

## **АВТОМАТИЧНИ ПРЕДПАЗИТЕЛИ**

### **Базови конструкции и основни характеристики на автоматичните предпазители**

Автоматичните предпазители (Miniature Circuit Breakers - MCB), познати сред специалистите и като автоматични прекъсвачи, са част от електромеханичните компоненти на електрическите вериги. Представяват електрически комутационни апарати, предназначението на които е да предпазват захранващите линии и консуматорите от къси съединения и претоварвания. Също така могат да изключват ръчно части от захранващата мрежа ниско напрежение.

Те са конструирани и масово въведени в експлоатация в сегашния им вид, през последните 15 - 20 години (проектни образци на автоматични предпазители били изработвани преди повече от век). За изминалия период все по-успешно заместват стопяемите предпазители в многобройни приложения. Основната разлика между двата вида предпазители е, че при късо съединение, при стопяемия предпазител се разрушава работният елемент – тоководещата нишка и той подлежи на смяна, докато автоматичният предпазител може да се ползва многократно. Причината е добре известна - при сработване, той изключва и прекъсва веригата, като конструкцията му позволява и последващо включване. В различни вериги, често автоматичните предпазители работят съвместно със стопяеми предпазители.

### **Основни елементи на предпазителите**

Два са основните функционални елемента на автоматичния предпазител - термичен и електромагнитен изключвател. Термичният изключвател предпазва от претоварване по ток (трайно протичане на ток, по-голям от номиналния). Обикновено той работи с помощта на биметална пластина, която при токове, надвишаващи стойността на номиналния, се огъва и прекъсва контактите. Електромагнитният изключвател се използва предимно за предпазване от къси съединения. В конструкцията му е включена дъгогасителна камера, чиято цел е да прекъсне надеждно тока на късо съединение. При прекъсване на веригата възниква електрическа дъга, която е необходимо да бъде овладяна, охладена и изгасена така, че пространството между контактите да може отново да поддържа напрежението във веригата. Различните автоматични предпазители използват различна среда за тази цел – вакуум, въздух, изолационен газ (най-често това е серен хексафлуорид - SF<sub>6</sub>), специални масла. По понятни причини най-използваните предпазители са въздушните (Air Circuit Breakers). Друг основен елемент на един автоматичен предпазител са контактите. Тяхното предназначение е да провеждат работния ток без прекомерно нагряване. Условието е да издържат нажежаването, предизвикано от възникналата при изключването дъга. Контактите обикновено се изработват от мед или медни сплави, сребърни сплави, както и други материали. Животът им се определя от степента на износване вследствие гасенето на дъгите. При износване на малките автоматични предпазители е необходимо да се смени целият апарат. За мощните предпазители се предлагат сменяеми контакти. Сред използваните начини за гасене на дъгата са интензивно охлаждане (в камера); разделяне дъгата на по-малки дъги; гасене в нулева точка, познато и като "издухване" на дъгата; удължаване хода на дъгата. В постояннотоковите вериги се използва предимно методът чрез паралелно свързване на кондензатори към контактите.

### **Видове автоматични предпазители**

Съществува формално разделение на видовете автоматични предпазители, съгласно приложната им област. Например, предпазителите за ниско напрежение (до 1000 VAC) са предназначени за домашни, търговски или промишлени консуматори. Характерна за промишлените предпазители е завишената стойност на показателя комутационна способност. Автоматичните предпазители се класифицират и в зависимост от номиналния ток. Спрямо него те могат да бъдат разделени в три групи. В първата се включват предпазители за номинален ток до 100 А. Обикновено характеристиките им на изключване не се настройват. Принципът им на работа се основава на термичен или термо-магнитен изключвател. Втората група включва предпазители за

номинален ток от 0.16 до 1600 / 3200 / 6300 A, в зависимост от конструкцията и серията. Тези предпазители също работят с термичен или термо-магнитен изключвател. При тях токът на изключване е настройваем в широки граници. Към третата група се причисляват мощните автоматични предпазители за ниско напрежение, които се монтират многоредово в комутационни шкафове.

Характерна особеност на големите предпазители е, че задвижването на комутационните възли се реализира чрез електродвигател, като е възможно и реализиране на дистанционното му управление. Причина за използването на двигател са големите габарити на лостовата система. Автоматичните предпазители могат да бъдат класифицирани и в зависимост от техните основни параметри. Например, в зависимост от броя на полюсите - 1, 2 или 3, автоматичните прекъсвачи биват съответно еднофазни, еднофазни с прекъсване на нулата, трифазни и т.н.

