

# Рудничные автоматические выключатели

**Автоматический выключатель** – электромеханический аппарат для нечастых коммутаций электрических сетей. Основным предназначением автоматического выключателя является защита электрических сетей и потребителей от токов к.з., перегруза, токов утечки и т.п. Основными элементами автоматического выключателя являются подвижный и неподвижный силовые контакты с дугогасительными устройствами, катушка (катушки) индуктивности с механизмом отключения и механизмом включения в одном корпусе (на одном основании).

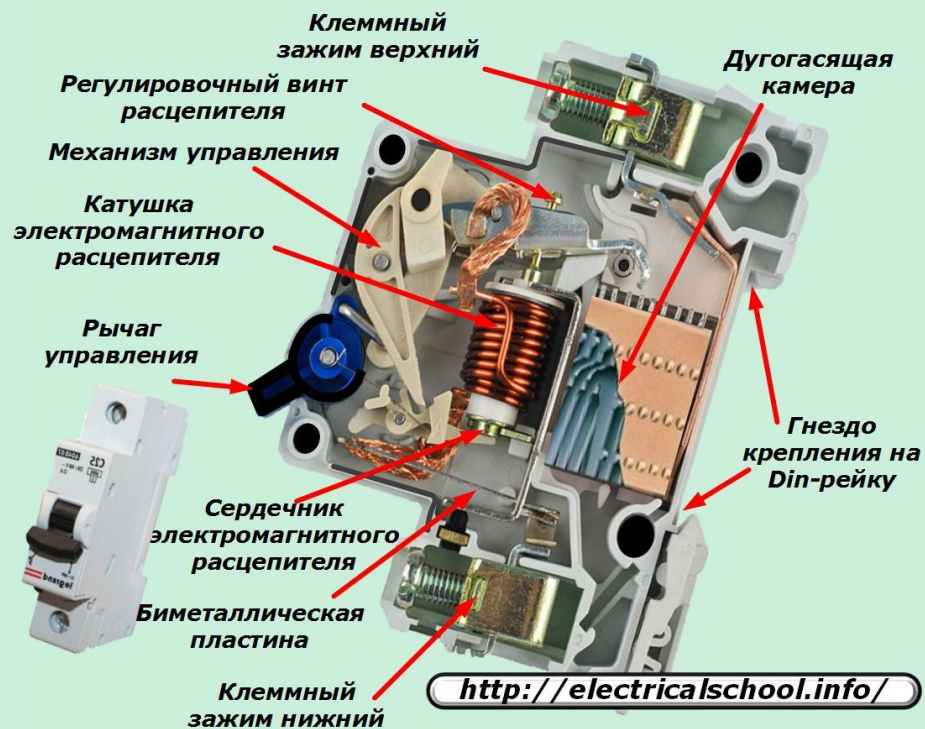
# Рудничные автоматические выключатели

- Автоматические выключатели делятся:
- **по роду тока** – на автоматические выключатели переменного тока, постоянного тока, универсальные, высокочастотные;
- **по величине напряжения** – до 230В, до 400В, до 690В, до 1200В;
- **по номинальному току** – на любой ток – стандартный ряд - 1; 1,6; 4; 6; 10; 16; 25; 40; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2500; 4000 А и более ;
- **по количеству полюсов** – одно -, двух- , трех-, четырехполюсные;
- **по наличию расцепителя** – с независимым, максимальным, минимальным, нулевым, тепловым, комбинированным расцепителем;
- **по типу расцепителя** – с электромагнитным, полупроводниковым, электронным расцепителем;
- **по способу присоединения проводников** – с передним, задним присоединением, штепсельные (втычные) контакты;
- **по виду привода** – ручные, электромагнитные (соленоидные), моторные;
- **по способу установки** – установочные (могут устанавливаться отдельно, так как имеют закрытыми все токоведущие части ) и универсальные (токоведущие части не закрыты, поэтому устанавливаются как отдельно, так и в составе группы)

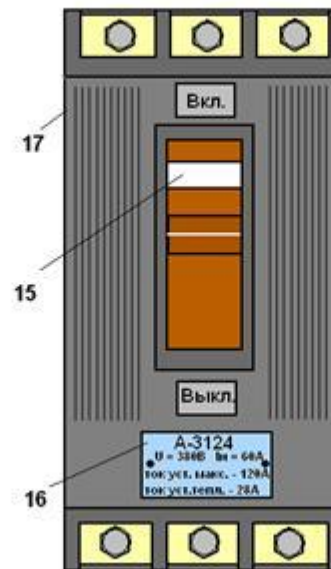
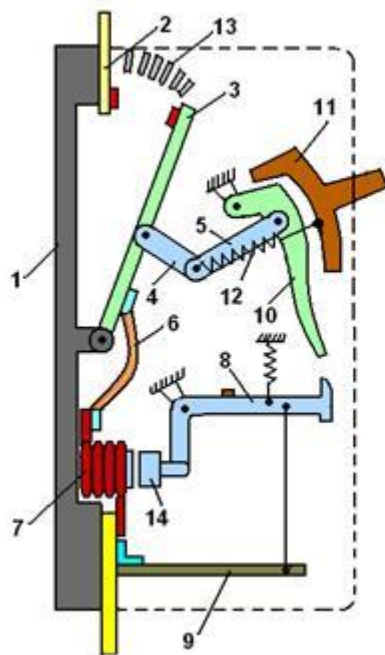
# Рудничные автоматические выключатели

