  $-40$  до  $+40^{\circ}$  С и влажности до 90%. Механическая износостойчивость их не менее 3 млн. циклов.

Реле электромагнитное максимальное

Максимальные реле применяют в сетях переменного тока, главным образом для защиты электродвигателей от токов короткого замыкания.

При прохождении по обмотке реле тока, превышающего номинальный (на который рассчитано данное реле), оно срабатывает, при этом замыкается замыкающий и размыкается размыкающий контакты. Реле находится в таком состоянии до тех пор, пока по его обмотке проходит ток, превышающий номинальный.

По характеристике пускового тока асинхронного электродвигателя видно, что реле, отрегулированное на ток / $n_p$ , срабатывает в момент времени  $t_1$ , а отпускает в момент времени когда пусковой ток спадает до величины меньше номинальной, на которую отрегулировано данное реле максимального тока.

Автоматические выключатели

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для защиты электрических установок от перегрузок недопустимой длительности и коротких замыканий, а также для нечастых включений и отключений силовых электрических цепей.

Автоматы различаются по роду тока, номинальному току, числу полюсов, роду встраиваемых расцепителей, номинальному току расцепителя, наличию блок-контактов.

Конструкция автомата АП50-ЗМТ. Элементы автомата закреплены на пластмассовом основании и закрыты таким же кожухом. Коммутирующее устройство состоит из подвижных и неподвижных контактов. Гибкие проводники соединяют подвижные контакты с тепловыми расцепителями, а



последние с электромагнитными расцепителями. Держатели подвижных контактов монтируются на изолированной траверсе, кинематически связанной с механизмом свободного расцепления и оперативными кнопками «Автомат включен» и «Автомат выключен».

Контакты каждого полюса заключены в дугогасительную камеру, в которой гашение дуги осуществляется дроблением и деионизацией поперечными стальными пластинами. При возникновении в какой-либо фазе перегрузки или короткого замыкания срабатывает тепловой или электромагнитный расцепитель, соответствующий данному полюсу, и поворачивает общую для всех полюсов отключающую рейку. При этом срабатывает механизм свободного расцепления, и все полюсы автомата размыкаются одновременно. В автомате имеются три тепловых и три электромагнитных расцепителя.

Тепловые расцепители срабатывают с выдержкой времени, находящейся в обратной зависимости от величины тока. Они представляют собой термобиметаллические пластины, которые при прохождении тока, превышающего номинальный, изгибаясь, действуют на механизм свободного расцепления, и цепь автоматически размыкается.

Электромагнитные расцепители, срабатывающие практически мгновенно, представляют собой катушку на изолированном каркасе. Внутри катушки вставлен металлический стержень. При прохождении по катушке тока, превышающего максимальный, на который настроены электромагнитные расцепители, стержень втягивается внутрь катушки и действует на механизм свободного расцепления. При этом цепь автоматически размыкается.

#### Универсальные переключатели

Малогабаритные **универсальные переключатели** предназначены для ручного переключения цепей управления. Они устанавливаются на щитах и пультах управления. Универсальные переключатели различаются числом секций (2, 4, 6, 8, 10, 12, 16), диаграммой замыкания контактов, числом

фиксированных положений и углом поворота рукоятки, а также самовозвратом или фиксацией положения рукоятки. Переключатели состоят из набора секций, установленных на пластмассовом основании. Через секции проходит центральный валик, на конце которого укреплена рукоятка. Коммутация электрических цепей производится контактами, которые расположены в секциях аппарата. Контакты допускают длительную нагрузку током до 20 А.

Жесткая система включения или отключения контактных пальцев является надежной. Переход контактных пальцев из положения «Включено» в положение «Выключено» или наоборот может происходить при минимальном угле поворота рукоятки, равном  $45^\circ$ .

В обозначениях универсальных переключателей на электрических схемах черные точки на пунктирных линиях показывают, что при данном положении рукоятки контакты замкнуты (если нет точек, считается, что контакты разомкнуты). Пунктирные линии обозначают положение рукоятки через  $45^\circ$ .

Переключатели применяются в электрических цепях напряжением до 400 В постоянного тока и напряжением до 500 В переменного тока. Они рассчитаны на 1 млн. переключений.

