

# Устройства защиты электрических цепей

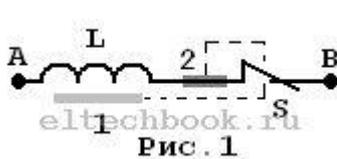
## 1. Выключатели автоматические

### 1.1. Назначение

Автоматический выключатель (автомат защиты), предназначен для защиты кабелей, проводов и конечных потребителей от перегрузки и короткого замыкания. Автоматические выключатели выполняют одновременно функции защиты и управления.

### 1.2. Принцип действия автоматического выключателя

Работа автоматического выключателя основана на тепловом или электромагнитном принципах. Большинство современных выключателей одновременно используют оба эти принципа. Как это работает поясняет рисунок 1.



Ток, протекающий между точками подключения автомата (А-В), проходит через катушку электромагнита L и биметаллическую пластину 2. При превышении предельно допустимого значения тока происходит нагрев биметаллической пластины (тепловой принцип), она

деформируется, приводя в действие расцепитель S - устройство, размыкающее электрическую цепь. Однако, здесь имеет место достаточно высокая инерционность, определяющая большое время срабатывания теплового расцепителя.

Электромагнитный расцепитель срабатывает при значительном превышении тока через катушку L, что вызывает перемещение сердечника 1, который также воздействует на контакт S, вызывая срабатывание выключателя, причем происходит это очень быстро.

Таким образом, комбинация перечисленных принципов работы автоматического выключателя позволяет отслеживать достаточно длительные, но не мгновенные превышения тока (тепловой) и резкое значительное возрастание тока, например, при коротком замыкании (электромагнитный).

Автоматические выключатели (ВА) представляют собой комбинацию теплового и электромагнитного расцепителей, работающих по логической схеме «или». В случае превышения током нагрузки номинального значения один из расцепителей сработает и выключит автомат. Время аномального состояния сети – время срабатывания зависит от того, насколько ток нагрузки превысил уставку, которая в свою очередь зависит от типа автомата.

Функцию мгновенного отключения (отсечки) выполняет электромагнитный расцепитель, он представляет обычную катушку, через которую проходит ток защищаемой сети. При достижении значения уставки сердечник втягивается и размыкает цепь. Защита от длительной перегрузки обеспечивается тепловым реле (биметаллическая пластина-размыкатель). Увеличение тока приводит ее нагреву, пластина сгибается и также разъединяет цепь. Зависимость времени срабатывания от соотношения тока нагрузки и номинального тока называется время-токовой характеристикой выключателя.



### 1. 3. Классификация

ГОСТ 9098-78 - устанавливает следующую классификацию автоматических выключателей:

- **По роду тока главной цепи:** постоянного тока; переменного тока; постоянного и переменного тока.

- **Номинальные токи главных цепей** выключателей, предназначенных для работы при температуре окружающего воздуха 40 °С, должны соответствовать ГОСТ 6827. Номинальные токи для главных цепей выключателя выбирают из ряда: 6,3; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300 А. Дополнительно могут выпускаться выключатели на номинальные токи главных цепей выключателей: 1500; 3000; 3200 А.

- **Номинальные токи максимальных расцепителей тока** выключателей, предназначенных для работы при температуре окружающего воздуха 40 °С, должны соответствовать ГОСТ 6827. Допускаются номинальные токи максимальных расцепителей тока: 15; 45; 120; 150; 300; 320; 600; 1200; 1500; 3000; 3200 А

- **По числу полюсов главной цепи:** однополюсные; двухполюсные; трехполюсные; четырехполюсные.
- **По наличию токоограничения:** токоограничивающие; нетокоограничивающие.
- **По видам расцепителей:** с максимальным расцепителем тока; с независимым расцепителем; с минимальным или нулевым расцепителем напряжения.
- **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.
- **По наличию свободных контактов** («блок-контактов» для вторичных цепей): с контактами; без контактов.
- **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).
- **По виду привода:** с ручным; с двигательным; с пружинным.
- **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 в соответствии с требованиями ГОСТ 14255.

### 1.3. Характеристики

#### **Ток мгновенного расцепления**

Диаграмма отключения автоматических выключателей разных типов (закрашена область токов мгновенного расцепления)

Согласно ГОСТ Р 50345-99, автоматические выключатели делятся на следующие типы по току мгновенного расцепления:

·тип В: свыше  $3 \cdot I_n$  до  $5 \cdot I_n$  включительно (где  $I_n$  - номинальный ток)

·тип С: свыше  $5 \cdot I_n$  до  $10 \cdot I_n$  включительно

·тип D: свыше  $10 \cdot I_n$  до  $50 \cdot I_n$  включительно

У европейских производителей классификация может несколько отличаться. В частности, имеется дополнительный тип А (свыше  $2 \cdot I_n$  до  $3 \cdot I_n$ ). У отдельных производителей существуют дополнительные кривые отключения. Например у АВВ имеются автоматические выключатели с кривыми К и Z