- **по способу установки** – установочные (могут устанавливаться отдельно, так как имеют закрытыми все токоведущие части ) и универсальные (токоведущие части не закрыты, поэтому устанавливаются как отдельно, так и в составе группы)
- **по способу установки в шкафах** - стационарные, выкатные (выдвижные).
- **по быстродействию** – быстродействующие (до 5 мс), небыстродействующие (100 – 10 мс);
- **по роду нагрузки (токовременная характеристика)**– тип А (МТЗ – 1-3 In) – для электропроводок и полупроводниковых приборов; тип В (МТЗ – 3-5 In) – для осветительных сетей и питания розеток; тип С (МТЗ – 5-10 In) – для трансформаторов и ЭД с легким пуском; тип D (МТЗ – 10-20 In) – для мощных трансформаторов и ЭД с тяжелым пуском; тип Z (МТЗ – 2-3 In) – для промышленной электроники; тип (МТЗ – 8-15 In) – для индуктивной нагрузки (например дуговые печи).

### Автоматический выключатель переменного тока



### Автоматический выключатель серии А



1. Основание корпуса.
2. Неподвижный контакт.
3. Контактный рычаг с подвижным контактом.
- 4.5. Рычаги свободного расцепителя.
6. Медный шунт.
7. Максимальный токовый расцепитель.
8. Удерживающий рычаг с зубом.
9. Тепловой расцепитель.
10. Рычаг механизма включения.
11. Рукоятка механизма включения.
12. Пружина свободного расцепителя.
13. Дугогасительная решетка.
14. Якорь максимального расцепителя.
15. Сигнальная метка.
16. Паспортная табличка.
17. Корпус автомата.



