

Предельная коммутационная способность

■ Обратная связь

Я хорошо знаю автоматические выключатели ВА47-29 или, например, АД12, знаю практически наизусть всю их маркировку и могу объяснить значение каждого ее обозначения. Не могу расшифровать только число, заключенное в рамку на лицевой стороне аппарата. Что оно означает?

Александр Идрисов, электротехник, г. Уфа



Рис. 1

Многие технические параметры определяют надёжность срабатывания защитной аппаратуры. Один из важнейших параметров – предельная коммутационная способность (ПКС). Именно ее обозначают цифры на автоматическом выключателе, которые расположены немногим ниже номинального напряжения и взяты в рамку (см. рис. 1).

ГОСТ говорит, что предельная коммутационная способность определяется значением тока короткого замыкания (КЗ), при протекании которого автоматический выключатель должен отключиться. При этом он может сохранить или не сохранять свою работоспособность.

Предельная коммутационная способность – один из основных параметров для выбора и замены автоматического выключателя. Автоматический выключатель должен обладать предельной коммутационной способностью (рабочей отключающей или номинальной отключающей способностью), перекрывающей максимальный ток короткого замыкания. При недостаточной коммутационной способности автомат не только выйдет из строя, но и не обеспечит защиту.

Предельная коммутационная способность модульного оборудования

Применительно к продукции ТМ ИЭК, в частности к автоматическим выключателям ВА47-29 и другим устройствам на его базе (таким, как АД12, АД14, АВДТ32), а также автоматическим выключателям ВА47-100, данный параметр означает номинальную отключающую способность, значения которой приведены в таблице 1.

Значения номинальной отключающей способности устанавливаются в результате испытаний. Все испытания, относящиеся

к проверке на предельную коммутационную способность, выполняются в условиях, согласно ГОСТ Р 50345-99.

Испытания бытовых выключателей ВА47-29, АД12, АД14 и их аналогов проводятся на открытом воздухе. Выключатель должен управляться дистанционно с помощью механизма, имитирующего включение рукой. Испытуемый выключатель устанавливается на металлическую панель (см. рис. 3). Для операции автоматического отключения при появлении в цепи тока короткого замыкания необходимо наличие следующих элементов. На расстоянии 10 мм от максимально выступающей части испытываемого аппарата размещается рамка (8), на которой закрепляется прозрачная полиэтиленовая плёнка (7) толщиной (0,05±0,01) мм таким образом, что края плёнки выступают на 50 мм во всех направлениях относительно лицевой панели выключателя. Напротив выхлопного окна (4) устанавливается решётка (5) так, чтобы через неё проходила большая часть выходящих ионизированных газов.

Испытания представляют собой последовательность из автоматического отключения при коротком замыкании «О», включения при наличии короткого замыкания в цепи и последующего автоматического отключения «СО» и временного интервала «t» между последовательными срабатываниями при коротких замыканиях. Временной интервал обычно составляет 3 минуты или несколько больше, чтобы дать остыть теплому расцепителю для следующей операции включения.

Для проверки предельной коммутационной способности существует три типа испытаний в зависимости от заявленного тока: испытания при пониженных токах короткого замыкания; испытания при токе 1500 А; испытания при токах свыше 1500 А. Для продукции ТМ ИЭК применяется третий тип испытаний, поскольку нижний предел ПКС модульного оборудования ТМ ИЭК составляет 4500 А. Напомним, что показатели автоматических выключателей ниже 4500 А являются сегодня малоактуальными из-за изменившихся стандартов и увеличивающихся номинальных токов КЗ.

Здесь проводится два вида испытаний: испытания рабочей наибольшей отключающей способности и испытания номинальной наибольшей отключающей способности. Цепь для испытаний предельной коммутационной способности двухполюсного автоматического выключателя приведена на рисунке 2. Цепи для проверки однополюсного, трёхполюсного, четырёхполюсного автоматических выключателей строятся аналогично.

