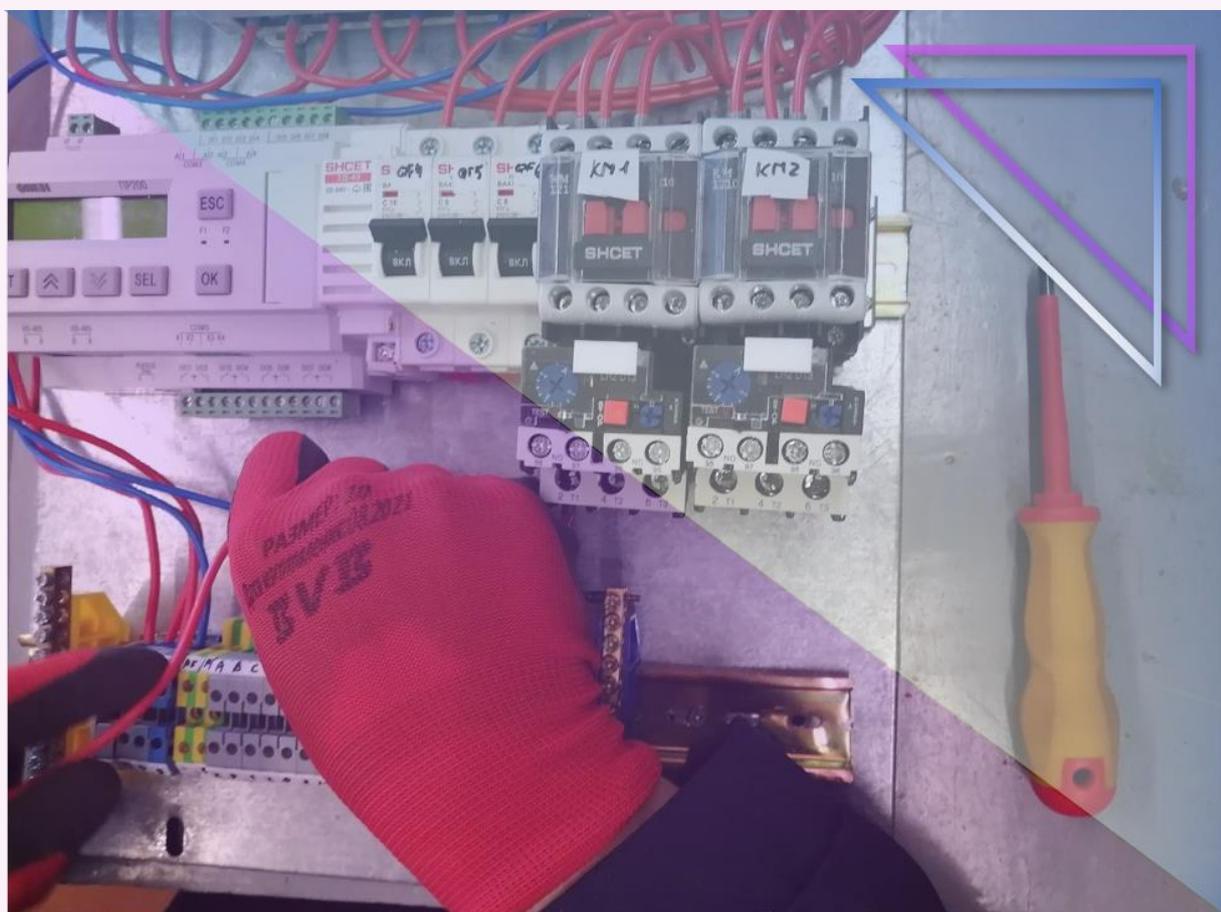


ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ по учебному предмету «СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ (общие сведения)



ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ
по учебному предмету
«СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»
(Тема «Техническое обслуживание и ремонт
пускорегулирующей аппаратуры»)

предназначен для подготовки рабочих кадров
по квалификации

4-02-0712-01-01 «Электромонтер по ремонту и
обслуживанию электрооборудования» – 2, 3, 4-й разряды.