Трансформаторы тока и напряжения

[Трансформаторы тока](#) предназначены для измерения тока и питания схем релейной защиты.

Магнитопровод 1 трансформатора тока собран из отдельных пластин холоднокатаной стали, скрепленных трубчатыми заклепками. Одновитковая первичная обмотка выполнена в виде шины 2, которая поддерживается в окне трансформатора текстолитовыми держателями. Вторичная обмотка 3 состоит из двух катушек, соединенных последовательно и расположенных на двух стержнях магнитопровода. Первичная обмотка трансформатора тока включается непосредственно в силовую цепь, а вторичная подключается к

прибору (амперметру или ваттметру) или к обмотке теплового реле. Один конец вторичной обмотки должен быть соединен с корпусом трансформатора.

При отключении прибора вторичную обмотку необходимо закоротить, иначе в ней будет наведена большая э. д. е., которая может послужить причиной пробоя изоляции или травматизма обслуживающего персонала.

Однофазные трансформаторы напряжения предназначены для питания пониженным напряжением, цепей управления электроприводов, ламп местного освещения и так далее. Они включаются в сеть переменного тока напряжением до 660 В.

Магнитопровод трансформатора собран из отдельных пластин холоднокатаной стали, скрепленных шпильками. Концы высоковольтной и низковольтной обмоток выведены на пластмассовые рейки с зажимами.

## ОБОРУДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

В состав оборудования трансформаторных подстанций входят: силовые трансформаторы, аппаратура защиты и коммутации, шинные устройства, измерительные трансформаторы и устройства автоматического контроля и управления.

Прием электрической энергии и дальнейшее распределение ее на подстанциях и в распределительных устройствах осуществляется посредством главных шин. Шины укрепляются с помощью крепежных деталей на фарфоровых изоляторах. Шины для закрытых распределительных устройств (ЗРУ) 6—10 кВ представляют собой голые, обычно алюминиевые (реже медные) полосы прямоугольного поперечного сечения. Для распознавания отдельных фаз (и защиты шин от коррозии) их окрашивают в различные цвета: фаза А — в желтый, фаза В — в зеленый, фаза С — в красный цвет.

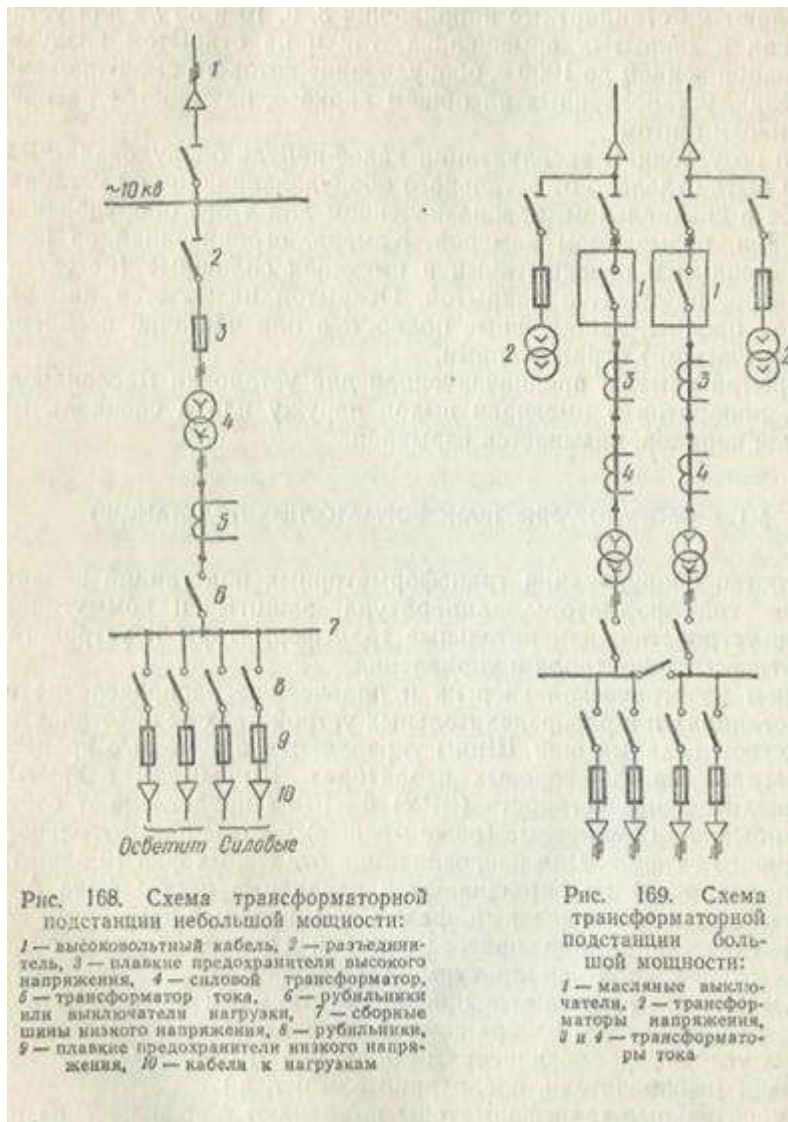
Электрические линии присоединяют к главным шинам с помощью специальной аппаратуры (выключатели, разъединители и т. д.). Все электрические соединения подстанций и распределительных устройств обычно изображают в виде однолинейных схем, на которых условными

