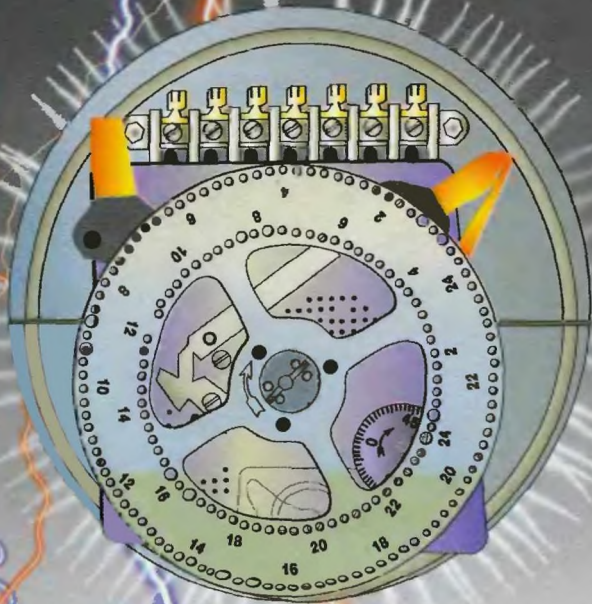




СПРАВОЧНИК

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

И.И. Аниев • М.Б. Абдрамов

СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Глава 1. Основные определения и классификация электрических аппаратов	7
1.1. Основные определения	7
1.2. Классификация электрических аппаратов	8
1.3. Аппараты высокого напряжения	9
1.4. Электрические аппараты управления	10
1.5. Аппараты распределительных устройств	11
1.6. Электрические аппараты автоматики	11
Глава 2. Автоматические выключатели	13
2.1. Выбор автоматов	13
2.2. Трехполюсные автоматические выключатели типа АЕ	14
2.3. Автоматы серии А-3000	16
2.4. Автоматические выключатели серии АП50Б	17
2.5. Автоматические выключатели серии ВА51, ВА52	18
2.6. Автоматические выключатели «Электрон»	19
Глава 3. Контактторы	20
3.1. Устройство контакторов	20
3.2. Характеристики контакторов постоянного и переменного токов ..	22
3.3. Бездуговые контакторы	24
Глава 4. Магнитные пускатели	26
4.1. Устройство и назначение	26
4.2. Технические параметры пускателей	27
Глава 5. Бесконтактные полупроводниковые силовые аппараты управления	39
5.1. Устройство бесконтактных полупроводниковых аппаратов	39
5.2. Тиристорные контакторы с естественной коммутацией	39
5.3. Гибридные или комбинированные силовые аппараты	40
5.4. Тиристорные пускатели	41
Глава 6. Командоаппараты, командоконтроллеры, выключатели, сопротивления, предохранители	43
6.1. Командоаппараты и командоконтроллеры	43
6.2. Магнитные станции	44
6.3. Выключатели и переключатели	44
6.4. Рубильники и переключатели-разъединители	45
6.6. Пакетные выключатели	48
6.7. Резисторы и реостаты силовые	51
6.8. Предохранители плавкие	55
6.9. Светосигнальная арматура	56
Глава 7. Бесконтактные переключатели, датчики, конечные выключатели и преобразователи положения	66
7.1. Бесконтактные путевые переключатели серии БВК	66
7.2. Бесконтактные торцевые переключатели серии БТП	68
7.3. Бесконтактные конечные выключатели серий КВП и КВД	69
7.4. Преобразователи позиционные импульсные серии ПИП и серии ПИЩ	70
7.5. Контактные конечные выключатели	72
Глава 8. Электромагниты	77
8.1. Основные виды электромагнитов	77
8.2. Электромагниты постоянного тока	78
8.3. Электромагниты переменного тока	81
8.4. Электромагниты с питанием от источников постоянного и переменного токов	89

Глава 9. Электромагнитные муфты	93
9.1. Муфты электромагнитные масляные многодисковые	93
9.2. Муфты электромагнитные многодисковые серии ЭМ	101
Глава 10. Реле управления и автоматики	102
10.1. Основные определения и классификация	102
10.2. Реле времени	103
10.3. Реле промежуточные	133
10.4. Реле контроля трехфазного напряжения	152
10.5. Реле указательные	153
10.6. Реле напряжения	158
10.7. Реле тока	161
10.8. Реле мощности	170
10.9. Фотореле	172
10.10. Блок реле сопротивления типа БРЭ 2801	174
10.11. Реле тепловые	175
10.12. Реле температурные	177
10.13. Реле сигнальные	181
10.14. Реле торможения противовключением	182
10.15. Рекомендуемые замены реле, устройств защиты и блокировки	181

ЧАСТЬ 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ ВЫСОКОГО НАПЯЖЕНИЯ

Глава 11. Классификация электрических аппаратов высокого напряжения	193
11.1. Коммутационные аппараты	193
11.2. Ограничивающие аппараты	194
11.3. Измерительные аппараты	196
11.4. Компенсирующие аппараты	196
11.5. Распределительные устройства	197
Глава 12. Масляные выключатели	198
Глава 13. Электромагнитные выключатели	200
Глава 14. Воздушные выключатели	201
14.1. Воздушные выключатели генераторные	201
14.2. Воздушные выключатели сетевые	202
Глава 15. Разъединители внутренней и наружной установки 10 кВ ..	204
Глава 16. Предохранители высоковольтные	208
16.1. Выбор предохранителей	208
16.2. Предохранители с кварцевым наполнителем	208
16.3. Предохранители выхлопного типа	210
Глава 17. Разрядники и ограничители	211
17.1. Разрядники	211
17.2. Ограничители перенапряжения	212
Глава 18. Трансформаторы измерительные тока и напряжения	214
18.1. Трансформаторы тока	214
18.2. Трансформаторы напряжения	227
Глава 19. Реакторы	237
19.1. Основные виды и назначение реакторов	237
19.2. Бетонные сухие реакторы	238
19.3. Фильтровые (сглаживающие) реакторы	242
19.4. Токоограничивающие реакторы	246
19.5. Заземляющие реакторы	247
19.6. Шунтирующие реакторы	248
Глава 20. Высоковольтные распределительные устройства	250
20.1. Камеры сборные КСО-366	250
20.2. Камеры сборные КСО-272	254
20.3. Камеры сборные КСО-386	254
20.4. Шинные мосты	255
Литература	256

1. Основные определения и классификация электрических аппаратов

1.1. Основные определения

Электрическими аппаратами (ЭА) называются электротехнические устройства для управления потоками энергии и информации, режимами работы, контроля и защиты технических систем и их компонентов [1].

Электрические аппараты служат для коммутации, сигнализации и защиты электрических сетей и электроприемников, а также управления электротехническими и технологическими установками и находят исключительно широкое применение в различных областях народного хозяйства: в электроэнергетике, в промышленности и транспорте, в аэрокосмических системах и оборонных отраслях, в телекоммуникациях, в коммунальном хозяйстве, в бытовой технике и т. д. При этом в каждой из областей диапазон используемой номенклатуры аппаратов очень широкий. Можно определенно сказать, что не существует области, связанной с использованием электрической энергии, где бы не применялись электрические аппараты.

В основе функционирования большинства видов электрических аппаратов лежат процессы коммутации (включения и отключения) электрических цепей. К основным явлениям, сопровождающим работу всякого электрического аппарата, относятся: процессы коммутации электрических цепей, электромагнитные и тепловые процессы. Под *электромагнитными процессами* понимают электромеханические и индукционные явления, электромагнитные взаимодействия элементов аппарата и др.

Тепловые процессы оказывают непосредственное влияние на работу аппарата и зависят от *режима работы* аппарата. Установлены для электрических аппаратов три вида режимов работы:

- *длительный* (в этом режиме при длительном прохождении тока аппарат нагревается до установившегося значения температуры);
- *кратковременный* (в этом режиме при отключенном состоянии между отдельными включениями температура нагрева аппарата снижается практически до температуры окружающей среды);
- *повторно-кратковременный* (температура нагрева за время паузы тока не успевает снизиться до температуры окружающей среды).

Два последних режима характеризуются относительной продолжительностью включения ПВ, %. Стандартные значения ПВ: 15; 25; 40; 60%.

1.2. Классификация электрических аппаратов

Исключительно широкий диапазон областей применения электрических аппаратов определяет многообразие видов их классификации.

Электрические аппараты классифицируют по признакам:

1) по величине рабочего напряжения — низковольтные (до 1000 В) и высоковольтные (более 1000 В);

2) по величине рабочего или коммутируемого тока — слаботочные (аппараты управления, защиты, сигнализации) и силовоточные, используемые в силовых цепях;

3) по выполняемой функции:

- коммутирующие аппараты: выключатели, разъединители, контакторы, магнитные пускатели;
 - управления, защиты, сигнализации: реле различного типа, путевые и конечные выключатели (контактные и бесконтактные);
 - командные: кнопки управления, ключи, командоконтроллеры и командоаппараты;
 - аппараты защиты: разрядники, плавкие предохранители.
- К электрическим аппаратам относят также пускорегулирующие сопротивления.

По *признаку коммутации и элементной базы* электрические аппараты разделяются на:

- *электроμηχανические;*
- *статические;*
- *гибридные.*

Электроμηχανические аппараты отличаются наличием в них *подвижных частей*. Электроμηχανические аппараты имеют подвижную и неподвижную *контактные системы*, осуществляющие коммутацию электрических цепей.

Статические аппараты выполняются на основе силовых полупроводниковых приборов: диодов, тиристоров, транзисторов, а также управляемых электромагнитных устройств: магнитных усилителей, дросселей насыщения и др. Аппараты этого вида обычно относятся к силовым электронным устройствам, так как используются для управления потоками электрической энергии.

Гибридные электрические аппараты представляют собой комбинацию электроμηχανических и статических аппаратов.

По функциональному назначению различают:

- *аппараты управления НН и ВН;*
- *аппараты распределительных устройств низкого напряжения;*
- *аппараты автоматики.*

Электрические аппараты классифицируют также:

- по *напряжению*: аппараты НН — низкого (до 1000 В) и аппараты ВН — высокого (от единиц до тысяч киловольт) напряжения;
- по *значению коммутируемого тока*: слаботочные аппараты (до 5 А) и силовоточные (от 5 А до сотен килоампер);
- по *роду тока*: постоянного и переменного;
- по *частоте источника питания*: аппараты с нормальной (до 50 Гц) и аппараты с повышенной (от 400 Гц до 10 кГц) частотой;
- по *роду выполняемых функций*: коммутирующие, регулирующие, контролирующие, измеряющие, ограничивающие по току или напряжению, стабилизирующие;
- по *исполнению коммутирующего органа*: контактные и бесконтактные (статические), гибридные, синхронные, бездуговые.

1.3. Аппараты высокого напряжения

Аппараты Высокого напряжения по функциональному признаку делятся на следующие виды:

- коммутационные аппараты (выключатели, выключатели нагрузки, разъединители);
- измерительные аппараты (трансформаторы тока и напряжения, делители напряжения);
- ограничивающие аппараты (предохранители, реакторы, разрядники, нелинейные ограничители перенапряжений);
- компенсирующие аппараты (управляемые и неуправляемые шунтирующие реакторы);
- комплектные распределительные устройства.

К электрическим аппаратам относят также различные виды *датчиков*, имеющих законченное конструктивное исполнение. Назначением большинства датчиков, относящихся к электрическим аппаратам, является преобразование параметров различных по природе физических величин в электрические сигналы информационного характера. Такие датчики широко используются в различных системах автоматического управления.

1.4. Электрические аппараты управления

Электрические аппараты управления предназначены для управления режимом работы электрооборудования и подразделяются на следующие виды:

- контакторы;
- пускатели;
- контроллеры;
- электрические реле управления;
- командоаппараты;
- рубильники;
- электромагниты управления
- электроуправляемые муфты.

Контакторы служат для многократных включений и отключений электрической цепи при токах нагрузки, не превышающих номинальный, а также для редких отключений при токах перегрузки (обычно 7—10-кратных по отношению к номинальному). Род тока определяет конструктивные особенности контакторов. Поэтому контакторы переменного и постоянного токов обычно не взаимозаменяемые. Однако имеются контакторы, совмещающие в себе возможности коммутации как постоянного, так и переменного токов.

Пускатели предназначены для включения и отключения двигателей и отличаются от контакторов в основном наличием встроенной системы, осуществляющей защиту двигателей от токов перегрузки.

Контроллер — это электрический аппарат с ручным управлением, предназначенный для изменения схемы подключения электродвигателя к системе электропитания, а также для коммутации обмоток трансформаторов.

Электрические реле управления работают в схемах автоматического управления электроприводами. Коммутируемые токи не превышают 10 А, и поэтому дугогасительные устройства в них не применяются.

Командоаппараты предназначены для переключений в цепях управления силовых электрических аппаратов (контакторов, пускателей).

Рубильники рассчитаны практически на весь диапазон номинальных токов. Отключение электрической цепи рубильником обычно производится в обесточенном состоянии или при небольших токах.

Электромагниты управления применяются в исполнительных механизмах различного промышленного назначения, а также в качестве самостоятельного функционального блока.

Электроуправляемые муфты предназначены для передачи потока механической энергии или крутящего момента от ведущей части муфты к ее ведомой части.

В зависимости от рода связи между ведущей и ведомой частями муфты подразделяются на три основных вида:

- электромагнитные муфты с механической связью;
- электромагнитные порошковые муфты;
- индукционные муфты.

1.5. Аппараты распределительных устройств

Аппараты распределительных устройств низкого напряжения (до 1000 В) предназначены для защиты электрооборудования от различных аварийных режимов, связанных с появлением токов перегрузки и короткого замыкания, недопустимого снижения напряжения, появлением токов утечки на землю при повреждении изоляции, обратных токов и т. п.). Эти аппараты подразделяются на автоматические выключатели и низковольтные предохранители.

Автоматические выключатели (автоматы) включают и отключаются относительно редко. Автоматы на разные номинальные токи способны отключать большие токи короткого замыкания (до 150 кА). При этом отключение происходит с выраженным токоограничивающим эффектом. Автоматы имеют обычно сложные контактно-дугогасительные устройства.

Низковольтные предохранители служат для защиты электрооборудования от больших токов перегрузки и токов короткого замыкания. Различают предохранители с открытой плавкой вставкой, закрытые (плавкая вставка размещена в патроне) и предохранители с наполнителем, в качестве которого используется кварцевый песок, мел и др.

1.6. Электрические аппараты автоматики

Электрические аппараты автоматики — это технические средства, с помощью которых выполняются различные операции с сигналами (получение и сбор, считывание, формирование, обработка, преобразование, адресование, сравнение, хранение, размножение, изменение уровня, логические операции и т. п.), если хотя бы один из сигналов (на входе или выходе аппарата) электрический [1]. Соответствующие операции с неэлектрическими или электрическими сигналами выполняются в *тракте переработки информации*.

Сигналом называется воспринимаемая или передаваемая аппаратом информация о вещественном или энергетическом

параметре. Под вещественным параметром понимают размер, плотность, цвет и т. п. Под энергетическим параметром — скорость, давление, температура, напряжение, ток, cosφ, КПД.

Сигналы могут быть периодическими и непериодическими, непрерывными и дискретными.

Тракт переработки информации включает, как правило, следующие устройства:

- *первичные преобразователи* (датчики), преобразующие контролируемую (входную, как правило, неэлектрическую) величину в выходной электрический сигнал;
- *распределители* (коммутаторы), распределяющие информацию в виде электрических сигналов по различным каналам связи;
- *сумматоры, логические элементы, регулирующие органы*, обрабатывающие информацию, поступающую по различным каналам (входам) в виде электрических сигналов и вырабатывающие команду (сигнал) для исполнительных устройств;
- *исполнительные аппараты*.

К последнему типу устройств относятся собственно *электрические реле автоматики, электрогидроревентили, электрогидрокраны, электроклапаны, магнитные опоры и подвесы, задвижки* и др.

Электрические реле автоматики — это устройства для защиты электрических систем, сетей и цепей, а также других объектов от несанкционированных режимов работы; для выработки сигналов, оповещающих о приближении нештатных ситуаций и об их наступлении; для усиления, размножения, обработки, кодирования и запоминания поступающей информации.

К разновидностям электрических реле автоматики относятся герконовые реле, основу которых составляют герметизированные магнитоуправляемые контакты (герконы), а также релейные аппараты с механическим управлением (входом) и электрическим выходом: кнопки, ключи, клавиатуры, тумблеры, микровыключатели.

2. Автоматические выключатели

Автоматические выключатели обеспечивают одновременно функции коммутации силовых цепей (токи от единиц ампер до десятков тысяч) и защиты электроприемника, а также сетей, от перегрузки и коротких замыканий. Аппараты имеют тепловой расцепитель и, как правило, электродинамический расцепитель. Автоматы, как правило, снабжаются дугогасящими устройствами.

Основные виды автоматов: *универсальные, установочные, быстродействующие, гашения магнитного поля, защиты от утечек на землю.*

Быстродействующие автоматы постоянного тока устанавливаются обычно в преобразовательных установках. Время их срабатывания измеряется несколькими сотыми долями секунды.

Автоматы гашения магнитного поля предназначены для гашения поля возбуждения крупных синхронных машин при возникновении в них внутреннего короткого замыкания.

Автоматы защиты от токов утечки на землю служат для защиты людей и животных от поражения электрическим током, а также от токов короткого замыкания и перегрузок в сетях с глухозаземленной нейтралью.

Преимущественное распространение получили *универсальные* и *установочные* автоматы. Вторые отличаются от первых лишь наличием изоляционного кожуха, благодаря чему они могут устанавливаться в общедоступных помещениях. Универсальные автоматы постоянного и переменного токов работают, главным образом, в распределительных устройствах низкого напряжения

2.1. Выбор автоматов

Автоматы выбирают по их номинальному току. Уставки токов расцепителей определяют по следующим соотношениям:

1. Для силовых одиночных электроприемников:
ток уставки теплового расцепителя

$$I_t \geq 1,25 I_n;$$

ток уставки электродинамического расцепителя

$$I_3 \geq 1,2 I_{\text{пуск}},$$

где I_n — номинальный ток электроприемника; $I_{\text{пуск}}$ — пусковой ток электродвигателя.

2. Для группы силовых (двигательных) электроприемников соответственно:

$$I_T \geq 1,1 I_{\max}; \quad I_Z \geq 1,2(I_{\text{пуск}} + I_{\max}),$$

где $I_{\max}$ — наибольший суммарный ток группы электроприемников в номинальном режиме.

Автоматы используются для коммутации и защиты цепей электроустановок различного назначения, электродвигателей. Они устанавливаются в шкафах отходящих линий комплектных трансформаторных подстанций (КТП).

Автоматы выпускаются на переменные напряжения от 220 до 660 В и постоянные — от 110 до 440 В с ручным и электродвигательным приводом. Наибольшее применение получили автоматы серий:

1. «Электрон» — для установки в распределительных устройствах на постоянное напряжение до 440 В и переменное до 660 В. Отключают ток от 50.000 до 160.000 А.

2. АЕ-1000, АЕ-2000 — для защиты цепей и электроприемников от перегрузки и коротких замыканий. Напряжения: переменные 380, 660 В, постоянные — 110, 220 В. Отключаемые токи от 1000 до 10.000 А.

3. Автоматы А-3000 — наиболее распространенная серия.

2.2. Трехполюсные автоматические выключатели типа АЕ

Трехполюсные автоматические выключатели типа АЕ2040, АЕ2050М предназначены для применения в электрических цепях переменного тока частоты 50 и 60 Гц (рис. 2.1):

- выключатели с тепловыми расцепителями без регулирования номинального тока и без температурной компенсации;
- для защиты от перегрузок и коротких замыканий, для нечастых оперативных включений и отключений линий;
- выключатели с тепловыми расцепителями с регулировкой номинального тока и температурной компенсацией — для защиты от перегрузок и коротких замыканий, пуска и остановки асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.



Рис. 2.1. Автомат серии АЕ

Пример расшифровки обозначения:

AE20XXX-XXX 00X3:

AE20 — серия;

X — величина номинального тока выключателя:

4 — 63А, 5 — 100А;

X — число полюсов и тип максимального расцепителя тока:
3 — трехполюсные с электромагнитными расцепителями; 6 — трехполюсные с электромагнитными и тепловыми расцепителями;

X — условное обозначение модификации выключателей на 80 и 100 А в габарите выключателей на 63А — М;

X — условное обозначение отсутствия или наличия и вида свободных вспомогательных контактов:

1 — без контактов; 2 — один замыкающий; 3 — один размыкающий; 4 — один замыкающий и один размыкающий;

X — обозначение дополнительного расцепителя:

0 — без расцепителя; 2 — независимый;

X — обозначение наличия регулировки номинального тока и наличие температурной компенсации:

Р — есть, 0 — отсутствует; 00 — степень защиты — IP00;

X3 — климатическое исполнение — У3, Т3.

Таблица 2.1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМАТОВ СЕРИИ АЕ

Тип	Номинальный ток А	Номинальное напряжение В	Число полюсов	Ток устав-ки, А	Предельный ток отключения, кА		Габариты
					=	~	
AE-1000	25	240	1	6 25	—	1,5	90×21×77
AE-2000	25, 63, 100	220 500	1, 2, 3		10	16	220×112×115
AE-2040	16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100	660	3	16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100	—	12 _н	207×75×120
AE-2443	16, 20, 25,5, 31, 40, 50, 63	380	3	—	—	—	—
AE-2050M	16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100	380	3	16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100	—	12 _н	207×75×120

Предельные токи автоматов при токах 63 А для АЕ2043 и 80; 100 А для АЕ2053М, составляют $5I_n$. Коммутационная способность при напряжении 380 В составляет 6 кА (кроме 80; 100 А), при напряжении 660 В — 4 кА.

2.3. Автоматы серии А-3000

Автоматы А-3000 — наиболее распространенная серия. Напряжения, на которые рассчитаны автоматы: переменные 380, 660 В, постоянные до 440 В.

В этой серии выпускаются автоматы на повышенные частоты: А-3123, 380 В, 400 Гц, 15 А и А-3124, 380 В, 40 А и 1500 Гц.

В табл. 2.2 приведены технические данные автоматических воздушных выключателей серии А3000, а в табл. 2.3 данные некоторых автоматов серий АК, АС, АП, АВ, АСТ.

Таблица 2.2

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДУШНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ А3000

Тип	Номинальный ток, А	Напряжение, В	Число полюсов	Ток установки, А	Предельный ток отключения, кА		Время отключения, с	Габариты
					постоянный	переменный		
А3160	50	110, 220	1, 2, 3	15.. 50	1,6...3,6	2,5...4,5	0,025	158×105×89
А3110	100	220	2, 3	15.. 100	5	2,5...10	0,015	237×105×112
А3120	200	220	2, 3	15.. 100	20	18	0,015	258×153×105
А3130	200	220	2, 3	100.. 200	17...28	14.. 25	0,015	300×199×106
А3140	600	220	2, 3	100...200	17...28	14.. 25	0,015	561×217×141
А3710Б А3740Б	160...630	440, 660	2, 3	250...600	25...50 110	32.. 40 40.. 60	0,03 —	225×500×190
А3710Ф А3730Ф	160...630	220, 380	2, 3	—	25...50	25..50	—	225×400×160

Таблица 2.3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НЕКОТОРЫХ АВТОМАТОВ СЕРИЙ АК, АС, АП, АСТ

Тип	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Число полюсов	Ток установки, А	Предельный ток отключения, кА		Время отключения, с	Привод	Габариты
					=	~			
АК-63	63	200... 440	2, 3	0,63...63	5	9	0,03	Ручной	145×68×124
АК-50	50	320... 400	2, 3	2...50	4,5	9	0,04	Ручной	113×81×117

Тип	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Число полюсов	Ток уставки, А	Предельный ток отключения, кА		Время отключения, с	Привод	Габариты
					=	~			
АП-50	50	220...500	2, 3	1,6...50	1,252	0,3...2	0,02	Ручной	210×160×143
А-63	25	110...220	1	0,63...25	2	2,5	—	Ручной	134×28×88
АС-25	25	220...380	2, 3	1...20	3,2	2	—	Ручной	73×90×109
АВ-45 /1000	6000	500	1	—	—	до 200	—	Электродвиг.	1216×500×695
АСТ-2/3	25	380	2, 3	—	90	—	0,08	Электромагн.	120×75×95

2.4. Автоматические выключатели серии АП50Б

Автоматические выключатели серии АП50Б предназначены для защиты от перегрузок и коротких замыканий электрических цепей напряжением до 220 В постоянного тока, до 500 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц, оперативных включений и отключений указанных цепей с частотой от 6 до 30 включений в сутки, в том числе для пуска, защиты и отключения электродвигателей.



Рис. 2.2. Автоматический выключатель серии АП50Б

Пример расшифровки обозначения:

АП50Б-XXXX X XXX:

АП50Б — серия;

XXXX — максимальные расцепители тока;

для выключателей без дополнительных расцепителей 2М, 2МТ, 3М, 3МТ цифра — количество полюсов и максимальных расцепителей;

для выключателей с дополнительными расцепителями 1М2Т (двухполюсный), 2М3Т, 2М (трехполюсные).

Первая цифра — число максимальных электромагнитных расцепителей.

Вторая цифра — число максимальных тепловых расцепителей:

М — электромагнитный;

Т — тепловой;

Х — дополнительные расцепители;

Т — тепловой;

Н — минимальный расцепитель напряжения (номинальные напряжения: 110, 127, 220, 380, 400, 415 В переменного тока частоты 50 Гц);

Д — независимый расцепитель (номинальные напряжения: 110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 440 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц и 220 В постоянного тока для АП50Б 1М2ТД УЗ);

О — максимальный расцепитель тока в нулевом проводе;

XXX — климатическое исполнение (У, ХЛ, Т) и категории размещения (2, 3, 5);

УЗ, ТЗ, ХЛ5 — без оболочки;

У2, Т2, ХЛ5 — в дополнительной металлической оболочке степени защиты IP54.

Выключатели изготавливаются с одним свободным переключающим контактом вспомогательной цепи (1П), двумя (2П) или без них.

Габаритные размеры двухполюсного выключателя АП: 138,5×81×108,5 мм; масса до 1 кг. Габаритные размеры трехполюсного выключателя: 38,5×103×108,5 мм; масса до 1,2 кг. Габаритные размеры выключателя в защитной оболочке 220×200×157 мм; масса не более 3,5 кг.

2.5. Автоматические выключатели серии ВА51, ВА52

Выключатели автоматические серии ВА51, ВА52

на номинальные токи от 16 до 630 А служат для проведения тока в нормальном режиме и отключение тока при коротких замыканиях (КЗ), перегрузках и недопустимых снижениях напряжения, а также для не частых (до 6 в сутки) оперативных включений и отключений электрических цепей и рассчитаны для эксплуатации в электроустановках с номинальным напряжением до 660 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц и до 220 В постоянного тока, кроме того выключатели ВА52-35 допускаются для эксплуатации при напряжении 400В постоянного тока. В табл. 2.4. приведены технические данные автоматов серии ВА.