### **Номинални стойности на тока и напрежението**

По отношение на характеристиката номинално напрежение най-често, автоматичните предпазители работят на фазно, съответно линейно напрежение, т.е. 220 - 230 VAC, 380 - 400 - 415 VAC. Типични стойности на номиналния ток, в зависимост от предпазителя, са съответно: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 A за еднополюсните, както и 2, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 A за двуполусните. За триполюсните предпазители типични стойности на номиналния ток са: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 (характеристика B) и 2, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 A (характеристика C). Работната честота на променливотоковите предпазители е 50 Hz. За постояннотоковите този параметър отсъства.

### **Характеристики на автоматични предпазители**

Комутационната способност се дефинира като тока на късо съединение, който предпазителят би могъл да прекъсне. Комутационната способност се измерва в килоампери (kA) и има стойности от 4.5, 6, 10, 15 kA и дори по-високи. Съответно, по-ниските стойности (4.5 и 6 kA) се отнасят за автоматични предпазители с битово предназначение, а по-високите - за предпазители с промишлено предназначение.

Друг основен параметър на автоматичните прекъсвачи е класът на селективност. Известно е, че селективността е необходима за изключване само на засегнатите консуматори или областта от веригата в случай на претоварване или късо съединение. Селективността се осигурява с правилно проектиране на електрическата схема.

Сред основните характеристики на автоматичните прекъсвачи са и максималното постоянно напрежение на комутация за полюс, което обикновено е 48 VDC.

Степента на защита на автоматичните предпазители най-често е IP 20, тъй като тези апарати са предназначени за монтаж в апартаментни или промишлени електрически табла. Обикновено е предвидена и защита от допир, съгласно VBG 4 / OVE EN 6.

### **Основен параметър на предпазителят е и характеристиката на изключване**

наричана още крива на изключване. Тя представлява времетокова характеристика, представяща кратността на номиналния ток, който предпазителят може да изключи (ос X) и времето за сработване на предпазителя (ос Y) – фиг. 1. Например, характеристиката B има кратност на номиналния ток в границите 3 - 5, характеристиката C от 5 до 10, а характеристиката D от 10 до 20. Относно експлоатационния срок на автоматичните предпазители, както всеки уред с механични части, имат определен ресурс, измерван в т.нар. електрически и механични цикли на работа. Принципно, предпазителят издържа повече от 8000 превключвания. Обикновено са оборудвани с индикатор за включено/изключено състояние и с пета за монтиране на DIN-шина (EN 50 022). Сечението на клемите обикновено е в диапазона от 1 до 25 mm<sup>2</sup>. Определено е, че моментът на затягане на винта на клемата е 2 - 2.4 Nm. За покриване на изискванията за координация на изолацията е необходимо разстоянието между контактите да е по-голямо или равно на 4 mm. Работната температура на автоматичните предпазители най-често е в диапазона от -25 до +50 °C.

### **Високомощни автоматични предпазители**

Представлява група предпазители, предназначени за по-големи номинални токове на работа, обикновено от 20 до 125 A, в зависимост от броя полюси и характеристиката на апарата.

Конструкцията на високомощните автоматични предпазители следва да съответства на изискванията на стандарта IEC/EN 60 947-2. Номиналните стойности на напрежението и честотата обикновено са 230/400 V AC, 50/60 Hz. Номиналното изолационно напрежение е 440 V, а пиковото напрежение 4000 V. Характеристиките им са C и D (според EN 60 898). Обхватът на клемите е в рамките 2.5-50 mm<sup>2</sup>. Работната комутационна способност, в зависимост от обезпечението е между 7.5 и 20 kA, а върховата комутационна способност е от 15 до 25 kA. Работната температура на представителна част от предлаганите високомощни автоматични предпазители е от -5 до 40 °C. Те обикновено са снабдени с маркировки, с мостове тип гребен (служат за размножаване на общия захранващ потенциал), с допълнителни контакти, използвани за допълнителна комутация/сигнализация при промяна на състоянието на автоматичния предпазител. Контактите могат да бъдат различно изпълнение – един НО + един НЗ (нормално отворен и нормално затворен) или два ПК (превключващи контакти) и т.н. Автоматичните предпазители за големи токове намират приложение в токови кръгове в главни разпределителни табла, в апартаментни и цехови електрически табла, в постояннотокови (DC) системи и т.н.