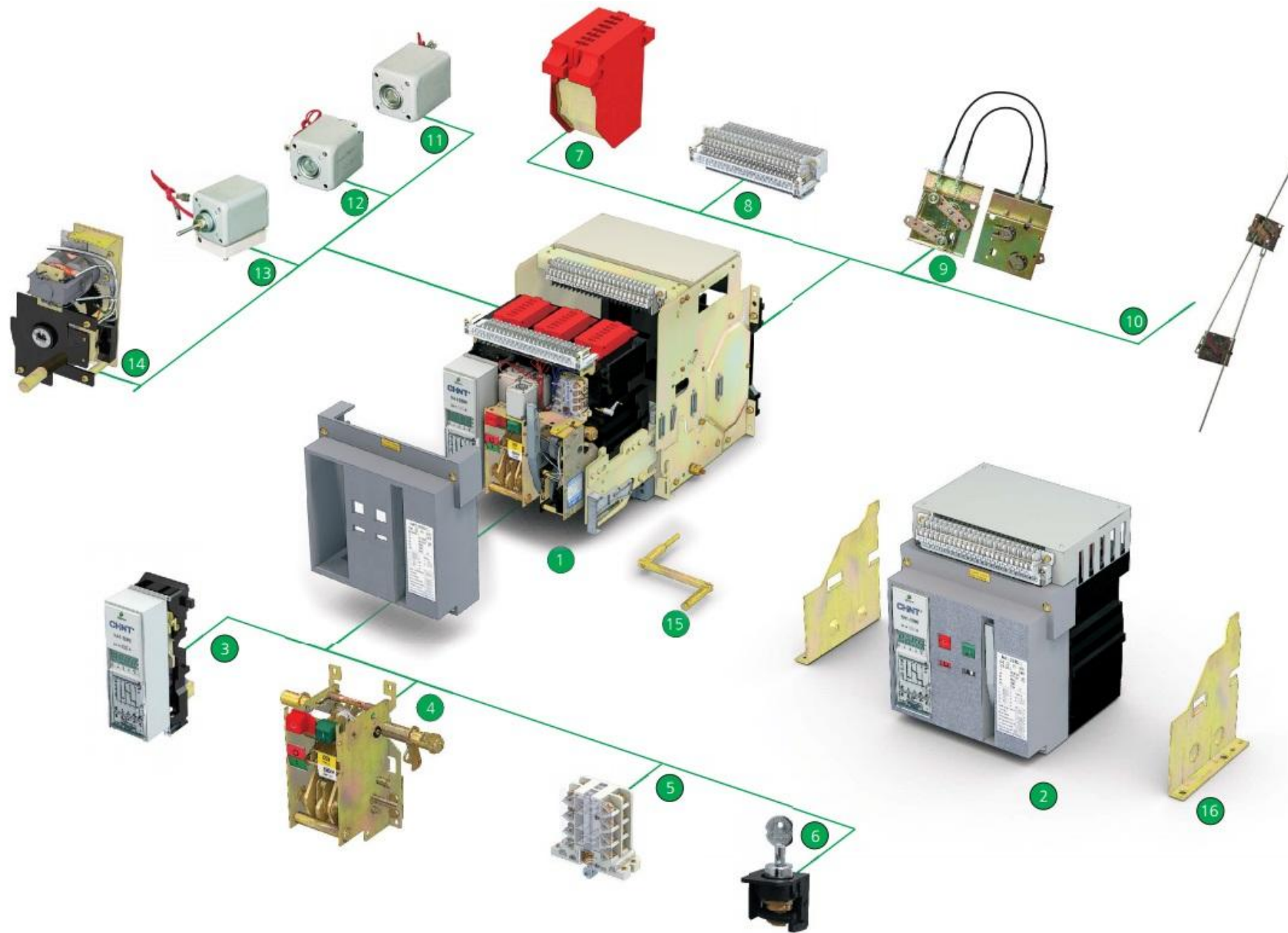
*a*



*б*

# Рудничные автоматические выключатели

- На предприятиях горнорудной промышленности применяются все виды автоматических выключателей от общепромышленных серий до специализированных исполнений. Как правило, автоматические выключатели, до 1000 А - стационарные, выше 1000 А выкатные. Для удобства обслуживания и снижения монтажных и эксплуатационных затрат автоматические выключатели располагают в одном месте в отдельных электрических щитках, шкафах, распределительных пунктах, щитовых, распределительных устройствах низкого напряжения подстанций.
- С помощью автоматических выключателей запитывают сети всех потребителей. Сами автоматические выключатели неприхотливы, надежны и практически не требуют обслуживания, кроме уборки пыли и протягивания контактов. Ремонт - особенно автоматических выключателей стационарного исполнения последних 10 лет выпуска, обычно не осуществляется или меняются только его функциональные блоки. Однофазные выключатели просто меняются при неисправностях.
- Сами автоматические выключатели последних лет имеют модульный принцип построения. Обычно это базовая комплектация в корпусе (главные контакты, приводной механизм рукоятки включения, механизм расцепления, устройства для подключения кабелей). Все остальные комплектующие устанавливаются по желанию потребителя (различные расцепители, блок-контакты, типы приводов, устройства сигнализации, устройства крепления корпуса оборудования к стенам (шкафам) и т.п.).



## Автоматические выключатели NA1

- 1 Выдвижное исполнение
- 2 Стационарное исполнение
- 3 Микропроцессорный модуль
- 4 Механизм операции
- 5 Вспомогательные контакты
- 6 Замковое устройство
- 7 Дугогасительная камера
- 8 Клемник вспомогательных цепей
- 9 Тросовая механическая блокировка
- 10 Механическая блокировка тягами
- 11 Независимый расцепитель
- 12 Включающий электромагнит
- 13 Минимальный расцепитель напряжения
- 14 Двигательный взводной механизм
- 15 Поворотная рукоятка
- 16 Фиксирующая панель

