

Электроаппараты

Электрический аппарат — электротехническое устройство, предназначенное для управления электрическими и неэлектрическими устройствами, а также для **защиты этих устройств от режимов работы, отличных от **нормального**.**

Виды электрических аппаратов:

- 1. Коммутационные*
- 2. Защитные*
- 3. Ограничивающие*
- 4. Контролирующие*
- 5. Пускорегулирующие*
- 6. Регулирующие*



Коммутационные аппараты

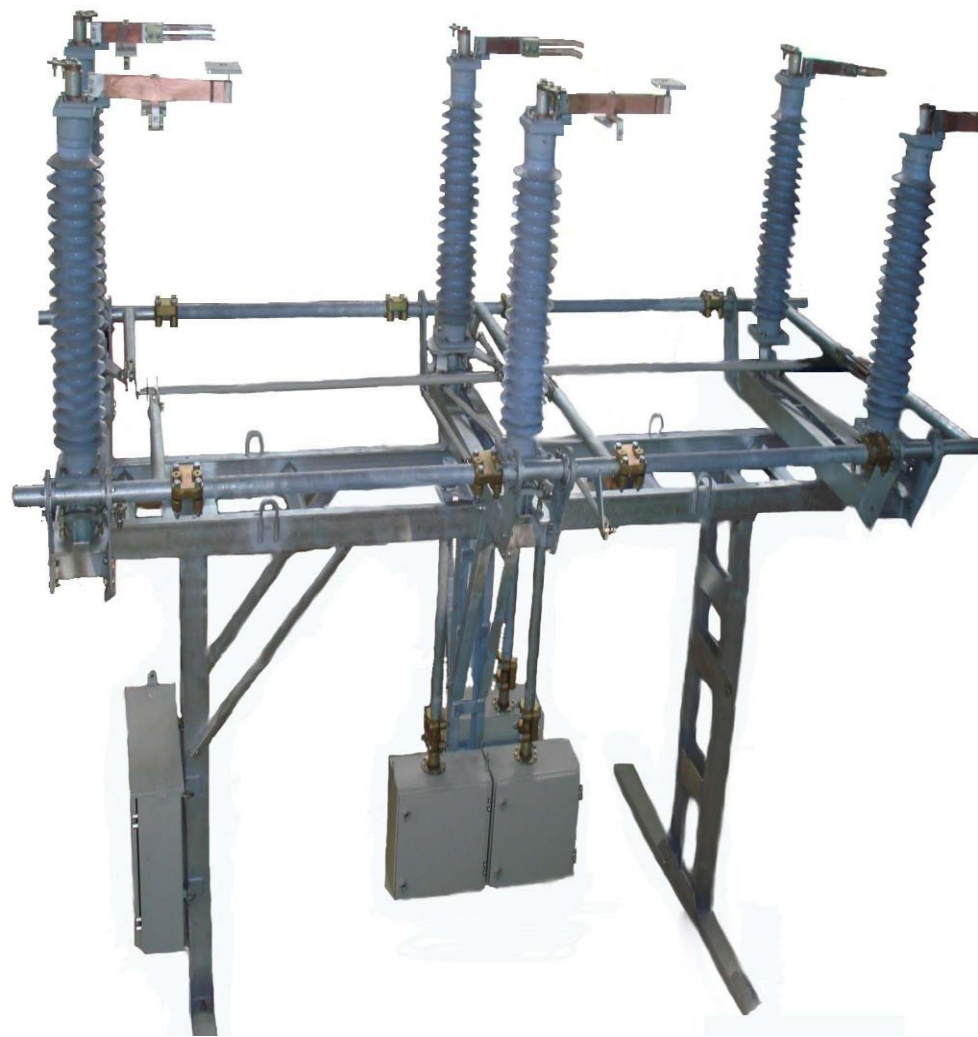
Коммутационные аппараты служат для различного рода коммутаций (включений, отключений). К коммутационным аппаратам относятся разъединители, рубильники, переключатели, силовые выключатели и т.д.

Основными электрическими коммутационными аппаратами являются:

- *Разъединитель*
- *Выключатель*
- *Выключатель нагрузки*
- *Отделитель*
- *Короткозамыкатель*
- *Автоматический выключатель*
- *Устройство защитного отключения*
- *Контактор*
- *Реле*
- *Рубильник*
- *Пакетный выключатель*
- *Предохранитель*

Коммутационные аппараты выше 1000В

Разъединитель — контактный коммутационный аппарат, предназначенный для коммутации электрической цепи без тока или с незначительным током, который для обеспечения безопасности имеет в отключенном положении изоляционный промежуток. **Разъединитель** состоит из подвижных и неподвижных контактов, укрепленных на изоляторах.



Разъединитель РГ-110

Коммутационные аппараты выше 1000В

Высоковольтные выключатели — коммутационный аппарат, предназначенный для оперативных включений и отключений отдельных цепей или электрооборудования в энергосистеме в нормальных или аварийных режимах при ручном, дистанционном или автоматическом управлении.

По способу гашения дуги высоковольтные выключатели подразделяются на:

1. **Масляные**
2. **Вакуумные**
3. **Электромагнитные**
4. **Автогазовые выключатели;**
5. **Элегазовые**



Коммутационные аппараты выше 1000В

Масляные выключатели

Масляный выключатель — коммутационный аппарат, предназначенный для оперативных включений и отключений отдельных цепей или электрооборудования в энергосистеме, в нормальных или аварийных режимах, при ручном или автоматическом управлении. Дугогашение в таком выключателе происходит в масле.

Масляные выключатели делятся на Баковые и Маломасляные

Баковые выключатели состоят из вводов, контактной и дугогасительной систем, которые помещены в бак, заполненный маслом. Для напряжений 3—20кВ бывают однобаковыми (три фазы в одном баке) с ручным или дистанционным управлением, а для напряжений 35кВ — трёхбаковыми (каждая фаза в отдельном баке) с дистанционным или автоматическим управлением, с автоматом повторного включения (АПВ). Масло изолирует фазы друг от друга (у однобаковых) и от заземленного бака, а также служит для гашения дуги и изоляции разрыва между контактами в отключенном состоянии.

В маломасляных выключателях в качестве изоляции токоведущих частей друг от друга и дугогасительных устройств от земли применяются различные твердые изоляционные материалы (керамика и т. п.). Масло служит только для выделения газа. Каждый разрыв цепи снабжается отдельной камерой с дугогасительным устройством, обычно выполненным с поперечным дутьем. В отключенном положении подвижный контакт находится выше уровня масла для повышения электрической прочности разрыва, так как малый объем масла из-за загрязненности продуктами

Коммутационные аппараты выше 1000В

- **Условные обозначения высоковольтных выключателей производства СССР и СНГ:**

Выключатели внутренней установки

В типе выключателя: В — выключатель, В (вторая) — воздушный или вакуумный, ОА — для ГАЭС, М — масляный или маломасляный, М (вторая) — маломасляный (ВММ), Г — генераторный или с горшковым исполнением полюсов (МГГ), П — подвесное исполнение полюсов, с пружинным приводом (ВПМП, ВМПП) или вариант исполнения (ВВТП), Э — электромагнитный или вариант исполнения (ВВТЭ), Э (второе) — с электромагнитным приводом, С — сейсмостойкий, К — колонковый (ВК, ВКЭ) или для КРУ, Т — трехполюсный (ВВТЭ, ВВТП); первое число — номинальное напряжение, кВ, второе и третье числа — соответственно номинальный ток, А, и номинальный ток отключения, кА (у воздушных выключателей — наоборот); буквы после этих чисел: У — для работы в районах с умеренным климатом, Т — с тропическим климатом, ХЛ — с холодным климатом; последняя цифра: 1 — для работы на открытом воздухе, 2 — для работы в помещениях со свободным доступом наружного воздуха, 3 — для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией.

- *Буквами ДПП обозначен двигательный пружинный привод.*

Выключатели наружной установки

В типе: В — выключатель, В (вторая или третья буква) — воздушный, Б — баковый, У — усиленный по скорости восстанавливающегося напряжения (ВВУ) или уральский (ВМУЭ, У, ВГУ), Н — наружной установки, М — малогабаритный (ВМУЭ), масляный (МКП), модернизированный (ВВДМ) или маломасляный (ВМКЭ, ВМТ), К — камерный (МКП), колонковый (ВМК) или с металлической гасительной камерой-баком (ВВБК), С — обозначение серии, П — подстанционный, Т — трехполюсный, Д — дистанционный (ВТД) или с повышенным давлением (ВВД). Первое число — номинальное напряжение, кВ; буквы А или Б после этого числа — категория изоляции, Э — с электромагнитным приводом, В — с пневматическим приводом; второе и третье числа — соответственно номинальный ток, А, и номинальный ток отключения, кА (у некоторых выключателей —

Коммутационные аппараты выше 1000В

Выключатели серии ВМТ относятся к электрическим коммутационным аппаратам высокого напряжения, в которых гасящих средой является трансформаторное масло.

Структура условного обозначения выключателя:

ВМТ-ХБ-Х/Х-Х1:

В — выключатель;

М — маломасляный;

Т — конструктивное исполнение;

Х — номинальное напряжение, кВ (110 или 220)

Б — категория по длине пути утечки внешней изоляции по ГОСТ 9920-75 (на 110 кВ — не менее 280 см, на 220 кВ — 570 см)

Х — номинальный ток отключения, кА;

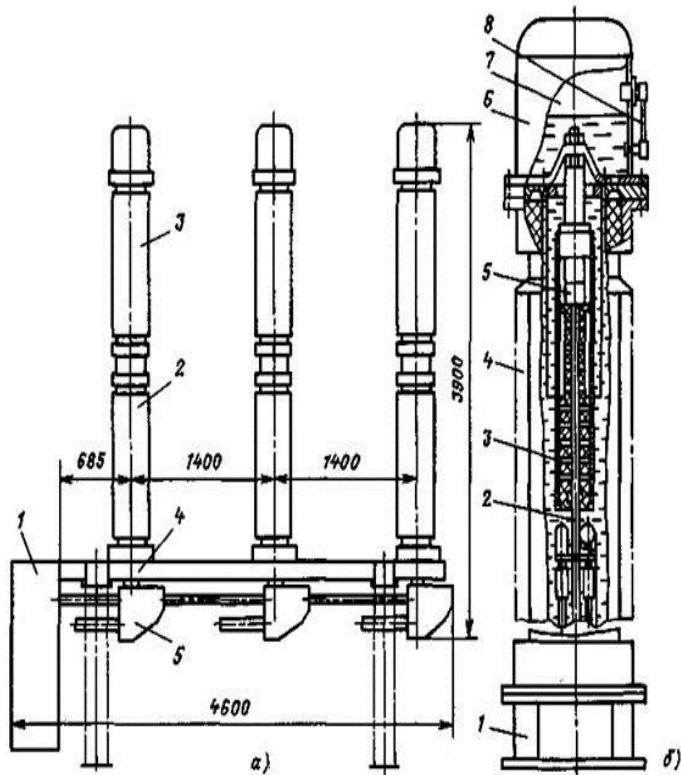
Х — номинальный ток, А;

Х1 — климатическое исполнение и категория размещения.