Рекомендуется для использования преподавателями,
мастерами производственного обучения при организации
и проведении теоретических и практических занятий;
учащимися для изучения учебного материала
самостоятельно

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	2
Выбор автоматических выключателей.....	3
Основные характеристики АВ	3
Условия при выборе АВ	3
Параметры выбора автоматических выключателей	4
Выбор АВ по параметрам.....	4
Выбор проводов и кабелей	4
Выбор автоматических выключателей по условиям защиты от перегрузок	5
Выбор автоматического выключателя по типу времятоковой характеристики... ..	7
Выбор автоматического выключателя по режиму короткого замыкания.....	7
Выбор автоматического выключателя по селективности	10
Эксплуатация АВ.....	11
Монтаж	12
Техническое обслуживание АВ	12
Контрольные задания	14

ВЫБОР АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВ

Основными характеристиками автоматических (см. ) выключателей (далее АВ) являются:

1 – номинальные длительные ток I_u и напряжение U_e , на который рассчитан выключатель;

2 – номинальный ток расцепителя I_n ;

Номинальным током расцепителя называется наибольшее значение тока, длительное прохождение которого не вызывает срабатывания расцепителя.

3 – ток срабатывания (ток уставки) расцепителя $I_{сз}$.

Током уставки расцепителя называют наименьшее значение тока, при прохождении которого расцепитель срабатывает.

Комбинированный расцепитель имеет две уставки срабатывания:

уставку замедленного срабатывания при перегрузках I_r ;

уставку мгновенного срабатывания при коротких замыканиях I_m .

Обозначение	Расшифровка
U_e	Номинальное напряжение АВ
U_c	Напряжение сети
I_u	Номинальный длительный ток АВ
I_n	Номинальный ток расцепителя
I_r	Уставка замедленного срабатывания при перегрузках – ток срабатывания комбинированного расцепителя при перегрузках
I_m	Уставка мгновенного срабатывания при коротких замыканиях – ток срабатывания комбинированного расцепителя при коротких замыканиях
$I_{раб}$	Максимальный рабочий ток
$I_{ср}$	Ток срабатывания расцепителя с зависимой характеристикой
$I_{см}$	Ток уставки для расцепителей мгновенного срабатывания всех типов АВ
$I_{сз}$	Ток срабатывания (ток уставки) расцепителя
$I_{пик}$	пиковый ток одного или группы электроприемников

Маркировка автоматических выключателей приведена в ЭП (см. )

УСЛОВИЯ ПРИ ВЫБОРЕ АВ

Выбор АВ производится с соблюдением следующих условий:

1) номинальное напряжение АВ не должно быть ниже напряжения сети, т.е.

$$U_e > U_c; \quad (1)$$

2) номинальные токи АВ и его расцепителя не должны быть меньше максимального рабочего тока, т.е.

$$I_u \geq I_{раб}; \quad I_n \geq I_{раб}; \quad (2)$$

$$\text{или } I_{раб} \leq I_n \leq I_u \quad (3)$$

3) АВ должен отключать максимальные токи КЗ, проходящие по защищаемой линии:

$$I_{сз} > I_{к max}; \quad (4)$$

$$\text{или } I_{к max} < I_{сз};$$

4) Токи срабатывания расцепителей I_r и I_m выбираются такими, чтобы расцепители не срабатывали в нормальном режиме и при кратковременных перегрузках:

- ✓ Ток срабатывания расцепителя с зависимой характеристикой определяется I_{cr} следующим образом:

$$I_{cr} = (1,1-1,3) / I_{раб}; \quad (5)$$

- ✓ Для расцепителей мгновенного срабатывания всех типов АВ ток уставки I_{cm} определяется по соотношению:

$$I_{cm} = (1,25 - 1,35) / I_{пик}, \quad (6)$$

где $I_{пик}$ - пиковый ток одного или группы электроприемников.

Настройка расцепителей АВ проверяется по тем же условиям, что и плавкая вставка предохранителей.

ПАРАМЕТРЫ ВЫБОРА АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Автоматические выключатели выбираются:

- ✓ исходя из параметров проводов и кабелей;
- ✓ по условиям защиты от перегрузок;
- ✓ по типу времятоковой характеристики;
- ✓ по режиму короткого замыкания;
- ✓ по селективности.

