

## **ТЕМА 17**

# **Коммутационные аппараты: неавтоматические выключатели и предохранители**

# Классификация аппаратов РУ

- **Электрический аппарат** – это устройство, управляющее электропотребителями и источниками питания, а также использующее электрическую энергию для управления неэлектрическими процессами:
- **силовые трансформаторы;**
- **измерительные** (трансформаторы напряжения и тока);
- **коммутационные** – для включения и отключения электрических цепей (рубильники, переключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели, выключатели высокого напряжения, автоматические выключатели);

- **защитные** – для защиты цепей от перегрузок, короткого замыкания и перенапряжения ( автоматические выключатели, предохранители, разрядники);
- **Пускорегулирующие** (или **аппараты управления** (контакторы, магнитные пускатели, командо-контроллеры, реостаты);
- **Токоограничивающие** аппараты(реакторы ,разрядники, ограничители перенапряжений );
- **Контролирующие** аппараты(реле, датчики)

**В пределах одной группы или серии аппаратов различают:**

- ❖ **по напряжению :**
- ✓ **низкого (до 1000 В включительно);**
- ✓ **высокого (выше 1000 В);**
- ❖ **По роду тока:**
- ✓ **постоянного тока промышленной частоты;**
- ✓ **переменного промышленной частоты;**
- ✓ **переменного тока повышенной частоты;**
- ❖ **По принципу действия:**
- ✓ **электромагнитные;**
- ✓ **индукционные,;**
- ✓ **тепловые и т.д.;**
- ❖ **По способам гашения дуги , управления, времени действия;**
- ❖ **По роду защиты от воздействия климатических факторов, внешней среды, защите от прикосновения, попадания посторонних тел и проникновения воды**

# Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам

Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам, зависят от их назначения, условий применения и эксплуатации.

Общими требованиями являются:

- **достаточная электрическая прочность изоляции** (способность обеспечивать надёжную работу не только при номинальном напряжении, но и при перенапряжениях, должна быть рассчитана на ухудшение свойств с течением времени, воздействию пыли, грязи и влаги,);
- **способность токоведущих частей аппарата длительно выдерживать номинальные токи** без опасных перегревов, контактных соединений и изоляции;

⊙ **достаточная электродинамическая и термическая стойкость**

**Электродинамическая стойкость** –

- ⊙ способность ЭА выдерживать воздействие тока наибольшего амплитудного значения (тока короткого замыкания) за время его протекания без повреждений;

**Термическая стойкость** – способность ЭА выдерживать без повреждений и перегрева свыше норм термическое действие токов короткого замыкания определенной длительности. Иными словами-способность ЭА не расплавиться во время максимального теплового импульса.)

- ⊙ **Высокая износоустойчивость, чувствительность, быстродействие, универсальность.**
- ⊙ **простота устройства и обслуживания** (ремонтнопригодность);
- ⊙ **экономичность** (малогабаритность, наименьший вес аппарата, минимальное количество дорогостоящих материалов для изготовления отдельных частей).

# Климатическое исполнение

- Для обозначения степени защиты используется аббревиатура «IP». Например: IP54.
- Применительно к электрическим аппаратам существуют следующие виды исполнения:
  - 1. **Защищенные** IP21, IP22 (не ниже).
  - 2. **Брызгозащищенные, каплезащищенные** IP23, IP24
  - 3. **Водозащищённые** IP55, IP56
  - 4. **Пылезащищенные** IP65, IP66
  - 5. **Закрытое** IP44 – IP54, у этих аппаратов внутреннее пространство изолировано от внешней среды
  - 6. **Герметичное** IP67, IP68. Эти аппараты выполнены с особо плотной изоляцией от окружающей среды
- В соответствии с климатическими условиями климатическое исполнение обозначается следующими буквами: **У (N)** – умеренный климат, **ХЛ (NF)** – холодный климат, **ТВ (ТН)** – тропический влажный климат, **ТС (ТА)** – тропический сухой климат, **О (U)** – все климатические районы, на суше, реках и озерах, **М** – умеренный морской климат, **ОМ** – все районы моря, **В** – все макроклиматические районы на суше и на море.



степень защиты		IP_0	IP_1	IP_2	IP_3	IP_4	IP_5	IP_6	IP_7	IP_8
<b>IP</b>	Жидкость									
предметы и пыль		Без защиты	защита капли падающие вертикально	Защита капли падающие под углом до 15°	Защита капли падающие под углом до 60°	защита от капли падающие со всех сторон	Защита от брызг под давлением со всех сторон	защита от мощных водяных струй со всех сторон	защита при погружении на короткое время, глубина не более 1 метр	защита при погружении на короткое время, глубина не более 1 метр
IP 0_	без защиты	IP 00								
IP 1_	защита от частиц более 50 мм	IP 10	IP 11	IP 12						
IP 2_	защита от частиц более 12,5 мм	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23					
IP 3_	защита от частиц более 2,5 мм	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34				
IP 4_	защита от частиц более 1 мм	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44				
IP 5_	защита от от крупной пыли	IP 50				IP 54	IP 55			
IP 6_	полная защита от пыли	IP 60					IP 65	IP 66	IP 67	IP 68

Защита от  
проникновения  
твердых частиц  
внутрь конструкции

Защищенность от  
влаги

**I R 4 4**

- 0 - защиты нет.
  - 1 - размером от 50 мм.
  - 2 - размером от 12 мм.
  - 3 - размером от 2,5 мм.
  - 4 - размером от 1 мм.
  - 5 - защита от пыли.
  - 6 - полная защита от пыли.
- 
- 0 - защиты нет.
  - 1 - от вертикально падающих капель.
  - 2 - от капель воды, падающих под углом 15°.
  - 3 - от наклонно падающих брызг, угол наклона до 60°.
  - 4 - от круговых брызг.
  - 5 - от струи воды.
  - 6, 7, 8 - более совершенные защиты.

# Назначение коммутационных аппаратов

- ⦿ **Коммутационные аппараты (КА)** предназначены для оперативных переключений и аварийных коммутаций в энергосистемах, для выполнения операций включения и отключения отдельных цепей или электрооборудования при ручном или автоматическом управлении. Во включенном положении КА должны длительно пропускать токи нагрузки и кратковременно-аварийные токи при бросках напряжения и различных переходных процессах.

- ◎ Согласно ГОСТ 17703-72 «Аппараты электрические коммутационные. Основные понятия. Термины и определения (с Изменением N 1)»
- ◎ **Коммутационный электрический аппарат** - электрический аппарат, предназначенный для коммутации электрической цепи и проведения тока.
- ◎ **Контактный коммутационный аппарат** - осуществляющий коммутационную операцию путем перемещения его контакт-деталей относительно друг друга.
- ◎ **Бесконтактный коммутационный аппарат** - осуществляющий коммутационную операцию без перемещения и разрушения его деталей.

## Требования, предъявляемые к коммутационным аппаратам выше 1000 В

- ⦿ надёжное отключение любых токов (от десятков ампер до номинального тока отключения);
- ⦿ быстрота действия, т.е. наименьшее время отключения;
- ⦿ пригодность для быстродействующего автоматического повторного включения, т.е. быстрое включение выключателя сразу же после отключения;
- ⦿ лёгкость ревизии и осмотра контактов;
- ⦿ взрыво- и пожаробезопасность;
- ⦿ удобство транспортировки и эксплуатации.
- ⦿ Кроме того, выключатели должны многократно выполнять коммутационные операции и выдерживать кратковременные динамические и термические воздействия.

# Виды основных коммутационных электрических аппаратов

- ⊙ **Выключатель** (коммутационный электрический аппарат, имеющий два коммутационных положения или состояния и предназначенный для включения и отключения тока, как правило без самовозврата);
- ⊙ выключатель нагрузки;
- ⊙ отделитель;
- ⊙ короткозамыкатель;
- ⊙ разъединитель;
- ⊙ автоматический выключатель;
- ⊙ устройство защитного отключения;
- ⊙ дифференциальный автомат;
- ⊙ контактор;
- ⊙ реле;
- ⊙ рубильник;
- ⊙ пакетный выключатель;
- ⊙ предохранитель.

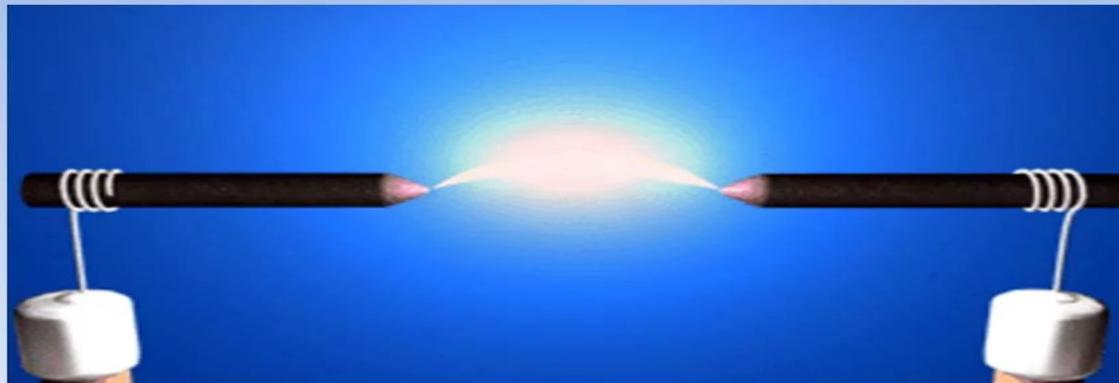
# Высоковольтные выключатели

- Основными элементами любого высоковольтного выключателя являются **контактная система с токоведущими частями, устройство для гашения дуги, привод и изоляционная конструкция.**
- Главным классификационным **признаком** высоковольтных выключателей является **среда гашения дуги**, возникающей при расхождении контактов и представляющей опасность как для персонала, так и для оборудования.  
По этому признаку выключатели делятся на
  - **Масляные**
  - **Воздушные**
  - **Элегазовые**
  - **Выкуумные**

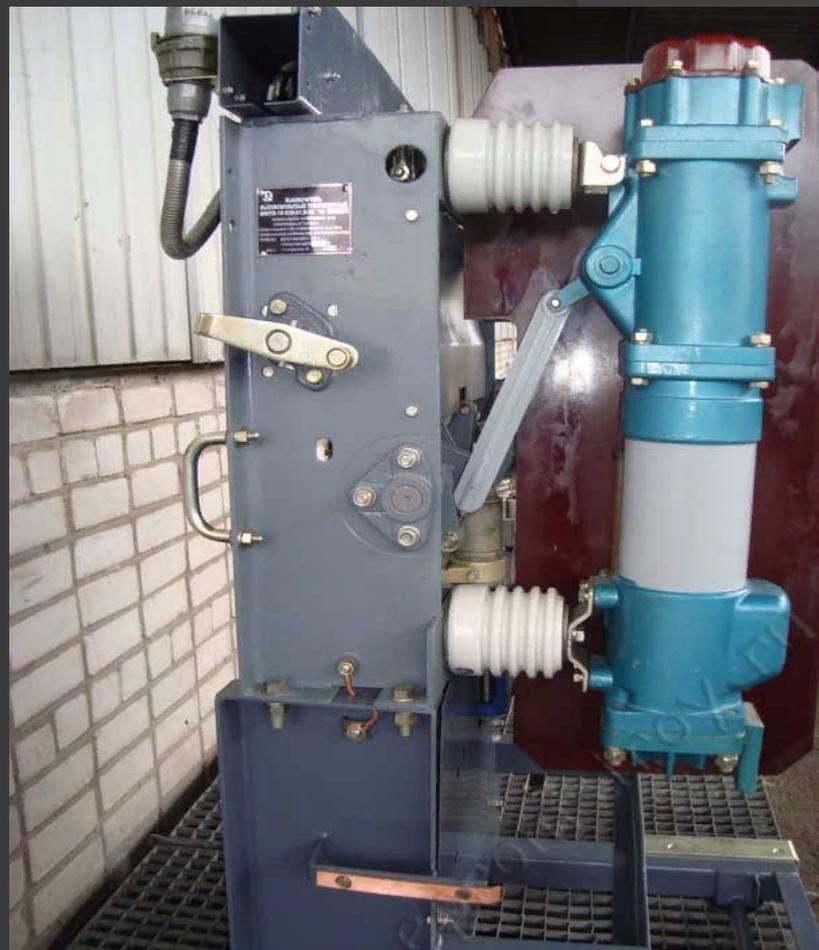
# Масляные выключатели

- В высоковольтных масляных выключателях для заполнения устройства гашения дуги используется **трансформаторное масло**. Процесс гашения электрической дуги происходит в результате того, что потоки газа, которые возникают при разложении масла, охлаждают дугу.
- **Недостатки МВ:**
- взрыво- и пожароопасность
- невозможность осуществления быстродействующего АПВ;
- необходимость периодического контроля, доливки, относительно частой замены масла в дугогасительных бачках;
- относительно малая отключающая способность.