Выключатель маломасляный трехполюсный ВМТ-110

Коммутационные аппараты выше 1000В



Выключатели серии ВМТ применяются на напряжение 110 и 220кВ. Три полюса выключателя ВМТ-110 установлены на общем сварном основании 4 и управляются пружинным приводом 1. Полюс выключателя представляет собой маслонаполненную колонну, состоящую из опорного изолятора 2, дугогасительного устройства 3, механизма управления 5 и электроподогревательных устройств.

Дугогасительное устройство (модуль) состоит из токоотвода 1, связанного через токосъемные устройства с подвижным контактом 2, дугогасительной камеры 3 встречно-поперечного дутья, неподвижного контакта 5. Все эти элементы расположены в полем фарфоровом изоляторе 4, заполненном трансформаторным маслом и закрытом сверху колпаком 6. Колпак снабжен манометром для контроля избыточного давления в дугогасительном устройстве, устройством для заполнения сжатым газом, выпускным автоматическим клапаном, указателем уровня масла 8. В процессе гашения дуги уровень масла поднимается, занимая частично объем 7.

Внутри опорного изолятора 2 размещены изоляционные тяги, связывающие подвижный контакт с механизмом управления.

Маслонаполненные колонны герметизированы и находятся под избыточным давлением газа (азота или воздуха). Избыточное давление поддерживает высокую электрическую прочность межконтактного промежутка, повышает износостойкость контактов, обеспечивает надежное отключение как токов короткого замыкания, так и емкостных токов ненагруженных линий электропередачи. Избыточное давление создается сжатым газом, который подается от баллонов или компрессора, перед вводом выключателя в эксплуатацию и сохраняется без пополнения до очередной ревизии.

Выключатель ВМТ-220 состоит из трех отдельных полюсов, установленных на отдельных рамах. Каждый полюс управляется пружинным приводом. Полюс выключателя имеет две маслонаполненные колонны, на которых установлены дугогасительные модули такой же конструкции, как и для выключателя ВМТ-110. Все детали ВМТ-220 максимально унифицированы с выключателем ВМТ-110, что

а – общий вид 1 – пружинный привод; 2 – опорный изолятор; 3–дугогасительное устройство; 4 – основание; 5 – механизм управления

б – дугогасительный модуль 1 – токоотвод; 2 – подвижный контакт; 3 – дугогасительная камера; 4 – фарфоровый изолятор; 5 – неподвижный контакт; 6 – колпак; 7 – «объем»; 8 –указатель уровня масла

Коммутационные аппараты выше 1000В

Масляные выключатели ВМГ-133 предназначены для коммутации под нагрузкой электрических цепей трехфазного тока с номинальным напряжением 10кВ и применяются для внутренней установки в отапливаемых и неотапливаемых помещениях. Эти выключатели относятся к типу малообъемных и выпускаются в следующих исполнениях: ВМГ-133-II на напряжение до 10кВ, 600А, 350МВА, ВМГ-133-Ш на напряжение 10кВ, 1000 А, 350МВА.

Технические характеристики ВМГ133

- Номинальное напряжение - 10кВ
- Наибольшее рабочее напряжение - 11,5кВ
- Номинальный ток выключателя ВМГ-133-II - 600А
- Номинальный ток выключателя ВМГ-133-III - 1000А
- Номинальный ток отключения при 6; 10кВ - 20кА
- Ток термической стойкости при t-1с. - 30кА
- Ток термической стойкости при t-5с. - 20кА
- Мощность отключения при напряжении 6кВ - 200МВА
- Мощность отключения при напряжении 10кВ - 350МВА
- Время включения выключателя с приводом ПЭ-11 - 0,3с
- Время отключения выключателя с приводом ПЭ-11 - 0,1с
- Масса выключателя ВМГ-133-II-630 - 190 кг
- Масса выключателя ВМГ-133-III-1000 - 200 кг
- Масса масла для выключателя - 10 кг



**Выключатель маломасляный горшковый
ВМГ133**

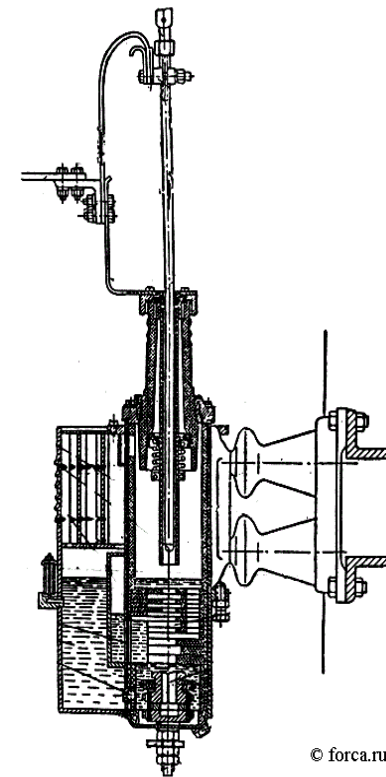
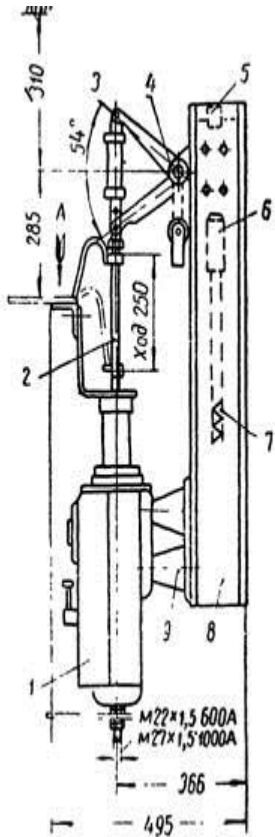
Коммутационные аппараты выше 1000В

Конструкция выключателя ВМГ-133

Конструкция и основные размеры выключателя ВМГ-133 указаны на рисунке. Каждый выключатель состоит из сварной рамы **8**, к нижней части которой болтами М12 прикреплены три сдвоенных опорных изолятора **9**. На изоляторы подвешены цилиндры **1**. В верхней части рамы расположен вал **10** с приваренными к нему тремя двуплечими рычагами **4**. Для установки рычага дистанционной передачи привода вал выведен консольно в обе стороны рамы. Выключатель включается поворотом вала на угол около 54° .

К коротким плечам крайних рычагов вала прикреплены две работающие на растяжение пружины **7**, которые служат для отключения выключателя и удержания его в отключенном положении.

В верхней части рамы установлен пружинный буфер **5**, предназначенный для смягчения ударов при включении выключателя для создания необходимой скорости отключения в момент размыкания контактов. Движение от рычагов вала к токоведущим стержням **2** передается фарфоровыми тягами **5**. Для крепления выключателя к стене или к поддерживающей конструкции в опорных угольниках рамы имеются четыре отверстия М16 под болты.



Выключатели ВМГ-133-20-630 и ВМГ-133-20-1000 возможно использовать с электромагнитным приводом ПЭ-11 и ручным автоматическим приводом ПРБА

Коммутационные аппараты выше 1000В

Вакуумный выключатель — высоковольтный выключатель, в котором вакуум служит средой для гашения электрической дуги. Вакуумный выключатель предназначен для коммутаций (операций включения-отключения) электрического тока — номинального и токов короткого замыкания (КЗ) в электроустановках.

Принцип гашения дуги:

Поскольку разрежённый газ ($10^{-6} \dots 10^{-8}$ Н/см²) обладает электрической прочностью, в десятки раз превышающей прочность газа при атмосферном давлении, то это свойство широко используется в высоковольтных выключателях: в них при размыкании контактов в вакууме сразу же после первого прохождения тока в дуге через ноль изоляция восстанавливается, и дуга вновь не загорается. В момент размыкания контактов в вакуумном промежутке коммутируемый ток инициирует возникновение электрического разряда — вакуумной дуги, существование которой поддерживается за счет металла, испаряющегося с поверхности контактов в вакуумный промежуток. Плазма, образованная ионизированными парами металла, проводит электрический ток, поэтому ток протекает между контактами до момента его перехода через ноль. В момент перехода тока через ноль дуга гаснет, а оставшиеся пары металла мгновенно (за 7—10 микросекунд) конденсируются на поверхности контактов и на других деталях дугогасящей камеры, восстанавливая электрическую прочность вакуумного промежутка. В то же время на разведенных контактах восстанавливается приложенное к ним напряжение.



Коммутационные аппараты выше 1000В

Достоинства вакуумных выключателей:

- простота конструкции;
- простота ремонта — при выходе из строя камеры она заменяется как единый блок;
- возможность работы выключателя в любом положении в пространстве;
- надежность;
- высокая коммутационная износостойкость;
- малые размеры;
- пожаро- и взрывобезопасность;
- отсутствие шума при операциях;
- отсутствие загрязнения окружающей среды;
- удобство эксплуатации;
- малые эксплуатационные расходы.

Недостатки вакуумных выключателей:

- сравнительно небольшие номинальные токи и токи отключения;
- возможность коммутационных перенапряжений, обусловленных срезом тока, при отключении малых индуктивных токов — современная разработка вакуумного выключателя с возможностью синхронной коммутации решает эту проблему;
- небольшой ресурс дугогасительного устройства по отключению токов короткого замыкания;
- относительная высокая стоимость в виду сложности технологии изготовления.



Коммутационные аппараты выше 1000В

Вакуумные выключатели ВБЧ-С – это выключатели со встроенным электромагнитным приводом предназначены для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах в сетях трехфазного переменного тока с изолированной или заземленной через дугогасительный реактор нейтралью частоты 50 и 60Гц с номинальным напряжением до 10кВ

Структура условного обозначения типоразмера выключателя:

ВБЧ-СЭ-10-20/УХЛЗ

В – выключатель

Б – вакуумный

Ч – для частных коммутаций

С – специального исполнения

Э – Условное обозначение конструктивного исполнения буква Э или П высота выключателя Э – 1160мм, П – 960мм

10 – номинальное напряжение в киловольтах

УХЛЗ – климатическое исполнение



Коммутационные аппараты выше 1000В

Принцип работы выключателя основан на гашении электрической дуги, возникающей между контактами, в вакууме. Ввиду высокой электрической прочности вакуумного промежутка и отсутствия среды, поддерживающей горение дуги, время горения дуги минимальное.