ВЫБОР АВ ПО ПАРАМЕТРАМ

Выбор проводов и кабелей

Выбору автоматических выключателей должен предшествовать расчет электрических нагрузок и выбор сечений проводников (исходя из параметров проводов и кабелей), поскольку АВ защищают линии электрических сетей от перегрузок и токов коротких замыканий.

Алгоритм выбора проводов и кабелей приведен в Электронном Приложении (см. ).

Таблица 1. Таблица выбора автоматического выключателя по номинальному току и сечению жил кабельной линии

Номинальный ток автоматического выключателя (А)	Ток нерасцепления силовых контактов (1,13 I_n) (А)	Ток расцепления силовых контактов (1,45 I_n) (А)	Длительно допустимый ток через автоматический выключатель (А)	Площадь сечения медных жил кабеля (мм ²)
10	11,3	14,5	19	1,5
16	18,1	23,2	25	2,5
20	22,6	29	35	4
25	28,2	36,2	35/42	4/6
32	36,2	46,4	42	6
40	45,2	58	55	10
50	56,5	72,5	75	16

Выбор автоматических выключателей по условиям защиты от перегрузок

Для защиты от перегрузок предназначена **тепловая защита**. Параметром, определяющим ток срабатывания теплового расцепителя, является **номинальный ток**.

Рабочая характеристика АВ должна отвечать условиям:

$$I_{p. \max} \leq I_{н.а.} \leq I_{д.н.}, \quad (7)$$
$$I_{раб} \leq I_n \leq I_u$$

где $I_{д.н.}$ – предельно допустимый номинальный ток нагрузки проводника при расчетной температуре, А;

$I_{p. \max}$ – максимальный расчетный ток нагрузки, А.

$I_{н.а.}$ – номинальный ток АВ, защищающего проводник, А.

Пример 1. Выбор вводного АВ при защите от перегрузок.

Расчетные данные:

- ✓ максимальный расчетный ток на вводе $I_{p. \max} = 27,5$ А;
- ✓ марка кабеля ВВГнг 3×10.

Напомним, что кабель ВВГнг 3×10 – это силовой кабель с количеством жил 3, сечением 10 мм², с медной жилой, изоляцией из ПВХ, оболочкой из ПВХ пониженной горючести.

Решение.

Согласно таблице 1.3.4 ПУЭ (см. **Таблица 2**) кабель ВВГнг 3×10 выдерживает при расчетной температуре длительный номинальный ток, равный 50 А.

Это значение тока совпадает со стандартным значением номинальных токов выключателей I_u , поэтому в соответствии с первым условием выбора АВ выбираем номинальный ток АВ, равным 50 А, т.е. $I_u = 50$ А.

Для вводного АВ выбираем ВА47-29 D50.

$$I_{раб} = 27,5 \text{ А} \leq I_n \leq I_u = 50$$

Пример 2. Выбор АВ для групповой розеточной сети.

Расчетные данные:

- максимальный расчетный ток розеточной сети $I_{p. \max} = 6,4$ А;
- марка кабеля ВВГнг 3×2,5.

Решение.

Согласно таблице 1.3.4 ПУЭ (см. **Таблица 2**) сечению кабеля 3×2,5 соответствует допустимый длительный ток нагрузки $I_{p. \max} = 21$ А.

$$I_{раб} = 6,4 \text{ А} \leq I_n = 21 \text{ А} \leq I_u = 21 \text{ А}$$

В соответствии с первым условием выбора автоматических выключателей выбираем (в меньшую сторону) ближайшее стандартное значение **номинального тока выключателя $I_{н.а.}$**

$$I_n = 20 \text{ А.}$$

Стандартные значения номинальных токов автоматических выключателей: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 13; 16; **20**; 25; 32; 35; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300, Ампер.

Пример 3. Выбор автоматического выключателя в цепи асинхронного двигателя: выбрать сечение провода и АВ в цепи трехфазного асинхронного двигателя мощностью 55 кВт, напряжением 380 В. Номинальный ток двигателя 102 А, а пусковой ток 510 А.