## Электрическая дуга



- **Электрическая дуга** представляет собой вид электрического разряда в газах, который сопровождается большой плотностью тока и высокой температурой. Это может привести к оплавлению контактов, к пробоем воздушного промежутка не только между размыкаемыми контактами, но и между соседними полюсами. Поэтому электрическую дугу в коммутационных аппаратах стремятся как можно быстрее погасить.
- В то же время электрическую дугу, применяемую для **сварки металлов**, стремятся как можно дольше поддерживать **без погасания**.

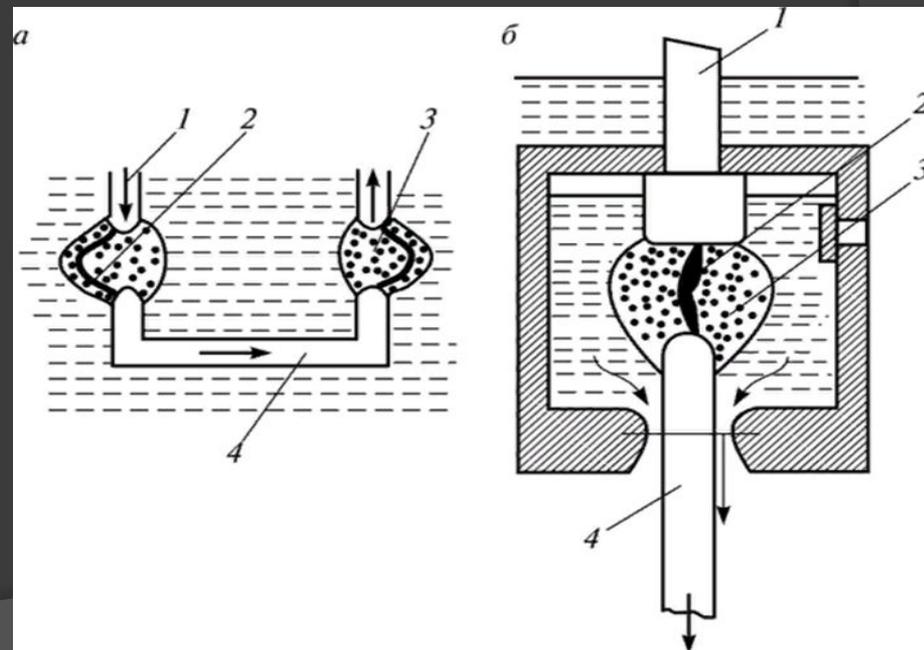


**Область применения маломасляных выключателей** – закрытые распределительные устройства электростанций и подстанций 6, 10, 20, 35 и 110 кВ, комплектные распределительные устройства 6, 10 и 35 кВ и открытые распределительные устройства 35 и 110 кВ.

- Процесс гашения дуги в масле, сопровождающийся высокой температурой, приводит к закипанию масла и переходу его в газообразное состояние. Вокруг ствола дуги образуется так называемый **«газовый пузырь»**, в основном состоящий из водорода, который не поддерживает горения. Выделяемые газы с большой скоростью проникают непосредственно в зону ствола дуги, вызывают перемешивание холодного и горячего газа в пузыре, обеспечивают интенсивное охлаждение и соответственно деионизацию дугового промежутка.
- Масляные выключатели, в которых масло используется только для гашения дуги и изоляции одного полюса называются **маломасляными или малообъемными**.

### В дугогасительной камере:

- 1 — неподвижный контакт;
- 2 — электрическая дуга;
- 3 — «газовый пузырь»;
- 4 — подвижный контакт

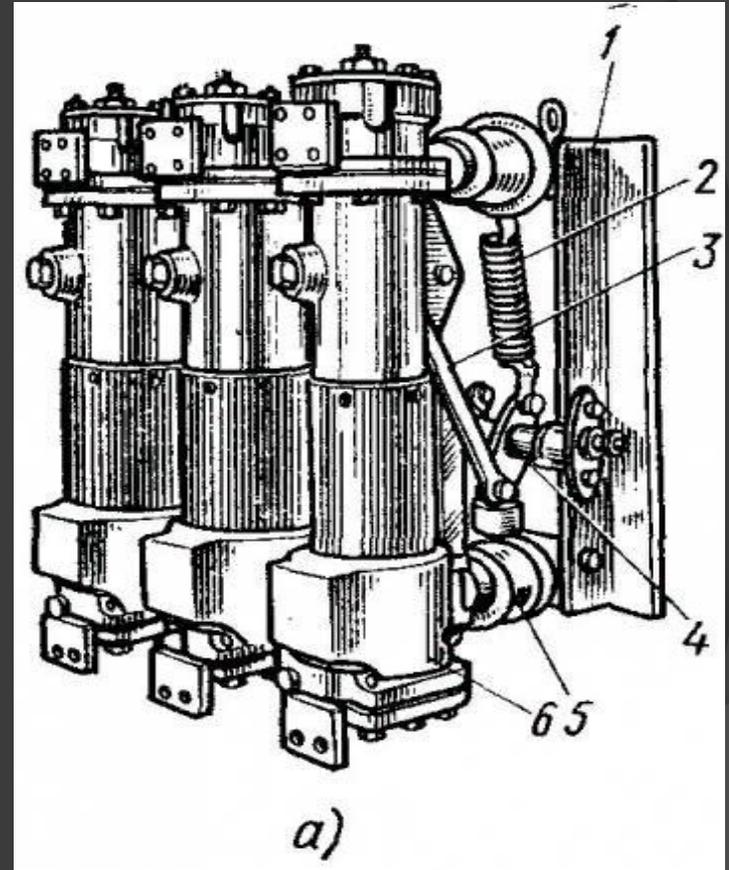


В соответствии с ГОСТ Р 52565-2006 выключатели характеризуются следующими параметрами:

- **номинальное напряжение  $U_{ном}$**  - (напряжение сети, в которой работает выключатель);
- **номинальный ток  $I_{ном}$**  - (ток через включённый выключатель, при котором он может работать длительное время);
- **номинальный ток отключения  $I_{о.ном}$**  - наибольший ток короткого замыкания, который выключатель способен отключить при заданном цикле операций;
- **Циклами включения – отключения;**

# ВМП-10

Малообъемный масляный подвесной выключатель ВМП-10 показан на рисунке 1, а. На лицевой стороне стальной рамы 1 установлены фарфоровые изоляторы 5, на которых подвешены полюса 6 выключателя. Главный вал 4 связан с подвижными контактами через тяги 3, выполненные из влагостойкого изоляционного материала, и рычаг 9. Внутри рамы размещена отключающая пружина 2.



# Вакуумные выключатели

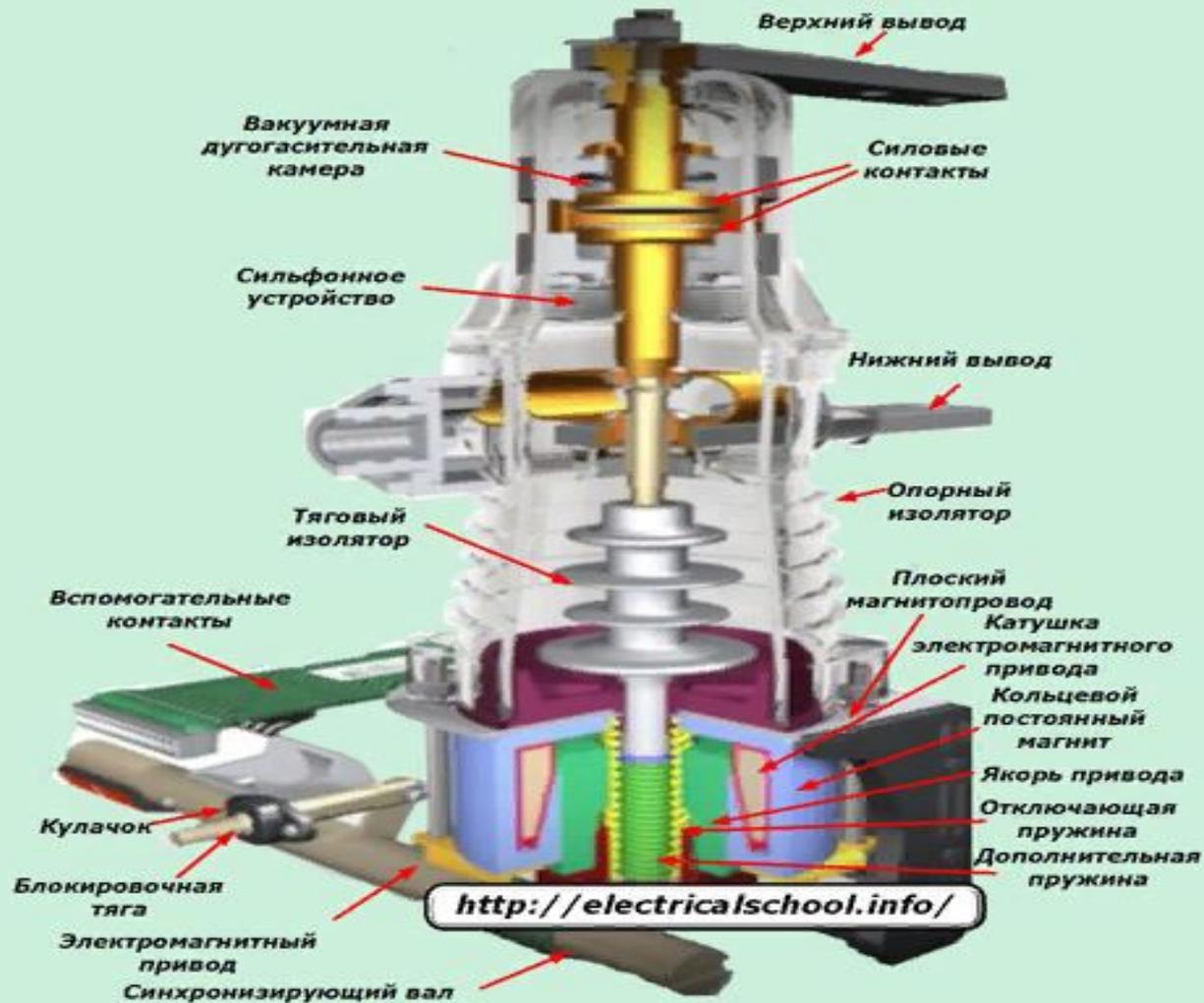
- В основу работы выключателей серии **ВВ/TEL** заложен принцип гашения дуги переменного тока в вакуумной дугогасительной камере при разведении контактов в глубоком вакууме (остаточное давление порядка **10 – 6** мм рт. ст.). Носителями заряда при горении дуги являются пары металла. Из-за практического отсутствия среды в межконтактном промежутке, конденсация паров металла в момент перехода тока через естественный ноль осуществляется за чрезвычайно малое время (**10-5 с**), после чего происходит быстрое восстановление электрической прочности ВДК/TEL.
- Электрическая прочность вакуума составляет более 30 кВ/мм, что гарантирует отключение тока при расхождении контактов **более 1 мм**.