Рис. 2. Электрическая принципиальная схема для испытаний на ПКС двухполюсного автоматического выключателя

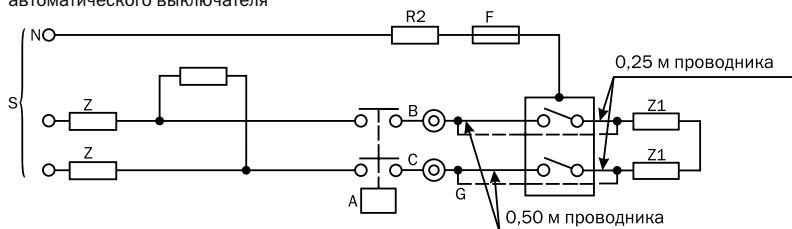


Таблица 1

Значения номинальной отключающей способности

Тип устройства	ВА 47-29	ВА47-29М	АД12	АД14	АВДТ	ВА 47-100	АД12М
Номинальная отключающая способность, кА	4500	4500	4500	4500	6000	10000	4500

Таблица 2

Соотношение К между рабочей и номинальной наибольшей отключающей способностью

Ток отключающей способности I_{cn} , А	Коэффициент К
$I_{cn} \leq 6000$	1,00
$6000 < I_{cn} \leq 10000$	0,75

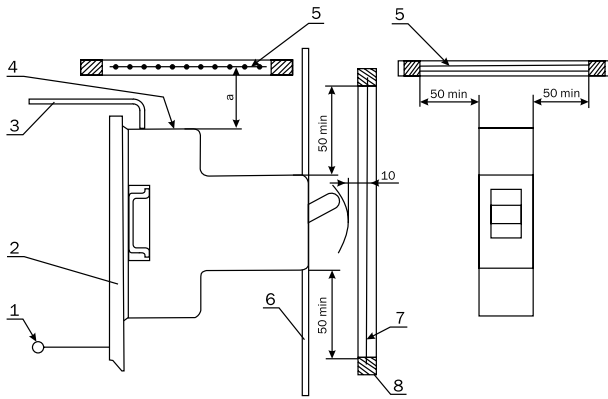


Рис. 3. Схема примерной испытательной установки

1 — к нейтралю; 2 — металлическая панель; 3 — кабель; 4 — выхлопное окно; 5 — решетка; 6 — щиток; 7 — полиэтиленовая пленка; 8 — рамка

Для испытаний выбирается три образца. Перед началом испытаний испытательная цепь калибруется с учётом коэффициента мощности. Далее по таблице определяется, будет ли цикл испытаний полным (см. табл. 2). Если коэффициент K равен 1, то ток рабочей и номинальной наибольших отключающих способностей равны. Поэтому проводятся испытания только рабочей наибольшей отключающей способности.

Для калибровки испытательной цепи, переключки G , полным сопротивлением которых можно пренебречь в сравнении с общим сопротивлением цепи следует присоединить в точках, указанных на рисунке 2. Испытания, в зависимости от количества полюсов, представляют собой следующую последовательность действий:

- для одно- двухполюсных выключателей: $O - t - O - t - CO$;
- для трёх- четырёхполюсных выключателей: $O - t - CO - t - CO$.

Если $K = 0,75$ проводятся испытания на номинальную наибольшую отключающую способность. Цепь для испытаний калибруется следующим образом. Аналогично предыдущим испытаниям присоединяются переключки G . Для получения ожидаемого тока, равного номинальной наибольшей коммутационной способности выключателя при соответствующем коэффициенте мощности, на входной стороне переключки G вставляют сопротивления Z . Испытание на номинальную наибольшую отключающую способность является более «мягким» по сравнению с испытаниями рабочей наибольшей отключающей способности, так как цикл содержит меньшее количество операций. Последовательность операций: $O - t - CO$.

После испытания рабочей наибольшей отключающей способности выключатели не должны иметь повреждений, ухудшающих их эксплуатационные свойства, и должны без обслуживания выдержать испытание на электрическую прочность изоляции. Для испытаний согласно ГОСТ используется постоянное напряжение величиной 1500 В. Перед испытаниями образцы не проходят обработки в камере влаги. Через 5 секунд после приложения напряжения производится замер сопротивления в следующей последовательности:

- 1) при разомкнутом выключателе: между каждой парой электрически соединённых выводов, когда автоматический выключатель находится в замкнутом положении – в каждом полюсе поочерёдно;
- 2) при разомкнутом выключателе: между каждым полюсом поочерёдно и остальными полюсами, соединёнными между собой;
- 3) между металлическими частями механизма и корпусом: испытание на электрическую прочность изоляции должно выполняться между 2 и 24 часами после испытаний на короткое замыкание.