Таблица 2. Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами (из ПУЭ Таблица 1.3.4)

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильных	трех одножильных	четырёх одножильных	одного двухжильного	одного трехжильного
0,5	11	—	—	—	—	—
0,75	15	—	—	—	—	—
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	—	—	—
185	510	—	—	—	—	—
240	605	—	—	—	—	—
300	695	—	—	—	—	—
400	830	—	—	—	—	—

Расчетные данные.

Мощность трехфазного асинхронного двигателя – 55 кВт.

Напряжение – 380 В.

Номинальный ток двигателя – 102 А.

Пусковой ток – 510 А – Iпик.

Решение.

Выбираем три одножильных провода с поливинилхлоридной изоляцией и алюминиевыми жилами, которые прокладываются в одной трубе.

Сечение провода выбираем так, чтобы выполнялось условие:

$$I_{раб} \leq I_n \leq I_u$$

$$I_{раб} = I_n = 102 \text{ А}$$

Выбираем сечение 50 мм² с допустимым током **135 А**.

По условиям выбираем автомат ВА88-35 с номинальным током **160 А**.

Ток срабатывания теплового расцепителя определяется следующим образом:

$$I_{cr} = (1,1-1,3) I_{раб}; I_{раб} = I_n = 102 \text{ А}; k = 1,2;$$
$$I_{cr} = 1,2 \cdot 102 = 122 \text{ А}.$$

Принимаем тепловой расцепитель с номинальным током **125 А**.

Ток срабатывания электромагнитного расцепителя равен:

$$I_{cr} = (1,25 - 1,35) I_{пик}, I_{cr} = 1,25 \cdot 510 = 637 \text{ А}.$$

Принимаем $I_{cr} = 630 \text{ А}$.

Чтобы проверить автомат по условиям селективности и чувствительности, нужно знать полную схему питания двигателя, для которой необходимо рассчитать минимальное значение тока короткого замыкания. Проверим АВ по условию защищаемости:

$$I_{cr} < 1,0 \cdot I_{доп}; 122 \text{ А} < 135 \text{ А}.$$

Условие защищаемости выполняется.

Время отключения теплового расцепителя зависит от значения тока перегрузки и времятоковой характеристики АВ.

Для надежного срабатывания теплового расцепителя АВ требуется ток, превышающий номинальный ток АВ (его практически принимают равным току срабатывания при заданном времени срабатывания для АВ).

Все то время, которое необходимо для срабатывания теплового расцепителя, провода и кабели будут работать с перегрузкой, значит, нагреваться. Поэтому к выбору аппаратов защиты линий электрических сетей от перегрузок (в соответствии с сечением проводов и кабелей) нужно подходить с особой ответственностью.

Выбор автоматического выключателя по типу времятоковой характеристики

Выбор АВ по типу защитных характеристик производится исходя из характера нагрузки:

В, С в электрических сетях жилых зданий

Д в электроустановках, где нагрузка носит индуктивный характер и имеют место значительные пусковые токи

Выбор автоматического выключателя по режиму короткого замыкания

При выборе АВ по режиму короткого замыкания, защитный аппарат проверяется по номинальной отключающей способности и времени отключения полного тока короткого замыкания.

Номинальная отключающая способность – максимальный ток короткого замыкания, который данный АВ способен отключить и остаться в работоспособном состоянии.

ГОСТ IEC 60898-1-2020 «Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Автоматические выключатели для переменного тока» определяет следующие стандартные значения номинальной отключающей способности:

$$1500, 3000, 4500, 6000, 10000 \text{ А}.$$

В соответствии с ГОСТ Р 50571.4.43-2012/МЭК 60364-4-43:2008 п. 434.5.2:

время отключения полного тока КЗ в любой точке цепи не должно превышать время, в течение которого достигается допустимая температура изоляции проводников.

Значения предельно допустимых температур нагрева проводников при КЗ приведены в ПУЭ глава 1.4.

Для короткого замыкания продолжительностью до 5 с время t , в течение которого превышение температуры проводников от наибольшего значения допустимой температуры в нормальном режиме до предельно допустимой температуры может быть приблизительно подсчитано по формуле:

$$\sqrt{t} = k \frac{S}{I}$$

где t - продолжительность, с;

S – площадь поперечного сечения, мм²;

I - действующее значение тока в А, выраженное как среднеквадратичное значение;

k - является фактором, учитывающим удельное сопротивление, температурный коэффициент и теплоемкость проводникового материала, и соответствующие начальные и конечные значения температуры. Для наиболее употребительных типов изоляции проводников значения k для проводников цепи приведены в таблице (см. **Таблица 3**).