[www.etmz.ru](http://www.etmz.ru) +7 (495) 108-11-40



## Конструкция вакуумного выключателя



Коммутационные модули состоят из трёх полюсов, установленных на металлическом основании, в котором размещаются электромагнитные приводы каждого полюса, удерживающие по принципу «магнитной защёлки» коммутационный модуль неограниченно долго во включенном положении после прерывания тока в катушке электромагнита привода.

# Устройства управления вакуумными выключателями ВВ/ТЕL

- являются неотъемлемой частью привода ВВ выполняются в виде отдельных модулей.
- могут быть установлены как в релейном отсеке шкафов КРУ, так и на выкатных элементах этих шкафов.
- обеспечивают функционирование вакуумных выключателей ВВ/ТЕL при управлении ими от любого источника постоянного, выпрямленного или переменного оперативного тока.
- В настоящее время выпускаются следующие виды устройств управления:  
блок управления ВU/ТЕL-220-05;  
блок управления ВU/ТЕL-220-02.



# Разъединители

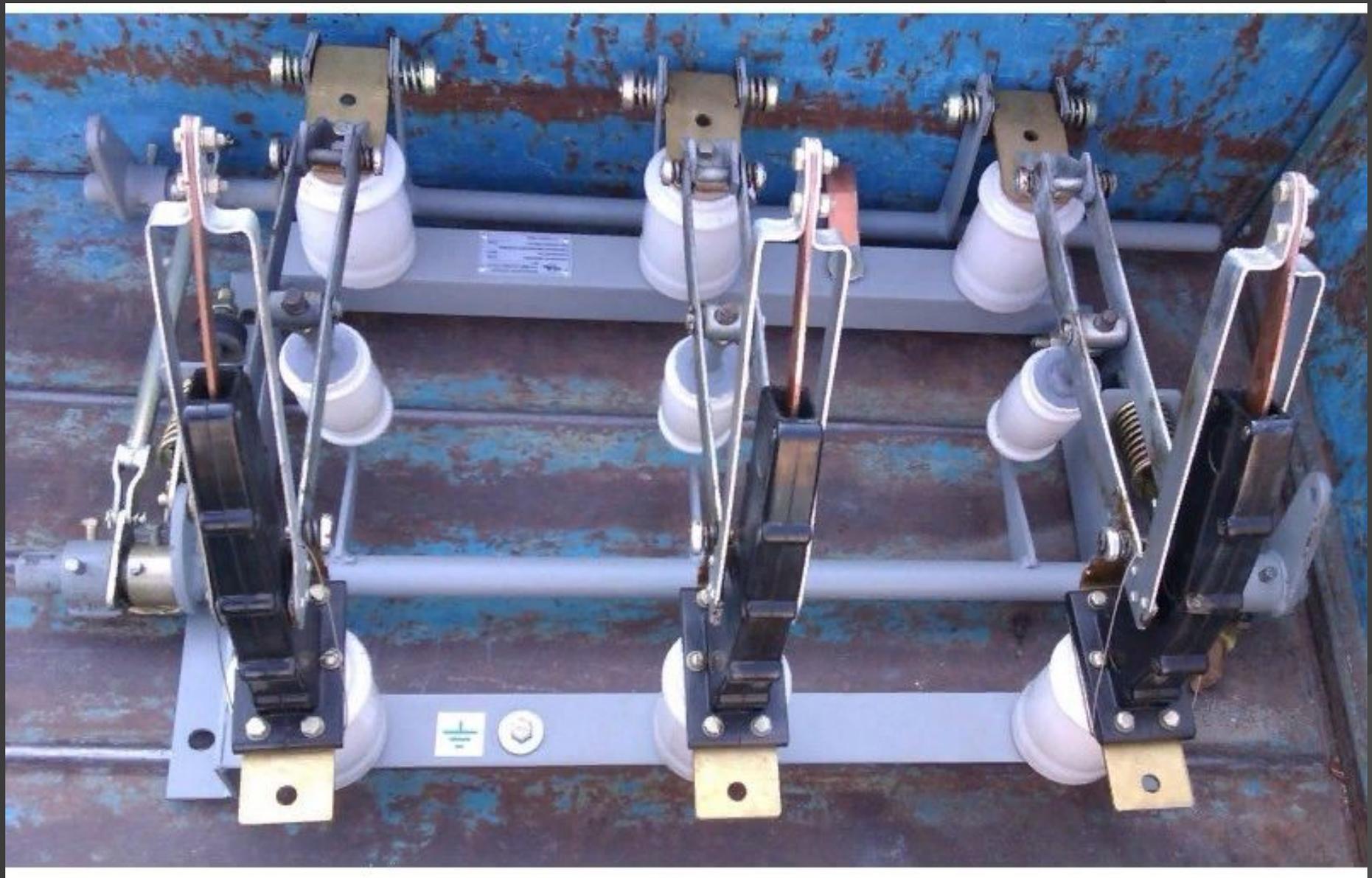
- ⦿ Электрические коммутационные аппараты, предназначенные для включения и отключения отдельных элементов оборудования или целых участков электрической цепи высокого напряжения **при отсутствии тока нагрузки или его небольшой величине.** Согласно нормативным требованиям допускается проводить переключения с током нагрузки **не выше 15 ампер.**

- ⦿ Разъединители служат для создания **видимого разрыва**, отделяющего выведенное из работы оборудование от токопроводящих частей, находящихся под напряжением. Это необходимо, например, при выводе оборудования в ремонт в целях безопасного производства работ.

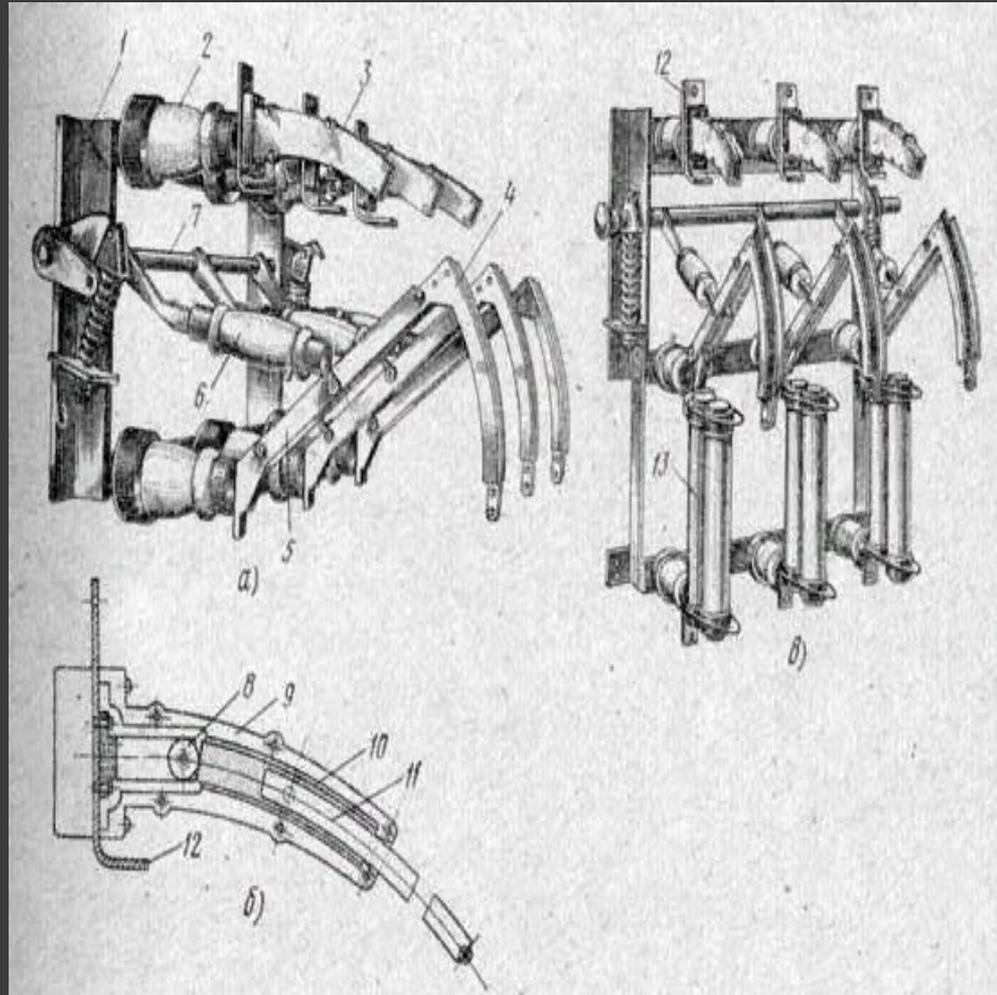


## Выключатели нагрузки

- ⦿ Он используется для отключения и включения цепей, находящихся под номинальной нагрузкой, так как обладают **небольшой отключающей способностью и не отключают токи КЗ.**
- ⦿ Чтобы разорвать цепь в случае возникновения короткого замыкания, последовательно с выключением нагрузки устанавливаются **высоковольтные предохранители** соответствующей способности.



- ⦿ Выключателями нагрузки можно включать и отключать нагрузочные токи до **200 А** при 10 кВ и **400 А** при 6 кВ. Выключатели типа ВН на 10 кВ обеспечивают выключения тока холостого хода и номинального тока нагрузки силовых трансформаторов мощностью от **160 до 1600 кВА**.
- ⦿ Механический ресурс – 2000 циклов В – О.