После испытаний на электрическую прочность изоляции проводится проверка работы теплового расцепителя. Все полюса выключателя соединяют последовательно, затем подает-

ся ток, равный $0,85$ условного тока нерасцепления ($1,13 \times I_n$). В конце этой проверки ток постепенно увеличивают в течение 5 секунд до $1,1$ условного тока расцепления ($1,45 \times I_n$). Выключатели должны расцепиться в течение 1 ч.

После испытаний номинальной наибольшей отключающей способности выключатели должны без обслуживания выдержать испытание на электрическую прочность изоляции по пунктам, приведённым выше при испытательном напряжении 900 В и без предварительной обработки в камере влаги. Это испытание на электрическую прочность изоляции должно выполняться между 2 и 24 ч после испытаний на короткое замыкание.

Кроме того, эти выключатели должны быть способны к расцеплению при прохождении тока, равного $2,8I_n$ за время, установленное для тока $2,55 I_n$, но с нижним пределом $0,1$ с вместо 1 с

И только после всего проведённого цикла проверки можно уверенно утверждать, что предельная коммутационная способность соответствует значениям, заявленным производителем.

Предельная коммутационная способность промышленного оборудования

Кроме модульного оборудования значение предельной коммутационной способности присутствует и в маркировке промышленного оборудования, в частности, на автоматических выключателях серии ВА88 (см. рис. 4). Значение предельной коммутационной способности – один из основных параметров для выбора автоматического выключателя для промышленного использования. Правильно выбранный автоматический выключатель с необходимым значением предельной коммутационной способности защитит дорогостоящее технологическое оборудование (см. таблицу 3). Предельная отключающая способность (или наибольшая отключающая способность) согласно ГОСТ Р 50030.2-99 – это способность автоматического выключателя произвести расцепление при протекании тока короткого замыкания. При этом автоматический выключатель может сохранить или не сохранить свою работоспособность.

Помимо этого наибольшая отключающая способность согласно ГОСТ имеет два значения:

– **Номинальная предельная наибольшая отключающая способность ICU** – это отключающая способность, при которой после пропуска тока ICU может произойти невозможное восстановление обрыва цепи с возможным разрушением контактной системы. Значение предельной наибольшей отключающей способности устанавливается изготовителем для данного выключателя, выражается в килоамперах (кА) и определяется в ходе проведённых испытаний.

– **Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность ICS** – это отключающая способность, для которой в соответствии с установленным циклом испытаний предполагают способность данного выключателя длительно проводить свой номинальный ток. Значение рабочей наибольшей отключающей способности устанавливается изготовителем для данного выключателя, выражается в килоамперах (кА) и определяется в ходе испытаний. Значения номинальной предельной наибольшей отключающей способности (I_{cu}) и номинальной рабочей наибольшей отключающей способности (I_{cs}) для автоматических выключателей приведены в таблице 3. Значения этих параметров устанавливаются в результате испытаний.

Если производитель не указал параметров испытаний, то расцепители токов короткого замыкания откалибровываются на максимум (по времени и по току) для всех испытаний. Для испытаний используется трёхфазный переменный ток. Выключатели также должны испытываться на открытом воздухе. Испытываемый выключатель следует установить в укомплектованном виде на его собственной или эквивалентной опоре. Управление при испытаниях осуществляется дистанционно

с помощью электропривода или другого устройства. При испытаниях на открытом воздухе, касающихся работоспособности при коротких замыканиях и кратковременно выдерживаемом токе, со всех сторон выключателя устанавливается металлический экран – плетёная металлическая сетка или дырчатый просверленный металлический лист с токопроводящим покрытием; площадь отверстий не более 30 мм².

Значения, зафиксированные в протоколе испытаний, при отсутствии других указаний не должны выходить за пределы допусков, приведенных в таблице 4. Допускается проводить испытания и в более жёстких условиях, но с согласия изготовителя.

Таблица 4

Все испытания	Испытание в условиях короткого замыкания
Ток: + 5%	Коэффициент мощности: - 0,05 %
Напряжение: + 5%	Постоянная времени: + 25%
	Частота: ± 5%

Последовательность операций должна быть следующей:
O – t – CO – CO.

Состояние выключателя после испытаний следует проводить указанными ниже методами, предусмотренными для каждого цикла:

1. В первую очередь – визуальный осмотр корпуса: корпус не должен быть поврежден, но допускаются волосные трещины. (Для справки: волосные трещины являются следствием высокого давления газа или тепловых нагрузок в результате воздействия дуги, когда прерываются большие токи, и имеют поверхностный характер. Следовательно, они не распространяются на всю толщину литого корпуса аппарата).