Устройство выключателя

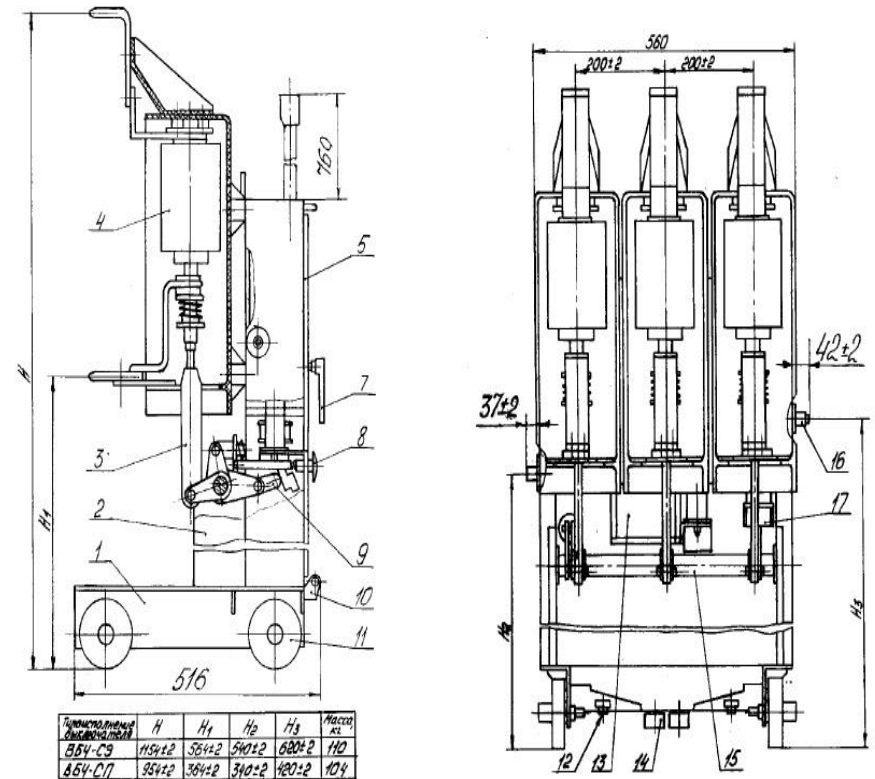
Общий вид выключателя показан на рис. Выключатель состоит из следующих основных частей: основания **1**, которое снабжено катками **11** и служит тележкой выключателя;

на нем с помощью болтового соединения установлена рама **2**. На раме выключателя устанавливаются вал выключателя **15** с механизмом свободного расцепления **9**, механическая блокировка от выкатывания **16**, пневматический буфер **17**, встроенный электромагнитный привод **13**, три полюса **4**, лицевая крышка **5**, тяги изоляционные **3**, блок сигнализации (рис. 6), ручка управления механической блокировкой **7**, кнопка ручного аварийного отключения **8**, механизм доводки выключателя в шкаф КРУ **10**.

Управление выключателем осуществляется встроенным электромагнитным приводом **13** зависимого (прямого) действия.

Операция включения выключателя осуществляется за счет тягового усилия электромагнита включения.

Отключается выключатель за счет энергии, предварительно запасенной отключающей пружиной при включении.



Коммутационные аппараты выше 1000В

Вакуумные выключатели ВВ/TEL предназначены для работы в комплектных распределительных устройствах (КРУ) и камер стационарного одностороннего обслуживания (КСО) внутренней и наружной установки класса напряжения до 20 кВ трехфазного переменного тока 50 Гц для систем с изолированной и заземленной нейтралью.

В В / Т Е L - X - X / X - X X - X

Выключатель вакуумный

Наименование серии

Номинальное напряжение, кВ

Номинальный ток отключения, кА

Номинальный ток, А

Климатическое исполнение и категория размещения

Конструктивное исполнение по каталогу



Коммутационные аппараты выше 1000В

Выключатель вакуумный серии ВВ/TEL состоит из трех полюсов, установленных на общем основании. Все три полюса имеют одинаковую конструкцию, изображенную на рис.

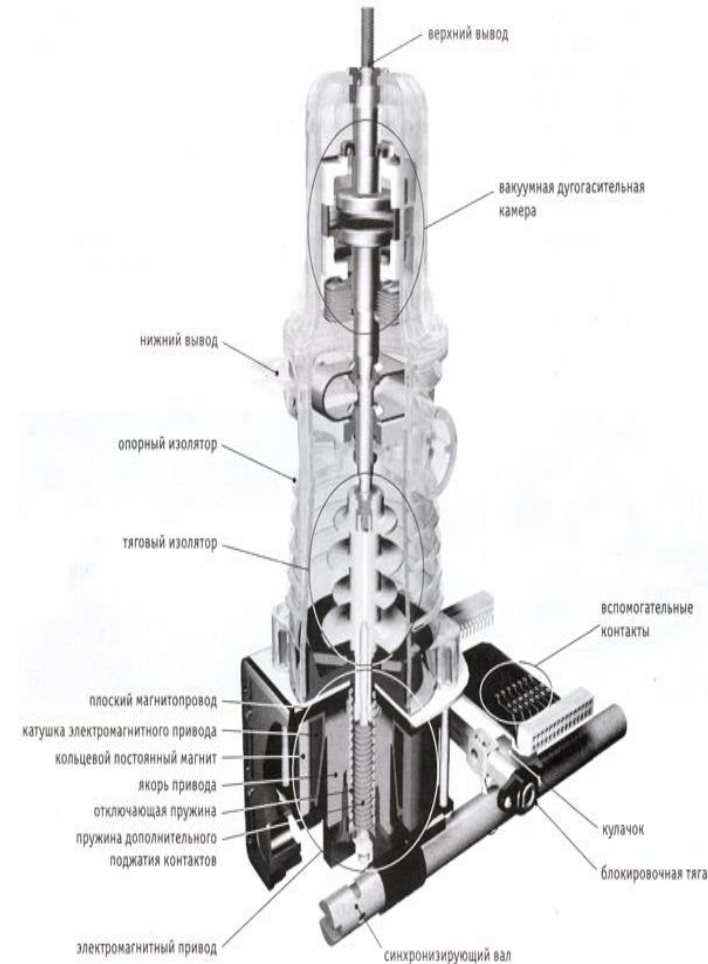
Привод вакуумного выключателя серии ВВ/TEL состоит из электромагнитов (по одному на каждую фазу), электрически соединенных между собой параллельно, и блока управления БУ. Механически якоря приводных выключателей соединены между собой общим валом, который в процессе включения и отключения поворачивается вокруг своей продольной оси, и обеспечивает выполнение следующих функций:

- управление указателем положения выключателя "ВКЛ — ОТКЛ";
- ручное отключение выключателя при аварийных ситуациях;
- управление контактами для внешних вспомогательных цепей с помощью постоянного магнита;
- предотвращение срабатывания выключателя в неполно-фазном режиме.

Электромагнитный привод может находиться в двух устойчивых положениях – ОТКЛЮЧЕНО и ВКЛЮЧЕНО. Фиксация якоря в этих положениях производится без применения механических защелок, и обеспечивается:

- силой упругости отключающей пружины в положении ОТКЛЮЧЕНО;
- силой, создаваемой остаточным магнитным потоком кольцевого постоянного магнита, в положении ВКЛЮЧЕНО.

Операция включения и отключения производится путём подачи управляющих импульсов напряжения разной полярности на однообмоточную катушку электромагнитного привода.



Коммутационные аппараты выше 1000В

Выключатель электромагнитный ВЭМ-10Э Выключатели электромагнитные **ВЭМ-10Э** со встроенным электромагнитным приводом, служат для коммутации электрических цепей, под нагрузкой трехфазного переменного тока.

Выключатель предназначен для комплектации устройств типа КРУ и является выкатной частью их ячеек.

Электромагнитные выключатели нашли широкое применение в электроустановках с частыми коммутационными операциями. Гашение дуги в электромагнитном выключателе происходит за счет увеличения сопротивления ее вследствие интенсивного удлинения под действием магнитного поля и охлаждения.

Основные технические характеристики выключателя ВЭМ-10Э-1000/20, ВЭМ-10Э-1250/20:

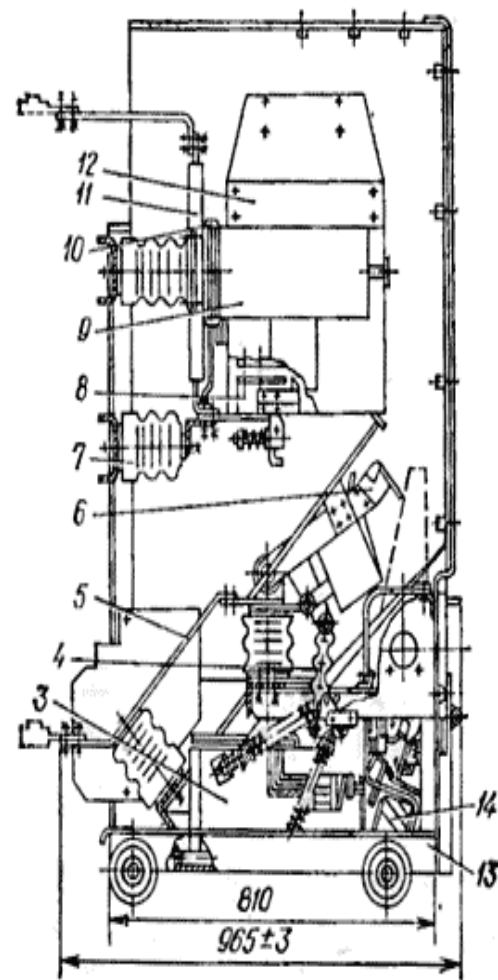
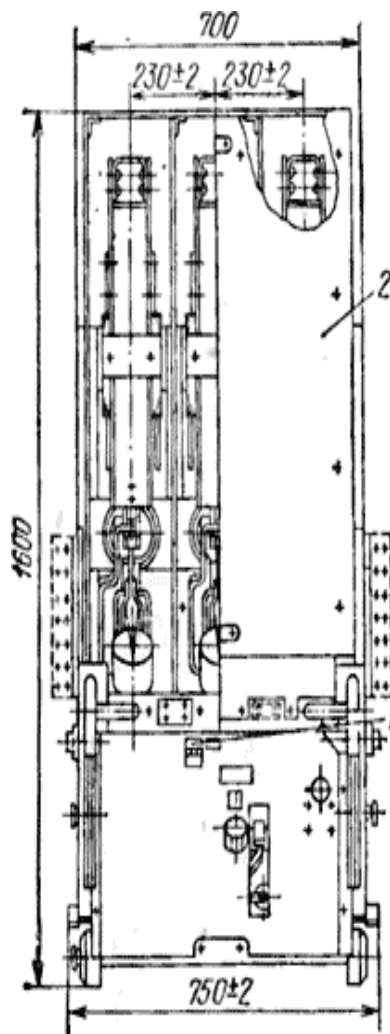
- Номинальное напряжение, кВ..... 10
- Номинальный ток, А..... 1000, 1250
- Значение предельного сквозного тока, А:
- действующее..... 20
- амплитудное..... 52
- Ток термической стойкости для промежутка времени 5 с, кА 20
- Ток отключения, кА..... 20,
- Значение тока включения, кА:
- действующее..... 20
- амплитудное..... 52
- Собственное время отключения, с . . . 0,05
- Время включения с приводом, с . . . , 0,25
- Ресурс электромеханической стойкости -125 тыс. циклов.
- Масса с приводом, кг..... 610
- Масса привода, кг..... 110
- Габариты 967X758X1600