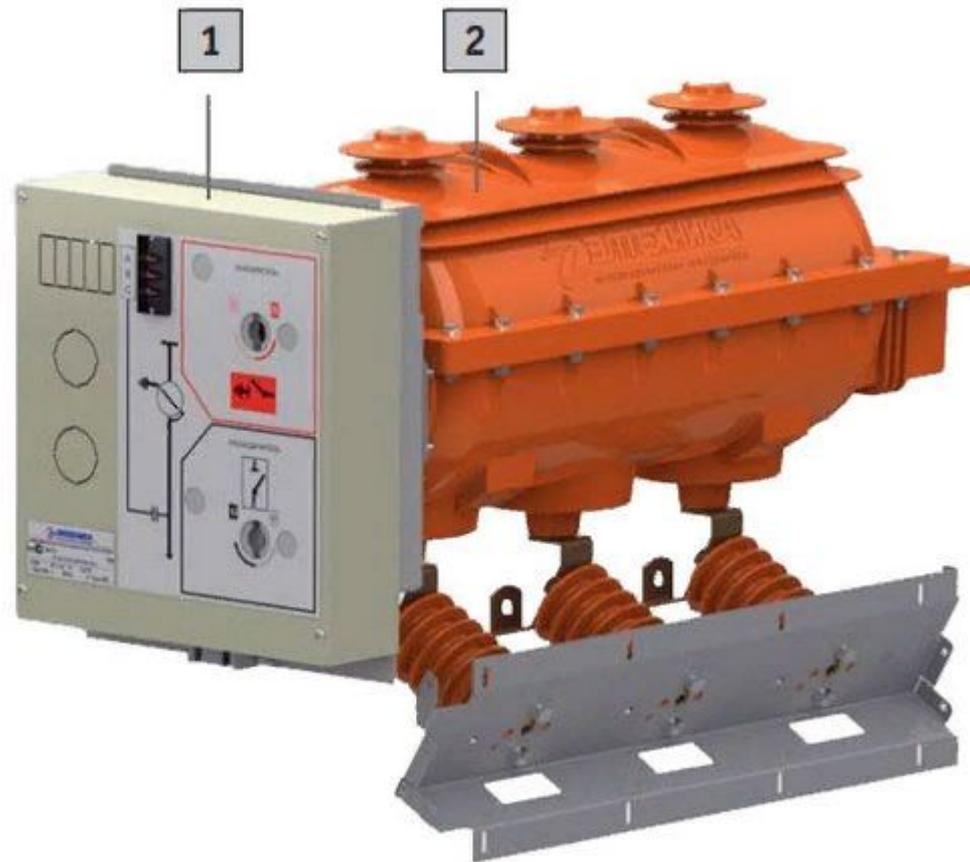
- ◎ **Маркировка выключателей нагрузки типа ВН-16(17):**

- ◎ В – выключатель;
- ◎ Н – нагрузки;
- ◎ П – с предохранителями переменного тока типа ПК;
- ◎ з – с заземляющими ножами;
- ◎ п – заземляющие ножи расположены за предохранителями;
- ◎ 16 – без устройства для подачи команды на отключающий электромагнит при срабатывании предохранителей;
- ◎ 17 - с устройством для подачи команды на отключающий электромагнит при срабатывании предохранителей.

- ◎ **Маркировка выключателей нагрузки типа ВН-10:**

- ◎ В – выключатель;
- ◎ Н – нагрузки;
- ◎ Р – вид привода (ручной)
- ◎ п – со встроенными предохранителями;
- ◎ 10 – номинальное напряжение, кВ;
- ◎ 400 – номинальный ток, А;
- ◎ з – с заземляющими ножами;
- ◎ п – заземляющие ножи расположены за предохранителями;
- ◎ З – с устройством для подачи команды на отключение при перегорании предохранителя.

# Элегазовые ВН



- 1** – Привод
- 2** – Корпус

Корпус коммутационного аппарата серии SL – это герметичная оболочка из эпоксидного компаунда, заполненная элегазом ( $\text{SF}_6$ , гексафторид серы) под избыточным давлением 0,5 атм.

## Три положения аппарата



Включено



Отключено



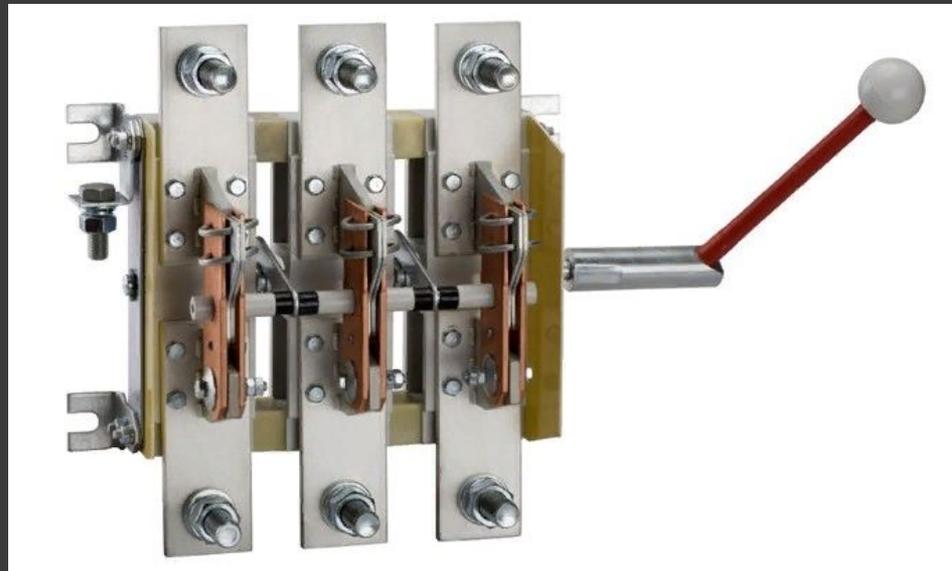
Заземлено

Контактная система аппарата может занимать три фиксированных положения в следующем порядке:

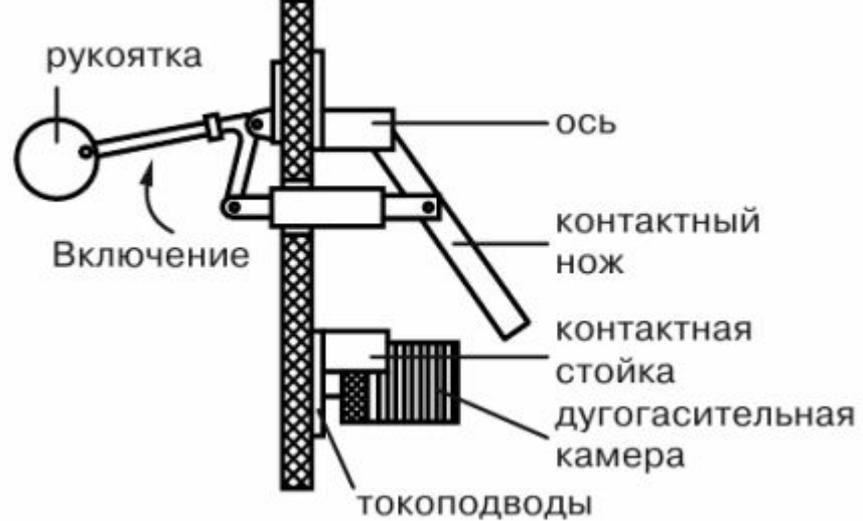
**включено — отключено — заземлено.**

# Рубильники

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



- ◎ Рубильники и переключатели классифицируются по следующим признакам:
- ◎ 1) **по величине номинального тока** — 100; 200; 400; 600; 1000 А;
- ◎ 2) **по количеству полюсов** — однополюсные, двухполюсные, трехполюсные:
- ◎ 3) **по наличию разрывных контактов** — с разрывными контактами, без разрывных контактов.
- ◎ 4) **по способу управления** — с непосредственным управлением для монтажа с лицевой стороны распределительного устройства, с дистанционным управлением для монтажа с задней стороны распределительного устройства;
- ◎ 5) **по способу присоединения проводов** — с передним присоединением проводов, с задним присоединением проводов.



# Пакетные выключатели



# Предохранители

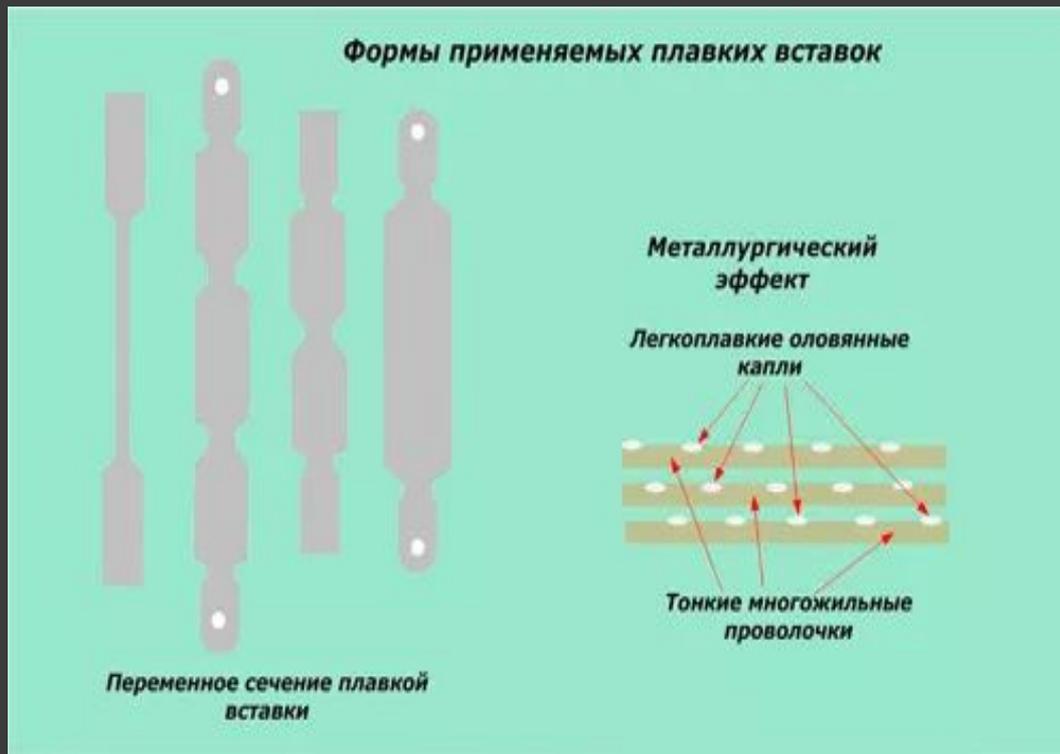
Это коммутационный электрический аппарат, предназначенный для отключения защищаемой цепи размыканием или разрушением специально предусмотренных для этого токоведущих частей под действием тока, превышающего определённое значение.



# Виды предохранителей:

- ◎ **Плавкие** предохранители разрывают электрическую цепь в результате расплавления плавкой вставки.
- ◎ **Электромеханические** предохранители содержат контакты, которые отключаются деформирующимся биметаллическим элементом. Многократность срабатывания – существенное преимущество этих устройств перед плавкими предохранителями.
- ◎ **Электронные** предохранители содержат электронный ключ, который управляется специальной электронной схемой.
- ◎ **Самовосстанавливающиеся** предохранители изготовлены с применением особых материалов. Их свойства изменяются при протекании тока, но восстанавливаются после уменьшения или исчезновения тока в электрической цепи. Соответственно сопротивление сначала увеличивается, а затем вновь уменьшается.