Таблица 2.4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ АВТОМАТОВ СЕРИИ ВА

Тип выключателя	Номинальное напряжение гл цепей, В	Номинальный ток выключа- теля, А	Ном ток теплового расцепителя/уставка по току сраб эл магн расцепителя А
Трехполюсный с комбинированным расцепителем			
ВА51-35М1-340010	380, 660* 50, 60 Гц	100	16, 20, 25, 31,5, 40/480, 50/600, 63/800, 80/960, 100/1200
ВА51-35М2-340010		250	125/1500, 160/1920, 200/2400, 250/3000
ВА51-35М3-340010		400	320/3200, 400/4000
Трехполюсный с комбинированным расцепителем			
ВА52-39Б-340010	380, 660* 50, 60 Гц	500	500/4000
ВА52-39Б 340010		630	630/4000

2.6. Автоматические выключатели «Электрон»

Автоматические выключатели «Электрон» используются для установки в распределительных устройствах на постоянное напряжение до 440 В и переменное до 660 В. Технические данные выключателей этой серии приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ АВТОМАТОВ «ЭЛЕКТРОН»

Параметр	Тип				
	Э06	Э10	Э16	Э25	Э40
Номинальный ток, А	630	1000	1600	2500	4000
Коммутационная способность, кА	50	84	84	105	160
Габаритные размеры, мм	470×400×320	580×570×430	730×580×570	550×520×450	600×570×410

3. Контакторы

3.1. Устройство контакторов

Контакторы относятся к аппаратам управления низкого напряжения (до 1000 В). **Контактором** называется электрический аппарат с самовозвратом для многократного дистанционного включения и отключения силовой электрической нагрузки переменного и постоянного токов, а также редких отключений токов перегрузки. Ток перегрузки составляет 7-10 кратное значение по отношению к номинальному току.

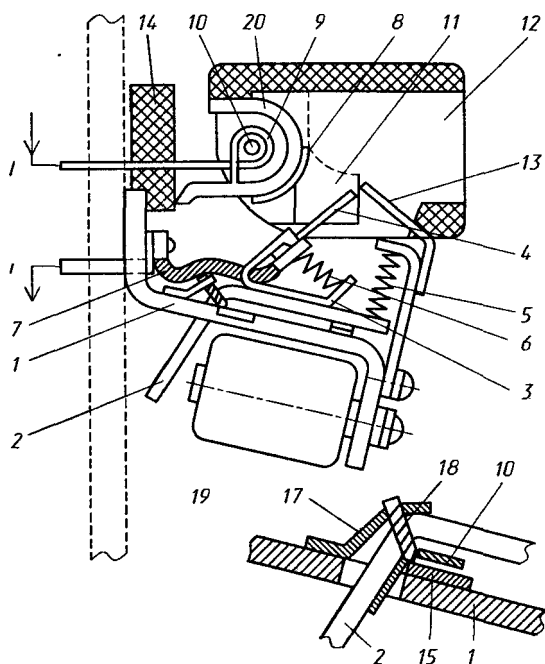


Рис. 3.1. Конструктивная схема контактора постоянного тока КПВ 600:

1 — стальная скоба-основание; 2 — якорь; 3 — скоба; 4 и 8 — подвижный и неподвижный контакты; 5 — возвратная пружина; 6 — контактная пружина; 7 — медная гибкая связь; 9 — катушка магнитного дутья (МД); 10 — сердечник системы МД; 11 — стальные полосы МД; 12 — дугогасительная камера; 13 и 20 — дугогасительные рога; 14 — изоляционное основание; 15 — вставка-призма вращения; 16 — сменная пластина; 17 — планка; 18 — пружина; 19 — включающая катушка; 1 — коммутируемый ток

Контакты переменного и постоянного токов, как правило, имеют конструктивные отличия, поэтому обычно не взаимозаменяемы.

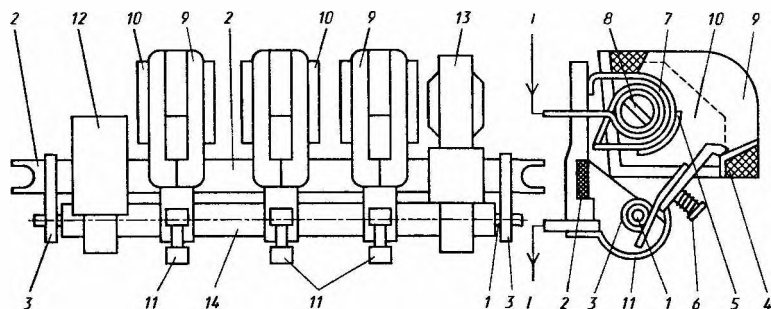
Контакты, как и другие электромагнитные аппараты, имеют магнитную систему, на которой расположена катушка управления.

Подвижная часть магнитной системы (якорь) механически связан с группой подвижных контактов — силовых и вспомогательных (или блок-контактов).

На рис. 3.1 представлена конструкция контактора постоянного тока, а на рис. 3.2. — контактора переменного тока.

В контакторах не предусмотрены защиты, присущие автоматам и магнитным пускателям. Контакты обеспечивают большое число включений и отключений (циклов) при дистанционном управлении ими. Число этих циклов для контакторов разной категории изменяются от 30 до 3600 в час. Контакты выпускаются переменного (типа К и КТ) и постоянного (типа КП, КМ, КПД) токов.

Контакты имеют главные (силовые) контакты и вспомогательные или блок-контакты, предназначенные для организации цепей управления и блокировки. Главные контакты, как правило, снабжаются специальными дугогасительными устройствами.



3.2. Конструктивная схема контактора КТ6000:

1 — вал; 2 — металлическая изолированная рейка; 3 — подшипники; 4 и 5 — подвижный и неподвижный контакты; 6 — контактная пружина; 7 — катушка магнитного дутья (МД); 8 — сердечник системы МД; 9 — дугогасительная камера; 10 — полосы системы МД; 11 — гибкая медная связь; 12 — узел вспомогательных контактов; 13 — электромагнит; 14 — изоляционный слой на металлическом валу; 1 — коммутируемый ток

3.2. Характеристики контакторов постоянного и переменного токов

Основные технические характеристики контакторов постоянного и переменного токов приведены в табл. 3.1—3.4.

Таблица 3.1

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНТАКТОРОВ
ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Тип	Номинальные		Обмотка		Собственное время, с		Износостой- кость		Допустимая частота сра- батываний, циклы в час
	напря- жение, В	ток, А	Напря- жение, В	Мощ- ность, Вт	вклю- чения	отклю- чения	меха- ниче- ская	комму- тацион- ная	
Контакторы постоянного тока									
КП1	220	20; 40; 71	110	20	0,1	0,04	—	—	1200
КП2	220	20; 40; 71	220	180	0,2... 0,3	0,1	—	—	240
КП7	660	2500	110, 220	180	0,25	0,07	—	—	240
КП207	600	2500	110; 220	30 .. 70	0,2	0,25	10 ⁷	—	300 ..1200
КПВ600	220	63; 100; 160	110; 220	110	0,2... 0,3	0,1	—	—	240
КМВ621	220	50	40... 220	—	0,05	—	—	—	—
КПД100	220	25... 250	110 .. 440	35	—	—	10 ⁷	10 ⁶	1200
Контакторы постоянного и переменного токов									
МК1	220, 500	40	24 .. 200	31	0,06	0,04	10 ⁷	—	—
КМ200	220; 380	До 600	До 380	50	—	—	—	—	600
КМЗ-0	220; 380	40	127... 220	—	—	—	10 ⁶	—	—
РПК1	440; 500	10	До 500	—	—	—	10 ⁷	—	—
КН100— КН400	200	25... 200	До 320	10... 50	0,15	0,03	—	—	—

Таблица 3.2

ПАРАМЕТРЫ И ТОКИ ОБМОТОК КОНТАКТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Контактор		Ток обмотки, А						Собственное время, с	
Тип	Номинальный ток, А	В рабочем состоянии при напряжении, В			Пусковой при напряжении, В			срабатывания	отпускания
		127	220	380	127	220	380		
КТ6000	100	—	0,21	0,14	—	2,1	1,4	0,03...0,04	0,02
	160	—	0,21	0,14	—	2,1	1,4	0,03...0,04	0,02
	250	13	0,72	0,44	13	7,4	4,4	0,04	0,012
	400	—	0,91	—	—	9,9	—	0,05	0,02
	630	—	1,65	0,91	—	16,5	9,8	0,05	0,02
КТ7000	100	—	0,26	0,12	—	2,5...3,7	1,2...1,8	0,34	0,015
	160	—	0,26	0,13	—	2,6...3,9	1,2...1,8	0,3	0,009
КНТ	10	0,123	0,07	0,0435	0,123	0,07	0,0435	0,6	0,4
	25	0,215	0,12	0,75	0,215	0,12	0,076	0,6	0,4
	60	0,4	0,21	0,126	2,3	1,22	0,126	0,6	0,4
	100	0,43	0,24	0,146	2,5	1,35	0,146	0,6	0,4
	200	0,6	0,35	0,2	3,12	1,78	1,0	0,6	0,6

Таблица 3.3

КОНТАКТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Тип	Номинальные		Число полюсов	Допустимая частота включений, 1/с	Дополнительные сведения
	напряжение, В	ток, А			
КТ6000	380 и 660	100; 160; 250; 400; 630; 1000	2; 3; 4 и 5	1200	Для тяжелых режимов работы
КТ700	380 и 660	100, 160	2; 3; 4 и 5	600	—
КВДК630	660	630	3	3800	Вакуумный контактор
КТД121	<500	40	3	1200	—
КТПВ600	<380	63; 100, 160 и 250	2	1200	Для управления асинхронными двигателями в тяжелых условиях смешанного питания металлургических приводов
К1000	<1600	400 (без охлаждения водой) 800 (при охлаждении водой и частоте 800 Гц)		Контакторы на повышенную частоту тока от 500 до 8000 Гц	

Таблица 3.4

КОНТАКТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Тип	Номинальные		Обмотка	Собственное время, с		Допустимая частота срабатываний, 1/ч	Назначение особенности конструкции, дополнительные сведения
	напряжение, В	ток, А		включения	отключения		
КП1	220	20; 40; 75	110	0,1	0,04	1200	—
КП2			220				
КП7	660	2500	110; 220	0,2 . 0,3	0,1	240	—
КП207	600	2500	110; 220	0,25	0,07	240	—
КПВ600	220	63, 100; 160, 250; 630	110, 220	0,2	0,25	300 1200	Для тяжелых режимов работы
КМВ621	220	50	48... 220	—	0,05	—	Для управления электромагнитными приводами высоковольтных выключателей
КПД100	220	25...250	110... 140	—	—	1200	Для крановых установок и электротранспорта

3.3. Бездуговые контакторы

В настоящее время весьма перспективными считают **бездуговые контакторы** с полупроводниковой приставкой и вакуумные контакторы [1].

В табл. 3.5 приведены некоторые параметры таких контакторов.

Таблица 3.5

ПАРАМЕТРЫ ТРЕХПОЛЮСНЫХ КОНТАКТОРОВ
БЕЗДУГОВЫХ И С ОГРАНИЧЕННЫМ ДУГООБРАЗОВАНИЕМ

Тип	Номиналь- ные		Износостой- кость		Комму- тацион- ная способ- ность, А	Частота сраба- тыва- ний, циклы/ч	Габариты, мм	Мас- са, кг
	ток, А	напря- жение, В	меха- ниче- ская, циклы	ком- мута- цион- ная, циклы				
Бездуговые контакторы								
БКБ	100	380	10 ⁷	10 ⁷	2000	2000	380×260×366	16
МК2-20Е	63	380	—	—	—	1200	150×220×190	4,85

Окончание табл. 3.5

Тип	Номиналь- ные		Износостой- кость		Комму- тацион- ная способ- ность, А	Частота сраба- тыва- ний, циклы/ч	Габариты, мм	Мас- са, кг
	ток, А	напря- жение, В	меха- ниче- ская, циклы	ком- мута- цион- ная, циклы				
Бездуговые контакторы								
МК2-30Е	63	380	—	3...10 ⁶	1200	1200	150×220×186	5,25
МК3-30Е	100	660	—	3...10 ⁶	—	1200	150×220×186	5,25
КБК	250	660... 1140	1,6... 10 ⁶	—	3250... 6900	1200	400×354×190	—
Контакторы с ограниченным дугообразованием								
КТ-604ЗБР	400	1140	2,5. . 10 ⁶	0,5... 10 ⁶	600	300	550×345×530	—
Вакуумные контакторы								
КТ12Р33-37	160 .. 630	660... 1140	5... 10 ⁶	2...10 ⁶	1750 .. 8800	600... 1200	238×80×188	18,5
КВДК-630	630	630	—	2...10 ⁶	—	—	271×224×214	—

4. Магнитные пускатели

4.1. Устройство и назначение

Магнитные пускатели предназначены для пуска, остановки, реверсирования и тепловой защиты главным образом асинхронных двигателей. Наибольшее применение находят магнитные пускатели с контактными системами и электромагнитным приводом типов ПМЕ, ПМА, ПА (ПАЕ). Пускатели выполняются открытого, защищенного, пылебрызгонепроницаемого исполнения, реверсивные и нереверсивные, с тепловой защитой и без нее. Различают нереверсивный и реверсивный магнитные пускатели. Магнитный пускатель заключается, как правило, в стальной кожух. Управление им осуществляется посредством кнопок управления *Пуск*, *Стоп*, (*Вперед*, *Назад*). Эскиз магнитного пускателя ПАЕ представлен на рис. 4.1.

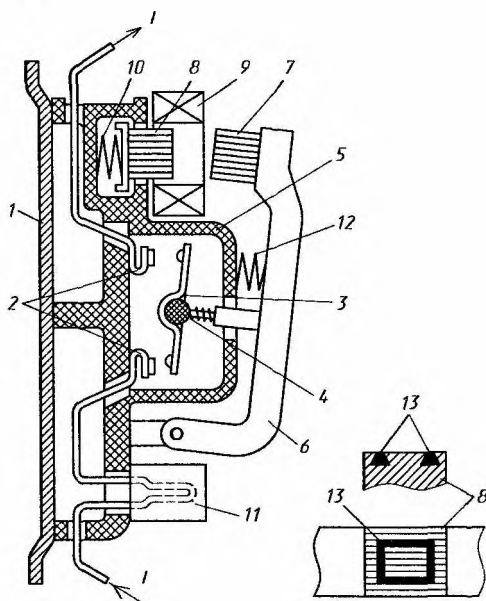


Рис. 4.1. Конструктивная схема пускателя ПАЕ

1 — металлическое основание; 2 и 3 — неподвижные и подвижные мостиковые контакты; 4 — контактная пружина; 5 — закрытая дугогасительная камера; 6 — траверса; 7, 8 и 9 — якорь, катушка и магнитопровод электромагнита; 10 — амортизирующие пружины; 11 — тепловое реле; 12 — отключающая пружина; 13 — короткозамкнутый виток на магнитопроводе; I — коммутлируемый ток

4.2. Технические параметры пускателей

Пускатели серии ПМЕ, ПАЕ обладают коммутационной способностью до 2×10^6 и частотой включений в час до 1200. Выбор контакторов и пускателей осуществляется по номинальному напряжению сети, номинальному напряжению питания катушек контакторов и пускателей, по номинальному коммутируемому току электроприемника. Технические параметры пускателей серии ПМЕ и ПАЕ приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПУСКАТЕЛЕЙ СЕРИИ ПМЕ И ПАЕ

Параметр	ПМЕ-000	ПМЕ-10	ПМЕ-200	ПАЕ-300	ПАЕ-400	ПАЕ-500	ПАЕ-600
Номинальный ток, А, при напряжениях 380/500 В	3/1,1	10/6	25/14	40/21	63/35	110/61	146/80
Предельный включаемый и отключаемый ток, А, при напряжении 380 В и $\cos \varphi = 0,4$	30	100	280	400	630	100	1500
Провал главных контактов, мм	$2,4 \pm 0,4$	$2,5 \pm 0,5$	$3 \pm 0,5$	$2,2 \pm 0,5$	$3,2 \pm 0,5$	$4 \pm 0,5$	$4 \pm 0,5$
Начальное нажатие на контактный мостик, Н	1,1	2,0	4,6	13	18	33	50
Раствор главных контактов, мм	2,8	2,5	3	3	3,5	3,5	4
Материал контактной накладки	Серебро	КМК-А30	КМК-А30	КМК-А10	КМК-А10	КМК-А10	КМК-А10
Пусковая мощность, потребляемая обмоткой, ВА	65	130	160	260	465	800	3400
Номинальная мощность обмотки, ВА	3,6	6	8	17	20	26	38
Масса, кг	0,33	0,64	0,65	2,66	43	7,6	103

Наиболее распространенные серии пускателей с контактной системой и электромагнитным приводом: ПМЕ, ПМА, ПА, ПВН, ПМЛ, ПВ, ПАЕ.

Пускатели серии ПМА предназначены для управления асинхронными двигателями в диапазоне мощностей от 1,1 до 75 кВт на напряжение 380-660 В.

Пускатели серии ПМЕ выполняются с прямоходовой магнитной системой и управлением на переменном токе.

Напряжение от 36 до 500 В. Используются для управления электродвигателями с короткозамкнутым ротором. Выпускаются в открытом, защищенном и пылебрызгонепроницаемом исполнениях, с тепловыми реле и без них, бывают реверсивными и нереверсивными.

Защищенное исполнение имеют пускатели ПМЕ-031, -032, -051, -052, -081, -084, -121, -122, -123, -124, -221, -222, -223, -224; пылебрызгонепроницаемое исполнение ПМЕ-061, -062, -091, -092, -093, -094, -131, -132, -133, -134, -231, -232, -233, -234; нечетные — без теплового реле; четные — с тепловым реле. Пускатели серии ПМЕ-200, а также ПМЕ-111 Т, ПМЕ-113Т имеют тропическое исполнение. Частота включений при ПВ 70% составляет 600.

Пускатели серии ПАЕ с управлением на переменном токе: отдельные исполнения ПАЕ-313, -314, -411, -412 применяются преимущественно в станкостроении. Характеристики пускателей серии ПМЕ и ПАЕ приведены в табл. 4.2

Таблица 4.2

МАГНИТНЫЕ ПУСКATEЛИ СЕРИЙ ПМЕ И ПАЕ

Тип	Номинальный ток, А при напряжениях 380/500 В	Габаритные размеры, мм	Наличие теплового реле
ПМЕ-001	3/1,5	75×65×119	Нет
ПМЕ-002	3/1,5	121×83×101	Есть
ПМЕ-003	3/1,5	90×150×118	Нет
ПМЕ-004	3/1,5	135×150×118	Есть
ПМЕ-111	10/6	68×85×84	Нет
ПМЕ-112	10/6	154×102×91	Есть
ПМЕ-113	10/6	164×90×106	Нет
ПМЕ-114	10/6	232×90×107	Есть
ПМЕ-211	25/14	102×90×118	Нет
ПМЕ-212	25/14	195×98×126	Есть
ПМЕ-213	25/14	130×205×155	Нет
ПМЕ-214	25/14	180×205×155	Есть
ПАЕ-311	40/21	214×114×144	Нет
ПАЕ-312	40/21	275×114×121	Есть
ПАЕ-313	40/21	214×239×114	Нет
ПАЕ-314	40/21	264×239×121	Есть
ПАЕ-411	63/35	290×183×135	Нет

Тип	Номинальный ток А при напряжениях 380/500 В	Габаритные размеры, мм	Наличие теплового реле
ПАЕ-412	63/35	290×183×135	Есть
ПАЕ-413	63/35	275×343×135	Нет
ПАЕ-414	63/35	275×343×135	Есть
ПАЕ-511	110/61	335×200×156	Нет
ПАЕ-512	110/61	335×200×156	Есть
ПАЕ-513	110/61	320×338×170	Нет
ПАЕ-514	110/61	320×338×170	Есть
ПАЕ-611	146/80	380×230×190	Нет
ПАЕ-612	146/80	380×230×190	Есть
ПАЕ-613	146/80	385×435×190	Нет
ПАЕ-614	146/80	385×435×190	Есть

Пускатели серии ПМА. Пускатели серии ПМА предназначены для управления асинхронными двигателями мощностью 1,1...75 кВт; имеют реверсивные и нереверсивные исполнения, с тепловым и без теплового реле, открытое и защищенное исполнения; износостойкость механическая в аппаратах на ток до 63 А составляет 16...10⁶, выше 63 А — 10 циклов; коммутационная — соответственно 3...10 и 2,5...10 циклов.

Номинальный ток контактов вспомогательной цепи лежит в пределах от 4 до 10 А. В табл. 4.3 приведены технические данные пускателей ПМА.

Таблица 4.3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПУСКАТЕЛЕЙ СЕРИИ ПМА

Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Наибольшая мощность управляемого двигателя при 380 В, кВт	Габаритные размеры мм	Масса, кг
4	500	1,1	65×60×100	0,6
10	500	4,0	74×90×109	0,8
25	500, 660	10	90×98×115	1,1
40	500, 660	17	108×110×135	1,8
63	500, 660	30	120×120×158	2,6
100	500, 660	55	135×150×170	3,3
160	500, 660	75	160×170×200	5

Магнитные пускатели типа ПМЛ. Пускатели электромагнитные серии ПМЛ (рис. 4.2) предназначены для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором при напряжении до 660 В переменного тока частотой 50 Гц, а в исполнении с трехполюсными тепловыми реле серии РТЛ — для защиты управляемых электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз.



Рис. 4.2. Магнитный пускатель серии ПМЛ

Пускатели могут комплектоваться ограничителями перенапряжений типа ОПН. Пускатели, комплектуемые ограничителями перенапряжения, пригодны для работы в системах управления с применением микропроцессорной техники. Пускатели пригодны для работы в системах управления с применением микропроцессорной техники при шунтировании включающей катушки помехоподавляющим устройством или при тиристорном управлении.

Номинальное переменное напряжение включающих катушек: 24, 36, 40, 48, 110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 415, 500, 660 В частоты 50 Гц и 110, 220, 380, 400, 415, 440 В частоты 60 Гц.

Пускатели ПМЛ на токи 10...63 А имеют прямоходовую магнитную систему Ш-образного типа. Контактная система расположена перед магнитной. Подвижная часть электромагнита составляет одно целое с траверсой, в которой предусмотрены подвижные контакты и их пружины. Возвратная пружина расположена на среднем керне подвижной части электромагнита. На дугогасительной камере имеются направляющие для присоединения дополнительных приставок: контактной приставки типа ПКЛ или пневмоприставки ПВЛ, кнопки «Пуск» или «Стоп» и сигнальной лампы.

Тепловые реле серии РТЛ подсоединяются непосредственно к корпусам пускателей.

Обозначение магнитных пускателей

ПМЛ-XXXXXXXXX:

ПМЛ — серия;

- X — величина пускателя по номинальному току (1 — 10А, 2 — 25А, 3 — 40А, 4 — 63А);
- X — исполнение пускателей по назначению и наличию теплового реле (1 — нереверсивный, без теплового реле; 2 — нереверсивный, с тепловым реле; 5 — реверсивный пускатель без теплового реле с механической блокировкой для степени защиты IP00 и IP20 и с электрической и механической блокировками для степени защиты IP40 и IP54; 6 — реверсивный пускатель с тепловым реле с электрической и механической блокировками; 7 — пускатель звезда — треугольник степени защиты 54);
- X — исполнение пускателей по степени защиты и наличию кнопок управления и сигнальной лампы (0 — IP00; 1 — IP54 без кнопок; 2 — IP54 с кнопками «Пуск» и «Стоп»; 3 — IP54 с кнопками «Пуск», «Стоп» и сигнальной лампой (изготавливается только на напряжения 127, 220 и 380 В, 50 Гц); 4 — IP40 без кнопок; 5 — IP40 с кнопками «Пуск» и «Стоп»; 6 — IP20;
- X — число и вид контактов вспомогательной цепи: 0 — 1з (на ток 10 и 25 А), 1з + 1р (на ток 40 и 63 А), переменный ток; 1 — 1р (на ток 10 и 25 А), переменный ток; 2 — 1з (на ток 10, 25, 40 и 63 А), переменный ток; 5 — 1з (на 10 и 25 А), постоянный ток; 6 — 1р (на ток 10 и 25 А), постоянный ток;
- X — сейсмостойкое исполнение пускателей (С);
- X — исполнение пускателей с креплением на стандартные рейки Р2-1 и Р2-3;
- XX — климатическое исполнение (О) и категория размещения (2, 4);
- X — исполнение по коммутационной износостойкости (А, Б, В).

Пускатели на токи 10, 25, 40 и 63 А допускают установку одной дополнительной контактной приставки ПКЛ или пневмоприставки ПВЛ.

Номинальный ток контактов приставок ПВЛ и сигнальных контактов пускателей — 10 А.

Номинальный ток контактов приставок ПКЛ — 16 А.

Приставки ПВЛ имеют 1 замыкающий и 1 размыкающий контакты.

Основные характеристики магнитных пускателей ПМЛ на 10 — 63 А приведены в табл. 4.4–4.7. Основные характеристики контактных приставок, основные характеристики пневмоприставок — в табл. 4.8–4.9.

Таблица 4.4

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ ПМЛ НА 10 А

Параметр	1100	1110	1210	1220	1230
Величина номинального тока, А	10				
Исполнение и наличие термореле	неревверсивный, без термореле		неревверсивный, с термореле		
Степень защиты и наличие кнопок	IP00	IP54 без кнопок	IP54 без кнопок	IP54 с кнопками «Пуск» и «Стоп»	IP54 с кнопками «Пуск» и «Стоп»; с сигнальной лампой
Число и исполнение контактов вспомогательной цепи	Переменный ток в цепи упрааления, 1 замыкающий				

Таблица 4.5

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ НА 25 А

Параметр	2100	2110	2210	2220	2230
Величина номинального тока, А	25				
Исполнение и наличие термореле	неревверсивный, без термореле		неревверсивный, с термореле		
Степень защиты и наличие кнопок	IP00	IP54 без кнопок	IP54 без кнопок	IP54 с кнопками «Пуск» и «Стоп»	IP54 с кнопками «Пуск» и «Стоп»; с сигнальной лампой
Число и исполнение контактов вспомогательной цепи	Переменный ток в цепи управления, 1 замыкающий				

Таблица 4.6

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ НА 40 А

Параметр	3100	3210	3220	3230
Величина номинального тока, А	40			
Исполнение и наличие термореле	неревверсивный, без термореле		неревверсивный, с термореле	
Степень защиты и наличие кнопок	IP00		IP54 без кнопок	IP54 с кнопками «Пуск» и «Стоп»; с сигнальной лампой
Число и исполнение контактов вспомогательной цепи	Переменный ток в цепи управления, 1 замыкающий и 1 размыкающий			

Таблица 4.7

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ НА 63 А

Параметр	4100	4210	4220	4230
Величина номинального тока, А	63			
Исполнение и наличие термореле	неревверсивный, без термореле	неревверсивный, с термореле		
Степень защиты и наличие кнопок	IP00	IP54 без кнопок	IP54 с кнопками «Пуск» и «Стоп»	IP54 с кнопками «Пуск» и «Стоп»; с сигнальной лампой
Число и исполнение контактов вспомогательной цепи	Переменный ток в цепи управления, 1 замыкающий и 1 размыкающий			

Таблица 4.8

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНТАКТНЫХ ПРИСТАВОК

Тип приставки	ПКЛ-1104	ПКЛ-2004	ПКЛ-0404	ПКЛ-2204	ПКЛ-4004
Количество замыкающих контактов	1	2	0	2	4
Количество размыкающих контактов	1	0	4	2	0

Таблица 4.9

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПНЕВМОПРИСТАВОК

Тип приставки	Диапазон выдержки времени, с	Род выдержки времени
ПВЛ-1104	0,1...30	При включении
ПВЛ-1204	10...180	
ПВЛ-1304	0,1...15	
ПВЛ-1404	10...100	
ПВЛ-2104	0,1...30	При отключении
ПВЛ-2204	10...180	
ПВЛ-2304	0,1...15	
ПВЛ-2404	10...100	

Ниже приведены чертежи (рис. 4.3–4.6) и таблицы габаритных и установочных размеров магнитных пускателей серии ПМЛ в оболочке. На всех чертежах звездочкой обозначены сальники.