Коммутационные аппараты выше 1000В

Выключатель типа ВЭМ-10Э-1000/12.5-УЗ:

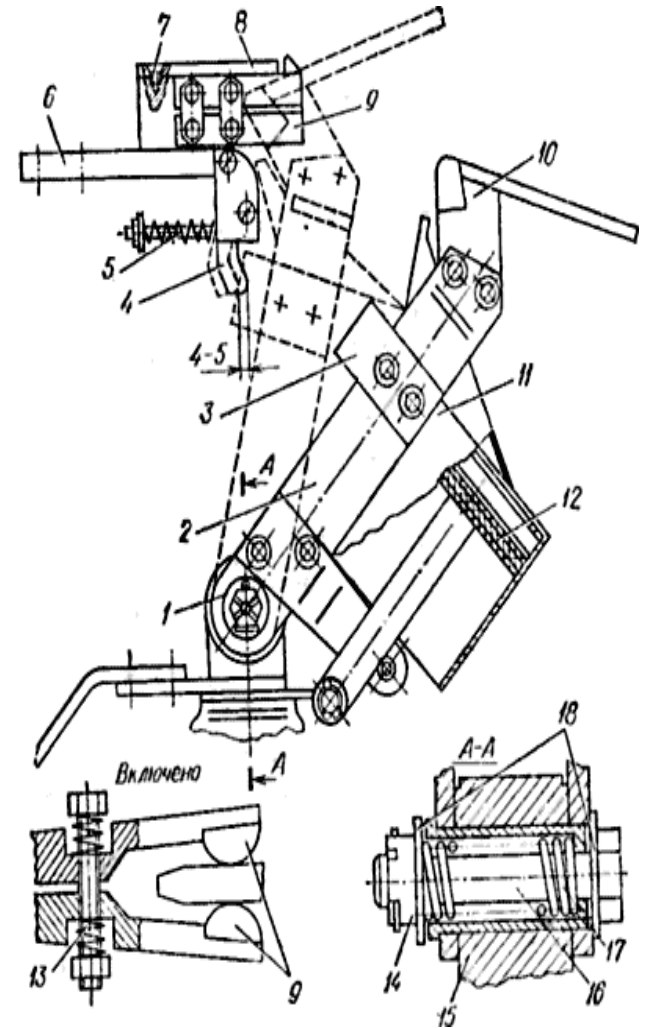
- 1 — счетчик единиц;
- 2 — изоляционный кожух;
- 3 — электромагнитный привод ПЭГ-7;
- 4 — изоляционная тяга;
- 5 и 11 — выводы;
- 6 — подвижный контакт;
- 7 — изолятор;
- 8 — неподвижный контакт;
- 9 — магнитопровод;
- 10 — катушка магнитного дутья;
- 12 — дугогасительная камера;
- 13 — рама (тележка);
- 14 — контактор КМВ-621



Коммутационные аппараты выше 1000В

Контактная система электромагнитного выключателя ВЭМ-10Э :

- 1 — шарнирный контакт;
- 2 — шина;
- 3 — главный подвижный контакт;
- 4 — главный неподвижный контакт;
- 5, 13, 17 — пружина;
- 6 — корпус контакта;
- 7 — винт;
- 8 — пластина;
- 9 — дугогасительный неподвижный контакт;
- 10 — дугогасительный подвижный контакт;
- 11 — цилиндр воздушного дутья;
- 12 — прокладка (поршень);
- 14 — гайка;
- 15 — стойка шарнирного контакта;
- 16 — стакан;
- 18 — шайба



Коммутационные аппараты выше 1000В

Автогазовый выключатель — высоковольтный коммутационный электротехнический аппарат, предназначенный для оперативного включения и выключения (коммутации) силового электрооборудования. В отличие от других типов выключателей гашение электрической дуги осуществляется газами, генерируемыми деталями самого выключателя

Пример автогазового выключателя - **Выключатель нагрузки ВН-10** — высоковольтный коммутационный аппарат, занимающий по уровню допускаемых коммутационных токов промежуточное положение между разъединителем (коммутации под нагрузкой запрещены) и выключателем который способен отключать без повреждения как номинальные нагрузочные токи так и сверхтоки при аварийных режимах.

Выключатель нагрузки допускает коммутацию номинального тока, но не рассчитан на разрыв токов при к.з. Отключение сверхтоков в таких выключателях осуществляется специальными предохранителями.

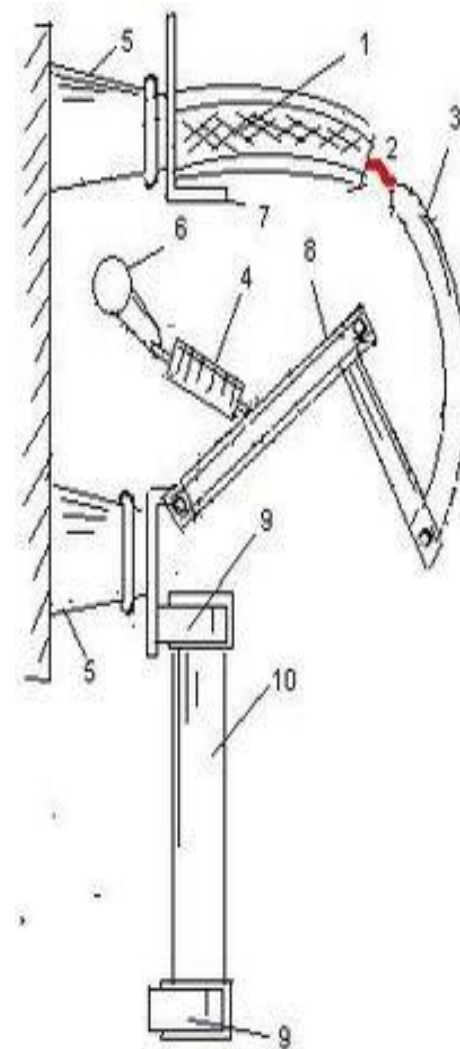


Выключатель нагрузки ВН-10

Коммутационные аппараты выше 1000В

Автогазовый выключатель (или газогенерирующий) — выключатель, гашение дуги в котором осуществляется с помощью газов, образующихся при отключении. Каждая коммутационная пара контактов выключателя имеет пластмассовую камеру, внутри полости которой расположен неподвижный дугогасительный контакт. В камеру входит подвижный дугогасительный серповидный контакт. При размыкании дугогасительного контакта и зажигании в камере дуги, расположенный внутри камеры вкладыш (из полиметилметакрилата, вулканизированной фибры или мочевиноформальдегидной смолы) под тепловым действием дуги химически разлагается и выделяет поток газов, интенсивно гасящий дугу. Образующийся поток газов, выходящий из камеры является продольным к оси дуги (так называемое «продольное дутьё»). Совместно с дугогасительной парой контактов каждый полюс снабжён парой главных контактов и, во включённом положении, ток в основном проходит по главным контактам (которые рассчитаны на прохождение номинального тока в долговременном режиме), шунтируя дугогасительные контакты.

1 – дугогасительная камера с газогенераторным вкладышем; 2- электрическая дуга; 3 – дугогасительный подвижный контакт; 4-тяговый изолятор; 5-опорный изолятор; 6-вал; 7-неподвижный основной контакт; 8-подвижный основной контакт; 9 – держатель предохранителя; 10-предохранитель

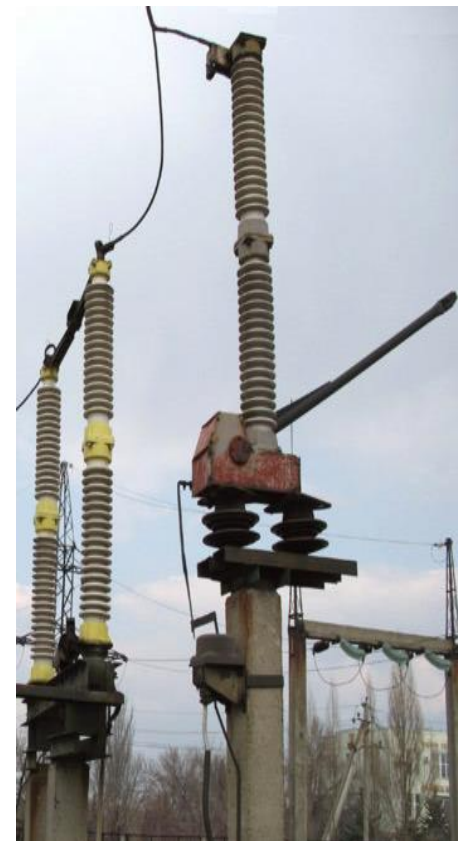


Коммутационные аппараты выше 1000В

Короткозамыкатель — электрический аппарат, предназначенный для создания искусственного короткого замыкания на землю в сетях электроснабжения.

Отделитель — высоковольтный аппарат, предназначенный для быстрого автоматического отключения повреждённых участков цепи в бестоковую паузу АПВ, поскольку его конструкция не рассчитана на гашение электрической дуги. Устройство отделителя такое же как и разъединителя. Отличие от последнего в том, что отделитель в комбинации с короткозамыкателем создаёт систему отделитель — короткозамыкатель которая представляет альтернативу высоковольтному выключателю.

Короткозамыкатель КЗ-35



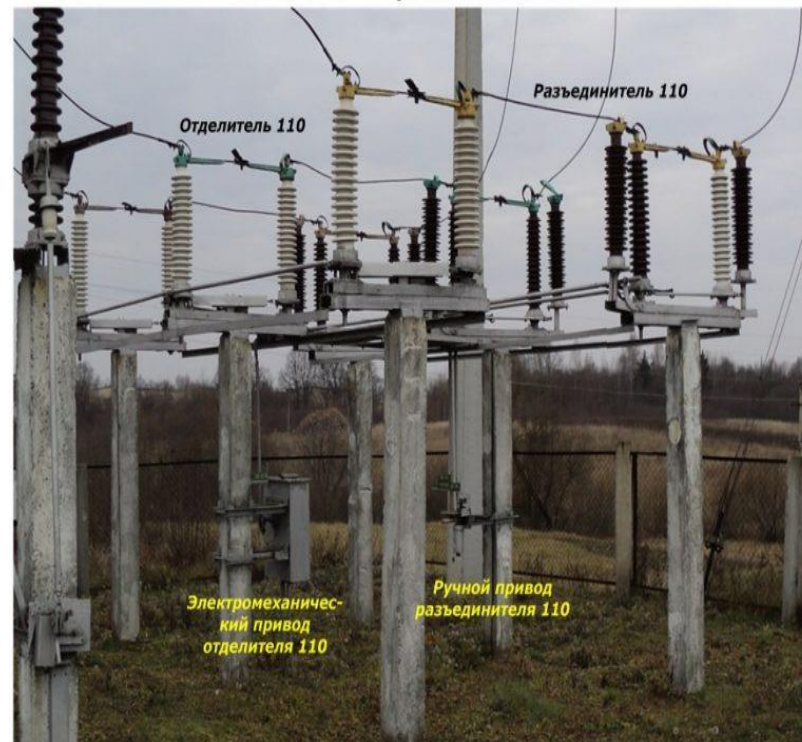
Коммутационные аппараты выше 1000В

Короткозамыкатели совместно с отделителями применяются в упрощённых схемах подстанций вместо более дорогих силовых выключателей. Подобная замена позволяет экономить значительные денежные средства, так как стоимость силовых выключателей довольно высока. В основном упрощённые схемы получили распространение на напряжениях 35, 110кВ

Включение короткозамыкателя происходит автоматически, отключение производят вручную.

