

ТЕМА: «Виды и аппараты защиты, блокировок и сигнализаций»

План:

1. Предохранители, виды, конструкция, недостатки, области применения

2. Реле максимального тока

3. Автоматические выключатели

Назначение и принцип действия

Определение и назначение

Плавкий предохранитель — это коммутационный электрический элемент, предназначенный для отключения защищаемой цепи путем расплавления защитного элемента. Изготавливают плавкие элементы из свинца, сплавов свинца с оловом, цинка, меди. Предназначены для защиты электрооборудования и сетей от токов короткого замыкания и недопустимых длительных перегрузок.

Режимы работы предохранителя

Работа предохранителя протекает в двух резко различающихся режимах: в нормальных условиях; в условиях перегрузок и коротких замыканий.

Первый этап — работа в штатном режиме сети. В нормальных условиях нагрев плавкого элемента имеет характер установившегося процесса, при котором все выделяемое в нем количество теплоты отдается в окружающую среду. При этом, кроме элемента, нагреваются до установившейся температуры и все другие детали предохранителя. Эта температура не должна превышать допустимых значений.

Силу тока, на которую рассчитан плавкий элемент для длительной работы, называют номинальной силой тока плавкого элемента ($I_{ном}$). Она может быть отлична от номинальной силы тока самого предохранителя. Обычно в один и тот же предохранитель можно вставлять плавкие элементы на различные номинальные значения силы тока.

Номинальная сила тока предохранителя, указанная на нем, равна наибольшему значению тока плавкого элемента, предназначенного для данной конструкции предохранителя. При номинальной силе тока

избыточное количество теплоты вследствие теплопроводности материала элемента успевают распространиться к более широким частям, и весь элемент практически нагревается до одной температуры.

Второй этап — возрастание силы тока в сети. Чтобы значительно сократить время плавления вставки при возрастании силы тока, элемент выполняют в виде пластинки с вырезами, уменьшающими ее сечение на отдельных участках. На этих суженных участках выделяется большее количество теплоты, чем на широких.

При коротком замыкании нагревание суженных участков происходит настолько интенсивно, что отводом количества теплоты практически можно пренебречь. Плавкий элемент расплавляется («перегорает») одновременно во всех или в нескольких суженных местах, причем сила тока в цепи при коротком замыкании не успевает достичь установившегося значения.

В момент расплавления элемента в месте разрыва цепи возникает электрическая дуга. Гашение дуги в современных предохранителях происходит в ограниченном объеме патрона предохранителя. При этом плавкие предохранители делают такими, чтобы жидкий металл не мог повредить окружающие предметы.

Общее устройство и конструкция

В общем случае современный предохранитель состоит из двух основных частей: фарфорового основания с металлической резьбой; сменной плавкой вставки (рис. 21.1).

Плавкая вставка такого предохранителя рассчитана на номинальные токи 10, 16, 20 А. По своей конструкции предохранители могут быть резьбового типа (пробочные) или трубчатые. На рис. 21.2 представлен предохранитель ППТ-10 с плавкой вставкой ВТФ (вставка трубчатая фарфоровая) на 6 или 10 А для установок до 250 В. Основание пластмассовое, крепится к несущей конструкции винтом. Внутри трубки (ВТФ) находится сухой кварцевый песок. Трубка устанавливается в отверстие крышки предохранителя. К основным параметрам предохранителей относятся: номинальный ток; номинальное напряжение; предельно отключаемый ток.