Таблица 3. Значения k для проводников

Характеристика проводника и условия его применения	Материал изоляции							
	PVC Термопласт		PVC Термопласт 90°C		Реактопласт	Резина 60°C Реактопласт	Минеральная	
	<300	>300	<300	>300			PVC оболочка	Голый без оболочки
Поперечное сечение проводника., мм ²	<300	>300	<300	>300				
Начальная температура, °C	70		90		90	60	70	105
Конечная температура, °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Материал проводника:								
- медь	1	103	100	66	143	141	115	135-
- алюминий	15	68	66	57	94	93		115**
- паянные оловом	76							
- соединения меди	115							

Примечание 1— Другое значение k рассматривается для:

- проводников малым сечением (особенно для площадей поперечного сечения меньше чем 10 мм²).

- других типов соединений проводников:

- голых проводников.

Примечание 2 — Номинальный ток защитного устройства от тока короткого замыкания может быть больше, чем длительно допустимый ток кабеля.

Принято:

$k = 115$ — для медных проводников с поливинилхлоридной изоляцией;

$k = 135$ — для медных проводников с резиновой изоляцией (в т.ч. с изоляцией из бутиловой резины и этиленпропиленовой резины), с изоляцией из сшитого полиэтилена;

$k = 74$ — для алюминиевых проводников с поливинилхлоридной изоляцией;

$k = 87$ — для алюминиевых проводников с резиновой изоляцией (в т. ч. с изоляцией из бутиловой резины и этиленпропиленовой резины), с изоляцией из сшитого полиэтилена;

$k = 115$ — для соединений медных проводников, выполняемых пайкой, что соответствует температуре 160 °С.

Согласно ПУЭ гл. 1 температура нагрева проводников при КЗ должна быть не выше следующих предельно допустимых значений, °С:

- **шины:**
- медные - 300;
- алюминиевые - 200;
- стальные, не имеющие непосредственного соединения с аппаратами - 400;
- стальные с непосредственным присоединением к аппаратам - 300;
- **кабели и изолированные провода с медными и алюминиевыми жилами и изоляцией:**
- поливинилхлоридной и резиновой - 150;
- полиэтиленовой - 120;
- медные неизолированные провода при тяжениях. Н/мм²:
- менее 20 - 250;
- 20 и более - 200;
- алюминиевые неизолированные провода при тяжениях. Н/мм²:
- менее 10 - 200;
- 10 и более - 160.
- алюминиевая часть сталеалюминевых проводов - 200.

Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы TN (ПУЭ, табл. 1.7.1), составляет (см. **Таблица 4**).

Пример 4. Проверка выбранного АВ на вводе на соответствие расчетным токам КЗ и допустимому времени защитного отключения.

Дано:

Номинальное фазное напряжение – 220 В;

вводной автоматический выключатель ВА47-29 D50 с отключающей способностью 4,5кА (справочные данные);

расчетный ток КЗ на шине ВРУ - 2,5 кА (результаты расчетов), то есть $I = 2,5 \text{ кА} = 2500\text{А}$;

марка кабеля ВВГнг 4×10, то есть $S=10 \text{ мм}^2$.

$k = 115$ – из ГОСТ Р 50571.4.43-2012/МЭК 60364-4-43:2008 (см. выше).

Допустимое время отключения – 0,4 с (в соответствие с таблицей (см. **Таблица 4**)).

Таблица 4. Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы TN (таблица 1.7.1 ПУЭ)

Номинальное фазное напряжение U_0 , В	Время отключения, с
127	0,8
220	0,4
380	0,2
Более 380	0,1

Решение:

Отключающая способность выбранного АВ 4,5 кА превышает расчетный ток КЗ 2,5 кА.

Определим время отключения вводного АВ:

$$t = \left(k \frac{S}{I}\right)^2 = \left(115 \cdot \frac{10}{2500}\right)^2 = 0,21 \text{ с.}$$

Так как $0,21 \text{ с} < 0,4 \text{ с}$ (расчетное время отключения не превышает допустимого значения (см. табл. 1.7.1)), то вводной АВ по режиму КЗ выбран правильно.