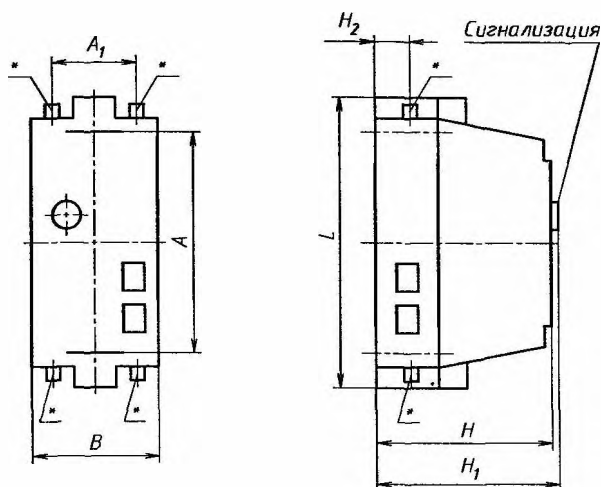


Рис. 4.3. Габаритные и установочные размеры нереверсивных пускателей 1-й и 2-й величин в оболочке

Таблица 4.10

ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ
НЕРЕВЕРСИВНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ ПМЛ 1-й И 2-й ВЕЛИЧИН В ОБОЛОЧКЕ

Тип пускателя	Размеры, мм, не более						Масса, кг, не более
	A	A ₁	B	L	H	H ₂	
ПМЛ-1210	140±0,4	46±0,3	87±1	160±1	116,5±1	18±0,3	1,04
ПМЛ-1120							0,915
ПМЛ-1220					H ₁ 124,5±1		1,04
ПМЛ-1130							1,005
ПМЛ-1230							1,13
ПМЛ-2210	165±0,4	52±0,3	101±1	185±1	134±1	19±0,3	1,2
ПМЛ-2120							1,085
ПМЛ-2220					H ₁ 142±1		1,2
ПМЛ-2130							1,65
ПМЛ-2230							1,29

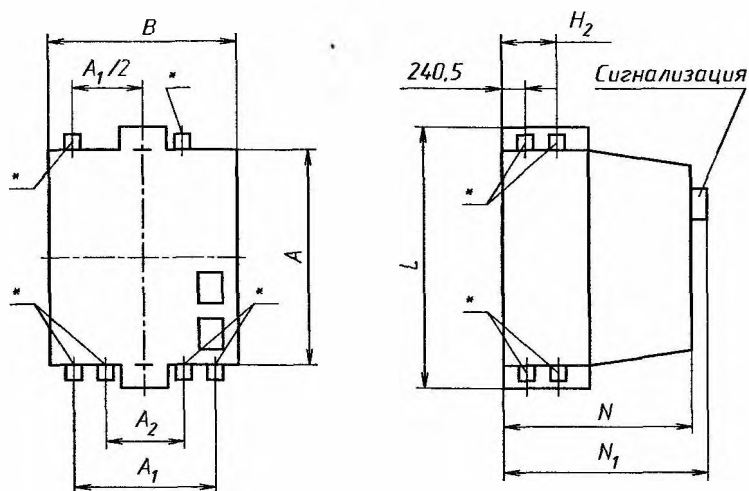


Рис. 4.4. Габаритные и установочные размеры
нереверсивных пускателей ПМЛ 3-й и 4-й величин в оболочке

Таблица 4.11

ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ
НЕРЕВЕРСИВНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ ПМЛ 3-Й И 4-Й ВЕЛИЧИН В ОБОЛОЧКЕ

Тип пускателя	Размеры, мм, не более						Масса, кг, не более
	A	A ₁	B	L	H	H ₂	
ПМЛ-3110	260±0,4	69±0,3	164±1	280±1	166±1	29±0,5	2,8
ПМЛ-3140							2,79
ПМЛ-3210							3,1
ПМЛ-3120					H ₁ 124,5±1	29±0,5	2,83
ПМЛ-3220							3,13
ПМЛ-3130							2,856
ПМЛ-3230		84±0,3	164±1	280±1	166±1	42±0,5	3,156
ПМЛ-4110							2,81
ПМЛ-4140							2,8
ПМЛ-4210					166±1	42±0,5	3,11
ПМЛ-4120							2,84
ПМЛ-4220							3,14
ПМЛ-4130					H ₁ 170,5±1	42±0,5	2,85
ПМЛ-4230							3,16

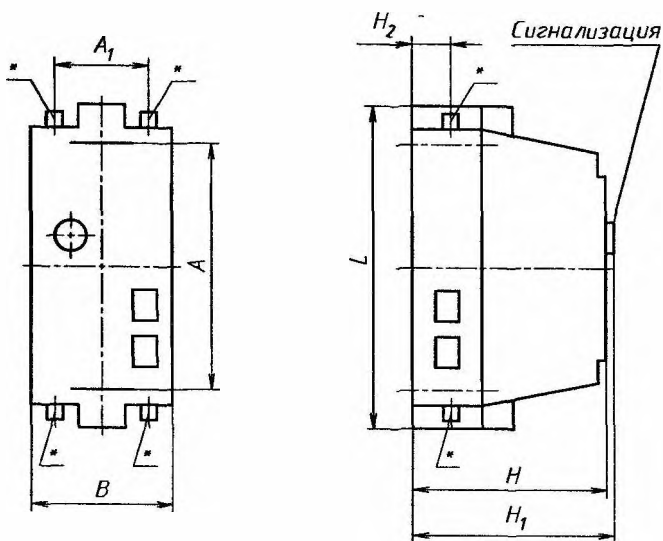


Рис. 4.5. Габаритные и установочные размеры реверсивных пускателей ПМЛ 1-й и 2-й величин в оболочке

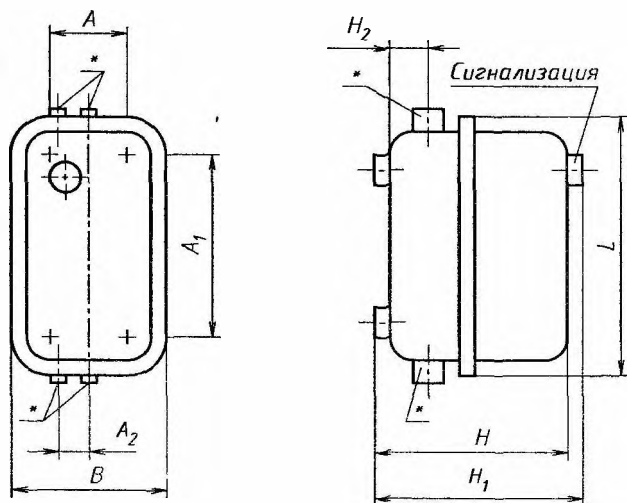


Рис. 4.6. Габаритные и установочные размеры реверсивных пускателей ПМЛ 3-й и 4-й величин в оболочке

Таблица 4.12

ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ
РЕВЕРСИВНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ ПМЛ 1-й И 2-й ВЕЛИЧИН В ОБОЛОЧКЕ

Тип пускателя	Размеры, мм, не более						Масса, кг, не более
	A	A ₁	B	L	H	H ₂	
ПМЛ-1611	260±0,7	46±0,3	123±1	280±1	130±1	18±1	2,15
ПМЛ-1621					H ₁ 136,5±1		2,23
ПМЛ-1631							2,27
ПМЛ-2611		52±0,3			H ₁ 143±1	19±0,3	2,7
ПМЛ-2621					149±1		2,77
ПМЛ-2631							2,86

Таблица 4.13

ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ
РЕВЕРСИВНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ ПМЛ 3-й И 4-й ВЕЛИЧИН В ОБОЛОЧКЕ

Тип пускателя	Размеры, мм, не более							Масса кг, не более
	A	A ₁	A ₂	B	L	H	H ₂	
ПМЛ-3510	165±0,5	165±0,5	66±0,5	258±1	309±1	171,5±1	48,5±1	5,7
ПМЛ-3540								5,69
ПМЛ-3610								6
ПМЛ-3620								6,08
ПМЛ-3630						H ₁ 175±1		6,12
ПМЛ-4510						171,5±1		5,7
ПМЛ-4540								5,69
ПМЛ-4610								6
ПМЛ-4620								6,08
ПМЛ-4630						H ₂ 175±1		6,12

На рис. 4.7–4.9 приведены электрические принципиальные схемы нереверсивных и реверсивных пускателей ПМЛ с тепловыми реле и без них в оболочках.

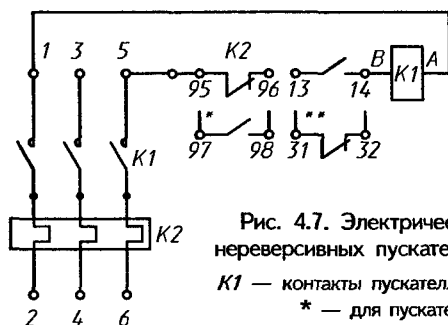


Рис. 4.7. Электрические принципиальные схемы нереверсивных пускателей РМЛ с реле в оболочках:

K1 — контакты пускателя; *K2* — контакты теплового реле;

* — для пускателей на 10, 25, 40 и 63 А;

** — за исключением пускателей на 10 и 25 А

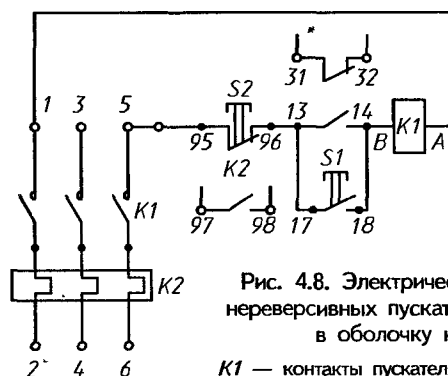


Рис. 4.8. Электрические принципиальные схемы нереверсивных пускателей с реле, со встроенными в оболочку кнопками управления:

K1 — контакты пускателя; *K2* — контакты теплового реле;

S1 — кнопка «Пуск»; *S2* — кнопка «Стоп»;

* — для пускателей на 40 и 63 А

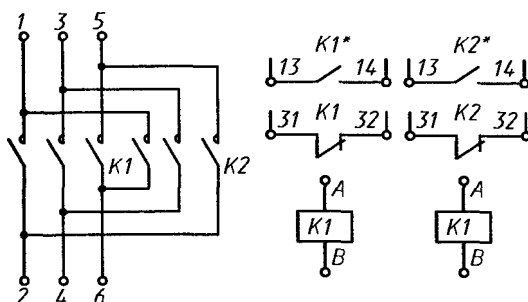


Рис. 4.9. Электрические принципиальные схемы реверсивных пускателей без реле:

K1 — пускатель «Вперед»; *K2* — пускатель «Назад»

5. Бесконтактные полупроводниковые силовые аппараты управления

5.1. Устройство бесконтактных полупроводниковых аппаратов

В качестве основных коммутирующих элементов в бесконтактных полупроводниковых аппаратах используются тиристоры или мощные силовые транзисторы, работающие в ключевом режиме. Управление ими осуществляется системой импульсно-фазового управления. Бесконтактные аппараты отличаются от электромеханических контакторов большими функциональными возможностями, в особенности при управлении потоками электроэнергии в широком диапазоне частот (0...100 кГц) [1]. К числу бесконтактных аппаратов управления относятся: тиристорные прерыватели напряжения или контакторы, гибридные полупроводниковые контакторы, тиристорные магнитные пускатели.

5.2. Тиристорные контакторы с естественной коммутацией

Тиристорные контакторы с естественной коммутацией служат в качестве выключателей, а также регуляторов переменного напряжения. Тиристорные контакторы ТКЕО-250/380 используются для коммутации линий нагрузки, а ТКЕП-100/380 — для переключения нагрузки. Технические данные таких аппаратов приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

ТИРИСТОРНЫЕ КОНТАКТОРЫ С ЕСТЕСТВЕННОЙ КОММУТАЦИЕЙ

Параметр	Тип	
	ТКЕО-250/380	ТКЕП-100/380
Номинальное напряжение, В	380	380
Допускаемые отклонения напряжения питания сети, %	±25	±25
Номинальная частота питания сети, Гц	50, 60	50; 60
Дополнительное отклонение частоты питания сети, %	±5	±5
Число фаз питающей сети	3	3
Номинальный ток, А	250	100

Параметр	Тип	
	ТКЕО-250/380	ТКЕП-100/380
Допустимая длительность перегрузки при значениях тока:		
1,1 $I_{НОМ}$ мин, не более	120	120
1,2 $I_{НОМ}$ мин, не более	60	60
1,6 $I_{НОМ}$ мин, не более	1	1
Время отключения ТКЕО (переключения ТКЕП), мс, не более	20	5 (синфазный) 15 (несинфазный режим)
Время автоматического повторного включения (АПВ) после срабатывания защиты по току, мс	100...500	—
Потери мощности, %, не более	2	2

5.3. Гибридные или комбинированные силовые аппараты

Гибридные или комбинированные силовые аппараты управления включают обычные механические контакты и полупроводниковые контакты на основе тиристоров. В этих аппаратах ток во включенном состоянии проходит через обычные силовые контакты, а в переходных режимах — через параллельно включенные полупроводниковые приборы — тиристоры. Это обеспечивает высокую скорость коммутации, высокую износостойчивость, меньшие габариты, большие функциональные возможности. Управление тиристорами осуществляется системой управления, особенности которой определяются функциональными требованиями к контактору.

В табл. 5.2 приведены параметры гибридных контакторов переменного тока серий КТ и КТП [1].

Таблица 5.2

ПАРАМЕТРЫ ГИБРИДНЫХ КОНТАКТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Тип контактора	U_n , В	I_n , А	Частота включений в час, не более	Габариты, мм	Масса, кг	$I_{кз}$, кА	Время отключе- ния, мс
КТ64-33	380	160	1200	380×275×330	17,9	8	12
КТ65-33	660			380×280×345	19,4	9	
КТ64-35	380	250		480×295×395	36	13	
КТ65-35	660						

Тип контактора	U_n , В	I_n , А	Частота включений в час, не более	Габариты, мм	Масса, кг	$I_{кз}$, кА	Время отключе- ния, мс
КТ64-37	380	400	600	580×330×445	72	9	20
КТ65-37	660						
КТ64-39	380	630		580×407×460	94	20	
КТ65-39	660						
КТП64-33	380	160	2000	380×275×330	21,6	8	12
КТП65-33	660			380×280×345	23,0	9	
КТП64-35	380	250		480×295×395	41,5	13	
КТП65-35	660						
КТП64-37	380	400	1200	580×330×445	72	19	20
КТП65-37	660						
КТП64-39	380	630		580×407×460	102	20	
КТП65-39	660						

Гибридные контакторы постоянного тока серии КП81 разработаны на базе двухполюсных контакторов КТП6000 и тиристорных блоков БПК51 [1]. Они обеспечивают электрическую износостойкость более 5 млн. циклов при частоте 2000 включений в час. Контактор обладает также высоким быстродействием, меньшими габаритами.

Параметры аппаратов приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

ГИБРИДНЫЕ КОНТАКТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА СЕРИИ КП81

Тип контактора	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм			Масса, кг	
			Ширина	Высота	Глубина	контактора	блока
КП81-33	160	220	390	473	256	29	20
КП81-35	250		480	555	303	41,5	20
КП81-37	400		503	480	435	60	28
КП81-39	630		565	580	465	90	34

5.4. Тиристорные пускатели

Тиристорные пускатели выпускаются серийно и используются для тех же целей, что и электромагнитные. Они обеспе-

чивают также защиту от перегрузки и токов короткого замыкания.

Назначение тиристорных пускателей:

ПТ-16380-У5, ПТ-16380Р-У5 служат для включения и отключения асинхронных двигателей;

ПТ-40380-У5, ПТ-40380Р-У5 — для включения, отключения и реверса асинхронных двигателей;

ПТК-100-380, БПК-1000 — для коммутации и защиты от перегрузок, коротких замыканий, обрыва фаз;

ПТУ-63-380 — для коммутации и защиты от коротких замыканий и перегрузок.

Данные тиристорных пускателей приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ТИРИСТОРНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ

Параметр	Типы пускателей			
	ПТ-16380-У5, ПТ-16380Р-У5	ПТ-40380-У5, ПТ-40380Р-У5	ПТК-100-380, БПК-1000	ПТУ-63-380
Номинальное напряжение, В	380	380	380	380
Номинальный ток, А	16	40	100	63
Ток включения, А	100...130	200...360	—	—
Ток отключения, А	16-1.. 25	40 ..63	—	—
Стойкость при сквозных токах, А:				
термическая (при 0,1 с)	400	900	—	—
электродинамическая	560	1650	—	—
Ток утечки, мА	20	20	20	20
Сопротивление изоляции в холодном состоянии, МОм	50	50	—	—
Коммутационная способность, А	400	900	1000	1700

6. Командоаппараты, выключатели, сопротивления, предохранители, светосигнальная арматура

Командоаппараты, контроллеры, магнитные станции, кнопки управления, выключатели относятся к низковольтным аппаратам (до 1000 В) и применяются для управления электроприводами, электрическими сетями, электрооборудованием технологических установок.

6.1. Командоаппараты и командоконтроллеры

Командоаппараты конструктивно представляют собой многосекционные кулачковые аппараты для разно- и одновременной коммутации нескольких цепей. Командоаппараты, как правило, используют для управления магнитными станциями или магнитными контроллерами. Командоаппараты и командоконтроллеры способны коммутировать токи до 10...15 А при напряжении до 500 В и 440 В (постоянное). Данные командоаппаратов и некоторых кнопок управления приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

КОМАНДОАППАРАТЫ

Вид аппарата	Серия	Напряжение, В	Ток, А	Особенности устройства и назначение
Командо-контроллер	КП-1000	500	10	Барабанный с кулачковыми шайбами для дистанционного управления магнитными контроллерами и аппаратами в крановых и металлургических приводах
Командо-аппарат	КА-21-17	380, 220	4	Кулачковый регулируемый с микропереключателями
Командо-аппарат	КА11	30	0,5	На магнитоуправляемых контактах (герконах) для управления металлургическими установками
Командо-аппарат	КА410А	500	до 16	Кулачковые регулируемые для автоматизированных электроприводов
Кнопки и кнопочные посты	КУ-120	380, 220	4	Для дистанционного управления электромагнитными аппаратами
Командо-аппарат	КА-4000	500, 440	до 15	Кулачковые регулируемые для цепей управления дистанционными или автоматизированными электроприводами

6.2. Магнитные станции

Для управления электротехническими установками с номинальными токами более тысячи ампер и мощностями до 100 кВт используются *магнитные станции*, включающие командный аппарат или кнопочные посты, реле управления и защиты и контакторы постоянного или переменного токов, располагаемые на специальных панелях и устанавливаемые, как правило, в шкафах. Данные о некоторых магнитных станциях и контроллерах приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

МАГНИТНЫЕ СТАНЦИИ И КОНТРОЛЛЕРЫ

Серия, тип	Номинальные			Назначение, область применения
	ток, А	напряжение, В	мощность, кВт	
Магнитный ПСМ80	80	380	17,6	Управление трехфазными подъемными электромагнитами
Магнитные К и КС	—	380	1,4...30	Крановые механизмы горизонтального передвижения и подъема
Магнитные Т и ТС (речные)	—	220; 380	45...80	То же
ППК	10...63	500	—	Пакетно-кулачковые для ручного управления короткозамкнутыми двигателями и переключений в цепях управления электроприводом
ККТ-60А	—	до 500	<75	Крановые кулачковые для управления крановыми двигателями и изменения схемы главной цепи
ЭКГ-ВЖ с двигателем и приводом	1300	3100	—	Переключение под нагрузкой ступеней вторичной обмотки трансформаторов на электровозах

6.3. Выключатели и переключатели

Для ручного включения, отключения, переключения цепей бытовых и промышленных электроустановок служат выключатели и переключатели. К числу выключателей относятся аппараты типов МП20, МП31, ВК11, ВШ00; БРК-20, к числу переключателей относятся: ППГ, ЭП-11УЗ, ПУ-11, ПК12-23, ПМП, ВКМ-В35, В23-140, ПМГ, ПКУ-3, ПЕ, ПКП, ПКВ.

В табл. 6.3. приведены некоторые типы этих аппаратов и области их применения.

Таблица 6.3

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Серия, тип	Номинальные		Назначение, область применения
	напряжение, В	ток, А	
Выключатели			
МП20	220	4	Бытовые стиральные машины
МП31	12...40=	4	Цепи постоянного тока
ВК11	250	6	Бытовые приборы
ВШ00	880	10 ..25	Станки и механизмы
	220=		То же
БРК-20	660	160	Угольные комбайны и машины
Переключатели			
ППГ	550	15	
ЭП-11УЗ	380, 220=	1,5	Лифты
ПУ-11	380	6. .25	Электронагревательные приборы
ПК12-23	250	10...16	Бытовые электромашины
ПМП	380	10 ..30	Радиоустройства
ВКМ-В35	380, 220=	2,5	Цепи управления электроприводами
В23-140	220	0,6	Ручной электроинструмент
ПМГ	24=	0,25	—
ПКУ-3	220, 500, 220=	10	Схемы автоматики и электро- привода
ПЕ	220, 500=	12	Управление электромагнит- ными аппаратами
ПКП, ПКВ	380	10...160	—

6.4. Рубильники и переключатели-разъединители

Рубильники различных типов применяются для отключения силовых цепей с созданием видимого разрыва цепи. Рубильники выпускаются двухполюсные для цепей постоянного тока и трехполюсные для цепей переменного тока. Диапазон номинальных токов от нескольких десятков до нескольких тысяч ампер. Некоторые данные об этих аппаратах приведены в табл. 6.4.

Таблица 6.4

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РУБИЛЬНИКОВ-РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ
С ПРИВОДОМ ОТ МАХОВИКА**

Тип	Номинальное напряжение, постоянное, В	Номинальный ток, А		Число полюсов
		постоянный	переменный	
P2124/2	500	800	800	2
P2344/2		1500	1500	2
P2523/2		300	2500	2
P2723/2		5000	4000	2
P2126/2		800	800	3
P2326/2		1500	1500	3
P2525/2		3000	2500	3
P2725/2		5000	4000	3

Переключатели-разъединители различаются в конструктивном отношении, определяемом типом привода, родом тока, числом полюсов. Различают соответственно: переключатели-разъединители с центральной рукояткой переменного и постоянного токов, с центральным рычажным приводом, переключатели-разъединители с полюсным управлением (штангой), переключатели-разъединители с приводом от маховика.

Технические характеристики переключателей-разъединителей представлены в табл. 6.5.

Таблица 6.5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ-РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ

Наименование	Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А		Число полюсов
			постоянный	переменный	
Переключатели-разъединители с центральной рукояткой	П11	380~ 220=	100	100	1
	П12		250	250	1
	П16		600	600	1
	П21		100	100	2
	П22		250	250	2
	П24		400	400	2
	П31		100	100	3
	П32		250	250	3
	П34		400	400	3
То же с центральным рычажным приводом	ППЦ-21		250	250	2
	ППЦ-22		250	250	2
	ППЦ-24		400	400	2

Наименование	Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А		Число полюсов
			постоянный	переменный	
То же с центральным рычажным приводом	ППЦ-26	380~220=	600	600	2
	ППЦ-31		100	100	3
	ППЦ-32		250	250	3
	ППЦ-34		400	400	3
	ППЦ-36		600	600	3
Переключатели-разъединители с центральной рукояткой	П2111/2		800	800	1
	П2311/2		1500	1500	1
	П2511/2		3000	2500	1
	П2711/2		500	4000	1
	П2113/2		800	800	2
	П2313/2		1500	1500	2
	П2513/2		3000	2500	2
	П2713/2		5000	4000	2
	П2115/2		800	800	3
	П2315/2		1500	1500	3
	П2515/2		3000	2500	3
Переключатели-разъединители с полюсным управлением (штангой)	П2541/2	380~220=	3000	2500	1
	П2741/2		5000	4000	1
	П2543/2		3000	2500	2
	П2743/2		5000	4000	2
	П2545/2		3000	2500	3
	П2745/2		5000	4000	3
Переключатели-разъединители с приводом от маховика	П2124/2	380~220=	800	800	2
	П2324/2		1500	1500	2
	П2123/2		800	800	2
	П2323/2		1500	1500	2
	П2523/2		3000	2500	2
	П2723/2		5000	4000	2
	П2126/2		800	800	3
	П2326/2		1500	1500	3
	П2525/2		3000	2500	3
	П2725/2		5000	4000	3

6.6. Пакетные выключатели

Выключатели пакетные (рис. 6.1) предназначены для работы в электрических цепях напряжением до 380 В переменного тока частотой 50 Гц и до 220 В постоянного тока в качестве вводных выключателей, выключателей цепей управления и распределения электрической энергии, а также для ручного управления асинхронными двигателями.

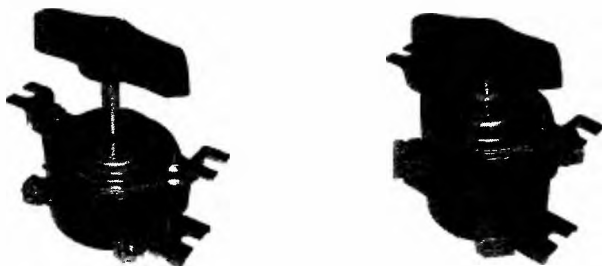


Рис. 6.1. Пакетные выключатели типа ВП

В зависимости от способа крепления и монтажа переключатели изготавливаются в следующих исполнениях:

1 исполнение — крепление скобами, установка за панелью толщиной 4 мм, заднее присоединение внешних проводников;

2 исполнение — крепление скобами, установка за панелью толщиной 24 мм, заднее присоединение внешних проводников;

3 исполнение — крепление за основание, установка внутри шкафа на панели, переднее присоединение внешних проводников;

4 исполнение — (только для ВП-16) — крепление за оболочку, переднее присоединение внешних проводников.

Степень защиты выключателей 1, 2, 3 исполнений — IP00, 4 исполнения — IP30. Масса пакетных выключателей в зависимости от исполнения изменяется в пределах 0,15...0,75 кг.

Основные технические характеристики выключателей серии ВП приведены в табл. 6.6, а выключателей ПВМ — в табл. 6.7.

Таблица 6.6

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ СЕРИИ ВП

Род тока	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А			
		ВП1-16	ВП2-16, ВП3-16	ВП2-40, ВП3-40	ВП2-63, ВП3-63
Переменный частотой 50 Гц	220	8	16	40	63
	380	—	10	25	40
Постоянный	220	8	16	—	—

Таблица 6.7

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАКЕТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ПВМ

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А		Число полюсов
		постоянный	переменный	
ПВМ1-10	380~ 220=	6,3	4	1
ПВМ2-10		10	6,3	2
ПВМ2-25		25	16	2
ПВМ2-60		60	40	2
ПВМ2-100		100	63	2
ПВМ2-150		250	160	2
ПВМ2-400		400	250	2
ПВМ3-10		10	6,3	3
ПВМ3-25		25	16	3
ПВМ3-100		100	63	3
ПВМ3-60		63	40	3
ПВМ3-250		250	160	3
ПВМ3-400		400	250	3

На рис. 6.2. представлены габаритные и установочные размеры пакетных выключателей серии ВП, в табл. 6.8 — устаревшие и новые обозначения пакетных выключателей, а также их габаритные и установочные размеры.

