

УДК 621.311

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ CIRCUIT BREAKER COMPARATIVE ANALYSIS

Д.Л. Кешков

Научный руководитель – Т.М. Ярошевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск; Республика Беларусь
yaroshevich_toma@mail.ru

D. Keshkov

Supervisor – T. Yaroshevich, Senior Lecturer
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Аннотация: разработка нового аппарата защиты и коммутации, модернизация или усовершенствование существующего защитного аппарата может приводить к серьезным затратам, или к изменению назначения и изменению существующих характеристик. Что меняется при совершенствовании автоматического выключателя?

Abstract: the development of a new protection and switching device, modernization or improvement of the existing protective device can lead to serious costs, or to a change in purpose and change in existing characteristics. What changes when improving the circuit breaker?

Ключевые слова: выключатель, характеристика, габариты, масса, износостойкость.

Keywords: circuit breaker, characteristic, dimensions, weight, wearresistance.

Введение

Типы автоматических выключателей можно разделить на несколько поколений.

Основная часть

К первому поколению можно отнести выключатели следующих серий: АЕ, АЗ1, АЗ7, АП50.

Выключатель **серии АЕ1000** использовался в электрических осветительных сетях переменного тока ($\sim I$) напряжением (U) 380 В частоты (f) 50 и 60 Гц для защиты от сверхтоков и для нечастых (до 30 включений в сутки) оперативных включений и отключений электрических цепей вручную.

Выключатель **серии АЕ1000** выпускался однополюсным с комбинированным расцепителем, с номинальным током автомата $I_{н.а.}=25$ А, кратность тока отсечки $K_{то}$ по отношению к $I_{н.р.}$ от 12 – 18.

Выключатель **серии АЕ2000** был выпущен для замены АЕ1000 и предназначен для работы в безаварийном режиме в сетях при U до 380 В, $\sim I$ и $f=50/60$ Гц, для защиты сетей от сверхтоков, для защиты, пуска и остановки асинхронных электродвигателей (АД), и для оперативных включений и отключений указанных цепей с частотой до 30 включений в 1 ч.

Автомат **серии АЕ2000** выпускаются однополюсные или трехполюсные, с $I_{н.а.}$ от 25 А до 160 А, $K_{то}=12$, с комбинированным расцепителем или с

максимально токовым расцепителем. В данной серии автомата может быть регулировка тока теплового расцепителя, могут быть свободные контакты, а также дополнительный расцепитель минимального напряжения.

Выключатели **серии А3100** были выпущены для коммутационных и защитных работ при переменном токе U до 500 В и постоянном токе U до 220 В, с $I_{н.а.} = 50$ А. Эти выключатели устанавливались в распределительных устройствах.

Выключатели А3100 выпускались одно-, двух- или трехполюсные. В автоматах данной серии были расцепители только: -тепловые; - электромагнитные; - комбинированные.

Заменили серию А3100 выключатели серии А3700. Данная серия применяется для защиты силовой сети переменного тока f 50 Гц, U до 660 В и постоянного тока U до 440 В от сверхтоков, а также для пуска АД, могут устанавливаться на подстанциях и в распределительных пунктах. Ток выключателей $I_{н.а.}$ от 160 до 630 А с пределами срабатывания отсечки 630 – 6300 А.

Выключатели серии А3700 выпускаются двух- и трехполюсными. Они имеют большое количество исполнений и могут быть как: с электромагнитными расцепителями; токоограничивающими; нетокоограничивающими с тепловыми и электромагнитными расцепителями; селективными с электронным (полупроводниковым) расцепителем; с дополнительными вспомогательными контактами и т.д.

Выключатель **серии АП50Б** применяется: как аппарат защиты электрических установок, АД и также для нечастых (до 6 раз в 1 ч) включений и отключений силовых цепей или пусков и остановок АД.

Автомат серии АП50Б выпускается трехполюсным с $I_{н.а.} = 63$ А и $K_{то} = 3,5,10$, может иметь или тепловой, или электромагнитный, или комбинированный расцепитель. Данные автоматические выключатели могут иметь дополнительные элементы, такие как: минимальный расцепитель напряжения; независимый расцепитель; максимальный расцепитель тока в нулевом проводе.

В настоящее время широкое распространение получили выключатели **серии ВА**, их можно отнести к второму поколению. Эти выключатели практически заменили вышеуказанные серии выключателей и предназначены: - для работы в сетях переменного U до 690 В и постоянного U до 400 В тока; - для защиты электрической цепи от токов перегрузки и токов короткого замыкания; - для пуска, остановки и защиты АД от сверхтоков; - для оперативных включений и отключений этих цепей с частотой до 30 включений в 1 ч. В таблице 1 покажем технические данные распространённых выключателей ВА.