Рис. 21.1. Общий вид предохранителя со сменной вставкой

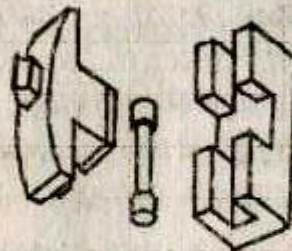


Рис. 21.2. Конструкция плавкого предохранителя

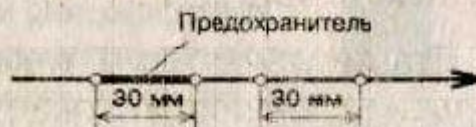


Рис. 21.3. Принцип действия плавкого предохранителя при КЗ

Принцип действия

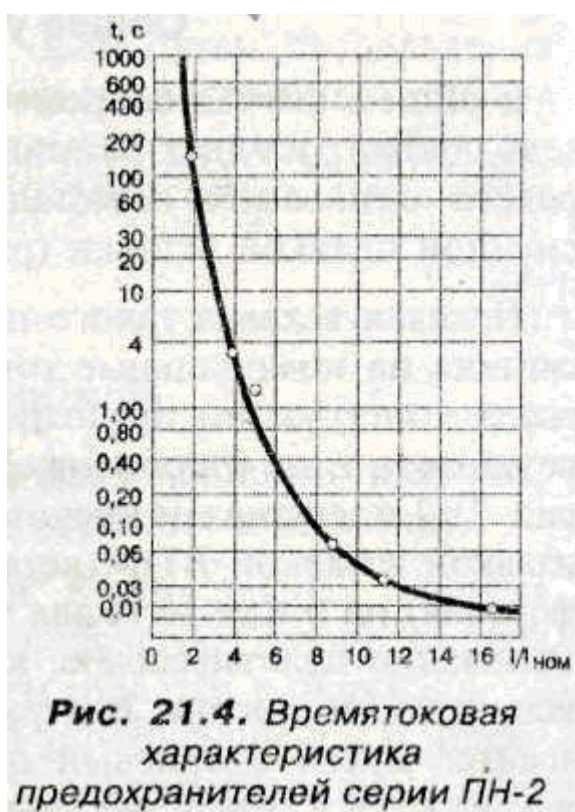
Плавкая вставка при протекании по ней тока нагревается. Во время протекания через нее большого тока за счет перегрузки или короткого замыкания она перегорает. Время перегораний предохранителей зависит от силы тока, проходящего через нить. Так, при коротком замыкании, предохранители перегорают достаточно быстро, и в этом наиболее опасном случае служат простой, дешевой и надежной защитой. Чтобы при перегорании плавкой вставки в предохранителе не проявилось опасное явление электрической дуги, вставка помещается в фарфоровую трубку.

Пример. Введем в цепь на рис. 21.3 предохраняющий участок длиной 30 мм из медной проволочки диаметром 0,2 мм. Площадь ее поперечного сечения; $S = \pi \cdot r^2 = \pi / 4 \cdot d^2 = 3,14 \cdot 0,2^2 : 4 = 0,0031 \text{ мм}^2$.

Сопротивление предохраняющего участка составляет 0,029 Ом. Затем мысленно выделим участок такой же длины, сопротивление рабочего алюминиевого провода сечением $2,5 \text{ мм}^2$ такой же длины равно 0,00063 Ом. Так как при равных условиях количество теплоты пропорционально сопротивлению, в проволочке предохранителя выделится в $0,029 : 0,00063 = 46$ раз больше теплоты.

Выводы. При длительно допустимом для данного провода токе, он нагревается умеренно, а температура проволочки значительно выше, но она при этом не перегорает. При коротком замыкании проволочка настолько быстро нагревается, что перегорает. За это время рабочий провод не успевает нагреться до температуры, опасной для его изоляции.

Важнейшая характеристика предохранителя — зависимость времени перегорания плавкого элемента от силы тока — времятоковая характеристика представлена на рис. 21.4.



Достоинства плавких предохранителей

1. Время перегорания предохранителей зависит от силы тока, проходящего через нить. Так, при коротком замыкании, когда ток очень велик, предохранители перегорают достаточно быстро, и в этом наиболее опасном случае служат простой, дешевой и надежной защитой.

2. В большинстве плавких предохранителей предусмотрена возможность безопасной замены плавкой вставки под напряжением.

Недостатки плавких предохранителей

1. Если ток в цепи незначительно превышает допустимый, плавкие предохранители плохо выполняют защитную роль.