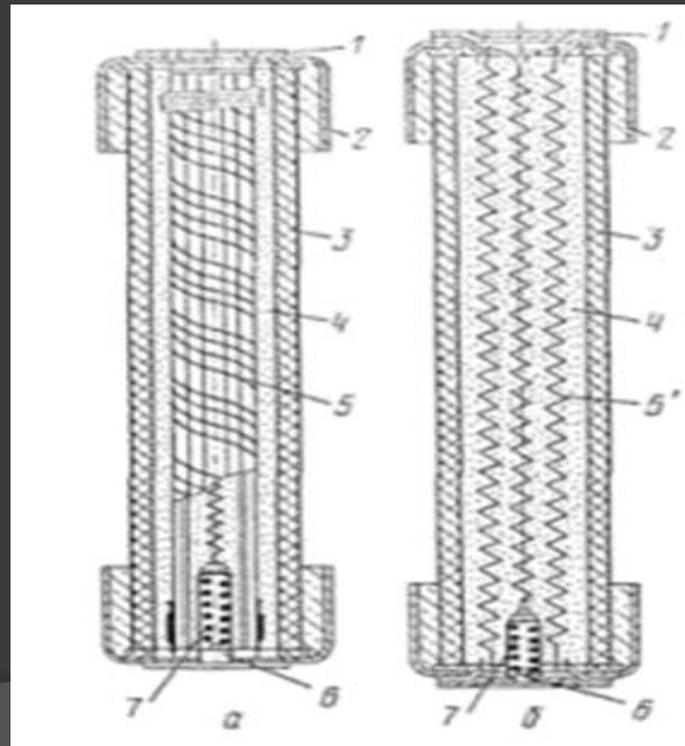
**Металлургический эффект** основан на получении местного расплава с более высоким сопротивлением и растворении в нём основного материала вставки с малым сопротивлением. В результате местное сопротивление увеличивается, и вставка более быстро расплавляется. Расплав получается из капель олова или свинца, которые наносятся на медную жилку. Такие методы применяются для маломощных предохранителей на токи до нескольких единиц ампер. В основном они применяются для различных бытовых электроприборов и устройств.

# Высоковольтные предохранители .

- ⦿ Высоковольтные предохранители используются для защиты электрооборудования электрических сетей напряжением выше 1000 В от токов короткого замыкания и токов недопустимых перегрузок.
- ⦿ Основными техническими характеристиками предохранителей являются **номинальное напряжение, номинальный ток плавкой вставки, предельно отключаемый ток предохранителя.**

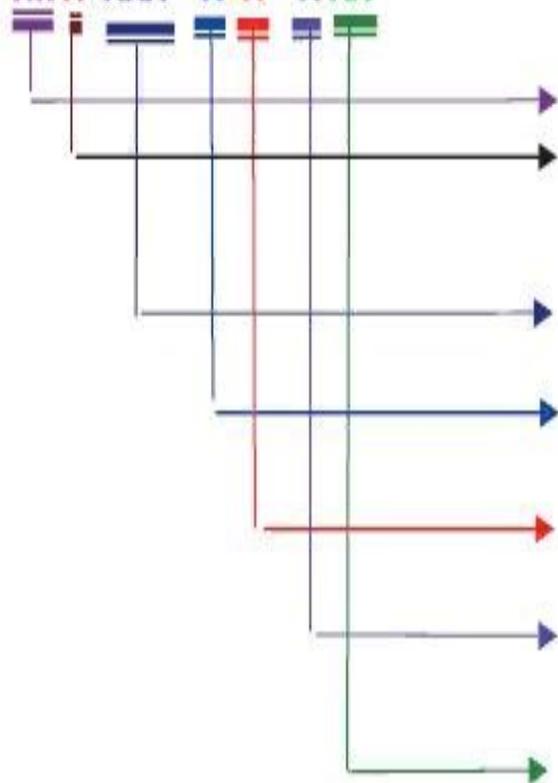


**Предохранители типа ПКТ** (с кварцевым песком) изготавливают на напряжения 6 ... 35 кВ и номинальные токи 40 ... 400 А. Наиболее широкое распространение получили предохранители ПКТ-10 на 10 кВ, устанавливаемые на стороне высшего напряжения сельских трансформаторных подстанций 10/0.38 кВ. Патрон предохранителя (рис. 1) состоит из фарфоровой трубки 3, заполненной кварцевым песком, которая армирована латунными колпачками 2 с крышками 1. Плавкие вставки изготавливают из посеребренной медной проволоки. При номинальном токе до 7.5 А используют несколько параллельных вставок 5, намотанных на ребристый керамический сердечник (рис. 1, а). При больших токах устанавливают несколько спиральных вставок (рис. 1).



## Структура идентификационного обозначения предохранителя

ПК X-XXX-X-X-XX



ПК – предохранитель с кварцевым наполнителем

Т – для защиты силовых трансформаторов, воздушных и кабельных линий, конденсаторов, электродвигателей;

Н – для защиты трансформаторов напряжения;

трехзначное число, обозначение конструктивного исполнения: 101; 102; 103; 104;

номинальное напряжение, кВ:

6; 10; 35;

номинальный ток, А;

2; 3,2; 5; 8; 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 80; 100; 160 А; 200; 315;

номинальный ток отключения, кА:

8; 12,5; 20; 31,5; 40; 50;

климатическое исполнение и категория размещения

по ГОСТ 15150-69: У1, У3

## **ТЕМА 18**

# **Коммутационные аппараты: автоматы**

# Автоматические выключатели

- ⦿ это коммутационный аппарат предназначенный для защиты электрической сети от сверхтоков, т.е. от **коротких замыканий и перегрузок**.
- ⦿ автоматические выключатели бывают с **электромагнитным расцепителем** защищающим электрическую цепь от короткого замыкания и комбинированным расцепителем (дополнительно с электромагнитным расцепителем применяется **тепловой расцепитель** защищающий цепь от перегрузки).

- По мощности передаваемой электроэнергии автоматические выключатели в цепях переменного тока условно подразделяют на:
  - 1. модульные;
  - 2. в литом корпусе;
  - 3. силовые воздушные.



**Автоматы в литом корпусе** — имеют широкий диапазон рабочего тока от 16 до 1000 А, поэтому они универсальны, широко применяются на бытовых и промышленных объектах.



# Модульные АВ

- Модульными они называются потому, что их ширина стандартизирована и в зависимости от количества полюсов, кратна 17.5 мм, крепятся на DIN-рейку.



**Однополюсный  
автоматический  
выключатель**



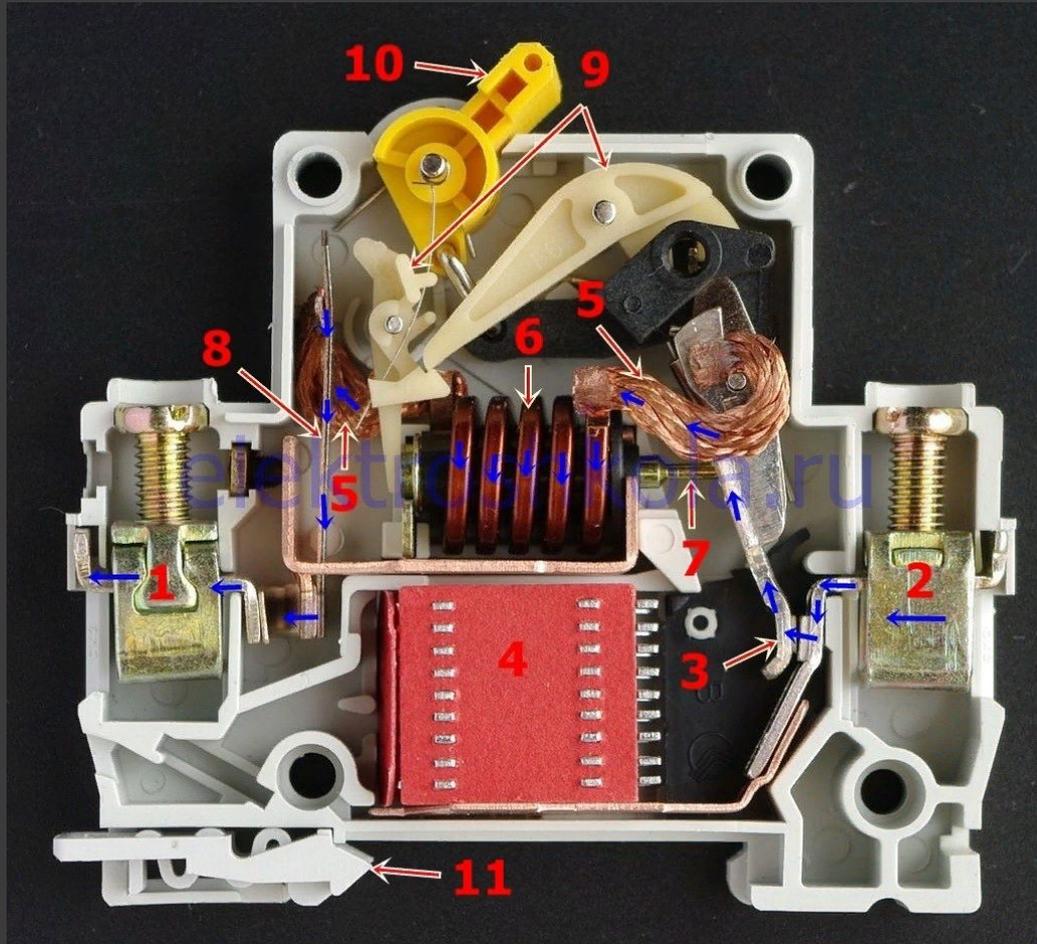
**Двухполюсный  
автоматический  
выключатель**