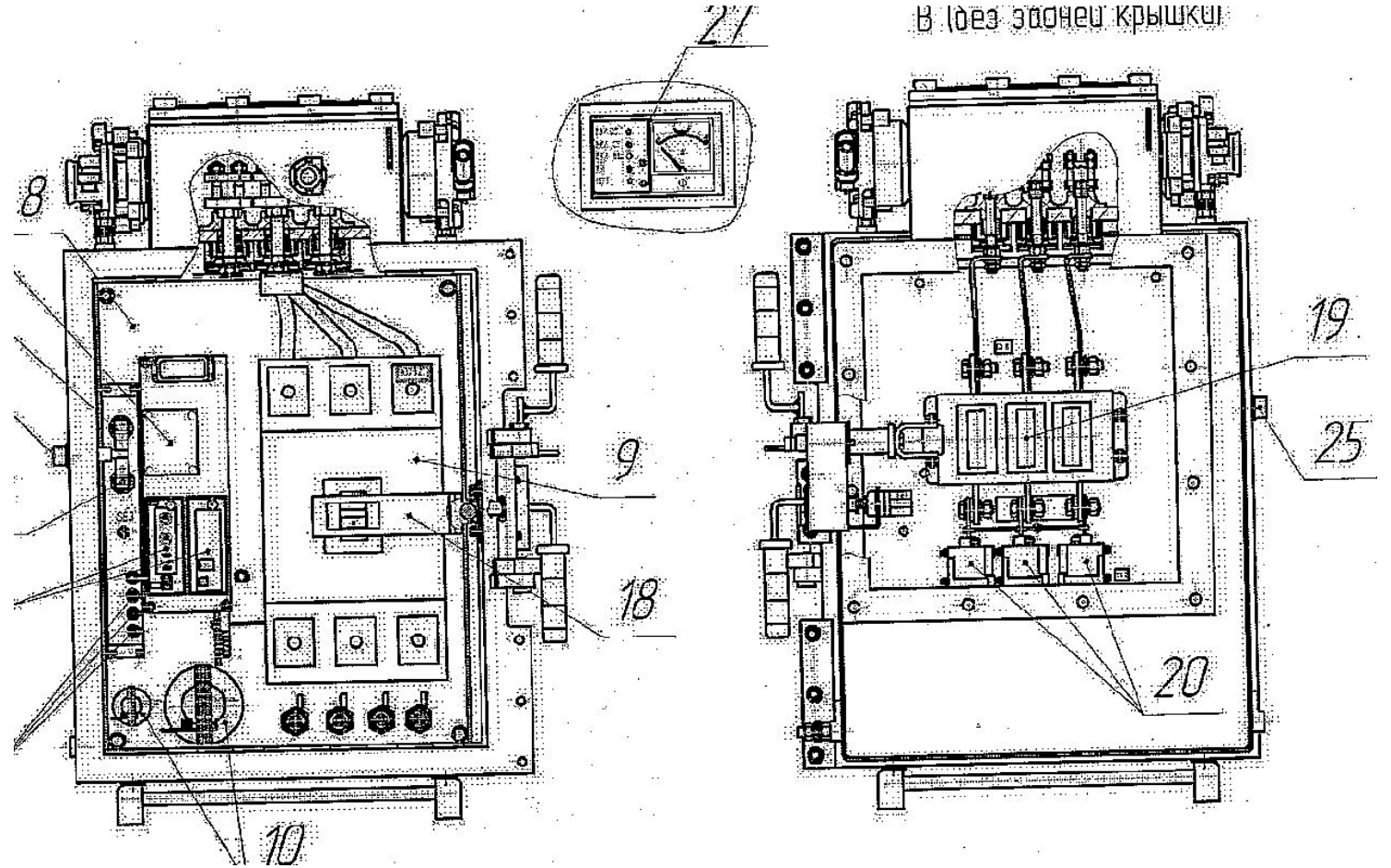
# Рудничные автоматические выключатели

- На горных работах применяются пускатели в рудничном нормальном РН (типа **ВРН, ВР, ВР-ДО** (дистанционное отключение), **ВР-ДУ** (дистанционное управление), **ВР-РУ** (с реле утечки), **ВАРП** (постоянного тока – питание контактной сети) и взрывобезопасном исполнении РВ (типа **АВ, АВ – УКЗ** (устройство контроля целостности заземляющей жилы кабеля).
- Так же на горнорудных предприятиях все еще остаются в эксплуатации и пускатели более старых модификаций – **АФВ, АВ-400 (100, 200), ВАШ** которые постепенно выводятся из эксплуатации.
- Зачастую, несмотря на различные наименования, все рудничные автоматические выключатели имеет сходный функционал и сходную электрическую схему. В основном, это делается в маркетинговых (коммерческих) целях (для конкуренции разных производителей). Например, на электронной торговой площадке размещен заказ от предприятия на автоматический выключатель серии ВР и разные производители начинают менять названия выпускаемого оборудования под этот заказ.
- Характерной особенностью автоматических выключателей выпусков последних лет является наличие в них микропроцессорных (микроконтроллерных) блоков управления и защит, а так же жидкокристаллического дисплея с кнопками управления микроконтроллером.
- Кроме того схемы с автоматическими выключателями с электронным расцепителем практически вытеснили все другие типы расцепителей. Электрическая схема аппарата в целом упрощается – не требуются трансформаторы тока (датчики тока), блок ПМЗ и БЗП, упрощается функционал микропроцессорных блоков защит или они перестают быть востребованными.



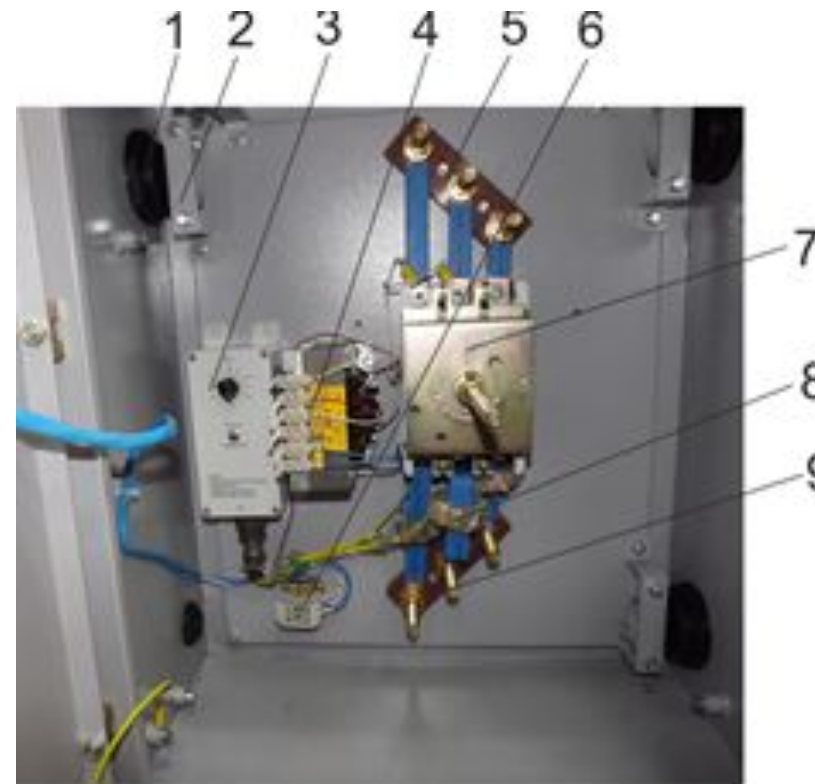
# Рудничные автоматические выключатели

- Практически все микроконтроллерные блоки имеют функции самоконтроля и самодиагностики целостности самих блоков и, зачастую, всех элементов автоматического выключателя в целом.
- В последнее время начат выпуск рудничных автоматических выключателей с управлением по сетям Wi-Fi.
- Еще одной характерной особенностью рудничных автоматических выключателей последних лет стало широкое применение вспомогательных электрических аппаратов совместно встроенных в корпус (многофункциональные устройства (МФУ)). Это аппараты защиты от однофазных замыканий на землю (реле утечки), контакторы и т.п. С одной стороны это делает сам автоматический выключатель более универсальным, с другой стороны, аппарат становится больше, тяжелее и намного дороже.
- **Автоматические выключатели в исполнении РВ серии АВ** - предназначены для защиты электроустановок от токов к.з. и для нечастых коммутаций в сетях с изолированной нейтралью в шахтах и рудниках опасных по газу и пыли.
- Напряжение сети – 380/660/1140 В.
- Номинальный ток – 250/400/630 А.
- Аппарат состоит из автоматического выключателя серии А37, блокировочного разъединителя QS, трансформаторов цепей управления и искрозащиты TV<sub>1,2</sub>, блоков защит БЗК и дистанционного управления БДУ, датчиков тока и корпуса на салазках с быстро открываемой крышкой. На корпусе расположены рукоятки приводов разъединителя и автоматического выключателя с блокировками.