Пример 5. Проверка АВ для групповой розеточной сети на соответствие расчетным токам КЗ и допустимому времени защитного отключения.

Дано:

групповой автоматический выключатель ВА47-29 С20 с отключающей способностью 4,5кА;

расчетный ток КЗ в конце линии 1,0 кА;

марка кабеля ВВГнг 3×2,5.

Решение:

Так как отключающая способность выбранного АВ 4,5 кА превышает расчетный ток КЗ 1,0 кА:

$$4,5 \text{ кА} > 1,0 \text{ кА,}$$

то отключающая способность выбранного АВ соответствует расчетному току КЗ.

Определим время отключения тока КЗ:

$$t = \left(k \frac{S}{I}\right)^2 = \left(115 \cdot \frac{2,5}{1000}\right)^2 = 0,1 \text{ с.}$$

Так как $0,1 \text{ с} < 0,4 \text{ с}$, то вводной АВ по режиму КЗ выбран правильно.

Выбор автоматического выключателя по селективности

Селективностью называют свойство аппаратов защиты отключать только поврежденный участок.

Селективность необходимо обеспечить между защитными аппаратами высокой стороны питающего трансформатора и вводным АВ на низкой стороне, между вводным АВ на низкой стороне и АВ отходящих линий и т. д., то есть обеспечить отключение защищаемой цепи аппаратом защиты со стороны нагрузки до того, как начнет отключение аппарат защиты со стороны питания.

Обеспечение селективности:

- ✓ временная селективность – за счет смещения или сдвига времятоковых характеристик последовательно расположенных автоматических выключателей по оси времени.
- ✓ селективность по току – путем задания различных уставок АВ (максимальной токовой отсечки).

Для того, чтобы обеспечить селективную работу АВ при перегрузках, достаточно, чтобы номинальный ток АВ со стороны питания был больше номинального тока АВ со стороны потребителей.

1) Условие селективности.

Для обеспечения селективного отключения последовательно установленных автоматов защитные характеристики их расцепителей не должны пересекаться.

Если характеристика расцепителя головного автомата не удовлетворяет требованиям селективности, то его уставки токов срабатывания I_{cr} и I_{cm} **принимают выше расчетных.**

В сетях напряжением до 1000 В возможно совместное использование предохранителей и автоматов:

- ✓ если ближе к источнику питания находится автомат, то селективность действия всегда можно достичь, используя селективный автомат;
- ✓ если ближе к источнику находится предохранитель, то требования к селективности такие же, как и при согласовании между собой защитных характеристик предохранителей.

2) Условие чувствительности.

Для электромагнитного расцепителя автомата с током до 100 А:

$$\frac{I_{k \min}}{I_{cm}} \geq 1,4.$$

Для электромагнитного расцепителя автомата с током выше 100 А:

$$\frac{I_{k \min}}{I_{cm}} \geq 1,25.$$

Для нерегулируемого расцепителя или расцепителя с обратно зависимой от тока характеристикой (значение в скобках - для взрывоопасных зон):

$$\frac{I_{k \min}}{I_{cm}} \geq 3.$$

3) Условие защищаемости.

Для сетей, защищаемых от КЗ и от перегрузок, должны выполняться следующие условия:

- ✓ для автоматов только с максимальным расцепителем (отсечкой):

$$\frac{I_{cm}}{I_{доп}} \leq (0,8 - 1,0) \quad (3.31)$$

- ✓ для ненастраиваемого расцепителя замедленного срабатывания (независимо от наличия или отсутствия отсечки)

$$\frac{I_{нр}}{I_{доп}} \leq 1,0. \quad (3.32)$$

- ✓ для настраиваемого расцепителя замедленного срабатывания

$$\frac{I_{cr}}{I_{доп}} \leq (1,0 - 1,25). \quad (3.33)$$

Для сетей, не требующих защиты от перегрузок, должны обеспечиваться следующие соотношения:

- ✓ -для автоматов только с отсечкой $I_{cm} \leq 4,5 I_{доп}$;
- ✓ -для автоматов с нерегулируемой характеристикой расцепителя $I_{нр} \leq I_{доп}$;
- ✓ -для расцепителя автомата с регулируемой обратно зависящей от тока характеристикой $I_{cr} \leq 1,25 I_{доп}$.