К третьему поколению можно отнести современные автоматические выключатели, которые носят названия модульные и устанавливаются на специальные DIN-рейки (металлический специальный профиль, применяемый для упорядоченной установки электрических аппаратов, с определенными требованиями по материалу, размеру и форме профиля). К данным

выключателям можно от нести такие выключатели как ВА16, ВА16F29, ВА47, S200, S800, EASY 9, АКТ 19 и т.д. Очень большое количество фирм, которые выпускают модульные выключатели, например, как АВВ, Schneider Electric, ЕКІ, ЕКF, TDN, КЭАЗ и т.д.

Таблица 1 – Технические данные автоматические выключатели серии ВА

Серия выключателя	Разновидности выключателей и их расцепители	Номинальные токи расцепителей	Кратность тока отсечки по отношению к $I_{н.р}$ (пределы срабатывания отсечки)
ВА 51	Нетокоограничивающие с комбинированными или только с электромагнитными расцепителями	0,3 до 630	3;7;10;12;14
ВА 52	Токоограничивающие с комбинированными или только с электромагнитными расцепителями	16 до 630	3;7;10;12
ВА 53	Токоограничивающие с электронными расцепителями и электромагнитными расцепителями	160 до 2500	2;3;5;7;10
ВА 55	Селективные с электронными расцепителями	160 до 1600	2;3;5;7;10
ВА 75	Селективные с электронными расцепителями	2500, 4000	2;3;5;7

Рассмотрим модульный выключатель фирмы АВВ **серии S 200**. Предназначен для: - защиты цепей от перегрузок и коротких замыканий; - защиты протяженных кабельных систем электроснабжения и систем заземления TN и IT; -защиты резистивных и индуктивных нагрузок с низким импульсным током, с высокими импульсными токами при включении нагрузки (низковольтные трансформаторы, лампы-разрядники). Данные выключатели нашли применение: в жилых помещениях, коммерческих и промышленных предприятиях.

Выключатели выпускаются: с количество полюсов - 1-4; номинальное рабочее напряжение U_n , В - 230/400 переменного тока; номинальное максимальное напряжение $U_n \text{ max}$, В - 253-440 переменного тока и 72-125 постоянного тока; номинальный ток I_n , А: 6-63; номинальная наибольшая отключающая способность I_{max} , кА – 10; частота переменного тока f , Гц: 50/60.

Рассмотрим габариты, массу и коммутационную износостойкость некоторых выключателей:

Тип АЕ1031 – однополюсный с $I_{н.а} = 25$ А, габариты 66,5x90x21, $m = 0,176$ кг, коммутационная износостойкость (к.и) – 20000;

Тип АЕ2044 – однополюсный с $I_{н.а} = 63$ А, 88x160x25, $m=0,44$ кг, к. и. – 20000;

Тип АЕ2040 – трехполюсный с $I_{н.а} = 63$ А, 120x207x75, $m=0,97$ кг, к. и. – 40000;

Тип АП50Б3МТ–трехполюсный с $I_{н.а} = 63$ А, 103x89x138,5, m до 3 кг, к. и. – 50000;

Тип ВА 51-25 – трехполюсный с $I_{н.а} = 25$ А, 52,5x100x88,5, $m=0,41$ кг, к.и. – 100000;

Тип ВА 51-35– трехполюсный стационарный с ручным приводом с $I_{н.а} = 250$ А, 112,5x175x94,5, $m=2,4$ кг, к. и. – 8000;

Тип ВА 51-39– трехполюсный стационарный с ручным приводом с $I_{н.а} = 630$ А, 225x400x160, $m=7,5$ кг, к. и. – 16000;

Тип ВА 52-37– трехполюсный стационарный с ручным приводом с $I_{н.а} = 400$ А, 150x225x112, $m=4,8$ кг, к. и. – 16000;

Тип ВА 57-35– трехполюсный стационарный с ручным приводом с $I_{н.а} = 250$ А, 112,2x175x112,5, $m=3,3$ кг, к. и. – 8000;

Тип S200 – коммутационная износостойкость: $I_{н.а} < 32$ А: 20,000 операций (перем. ток), $I_{н.а} > 32$ А: 10,000 операций (перем. ток), 1000 операций (пост. ток) (1 цикл 2 с - ВКЛ., 13 с – ВЫКЛ., $I_{н} < 32$ А), (1 цикл 2 с - ВКЛ., 28 с – ВЫКЛ., $I_{н} > 32$ А).

Масса m , кг: -однополюсные 0,125; -двухполюсные-0,250; - трехполюсные -0,375; четырёхполюсные-0,500.

Габаритные размеры выключателя S200 88x44x17,5.

В таблице 2 рассмотрим структуру условного обозначения для выключателей серии А37, АП50 и ВА.