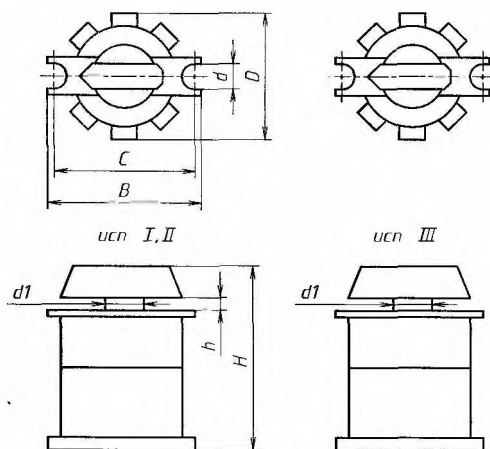


Рис. 6.2. Габаритные и установочные размеры пакетных выключателей серии ВП

ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ ПАКЕТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Старое наименование	Новое наименование	Исполнение	Размеры, мм							Масса, кг, не более	Ток (А) при U = 220/380 В		
			H±2	B±2	C±1	D	d	d1	h±2				
ПВ1-16	ВП1-16	I	66	86	74	61	5,3	6	8	0,15	16/10		
		II	87						29				
		III	66	65	55				10				
ПВ2-16	ВП2-16	I	72	86	74	61	5,3	6	8	0,18		16/10	
		II	93						29				
		III	72	65	55				10				
		IV	86,5	—	—				—	6			—
ПВ3-16	ВП3-16	I	78	86	74	61	5,3	6	8	0,21			16/10
		II	99						29				
		III	78	65	55				10				
		IV	86,5	—	—				—	6			
ПВП 14-27-100201 ПВП 14-27-400201	ВП2-40	I	95	114	100	92	7	8	7	0,47	40/25		
		II	118		—				32				
		III	95	100	90				11				
ПВП 14-27-100301 ПВП 14-27-100301	ВП3-40	I	105	114	100	92	7	8	7	0,52		40/25	
		II	130						32				
		III	105	100	90				11				
ПВП 14-27-100402 ПВП 14-27-400402	ВП2-63	I	115	114	100	102	7	8	7	0,63	63/40		
		II	138						32				
		III	115	100	90				11				
ПВП 14-27-100602 ПВП 14-27-400602	ВП3-63	I	135	114	100	102	7	8	7	0,75		63/40	
		II	158						32				
		III	135	100	90				11				

6.7. Резисторы и реостаты силовые

Силовые резисторы и реостаты служат для пуска, регулирования частоты вращения и электрического торможения двигателей, регулирования тока возбуждения машин и т. д.

Резисторы делятся на *низковольтные* (до 500 В) и *высоковольтные* (более 1000 В), *малоамперные* (до 10 А) и *многоамперные* (более 10 А), *низкоомные* (до 10 Ом) и *высокоомные* (более 10 Ом).

По способу изготовления резистивных элементов, которые соединяются в ящики или блоки сопротивлений, различают: *литые, штампованные ленточные, витые круглые проводочные, витые круглые ленточные, витые овальные проводочные и витые овальные ленточные.*

Наибольшее применение для изготовления резисторов и реостатов получили проводниковые материалы: константан, манганин, хромоникелевые сплавы, железохромоалюминиевые сплавы (фехрали), хромоалюминиевые сплавы, литейный чугун и сталь.

Характеристики некоторых из этих металлов и сплавов приведены в разделе 4 [2].

В табл. 6.9–6.12 приведены параметры некоторых резистивных элементов и блоков (ящиков) резисторов на основе резистивных элементов.

Таблица 6.9

ЛИТЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТИПА СЖ

Тип	Сопротивление при 20 °С, Ом	Длительно допустимый ток, А	Кратковременная нагрузка (5 мин), А	Масса, кг
СЖ 60	0,0044	220	465	1,77
СЖ 61	0,0057	190	420	1,45
СЖ 62	0,0075	160	360	1,5
СЖ 63	0,0095	140	310	1,3
СЖ 64	0,0145	120	255	1,3
СЖ 65	0,0215	95	200	1,2
СЖ 66	0,0325	72	150	1,3
СЖ 67	0,0495	60	115	1,2
СЖ 68	0,06	55	100	1,3
СЖ 69	0,091	46	80	1,3

Таблица 6.10

ШТАМПОВАННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТИПА ШЭ

Тип	Сопротивление при 20 °С, Ом	Длительно допустимый ток, А	Кратковременная нагрузка, А				Превышение температуры, °С
			60 с	30 с	10 с	2 с	
ШЭ 1	0,042	35	55	75	125	290	150
ШЭ 2	0,021	50	105	138	250	580	150
ШЭ 3	0,014	60	155	210	350	860	150

Таблица 6.11

ШТАМПОВАННЫЕ ЛЕНТОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТИПА ЛФ

Тип	Сопротивление при 20 °С, Ом	Длительно допустимый ток, А	Рабочая температура, °С	Масса, кг
ЛФ1	0,32	140	450	4,5
ЛФ2	0,45	140...155	450	4,4
ЛФ10	0,1 .0,3	140...270	600	5,6
ЛФ11	0,05 1,0	310 540	600	21
ЛФ11Б	0,1...2,0	180...280	600	17
ЛФ8	0,4	100	450	—

Примечание. Однотипные элементы ЛФ с различным сопротивлением изготавливаются из ленты шириной 60 мм различной толщины от 0,25 до 1,1 мм

Таблица 6.12

БЛОКИ РЕЗИСТОРОВ И ЯЩИКОВ РЕЗИСТОРОВ

Тип	Количество элементов, их тип	Сопротивле- ние ступени, Ом	Мощность, кВт	Длительно допустимый ток, А	Масса, кг
БТС-1	12 (ЛФ11)	1,52	2340	до 540	1020
ББС-2	6 (ЛФ11Б)	0,52	745	до 270	505
БКФ	280 (КФ)	0,2 .21	2800	—	3150
БЛФ-1	9 (ЛФ1)	2,88	140	до 140	250
БЛФ-2	9 (ЛФ2)	4,05	220	до 155	240
БТС-7	5 (ЛФИ)	3,32	1200	—	750
ЛФ-238	4 (ЛФ10)	1...0,22	—	190	46,5
		2 0.037	—	265	
		3 .0,019	—	400	

Тип	Количество элементов, их тип	Сопротивление ступени, Ом	Мощность, кВт	Длительно допустимый ток, А	Масса, кг
ЛФ-269	3 (ЛФ116)	1...0,351	—	100	45,5
		2...0,132	—	150	
		3...0,089	—	200	
СН-12	6 (ШЭ)	—	12,0	до 60	140
СН-16	8 (ШЭ)	—	16,0	до 60	160
СН-20	10 (ШЭ)	—	20,0	—	185
СН-24	12 (ШЭ)	—	24,0	—	210
СН-28	14 (ШЭ)	—	28,0	—	240
ЯС-1	40 (ЭС)	3,0...8,0	до 5,8	39...24	27,3...23,1
ЯС-2	20 (ЭС)	0,1...1,6	до 5,8	215...54	39...23,5
ЯС-3	11 (ЭС)	0,2×11...260×11	—	1,2...42	15...20
ЯС-4	5	0,098...6,85	—	24...215	17...22
ЯСТ-1	12×3	0,9×3...2,4×3	—	39...24	25...21,7
ЯСТ-2	6×3	0,03×3...0,48×3	—	215...54	36...22,6

Пусковые, пускорегулирующие реостаты и реостаты возбуждения. Промышленностью выпускаются пусковые и пускорегулирующие реостаты типа РП, РЗП и РЗР для двигателей постоянного тока со встроенным контактором типа КПМ-200 и реостаты типа ПР для пуска асинхронных двигателей с фазным ротором мощностью до 29 кВт, а также реостаты типа РМ для асинхронных двигателей мощностью от 50 до 500 кВт с напряжением роторной цепи до 1200 В.

Реостаты РП, РЗП и РЗР выпускаются на напряжения постоянного тока 110, 220 и 440 В. Мощность двигателей при 110 В — до 19 кВт, при 220 и 440 В — до 42 кВт.

Реостаты возбуждения предназначены для регулирования тока возбуждения машин постоянного и переменного токов, частоты вращения двигателей постоянного тока, при постоянном напряжении до 440 В.

Основные типы реостатов возбуждения: Р, РПВ, РВМ, РЭВ, МР. Диапазон токов реостатов 10...350 А. Диапазон мощностей 0,15...90 кВт. Реостаты имеют ручной привод, а реостаты РТМ и РВМ — электродвигательный.

В табл. 6.13 и 6.14 приведены параметры некоторых типов пусковых, пускорегулирующих реостатов и реостатов возбуждения.

Таблица 6.13

ПУСКОВЫЕ РЕОСТАТЫ

Тип	Предельный ток, А	Мощность, кВт	Число ступеней пуск/регуляр.
Постоянного тока			
РП2512	30	—	4/-
РП2522	50	—	9/-
РП2531	100	—	12/-
РП2543	200	—	12/-
РЗП-2А	40	—	7/-
РЗП-3	120	—	8/-
РЗП-4	200	—	12/-
РЗР-21	40	—	6/10
РЗР-31	120	—	7/15
РЗР-42	200	—	10/20
Переменного тока			
РМ-1530	250	50	8
РМ-16540	400	75; 100	9
РМ-1651	500	150; 175	9
РМ-16760	600	200; 300	10; 11
РМ-1670	750	500	11

Таблица 6.14

РЕОСТАТЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Тип	Предельный ток, А	Мощность, кВт	Число ступеней
Р-21	—	0,15	42
Р-22	—	0,3	42; 84
РПВ-01	10	0,6	2×17
РПВ-11	10	0,9	2×17
РВМ-1	30	2,0	100
РВМ-2	60; 120	12,0	130; 92
РВМ-3	60; 120	36,0	130; 92
РЭВ-01А	15	0,3; 0,45	32
РЭВ-11Б	15	0,65	40
РЭВ-21А	15	0,9	60
РЭВ-31А	15	1,2	64
РЭВ-41А	25	2,5	120
МР-120	350; 125	18	34; 44

Окончание табл. 6.14

Тип	Предельный ток, А	Мощность, кВт	Число ступеней
MP-160	350; 125	24	34; 44
MP-240	350; 125	36	34; 44
MP-360	350; 125	54	34, 44
MP-440	350; 125	66	34; 44
MP-520	350; 125	78	34; 44

Реостаты серии Р широко используются в сетях напряжением до 250 В для регулирования скорости двигателей, тока подзарядки аккумуляторных батарей. Их данные приведены в табл. 6.15.

Таблица 6.15

РЕОСТАТЫ ТИПА Р

Тип	Предельный ток, А	Мощность, кВт	Сопротивление, Ом
P-0,5	1,1...27,5	0,6	500...0,8
P-1	1,1...27,5	1,2	1000...1,6
P-2	1,9...38	1,8	500...1,25
P-3	2,7...38	2,4	335...1,65
P-4	3,6...40	3,2	250...2,0

6.8. Предохранители плавкие

Предохранители предназначены для защиты электрических сетей, электроустановок, электродвигателей от коротких замыканий.

Промышленностью выпускаются различные виды предохранителей. Корпус предохранителя изготавливается из фарфора или стекла в виде полый трубки (НПН) или полого параллелепипеда (ПН), заполняемого, как правило, кварцевым песком для локализации дуги, возникающей при сгорании плавкой вставки. Калиброванные плавкие вставки изготавливают из легкоплавкого металла или сплава.

Предохранители — плавкие вставки выпускаются также в виде совмещенных рубильников-предохранителей для неавтоматического отключения цепей напряжением до 500 В и защиты от токов короткого замыкания и перегрузки. Тип этих аппаратов — РПП 11, номинальный ток 80...250 А. Быстродействующие предохранители типа ПП, ППД используются для защиты полупроводниковых установок от коротких замыканий. Параметры некоторых предохранителей приведены в табл. 6.16 и 6.17.

Таблица 6.16

ПАРАМЕТРЫ НЕКОТОРЫХ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

Тип	Ток, А	Напряже- ние, В	Интеграл квадрата тока, А ² ·с	Предельный ток отклю- чения, А	Относительное напряжение
ППД12-43133	1600	150	1100	100	1,6
ППД12-40433	6300	450	3000	200	1,8
ПП51-3340354	160	380	10	—	—
ПП41	31...630	760	1350 при 630 А	100	1,5
		440			
ПП57-31	100	До 660	1,4	—	—
ПП57-34	250	До 660	1,3	—	—
ПП57-37	400	До 660	140	—	—
ПП57-39	630	До 1150	300	—	—
ПП57-40	800	До 1250	—	—	—
ПП71	550...750	1300	—	40	1,5
ПП61	40...160	380	100	100	1,5

Таблица 6.17

ПАРАМЕТРЫ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ ТИПА ПР-2, 500 В

Тип	Номиналь- ный ток, А	Номинальные токи плавких вставок, А	Предельный ток отключения при напряжении		Габаритные размеры, мм
			380 В	500 В	
ПР-2-15	15	6; 10; 15	8000	7000	171×24,5×33
ПР-2-60	60	15; 20; 25; 35; 45; 60	4500	3500	173×30,5×43
ПР-2-100	100	60; 80; 100	—	—	247×43×56
ПР-2-200	200	100; 125; 160; 200	11000	10000	296×56×76,5
ПР-2-350	350	200; 225; 260; 300; 350	13000	11000	346×72×10
ПР-2-600	600	350; 430; 500; 600	23000	—	442×140×154
ПР-2-1000	1000	600; 700; 850; 1000	20000	20000	580×155×154

6.9. Светосигнальная арматура

Светосигнальная арматура предназначена для световой сигнализации работы оборудования в электрических цепях. Ниже приведены технические данные *светосигнальных арматур серий АЕ и АМЕ, АСЛ, АС-1201, АС-220, АВР* и некоторых ламп, используемых в светосигнальной арматуре. Внешний вид арматур приведен на рис 6.3, а их основные параметры — в табл. 6.18.

Таблица 6.18

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СВЕТОСИГНАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

Тип арматуры	Напряжение питания, В	Максимальные габариты, мм		Ø установочного отверстия, мм
		Ø	длина	
АЕ	6...660	39	58	30,5
АМЕ		30	57	22,5
АС-1201		20	63,5	17,5
АС-220	220	37	102	30,5
АСЛ	220; 380	29	91	22,5
АВР	6...380	30; 38	60,5	16; 22

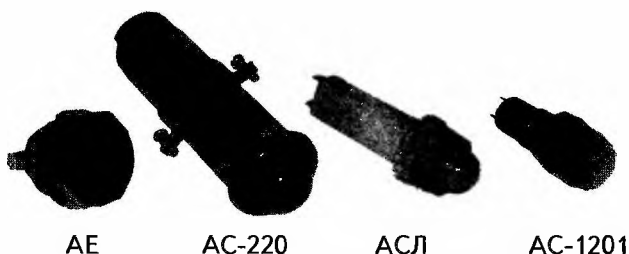


Рис. 6.3. Светосигнальная арматура

Арматура светосигнальная серий АСЛ предназначена для световой сигнализации работы оборудования в электрических цепях напряжением 220 и 380 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц и напряжением 220 В постоянного тока. В обозначении цифра 1 — напряжение сети (1 — 220 В, 2 — 380 В). Основные характеристики арматуры светосигнальной серии АСЛ приведены в табл. 6.19.

Таблица 6.19

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АРМАТУРЫ СВЕТОСИГНАЛЬНОЙ СЕРИИ АСЛ

Номинальное напряжение, В: постоянного тока переменного тока частоты 50 и 60 Гц	220 220, 380
Мощность лампы, Вт	0,3
Режим работы	продолжительный
Тип свечения арматуры	постоянный
Цвет свечения	зеленый, голубой, оранжевый, желтый
Тип лампы	ТЛ-З, ТЛ-Г, ТЛ-О, ТЛ-Ж
Максимальные габариты, мм	29×91
Диаметр установочного отверстия, мм	22,5

Арматура светосигнальная серий АЕ и АМЕ предназначена для световой сигнализации работы оборудования в электрических цепях напряжением от 6 до 660 В ($U_{\text{сети}}$) постоянного и переменного токов частоты 50 и 60 Гц. В арматуре применяются лампы напряжением 6 и 24 В.

Пример расшифровки обозначения АМЕ:

- 3 — коммутаторная лампа;
- 2 — напряжение питания (1 — 6 В, 2 — 24 В);
- 5 — цвет колпачка (1 — красный, 2 — синий, 3 — зеленый, 4 — желтый, 5 — белый).

В случае включения лампы в сеть с напряжением, отличным от номинального напряжения лампы, необходимо применение балластного резистора с мощностью рассеяния $P_{\text{РАС}}$ в соответствии с табл. 6.20.

Таблица 6.20

ВЫБОР БАЛЛАСТНОГО РЕЗИСТОРА ДЛЯ ЛАМП

$U_{\text{сети}}$ В	Тип лампы	$U_{\text{ном}}$ В	R Ом	$P_{\text{РАС}}$ Вт
24	КМ-6-50	6,0	360	25
36	КМ-6-50	6,0	620	
	КМ-24-90	24,0	150	
48	КМ-6-50	6,0	840	
	КМ-24-90	24,0	300	
60	КМ-6-50	6,0	1100	
	КМ-24-90	24,0	360	
110	КМ-6-50	6,0	2110	
	КМ-24-90	24,0	1000	
127	КМ-6-50	6,0	2430	
	КМ-24-90	24,0	1300	
220	КМ-6-50	6,0	4300	
	КМ-24-90	24,0	2400	
230	КМ-6-50	6,0	4300	
	КМ-24-90	24,0	2400	
240	КМ-6-50	6,0	4700	
	КМ-24-90	24,0	2400	
380	КМ-6-50	6,0	7500	
	КМ-24-90	24,0	4800	
400	КМ-6-50	6,0	7890	
	КМ-24-90	24,0	4800	
415	КМ-6-50	6,0	8180	
	КМ-24-90	24,0	4800	

$U_{\text{сети}}, \text{В}$	Тип лампы	$U_{\text{ном}}, \text{В}$	$R, \text{Ом}$	$P_{\text{рас}}, \text{Вт}$
440	КМ-6-50	6,0	8700	25
	КМ-24-90	24,0	4800	
500	КМ-6-50	6,0	9900	
	КМ-24-90	24,0	4800	
660	КМ-6-50	6,0	13100	50
	КМ-24-90	24,0	7100	

Таблица 6.21

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АРМАТУРЫ АЕ И АМЕ

Номинальное напряжение по изоляции, В	660
Тип цоколя	коммутаторный
Напряжение сети постоянного и переменного токов частоты 50 и 60 Гц, В	6, 24, 36, 48, 60, 110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 415, 440, 500, 660
Режим работы	продолжительный
Тип свечения арматуры	постоянный
Максимальные габариты, мм АЕ АМЕ	$\varnothing 39 \times 58$ $\varnothing 30 \times 57$
Диаметр установочного отверстия, мм АЕ АМЕ	30,5 22,5

Арматура светосигнальная серий АС предназначена для световой сигнализации в схемах управления стационарными промышленными приводами на постоянное напряжение до 440 В и переменное напряжение до 660 В частоты 50 и 60 Гц.

Пример расшифровки цифр, входящих в обозначение:

- 1 — коммутаторная лампа;
- 4 — лампа с цоколем В15d/18;
- 2 — номинальное напряжение (1 — 6 В, 2 — 24 В, 3 — 110 В; 4 — 220 В, 5 — 28 В, 6 — 75 В);
- 01 — размер светового отверстия (01 — $\varnothing 10$ мм, 02 — $\varnothing 25$ мм, 03 — 35×11 мм);
- 2 — цвет колпачка (1 — красный, 2 — синий, 3 — зеленый, 4 — желтый, 5 — белый).

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АРМАТУРЫ АС

Номинальное напряжение по изоляции, В	660
Тип цоколя	коммутаторный, штифтовой
Напряжение сети, В: постоянное переменное частоты 50 и 60 Гц	6; 24; 28; 36; 48; 60; 75; 110; 220; 440 6; 24; 28; 36; 60; 75; 110; 127; 220; 230; 240; 380; 400; 415; 440; 500; 660
Максимальные габариты, мм: 01 габарит 02 габарит 03 габарит	Ø20×63,5 или Ø20×58 Ø37×102 25,8×56×66,3
Диаметр установочного отверстия, мм: 01 и 03 габариты 02 габарит	17,5 30,5

Арматура светосигнальная серии АВР (рис. 6.4) предназначена для световой сигнализации (предупреждающей, аварийной, положения и др.) работы оборудования в электрических цепях напряжением 24, 110, 220 и 380 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц и 6, 12, 24, 220 и 380 В постоянного тока.

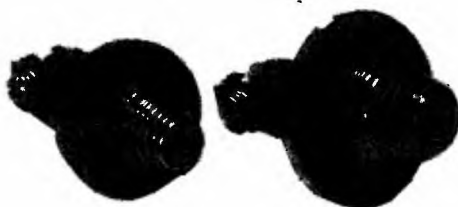


Рис. 6.4. Арматура светосигнальная серии АВР

Пример расшифровки обозначения:

АВР-Х Х ХХ Х ХХ:

АВР — серия;

Х — напряжение питания: 1 — 6 В; 2 — 12 В; 3 — 24 В; 4 — 110 В; 5 — 220 В; 6 — 380 В;

Х — род тока: 1 — переменный; 2 — постоянный;

ХХ — диаметр установочной части, мм: 01 — 16; 02 — 22;

Х — цвет свечения: 1 — красный (оранжевый); 2 — голубой; 3 — зеленый; 4 — желтый;

ХХ — климатическое исполнение и категория размещения (УХЛ2 или Т2).

Таблица 6.23

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕТОСИГНАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ СЕРИИ АВР

Номинальное напряжение, В: постоянное переменное	6; 12; 24; 220; 380 24; 110; 220; 380
Режим работы	продолжительный
Тип свечения	постоянный
Установочные размеры, мм	Ø16×60,5 или Ø22×60,5

Светосигнальная арматура АВР на номинальное напряжение 6, 12, 24 В выпускается в исполнении с светодиодным индикатором красного, зеленого и желтого цветов.

Светосигнальная арматура АВР на номинальное напряжение 110, 220, 380 В выпускаются с люминесцентной лампой оранжевого, голубого, зеленого и желтого цветов.

Светосигнальные диодные лампы

Светодиодные коммутаторные лампы (далее СКЛ) имеют следующие характеристики:

1. Высокую надежность. Гарантийный срок хранения — 10 лет с момента изготовления. Гарантийная наработка на отказ — 25000 часов в течение срока хранения.
 2. Степень защиты IP-54 по ГОСТ 14254-96.
 3. Температура окружающей среды от -60 до $+60$ °С. Относительная влажность при температуре 25 °С не более 98%.
 4. Высокая экономичность. Потребляемая мощность — 2 Вт.
 5. Устойчивы к вибрации.
 6. Взрывобезопасны.
 7. Угол обзора 120.
 8. Возможность универсального использования.
 9. Стандартный ряд напряжений питания 6-380 В.
 10. Цвет свечения: красный, желтый, зеленый, оранжевый, синий, белый.
 11. Выпускаются лампы с прозрачными, окрашенными и матовыми колбами, нормальной и повышенной яркости.
- Области применения СКЛ:
- производители электроэнергии в устройствах управления и контроля энергообъектами в электроцехах и цехах ТАиИ; региональные и межрегиональные электрические сети в устройствах РЗиА, КИПиА;

предприятия по добыче, переработке и распределению нефте- и газопродуктов в энергооборудовании и устройствах автоматики;

предприятия по добыче и переработке черных и цветных металлов в технологическом оборудовании и оборудовании энергообъектов;

предприятия машиностроения и приборостроения в выпускаемой продукции.

Технические данные СКЛ и их внешний вид приведены в табл. 6.24 и 6.25.

Структура условного обозначения

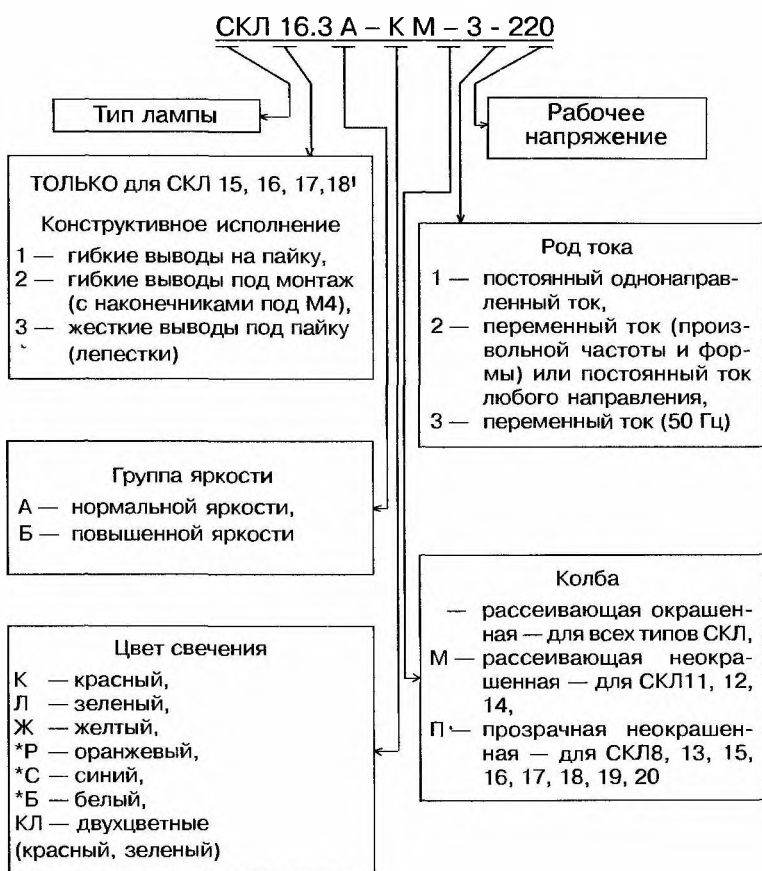


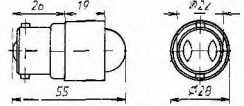
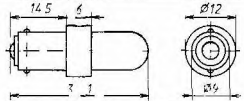
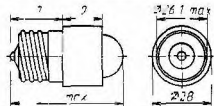
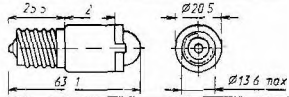
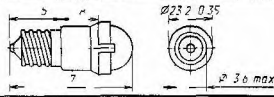
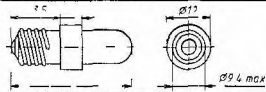
Таблица 6.24

БЕСЦОКОЛЬНЫЕ ЛАМПЫ

Заменяют арматуры	Тип	Изображение	Габаритный чертеж
АС-220, АЕ, АЕР	СКЛ11		
АМ, АСЛ, АМЕ	СКЛ14		
АМ, АСЛ, АМЕ	СКЛ12		
АСКМ	СКЛ15		
АС-1201, АВР-01	СКЛ16		
—	СКЛ17		
—	СКЛ18		
Сконструированы по заказу завода холодильников «Стинол»	СКЛ19		
Заменяют лампы накаливания 6ВА7803Р5NL в перекачивающем оборудовании	СКЛ20		

ЛАМПЫ СО СТАНДАРТНЫМИ ЦОКОЛЯМИ

Цоколь	Заменяют лампы накаливания	Тип	Изображение	Габаритный чертёж
B15d/18	В различной арматуре СЦ128-8, СМ28-20 РН6-7,5, РН6 15 2 РН55-15, РН60-4 8, РН110-15, РН120-15, РН110-8 РН127-8-1 В арматуре АС-220 СКЛ1(3) + фиксатор Для подсветки в арматуре ТСБ применяют СКЛ1(3)-ГЖП(ГКП)-Х-ХХХ	СКЛ1		
		СКЛ2		
		СКЛ10		
B15s/18	В тех же арматурах, но с другим цоколем	СКЛ3		
		СКЛ4		

Цоколь	Заменяют лампы накаливания	Тип	Изображение	Габаритный чертеж
B22	Ж-54-25-1, Ж-54-40-1, Ж-110-15 Ж-110-25	СКЛ5		
B9s	A12-1, A12-4-1, A12-5, A12-21-3, A12-10, A6-5, A6-10-1, A24-1 A24-5-1, A24-21-3, АНМ 12-3-1	СКЛ8		
E27	ИЛК 215-225-8, ИЛК 220-230-25-3, ИЛЗ 215-225-8, ИЛЖ 215-225-8, В 220-230-15-3, В 230-240-15-2	СКЛ7		
E14	В различной арматуре PH6-25, PH6-30-1, PH127-8, PH110-40, PH120-25, PH230-15, Ж-75-4, Ж-75-6Ж, Ж-75-8, Ж-75-15	СКЛ6		
		СКЛ9		
E10		СКЛ13		

7. Бесконтактные переключатели, датчики, конечные выключатели и преобразователи положения

Бесконтактные путевые переключатели, контактные конечные выключатели, датчики и преобразователи предназначены для контроля положения механизма или отдельных его узлов и применяются в станках, грузовых и пассажирских лифтах, автоматических линиях, кузнечно-прессовом оборудовании, литейных машинах, конвейерах и подъемных кранах.