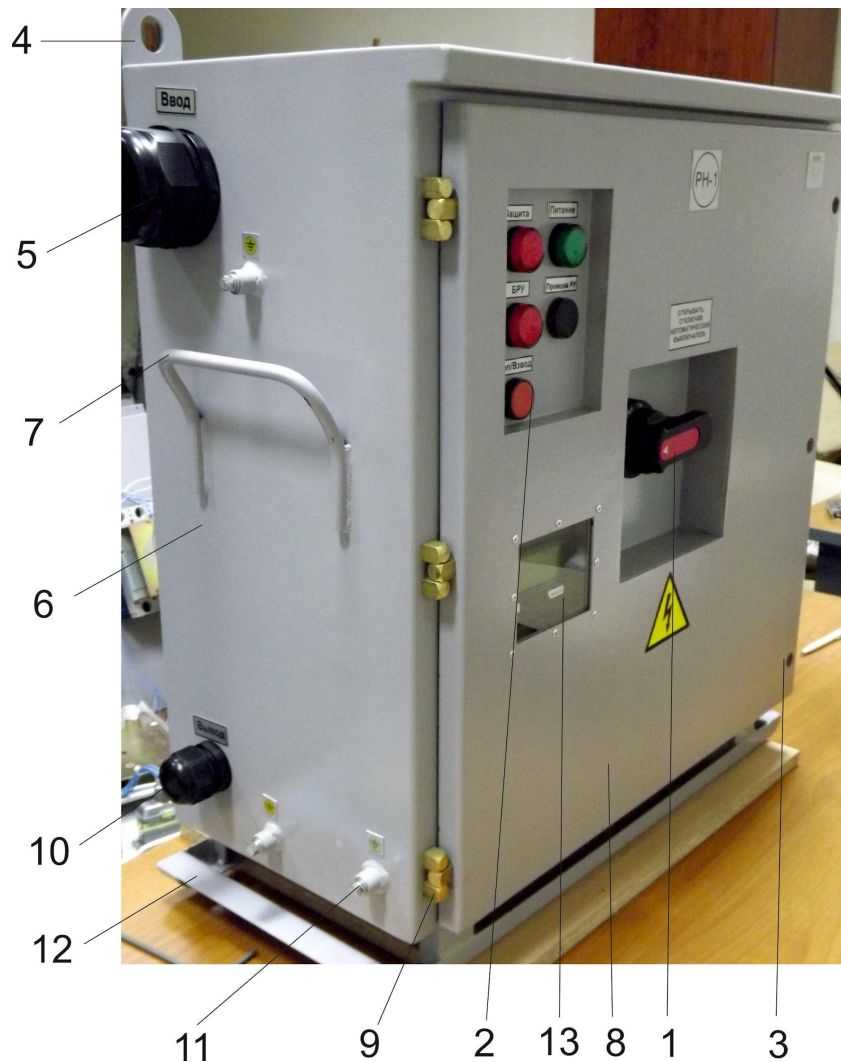
# Рудничные автоматические выключатели

- **Автоматические выключатели в исполнении РН серии ВР(ВРН)** - применяются для работы в трехфазных сетях переменного тока с изолированной или глухозаземленной нейтралью трансформатора в условиях рудников и шахт, не опасных по взрыву газа и пыли, предприятий горнорудной промышленности для защиты фидерных сетей и электрических установок от токов короткого замыкания и перегрузки, а также для оперативных включений и отключений электрических цепей при нормальных режимах работы сети. Выключатели изготавливаются в стандартном (**С**) (толщина металла 1,5 - 2 мм) и усиленном (**КУ**) (толщина металла 3 - 4 мм) корпусах. Так же, по требованию заказчика, возможно изготовление выключателя с изолированным от автоматического выключателя кабельным отсеком (верхний кабельный отсек).
- Напряжение сети – 380/660 В.
- Номинальный ток – 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000 А.
- Аппарат состоит из: автоматического выключателя с электромагнитным или электронным расцепителем, микропроцессорного блока защит и управления (может не быть), датчиков тока (может не быть), трансформаторов питания цепей защит, управления и сигнализации, корпуса с салазками и дверцей с приводной рукояткой автоматического выключателя, кабельного вводно – выводного устройства, кнопок проверки защит и сигнализирующих устройств (на рисунках ниже).