Таблица 2 –Структура условного обозначения для выключателей серии А37, АП50, ВА

Структура	СЕРИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ		
	А37	АП506	ВА50
		3 - количество максимальных расцепителей тока: 3	наличие буквы «Г» означает, что автоматический выключатель предназначен для защиты асинхронных электродвигателей
Х1 номинальный ток выключателя	1- 160 А; 2-250 А; 3-400 А; 4-530 А; 9- модифицированные 3 и 4		25, то номинальный ток 25 А; 26 — 32 А; 27 — 40 А; 28 — 63 А; 29 — 100 А; 31 — 125 А; 33 — 160 А; 35 — 250 А; 37 — 400 А; 37 — 630 А
Х2 число полюсов и вид защиты	1 или 2 - с электромагнитными расцепителями; 3 или 4 - с электромагнитными и полупроводниковыми (электронными) расцепителями (для селективных выключателей — только с полупроводниковыми);	МТ - комбинированный максимальный расцепитель тока (электромагнитный и тепловой); М - электромагнитный максимальный расцепитель тока;	3 - три полюса с расцепителями; 8 - два полюса с расцепителями в трехполюсном исполнении выключателя

	- только с полупроводниковыми); 5 или 6- с электромагнитными и тепловыми расцепителями; 7 или 8- без максимальных расцепителей. Нечетные цифры- двухполюсные, четные - трехполюсные;	Т - тепловой максимальный расцепитель тока.	
Х3 – исполнение расцепителей тока			2 – расцепитель в зоне токов короткого замыкания; 4 – расцепитель в зоне токов перегрузки и короткого замыкания
Х4 – дополнительный расцепитель:	Б — токоограничивающие или выполненные на их базе; С — селективные или выполненные на их базе; Ф — нетокоограничивающие неселективные в фенотоповом корпусе, Н — неселективные нетокоограничивающие модернизированные; П — передвижной.	Н - минимальный расцепитель напряжения (номинальные напряжения: 110, 127, 220, 380, 400, 415 В переменного тока частотой 50 Гц); Д - независимый расцепитель (номинальное напряжение: 110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 415, 440 В переменного тока частотой 50 - 60 Гц); О - максимальный расцепитель тока в нулевом проводе.	00 – без дополнительных расцепителей и свободных контактов; 11 – наличие свободных контактов; 18 – наличие независимого расцепителя и свободных контактов; 24 – наличие расцепителя минимального напряжения и свободных контактов
Х5 – вид привода и способ установки выключателя			1 – ручной привод, стационарное исполнение; 3 – электромагнитный привод, стационарное исполнение; 5 – ручной дистанционный привод, выдвижное исполнение; 7 – электромагнитный привод, выдвижное исполнение
Х6 – дополнительные механизмы			0 – отсутствуют; 4 – устройство для запираания выключателя в отключенном состоянии; 5 – ручной дистанционный привод для оперирования через дверь распределительного устройства; 6 – устройство для блокировки положения «Отключено» выключателя с ручным приводом

Х7 – наличие или отсутствие регулировки номинального тока теплового расцепителя:			Р – с регулировкой; 0 – без регулировки
Х8 – климатическое исполнение и категория размещения	выключателей в пластмассовой оболочке - УЗ, ТЗ, ХЛ5; выключателей в металлической оболочке со степенью защиты IP54 по ГОСТ 14255-69-У2, Т2, ХЛ5.	выключателей в пластмассовой оболочке - УЗ, ТЗ, ХЛ5; выключателей в металлической оболочке со степенью защиты IP54 по ГОСТ 14255-69-У2, Т2, ХЛ5.	00 – IP00 зажимов и IP30 оболочки выключателя; 20 – IP20 зажимов и IP30 оболочки выключателя; 54 – IP54 выключателей в оболочке
Х9 - номинальный ток максимальных расцепителей тока		→ 1 - 1,6; 2,5; 4,0 А; → 2 - 6,3; 10,0; 16,0 А; → 3 - 25,0; 40,0; 50,0; 63,0 А.	
Х10 – дополнительные сборочные единицы	РН — независимый расцепитель; РНН — расцепитель нулевого напряжения; ПЭ — привод электромагнитный; БК — блок контактов; ВК — вспомогательные контакты.		

Заключение

На выбор автоматических выключателей влияет много тех или иных факторов и условий, но не маловажную роль оказывают такие характеристики выключателей как количество коммутационных циклов под нагрузкой, габариты и масса. Габариты автоматических выключателей одной и той же серии могут меняться в зависимости от способа крепления выключателя, от способа присоединения проводников, от степени зажимов присоединения, от вида основных и дополнительных расцепителей и т.д. Развитие выключателей не стоит, у них только улучшаются и совершенствуются их характеристики.

Литература

- 1.Горобец, А. С. Автоматические выключатели серии А3700 / А. С. Горобец, И. Х. Евзеров. – Москва :Энергоатомиздат, 1984. – 72 с.
- 2.Номенклатурный каталог изделий Курского ОАО «Электроаппарат»: технический каталог. – Курск :Полстар, 2003. – 56 с.
- 3.[Электронный ресурс] - Режим доступа-<https://elektroschyt.ru/avtomaty-abb-s200/>- Дата доступа 10.04.2021.