Бесконтактные аппараты включают электромагнитную систему с зазором (щелью) либо плоским чувствительным элементом.

Появление в зазоре металлической пластины или лепестка приводит к резкому изменению индуктивного сопротивления, срыву генерации ВЧ-генератора и появлению на выходе аппарата соответствующего сигнала.

7.1. Бесконтактные путевые переключатели серии БВК

Бесконтактные путевые переключатели серии БВК-200 предназначены для контроля положения механизма или отдельных его узлов и применяются в станках, автоматических линиях, кузнечно-прессовом оборудовании, литейных машинах, конвейерах.



Рис. 7.1. Бесконтактный переключатель серии БВК

Срабатывание переключателей производится введением в щель алюминиевой пластины.

В зависимости от величины щели и ее расположения относительно плоскости крепления выпускаются следующие типы переключателей: БВК 260-24, БВК 261-24, БВК-262-24, БВК-263-24, БВК-264-24, БВК-265-24.

Основные характеристики переключателей серии БВК приведены в табл. 7.1.

В таблице 7.2 приведены значения величин напряжений питания путевых бесконтактных переключателей и датчиков щелевого и торцевого типа, а также с плоским чувствительным элементом.

Таблица 7.1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ
СЕРИИ БВК

Напряжение питания, В	24
Дифференциал хода, мм, не более	3
Время включения, мс, не более	0,3
Время выключения, мс, не более	0,6
Потребляемая мощность, Вт, не более	0,5
Сопротивление нагрузки, не менее, Ом	91

Таблица 7.2

НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ
БЕСКОНТАКТНЫХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ

	БВК-200	БВК-400	ПИЩ-6	КВД-25	КВП	ПИП	БТП
Напряжение питания, В	24	24	12	12/24	12/24	24	24
Тип чувствительного элемента	Щелевого типа				Плоский чувствительный элемент		Торцевого типа

Бесконтактные путевые переключатели серии БВК-400 предназначены для контроля положения механизма или отдельных его узлов, осуществляя при этом коммутацию цепей управления электромагнитными аппаратами или бесконтактными элементами.

Переключатели могут применяться в станках, автоматических линиях, кузнечно-прессовом оборудовании и других производственных и бытовых механизмах.

Переключатели выпускаются 2-х типов:

щелевого типа (БВК-421, БВК-422, БВК-423, БВК-424);

торцевого типа (БВК-451).

Срабатывание переключателей производится введением в щель алюминиевой пластины (для переключателей БВК-421, БВК-422, БВК-423, БВК-424).

Параметры БВК приведены в табл. 7.3

Таблица 7.3

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ БВК

	БВК-421, БВК-422, БВК-423, БВК-424	БВК-451
Номинальное напряжение питания, В	24	24
Допустимое колебание напряжения, В	20,4 30	10 33
Максимальная величина выходного тока, мА	180	180
Сопротивление нагрузки не менее, Ом	120	110
Максимальная частота срабатывания Гц	1000	200
Величина дифференциала хода, не более мм	3,0	3 0
Потребляемая мощность не более Вт	0 45	0,45
Габаритные размеры мм	65×36×63	Ø30×55
Масса, кг	0,2	0,16

7.2. Бесконтактные торцевые переключатели серии БТП

Переключатели могут применяться в станках, автоматических линиях, кузнечно-прессовом оборудовании и других производственных и бытовых механизмах.

Срабатывание переключателей производится движением пластины из конструкционной стали или контролируемой детали из ферромагнитного материала вдоль оси симметрии переключателя. В случае радиального движения управляющего элемента точностные параметры гарантируются на расстоянии меньшем или равном 0,75 максимального расстояния воздействия для каждого переключателя.

Бесконтактные торцевые переключатели БТП-101, БТП-102, БТП-103, БТП-211 предназначены для контроля положения механизма или отдельных его узлов, осуществляя при этом коммутацию цепей управления электромагнитными аппаратами или бесконтактными элементами.

Технические характеристики переключателей БТП-101, БТП-102, БТП-103, БТП-211 приведены в табл. 7.4.



Рис. 7.2. Бесконтактный переключатель серии БТП

Таблица 7.4

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ БТП

	БТП101	БТП102	БТП103	БТП211
Номинальное напряжение питания В	24			
Допустимое колебание напряжения, В	0 85U _н 1 25U _н			
Максимальная величина выходного тока мА	200			
Сопrotивление нагрузки, не менее Ом	150			
Максимальное расстояние воздействия мм	7±0,7			4±0,4
Величина дифференциала хода не более, мм	0 07 1			0,04 0 6
Коммутационная операция	Замы- кание	Размы- кание	Замыкание	
Габаритные размеры мм	Ø27×100		Ø27×93	Ø18×87
Масса, кг	0 185			0,13

7.3. Бесконтактные конечные выключатели
серий КВП и КВД

Бесконтактные конечные выключатели с плоским чувствительным элементом КВП-8 и КВП-16 (рис. 7.3)

предназначены для коммутации электрических цепей управления и сигнализации.

Срабатывание переключателей производится приближением стальной пластины.

Основные характеристики бесконтактных конечных выключателей с плоским чувствительным элементом серии КВП приведены в табл. 7.5.



Рис. 7.3. Выключатель КВП

Таблица 7.5

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНЕЧНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ КВП

	КВП-8	КВП-16
Номинальное напряжение питания, В	12/24	12/24
Максимальная величина выходного тока мА (при U _н = 12/24 В)	330/680	
Сопrotивление нагрузки, не менее, Ом (при U _н = 12/24 В)	110/220	
Максимальное расстояние воздействия, мм	8	16
Дифференциал хода, не более, мм	4,0	
Потребляемая мощность не более, Вт	1,0	
Габаритные размеры, мм	93×64×43	
Масса, кг	0,3	



Рис. 7.4. Выключатель КВД

Бесконтактные конечные выключатели КВД-25 (рис. 7.4) предназначены для коммутации электрических цепей управления и сигнализации при автоматизации различных систем. Срабатывание переключателей производится приближением стальной пластины.

Основные характеристики бесконтактных конечных выключателей серии КВД приведены в табл. 7.6.

Таблица 7.6

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНЕЧНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ КВД-25

Номинальное напряжение питания, В	12/24
Минимальное активное сопротивление нагрузки. Ом (при $U_H = 12/24$ В)	150/330
Величина дифференциала хода не более, мм	4
Потребляемая мощность, не более, Вт	1,8
Габаритные размеры, мм	96×48×70
Масса, кг	0,22

7.4. Преобразователи позиционные импульсные серии ПИП и серии ПИЩ

Преобразователи позиционные импульсные ПИП-8 и ПИП-16 (рис. 7.5) предназначены для преобразования информации о местонахождении объекта, перемещающегося относительно чувствительного элемента преобразователя в дискретный (бинарный) электрический сигнал.

Срабатывание преобразователя индицируется встроенным светодиодным индикатором. Характеристики преобразователей импульсных позиционных серии ПИП приведены в табл. 7.7.



Рис. 7.5. Выключатель ПИП

Таблица 7.7

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СЕРИИ ПИП

	ПИП-8	ПИП-16
Номинальное напряжение питания, В	24	
Допустимое колебание напряжения, В	18 30	
Максимальная величина выходного тока, мА	180	
Максимальная частота срабатывания, Гц	300	
Максимальное расстояние воздействия, мм	8	16
Величина дифференциала хода, не более, мм	0,15 1 0	0,5 5,0
Потребляемая мощность, не более, Вт	0,36	
Габаритные размеры, мм	54×75,3×34	
Масса, кг	0,175	

Преобразователи положения индуктивные щелевые ПИЩ-6-1, ПИЩ-6-3 предназначены для преобразования информации о местонахождении объектов, перемещающихся относительно чувствительного элемента преобразователя, в дискретный (бинарный) сигнал.

Срабатывание переключателей производится введением в щель алюминиевой пластины.



Рис. 7.6. Преобразователь индукционный щелевой ПИЩ

Таблица 7.8

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СЕРИИ ПИЩ

Номинальное напряжение питания, В	12
Диапазон питающих напряжений, В	10,2 13,2
Максимальная частота срабатывания Гц, не менее	1000
Величина дифференциала хода, не более, мм	0,2 1,5
Номинальное сопротивление нагрузки, Ом	330
Потребляемая мощность, не более, Вт	0,1
Габаритные размеры, мм	81×19,5×28,5
Масса, кг	0,075

7.5. Контактные конечные выключатели

Контактные путевые или конечные выключатели предназначены для коммутации электрических цепей управления переменного напряжения до 660 В 50 Гц и постоянного напряжения до 440 В под воздействием управляющих упоров в определенных точках пути контролируемого объекта. Конечные выключатели широко используются в системах автоматического управления подъемно-транспортными механизмами и станками.

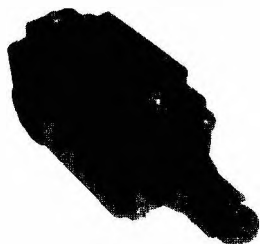


Рис. 7.7. Выключатели
путевые контактные
серии ВП

Выключатели путевые контактные серии ВП-15К21(Б, В) (рис. 7.7) предназначены для коммутации электрических цепей управления переменного напряжения до 660 В 50 Гц и постоянного напряжения до 440 В под воздействием управляющих упоров в определенных точках пути контролируемого объекта.

Виды исполнений выключателей серии ВП, ВПК и КУ представлены в табл. 7.9.

Таблица 7.9

ВИДЫ ИСПОЛНЕНИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ВП, ВПК, КУ

	ВП-15	ВП-16	ВП-19	ВПК	КУ
Исполнение	Толкатель, толкатель с роликом рычаг с роликом	Рычаг с роликом	Толкатель толкатель с роликом, рычаг с роликом		Рычаг с роликом, груз с противовесом, рычаг пластинчатый
Номинальный коммутируемый ток, А	10	16	10		

Таблица 7.10

ТИПОРАЗМЕРЫ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ СЕРИИ ВП-15К

	ВП-15К21(Б, В)							
	111	211	121	221	131	231	161	261
Рабочий ход, мм	Не более 2,6				(22±8)°			
Число полюсов	1	2	1	2	1	2	1	2
Конструктивное исполнение	Толкатель		Толкатель с роликом		Рычаг с роликом		Пружинный рычаг	
Габаритные размеры, мм	103×40×46		117×40×46		141,5×40×46		245×40×46	
Масса, кг	0,41		0,42		0 56		0,50	

Выключатели путевые контактные серии ВП-16Р23 (Б, В) предназначены для коммутации электрических цепей управления переменного напряжения до 660 В 50 Гц и постоянного напряжения до 440 В под воздействием управляющих упоров в определенных точках пути контролируемого объекта.

Таблица 7.11

ПУТЕВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ ВП-16Р

	ВП-16Р2 (Б, В)131	ВП-16Р2 (Б, В)231	ВП-16Р2 (Б, В)241	ВП-16Р2 (Б, В)251
Рабочий ход, мм	Не более 26			
Число полюсов	1	2	1	2
Конструктивное исполнение	Рычаг с роликом		Селективный	V-образный рычаг с роликом
Габаритные размеры, мм	133×52×79			
Масса, кг	0,95			

Выключатели путевые контактные ВПК 2110, ВПК 2111, ВПК 2112 являются аппаратами общего назначения, прямого действия с самовозвратом и предназначены для коммутации электрических цепей управления переменного тока напряжением до 660 В частотой 50 и 60 Гц, а также постоянного тока напряжением до 440 В под воздействием упоров в определенных точках пути контролируемого объекта.

Характеристики путевых выключателей серии ВПК приведены в табл. 7.12.

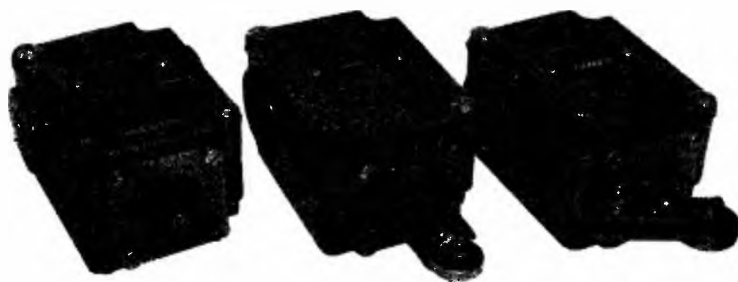


Рис. 7.8. Выключатели путевые контактные ВПК 2110, ВПК 2111, ВПК 2112

Таблица 7.12

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПУТЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ СЕРИИ ВПК

	ВПК 2110	ВПК 2111	ВПК 2112
Номинальный ток (переменный и постоянный), А	10		
Рабочий ход, мм	5 3±1,4		7,5±1,5
Полный ход, мм, не менее	8,5		10,5
Усилие срабатывания, Н, не более	15		
Количество контактных полюсов, замыкающих/размыкающих	1/1		
Габаритные размеры, мм	84×55×48	117×55×48	106×55×48
Масса (в зависимости от варианта исполнения), кг	0,265 0,410	0,310 0,440	0,303 0,433

Выключатели путевые ВП-19М21 (Б, В) (311, 411, 312, 412, 321, 421, 322, 422) предназначены для коммутации электрических цепей управления переменного и постоянного тока под воздействием управляющих упоров в определенных точках пути контролируемого объекта.

Масса выключателей (в зависимости от исполнения) — 0,082...0,505 кг.

Основные технические характеристики путевых выключателей серии ВП-19М21 приведены в табл. 7.13.

Таблица 7.13

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПУТЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ СЕРИИ ВП-19М21

	ВП-19М21 (Б, В)							
	311	411	321	421	312	412	322	422
Номинальный ток, А	10							
Количество полюсов	3	4	3	4	3	4	3	4
Вид привода	Толкатель				Толкатель с роликом			
Способ крепления	Базовое				Фронтальное			
Габаритные размеры, мм	62×47×157				50×50×134			

Выключатели путевые ВП-19М21 (Б, В) (332, 432) и ВП-19М21 (Б, В) (331, 431) предназначены для коммутации электрических цепей управления переменного и постоянного тока под воздействием управляющих упоров в определенных точках пути контролируемого объекта.

Масса выключателей (в зависимости от исполнения) — 0,345...0,560 кг.

Таблица 7.14

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПУТЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ СЕРИИ ВП-19М21

	ВП-19М21 (Б, В)			
	332	432	331	431
Номинальный ток, А	10			
Количество полюсов	3	4	3	4
Вид привода	Рычаг с роликом (или селективный)			
Способ крепления	Фронтальное		Базовое	
Габаритные размеры, мм	50×50×162		62×47×185	

Выключатели путевые серии КУ-700А (рис. 7.9) предназначены для коммутации цепей управления в крановых электроприводах.

Выключатели имеют две независимые электрические цепи и могут работать как на переменном, так и на постоянном токе.

Основные технические характеристики путевых выключателей серии КУ-700А приведены в табл. 7.15.

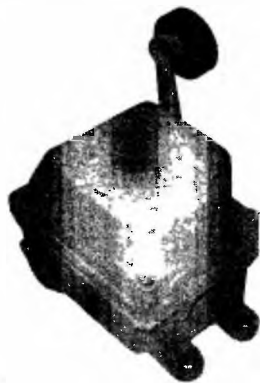


Рис. 7.9. Выключатель путевой серии КУ-700А

Таблица 7.15

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПУТЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ СЕРИИ КУ-700А

	КУ-701А	КУ-703А	КУ-704А
Ток продолжительного режима, А	10		
Характеристика привода	Рычаг с роликом	Груз с противовесом	Рычаг пластинчатый
Фиксация	Самовозврат рычага	Фиксация в крайних положениях	Фиксация в каждом положении
Габаритные размеры	133×158×202	133×178×202	133×158
Масса, кг	2,7	9,9	2,7

Технические характеристики других широко используемых в народном хозяйстве контактных путевых выключателей приведены в табл. 7.16.

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНТАКТНЫХ ПУТЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Серия	Номинальные		Износостойкость, циклы		Рабочий угол поворота. град; ход, мм	Примечание
	напряжение, В	ток, А	механическая	электрическая		
ВК200, ВК300	380~, 220=	6,3	$5 \cdot 10^6$	10^6	12°	—
ВПК1000	380~, 220=	4	$1,6 \cdot 10^6$	10^6	15°; 1,7 мм 1,7 мм	—
ВПК2000А	380~, 220=	6 – 4	$10 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^6$	5,5+8 мм	—
ВПК3000	500~, 220=	6	$6,3 \cdot 10^6$	—	12°	—
ВПК4000Д	500~, 220=	6 – 4	$10 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^6$	5+9 мм	—
КР-6200	380~, 220=	До 5	—	—	110°	—
КР-3200	380~, 440=	15	—	—	—	Конечный выключатель
КА4800Т	500~, 440=	10	$2,5 \cdot 10^6$	10^6	—	—
ВП-700	380	1	—	100	—	—
БПМ21	—	0,3...0,6	10^7	10^6	0,5 мм	Блоки путевых микропереключателей

8. ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ

8.1. Основные виды электромагнитов

Электромагниты управления применяются в исполнительных механизмах различного промышленного назначения, а также в качестве самостоятельного функционального блока.

Электромагниты — это дистанционно управляемые электрические аппараты, предназначенные для привода электрических, механических, пневматических и гидравлических устройств, применяемых в металлорежущих станках, следящих системах автоматики и телемеханики, роботах.

В конструктивном отношении электромагнит представляет собой совокупность катушки управления с неподвижным магнитоповодом, подвижный якорь и корпус, в который заключается вся конструкция. При включении магнита его якорь втягивается в полость катушки, а его рабочие концы — приводные штоки — воздействуют на соответствующий исполнительный механизм.

Классификация и основные свойства электромагнитов. По роду напряжения питания различают электромагниты:

- постоянного тока (серии ЭУ, ЭМ25, ЭМ28, ЭМ29, ЭМ31, ЭМ35);
- переменного тока (серии МТ, ЭД, ЭМ33, ЭМ34, ЭМЛ1203, МИС);
- электромагниты с питанием от источников постоянного и переменного токов (серии ЭМ24, ЭМ37, ЭМ38 и др).

По направленности перемещения якоря электромагнитов различают:

- одностороннего действия, когда якорь перемещается из начального положения в конечное под воздействием внутренних (электромагнитных) сил, а возвращается под действием внешних усилий;
- двустороннего действия с нулевым положением, когда движение якоря в зависимости от схемы возбуждения происходит в одном из двух противоположных направлений относительно нулевого положения, а возврат в нулевое положение — под действием внешних усилий;
- реверсивного действия, когда движение якоря в зависимости от схемы возбуждения происходит из одного конечного положения в другое, исключая нулевое положение из-за отсутствия в конструкции электромагнита возвратных пружин.

Номинальное напряжения электромагнитов управления [1]:

- постоянного тока: 12, 24, 28, 60, 110, 220, 440 В;
- переменного тока (50 или 60 Гц):
 - для однофазных электромагнитов 24, 36, 42, 60, 110, 220 и 380 В;
 - для трехфазных электромагнитов — 220, 380, 660 В.

Электромагниты должны работать при напряжениях от 0,9 до 1,1 номинальной величины.

Условия эксплуатации:

интервал температуры окружающей среды — $+45...+50^{\circ}\text{C}$;
влажность — 80...100%.

Предназначены для работы в наземных условиях и на высоте до 2000 м (некоторые типы электромагнитов допускаются для работы на высоте до 4300 м).

Окружающая среда должна быть невзрывоопасной, не содержать газы, жидкость и пыль в концентрациях, нарушающих нормальную работу электромагнита (разрушающих металл и изоляцию).

В зависимости от вида воздействия на исполнительный механизм электромагниты подразделяются на:

- одностороннего действия — тянущие или толкающие;
- одностороннего действия — тянущие и толкающие;
- двустороннего действия с нулевым положением;
- реверсивного действия;
- для ударной нагрузки;
- поворотные.

8.2. Электромагниты постоянного тока

Электромагниты серии ЭУ состоят из восьми типов, имеют номинальное напряжение 12, 24 и 48 В и предназначены для дистанционного управления гидравлическими, пневматическими и другими исполнительными механизмами. Допускается электропитание от источника двухполупериодного выпрямленного переменного тока. ПВ электромагнитов 100, 40 и 15%.

Технические параметры электромагнитов постоянного тока ЭУ представлены в табл. 8.1.

Вибростойкость электромагнитов серии ЭУ от 1 до 60 Гц при максимальном ускорении 80 м/с и длительности от 2 до 15 мс.

Таблица 8.1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ СЕРИИ ЭУ

Тип	Номинальное тяговое усилие, Н	Номинальная частота включений, циклы в час	Номинальный ход якоря, мм	Время включения, с	Износостойкость		Номинальная потребляемая мощность, Вт	Масса электромаг- нита/якоря, кг
					Вертикальное положение, циклы $\times 10^6$	Горизонтальное положение, циклы $\times 10^6$		
ЭУ2	4	10000	5	0,1	6,3	6,3	10,5	0,36/0,041
	6,3	3600	5	0,1	6,3	6,3	18,5	0,36/0,041
ЭУ3	6,3	6000	5	0,14	6,3	6,3	15,5	0,65/0,083
	10	3600	5	0,14	6,3	6,3	24,5	0,65/0,083
ЭУ4	10	6000	10	0,24	6,3	6,3	18,5	0,97/0,102
	16	2400	10	0,24	6,3	6,3	31,5	0,97/0,102
ЭУ5	16	6000	10	0,24	6,3	6,3	19,5	1,45/0,178
	25	2400	10	0,24	6,3	6,3	40,0	1,45/0,178
ЭУ6	25	3600	10	0,3	6,3	6,3	20,0	1,75/0,22
	40	1200	10	0,3	6,3	6,3	41,0	1,75/0,22
ЭУ7	40	2400	15	0,46	4,0	4,0	43,0	3,7/0,465
	63	600	15	0,46	4,0	4,0	77,5	3,7/0,465
ЭУ8	63	2400	15	0,54	3,0	3,0	48,0	5,0/0,65
	100	600	15	0,54	3,0	3,0	91,5	5,0/0,65
ЭУ9	100	2400	15	0,56	3,0	3,0	57,0	6,9/0,85
	160	600	15	0,56	3,0	3,0	113,0	6,9/0,85

ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА СЕРИИ ЭМ

Тип	Режим работы, ПВ%	Номинальное тяговое усилие, Н	Номинальная частота включений, циклы в час	Номинальный ход якоря, мм	Время включения, с	Время отключения, с	Износостойкость, циклы $\times 10^6$	Номинальная потребляемая мощность, Вт	Масса электромагнита/якоря, кг
ЭМ25	100, 40	90	15000	3,5	0,165	0,07	16	46	1,4/0,13
ЭМ26-6	100, 40	27	10000	5	0,05	0,05	16	11,1	0,68/0,05
ЭМ26-6	100, 40	34	10000	5	0,05	0,05	16	15,2	0,68/0,05
ЭМ29-3	100	10	12000	10	0,15	0,13	16	23	0,77/0,12
	15	25	6000	10	0,14	0,07	16	145	0,77/0,12
ЭМ29-5	100	30	10000	10	0,2	0,15	16	45	2,1/0,35
	15	75	3600	10	0,15	0,09	10	215	2,1/0,35
ЭМ29-6	100	50	6000	10	0,23	0,16	10	55	3,1/0,5
	15	125	2400	10	0,17	0,12	4	300	3,1/0,5
ЭМ29-7	100	80	3600	20	0,4	0,23	4	75	6,5/1,18
	15	200	1200	20	0,26	0,14	4	575	6,5/1,18
ЭМ29-8	100	100	2400	30	0,5	0,35	4	98	11,2/2,3
	15	250	1000	30	0,31	0,19	4	625	11,2/2,3
ЭМ31-5	100	30	10000	10	0,25	0,105	1	60	2,52/0,22
	15	60	2400	10	0,21	0,09	1	265	2,52/0,22
ЭМ31-6	100	50	3600	20	0,5	0,35	4	75	5,05/0,435
	15	100	1200	20	0,4	0,3	4	500	5,05/0,435
ЭМ31-8	100	100	1200	30	0,5	0,35	4	100	12,7/1,1
	15	200	720	30	0,5	0,3	4	600	12,7/1,1
ЭМ35-6	100	50	—	2	—	—	10	16,3	0,6/0,044
ЭМ35-8	100	140	4	—	—	—	—	22	2,5/0,12

Электромагниты типа ЭМ25 предназначены для дистанционного управления гидравлическими распределителями. Серия имеет один тип на номинальные напряжения 12, 24, 48, 110 В постоянного тока.

Электромагниты типа ЭМ28-6 предназначены для дистанционного управления исполнительными механизмами промышленного назначения в продолжительном режиме работы и для дистанционного управления гидравлическими распределителями комплектных распредустройств с элегазовой изоляцией в импульсном режиме работы. Серия имеет один тип на номинальные напряжения постоянного тока 12 и 24 В для ПВ 100% , а также 110 и 220 В в импульсном режиме.

Электромагниты серии ЭМ29 предназначены для дистанционного управления исполнительными механизмами различного промышленного назначения. Серия состоит из пяти типоразмеров на номинальное напряжение питания 24 В постоянного тока.

Электромагниты серии ЭМ31 предназначены для дистанционного управления исполнительными механизмами различного промышленного назначения, в том числе промышленных швейных машин. Серия состоит из трех типоразмеров на номинальное напряжение 24 В постоянного тока.

Допустимые внешние механические воздействия такие же, как и для электромагнитов серии ЭМ29.

Электромагниты серии ЭМ35 предназначены для дистанционного пропорционального управления гидравлическими предохранительными и редукционными клапанами, дросселями, регуляторами потока газов и жидкостей. Серия состоит из двух типоразмеров на номинальное напряжение 24 В постоянного тока.

8.3. Электромагниты переменного тока

Электромагниты серии МТ переменного тока предназначены для дистанционного управления гидравлическими, пневматическими и другими исполнительными механизмами. Серия состоит из восьми типоразмеров на номинальные напряжения от сети однофазного переменного тока:

для частоты 50 Гц — 36, 110, 127, 220, 380, 400 и 415 В;

для частоты 60 Гц — 110, 220 и 440 В.

По вибростойкости электромагниты серии МТ допускают внешние механические вибрационные воздействия с частотой 50...100 Гц при ускорении 10 м/с².

Параметры электромагнитов переменного тока серии МТ представлены в табл. 8.3.

ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ СЕРИИ МТ

Тип	Режим работы, ПВ%	Номинальное тяговое усилие, Н	Номинальная частота включений, циклы в час	Номинальный ход якоря, мм	Износостойкость		Номинальная потребляемая мощность, Вт		Коеф-фициент мощности рабочий	Масса электромагнита/якоря, кг
					Вертикальное положение, циклы $\times 10^6$	Горизонтальное положение, циклы $\times 10^6$	Пусковая	Рабочая		
MT22	100, 40	4	2400	5	6,3	4	54	9	0,51	0,36/0,0588
	15	6,3	1200	5	6,3	4	80	9	0,51	0,43/0,0588
MT32	100, 40	6,3	2400	5	6,3	4	60	10	0,38	0,45/0,066
	15	10	1200	5	6,3	4	96	17	0,38	0,53/0,066
MT42	100, 40	10	2400	10	6,3	6,3	150	18	0,36	0,65/0,145
	15	16	1200	10	6,3	6,3	250	22	0,36	0,83/0,145
MT52	100, 40	16	1200	10	6,3	6,3	200	22	0,32	0,8/0,189
	15	25	600	10	6,3	6,3	400	40	0,32	0,97/0,189
MT62	100, 40	25	1200	10	6,3	6,3	280	27	0,4	1,0/0,241
	15	40	600	10	6,3	6,3	500	50	0,4	1,2/0,241
MT72	100, 40	40	1200	15	3	1	420	35	0,32	2,09/0,47
	15	63	600	15	3	1	700	60	0,32	2,39/0,47
MT82	100, 40	63	600	15	2,5	1	480	45	0,29	2,67/0,614
	15	100	300	15	2,5	1	900	70	0,29	3,04/0,614
MT92	100, 40	100	300	15	0,63	0,63	650	70	0,3	5,39/1,43
	15	160	120	15	0,63	0,63	1000	80	0,3	5,82/1,43

Таблица 8.4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ СЕРИИ ЭД

Тип	Режим работы, ПВ%	Номинальное тяговое усилие, Н	Номинальная частота включений, циклы в час	Номинальный ход якоря, мм	Износостойкость		Номинальная потребляемая мощность, Вт		Масса электромагнита/якоря, кг
					Вертикальное положение, циклы $\times 10^6$	Горизонтальное положение, циклы $\times 10^6$	Пусковая	Рабочая	
ЭД-2	100, 40	4	2400	10	3	1,5	330	20	0,49/0,16
	15	6,3	1200	10	3	1,5	330	20	0,49/0,16
ЭД-3	100, 40	6,3	2400	10	3	1,5	330	20	0,57/0,18
	15	10	1200	10	3	1,5	330	20	0,57/0,18
ЭД-4	100, 40	10	2400	15	2,5	1,25	330	20	0,9/0,257
	15	16	1200	15	2,5	1,25	330	20	0,9/0,257
ЭД-5	100, 40	16	2400	15	2,5	1,25	470	26	1,1/0,305
	15	25	1200	15	2,5	1,25	470	26	1,1 /0,305
ЭД-6	100, 40	25	1200	20	2,5	1,25	760	30	1,62/0,4
	15	40	600	20	2,5	1,25	760	30	1,62/0,4
ЭД-7	100, 40	40	1200	25	2,5	1,25	800	34	2,5/0,771
	15	63	600	25	2,5	1,25	800	34	2,5/0,771
ЭД-8	100, 40	63	1200	25	2,5	1,25	800	34	3,35/1,15
	15	100	600	25	2,5	1,25	800	34	3,35/1,15
ЭД-9	100, 40	100	600	30	1	0,5	1700	65	5,15/1,81
	15	160	120	30	1	0,5	1700	65	5,15/1,81
ЭД-10	100, 40	160	120	40	0,3	0,15	2300	120	10/2,453
ЭД-11	100, 40	250	120	40	0,3	0,15	2300	140	12/2,98

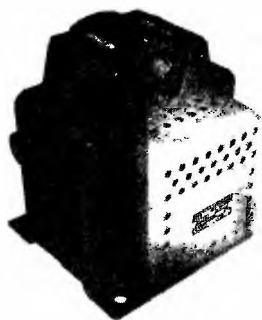


Рис. 8.1. Электромагнит
серии ЭД10-ЭД11

Электромагниты серии ЭД применяются для дистанционного управления гидравлическими, пневматическими и другими механизмами, электромагниты серии ЭД — длинноходовые.

Рабочее положение электромагнитов — вертикальное.

Напряжение питания электромагнитов — 110, 127, 220, 380, 500, 660 В.

Потребляемая мощность (пусковая и рабочая), Вт:

ЭД10101, ЭД10102 — 2300 и 120;

ЭД11101, ЭД11102 — 2300 и 140.

Электромагниты ЭД10101, ЭД11101 выпускаются открытого исполнения с винтовыми зажимами, электромагниты ЭД10102, ЭД11102 — защищенного исполнения со степенью защиты IP20.

Серия состоит из десяти типоразмеров на номинальные напряжения 110, 127, 220, 380, 500 и 660 В от сети однофазного переменного тока частотой как 50, так и 60 Гц. Кроме того, типоразмеры 2—6 выпускаются с питанием на 36 В переменного тока частотой как 50, так и 60 Гц.

Параметры электромагнитов переменного тока серии ЭД представлены в табл. 8.4 (с. 83).

Характеристики других типов электромагнитов серий ЭМ, МИС и ЭД приведены в табл. 8.5.

Таблица 8.5

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ

Тип электромагнита	Тяговое усилие Н	Ход штока, мм	Диапазон питающих напряжений, В
ЭМ-33-4111 (МИС 1100)	16	15	24 660
ЭМ-33-5111 (МИС 3100)	29	20	24 660
ЭМ-33-6111 (МИС 4100)	40	25	110 660
ЭМ-33-7111 (МИС 5100)	67	25	110 660
ЭМ-44-37	105	30	110 500
МИС 6100	85	30	220, 380
ЭД 10101	160	40	110 660
ЭД 10102	160	40	110 660
ЭД 11101	250	40	110 660
ЭД 11102	250	40	110 660

Таблица 8.6

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ СЕРИИ МИС

Тип	Режим работы, ПВ%	Номинальное тяговое усилие, Н	Номинальная частота включений, циклы в час	Номинальный ход якоря мм	Износостойкость		Номинальная потребляемая мощность, Вт		Габаритные размеры шириной толщина высота, мм	Масса электромагнита/якоря, кг
					Вертикальное положение, циклы $\times 10^6$	Горизонтальное положение, циклы $\times 10^6$	Пусковая	Рабочая		
МИС-1	100, 40	15	2400	15	3	1,5	260	12	71×72×60	0,72
	10	21	600	15	3	1,5	—	—		0,72
МИС-2	100, 40	21	1200	20	3	1,5	500	14	80×82×79	1,2
	10	30	600	20	3	1,5	770	26		1,2
МИС-3	100, 40	30	1200	20	3	1,5	720	25	80×61×79	1,5
	10	42	600	20	3	1,5	870	36		1,5
МИС-4	100, 40	42	1200	25	3	1,5	680	30	101×99×104	2,63
	10	60	600	25	3	1,5	900	65		2,63
МИС-5	100, 40	60	1200	25	1	0,5	850	60	102×108×104	3,5
	10	85	600	25	1	0,5	1200	10	102×108×144	3,5
МИС-6	100, 40	SS	300	30	1	0,5	1500	45	104×114×184	3,9
	10	120	300	30	1	0,5	—	—		3,9

Электромагниты однофазные переменного тока МИС. Электромагниты однофазные переменного тока МИС 1100, МИС 2100, МИС 3100, МИС 4100, МИС 5100, МИС 6100 предназначены для дистанционного управления исполнительными механизмами различного промышленного и бытового назначения.

Электромагниты рассчитаны для включения в сеть переменного тока на номинальное рабочее напряжение 110, 127, 220, 230, 380, 400, 415, 440 и 500 В частоты 50 и 60 Гц.

Исполнение: тянущее, толкающее и тянущее.

Рабочее положение: горизонтальное, вертикальное.

Технические параметры электромагнитов серии МИС представлены в табл. 8.6 (с. 85). Номинальная потребляемая мощность для постоянного тока — Вт, для переменного В А.

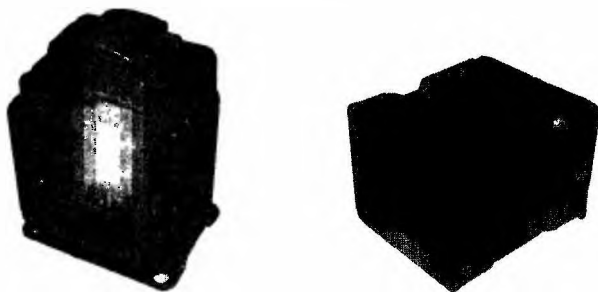


Рис. 8.2. Электромагниты серии МИС

Таблица 8.7

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДИФИКАЦИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ СЕРИИ МИС

	МИС 1100	МИС 2100	МИС 3100	МИС 4100	МИС 5100	МИС 6100
Номинальный ход якоря, мм	15	20	20	25	25	30
Номинальное тяговое усилие, Н ПВ 100% ПВ 15%	15 21	21 30	30 42	42 60	60 85	85 120
Габаритные размеры, мм	61×60×72	74×79×82	74×79×87	94×104×99	95×108×104	104×114×134
Масса, кг	0,72	1,2	1,5	2,63	3,5	3,9
Степень защиты	IP20					
Условия эксплуатации	УХЛ4, УЗ, ТЗ					

Электромагниты однофазные переменного тока ЭМ.

Электромагниты однофазные переменного тока ЭМ-44-37 предназначены для применения в исполнительных механизмах и используются в строительстве, конвейерах различных типов, металлорежущих, деревообрабатывающих и других станках, в обувном и других производствах легкой промышленности, в кузнечно-прессовом оборудовании.

Структура условного обозначения электромагнитов ЭМ ЭМ44-XX-1XX1-20-X3:

ЭМ — буквенное обозначение электромагнита;

44 — номер серии;

XX — габарит электромагнита: 31, 32, 33, 37;

1 — обозначение рода тока (переменный);

X — исполнение по способу воздействия на исполнительный механизм: 1 — тянущее; 3 — толкающее и тянущее;

X — режим работы (относительная продолжительность включения): 2 — ПВ 100%; 4 — ПВ 40%; 6 — ПВ 15%;

1 — с гибкими выводами;

20 — исполнение по степени защиты: 20 — IP20;

X3 — климатическое исполнение (У, Т) и категория размещения (3).



Рис. 8.3. Электромагниты однофазные переменного тока ЭМ-44-37

Таблица 8.8

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ СЕРИИ ЭМ-44

Номинальное рабочее напряжение, В	110, 127, 220, 230, 380, 400, 415, 440, 500
Частота тока, Гц	50, 60
Номинальный ход якоря, мм	30
Номинальная частота включений в час	300 900
Номинальное тяговое усилие, Н	105 150
Масса электромагнита, кг	4

Рабочее положение аппарата: горизонтальное, вертикальное.



Рис. 8.4. Электромагниты однофазные переменного тока ЭМ-33

Электромагниты однофазные переменного тока ЭМ-33-4, ЭМ-33-5, ЭМ-33-6, ЭМ-33-7 предназначены для дистанционного управления исполнительными механизмами различного промышленного и бытового назначения.

Электромагниты рассчитаны для включения в сеть переменного тока на номинальное рабочее напряжение 24, 36, 42, 60, 110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 415, 440, и 660 В частоты 50 Гц и 24, 36, 42, 60, 110, 115, 220, 230, 380, 400, 415, 440 и 660 В частоты 60 Гц.

Структура условного обозначения

ЭМ33-XXXXX-XX-X3:

ЭМ — буквенное обозначение электромагнита;

33 — условный номер разработки;

X — габарит (размер магнитопровода): 4, 5, 6, 7;

1 — обозначение рода тока (переменный);

X — исполнение по способу воздействия на исполнительный механизм: 1 — тянущее; 3 — толкающее и тянущее;

X — режим работы (относительная продолжительность включения): 1 — ПВ100, 40%; 6 — ПВ 15%;

1 — с гибкими выводами;

XX — исполнение по степени защиты: 00 — IP00; 20 — IP20;

X3 — климатическое исполнение (У, Т) и категория размещения (3).

Таблица 8.9

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ СЕРИИ ЭМ-33

	ЭМ-33-4	ЭМ-33-5	ЭМ-33-6	ЭМ-33-7
Номинальный ход якоря, мм	15	20	25	25
Номинальное тяговое усилие, Н				
ПВ 100%	16	29	40	67
ПВ 15%	25	40	63	100
Габаритные размеры, мм	60x70x95	65x75x113	66x80x94	76x90x94
Масса кг	0 975	1,4	2,9	3,6
Степень защиты	IP 00			
Условия эксплуатации	УХЛ4, УЗ, ТЗ			

8.4. Электромагниты с питанием от источников постоянного и переменного токов

В конструкцию электромагнитов входит двухполупериодный выпрямительный мост. Поэтому обмотки электромагнитов могут подключаться к источнику переменного тока через выпрямительный мост или к источнику постоянного тока непосредственно без выпрямительного моста.

Электромагниты типа ЭМ24 предназначены для дистанционного управления гидравлическими распределителями. Серия состоит из двух типоразмеров: четвертого и пятого.

Номинальные напряжения, В:

от источников постоянного тока — 12, 24, 48, 110 (пятый типоразмер);

от источника переменного тока для частоты 50 Гц — 24, 36, 110, 220, 380, для частоты 60 Гц — 220 (четвертый типоразмер).

Допускается работа электромагнитов в среде, насыщенной масляной пылью, каплями и брызгами масла с температурой не более 60 °С.

Электромагниты серии ЭМ37 предназначены для дистанционного управления клапанами трубопроводов промышленных установок.

Серия состоит из восьми типоразмеров на номинальные напряжения питания, В:

постоянного тока — 12, 24, 110, 220;

переменного тока частотой 50 Гц — 24, 110, 127, 220, 230, 240, 380, 400 и 415;

переменного тока частотой 60 Гц — 110, 127, 220, 380, 440.

Вибростойкость электромагнитов допускает внешние механические вибрационные воздействия с частотой 5...10 Гц с ускорением 7 м/с².

Ударная стойкость электромагнитов допускает ударные нагрузки с ускорением 30 м/с с частотой ударов от 40 до 80 в минуту.

Электромагниты серии ЭМ38 предназначены для работы в качестве приводов клапанов серии СВВ в системах дистанционного и автоматического управления на трубопроводах промышленных установок со средой: пар, вода, воздух. Серия состоит из двух типоразмеров, которые отличаются разновидностью питания; от источника постоянного тока или от источника переменного тока.

Номинальные напряжения, В:

постоянного тока — 110 и 220;

переменного тока — 220, 230, 240, 400, 415, 440 частотой 50 и 60 Гц через двухполупериодный выпрямительный мост.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ
С ПИТАНИЕМ ОТ ИСТОЧНИКОВ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКОВ

Тип	Режим работы, ПВ%	Номинальное тяговое усилие, Н	Номинальная частота включений, циклы в час	Номинальный ход якоря, мм	Время включения, с	Время отключения, с	Износостойкость		Габаритные размеры: ширина толщина высота, мм	Масса электромагнита/якоря, кг
							Вертикальное положение, циклы $\times 10^6$	Горизонтальное положение, циклы $\times 10^6$		
ЭМ24-4	100, 40	18	7,2...103	2,5	0,03	0,05	20	20	71×43×71	0,48
ЭМ24-5	100, 40	25	15...103	2,5	0,04	0,05	20	20	71×43×71	0,48
ЭМ37-11	100	12	120	1,5	0,15	0,1	1,5	—	36×75×68	0,36/0,033
ЭМ37-12	100	12	2400	1,5	0,25	0,2	1,5	—	36×75×68	0,36/0,033
ЭМ37-13	100	4	2400	5	0,25	0,2	1,5	—	43×73×80	0,58/0,05
ЭМ37-14	100	5	120	5	0,15	0,1	1,5	—	43×73×80	0,58/0,05
ЭМ37-16	100	17	2400	2	0,2	0,2	1,5	—	62×87×115	1,3/0,09
ЭМ37-22	100	5	120	16	0,2	0,15	1,5	—	62×87×115	1,3/0,09
ЭМ37-23	100	14	2400	6	0,25	0,2	1,5	—	62×87×115	1,3/0,1
ЭМ37-26	100	7	2400	16	0,4	0,3	1,5	—	62×87×115	1,3/0,1
ЭМ38-1, ЭМ38-2	5	120	120	30	0,4	0,1	0,1	0,1	172×120×300	10,4

Окончание табл. 8.10

Тип	Режим работы, ПВ%	Номинальное тяговое усилие, Н	Номинальная частота включений, циклы в час	Номинальный ход якоря, мм	Время включения, с	Время отключения, с	Износостойкость		Габаритные размеры: ширина, толщина, высота, мм	Масса электромагнита/якоря, кг
							Вертикальное положение, циклы × 10 ⁶	Горизонтальное положение, циклы × 10 ⁶		
Постоянный ток										
ЭМП-1	100	16,7	60	2	10	—	0,15...0,3		89×75×126	1,35
ЭМП-2	100	9,8	60	6	10	—	0,15...0,3		89×75×126	1,35
ЭМП-4	100	5,9	60	14	10	—	0,15...0,3		89×75×126	1,35
Переменный ток										
ЭМП-1	100	6,9	60	2	10	—	0,15...0,3		89×75×126	1,35
ЭМП-2	100	6,9	60	6	10	—	0,15...0,3		89×75×126	1,35
ЭМП-3	100	11,7	60	2	10	—	0,15...0,3		89×75×126	1,35 ¹
ЭМП-4	100	4,4	60	14	10	—	0,15...0,3		89×75×126	1,35

Электромагниты серии ЭМП предназначены для работы в качестве вентилей на трубопроводах промышленных установок.

Серия состоит из четырех типоразмеров.

Номинальные напряжения:

постоянного тока — 12, 24, 110, 220 В;

переменного тока частотой 50 Гц — 110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 415 и частотой 60 Гц — 110, 127, 220, 380, 440.

Допускается работа электромагнитов в средах газообразного и жидкого аммиака, фреона, рассола, воды и воздуха под давлением до 1,569-10 Па и при температуре от -40 до +45 °С.

9. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ МУФТЫ

Электроуправляемые муфты предназначены для передачи потока механической энергии или крутящего момента от ведущей части муфты к ее ведомой части.

В зависимости от рода связи между ведущей и ведомой частями муфты подразделяются на три основных вида:

- электромагнитные муфты с механической связью;
- электромагнитные порошковые муфты;
- индукционные муфты.

Электромагнитные муфты с механической связью соединяют ведущую и ведомую части под действием фрикционных сил, возникающих при механическом нажатии ведущей и ведомой частей на промежуточный фрикционный диск. Механическое нажатие на фрикционный диск осуществляется под действием электромагнитного усилия, создаваемого параметрически управляемым полем электромагнита, органически входящего в конструкцию муфты.

В электромагнитных порошковых муфтах механическая связь происходит под действием сцепления частиц ферромагнитного порошка, заполняющего воздушный зазор между ведущей и ведомой частями муфты,

В индукционных муфтах механическая связь осуществляется за счет взаимодействия индукционных токов в ведомой части с магнитным полем в воздушном зазоре между ведущей и ведомой частями, возбуждаемым электромагнитом ведущей части.

9.1. Муфты электромагнитные масляные многодисковые

Муфты электромагнитные масляные многодисковые серии Э11М, ЭТМ, ЕТМ с магнитопроводящими дисками предназначены для автоматического и дистанционного управления приводами металлорежущих станков и других машин; могут широко применяться в автоматических коробках скоростей, подач, механизмах подач и вспомогательных перемещений в качестве тормозов в позиционных и цикловых системах, а также в качестве сцепных (пусковых) устройств.

В табл. 9.1 приведены основные характеристики электромагнитных масляных многодисковых муфт.

В табл. 9.2 — габаритные размеры электромагнитных масляных многодисковых муфт, в табл. 9.3 группы и размеры посадочных отверстий муфт.

Обозначения параметров:

- M_n — номинальный передаваемый момент;
 M_B — номинальный вращающий момент;
 $t_{0,9}$ — время нарастания момента до $0,9M_B$ («время включения»);
 $t_{0,1}$ — время падения момента до $0,1M_B$ («время отключения»);
 D — наибольший диаметр муфты;
 L — наибольшая высота муфты в сборе;
 A — посадочное отверстие гладкое (рис. 9.1);
 H — посадочное отверстие шлицевое с центрированием по наружному диаметру;
 B — посадочное отверстие шлицевое с центрированием по внутреннему диаметру (рис. 9.1).

Муфты электромагнитные фрикционные многодисковые серии ЭТМ с вынесенными дисками (ЭТМ-XX1, ЭТМ-XX3, ЭТМ-XX5) выпускаются:

- со шлицевым посадочным отверстием — 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12 габаритов — 1-го, 2-го (кроме 05 габарита), 3-го (кроме 05 и 06 габаритов) посадочных рядов;
- с гладким посадочным отверстием — 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12 габаритов — 1-го, 2-го, 3-го посадочных рядов.

Муфты электромагнитные фрикционные многодисковые серии ЭТМ с магнитопроводящими дисками (ЭТМ-XX2, ЭТМ-XX4, ЭТМ-XX6) выпускаются:

- со шлицевым посадочным отверстием — 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15 габаритов — 1-го, 2-го (кроме 05 габарита), 3-го (кроме 05 и 06 габаритов) посадочных рядов;
- с гладким посадочным отверстием — 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15 габаритов — 2-го, 3-го посадочных рядов.

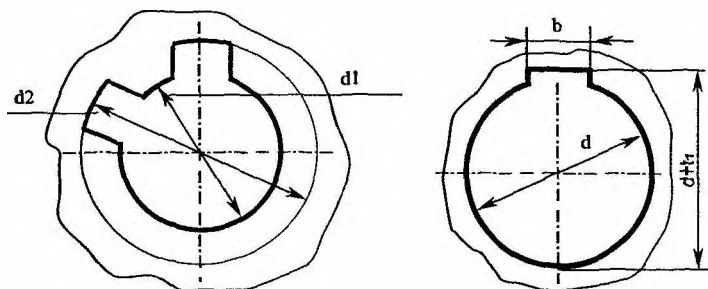


Рис. 9.1. Шлицевое посадочное отверстие и гладкое посадочное отверстия

Таблица 9.1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МАСЛЯНЫХ
МНОГОДИСКОВЫХ МУФТ

Габарит	Э11М (Златоуст)				ЭТМ (Харьков)				ЕТМ (Польша)			
	M_n , Нм	M_B , Нм	$t_{0.9}$, с	$t_{0.1}$, с	M_n , Нм	M_B , Нм	$t_{0.9}$, с	$t_{0.1}$, с	M_n , Нм	M_B , Нм	$t_{0.9}$, с	$t_{0.1}$, с
05	25	16	0,25	0,07	25	16	0,25	0,07	25	10	—	0,13
06	40	25	0,28	0,08	40	25	0,28	0,08	25	16	—	0,15
07	63	40	0,32	0,09	63	40	0,32	0,09	40	25	—	0,18
08	100	63	0,35	0,10	100	63	0,35	0,10	63	40	—	0,20
09	160	100	0,38	0,12	160	100	0,38	0,12	100	63	—	0,24
10	250	160	0,40	0,16	250	160	0,40	0,16	160	100	—	0,30
11	400	250	0,42	0,18	400	250	0,51	0,20	250	160	—	0,38
12	630	400	0,45	0,24	630	400	0,60	0,25	400	250	—	0,45
13	1000	630	0,48	0,32	1000	630	0,80	0,35	1000	630	—	0,73
14	1600	1000	0,50	0,40	1600	1000	0,97	0,45	1600	1000	—	0,82

ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МАСЛЯНЫХ
МНОГОДИСКОВЫХ МУФТ

	Э11М (Златоуст)						ЭТМ (Харьков)						ЕТМ (Польша)					
	D			L			D			L			D			L		
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6
05	80	80	85	32	38	38	80	80	80	34,5	50	55,5	80	80	80	32	38	—
06	90	90	95	35	42,5	40	90	90	90	37	52,5	57,7	90	90	90	35	44	—
07	100	100	105	38	45	45	100	100	100	38,5	55	59,8	100	100	102	38	45	—
08	110	110	115	43	49	49	110	110	110	43	58,3	62,8	110	110	112	41	48	—
09	120	120	130	45	55	52	120	120	120	47	60,5	73,3	120	120	122	45	55	—
10	135	135	145	52	60	60	135	135	135	57,5	72	76	135	135	140	52	60	—
11	150	150	165	60	68	68	150	150	150	63,5	80	86	150	150	155	60	68	—
12	170	170	185	68	74	76	170	170	170	69	92	98,5	170	170	178	68	74	—
13	190	190	205	78	86	88	190	190	190	79,5	98,5	105,5	190	190	198	78	82	—
14	215	215	225	90	100	96	215	215	215	90	109	118	215	215	222	90	100	—

Таблица 9.3

ГРУППЫ И РАЗМЕРЫ ПОСАДОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ МУФТ

Габарит	Исполнение	Отверстия посадочные (по рис 9 1)								
		Златоуст			Харьков			Польша		
		d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1
05		20	6	22,3	20	4	21,8	22	5	23,9
	1 A	18	5	19,9	18	6	20,8	20	6	22,3
	2 A	16	5	18,3	16	5	18,3	18	5	19,9
	3 A	DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10
		22	18	5	28	18	5	25	21	5
	1 H	20	16	4	20	16	4	22	18	5
	2 H	16	13	3,5				20	16	4
06		d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1
	1 A	22	5	23,9	22	5	24,3	22	5	23,9
	2 A	20	6	22,3	20	6	22,8	20	6	22,3
	3 A	18	5	19,9	18	6	20,8	18	5	19,9
		DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10
	1 H	25	21	5	25	21	5	25	21	5
	2 H	22	18	5	22	18	5	22	18	5
07	3 H	20	16	4	20	16	4	20	16	4
		d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1
	1 A	25	6	27,3	25	6	27,8	25	6	27,3
	2 A	22	6	24,3	22	6	24,8	22	6	24,3
	3 A	20	6	22,3	20	6	22,8	20	6	22,3
		DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10
	1 H	30	26	6	30	26	6	30	26	6
08	2 H	25	21	5	25	21	5	25	21	5
	3 H	22	18	5	20	18	5	22	18	5
		d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1
	1 A	30	8	32,6	30	8	33,3	30	8	32,6
	2 A	25	8	27,6	25	8	28,3	25	8	27,6
	3 A	22	6	24,3	22	6	24,8	22	6	24,3

Продолжение табл. 9.3

Габарит	Исполнение	Отверстия посадочные (по рис. 9.1)								
		Златоуст			Харьков			Польша		
08		DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10
	1 H	34	28	7	34	28	7	34	28	7
	2 H	30	26	6	30	26	6	30	26	6
	3 H	25	21	5	25	21	5	25	21	5
09		d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1
	1 A	35	10	37,9	35	10	38,3	35	10	37,9
	2 A	30	8	32,6	30	8	33,3	30	8	32,6
	3 A	25	8	27,6	25	8	28,3	25	8	27,6
		DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10
	1 H	40	36	7	40	36	7	40	36	7
	2 H	34	28	7	34	28	7	34	28	7
	3 H	30	26	6	30	26	6	30	26	6
10		d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1
	1 A	40	10	42,9	40	12	43,3	40	10	42,9
	2 A	35	10	37,9	35	10	38,3	35	10	37,9
	3 A	30	8	32,6	30	8	33,3	30	8	32,6
		DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10
	1 H	46	42	8	46	42	8	46	42	8
	2 H	40	36	7	40	36	7	40	36	7
	3 H	34	28	7	34	28	7	34	28	7
11		d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1
	1 A	50	14	53,3	50	14	53,8	50	14	53,3
	2 A	40	12	43,3	40	12	43,3	40	12	42,9
	3 A	35	10	38,3	35	10	38,3	35	10	37,9
		DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10
	1 H	54	46	9	54	46	9	54	46	9
	2 H	46	42	8	46	42	8	46	42	8
	3 H	40	36	7	40	36	7	40	36	7

Габарит	Исполнение	Отверстия посадочные (по рис 9.1)								
		Златоуст			Харьков			Польша		
12		d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1
	1 А	60	14	63,3	60	14	63,8	60	14	63,3
	2 А	50	16	54,3	50	14	53,8	50	16	53,6
	3 А	40	12	43,3	40	12	43,3	40	10	42,9
		DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10
	1 Н	65	56	10	65	56	10	65	56	10
	2 Н	54	46	9	54	46	9	54	46	9
	3 Н	46	42	8	46	42	8	46	42	8
13		d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1
	1 А	80	16	82,9	70	14	73,8	80	16	82,9
	2 А	70	16	74,3	60	18	64,4	70	16	74,3
	3 А	60	14	63,8	50	14	53,8	60	14	64
		DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10
	1 Н	82	72	12	72	62	12	82	72	12
	2 Н	72	62	12	65	56	10	72	62	12
	3 Н	65	56	10	54	46	9	65	56	10
14		d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1	d1	b1	d1 + t1
	1 А	90	18	92,9	80	16	84,3	90	18	92,9
	2 А	80	18	84,4	70	20	74,9	80	18	84,4
	3 А	70	16	74,3	60	18	64,4	70	18	74,3
		DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10	DH7	dH12	bF10
	1 Н	92	82	12	82	72	12	92	82	12
	2 Н	82	72	12	72	62	12	82	72	12
	3 Н	72	62	12	65	56	10	72	62	12

В табл. 9.4—9.5 представлены потребляемые токи и частоты вращения муфт серий Э11М и ЭТМ.