При выполнении условия защищаемости для сетей, не требующих защиты от перегрузки, допускается не проверять автоматы по условию чувствительности.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВ

При пусконаладочных испытаниях аппаратов напряжением до 1000 В выполняют следующие операции:

1 – внешний осмотр:

- ✓ соответствие установленных АВ параметрам сети;

✓ отсутствие внешних повреждений и наличие пломб на блоках полупроводниковых расцепителей;

✓ электрические аппараты перед вводом в эксплуатацию должны пройти ревизию (осмотры) механической части.

✓ проверка состояния электрической изоляции (проверяют мегомметром напряжением 500-1000 В) – проводится у выключателей на номинальный ток 400 А и более.

Требования:

вторичные цепи управления, защиты, измерения, а также шины постоянного тока и шины напряжения на щите управления (при отъединенных цепях) должны иметь сопротивление изоляции не менее 10 МОм (для измерений используется мегомметр напряжением 500 В);

сопротивление изоляции вторичных цепей с рабочим напряжением 60 В и менее измеряется мегомметром напряжением 500 В, сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

2 – проверка электрической прочности изоляции – испытание повышенным напряжением (1000 В) переменного тока промышленной частоты в течение 1 мин.;

3 – проверка действия расцепителей – максимальных, минимальных или независимых расцепителей АВ. Проверяется действие расцепителя мгновенного действия.

Требования: выключатель должен срабатывать при кратности тока не более 1,1 верхнего значения тока срабатывания выключателя, указанного изготовителем;

4 – проверку релейной аппаратуры. В системах электрооборудования (искусственного освещения и силового электрооборудования) жилых (высотой не более 74 м) и общественных, в том числе и многофункционального назначения (высотой не более 49 м), строящихся и реконструируемых зданий проверяются все вводные и секционные выключатели, выключатели цепей аварийного освещения, пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, а также не менее 2% выключателей распределительных и групповых сетей.

В других электроустановках испытываются все вводные и секционные выключатели, выключатели цепей аварийного освещения, пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, а также не менее 1% остальных выключателей.

5 – Испытание расцепителей автоматических выключателей производится на специальных стендах, обеспечивающих необходимые токи испытаний.

МОНТАЖ

Стандартная комплектация каждого АВ состоит из переходных шин или кабельных наконечников, межфазных перегородок, комплекта винтов и гаек для подсоединения проводников, комплекта винтов для крепления АВ к монтажной панели.

Монтаж производят в соответствии с руководством соответствующего автомата.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АВ

1. Очистка автоматического выключателя. Очистить корпус выключателя от пыли сухим обтирочным материалом. Удалить копоть и пятна обтирочным

материалом, смоченным растворителем. Протереть выключатель сухим обтирочным материалом. Осмотреть автоматический выключатель и убедиться в целости корпуса.

2. Проверка механической системы выключателя. Несколько раз включить и отключить выключатель вручную.

Скорость включения и отключения выключателя не должна зависеть от скорости движения рукоятки или кнопки.

3. Проверка состояния контактных соединений. Осмотреть контакты в месте присоединения проводов или шин. При обнаружении следов перегрева контакты разобрать, зачистить контактные поверхности до металлического блеска, собрать и затянуть.

4. Измерение сопротивления изоляции. При отключенном положении выключателя мегомметром измерить сопротивление изоляции между подвижным и неподвижным контактами каждой фазы. При включенном положении выключателя измерить сопротивление изоляции между фазами автоматического выключателя.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм

5. Проверка работы автоматического выключателя. Включить и выключить выключатель 3–5 раз при снятом напряжении и убедиться в четкости его работы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Дайте определение:

Номинальным током расцепителя называется

Током уставки расцепителя называют

Номинальная отключающая способность —

Селективностью называют

2. Укажите основные характеристики выключателей:

U_e

U_c

I_u

I_n

Ir

Im

Iраб

Icr

Icm

Iсз

Iпик

3. Укажите все условия выбора АВ:

1)

2)

3)

4)

5)

6)

4. Отметьте параметры выбора АВ:

исходя из параметров проводов и кабелей;

по условиям защиты от перегрузок;

по типу время-токовой характеристики;

по режиму короткого замыкания;

по условиям защита от токов утечки;

по селективности.