В настоящее время применение короткозамыкателей ограничено теми подстанциями, где они установлены, короткозамыкатели больше не производятся, так как схемы ПС, где они применяются, имеют меньшую надёжность и большую вероятность повреждения дорогостоящего оборудования подстанции (силового трансформатора), чем схемы с применением выключателей.

Отделитель и разъединитель 110



Коммутационные аппараты ниже 1000В

Автоматический выключатель — контактный коммутационный аппарат (механический или электронный), способный включать токи, проводить их и отключать при нормальных условиях в цепи, а также включать, проводить в течение заданного времени и автоматически отключать токи при нормированных ненормальных условиях в цепи, таких как токи короткого замыкания



Коммутационные аппараты ниже 1000В

Автоматические выключатели классифицируются:

- 1. По роду тока главной цепи:** постоянного тока; переменного тока; постоянного и переменного тока.
- 2. Номинальные токи главных цепей выключателей.** Номинальные токи для главных цепей выключателя выбирают из ряда: 6,3; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1 000; 1 600; 2 500; 2000; 4 000; 6 300 А. Дополнительно могут выпускаться выключатели на номинальные токи главных цепей выключателей: 1 500; 3 000; 3 200 А.
- 3. Номинальные токи максимальных расцепителей тока выключателей.** Допускаются номинальные токи максимальных расцепителей тока: 15; 45; 120; 150; 300; 320; 600; 1 200; 1 500; 2000; 3 000; 3 200 А
- 4. По конструкции:** воздушный автоматический выключатель от 800 А до 6 300 А, выключатель в литом корпусе от 10 А до 2500 А, модульные автоматические выключатели от 0,5 А до 125 А.
- 5. По числу полюсов главной цепи:** однополюсные; двухполюсные; трёхполюсные; четырёхполюсные.
- 6. По наличию токоограничения:** токоограничивающие; нетокоограничивающие.
- 7. По видам расцепителей:** с максимальным расцепителем тока; с независимым расцепителем; с минимальным или нулевым расцепителем напряжения.
- 8. По характеристике выдержки времени максимальных расцепителей тока:** без выдержки времени; с выдержкой времени, независимой от тока; с выдержкой времени, обратно зависимой от тока; с сочетанием указанных характеристик.
- 9. По наличию свободных контактов («блок-контактов») для вторичных цепей:** с контактами; без контактов.
- 10. По способу присоединения внешних проводников:** с задним присоединением; с передним присоединением; с комбинированным присоединением (верхние зажимы с задним присоединением, а нижние — с передним присоединением или наоборот); с универсальным присоединением (передним и задним).
- 11. По виду установки:** выкатные с втычными контактами; стационарные.
- 12. По виду исполнения отсечки:** селективные, неселективные.
- 13. По виду привода:** с ручным; с двигательным; с пружинным.
- 14. По наличию и степени защиты выключателя от воздействия окружающей среды и от соприкосновения с находящимися под напряжением частями выключателя и его движущимися частями, расположенными внутри оболочки**

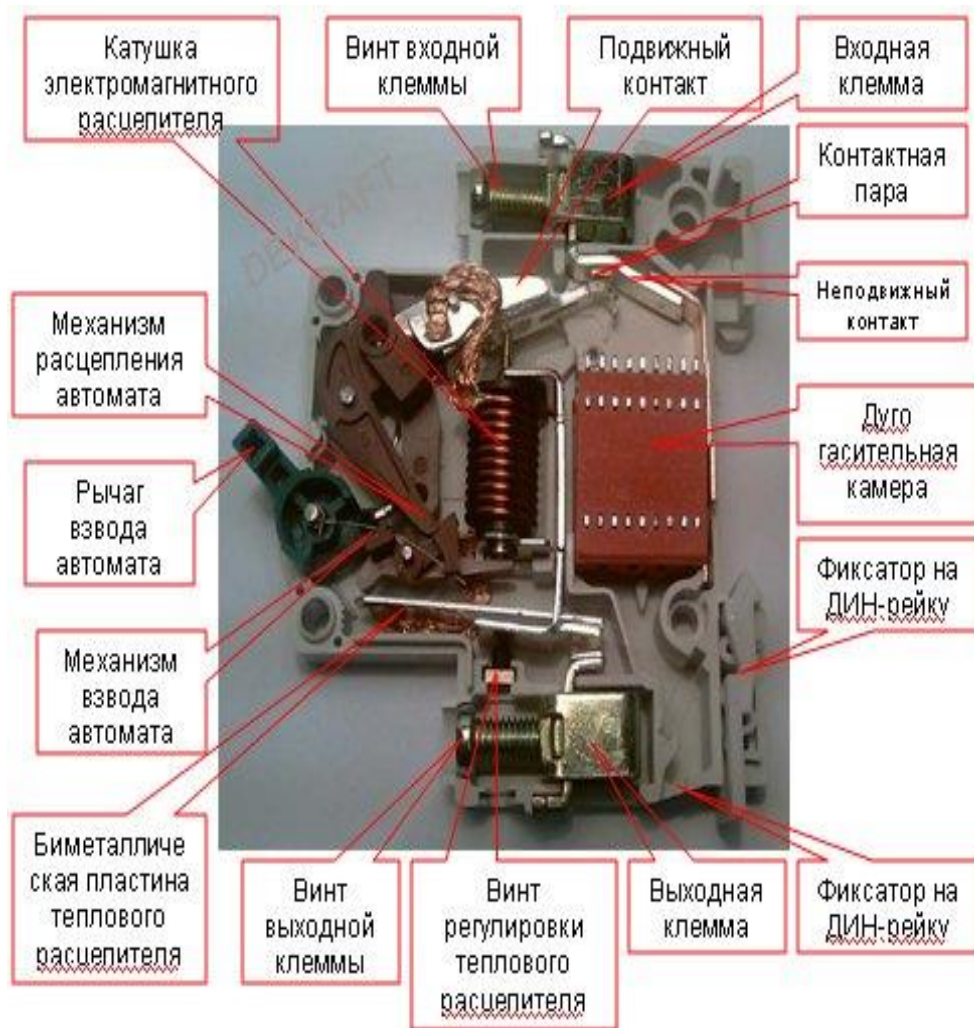
Коммутационные аппараты ниже 1000В

Устройство однополюсного автоматического выключателя:

На фотографии изображен однополюсный автомат со снятой половиной корпуса, что позволяет рассмотреть и в деталях и описать составляющие его компоненты.

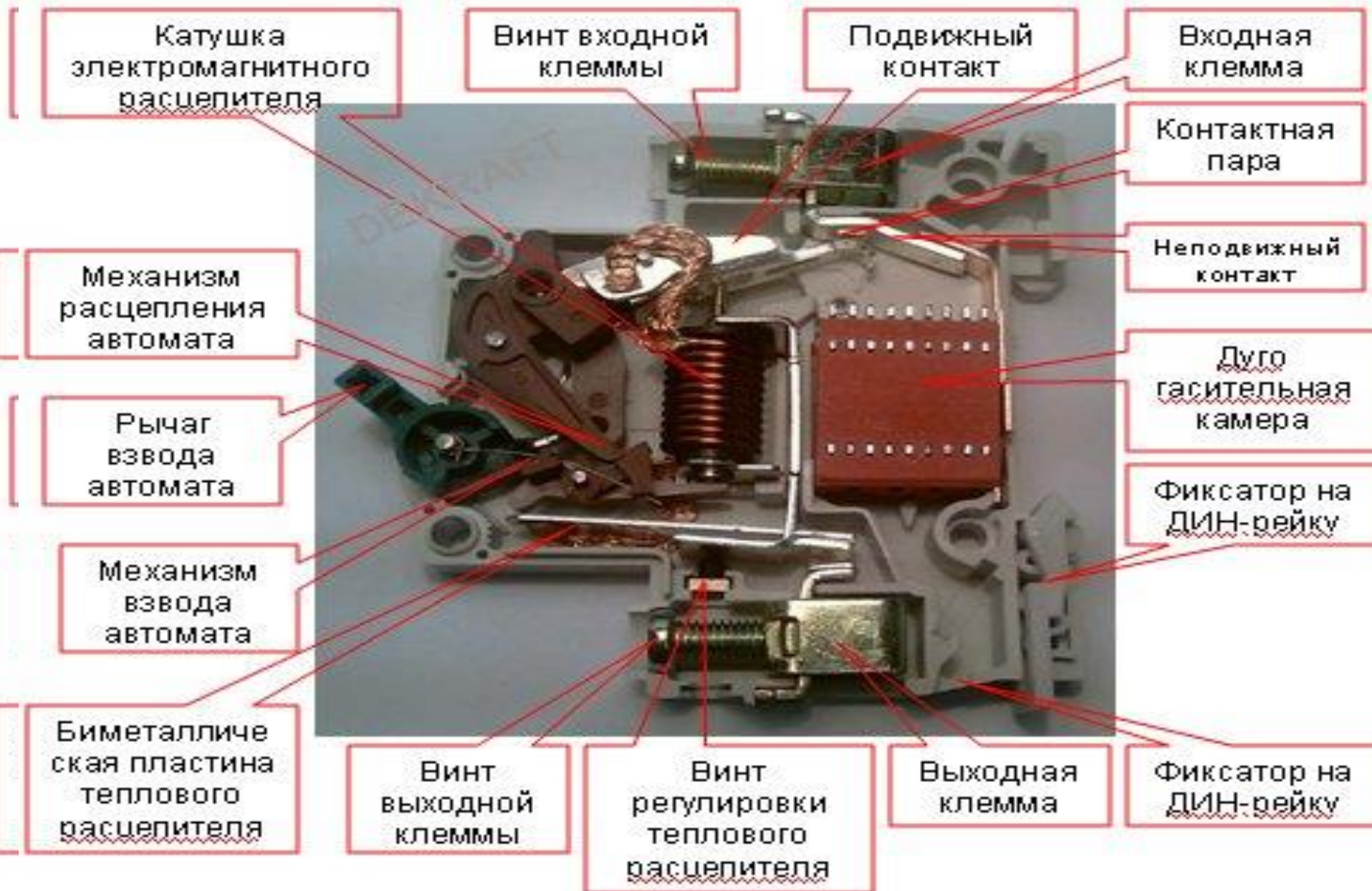
Наиболее важными компонентами автомата являются:

- **электромагнитный расцепитель**, отвечающий за быстрое отключение автомата в случае короткого замыкания;
- **тепловой расцепитель**, отключающий автомат в случае превышения тока над номиналом автомата;
- силовые контакты и дугогасительная камера, размыкающие цепь и гасящая дугу, появляющейся при отключении автомата под нагрузкой.