Примеры. При перегрузках до 30% срок службы проводки заметно сокращается, а предохранители не перегорают. При больших величинах перегрузок (до 50...70%) время перегорания предохранителей составляет от минуты до десятков минут. За это время изоляция перегруженных проводов успевает сильно перегреться.

2. Другим недостатком предохранителей является их повреждаемость. После перегорания пробку нужно заменять новой (перезаряжать). Для простоты восстановления в конструкции плавких предохранителей применяют сменные калиброванные плавкие вставки.

Вопрос 2 Реле максимального тока

Классификация реле

Реле классифицируются по различным признакам: по виду входных физических величин, на которые они реагируют; по функциям, которые они выполняют в системах управления; по конструкции и т. д. По виду физических величин различают электрические, механические, тепловые, оптические, магнитные, акустические и т. д. реле. При этом следует отметить, что реле может реагировать не только на значение конкретной величины, но и на разность значений (дифференциальные реле), на изменение знака величины (поляризованные реле) или на скорость изменения входной величины.

Устройство реле

Реле обычно состоит из трех основных функциональных элементов: воспринимающего, промежуточного и исполнительного.

Воспринимающий (первичный) элемент воспринимает контролируемую величину и преобразует её в другую физическую величину.

Промежуточный элемент сравнивает значение этой величины с заданным значением и при его превышении передает первичное воздействие на исполнительный элемент.

Исполнительный элемент осуществляет передачу воздействия от реле в управляемые цепи. Все эти элементы могут быть явно выраженными или объединёнными друг с другом.

Воспринимающий элемент в зависимости от **назначения** реле и **рода** физической величины, на которую он реагирует, может иметь различные исполнения, как **по принципу действия**, так и **по устройству**. Например, в реле максимального тока или реле напряжения воспринимающий элемент выполнен в виде электромагнита, в реле давления - в виде мембраны или сильфона, в реле уровня - в виде поплавка и т.д. По устройству исполнительного элемента реле подразделяются на **контактные** и **бесконтактные**.

Контактные реле воздействуют на управляемую цепь с помощью электрических контактов, замкнутое или разомкнутое состояние которых позволяет обеспечить или полное замыкание или полный механический разрыв выходной цепи.

Бесконтактные реле воздействуют на управляемую цепь путём резкого (скачкообразного) изменения параметров выходных электрических цепей (сопротивления, индуктивности, емкости) или изменения уровня напряжения (тока).

Характеристики реле

Основные характеристики реле определяются зависимостями между параметрами выходной и входной величины.

Различают следующие основные характеристики реле.

1. Величина срабатывания $X_{ср}$ реле - значение параметра входной величины, при которой реле включается. При $X < X_{ср}$ выходная величина равна U_{min} , при $X > X_{ср}$ величина U скачком изменяется от U_{min} до U_{max} и реле включается. Величина срабатывания, на которую отрегулировано реле, называется уставкой.
2. Мощность срабатывания $P_{ср}$ реле - минимальная мощность, которую необходимо подвести к воспринимающему органу для перевода его из состояния покоя в рабочее состояние.
3. Управляемая мощность $P_{упр}$ - мощность, которой управляют коммутирующие органы реле в процессе переключения. По мощности управления различают реле цепей малой мощности (до 25 Вт), реле цепей средней мощности (до 100 Вт) и реле цепей повышенной мощности (свыше 100 Вт), которые относятся к силовым реле и называются контакторами.
4. Время срабатывания $t_{ср}$ реле - промежуток времени от подачи на вход реле сигнала $X_{ср}$ до начала воздействия на управляемую цепь. По времени срабатывания различают нормальные, быстродействующие, замедленные реле и реле времени. Обычно для нормальных реле $t_{ср} = 50...150$ мс, для быстродействующих реле $t_{ср} < 1$ с.