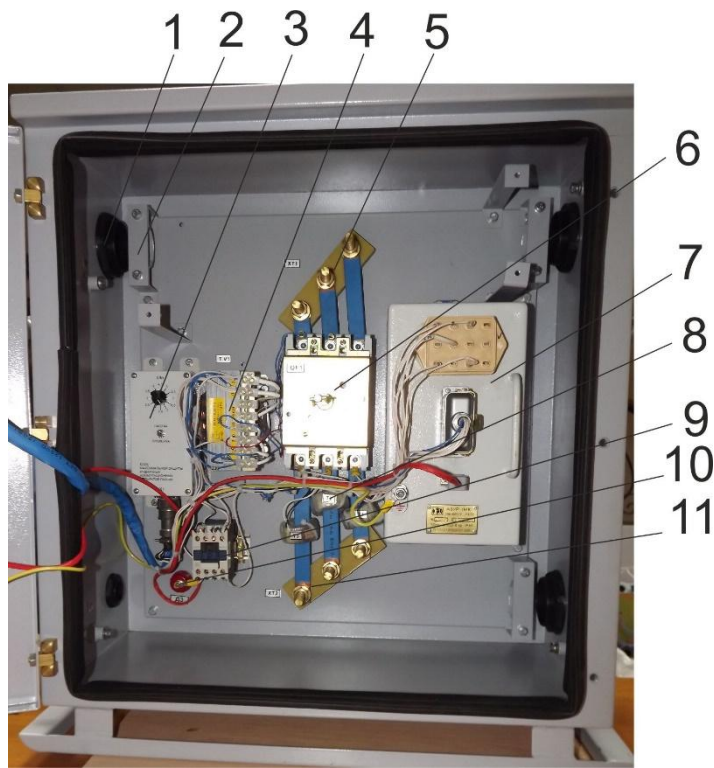
1. — рукоятка автоматического выключателя с блокировкой дверцы
2. — панель сигнализации и управления
3. — запорные устройства дверцы
4. — установочные (строповочные) петли
5. — кабельные вводы силового кабеля
6. — корпус
7. — ручка
8. — дверца
9. — шарнир
10. — кабельные вводы контрольного кабеля
11. — зажим заземляющий
12. — салазки

- 1 — кабельный ввод
- 2 — устройство крепления кабеля
- 3 — блок защиты микропроцессорный
- 4 — трансформатор питания цепей управления
- 5 — клеммник силовых цепей вводной
- 6 — клеммник оперативных цепей
- 7 — автоматический выключатель NM1
- 8 — датчик тока
- 9 — клеммник силовых цепей выводной



1. – рукоятка автоматического выключателя с блокировкой дверцы
2. – панель сигнализации и управления
3. – запорные устройства дверцы
4. – установочные (строповочные) петли
5. – кабельные вводы силового кабеля
6. – корпус
7. – ручка
8. – дверца
9. – шарнир
10. – кабельные вводы контрольного кабеля
11. - зажим заземляющий
12. – салазки
13. - смотровое окно

Общий вид выключателей ВР- КУ – со встроенным реле утечки



кабельный ввод

2 – устройство крепления кабеля

3 – блок защит микропроцессорный

4 – трансформатор ОСМ1

5 – клеммник силовых цепей вводной

6 – автоматический выключатель

7 – аппарат защиты от токов утечки на землю АЗУР.1-МК

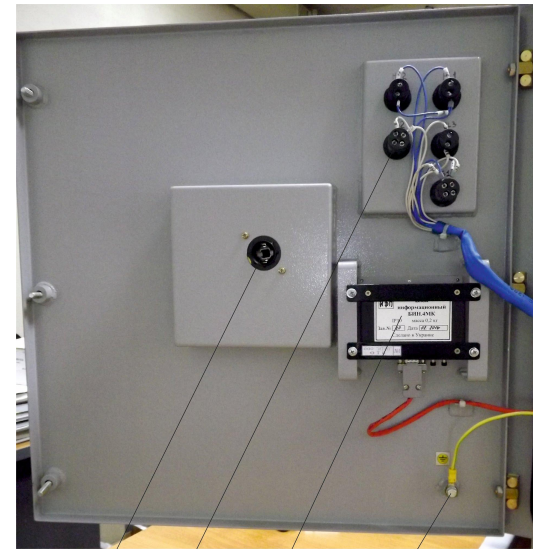
8 – датчик тока

9 – контактор NC1

10 – дополнительный заземлитель

11 – клеммник силовых цепей выводной

Камера пускозащитной аппаратуры выключателей ВР-РУ



1- механизм блокировки дверцы автоматического выключателя

2 – индикаторы светодиодные и кнопки управления

3 – информационный блок БИН.4МК (может устанавливаться килоомметр)

4 – зажим заземляющий

Дверца камеры пускозащитной аппаратуры (внутренняя сторона)

# Рудничные автоматические выключатели

- Микропроцессорный блок защиты выполняет функцию электронного расцепителя, обеспечивает защиту выключателя от номинальных токов перегрузки и токов коротких замыканий согласно режимам, выбранным переключателями. В качестве датчиков тока используются специальные трансформаторы тока с окном под провод, поставляемые в комплекте. На лицевой стороне блока расположены: переключатель уставок номинального тока  $I_r$ , уставок тока короткого замыкания  $I_i/I_r$ , тумблеры МОТОР/СЕТЬ и РАБОТА/ПРОВЕРКА. Снизу блока установлен разъем для подключения к схеме выключателя. Блок обеспечивает защиту:
  - - при возникновении токов перегрузки, превышающих  $1,17 \cdot I_r$ . Уставка тока задается переключателем.. Время отключения при 6-кратной перегрузке равно 5 сек., при других значениях тока рассчитывается по формуле  $t = (6 \cdot I_r)^2 \cdot 5 / I^2$ , где  $I$  - ток перегрузки;
  - - при возникновении токов короткого замыкания, превышающих уставку  $I_i/I_r$ , заданную переключателем. Значения уставок – 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; равны кратности тока короткого замыкания  $I_i$  к току уставки защиты от перегрузки  $I_r$ . Отключение производится без выдержки времени;
  - - при возникновении перекоса токов фаз или обрыве одной из фаз при положении тумблера в режиме МОТОР. Перекос определяется как процентное отношение наиболее и наименее нагруженных фаз. Уставка величины перекоса выбрана равной 30%, а время отключения - 3 сек. Защита активна при величине тока более  $I_r/2$ , при положении тумблера в режиме СЕТЬ данная функция отключается.