**Трёхполюсный  
автоматический  
выключатель**

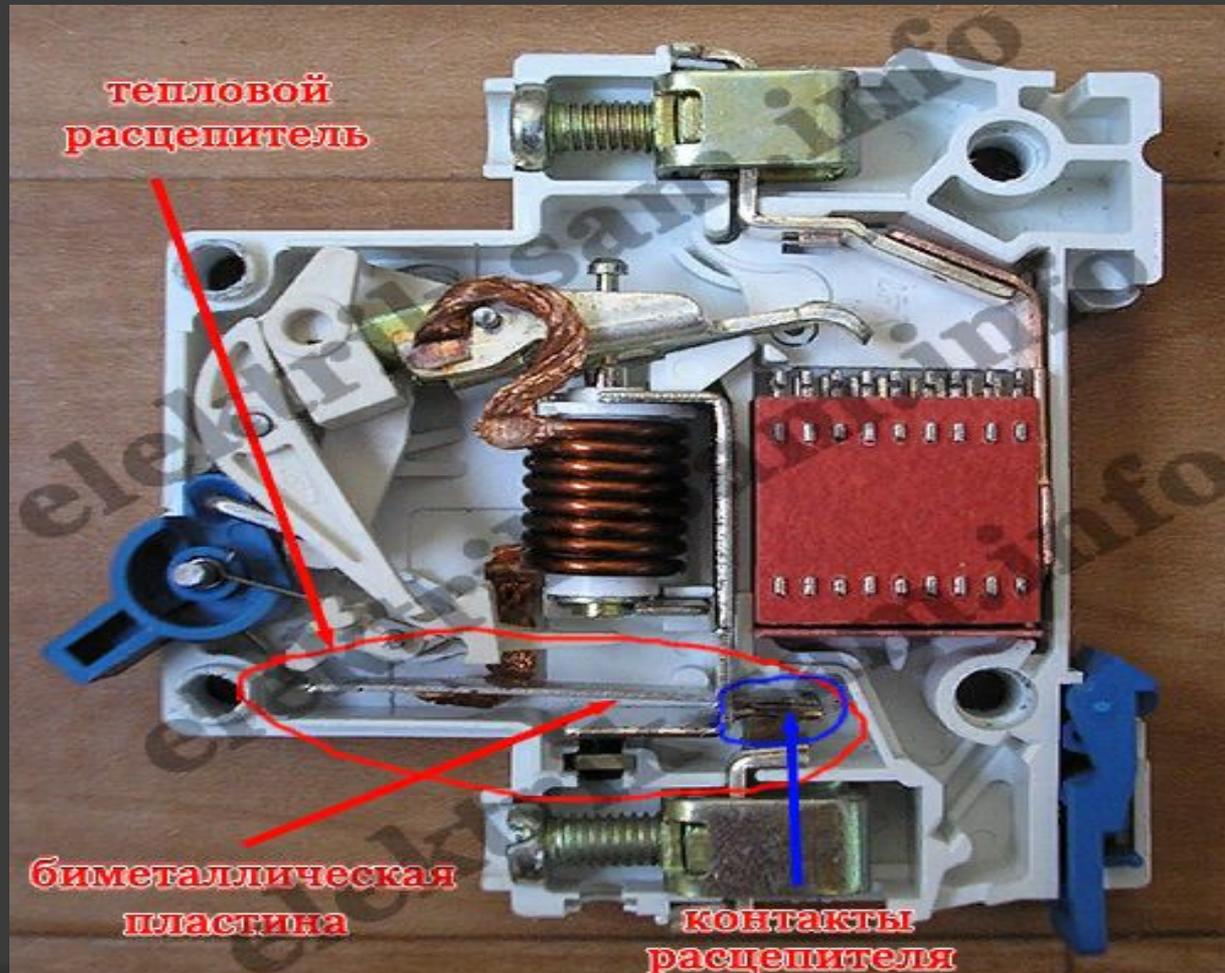
elektroshkola.ru

# Устройство и принцип работы автоматического выключателя.

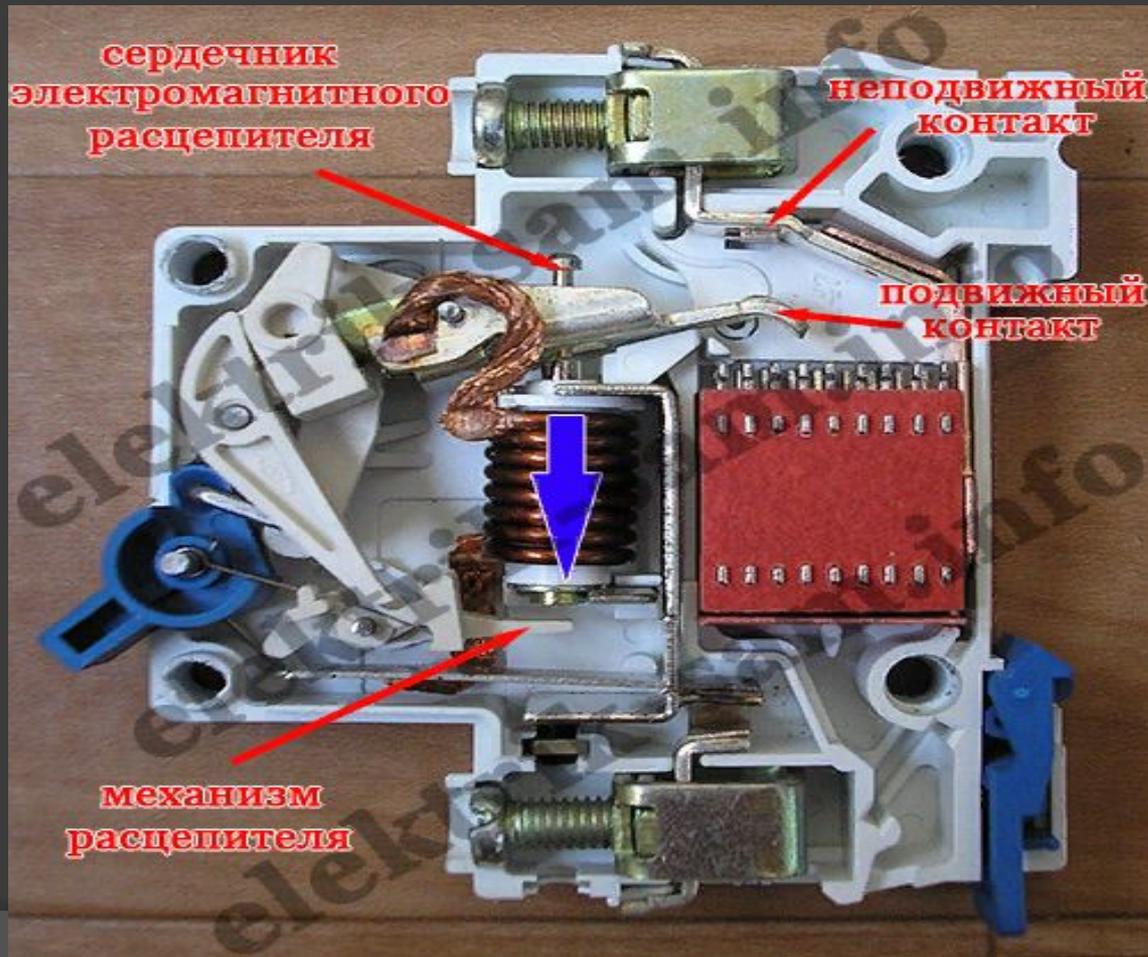


1,2 — соответственно нижняя и верхняя винтовые клеммы для подключения провода.  
3 — подвижный контакт;  
4 — дугогасительная камера; 5 — гибкий проводник (применяется для соединения подвижных частей автоматического выключателя);  
6 — катушка электромагнитного расцепителя;  
7 — сердечник электромагнитного расцепителя;  
8 — тепловой расцепитель (биметаллическая пластина); 9 — механизм расцепителя; 10 — рукоятка управления; 11 — фиксатор (для крепления автомата на DIN-рейке).

- ⦿ **Тепловой расцепитель**, представляет собой биметаллическую пластину, которая нагревается проходящим через нее током, и если ток превышает заданное значение, пластина изгибается и приводит в действие механизм расцепителя, отключая таким образом автоматический выключатель от защищаемой цепи.

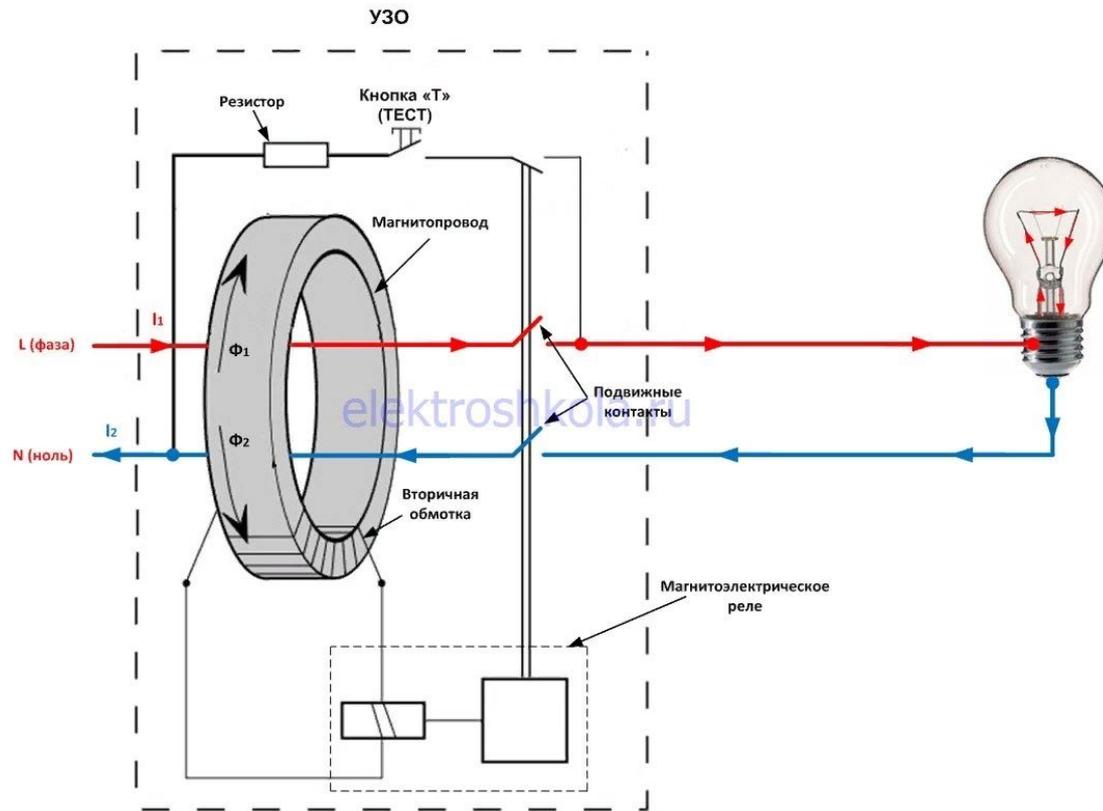


**Электромагнитный расцепитель** — это соленоид, т.е. катушка с намотанной проволокой, а внутри сердечник с пружиной. При возникновении короткого замыкания ток в цепи очень быстро нарастает, в обмотке катушки электромагнитного расцепителя наводится магнитный поток, под воздействием наведенного магнитного потока перемещается сердечник, и, преодолевая усилие пружины, воздействует на механизм и отключает автомат.