Принцип действия и устройство электромагнитных реле

Электромагнитные реле, благодаря простому принципу действия и высокой надежности, получили самое широкое применение в системах автоматики и в схемах защиты электроустановок. Электромагнитные реле делятся на реле постоянного и переменного тока. Реле постоянного тока делятся на нейтральные и поляризованные. Нейтральные реле одинаково реагируют на постоянный ток обоих направлений, протекающий по его обмотке, а поляризованные реле реагируют на полярность управляющего сигнала. Работа электромагнитных реле основана на использовании электромагнитных сил, возникающих в металлическом сердечнике при прохождении тока по виткам его катушки. Детали реле монтируются на основании и закрываются крышкой.

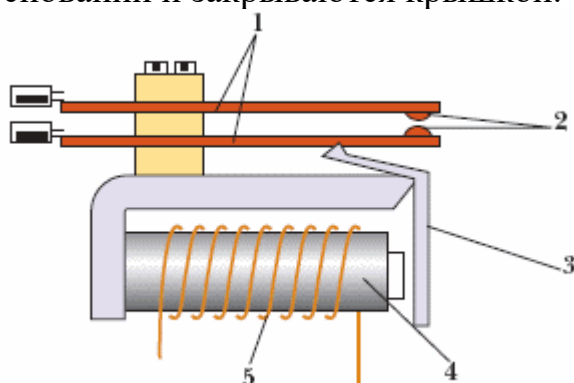


Рис.2.27. Электромагнитное реле:

1 - контактные пружины; 2 - контакты; 3 - якорь; 4 - сердечник; 5 - обмотка

Источник: http://dic.academic.ru/pictures/enc_tech/i_522.jpg

Над сердечником электромагнита установлен подвижный якорь (пластина) с одним или несколькими контактами. Напротив них находятся соответствующие парные неподвижные контакты.

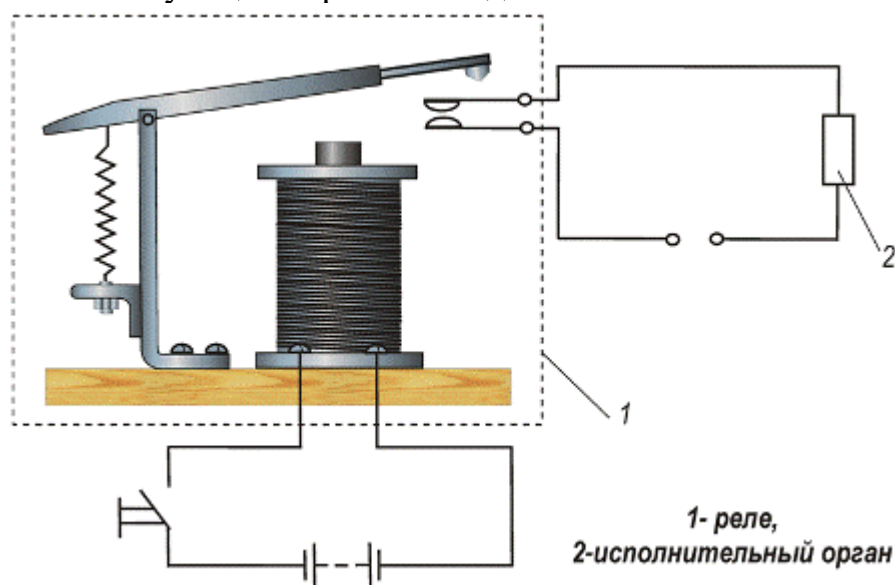


Рис.2.28. Рисунок, поясняющий принцип действия реле.

Источник: <http://electricalschool.info/spravochnik/apparaty/193-jelektromagnitnye-rele-upravlenija.html>

В исходном положении якорь удерживается **пружиной**.

При **подаче** напряжения электромагнит **притягивает** якорь, преодолевая

её **усилие**, и **замыкает** или **размыкает** контакты в зависимости от конструкции реле. После **отключения** напряжения пружина **возвращает** якорь в исходное положение. В некоторые модели, могут быть встроены электронные элементы. Это резистор, подключенный к обмотке катушки для более чёткого срабатывания реле, или (и) конденсатор, параллельный контактам для снижения искрения и помех.