## Времятоковые характеристики автоматов

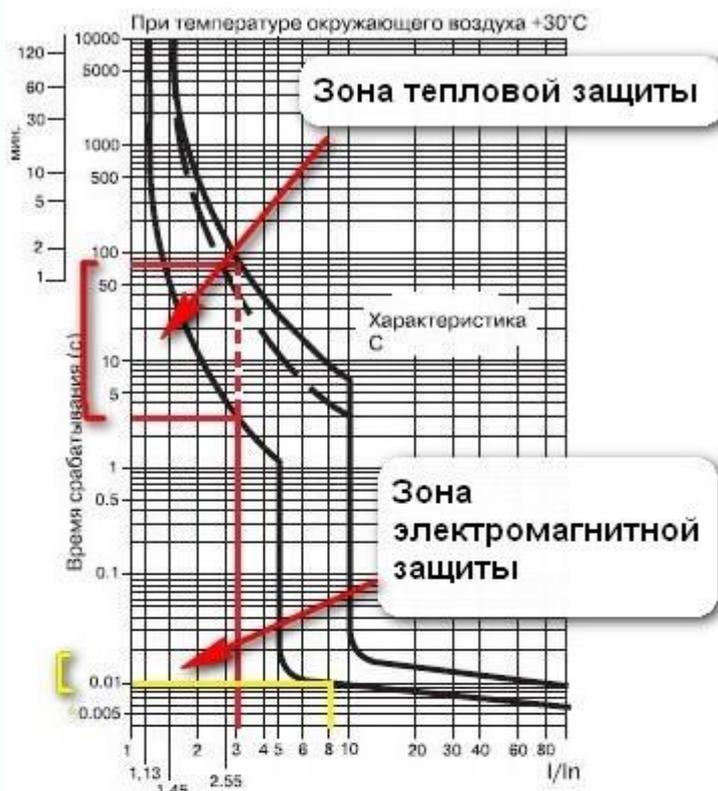


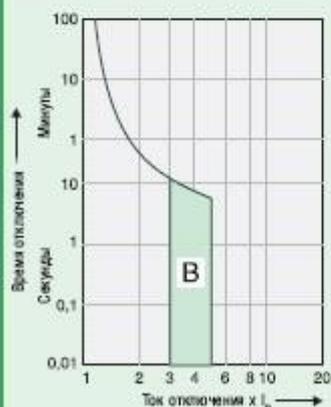
График показывает, как протекающий через автоматический выключатель ток влияет на зависимость времени его отключения. Кратность тока протекающего в цепи к номинальному току автомата ( $I/I_n$ ) изображает ось X, а время срабатывания, в секундах – ось Y.

График делится на два участка, так как автоматический выключатель оснащается двумя разными по принципу действия расцепителями.

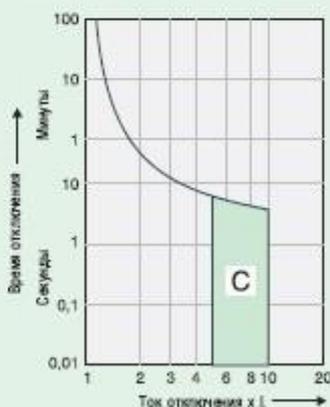
Крутая часть графика показывает защиту от перегрузки (работа теплового расцепителя), а более пологая часть защиту от КЗ (работа электромагнитного расцепителя).

### Кривая отключения (пределы токов отключения согласно EN 60898)

Кривая отключения B (расцепитель короткого замыкания 3-5  $I_n$ )



Кривая отключения C (расцепитель короткого замыкания 5-10  $I_n$ )



Кривая отключения D (расцепитель короткого замыкания 10-20  $I_n$ )

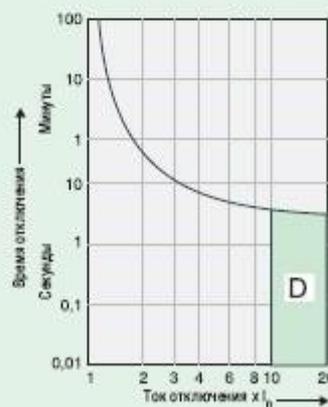


Диаграмма отключения модульных автоматических выключателей (закрашена область токов мгновенного расцепления)

- тип B: свыше 3· $I_n$  до 5· $I_n$  включительно (где  $I_n$  — номинальный ток)
- тип C: свыше 5· $I_n$  до 10· $I_n$  включительно
- тип D: свыше 10· $I_n$  до 20· $I_n$  включительно

## Специфика маркировки автоматических выключателей



**C** - установка приборов, выполненных по DIN стандарт. Указывает на кратность максимального тока, кратковременно проходящего через автомат без отключения.

**16** - номинал автомата, выраженный в Амперах. Обозначает силу тока, длительно проходящего через прибор в рабочем режиме.

**C16**  
400B~

**4500** - установка по току срабатывания или отключающая способность, выраженная в Амперах. Это значение максимальной силы тока, при которой автомат может многократно отключаться без потери собственной работоспособности.

**3** - класс токоограничения. Указывает на время реакции выключателя на ток короткого замыкания. Чем он выше, тем лучше.

**Совет эксперта:** Маркировка автоматических выключателей производится по единой для всех производителей схеме. Для защиты проводки загородных строений и домов старой застройки подойдут выключатели В, для квартир в новостройках С. Оптимальная для отечественных бытовых условий установка по току срабатывания 4500А, но с расчетом увеличения нагрузки лучше купить 6000А. Устройства 3 класса токоограничения работают быстрее, чем 2го. Заметьте, 1ый класс токоограничения на корпусе не обозначается вовсе.

## Полюсы автоматических выключателей



Согласно принципу селективности на вводе в дом или в баню устанавливается двухполюсный автомат, затем автомат с наибольшим из используемых устройств номиналом, далее по убыванию. Так нужно, чтобы при перегрузках сначала отключались участки с наименьшим номиналом, а не полностью вся сеть.