# Рудничные автоматические выключатели

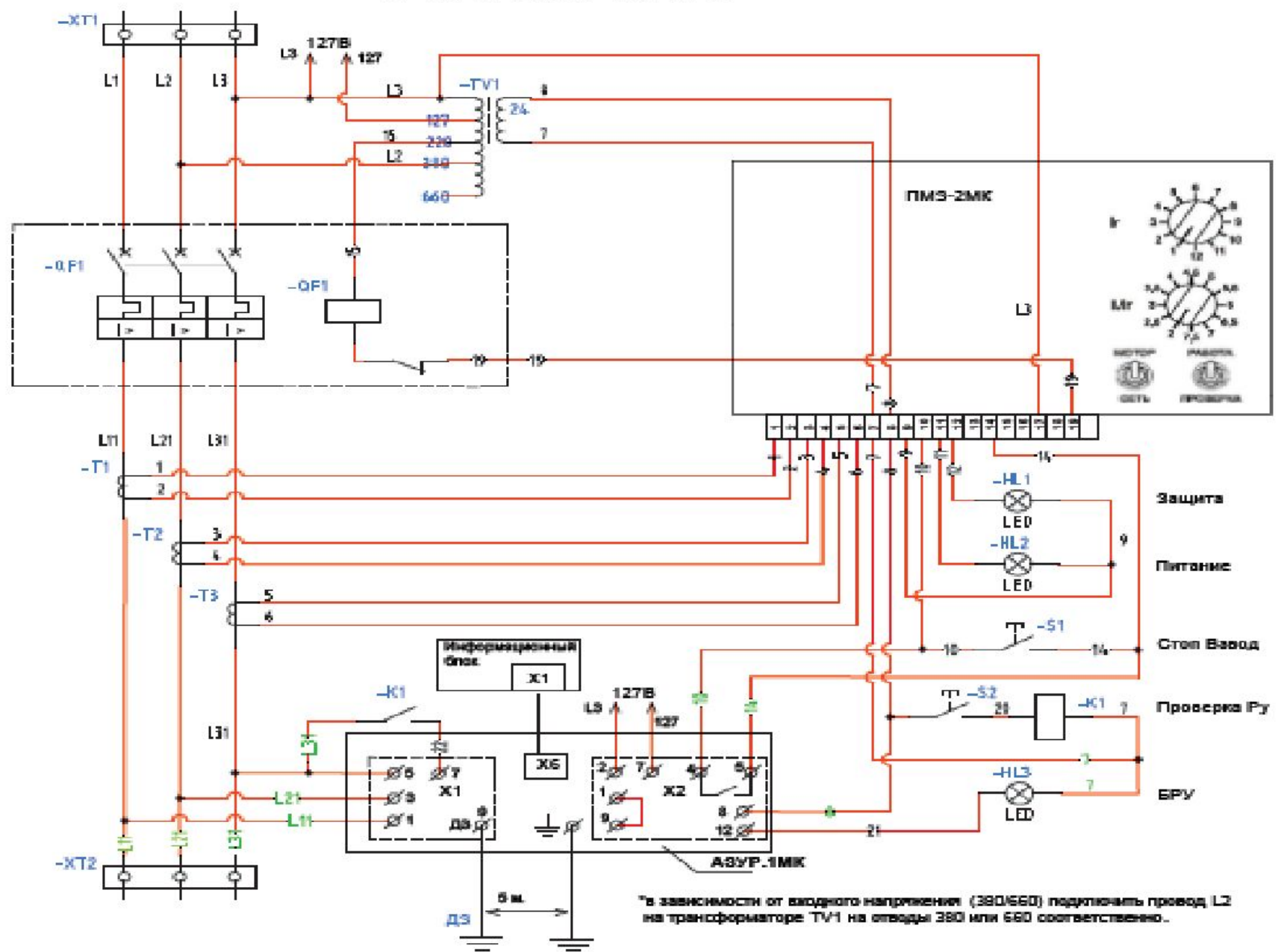
- - при неисправностях в Блоке.
- При проверке работы защиты от коротких замыканий (тумблер переключен в режим ПРОВЕРКА) уставка  $I_i/I_r$  заменяется на значение  $I_r /4$ .
- Основой схемы Блока защиты является микроконтроллер. Он выполняет измерение параметров сигналов, вычисления, логическую обработку и управление индикацией и реле.
- К микроконтроллеру подключены:
  - - схема измерения сигналов от трансформаторов тока
  - - схема входных дискретных сигналов
  - - схема управления реле
  - - схема управления сигнальными лампами
  - - схема опроса переключателя уставок.
- Схема измерения сигналов от трех трансформаторов тока преобразует сигналы переменного тока в напряжения, которые поступают на аналоговые входы микроконтроллера.
- Схема управления Реле включает реле по команде от микроконтроллера.