2. Далее проверяется работоспособность выключателей с наличием тока в цепи. Количество циклов оперирования для выключателей равно:

– Для ВА88-32, ВА88-33, ВА88-35, ВА88-35 с микропроцессором MP211 – 50 циклов;

– Для ВА-37 и ВА88-37 с микропроцессором MP211 – 50 циклов;

– Для ВА88-40, ВА88-40 с микропроцессором MP211, ВА88-43 с микропроцессором MP210 и ВА88-43 с микропроцессором MP211 – 25 циклов.

Затем производится замер сопротивления изоляции при подаче удвоенного рабочего напряжения, но не менее 1000 В.

3. Следующим шагом является проверка превышения температуры. Если испытания на номинальную рабочую наибольшую отключающую способность проводились на выключателе с минимальным номинальным током или при минимальной уставке для данного типоразмера, то испытания на превышение температуры не проводятся. Если это условие не выполняется, то испытания проводятся. Проверка производится путем пропускания через выключатель условного теплового тока I_{th} . Значение условного теплового тока должно превышать или, в крайнем случае, равняться максимальному номинальному рабочему току. Время проведения испытаний не более 8 часов. За это время температура должна принять установившееся значение. Предел превышения температуры выводов должен быть не более 80 °С.

4. Сразу после проверки превышения температуры следует проверка максимальных расцепителей токов перегрузки при значении тока, равного 1,45-кратной уставке. Для проведения этого испытания следует последовательно соединить все полюса. Испытание проводится при любом удобном напряжении. Условное время расцепления – 2 часа.

Выключатель считают удовлетворяющим требованиям настоящего стандарта, если он соответствует требованиям каждого испытания предусмотренного цикла.

Если $I_{cs} = I_{cur}$, то, согласно ГОСТ, дальнейшие испытания на номинальную предельную наибольшую отключающую способность проводить не нужно. Однако в линейке автоматических

Таблица 3

Тип автоматического выключателя	Рабочая наибольшая отключающая способность ICS, кА	Предельная наибольшая отключающая способность ICU, кА
ВА88-32	12,5	25
ВА88-33	17,5	35
ВА88-35	25	35
ВА88-35 с микропроцессором MP211	25	35
ВА-37	35	35
ВА88-37 с микропроцессором MP211	35	35
ВА88-40	35	35
ВА88-40 с микропроцессором MP211	35	35
ВА88-43 с микропроцессором MP210	50	50
ВА88-43 с микропроцессором MP211	50	50

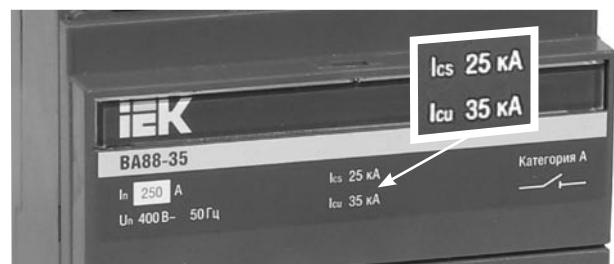


Рис. 4

выключателей ВА88 присутствуют выключатели, для которых это равенство не выполняется, поэтому мы продолжим описание испытаний.

Перед испытаниями должна быть произведена проверка расцепителей токов перегрузки. Проверку следует проводить при удвоенной токовой уставке отдельно в каждом полюсе. Время размыкания не должно превышать значения приведенного на время-токовой характеристике конкретного выключателя. Далее выполняется непосредственно испытание на наибольшую номинальную предельную отключающую способность при условиях, аналогичных испытаниям на номинальную рабочую наибольшую отключающую способность.

Последовательность операций представляет собой следующую последовательность действий: O – t – CO.

После испытаний проводится проверка электрической прочности изоляции и расцепителей токов перегрузки. Проверка расцепителей проводится путем пропускания через каждый отдельно взятый полюс испытательного тока, в 2,5 раза превышающего ток уставки. Время размыкания не должно превышать значения, установленного производителем для удвоенного тока уставки. ПКС соответствует значениям, заявленным производителем после успешного проведения всего цикла испытаний.

Итак, функция параметра ПКС заключается в том, чтобы произвести оценку надежности автоматического выключателя в режиме протекания предельных токов, и, по сути, его способности в этом режиме выполнять свои функции по защите.

Роман Ложников