Коммутационные аппараты ниже 1000В

Устройство однополюсного автоматического выключателя:



Коммутационные аппараты ниже 1000В

Электромагнитный расцепитель:

Электромагнитный расцепитель автоматического выключателя обеспечивает очень быстрое срабатывание автомата в случае возникновения сверхтока короткого замыкания, достигающим тысяч ампер, и токи во много раз превосходят номинальный ток автомата. Можно сказать, что **характеристика расцепителя электромагнитного** определяет мгновенное срабатывание автомата, при многократном превышении номинала автомата протекающим по цепи тока. Характеристика расцепителя электромагнитного соответствует нижней части характеристической кривой автоматического выключателя. В соответствии со схемой автомата, электромагнитный расцепитель, который является просто соленоидом, подключен последовательно с силовыми контактами и тепловым расцепителем, что обеспечивает протекание тока через механизм электромагнитного расцепителя при включенном состоянии автомата. При появлении протекающего по автомату сверхтока короткого замыкания, ток, поступая на катушку соленоида электромагнитного расцепителя по гибкому проводнику от подвижного контакта, создает сильное магнитное поле, которое втягивает сердечник соленоида, который нижней своей частью толкает спусковую планку механизма расцепления автомата. Касание планки спускового механизма приводит к освобождению механической энергии, запасенной в спусковом механизме при взводе автомата. Усилие спускового механизма расцепляет силовую контактную пару и разрывает цепь,



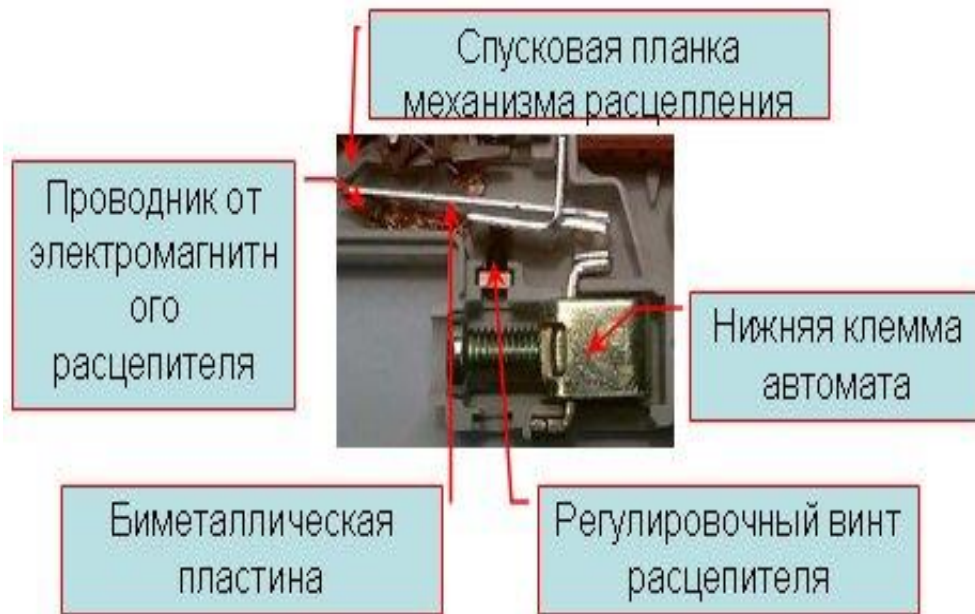
Коммутационные аппараты ниже 1000В

Тепловой расцепитель:

Тепловой расцепитель автомата обеспечивает обесточивание защищаемой цепи в случае относительно небольших превышений тока над номиналом рабочего тока автомата, что находит свое отражение в верхней части графика время-токовых характеристик автомата, где токи превосходят номинал автомата в разы и менее и где время срабатывания автомата составляет секунды и более.

Характеристика расцепителя теплового определяет время срабатывания автомата в зависимости от соотношения номинала автомата и протекающего по цепи с автоматом тока. В отличие от мгновенного срабатывания электромагнитного расцепителя, тепловой расцепитель отключит автомат не сразу, при превышении тока, а только через некоторое время, которое может достигать нескольких десятков минут, что предотвращает излишние отключения электропитания при кратковременных превышениях тока. Характеристика расцепителя электромагнитного соответствует средней и верхней части кривой срабатывания автоматического выключателя.

Тепловой расцепитель подключенный последовательно с электромагнитным расцепителем внутри автомата представляет из себя биметаллическую пластину, один из концов которой находится в непосредственной близости от спусковой планки механизма расцепления. Протекающий по пластине, от электромагнитного расцепителя к выходной клемме автомата, ток нагревает ее пропорционально силе тока. При нагреве биметаллическая пластина изгибается и приближается к спусковой планке. В случае превышения определенной силы тока и соответствующего нагрева и изгиба пластины, что настраивается специальным винтом, расположенным под пластиной и позволяющий изменять расстояние от конца биметаллической пластины до планки спускового механизма, пластина касается планки спускового механизма и приводит его в действие, размыкая силовые контакты автомата и обесточивая сеть.



Коммутационные аппараты ниже 1000В

Автоматы серии АЕ



Маркировка автоматических выключателей серии АЕ: АЕЦЦХХ(М)-УУУ, где:

ЦЦ	две цифры обозначающие номер разработки, например 20
Х	цифра обозначающая максимальное значение номинального тока 2 - 16А 4 - 63А 5 - 100А 6 - 250А
Х	цифра обозначающая комбинацию числа полюсов с максимальными расцепителями тока 3 - трехполюсные с электромагнитными максимальными расцепителями тока 4 - однополюсные с электромагнитными и тепловыми максимальными расцепителями тока 6 - трехполюсные с электромагнитными и тепловыми максимальными расцепителями тока
(М)	наличие буквы М - для выключателей модернизированных на номинальный ток 63 и 100А
У	цифра обозначающая наличие свободных контактов 1 - без свободных контактов 2 - один замыкающий свободный контакт 3 - один размыкающий свободный контакт 4 - один замыкающий и один размыкающий свободные контакты
У	цифра обозначающая дополнительные расцепители 0 - без дополнительных расцепителей 2 - с независимым расцепителем
У	буква обозначающая температурную компенсацию и регулировку номинального тока теплового расцепителя Р - регулировка номинального тока тепловых расцепителей и температурная компенсация Н - регулировка номинального тока тепловых расцепителей без температурной компенсация Б - без регулировки номинального тока тепловых расцепителей и температурной компенсации для пунктов распределительных (с уменьшенными габаритными размерами) О - без регулировки номинального тока тепловых расцепителей и температурной компенсации.

Автоматический выключатель — АЕ 2046М-100

Коммутационные аппараты ниже 1000В

Автоматы серии АП-50



Структура условного обозначения АП50 - 3МТXXXX:

АП50 - серия выключателя; 3 - количество максимальных расцепителей тока: 3;

МТ - максимальные расцепители тока: МТ - электромагнитные и тепловые; Х - дополнительные расцепители: Н - минимальный расцепитель напряжения; Д - независимый расцепитель напряжения; О - максимальный расцепитель тока в нулевом проводе;

ХХ - климатическое исполнение и категория размещения: выключателей в пластмассовой оболочке - У3, Т3, ХЛ5; выключателей в металлической оболочке со степенью защиты IP54 по ГОСТ-У2, Т2, ХЛ5;

Х - номинальный ток максимальных расцепителей тока: 1 - 1,6; 2,5; 4,0А; 2 - 6,3; 10,0; 16,0А; 3 - 25,0; 40,0; 50,0; 63,0А.

Автоматический выключатель — АЕ 2046М-100

Коммутационные аппараты ниже 1000В



BA 51 35 100A 340010 (Стандартное обозначение при заказе)
BA - Выключатель автоматический
57 - обозначение серии автоматических выключателей.
35 - 250A максимальный номинальный ток теплового расцепителя.
100A -Уставка теплового расцепителя по току перегрузки

3 – трехполюсный автомат с расцепителями на каждом полюсе.

8* – трехполюсный автомат с расцепителями на двух полюсах.

3 – автомат только с электромагнитными расцепителями

4 – выключатель с тепловыми и электромагнитными расцепителями.

Обозначение автомата по дополнительным сборочным устройствам.

00 – без дополнительных сборочных устройств

11 – выключатель со свободными дополнительными контактами 2 но +2нз

(при наличии электромагнитного привода и независимого расцепителя 1 но + 2нз)

12 – независимый расцепитель для дистанционного отключения автомата BA 57-35

18 – в конструкцию выключателя входят и свободные контакты и независимый расцепитель

Условное обозначение типа привода и способа монтажа.

1 – стационарное исполнение, управление только вручную с помощью рукоятки на корпусе.

3 – стационарное исполнение с электромагнитным приводом для дистанционного включения автомата.

5 – выдвижное исполнение, включение автомата производится вручную с помощью рукоятки.

7 –выдвижное исполнение, включение автомат производится с помощью электромагнитного привода.

Обозначение дополнительных механизмов

0 – без дополнительных механизмов.

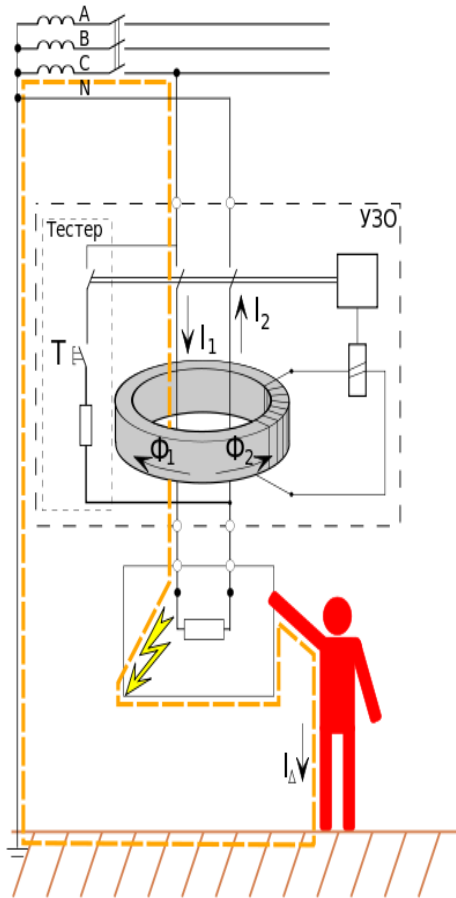
5 – штанга для ручного оперирования через дверь шкафа.