5. Заполните пропуски.

Для защиты от перегрузок предназначена . Параметром, определяющим ток срабатывания , является

Рабочая характеристика АВ должна отвечать условиям:

$$\leq \leq$$

где **I д.н.** –

, А; **Iр. max** – , А.

Iн.а. – , А.

Селективность необходимо обеспечить между

Для того, чтобы обеспечить селективную работу АВ при перегрузках, достаточно, чтобы

Для обеспечения селективного отключения установленных автоматов защитные характеристики их расцепителей не должны

Если характеристика расцепителя головного автомата не удовлетворяет требованиям селективности, то его уставки токов срабатывания $I_{сг}$ и $I_{см}$ **принимают**

6. Закончите предложение:

Выбор АВ по типу защитных характеристик производится исходя из характера нагрузки:

В, С в электрических сетях жилых зданий

D в электроустановках, где нагрузка носит индуктивный характер и имеют место значительные пусковые токи

7. Заполните пропуски.

Для короткого замыкания продолжительностью до 5 с время t , в течение которого превышение температуры проводников от наибольшего значения допускаемой температуры в нормальном режиме до предельно допустимой температуры может быть приблизительно подсчитано по формуле:

$$\sqrt{t} = k \frac{S}{I}$$

где t - продолжительность, с;

S – площадь поперечного сечения, мм²;

I - действующее значение тока в А, выраженное как среднеквадратичное значение;

k - является фактором, учитывающим удельное сопротивление, температурный коэффициент и теплоемкость проводникового материала, и соответствующие начальные и конечные значения температуры.

8. Укажите значение k для различных проводников:

вид проводника	k
для медных проводников с поливинилхлоридной изоляцией;	
для медных проводников с резиновой изоляцией (в т.ч. с изоляцией из бутиловой резины и этиленпропиленовой резины), с изоляцией из сшитого полиэтилена	
для алюминиевых проводников с поливинилхлоридной изоляцией	
для алюминиевых проводников с резиновой изоляцией (в т. ч. с изоляцией из бутиловой резины и	

этиленпропиленовой резины), с изоляцией из сшитого полиэтилена	
для соединений медных проводников, выполняемых пайкой, что соответствует температуре 160 °С	

9. Укажите наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы TN (ПУЭ, табл. 1.7.1), составляет:

Номинальное фазное напряжение U ₀ , В	Время отключения, с
127	
220	
380	
Более 380	

10. Укажите условия совместного использования предохранителей и автоматов.

11. Укажите условие выбора АВ по селективности по условию чувствительности:

Для электромагнитного расцепителя автомата с током до 100 А:

Вид электромагнитного расцепителя	$I_{k \min} / I_{cm} \geq \dots$
Для электромагнитного расцепителя автомата с током до 100 А	
Для электромагнитного расцепителя автомата с током выше 100 А	
Для нерегулируемого расцепителя или расцепителя с обратной зависимостью от тока характеристикой (значение в скобках - для взрывоопасных зон)	

12. Укажите операции, выполняемые при внешнем осмотре:

соответствие установленных АВ параметрам сети;

отсутствие внешних повреждений и наличие пломб на блоках полупроводниковых расцепителей;

электрические аппараты перед вводом в эксплуатацию должны пройти ревизию (осмотры) механической части;

проверка состояния электрической изоляции (проверяют мегомметром напряжением 500-1000 В) – проводится у выключателей на номинальный ток 400 А и более;

все вышеперечисленное.

13. Заполнить пропуски.

Требование: выключатель должен срабатывать при кратности тока не более 1,1 верхнего значения тока срабатывания выключателя, указанного изготовителем

14. Укажите операции технического обслуживания АВ:

Очистка автоматического выключателя

Проверка механической системы выключателя

Проверка состояния контактных соединений

Измерение сопротивления изоляции

Проверка кнопкой «Т»

Проверка кнопкой «R»

Проверка работы автоматического выключателя