обозначениями показывают основные элементы установки (выключатели, предохранители и т. д.).

Измерительные трансформаторы применяют для включения измерительных приборов и обмоток реле защиты и управления.

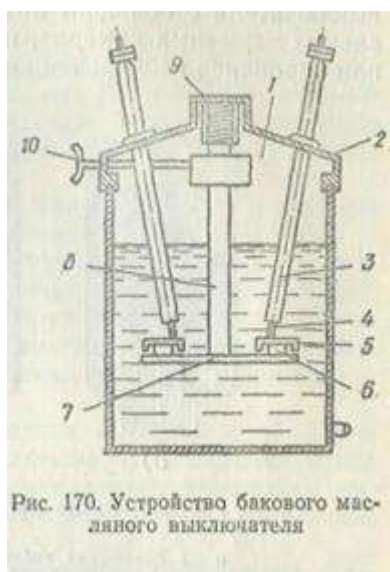
К аппаратам защиты и коммутации, устанавливаемым на подстанциях, относятся выключатели мощности, выключатели нагрузки, разъединители, предохранители, разрядники и реакторы.

На рис. 168 изображена однолинейная схема трансформаторной подстанции небольшой мощности (не более 320 ква), а на рис. 169 — однолинейная схема трансформаторной подстанции большой мощности.



Масляные выключатели мощности предназначены для включения и выключения различных электроустройств высокого напряжения переменного

тока (генераторов, двигателей, трансформаторов) при нормальной эксплуатации, а также и для отключения их при перегрузке или коротких замыканиях.



Масляные выключатели по своей конструкции делятся на две основные группы: баковые выключатели с большим объемом масла, которое является дугогасящей и изолирующей средой, и горшковые выключатели с малым объемом масла, которое используется для гашения дуги.

На рис. 170 показан схематический разрез бакового масляного выключателя с большим объемом масла и без специального устройства для гашения дуги. Выключатель состоит из металлического бака 2, заполненного маслом, и устройства для разрыва цепи тока. На стенке бака имеется указатель уровня масла. Сверху бак закрыт металлической крышкой 2, в которой имеется газоотводная трубка и закреплены проходные изоляторы 3 (втулки). Внутри втулок помещены токоведущие стержни 4, соединенные с неподвижными контактами 5. Подвижные контакты 6 укреплены на изоляционной планке 7, жестко связанной с вертикальной штангой 8. Штанга с подвижной контактной системой