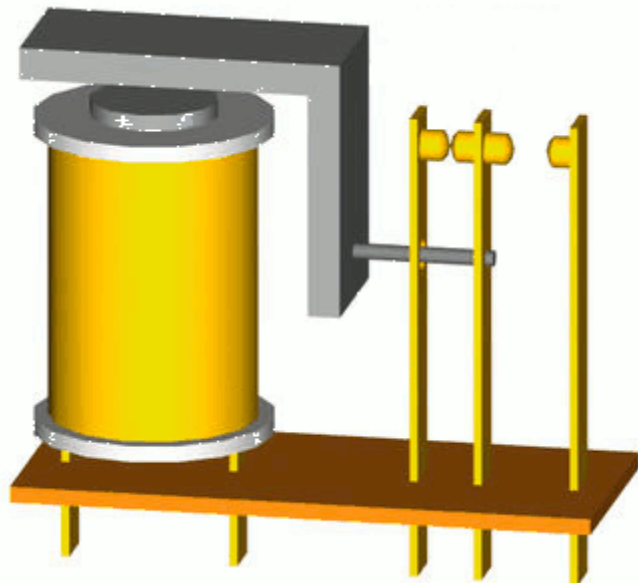


Рис.2.29. Работа электромагнитного реле

Источник:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a0/Relay_principle_horizontal_new.gif

Управляемая цепь электрически никак не связана с управляющей, более того в управляемой цепи величина тока может быть намного больше чем в управляющей. То есть реле по сути выполняют роль усилителя тока, напряжения и мощности в электрической цепи.

Реле переменного тока срабатывают при подаче на их обмотки тока определенной частоты, то есть основным источником энергии является сеть переменного тока. Конструкция реле переменного тока напоминает конструкцию реле постоянного тока, только сердечник и якорь изготавливаются из листов электротехнической стали, чтобы уменьшить потери на гистерезис и вихревые токи.

Достоинства и недостатки электромагнитных реле

Электромагнитное реле обладает рядом преимуществ, отсутствующих у полупроводниковых конкурентов:

1. способность коммутации нагрузок мощностью до 4 кВт при объеме реле менее 10 см³;
2. устойчивость к импульсным перенапряжениям и разрушающим помехам, появляющимся при разрядах молний и в результате коммутационных процессов в высоковольтной электротехнике;
3. исключительная электрическая изоляция между управляющей цепью (катушкой) и контактной группой - последний стандарт 5 кВ является

недоступной мечтой для подавляющего большинства полупроводниковых ключей;

4. малое падение напряжения на замкнутых контактах, и, как следствие, малое выделение тепла: при коммутации тока 10 А малогабаритное реле суммарно рассеивает на катушке и контактах менее 0,5 Вт, в то время как симисторное реле отдает в атмосферу более 15 Вт, что, во-первых, требует интенсивного охлаждения, а во-вторых, усугубляет парниковый эффект на планете;
5. экстремально низкая цена электромагнитных реле по сравнению с полупроводниковыми ключами.

Отмечая достоинства электромеханики, отметим и недостатки реле: малая **скорость работы**, **ограниченный** (хотя и очень большой) электрический и механический ресурс, **создание радиопомех** при замыкании и размыкании контактов и, наконец, последнее и самое неприятное свойство - проблемы при коммутации **индуктивных** нагрузок **и высоковольтных** нагрузок на постоянном токе.

Типовая практика применения мощных электромагнитных реле - это коммутация нагрузок на переменном токе 230 В или на постоянном токе от 5 до 24 В при токах коммутации до 10-16 А. Обычными нагрузками для контактных групп мощных реле являются нагреватели, маломощные электродвигатели (например, вентиляторы и сервоприводы), лампы накаливания, электромагниты и прочие активные, индуктивные и емкостные потребители электрической мощности в диапазоне от 1 Вт до 2-3 кВт.

Поляризованные электромагнитные реле

Разновидностью электромагнитных реле являются поляризованные электромагнитные реле. Их принципиальное отличие от нейтральных реле состоит в способности реагировать на полярность управляющего сигнала.