Тип 2 в табл. 9.4 относится к контактным муфтам, тип 4 — к бесконтактным, тип 6 — к тормозным, например Э11М124.

Таблица 9.4

ПОТРЕБЛЯЕМЫЕ ТОКИ И ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ
МУФТ Э11М

Габарит	Потребляемый ток, А *		n _н (об/мин)	n _{max} (об/мин)	
	Тип 2	Тип 4		Тип 2	Тип 4 6
05	0,48	0,59	25 (1500)	75 (4500)	100 (6000)
06	0,56	0,85	25 (1500)	66 (4000)	83 (5000)
07	0,73	1,00	25 (1500)	58 (3500)	75 (4500)
08	0,70	0,91	16,6 (1000)	50 (3000)	66 (4000)
09	1,25	1,78	16,6 (1000)	47 (2800)	63 (3800)
10	1,62	1,82	16,6 (1000)	41 (2500)	60 (3600)
11	1,70	2,30	16,6 (1000)	33,3 (2000)	41,5 (2500)
12	1,50	3,47	12,5 (750)	28,3 (1700)	37,5 (2250)
13	2,85	3,70	12,5 (750)	25 (1500)	33,3 (2000)
14	3,60	5,10	12,5 (750)	22,5 (1350)	33,3 (2000)

* Уточняется после испытаний опытных образцов

n_н — номинальная частота вращения, n_{max} — предельная частота вращения

Таблица 9.5

ПОТРЕБЛЯЕМЫЕ ТОКИ И ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ
МУФТ Э1М

Габарит	Потребляемый ток, А		Максимальная частота вращения, об/мин	
	Контактных	Бесконтактных	Контактных	Бесконтактных
05	0,60	0,80	5000	7000
06	0,70	0,85	4500	6000
07	0,85	1,20	4000	5000
08	1,10	1,30	3500	4500
09	1,40	1,20	3000	4000
10	1,50	1,70	2800	3600
11	1,70	1,80	2500	3300
12	1,90	2,90	2200	3000

9.2. Муфты электромагнитные многодисковые серии ЭМ

Муфты электромагнитные многодисковые серий ЭМ-22, ЭМ-32, ЭМ-42, ЭМ-52 предназначены для управления кинематическими цепями станков.

Питание муфт осуществляется постоянным током напряжением 24 В.

Таблица 9.6

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
МНОГОДИСКОВЫХ МУФТ СЕРИИ ЭМ

Габарит	Тип	Номинальный передаваемый момент, кГм	Сила тока, А	Предельная частота вращения, 1/мин	Масса, кг
2	ЭМ-22	4,0	0,48	3000	1,6
3	ЭМ-32	6,3	0,87	3000	2,6
4	ЭМ-42	16,0	0,87	2000	4,0
5	ЭМ-52	40,0	1,09	1500	7,5

10. РЕЛЕ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИКИ

10.1. Основные определения и классификация

Реле — это электромагнитные, электромеханические или электронные устройства, которые предназначены для коммутации цепей в схемах автоматизированного управления и защиты технологическими установками, электрическими сетями и системами.

Классификация реле

Реле классифицируются в зависимости от их функционального назначения и устройства.

По функциональным признакам различают: реле времени, тока, напряжения, мощности, промежуточные, сигнальные и др.

По признаку устройства реле делят на реле электромагнитные, электромеханические, магнитоуправляемые (герметизированные магнитоуправляемые контакты или герконы), электронные, электронно-электромагнитные или комбинированные.

По признаку рода тока различают реле переменного и постоянного токов.

Электромагнитные реле состоят из магнитной системы с катушкой, расположенной на ее неподвижной части, якоря, механически связанного с замыкающими или размыкающими контактами. При включении катушки на напряжение якорь притягивается и воздействует на контакты, заставляя их замыкаться или размыкаться.

В *электромеханических реле* источником движения является небольшой исполнительный двигатель, связанный через редуктор с группами контактов. При включении двигателя редуктор приводит во вращение барабан с расположенными на них подвижными контактами, которые и обеспечивают по определенной программе замыкание или размыкание соответствующих контактов.

Герконы (герметизированные магнитоуправляемые контакты) представляют собой, как правило, запаянные в герметизированный баллон контакты, которые могут замыкаться или размыкаться под воздействием внешнего магнитного поля.

Электронные реле являются бесконтактными устройствами и представляют собой электронные схемы, в которых роль контактов выполняют полупроводниковые приборы: работающие в ключевом режиме транзисторы, тиристоры и др.

Комбинированные реле — это совокупность электронной схемы управления и электромагнитного или электромеханического реле в качестве исполнительного элемента.

Ниже приводятся технические данные некоторых реле времени, включая новейшие типы, разработанные отечественной промышленностью в последние годы.

10.2. Реле времени

Ниже (табл. 10.1) приводятся параметры некоторых отечественных реле времени, используемых в системах автоматического управления и защиты.

Реле времени серии ВС

Реле времени серии ВС являются электромеханическими.

Реле времени ВС-43 предназначены для передачи команд из одной электрической цепи в другую с определенными предварительно установленными выдержками времени. Реле изготавливаются с передним присоединением проводов в двух конструктивных исполнениях: ВС-43-3 — с тремя независимыми цепями с выдержкой времени; ВС-43-6 — с шестью независимыми цепями с выдержкой времени.

Реле времени ВС-44 предназначены для передачи команд из одной электрической цепи в другую согласно предварительно установленной программе по замкнутому повторяющемуся циклу и применяются в схемах автоматического управления. Реле изготавливаются в следующих исполнениях: ВС-44-1, ВС-44-3 — с дистанционным пуском и автоматическим остановом в конце каждого цикла; ВС-44-2, ВС-44-4 — с пуском при подаче напряжения питания, непрерывно повторяющимися циклами и остановом при снятии питания.

Реле времени ВС-33 электромеханическое, одноцепное, однокомандное предназначено для коммутации электрических цепей в устройствах автоматики с определенными предварительно установленными выдержками времени (рис. 10.2).



Рис. 10.1. Реле времени ВС-43

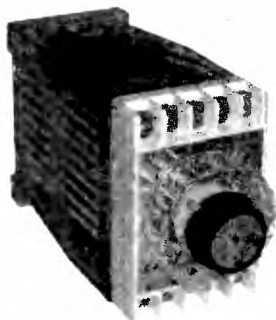


Рис. 10.2. Реле времени ВС-33

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Тип реле	Диапазон выдержек времени	Диапазон питающих напряжений, В		Диапазон коммутируемых напряжений, В		Диапазон коммутируемых токов, А		Число контактов замыкающих/размыкающих/переключающих
		постоянного тока	переменного тока	постоянного тока	переменного тока	постоянного тока	переменного тока	
BC-43-3	1 с...60 ч	—	12...240	12...220	12...380	0,04...4		—/—/3
BC-43-6	1 с...60 ч	—	12...240	12...220	12...380	0,04...4		—/—/6
BC-33	0,2 с...60 ч	—	24...240	24...220	24...380	0,04...4		1/1/1
ВЛ-54	0,1 с...30 ч	—	220	24...220	24...220	0,01...4		—/—/2
ВЛ-55	0,1...30 с	—	220	24...220	24...220	0,01...4		—/—/2
ВЛ-56	0,1 с...100 ч	24...220	110...220	24...220	24...380	0,01...4		—/—/3
ВЛ-56-С	0,1 с...100 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		—/—/2 на канал
ВЛ-59	0,1 с...1000 с	24...220	110...240	24...220	24...220	0,02...4		—/—/1
ВЛ-64	0,1 с...30 ч	24...220	110...240	24...250	24...380	0,01...4		1/1/—
ВЛ-64-С	0,1 с...30 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-65	0,1 с...30 ч	—	110...220	24...250	24...380	0,01...4		1/1/—
ВЛ-65-С	0,1 с...30 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-66	0,1 с...99 ч	24...220	110...240	24...250	24...380	0,01...4		1/1/—
ВЛ-67	0,1 с...99 ч	24...220	110...240	24...250	24...380	0,01...4		1/1/—
ВЛ-68	0,1 с...99,9 ч	24...220	110...240	24...250	24...380	0,01...4		1/1/—
ВЛ-69	0,1 с...99 с	24...220	110...240	24...250	24...380	0,01...4		1/1/—
ВЛ-66-С	0,1 с...99 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—

Продолжение табл. 10.1

Тип реле	Диапазон выдержек времени	Диапазон питающих напряжений, В		Диапазон коммутируемых напряжений, В		Диапазон коммутируемых токов, А		Число контактов замыкающих/размыкающих/переключающих
		постоянного тока	переменного тока	постоянного тока	переменного тока	постоянного тока	переменного тока	
ВЛ-67-С	0,1 с...99 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-68-С	0,1 с...999 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-69-С	0,1 с...100 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-73-С	0,1 с...999 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-74-С	0,1 с...999 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-75-С	0,1 с...999 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-76-С	0,1 с...999 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-76-Д	0,1 с...99 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-77-С	0,1 с...999 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-78-С	0,1 с...99 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-6II	0,1 с...99 ч	24...220	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-6III	0,1 с...999 ч	24...220	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-6	0,1 с...30 ч	24	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
ВЛ-6U	0,1 с...30 ч	24...220	24...220	24...30	24...220	0,01...5		1/1/—
РВ-01	0,1 с...30 с	24...220	100...380	24...220	100...380	0,01...2,5		—/—/2
РВ-03	0,15 с...20 с	—	100...380	—	100...380	0,01...2,5		—/2/1
РВ-100	0,1 с...20 с	24...220	—	24...250	24...250	0,01...1	0,01...5	1/—/1
РВ-200	0,1 с...20 с	—	100...380	24...250	24...250	0,01...1	0,01...5	1/—/1

Тип реле	Диапазон выдержек времени	Диапазон питающих напряжений, В		Диапазон коммутируемых напряжений, В		Диапазон коммутируемых токов, А		Число контактов замыкающих/размыкающих/переключающих
		постоянного тока	переменного тока	постоянного тока	переменного тока	постоянного тока	переменного тока	
1РВМ	суточное	220	220	0...220	0...220	10		1/—/—
2РВМ	суточное	220	220	0...220	0...220	1,5	15	2/—/—
РВП-72	0,4...180 с	—	12...660	—	24...660	10		1...2/1...2/—
РЭВ 811	0,25...1,5 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 811Т	0,25...1,5 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 812	0,8...2,8 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 812Т	0,8...2,8 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 813	2...3,8 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 813Т	2...3,8 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 814	3...5,5 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 814Т	3...5,5 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 815	0,25...0,9 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 816	0,5...1,7 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 817	1,2...2,7 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 818	2...3,8 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1...2/1...2/—
РЭВ 881	4,5...9 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1/1/—
РЭВ 882	7...13 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		1/1/—
РЭВ 883	3...7 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		2/2/—
РЭВ 884	5...11 с	24...220	—	24...440	24...660	0,05...10		2/2/—

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВС

Реле ВС-43	
Номинальные напряжения питания переменного тока частоты 50 Гц, В	110; 220; 230; 240
Максимальная сила тока через контакты, А	4
Масса реле, кг, не более: ВС-43-3 ВС-43-6	1,5 1,8
Габаритные размеры, мм: ВС-43-3 ВС-43-6	135×120×84 135×120×120
Диапазоны выдержек времени, по исполнениям	1 — 1...60 с; 2 — 0,15...9 мин; 3 — 1...60 мин; 4 — 0,15...9 ч; 5 — 1...60 ч
Реле ВС-44	
Номинальные напряжения питания переменного тока частоты 50 Гц, В	110; 220; 230; 240
Максимальная сила тока через контакты, А	4
Габаритные размеры, мм: ВС-44-1, ВС-44-2 ВС-44-3, ВС-44-4	198×127×128 145×125×128
Масса реле, кг, не более: ВС-44-1 ВС-44-2 ВС-44-3 ВС-44-4	1,8 1,7 1,4 1,3
Продолжительность цикла	28,7 с...125 ч 17 мин
Реле ВС-33	
Номинальные напряжения питания переменного тока частоты 50 и 60 Гц, В	24; 40; 110; 220; 230; 240
Максимальная сила тока через контакты, А	4
Габаритные размеры, мм: ВС-33-1 ВС-33-2	46×71×125 50×75×133
Масса реле, кг, не более: ВС-33-1 ВС-33-2	0,38 0,45
Диапазоны выдержек времени	0,2...60 с; 0,2...60 мин; 0,2...60 ч

Реле времени ВЛ

Реле времени ВЛ являются комбинированными. Они включают электронную схему и исполнительные электромеханические реле.



Рис. 10.3. Реле ВЛ-54

Реле времени ВЛ-54, ВЛ-55 предназначены для передачи команд из одной электрической цепи в другую с определенными предварительно установленными выдержками времени и электрических цепей автоматики.

Реле ВЛ-55 осуществляет отсчет времени с момента снятия питающего напряжения.

Реле времени ВЛ-56 предназначены для передачи команд из одной электрической цепи в другие (не более трех) с определенными предварительно установленными выдержками времени и применяются для ком-

мутации электрических цепей автоматики. Реле имеют три независимо устанавливаемые цепи выдержки времени.

Внешний вид реле времени ВЛ-54 представлен на рис. 10.3, а реле времени ВЛ-56 — на рис. 10.4. *

Основные характеристики реле времени ВЛ-54, ВЛ-55 и ВЛ-56 приведены в табл. 10.3, 10.4.

Реле времени ВЛ-56-С предназначены для коммутации электрических цепей (не более четырех) с определенными, предварительно установленными выдержками времени и применяются в схемах автоматики как комплектующие изделия.

Реле состоит из четырех независимых реле времени, конструктивно выполненных в одном корпусе. Каждое реле имеет свою, независимую от других, цепь питания. Алгоритм функционирования и диапазон выдержки времени для каждого из четырех реле устанавливается индивидуально.

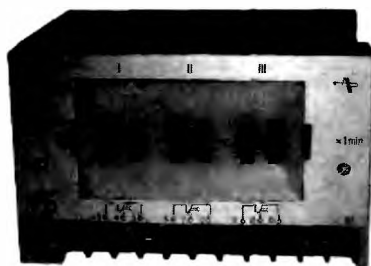


Рис. 10.4. Реле ВЛ-56

Таблица 10.3

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ

Реле ВЛ-54 и ВЛ-55		
	ВЛ-54	ВЛ-55
Диапазоны выдержек времени	0,1 с...30 мин; 0,1 мин...30 ч	0,1...30 с
Напряжение питания 50 и 60 Гц, В	220	
Коммутируемое напряжение, В: постоянное переменное 50 и 60 Гц	24...220 24...220	
Коммутируемый ток, А	0,01...4,0	
Габаритные размеры, мм	45×75×125	45×75×105
Масса, кг	0,3	
Реле ВЛ-56		
Диапазон выдержек времени	0,1...10 с; 1...100 с; 0,1...10 мин; 1...100 мин; 0,1...10 ч; 1...100 ч	
Напряжение питания, В: постоянное переменное 50 и 60 Гц	24; 110; 220 110; 220; 230; 240	
Коммутируемое напряжение, В: постоянное переменное 50 и 60 Гц	24...220 24...380	
Коммутируемый ток, А	0,01...4	
Габаритные размеры, мм	120×75×110	
Масса, кг	0,75	

Таблица 10.4

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ-56

Номинальное напряжение питания, В: переменное частоты 50 Гц постоянное	24; 110; 220 24
Время повторной готовности, с, не более	0,3
Время возврата реле, с, не более	0,2
Диапазон коммутируемых токов, А	0,01...5
Механическая износостойкость, циклов, не менее	3×10 ⁴
Потребляемая мощность, не более, В·А	9
Основная погрешность, %, не более	0,02
Масса реле, кг, не более	0,35
Исполнения по выдержкам времени	0,1...10 с; 1...100 с; 0,1...10 мин; 1...100 мин; 0,1...10 ч; 1...100 ч



Рис. 10.5. Реле времени ВЛ-59

Реле времени ВЛ-59 (рис. 10.5) предназначены для передачи команд из одной электрической цепи в другие с определенными предварительно установленными выдержками времени и применяются для коммутации электрических цепей автоматики.

Реле обладают возможностью использования в качестве счетчика импульсов, памятью при исчезновении напряжения питания и установкой в исходное состояние управляющей командой.

Таблица 10.5

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВЛ-59

Диапазон выдержек времени	0,1...100 с; 1...1000 с
Количество считаемых импульсов	1...999
Частота считаемых импульсов, Гц, не более,	10
Напряжение питания, В: постоянного тока переменного тока 50 и 60 Гц	24; 110; 220 110; 220; 240
Коммутируемое напряжение, В: постоянного тока переменного тока 50 и 60 Гц	24...220 24...220
Коммутируемый ток, А	0,02...4
Габаритные размеры, мм, максимальные	11×55×75
Масса, кг, не более	0,3

Реле времени ВЛ-64—ВЛ-69 предназначены для коммутации электрических цепей с определенными предварительно установленными выдержками времени и применяются для коммутации электрических цепей автоматики. Внешний вид реле представлен на рис. 10.6.

Основные характеристики комбинированных реле типа ВЛ-64—ВЛ-69 приведены в табл. 10.6.

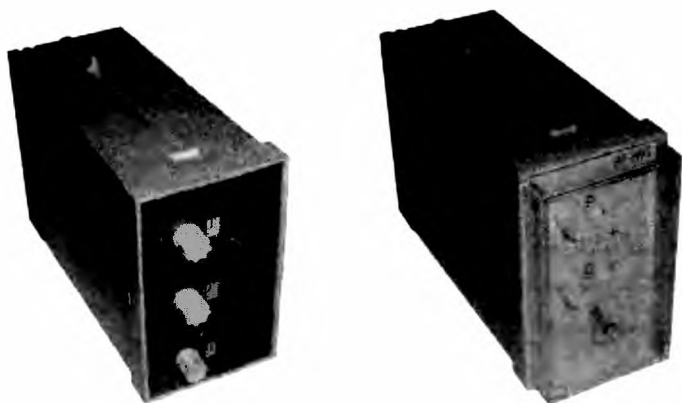


Рис. 10.6. Реле времени ВЛ-64—ВЛ-69

Таблица 10.6

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ-64—ВЛ-66

Тип реле	ВЛ-64	ВЛ-65	ВЛ-66
Выполняемые функции	Однокомандные с выдержкой времени на включение	Циклические	Однокомандные с выдержкой времени на включение
Диапазон выдержек времени, с, мин, ч	0,1...1; 0,3...3; 1...10; 3...30	*	0,1...9,9; 1...99
Регулировка выдержки времени	плавная		ступенчатая
Число и вид контактов	1 замыкающий и 1 размыкающий контакты		
Номинальное напряжение питания (по исполнению), В: постоянного тока переменного тока частоты 50 и 60 Гц	24; 27; 110; 220	110; 220	24; 27; 110; 220
	110; 220; 240	110; 220	110; 220
Ток нагрузки в выходной цепи, А	4		
Масса, кг, не более	0,28		
Габаритные размеры, мм	45x75x119		

* Диапазоны выдержек времени реле ВЛ-65 (импульс/пауза):

(0,1...1/1...10) с; (0,3...3/1...10) с; (1...10/1...10) с; (1...10/3...30) с;
1...10 с/0,1...1 мин; 1...10 с/0,3...3 мин; (3...30/3...30) с; 3...30 с/0,1...1 мин;
3...30 с/0,3...3,0 мин; 3...30 с/1...10 мин; (0,1...1/0,1...1) мин; (0,3...3/0,3...3) мин;
(1...10/1...10) мин; (3...30/3...30) мин; (0,1...1/0,1...1) ч; (0,1...1/1...10) ч;
(0,3...3/0,3...3) ч; (0,3...3/3...30) ч; (1...10/1...10) ч; (1...10/3...30) ч; (3...30/3...30) ч.

Таблица 10.7

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ-67-ВЛ-69

Тип реле	ВЛ-67	ВЛ-68	ВЛ-69
Выполняемые функции	Однокомандные с выдержкой времени на отключение	Однокомандные с выдержкой времени на включение	
Диапазон выдержек времени	(0,1...9,9; 1...99) с, мин, ч	(0,1...99,9) с, мин, ч (1...999)с, мин	0,1...9,9 с; 1...99 с
Регулировка выдержки времени	ступенчатая		
Число и вид контактов	1 замыкающий и 1 размыкающий контакты		
Номинальное напряжение питания (по исполнениям), В: постоянное переменное частоты 50 и 60 Гц	24; 27; 110; 220 110...240	24; 27; 110; 220 110; 220; 230; 240	24; 27; 110; 220 110; 220; 230; 240
Ток нагрузки в выходной цепи, А	4		
Масса, кг, не более	0,28		
Габаритные размеры, мм	45×75×119		

Реле времени ВЛ-64-С предназначено для коммутации электрических цепей с определенными, предварительно установленными выдержками времени и применяется в схемах автоматики как комплектующее изделие. Реле выполнено на современной элементной базе. Буква С в обозначении означает «цифровое».

Условия эксплуатации реле

Районы с умеренным климатом — исполнение УХЛ.

Закрытые производственные помещения с искусственно регулируемыми климатическими условиями — категория размещения 4.

Диапазон рабочих температур — +1...+45 °С.

Воздействие вибраций с ускорением до 1g с частотой до 100 Гц, до 2g с частотой до 60 Гц.

Воздействие по сети питания импульсных помех, не превышающих двойную величину напряжения питания и длительностью не более 10 мкс.

Степень защиты реле IP40, выводных зажимов — IP20.

Реле предназначены для монтажа на DIN-рейку.

Основные характеристики цифрового реле ВЛ-64-С приведены в табл. 10.8.

Таблица 10.8

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ-64-С

Диапазоны выдержек времени (по исполнениям), (с, мин, ч)	от 0,1 до 1; от 0,3 до 3; от 1 до 10; от 3 до 30
Средняя основная погрешность установки, %	15
Разброс выдержек времени, %	0,5
Погрешность от изменения температуры на 1 °С, %	0,1
Напряжение питания, В: постоянное переменное	24 24; 110; 220
Допустимое отклонение напряжения питания, %	-15...+10
Время повторной готовности, с, не более	0,3
Время возврата, с, не более	0,2
Масса, кг	0,11
Потребляемая мощность, Вт, не более	5
Способ монтажа	на DIN рейку
Допустимые режимы коммутации	5 А 30 В DC 5 А 250 В AC
Номинальные режимы коммутации на одну контактную группу (количество циклов срабатывания, не менее)	0,1 А 12 В $\geq$ (не менее $5 \cdot 10^5$) 5 А 30 В = (не менее $9 \cdot 10^4$) 5 А 220 В $\sim$ (не менее $9 \cdot 10^4$)
Максимальная переключаемая мощность, Вт	300

Реле времени ВЛ-65-С предназначено для коммутации электрических цепей с определенными, предварительно установленными выдержками времени и применяется в схемах автоматики как комплектующее изделие. Реле времени ВЛ-65-С представляет собой цифровое циклическое реле с аналоговыми задатчиками интервалов времени. Цикл работы начинается с паузы. На передней панели устройства находятся два потенциометра: с помощью верхнего устанавливается длительность паузы, с помощью нижнего длительность импульса.

Диапазоны выдержек времени, импульс/пауза (по исполнениям):

(0,1...1/1...10, 0,3...3/1...10, 1...10/1...10, 1...10/3...30) с;
1...10 с/0,1...1 мин; 1...10 с/0,3...3 мин; 3...30 с/3...30 с;
3...30 с/0,1...1 мин; 3...30 с/0,3...3,0 мин; 3...30 с/1...10 мин;
(0,1...1/0,1...1, 0,3...3/0,3...3, 1...10/1...10, 3...30/3...30) мин;
(0,1...1/0,1...1, 0,1...1/1...10, 0,3...3/0,3...3, 0,3...3/3...30,
1...10/1...10, 1...10/3...30, 3...30/3...30) ч.

Таблица 10.9

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ-65-С

Средняя основная погрешность установки, %	15
Разброс выдержек времени, %	1
Погрешность от изменения температуры на 1 °С, %	0,5
Напряжение питания, В: постоянного тока переменного тока	24 24; 110; 220
Допустимое отклонение напряжения питания, %	-10...+15
Время повторной готовности, с, не более	0,3
Время возврата, с, не более	0,2
Масса, кг	0,11
Потребляемая мощность, Вт, не более	5
Способ монтажа	на DIN рейку

Таблица 10.10

КОММУТАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ РЕЛЕ ВЛ-65-С

Номинальные режимы коммутации на одну контактную группу (количество циклов срабатывания, не менее)	0,1 А 12 В ≡ (не менее $5 \cdot 10^5$) 5 А 30 В = (не менее $9 \cdot 10^4$) 5 А 220 В ~ (не менее $9 \cdot 10^4$)
Допустимые режимы коммутации	10^3 замык. до 30 А на время до 0,1 с с размык. до 5 А, 245 В ~ или 30 В = до 0,1 Гц



Рис. 10.7. Реле времени ВЛ-66-С

Реле времени ВЛ-66-С—ВЛ-69-С (рис. 10.7) предназначены для коммутации электрических цепей с определенными предварительно установленными выдержками времени и применяются в системах автоматики. Реле выполнены на современной элементной базе с применением цифровых схем (С).

Условия эксплуатации реле ВЛ-66-С

Закрытые производственные помещения с искусственно регулируемым климатическими условиями — категория размещения 4.

Диапазон рабочих температур — +1...+55 °С.

Допустимые колебания напряжения питания — от 0,85 до 1,1 номинального значения.

Воздействие вибраций с ускорением до 2g в диапазоне частот от 10 до 60 Гц и с ускорениями до 1g в диапазоне частот от 1 до 100 Гц.

Окружающая среда — взрывобезопасная, не содержащая пыли в количестве, нарушающем работу реле, а также агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Таблица 10.11

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ-66-С

Тип реле	ВЛ-66-С	ВЛ-67-С	ВЛ-68-С	ВЛ-69-С
Климатическое исполнение и категория размещения	УХЛ 4, 04			
Диапазоны выдержек времени, с, мин, ч	0,1...9,9 1...99		0,1...9,9 1...999	0,1...9,9 1...99
Дискретность регулировки	0,01T _{max}		0,001T _{max}	0,01T _{max}
Основная погрешность, %	$\pm 0,02 \pm 0,001 \frac{T_{\max}}{T}$			
Класс точности	0,02			
Время возврата/повторной готовности, с	0,2/0,3			
Напряжение питания, В: постоянный переменный	24 24; 110; 220			
Способ монтажа	На винтах			
Масса, кг	0,28			
Потребляемая мощность, Вт	4,5			

Таблица 10.12

КОММУТАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ

Номинальные режимы коммутации на одну контактную группу (количество циклов срабатывания, не менее)	0,1 А 12 В ≡ (не менее 5·10 ⁵) 5 А 30 В ≡ (не менее 9·10 ⁴) 5 А 220 В ~ (не менее 9·10 ⁴)
Допустимые режимы коммутации	10 ³ замык. до 30 А на время до 0,1 с с размык. до 5 А, 245 В ~ или 30 В = до 0,1 Гц

Реле времени ВЛ-73-С предназначены для коммутации электрических цепей с определенными, предварительно установленными выдержками времени и применяются в схемах

автоматики. ВЛ-73-С является одноцепным цифровым реле с выдержкой времени на включение. Регулировка выдержки осуществляется дискретно.