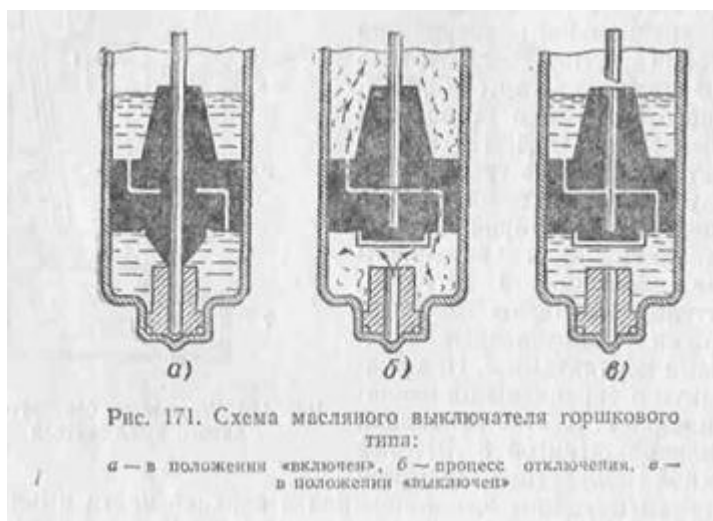
под действием пружины 9, помещенной в верхней части выключателя, стремится разомкнуть контакты, но в нормальных условиях удерживается электромеханической защелкой 10.

При размыкании подвижных и неподвижных контактов между ними возникает электрическая дуга, так как накопленная в цепи электрическая энергия не может мгновенно исчезнуть и стремится поддержать ток, проходящий через дугу, состоящую из раскаленных газов. Под действием высокой температуры ближайшие слои масла испаряются и разлагаются на составные части, вследствие чего дуга оказывается окруженной газовой средой (газовым пузырем) — водородом, который обладает высокой теплоемкостью и диэлектрической прочностью. Это облегчает гашение дуги.

После гашения дуги в масле остаются раскаленные газы, которые поднимаются вверх через весь слой масла, охлаждаясь на своем пути и собираясь под крышкой выключателя в специально оставленном незаполненном маслом буферном пространстве, сообщаемом с воздухом через газоотводную трубку. Большая часть газов состоит из водорода, который с кислородом воздуха образует гремучую смесь.

Если водород, проходя через слой масла, недостаточно охлаждается, то гремучая смесь может взорваться, что поведет к разрушению выключателя, загоранию масла и может быть причиной пожара. Поэтому слой масла над контактами должен быть достаточно большим. Однако наполнение маслом выключателя сверх установленной нормы также недопустимо, так как при этом уменьшается буферное пространство, что может, в свою очередь, вызвать взрыв выключателя расширяющимися газами.

Учитывая возможность взрывов при эксплуатации, масляные выключатели с большим объемом масла устанавливаются в специальных взрывных камерах, представляющих собой железобетонное или кирпичное изолированное помещение.



Горшковые выключатели (рис. 171) с малым объемом масла безопасны в отношении взрывов и пожаров вследствие большой прочности цилиндров и малого объема масла. Поэтому они не требуют специальных изолированных помещений для своей установки.

Контактами является подвижный стержень и неподвижный контакт розеточного типа, находящийся в нижней части горшка.

При включении подвижный стержень, проходя через центральное отверстие, отжимает две латунные заслонки, находящиеся под давлением пружины. При выключении латунные заслонки закрывают отверстие, через которое проходит подвижный контакт.

При отключении между подвижным и неподвижным контактами образуется дуга. Под влиянием высокой температуры дуга окружена газовой средой, вследствие чего резко повышается давление в нижней части горшка. Поэтому поток масла устремляется через поперечный канал гасительной камеры в верхнюю часть горшка и гасит дугу.

Основными величинами, характеризующими масляный выключатель, являются номинальное напряжение и ток, предельный отключаемый ток и предельная отключаемая мощность.

Выключатели нагрузки предназначены для выключения и отключения электрических цепей только в условиях нормального режима работы.

Дугогасительным устройством выключателя нагрузки является пластмассовая разъемная камера с вкладышем из органического стекла,

внутри которого перемещается подвижной нож дугогасительной системы выключателя. В нижней части камеры находится неподвижный нож дугогасительной системы.

При отключении расходятся сначала рабочие контакты, а затем контакты дугогасительной системы, между которыми возникает дуга. Под действием высокой температуры из стенок вкладыша выделяются газы (в основном водород), создающие дутье, гасящее дугу.

Выключатели нагрузки снабжаются плавкими предохранителями, защищающими цепь от перегрузок и коротких замыканий.

Для защиты силовых цепей до 35 кВ устанавливают плавкие предохранители ПК (с кварцевым заполнением). Такой предохранитель представляет собой фарфоровую трубку, внутри которой помещены плавкие вставки. Трубка засыпается кварцевым песком, способствующим гашению дуги, возникающей при перегорании предохранителя.