6 – устройство для блокировки положения «отключено». Только выключателей стационарного исполнения с ручным приводом

**Автоматический
выключатель — BA 51-35M1-
340010 УХЛЗ Кат. А**

Коммутационные аппараты ниже 1000В

Устройство защитного отключения



Принцип действия УЗО

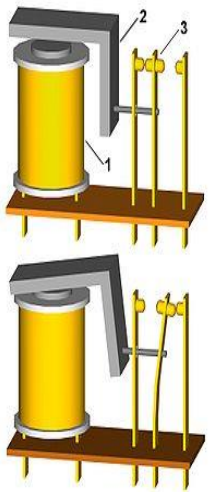
Устройства защитного отключения (УЗО) или, иначе, устройства дифференциальной защиты, предназначены для защиты людей от поражения электрическим током при неисправностях электрооборудования или при контакте с находящимися под напряжением частями электроустановки, а также для предотвращения возгораний и пожаров, вызванных токами утечки и замыкания на землю. Эти функции не свойственны обычным автоматическим выключателям, реагирующим лишь на перегрузку или короткое замыкание.

В нормальном режиме, токи I_1 и I_2 равны, тока в управляющей обмотке нет. В случае прикосновения человека к токоведущей части, часть тока начинает протекать через тело человека (обозначен желтой пунктирной линией), появляется разница между током I_1 и I_2 . В результате появляется ток в управляющей обмотке УЗО и оно отключается.

Коммутационные аппараты ниже 1000В

Электромагнитное реле

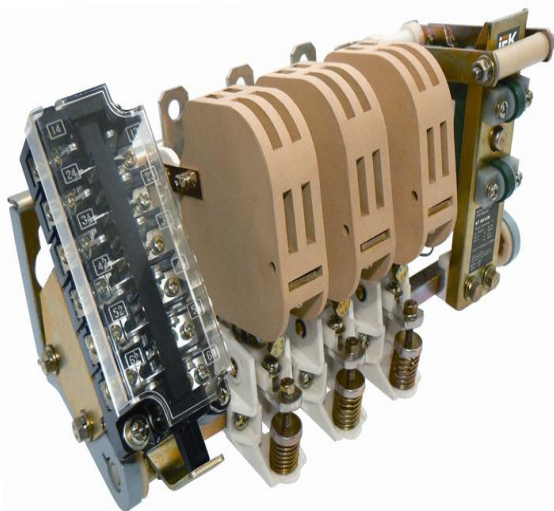
Электромагнитное реле – электромеханическое устройство, замыкающее и/или размыкающее механические электрические контакты при подаче в обмотку реле электрического тока, порождающего магнитное поле, которое вызывает перемещения ферромагнитного якоря реле, связанного механически с контактами, и последующее перемещение контактов коммутирует внешнюю электрическую цепь.



- По начальному состоянию контактов выделяются реле с:
 - Нормально замкнутыми контактами;
 - Нормально разомкнутыми контактами;
 - Переключающимися контактами.
- По типу управляющего сигнала выделяются реле:
 - Постоянного тока;
 - Нейтральные реле: полярность управляющего сигнала не имеет значения, регистрируется только факт его присутствия/отсутствия. Пример: реле типа НМШ;
 - Поляризованные реле: чувствительны к полярности управляющего сигнала, переключаются при её смене. Пример: реле типа КШ;
 - Комбинированные реле: реагируют как на наличие/отсутствие управляющего сигнала, так и на его полярность.
 - Переменного тока
- По допустимой нагрузке на контакты.
- По времени срабатывания.
- По типу исполнения
 - Электромеханические реле;
 - Электромагнитные реле
 - Герконовые реле;
 - Магнитоэлектрические реле
 - Термореле (биметаллическое);
 - Электродинамические реле
 - Ферродинамические реле
 - Индукционные реле
 - Статические реле
 - Ферромагнитные реле
 - Ионные реле
 - Полупроводниковые реле
- По контролируемой величине
 - Реле напряжения;
 - Реле тока;
 - Реле мощности;
 - Реле пневматического давления;
 - Реле контроля изоляции;

Коммутационные аппараты ниже 1000В

Контакты



Контактор (лат. *contāctor* «соприкасатель») — двухпозиционный электромагнитный аппарат, предназначенный для частых дистанционных включений и выключений силовых электрических цепей в нормальном режиме работы. Разновидность электромагнитного реле.

Наиболее широко применяются одно- и двухполюсные контакторы постоянного тока и трёхполюсные контакторы переменного тока. К контакторам из-за частых коммутаций (число циклов включения-выключения для контакторов разной категории изменяется от 30 до 3600 в час) предъявляются повышенные требования по механической и электрической износостойкости. Контакторы как постоянного, так и переменного тока содержат: электромагнитную систему, контактную систему, состоящую из подвижных и неподвижных контактов, дугогасящую систему, систему блок-контактов (вспомогательные контакты, переключающие цепи сигнализации и управления при работе контакторов). В отличие от автоматических выключателей контакторы могут коммутировать только номинальные токи, они не предназначены для отключения токов короткого замыкания.

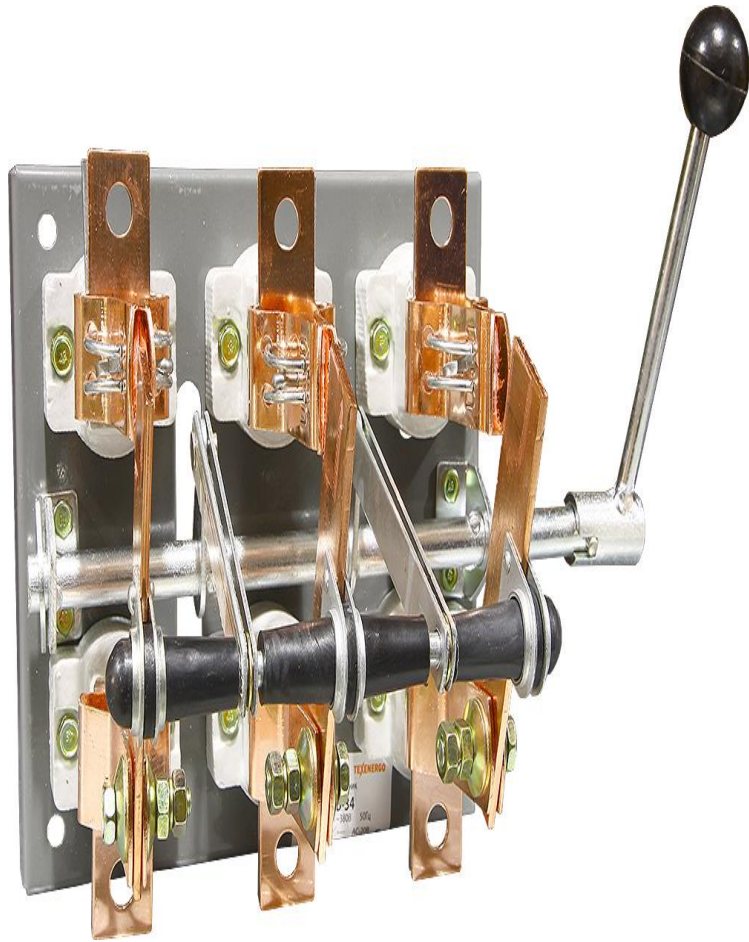
Как правило, контакторы применяются для коммутации электрических цепей промышленного тока при напряжении до 660 В и токах до 1 600 А. Для использования в качестве контактора могут применяться управляющие реле (англ. *control relay*), имеющие нормально открытые пары контактов.

Основные области применения контакторов: управление мощными электродвигателями (например, на тяговом подвижном составе

электровозах, тепловозах, электропоездах, трамвайных и троллейбусных вагонах, на лифтах), коммутация цепей компенсации реактивной мощности, коммутация больших постоянных токов.



Коммутационные аппараты ниже 1000В



Рубильник — простейший электрический коммутационный аппарат с ручным приводом и металлическими ножевыми контактами, входящими в неподвижные пружинящие контакты (гнезда), применяемый в электротехнических цепях для включения/отключения нагрузки с большой силой тока.

Рубильники применяются для включения узлов, находящихся под нагрузкой (с дугогасительной камерой), и систем подачи электроснабжения с большой силой тока (обычно от 20 Ампер). Рубильники без дугогасительной камеры предназначены для включения и отключения сети без нагрузки.

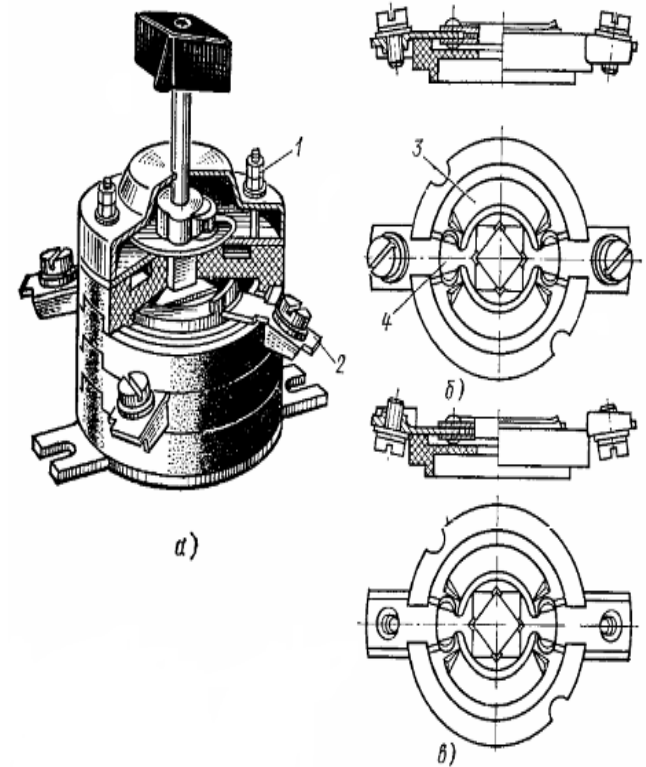
Коммутационные аппараты ниже 1000В



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

Устройство пакетных выключателей

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



Коммутационные аппараты

Предохранитель

Предохранитель — коммутационный электрический аппарат, предназначенный для отключения защищаемой цепи размыканием или разрушением специально предусмотренных для этого токоведущих частей под действием тока, превышающего определённое значение.

Предохранитель включается последовательно с потребителем электрического тока и разрывает цепь тока при превышении им номинального тока, — тока, на который рассчитан предохранитель.

По принципу действия при разрыве тока в защищаемой цепи предохранители разделяются на четыре класса — плавкие, электромеханические, электронные и использующие нелинейные **обратимые свойства** по изменению сопротивления после воздействия сверхтока у некоторых проводящих полупроводниковых материалов (самовосстанавливающиеся предохранители).

В плавких предохранителях при превышении тока свыше номинального происходит разрушение токоведущего элемента предохранителя (расплавление, испарение), традиционно этот процесс называют «перегоранием» или «сгоранием» предохранителя.

Предохранитель так же относится в Защитным электроаппаратам



Защитные электроаппараты

Защитные аппараты предназначены для защиты электрических цепей от ненормальных режимов работы, таких как, например, перегрузка или короткое замыкание, нарушение последовательности фаз, обрыв фазы.

Многие коммутационные электроаппараты имеют функции защитного аппарата: автоматические выключатели с тепловыми и магнитными расцепителями, предохранители.