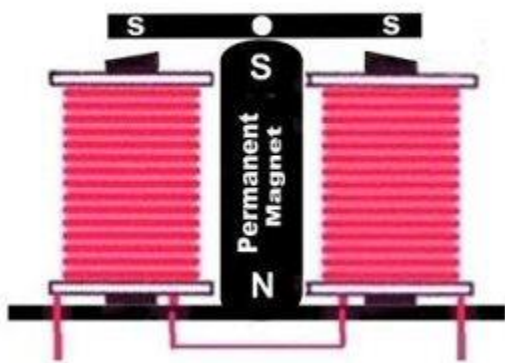
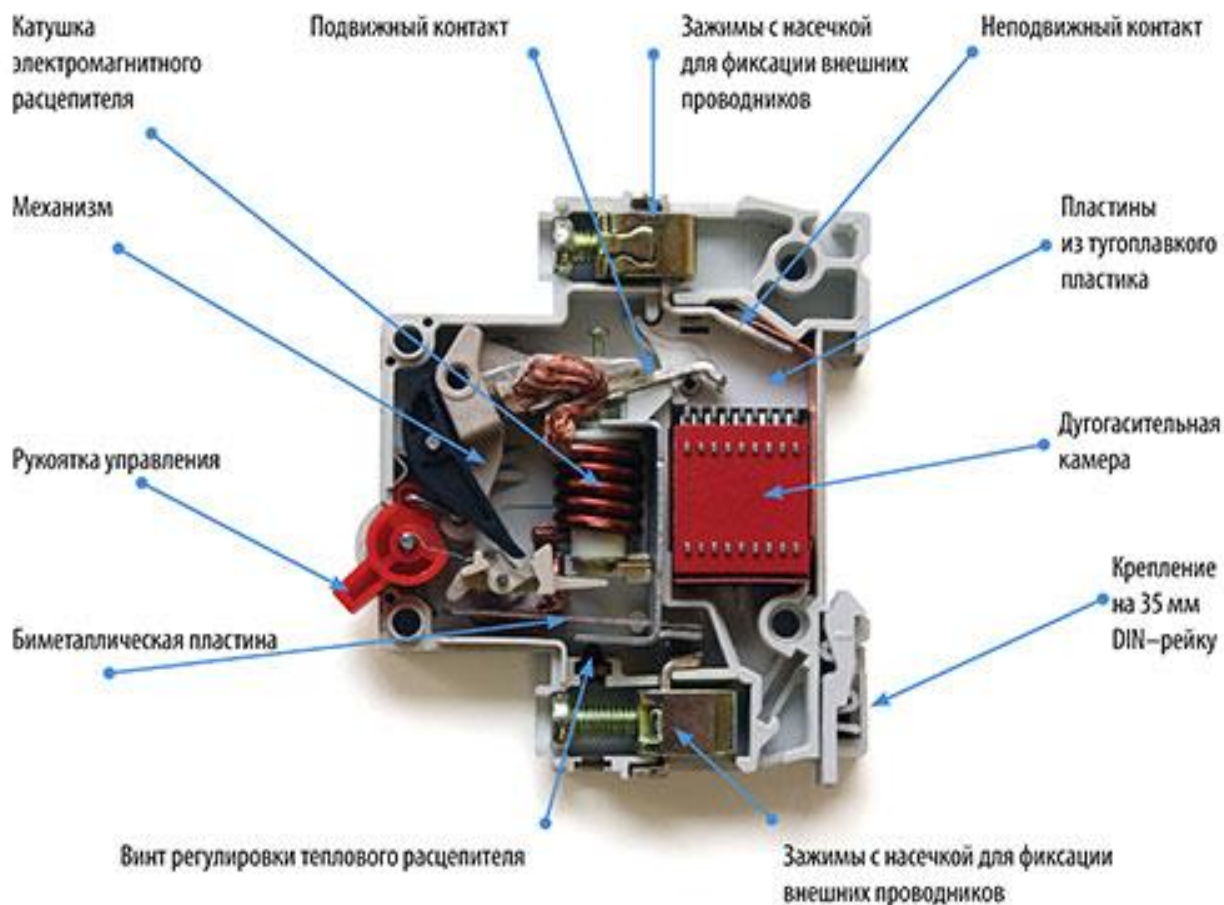