Разъединители применяют в установках высокого напряжения для тех. или иных отключений и переключений в находящейся под напряжением цепи. Например, после выключения масляного выключателя его отключают от линии с помощью разъединителей для производства нужного ремонта.

По своему устройству разъединитель подобен рубильнику. Следует иметь в виду, что выключение разъединителя под нагрузкой ни в коем случае недопустимо, так как на ножках разъединителя при отключении его под током появляется устойчивая дуга, которая может послужить причиной тяжелых аварий.

В выключенном положении контакты разъединителя имеют расстояние, достаточное для того, чтобы не произошло пробоя.

Реакторы служат для ограничения токов коротких замыканий. Реактор представляет собой индуктивную катушку, не имеющую стального сердечника и состоящую из нескольких витков изолированной медной проволоки большого поперечного сечения. Реакторы имеют большое индуктивное и малое активное сопротивление.

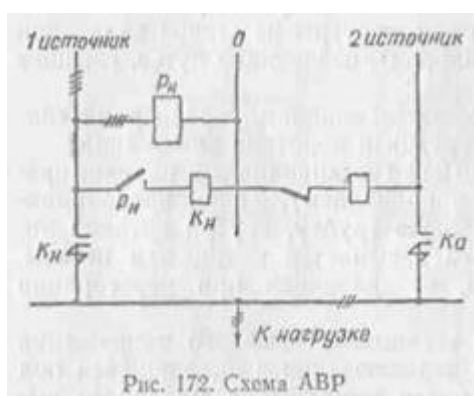


В результате уменьшения величины токов короткого замыкания при помощи реакторов оказывается возможным устанавливать на станциях и подстанциях более дешевую и простую аппаратуру, рассчитанную на меньшие токи короткого замыкания, применять Кабели и шины меньшего сечения. Это значительно снижает стоимость распределительного устройства и повышает надежность его работы.

Разрядник представляет собой аппарат, предназначенный для защиты электротехнических устройств от перенапряжений. Перенапряжениями называются повышения напряжения сверх номинального, достигающие величин, опасных для целостности изоляции.

Такое повышение напряжения создается электромагнитными процессами, связанными с грозовыми разрядами, или процессами, сопутствующими включениям, выключениям, коротким замыканиям между фазами и т. п.

Разрядник включают между проводом и землей; он служит для соединения с землей провода, в котором возникло перенапряжение. Основной частью разрядника является искровой промежуток, в котором при перенапряжении возникает электрическая дуга. По окончании перенапряжения дуга гаснет, и разрядник вновь не проводит тока.



Последовательно с разрядниками включают сопротивления для уменьшения тока через разрядник и для гашения дуги при снижении напряжения до номинального.

Простейшим разрядников служат два электрода, выполненные в виде рогов, разделенные промежутком. Более совершенным является разрядник применением нелинейных сопротивлений (например, тиритовый).

В электроустановках промышленных предприятий широко используют резервирование электроснабжения путем переключения питания потребителей с поврежденного на исправно действующий ввод. Для этого предприятие должно быть обеспечено двумя вводами от двух независимых источников электроэнергии, т. е. применяют автоматическое включение резерва АВР на стороне низкого напряжения.

АВР может устанавливаться при наличии как двух, высоковольтных или низковольтных вводов, так и при одном высоковольтном и одном низковольтном вводе.

Принципиальная схема АВР изображена на рис. 172. При наличии напряжения на первом вводе сработает реле напряжения  $R_n$ , включив своими нормально открытыми контактами катушку электромагнита привода контактора нормальной работы  $K_n$ . Одновременно разомкнутся нормально закрытые контакты реле  $R_n$  в цепи катушки контактора аварийного питания  $K_a$ . Таким образом, контактор  $K_n$  будет включен, а  $K_a$  — выключен, и электроснабжение предприятия будет осуществляться от 1-го ввода.

При прекращении подачи энергии по первому вводу (или при значительном снижении напряжения) реле  $R_n$  отпускает свои контакты в исходное положение, в результате чего контактор  $K_n$  отключается, а  $K_a$  включается, так что нагрузка получает электроэнергию от второго ввода. При восстановлении напряжения на первом вводе АВР переключает нагрузку вновь на первый ввод.