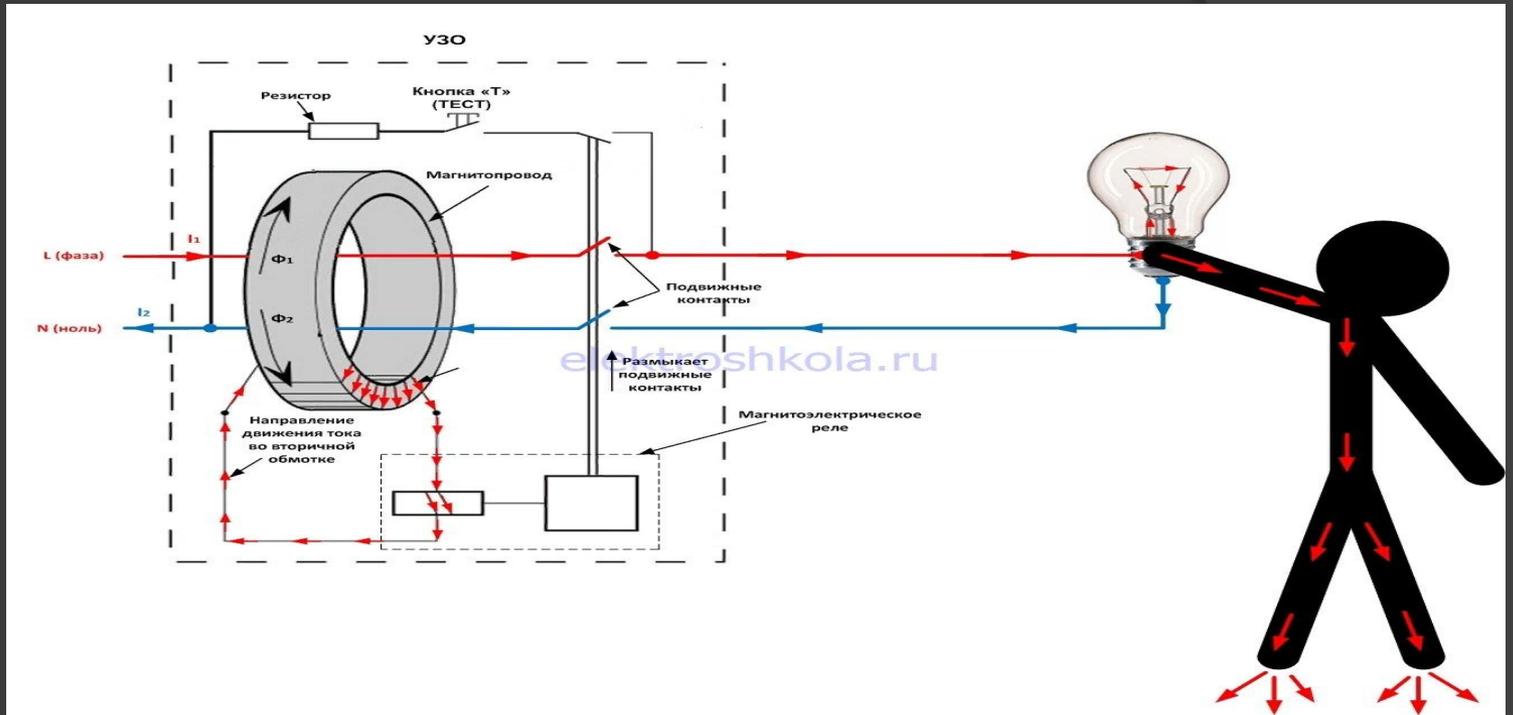


# Устройство Защитного Отключения

- ◎ **УЗО** — это коммутационный аппарат предназначенный для защиты электрической цепи от токов утечки, то есть токов протекающих по нежелательным, в нормальных условиях эксплуатации, проводящим путям, что в свою очередь обеспечивает защиту от пожаров (возгорания электропроводки) и от поражения человека электрическим током.



так как суммарный магнитный поток в магнитопроводе отсутствует (равен нулю), во вторичной обмотке ток не индуцируется. Подвижные контакты замкнуты, электрическая цепь включена и находится в нормальном режиме работы.



$$\Phi_{\text{сумм}} = \Phi_1 + \Phi_2 = 6 + (-5,5) = 0,5 \text{ усл. ед.}$$

Возникший суммарный магнитный поток индуцирует электрический ток во вторичной обмотке который проходя через магнитоэлектрическое реле приводит его в работу, а оно, в свою очередь, размыкает подвижные контакты отключая электрическую цепь.

Проверка работоспособности УЗО осуществляется нажатием кнопки «ТЕСТ». Нажатие данной кнопки искусственно создает в УЗО утечку тока, что должно привести к отключению УЗО.

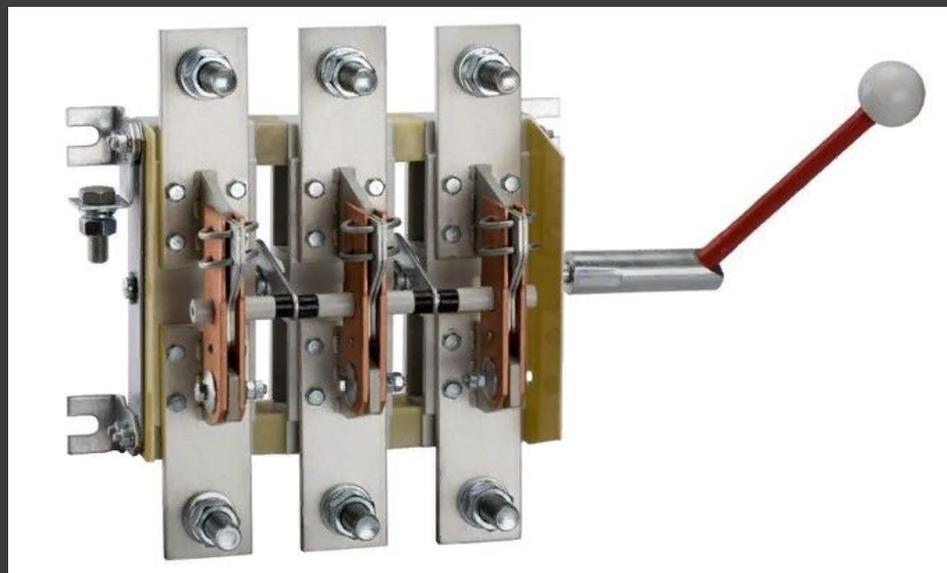


- 1. Номинальный ток** — максимальный ток при котором УЗО способно длительно работать не теряя свою работоспособность;
  - 2. Дифференциальный ток** — минимальный ток утечки при котором УЗО произведет отключение электрической цепи;
  - 3. Номинальное напряжение** — напряжение при котором УЗО способно длительно работать не теряя свою работоспособность
  - 4. Тип тока** — постоянный (обозначается «-«) или переменный (обозначается «~»);
- Условный ток короткого замыкания** — ток который кратковременно может выдержать УЗО до момента пока не сработает защитная аппаратура (предохранитель или автоматический выключатель).

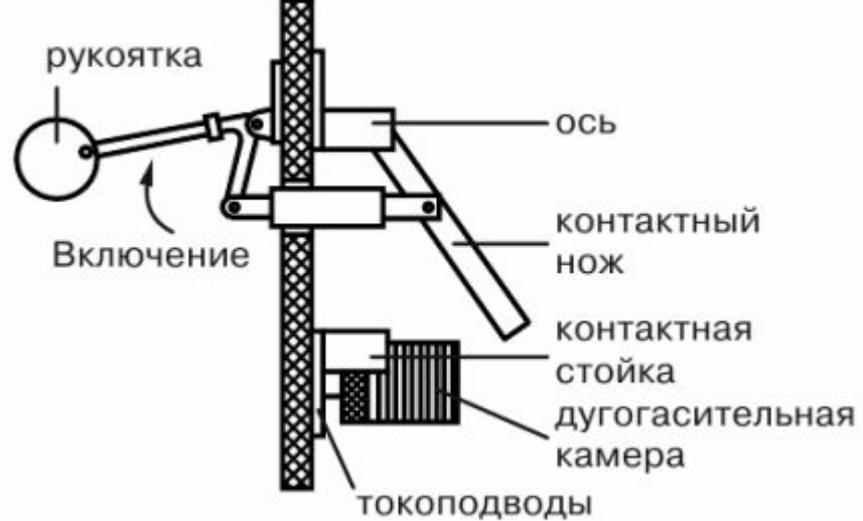
Стандартными величинами **дифференциального тока УЗО** являются: 6, 10, 30, 100, 300, 500мА. Дифференциальные токи: 100, 300 и 500мА применяются для защиты **от пожаров**, а токи : 6, 10, 30мА — для защиты от поражения **человека** электрическим током. При этом токи 6 и 10мА применяются, как правило, для защиты отдельных потребителей и помещений с повышенной опасностью, а дифференциальный ток 30мА подходит для общей защиты электросети.

# Рубильники

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



- ◎ Рубильники и переключатели классифицируются по следующим признакам:
- ◎ 1) **по величине номинального тока** — 100; 200; 400; 600; 1000 А;
- ◎ 2) **по количеству полюсов** — однополюсные, двухполюсные, трехполюсные:
- ◎ 3) **по наличию разрывных контактов** — с разрывными контактами, без разрывных контактов.
- ◎ 4) **по способу управления** — с непосредственным управлением для монтажа с лицевой стороны распределительного устройства, с дистанционным управлением для монтажа с задней стороны распределительного устройства;
- ◎ 5) **по способу присоединения проводов** — с передним присоединением проводов, с задним присоединением проводов.

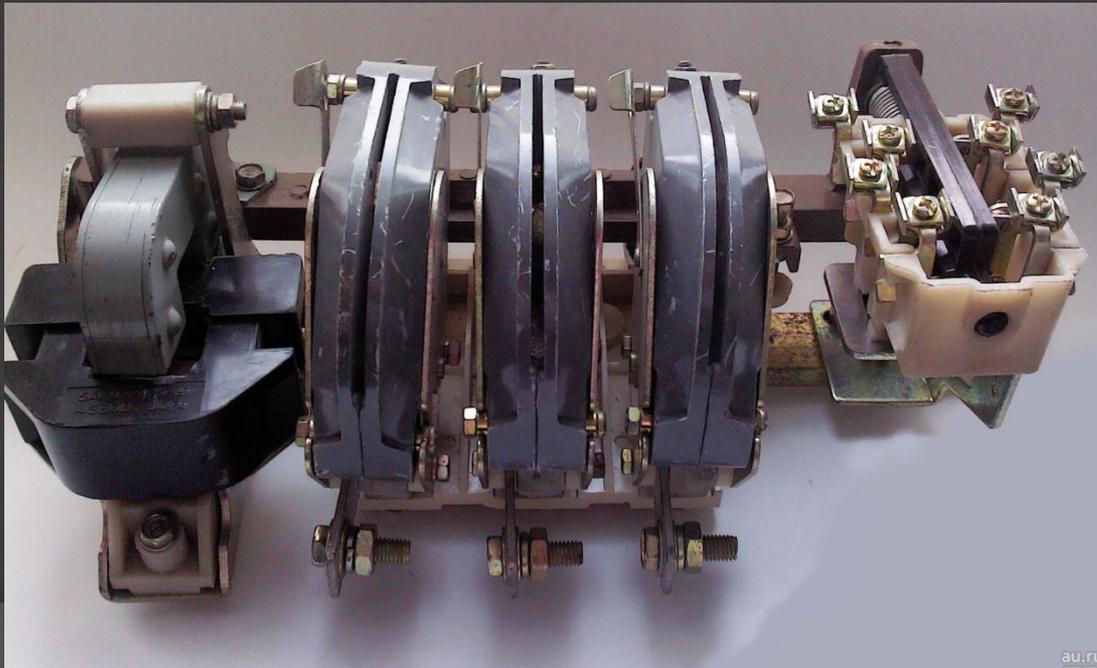


# Пакетные выключатели

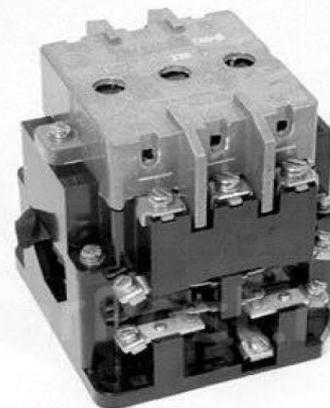


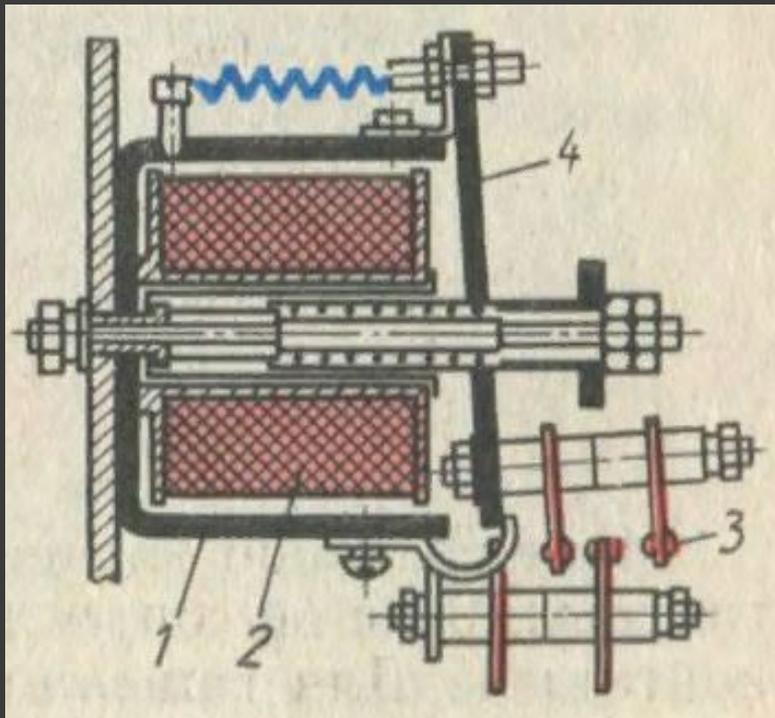
# Магнитные пускатели и контакторы

- ◎ **Контактор**-аппарат дистанционного и автоматического управления для частых включений и отключений электрических сетей при нормальных режимах работы