# Рудничные автоматические выключатели

- В случае неисправностей в цепях переключателя уставок или нечетком положении ключика переключателя включение блокируется, индикаторы включаются в соответствии с таблицей 1.3.
- Регистр Защит хранит информацию о факте последнего аварийного отключения. Он организован в энергонезависимой памяти микроконтроллера, т.е. сохраняет свое значение при отключении питания.
- **Автоматические выключатели типа ВАРП** - предназначены для защиты цепей постоянного тока (контактная сеть) от токов короткого замыкания и перегрузки, а также для оперативных включений и отключений участков сети в условиях рудников и шахт, не опасных по взрыву газа и пыли, предприятий горнорудной промышленности.
- Напряжение сети – 250 В, 400 В DC/
- Номинальный ток – 250, 500, 1000 А.
- Аппарат ВАРП состоит из автоматического выключателя постоянного тока, блока защит постоянного тока (БЗПТ) (зависит от комплектации), датчиков тока (зависит от комплектации), расположенных в корпусе с дверцей и рукояткой привода автоматического выключателя.

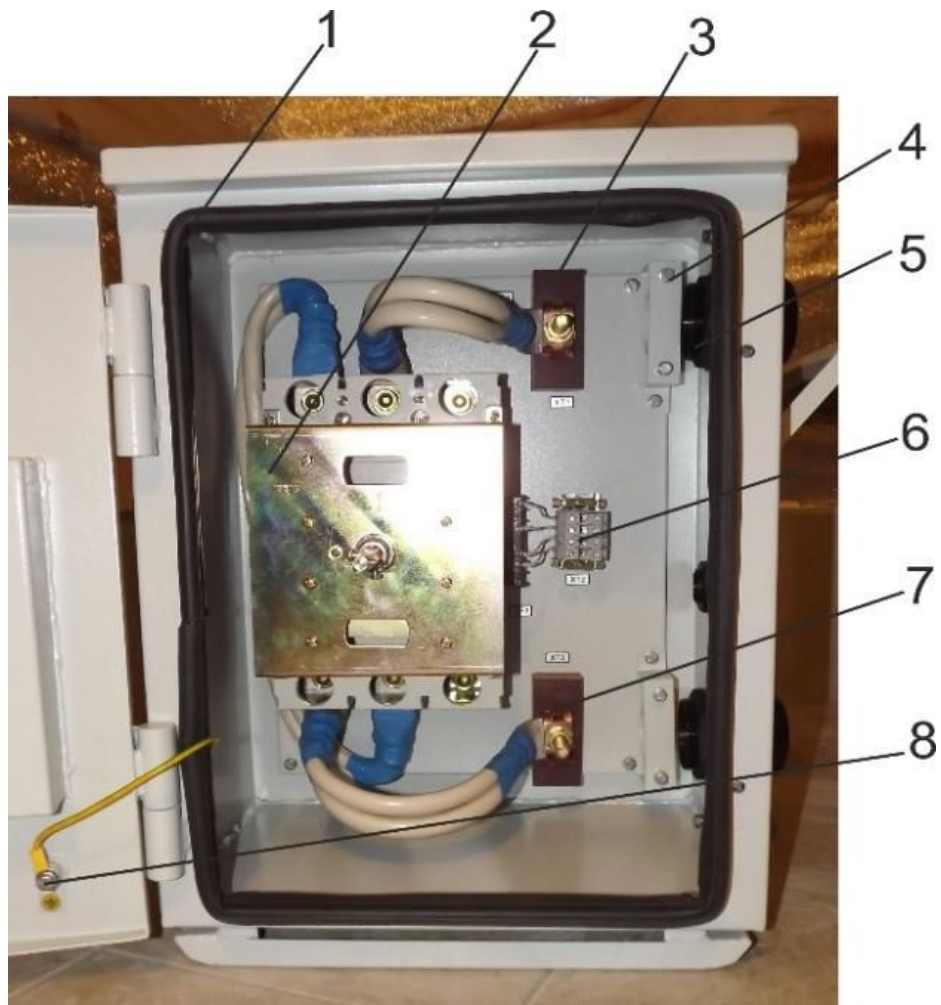
Схема электрическая принципиальная выключателей типов ВР -100-РУ ... ВР-1000-РУ,  
ВР-100-РУ-КУ ... ВР-1000-РУ-КУ





- 1 - шарнир
- 2- дверца
- 3- рукоятка автоматического выключателя с блокировкой дверцы
- 4- запорные устройства дверцы
- 5- болт подключения «минусовой» клеммы и заземления
- 6- установочные (строповочные) петли
- 7- кабельные вводы силового кабеля
- 8- ручка
- 9- корпус
- 10- кабельный ввод контрольного кабеля
- 11- салазки

Общий вид выключателей  
ВАРП-250...ВАРП-1000



- 1– уплотнитель резиновый
- 2– автоматический выключатель
- 3– клеммник силовых цепей вводной
- 4– устройство крепления кабеля
- 5– кабельный ввод
- 6– клеммник оперативных цепей
- 7– клеммник силовых цепей выводной
- 8– винт заземления

Камера пускозащитной аппаратуры выключателя  
ВАРП-500

# Рудничные автоматические выключатели

- Самостоятельно изучить типы общепромышленных пускателей.
- Самостоятельно изучить типы дифференциальных автоматических выключателей УЗО.
- Ответить на вопрос (В контакте) – область применения дифференциальных выключателей и УЗО.
- Подготовится к практической работе – выбор пускателей. (Учебник «Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий» Назаров А.А.)