Так же к защитным электроаппаратам относятся:

- Тепловые реле
- Токовые реле
- Реле напряжения
- Различные современные электронные и микропроцессорные блоки релейной защиты



Защитные электроаппараты

Тепловое реле

Тепловые реле - это электрические аппараты, предназначенные для защиты электродвигателей от токовой перегрузки. Наиболее распространенные типы тепловых реле - ТРП, ТРН, РТЛ и РТТ.



Для защиты от перегрузок, наиболее широкое распространение получили тепловые реле с биметаллической пластиной.

Биметаллическая пластина теплового реле состоит из двух пластин, одна из которых имеет больший температурный коэффициент расширения, другая — меньший. В месте прилегания друг к другу пластины жестко скреплены либо за счет проката в горячем состоянии, либо за счет сварки. Если закрепить неподвижно такую пластину и нагреть, то произойдет изгиб пластины в сторону материала с меньшим. Именно это явление используется в тепловых реле.

Широкое распространение в тепловых реле получили материалы инвар (малое значение α) и немагнитная или хромоникелевая сталь (большое значение α).

Нагрев биметаллического элемента теплового реле может производиться за счет тепла, выделяемого в пластине током нагрузки. Очень часто нагрев биметалла производится от специального нагревателя, по которому протекает ток нагрузки. Лучшие характеристики получаются при комбинированном нагреве, когда пластина нагревается и за счет тепла, выделяемого током, проходящим через биметалл, и за счет тепла, выделяемого специальным нагревателем, также обтекаемым током нагрузки.

Прогибаясь, биметаллическая пластина своим свободным концом воздействует на контактную систему теплового реле.

Защитные электроаппараты

Реле тока

Реле тока - Реле предназначены для отключения защищаемых цепей при превышении допустимой величины потребляемого тока. Возможно использование реле для защиты цепей и источников питания от перегрузки по току и короткого замыкания

Реле тока реагируют на величину тока и могут быть:

- первичные, встроенные в привод выключателя (РТМ);
- вторичные, включенные через трансформаторы тока:
 - электромагнитные — (РТ-40),
 - индукционные — (РТ-80), тепловые — (ТРА),
 - дифференциальные — (РНТ, ДЗТ),
 - на интегральных микросхемах — (РСТ),
 - фильтр — реле тока обратной последовательности — (РТФ).



Реле РТ-40

Защитные электроаппараты

Реле напряжения

Реле напряжения – это устройство, назначение которого, состоит в автоматическом контроле действующего напряжения сети и защиты (отключения) оборудования. Данный процесс необходим в том случае, когда напряжение отклоняется от установленных значений

Реле напряжения выполняет только функцию защиты от перепадов напряжения. Они могут быть однофазными и трехфазными



Реле напряжения

Защитные электроаппараты

Микропроцессорные блоки релейной защиты

Релейная защита — комплекс автоматических устройств, предназначенных для быстрого (при повреждениях) выявления и отключения от электроэнергетической системы повреждённых элементов этой электроэнергетической системы в аварийных ситуациях с целью обеспечения нормальной работы всей системы. Действия средств релейной защиты организованы по принципу непрерывной оценки технического состояния отдельных контролируемых элементов электроэнергетических систем.

Релейная защита (РЗ) осуществляет непрерывный контроль состояния всех элементов электроэнергетической системы и реагирует на возникновение повреждений и ненормальных режимов. При возникновении повреждений РЗ должна выявить повреждённый участок и отключить его от ЭЭС, воздействуя на специальные силовые выключатели, предназначенные для размыкания токов повреждения (короткого замыкания).

Релейная защита является основным видом электрической автоматики, без которой невозможна нормальная работа энергосистем.

Современные устройства защиты могут строиться на схеме включающей в себя программируемый (микро)контроллер.



Микропроцессорный блок
релейной защиты БМРЗ

Ограничивающие электроаппараты

Основное предназначение ограничивающих электрических аппаратов — ограничение токов короткого замыкания и перенапряжений. К этим аппаратам относятся:

- Реакторы
- Разрядники
- Ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН)



Ограничивающие электроаппараты

Реакторы

Реактор представляет собой катушку с постоянным индуктивным сопротивлением. На напряжение до 35 кВ и для внутренней установки обычно применяют бетонные реакторы, выполняемые в виде концентрически расположенных витков из специального круглого изолированного многожильного провода, залитого в радиально расположенные бетонные колонны. Число колонн зависит от диаметра намотки. Основная изоляция реактора — бетон, который проходит специальный технологическ

Реактор после изготовления подвергается сушке, пропитке и покрытию влагостойкими лаками. Каждая колонна реактора устанавливается на опорные изоляторы, которые обеспечивают изоляцию от земли и между фазами. Фазы могут быть расположены вертикально, а также горизонтально или ступенчато. Все металлические детали реактора выполняют из немагнитных материалов.

На напряжение свыше 35кВ и для наружной установки применяют масляные реакторы

Токоограничивающий реактор



Ограничивающие электроаппараты

Вентильные разрядники

Разрядник — электрический аппарат, предназначенный для ограничения перенапряжений в электротехнических установках и электрических сетях. Первоначально **разрядником** называли устройство для защиты от перенапряжений, основанный на технологии искрового промежутка.

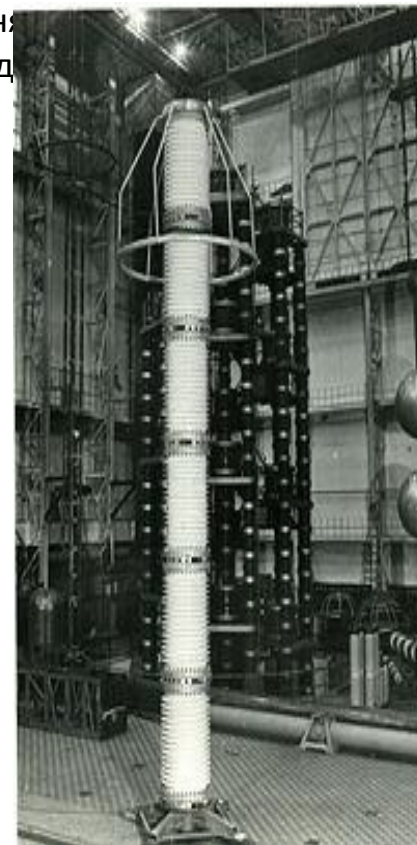
Затем, с развитием технологий, для ограничения перенапряжений начали применять полупроводников и металл-оксидных варисторов, применительно к которым производят термин «разрядник».

Вентильные разрядники, как и другие типы разрядников, предназначены для ограничения возникающих в электрических сетях коммутационных и атмосферных перенапряжений, с целью предотвращения возможных пробоев изоляции, повреждения оборудования и прочих негативных последствий

Вентильный разрядник состоит из двух основных компонентов: многократного искрового промежутка (состоящего из нескольких однократных) и рабочего резистора (состоящего из последовательного набора вилтовых или тиритовых дисков). Многократный искровой промежуток последовательно соединен с рабочим резистором.

Во время перенапряжения многократный искровой промежуток пробивается, задача рабочего резистора — снизить значение сопровождающего тока до величины, которая сможет быть успешно погашена искровыми промежутками. Вентиль обладает особым свойством — его вольт-амперная характеристика нелинейна — падает с увеличением значения силы тока. Это свойство позволяет пропустить большой ток при меньшем падении напряжения. Благодаря этому свойству вилита вентильные разрядники и получили своё название.

Среди прочих преимуществ вентильных разрядников следует отметить бесшумность срабатывания и отсутствие выбросов газа или пламени



Вентильный
разрядник
РВМК-1150

Ограничивающие электроаппараты

Ограничители перенапряжения нелинейные (ОПН)

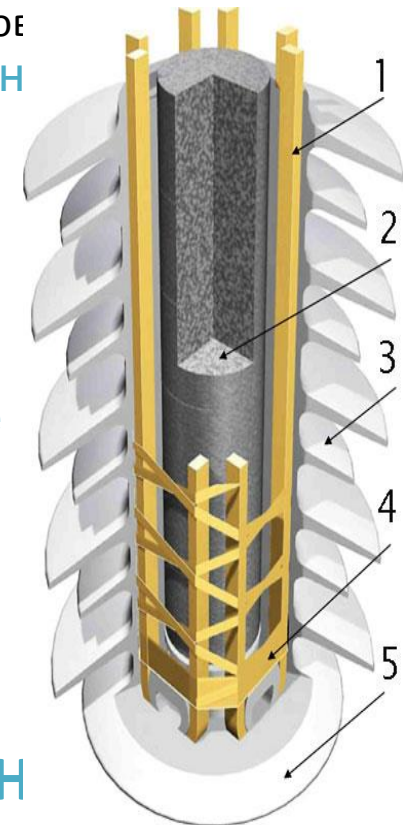
Ограничитель перенапряжения нелинейный (ОПН) — электрический аппарат, предназначенный для защиты оборудования систем электроснабжения от коммутационных и грозовых перенапряжений. ОПН также можно назвать разрядником без искровых промежутков. ОПН на сегодняшний день являются одним из эффективных средств защиты оборудования.

Ограничитель перенапряжения является безыскровым разрядником.

Основной элемент ОПН — [варистор](#) (varistor, от англ. Vari(able) (Resi)stor — переменное, изменяющееся сопротивление). Основная активная часть ОПН состоит из последовательного набора варисторов, соединенных последовательно в «колонку». В зависимости от требуемых характеристик ОПН и его конструкции ограничитель может состоять из одной колонки или из ряда колонок, соединённых последовательно либо параллельно. Отличие материала варисторов ОПН от материала резисторов вентильных разрядников состоит в том, что у нелинейных резисторов ограничителей перенапряжения присутствует повышенная пропускная способность, а также высоконелинейная [вольт-амперная характеристика](#) (ВАХ), благодаря которой возможно

Конструкция ОПН

1. Усиливающие элементы
2. Варисторы
3. Покрышка новой резины
4. Защитная лента
5. Фланец



ОПН

Контролирующие электроаппараты

Контролирующие аппараты, предназначены для контроля заданных электрических или неэлектрических параметров. К этой группе относятся датчики. Эти аппараты преобразуют электрические или неэлектрические величины в электрические и выдают информацию в виде электрических сигналов. Основная функция этих аппаратов заключается в контроле за заданными электрическими и неэлектрическими параметрами. К ним относятся датчики тока, давления, температуры, положения, уровня, фотодатчики, а также реле, реализующие функции датчиков, например реле контроля скорости (РКС), реле времени, напряжения, тока



Пускорегулирующие электроаппараты

Пускорегулирующая аппаратура представляет собой обширный ассортимент аппаратов предназначенных для управления электрооборудованием (пуск и остановка), а также регулировки режима электросетей и электроустановок. Данная аппаратура относится к группе низковольтного оборудования и применяется в сетях с напряжением 1000 В.

Установленная пускорегулирующая аппаратура **к пускорегулирующим аппаратам:** позволяет уменьшить затраты на эксплуатацию оборудования и значительно повысить надежность, безопасность и срок службы оборудования.

- Тепловое оборудование
- Частотные преобразователи
- Устройства плавного пуска
- Бесконтактные датчики и т.д.