- ◎ **Магнитные пускатели** предназначены, главным образом, для дистанционного управления трехфазными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором, а именно:
- ◎ для пуска непосредственным подключением к сети и остановки (отключения) электродвигателя (неревверсивные пускатели),
- ◎ для пуска, остановки и реверса электродвигателя (реверсивные пускатели).
- ◎ Кроме этого, пускатели в исполнении с тепловым реле осуществляют также защиту управляемых электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности





При подаче напряжения на катушку пускателя 2, протекающий в ней ток притянет якорь 4 к сердечнику 1, следствием чего станет замыкание **СИЛОВЫХ КОНТАКТОВ** 3, а также замыкание (или размыкание в зависимости от исполнения) **ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ БЛОК - КОНТАКТОВ**, которые в свою очередь, сигнализируют в систему управления о включении или отключении устройства. При снятии напряжения с катушки магнитного пускателя под действием возвратной пружины контакты разомкнутся, то есть вернуться в свое начальное положение.

# Предохранители

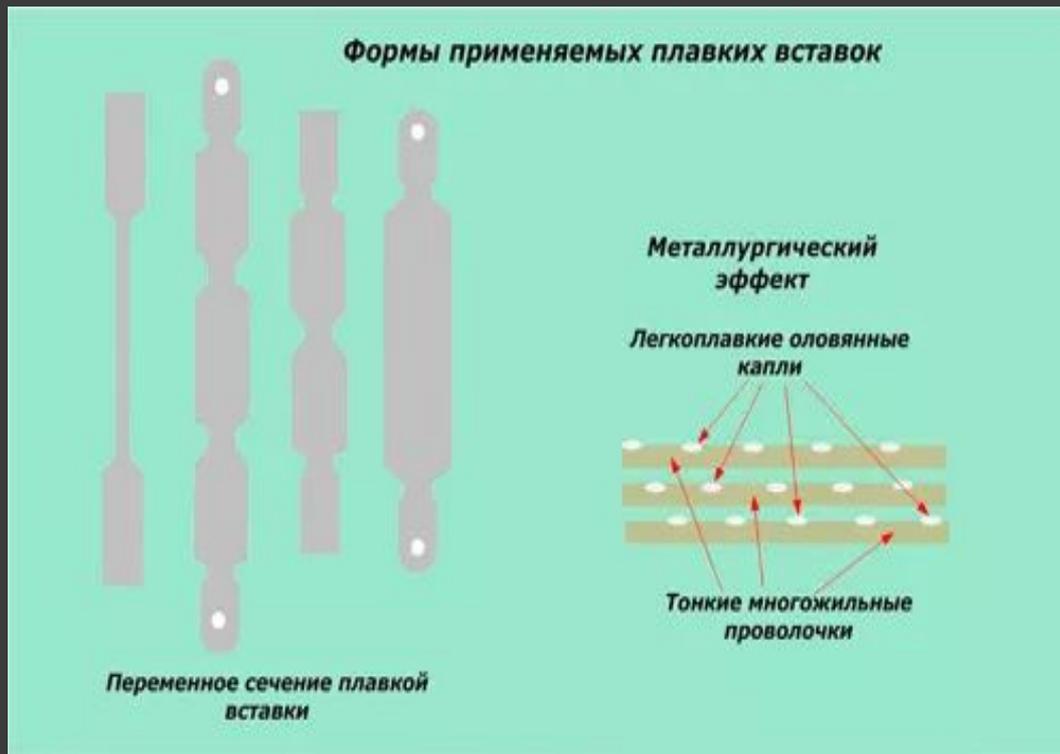
Это коммутационный электрический аппарат, предназначенный для отключения защищаемой цепи размыканием или разрушением специально предусмотренных для этого токоведущих частей под действием тока, превышающего определённое значение.



# Виды предохранителей:

- ◎ **Плавкие** предохранители разрывают электрическую цепь в результате расплавления плавкой вставки.
- ◎ **Электромеханические** предохранители содержат контакты, которые отключаются деформирующимся биметаллическим элементом. Многократность срабатывания – существенное преимущество этих устройств перед плавкими предохранителями.
- ◎ **Электронные** предохранители содержат электронный ключ, который управляется специальной электронной схемой.
- ◎ **Самовосстанавливающиеся** предохранители изготовлены с применением особых материалов. Их свойства изменяются при протекании тока, но восстанавливаются после уменьшения или исчезновения тока в электрической цепи. Соответственно сопротивление сначала увеличивается, а затем вновь уменьшается.





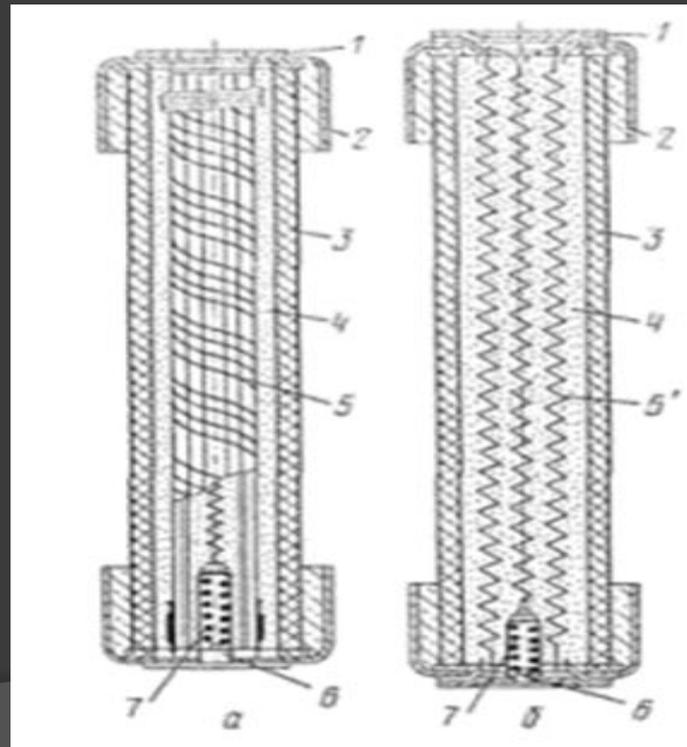
**Металлургический эффект** основан на получении местного расплава с более высоким сопротивлением и растворении в нём основного материала вставки с малым сопротивлением. В результате местное сопротивление увеличивается, и вставка более быстро расплавляется. Расплав получается из капель олова или свинца, которые наносятся на медную жилку. Такие методы применяются для маломощных предохранителей на токи до нескольких единиц ампер. В основном они применяются для различных бытовых электроприборов и устройств.

# Высоковольтные предохранители .

- ⦿ Высоковольтные предохранители используются для защиты электрооборудования электрических сетей напряжением выше 1000 В от токов короткого замыкания и токов недопустимых перегрузок.
- ⦿ Основными техническими характеристиками предохранителей являются **номинальное напряжение, номинальный ток плавкой вставки, предельно отключаемый ток предохранителя.**

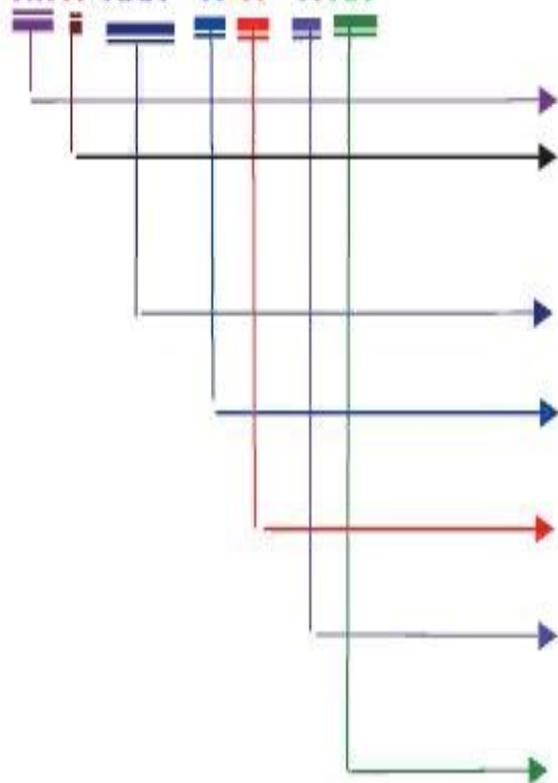


**Предохранители типа ПКТ** (с кварцевым песком) изготавливают на напряжения 6 ... 35 кВ и номинальные токи 40 ... 400 А. Наиболее широкое распространение получили предохранители ПКТ-10 на 10 кВ, устанавливаемые на стороне высшего напряжения сельских трансформаторных подстанций 10/0.38 кВ. Патрон предохранителя (рис. 1) состоит из фарфоровой трубки 3, заполненной кварцевым песком, которая армирована латунными колпачками 2 с крышками 1. Плавкие вставки изготавливают из посеребренной медной проволоки. При номинальном токе до 7.5 А используют несколько параллельных вставок 5, намотанных на ребристый керамический сердечник (рис. 1, а). При больших токах устанавливают несколько спиральных вставок (рис. 1).



## Структура идентификационного обозначения предохранителя

ПК X-XXX-X-X-XX



ПК – предохранитель с кварцевым наполнителем

Т – для защиты силовых трансформаторов, воздушных и кабельных линий, конденсаторов, электродвигателей;

Н – для защиты трансформаторов напряжения;

трехзначное число, обозначение конструктивного исполнения: 101; 102; 103; 104;

номинальное напряжение, кВ:

6; 10; 35;

номинальный ток, А;

2; 3,2; 5; 8; 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 80; 100; 160 А; 200; 315;

номинальный ток отключения, кА:

8; 12,5; 20; 31,5; 40; 50;

климатическое исполнение и категория размещения

по ГОСТ 15150-69: У1, У3