Рис.2.30. Устройство поляризованного реле

Устройство и принцип действия

Автоматический выключатель для монтажа на DIN-рейку конструктивно выполнен в диэлектрическом корпусе. Включение-отключение производится рукояткой управления, провода подсоединяются к винтовым клеммам. Металлическая защелка в задней части фиксирует корпус выключателя

на DIN-рейке и позволяет при необходимости легко его снять (для этого нужно оттянуть защелку, вставив отвертку в петлю защелки). Коммутацию цепи осуществляют подвижный и неподвижный контакты.



Подвижный контакт подпружинен, пружина обеспечивает усилие для быстрого расцепления контактов. Механизм расцепления приводится в действие одним из двух расцепителей: тепловым или магнитным.

Порядок срабатывания при превышении допустимой мощности

Тепловой расцепитель представляет собой биметаллическую пластину, нагреваемую протекающим током. При протекании тока выше допустимого значения биметаллическая пластина изгибается и приводит в действие механизм расцепления. Время срабатывания зависит от тока (времятоковая характеристика) и может изменяться в общем случае от миллисекунд до минут. Минимальный ток, при котором срабатывает тепловой расцепитель, составляет 1,05 от номинального тока предохранителя. Настройка тока срабатывания производится в процессе изготовления регулировочным (юстировочным) винтом теплового расцепителя. В отличие от плавкого предохранителя, автоматический предохранитель готов к следующему использованию после остывания пластины.

Порядок срабатывания при коротком замыкании на линии

Магнитный (мгновенный) расцепитель представляет собой соленоид (катушка электромагнитного расцепителя), подвижный сердечник которого также может приводить в действие механизм расцепления. При возникновении короткого замыкания в защищаемой цепи ток в ней

многократно возрастает за малый промежуток времени. Фронт волны проходя через электромагнитную катушку расцепителя автоматического выключателя инициирует резкое увеличение электромагнитного поля внутри катушки. Резкий скачок магнитного поля приводит в движение сердечник катушки, толкающий рычаг свободного расцепления. В результате подвижный контакт отходит от неподвижного, и автоматический выключатель разрывает цепь. Мгновенный расцепитель, в отличие от теплового, срабатывает очень быстро (доли секунды), но при значительно большем превышении тока: в 2-10 раз от номинала, в зависимости от типа (автоматические выключатели делятся на типы А, В, С и D в зависимости от чувствительности мгновенного расцепителя).

Во время расцепления контактов может возникнуть электрическая дуга, поэтому контакты имеют особую форму и находятся рядом с дугогасительной камерой.

Особенности строения

На неподвижном посеребренном контакте расположен подпятник из высококачественного сплава графита и серебра, препятствующий оплавлению контактов при их размыкании в аномальном режиме сети.

Подвижный контакт посеребрен.

Дугогасительная камера оснащена стальными пластинами, обеспечивающими гашение дуги при аномальных режимах сети.

Биметаллическая пластина отрегулирована при сборке (юстировочный винт чёрного цвета). Это позволяет обеспечить высокую точность срабатывания теплового расцепителя автоматического выключателя.

- Внешние части зажимов для фиксации внешних проводов, подвижный и неподвижный контакт выполнены из анодированной стали. Внутренние стороны зажимов выполнены из посеребренной меди. Зажимы оснащены насечкой для надежной фиксации токоведущих жил проводников.
- Корпус выполнен из негорючей АВС пластмассы и скреплен семью заклепками, что обеспечивают повышенную механическую прочность.

Автоматические выключатели серии «Берегун» и BRG являются надежным, качественным, доступным оборудованием, обеспечивающим отключение электрических цепей при перегрузке по току и коротком замыкании до 4,5 и 6,0 кА