Условия эксплуатации реле

Реле предназначено для эксплуатации в районах с умеренным климатом — исполнение УХЛ.

Закрытые производственные помещения с искусственно регулируемыми климатическими условиями — категория размещения 4.

Диапазон рабочих температур — $+1...+45^{\circ}\text{C}$.

Основные характеристики реле времени ВЛ-73-С приведены в табл. 10.13.

Таблица 10.13

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ-73-С

Номинальное напряжение питания, В: переменное частотой 50 Гц постоянное	24; 110; 220 24
Время повторной готовности, с, не более	0,3
Время возврата реле, с, не более	0,2
Диапазон коммутируемых токов, А	0,01...5
Механическая износостойкость, циклов, не менее	$3 \cdot 10^4$
Потребляемая мощность, не более, ВА	9
Количество и род выходных контактов мгновенного действия с выдержкой времени	2 переключающих 1 замыкающий + 1 размыкающий
Основная погрешность, %, не более	0,02
Масса реле, кг, не более	0,35
Исполнения по выдержкам времени	0,1...100 с; 1...1000 с; 0,1...100 мин; 1...1000 мин; 0,1...100 ч; 1...1000 ч

Реле времени ВЛ-74-С—ВЛ-78-С (рис. 10.8) предназначены для коммутации электрических цепей с определенными, предварительно установленными выдержками времени и применяются в схемах автоматики как комплектующие изделия. Реле выполнены на современной элементной базе с применением цифровых схем.

Основные характеристики реле времени ВЛ-74-С—ВЛ-78-С приведены в табл. 10.14.



Рис. 10.8. Реле времени ВЛ-74-С–ВЛ-78-С

Таблица 10.14

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ-74-С–ВЛ-78-С

Тип реле	ВЛ-74-С, ВЛ-75-С, ВЛ-76-С, ВЛ-77-С	ВЛ-78-С
Климатическое исполнение и категория размещения	УХЛ 4, О4	
Диапазоны выдержек времени	0,1...99,9; 1...999 с, мин, ч	(0,1...9,9/1...99, 1...99/1...99) с; 1...99 с/0,1...9,9 мин; (0,1...9,9/0,1...9,9, 1...99/1...99) мин; (0,1...9,9/0,1...9,9, 0,1...9,9/1...99, 1...99/1...99) ч
Дискретность регулировки	0,001T _{max}	0,01T _{max}
Основная погрешность, %	$\alpha \leq 0,02 \pm 0,001 \frac{T_{\max}}{T}$	
Класс точности	0,02	
Время возврата/повторной готовности, с	0,2/0,3	
Напряжение питания, В: постоянное переменное	24; 110; 220 24; 110; 220	
Допустимое отклонение напряжения питания, %	-15...+10	
Способ монтажа	На винтах	
Масса, кг	0,28	
Потребляемая мощность, Вт	4,5	

Таблица 10.15

КОММУТАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ

Номинальные режимы коммутации на одну контактную группу (количество циклов срабатывания, не менее)	0,1 А 12 В $\equiv$ (не менее $5 \cdot 10^5$) 5 А 30 В = (не менее $9 \cdot 10^4$) 5 А 220 В $\sim$ (не менее $9 \cdot 10^4$)
Допустимые режимы коммутации	10^3 замыканий до 30 А на время до 0,1 с с размыканием до 5 А, 245 В $\sim$ или 30 В = до 0,1 Гц

Реле времени двухканальное ВЛ-76-Д предназначены для коммутации электрических цепей (не более двух) с определенными, предварительно установленными выдержками времени и применяются в схемах автоматики как комплектующие изделия.

Реле состоит из двух независимых реле времени, конструктивно выполненных в одном корпусе. Каждое реле имеет свою независимую цепь питания. Алгоритм функционирования и диапазон выдержки времени для каждого реле устанавливается индивидуально. ВЛ-76-Д является двухцепным реле времени с независимой дискретной установкой выдержки времени в каждой цепи. Функционально реле имеет возможность начинать отсчет выдержки времени при подаче управляющего сигнала (типа «сухой контакт») по любой цепи.

Основные характеристики реле времени ВЛ-76-С приведены в табл. 10.16.

Таблица 10.16

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ-76-С

Номинальное напряжение питания, В: переменное частотой 50 Гц постоянное	24; 110; 220 24
Время повторной готовности, с, не более	0,3
Время возврата реле, с, не более	0,2
Диапазон коммутируемых токов, А	0,01...5
Механическая износостойкость, циклов, не менее	$1 \cdot 10^6$
Потребляемая мощность, ВА, не более	9
Основная погрешность, %, не более	0,02
Масса реле, кг, не более	0,35
Исполнения по выдержкам времени	0,1...10 с; 1...100 с; 0,1...10 мин; 1...100 мин; 0,1...10 ч; 1...100 ч

Реле времени ВЛ-6 предназначено для коммутации электрических цепей с определенными, предварительно установленными выдержками времени и применяется в схемах автоматики как комплектующее изделие. Реле выполнено на современной элементной базе с аналоговым задатчиком временных интервалов.

Реле времени ВЛ-6 является *универсальным устройством*, которое может функционировать *в любом из заявленных временных диапазонов* (устанавливается с помощью DIP-переключателя, расположенного на передней панели), и от любого из трех напряжений питания: 24, 110, 220 В.

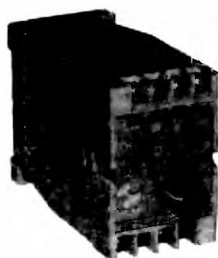


Рис. 10.9. Реле ВЛ-6

Условия эксплуатации реле

Районы с умеренным климатом — исполнение УХЛ; закрытые производственные помещения с искусственно регулируемым климатическими условиями — категория размещения 4; диапазон рабочих температур — $+1...+45\text{ }^{\circ}\text{C}$; воздействие вибраций с ускорением до $1g$ с частотой до 100 Гц , до $2g$ с частотой до 60 Гц ; воздействие по сети питания импульсных помех, не превышающих двойную величину напряжения питания и длительностью не более 10 мкс ; степень защиты реле IP40, выводных зажимов — IP20.

Реле допускают монтаж на DIN-рейку либо на плоскость.

Технические данные реле ВЛ-6 приведены в табл. 10.17, а установка временных диапазонов — в табл. 10.19.

Таблица 10.17

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЕЛЕ ВЛ-6

Диапазоны выдержек времени (по исполнениям), (с, мин, ч)	от 0,1 до 1; от 0,3 до 3; от 1 до 10; от 3 до 30
Погрешность установки, %	10
Средняя основная погрешность установки, %	5
Погрешность от изменения температуры на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, %	0,5
Напряжение питания, В: постоянное переменное	24 24; 110; 220
Допустимое отклонение напряжения питания, %	$-15...+10$
Время повторной готовности, с, не более	3
Время возврата, с, не более	2
Масса, кг	0,15
Потребляемая мощность, Вт, не более	3,5

Таблица 10.18

КОММУТАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ

Номинальные режимы коммутации на одну контактную группу (количество циклов срабатывания, не менее)	0,1 А 12 В $\cong$ (не менее $5 \cdot 10^6$) 5 А 30 В $\cong$ (не менее $9 \cdot 10^4$) 5 А 220 В $\sim$ (не менее $9 \cdot 10^4$)
Допустимые режимы коммутации	10^3 замыканий до 30 А на время до 0,1 с с размыканием до 5 А, 245 В $\sim$ или 30 В $\cong$ до 0,1 Гц

Таблица 10.19

ТАБЛИЦА УСТАНОВКИ ВРЕМЕННЫХ ДИАПАЗОНОВ

Временной диапазон	№ секции DIP-переключателя					
	1	2	3	4	5	6
0,1...1 с	В	Н	В	В	В	*
0,3...3 с	Н	В	В	В	В	*
1...10 с	В	Н	Н	В	Н	*
3...30 с	Н	В	Н	В	Н	*
0,1...1 мин	В	Н	Н	В	В	*
0,3...3 мин	Н	В	Н	В	В	*
1...10 мин	В	Н	Н	Н	В	*
3...30 мин	Н	В	Н	Н	В	*
0,1...1 ч	В	Н	В	Н	В	*
0,3...3 ч	Н	В	В	Н	В	*
1...10 ч	В	Н	В	Н	Н	*
3...30 ч	Н	В	В	Н	Н	*

В — верхнее положение DIP-переключателя, Н — нижнее.

* Положение 6-й секции DIP-переключателя: В — задержка включения, Н — формирование импульса при включении.

Следует отметить, что сочетания положений DIP-переключателя, не описанные в табл. 10.19, являются запрещенными, работоспособность реле времени не гарантируется.

Временные диаграммы работы реле и схема включения представлены на рис. 10.10.

Реле времени размещено в пластмассовом корпусе. В верхней части расположены контактные зажимы для подключения напряжения питания и выходных цепей. На передней панели находятся: потенциометр регулировки уставок времени, DIP-переключатель установки режимов работы и временных диапазонов, а также индикатор срабатывания исполнительного реле.

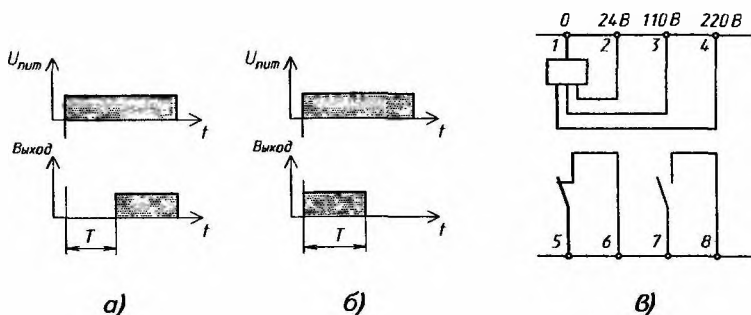


Рис. 10.10. Временные диаграммы работы реле:

а — задержка включения; *б* — формирование импульса при включении;
в — схема включения

Реле времени ВЛ-6II, ВЛ-6III предназначены для коммутации электрических цепей с определенными, предварительно установленными выдержками времени и применяются в схемах автоматики как комплектующие изделия.

Реле выполнены на современной элементной базе с применением цифровых схем, что позволило улучшить показатели точности и надежности.

Реле времени ВЛ-6II, ВЛ-6III являются **многофункциональными устройствами** с универсальным источником питания (24...220 В). На передней панели устройства помимо двух или трех секций десятичного переключателя задатчика временных интервалов находится пятисекционный DIP-переключатель, используемый для переключения временных диапазонов и алгоритмов функционирования устройства.

Условия эксплуатации реле

Районы с умеренным и холодным климатом — исполнения О и УХЛ.

Закрытые производственные помещения с искусственно регулируемыми климатическими условиями — категория размещения 4.

Диапазон рабочих температур — $+1...+55^{\circ}\text{C}$.

Воздействие вибраций с ускорением до $2g$ в диапазоне частот от 10 до 60 Гц и с ускорениями до $1g$ в диапазоне частот от 1 до 100 Гц.

Окружающая среда — взрывобезопасная, не содержащая пыли в количестве, нарушающем работу реле, а также агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Таблица 10.20

ТАБЛИЦА СОСТОЯНИЙ DIP-ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ

№ секции DIP-пере- ключателя	1	2	3	4	5
Верхнее положение	Запятая включена	Минутный диапазон	Часовой диапазон	Задержка включения	Цикличе- ский режим
Нижнее положение	Запятая отключена	Секундный диапазон	X	Формирование импульса при включении	X

Примечания: X — режим отключен; 1 — часовой диапазон имеет приоритет над минутным/секундным; 2 — при использовании реле времени в циклическом режиме четвертая секция DIP-переключателя определяет начало цикла — цикл начинается с паузы, если четвертая секция находится в верхнем положении.

Таблица 10.21

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЕЛЕ ВЛ-6II И ВЛ-6III

Тип реле, алгоритм функционирования	ВЛ-6II			ВЛ-6III		
	Задержка включения	Формирование импульса при включении	Циклический*	Задержка включения	Формирование импульса при включении	Циклический*
Диапазоны выдержек времени, с, мин, ч	0, 1...9,9; 1...99			0, 1...99,9; 1...999		
Дискретность регулировки	0,01Tmax			0,001Tmax		
Основная погрешность, %	$\delta \leq 0,02 \pm 0,01 \frac{T_{\max}}{T}$			$\delta \leq 0,02 \pm 0,001 \frac{T_{\max}}{T}$		
Класс точности	0,02					
Время повторной готовности, с, не более	0,08					
Напряжение питания, В: постоянное переменное	24 В – 10%...220 В + 20% 24 В – 10%...220 В + 20%					
Количество разрядов задатчика времени	2			3		
Масса, кг	0,18					
Потребляемая мощность, Вт, не более	3,3					
Режим работы, %	100					

* В циклическом режиме длительность импульса равна длительности паузы (меандр).

Таблица 10.22

КОММУТАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ

Номинальные режимы коммутации на одну контактную группу (количество циклов срабатывания, не менее)	0,1 А 12 В $\approx$ (не менее $5 \cdot 10^6$) 5 А 30 В $\approx$ (не менее $9 \cdot 10^4$) 5 А 220 В $\sim$ (не менее $9 \cdot 10^4$)
Допустимые режимы коммутации	10^3 замыканий до 30 А на время до 0,1 с с размыканием до 5 А, 245 В $\sim$ или 30 В = до 0,1 Гц

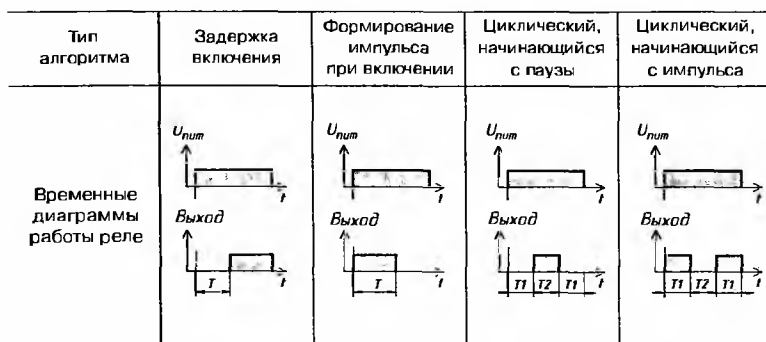


Рис. 10.11. Временные диаграммы работы реле времени ВЛ-6II и ВЛ-6III при различных режимах

Реле времени ВЛ-6U предназначено для коммутации электрических цепей с определенными, предварительно установленными выдержками времени и применяется в схемах автоматики как комплектующее изделие.

Реле выполнено на современной элементной базе с аналоговым задатчиком временных интервалов.

Реле времени ВЛ-6U является *универсальным устройством*, которое может функционировать в любом из заявленных временных диапазонов (устанавливается с помощью DIP-переключателя, расположенного на передней панели), и от напряжений питания 24...220 В.

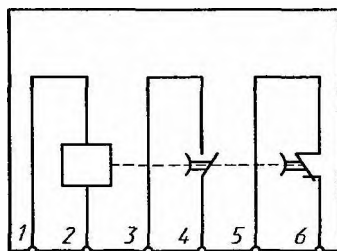


Рис. 10.12. Схема включения реле времени ВЛ-6II и ВЛ-6III

Реле времени размещено в пластмассовом корпусе. В верхней части расположены контактные зажимы для подключения напряжения питания.

На передней панели находятся: потенциометр регулировки уставок времени, DIP-переключатель установки режимов работы и временных диапазонов, а также индикатор срабатывания исполнительного реле.

Условия эксплуатации реле

Районы с умеренным климатом — исполнение УХЛ; закрытые производственные помещения с искусственно регулируемыми климатическими условиями — категория размещения 4; диапазон рабочих температур — $+1...+45^{\circ}\text{C}$; воздействие вибраций с ускорением до $1g$ с частотой до 100 Гц , до $2g$ с частотой до 60 Гц ; воздействие по сети питания импульсных помех, не превышающих двойную величину напряжения питания и длительностью не более 10 мкс ; степень защиты реле IP40, выводных зажимов — IP20. Реле предназначены для монтажа на DIN-рейку либо на плоскость.

Таблица 10.23

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ-6У

Диапазоны выдержек времени (по исполнениям), (с, мин, ч)	от 0,1 до 1; от 0,3 до 3; от 1 до 10; от 3 до 30
Погрешность установки, %	10
Средняя основная погрешность установки, %	5
Погрешность от изменения температуры на 1°C , %	0,5
Напряжение питания, В: постоянное переменное	24...220 24...220
Диапазон напряжения питания	24 В - 15%...220 В + 10%
Время повторной готовности, с, не более	0,3
Время возврата, с, не более	0,2
Масса, кг	0,15
Потребляемая мощность, Вт, не более	3,5

Таблица 10.24

КОММУТАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ВЛ-6У

Номинальные режимы коммутации на одну контактную группу (количество циклов срабатывания, не менее)	0,1 А 12 В $\cong$ (не менее $5 \cdot 10^5$) 5 А 30 В = (не менее $9 \cdot 10^4$) 5 А 220 В ~ (не менее $9 \cdot 10^4$)
Допустимые режимы коммутации	10^3 замыканий до 30 А на время до 0,1 с с размыканием до 5 А, 245 В ~ или 30 В = до 0,1 Гц

Таблица 10.25

ТАБЛИЦА УСТАНОВКИ ВРЕМЕННЫХ ДИАПАЗОНОВ

Временной диапазон	№ секции DIP-переключателя					
	1	2	3	4	5	6
0,1...1 с	В	Н	В	В	В	*
0,3...3 с	Н	В	В	В	В	*
1...10 с	В	Н	Н	В	Н	*
3...30 с	Н	В	Н	В	Н	*
0,1...1 мин	В	Н	Н	В	В	*
0,3...3 мин	Н	В	Н	В	В	*
1...10 мин	В	Н	Н	Н	В	*
3...30 мин	Н	В	Н	Н	В	*
0,1...1 ч	В	Н	В	Н	В	*
0,3...3 ч	Н	В	В	Н	В	*
1...10 ч	В	Н	В	Н	Н	*
3...30 ч	Н	В	В	Н	Н	*

В — верхнее положение DIP-переключателя, Н — нижнее.

* Положение 6-й секции DIP-переключателя: В — задержка включения, Н — формирование импульса при включении.

Сочетания положений DIP-переключателя, не описанные в табл. 10.25, являются запрещенными, работоспособность реле времени не гарантируется.

Временные диаграммы работы реле и схема включения представлены на рис. 10.13.

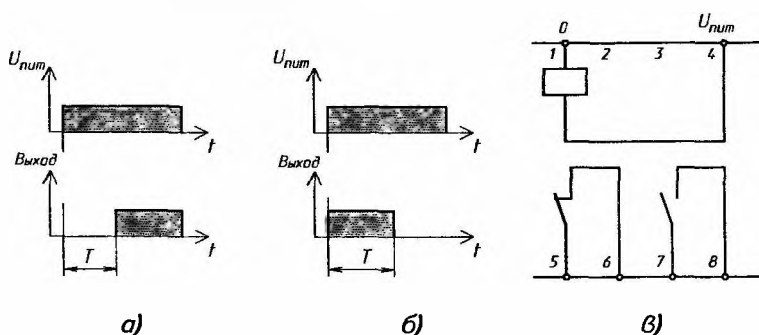


Рис. 10.13. Временные диаграммы работы реле:

а — задержка включения; б — формирование импульса при включении;
в — схема включения

Реле времени РВ-01 (рис. 10.14, а) предназначены для применения в устройствах релейной защиты и системной автоматики электротехнических объектов переменного напряжения до 380 В частоты 50 и 60 Гц и постоянного напряжения до 220 В.

Реле выпускаются в унифицированном корпусе «СУРА» I габарита.

Габаритные размеры — 66×152×181 мм.

Реле имеют два переключающих контакта с выдержкой времени.

Масса реле — не более 1 кг.

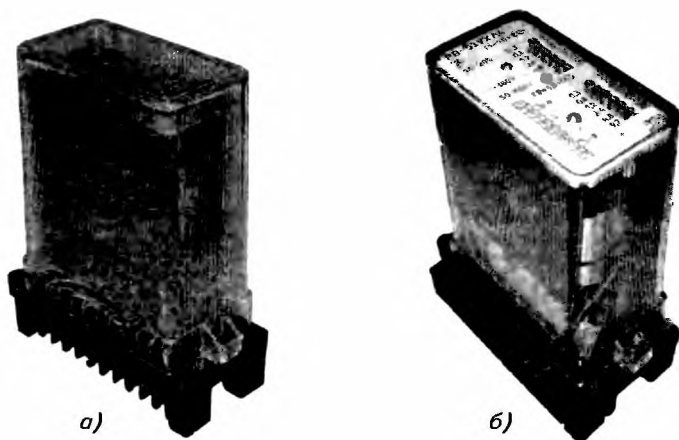


Рис. 10.14. Реле времени:

а — РВ-01; б — РВ-03

Реле времени РВ-03 предназначены для применения в различных схемах релейной защиты и системной автоматики в цепях переменного однофазного тока с целью получения выдержки времени после отключения напряжения питания либо скачкообразного снижения его ниже 10...55% от номинального значения.

Габаритные размеры — 66×152×181 мм.

Масса реле — не более 1,2 кг.

Реле имеют один переключающий контакт без нормируемой выдержки времени и два размыкающих контакта с независимо регулируемой выдержкой времени на замыкание.

Основные характеристики реле времени РВ-01 и РВ-03 приведены в табл. 10.26.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ РВ-01 И РВ-03

Реле РВ-01	
Диапазон выдержек времени, с	0,1...5,0 с; 0,1...50 с
Напряжение питания, В: постоянное переменное 50 и 60 Гц	24; 48; 60; 110; 220 100; 127; 220; 380
Коммутируемое напряжение, В: постоянное переменное 50 и 60 Гц	24...220 100...380
Коммутируемый ток, А	0,01...2,5
Реле РВ-03	
Диапазон выдержек, с	0,15...3,0; 0,5...10; 1,0...20
Напряжение питания переменное, 50 и 60 Гц, В	100; 127; 220; 380
Коммутируемый ток, А	0,01...2,5

Реле времени серий РВ-100 и РВ-200 (рис. 10.15) применяются в схемах защиты и автоматики для получения регулируемой выдержки времени.

Серии реле имеют следующие контактные устройства:

- реле типов РВ114, РВ124, РВ134, РВ144, РВ217, РВ227, РВ237, РВ247 — один конечный замыкающий контакт с регулируемой выдержкой времени и один мгновенный переключающий;
- реле типов РВ113, РВ127, РВ133, РВ143 — один конечный с регулируемой выдержкой времени и один мгновенный замыкающий контакты;
- реле типов РВ112, РВ128, РВ132, РВ142, РВ218, РВ228, РВ238, РВ248 — один скользящий и один конечный замыкающие контакты с регулируемой выдержкой времени, а также один мгновенный переключающий;
- реле типов РВ215, РВ225, РВ235, РВ245, действующих при исчезновении напряжения, — один скользящий и один конечный замыкающие контакты с регулируемой выдержкой времени, а также один мгновенный переключающий контакт;
- реле типов РВ215К, РВ225К, РВ235К, РВ245К — один скользящий и один конечный замыкающие контакты с регулируемой выдержкой времени.



Рис. 10.15. Реле времени серий РВ-100 и РВ-200

Таблица 10.27

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ СЕРИЙ РВ-100 И РВ-200

Напряжение питания, В: постоянное переменное 50 и 60 Гц	24...220 100...380
Коммутируемое напряжение, В: постоянное переменное однофазное переменное трехфазное	24...220 100...380 100...220
Максимальный допустимый ток через контакты, А: для замыкающих с выдержкой времени для мгновенных контактов	5 3
Габаритные размеры, мм, не более	67×128×110
Масса, кг, не более	1,5

Таблица 10.28

ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ РЕЛЕ СЕРИЙ РВ-100 И РВ-200

Тип реле	Диапазон выдержек времени, с
РВ112, РВ113, РВ215	0,1...1,3
РВ245, РВ245К, РВ247, РВ248	1...20
РВ128, РВ124, РВ127, РВ225	0,25...3,5
РВ215К, РВ218	0,1...1,3
РВ132, РВ133, РВ134, РВ235	0,5...9
РВ217, РВ225К, РВ227, РВ228	0,25...3,5
РВ142, РВ143, РВ144	1...20
РВ235К, РВ237, РВ238	0,5...9

Реле времени серийное РСВ13 применяется в схемах защиты на переменном оперативном токе для получения регулируемой выдержки времени и включается непосредственно во вторичную цепь измерительных трансформаторов тока. Номинальный ток и минимальный ток срабатывания зависят от исполнения реле и от способа соединения секций первичных обмоток насыщающихся трансформаторов тока, встроенных в реле.

Таблица 10.29

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРИЕСНЫХ РЕЛЕ РСВ13

Тип реле	Номинальный ток, А	Минимальный ток срабатывания, А	Предельно допустимый ток контактов, А	Масса, кг, не более	Габаритные размеры, мм, не более
РСВ13-14	1...2	1...2	5	2,5	118×147×168
РСВ13-18	2,5...5	2,5...5			

Реле времени статическое РСВ14 предназначено для использования в схемах устройств релейной защиты и системной автоматики электроэнергетических объектов для селекции управляющих сигналов по длительности либо для передачи их в контролируемые цепи с установленной выдержкой времени.

Таблица 10.30

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАТИЧЕСКИХ РЕЛЕ РСВ14

Диапазон выдержек, с	0,05...90
Напряжение питания, В: постоянное переменное 50 и 60 Гц	24...220 100...380
Тип корпуса «СУРА»	I габарита
Габаритные размеры, мм	66×152×181
Масса, кг, не более	1,0

Реле времени 1РВМ предназначено для программирования и управления режимом включения/отключения нагрузки в течение суток. Реле может применяться как самостоятельно, так и в составе систем управления производственными процессами, отоплением и освещением жилых и производственных помещений и в других системах, работающих по циклически повторяющимся программам.

Таблица 10.31

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ 1РВМ

Номинальное напряжение питания, В, частотой 50(60) Гц	230±10%
Количество цепей управления	1
Суточный ход при температуре 20 °С, с, не более	±1,0
Максимальный коммутируемый ток, А, при активной нагрузке $\cos\varphi = 1$, $U = 250$ В	10
Длительность цикла программы, сут	1
Минимальный интервал времени между командами включения и отключения, мин	15
Количество сегментов переключения, шт	96
Резерв питания (запас хода), ч	72
Средний срок службы, лет	10
Средняя потребляемая мощность, Вт, не более	2,5
Масса реле, кг, не более	0,26
Габаритные размеры, мм	72×104×69

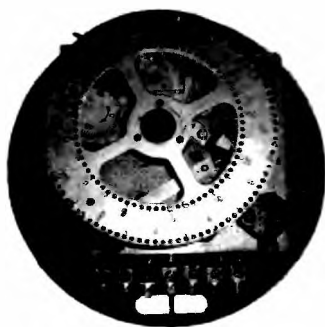


Рис. 10.16. Программное реле времени 2PBM

Программное реле времени 2PBM (рис. 10.16) предназначено для автоматического управления двумя независимыми электрическими цепями путем коммутации этих цепей по временным программам с повторяющимся суточным циклом.

Задание программ осуществляется установкой штифтов в соответствующие резьбовые отверстия программного диска.

Таблица 10.32

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММНОЕ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ 2PBM

Номинальное напряжение питания частотой 50 Гц, В	220
Суточный ход, мин, не более	± 2
Резерв хода при перерывах электропитания, ч	24
Погрешность выдачи команд без учета суточного хода, мин	± 5
Число контактов в каждой программе	1
Потребляемая мощность Вт, не более	0,4
Максимальный ток контактов, А	15
Максимальный постоянный ток при напряжении 12...220 В, А	1,5
Масса реле, кг, не более	1,5
Габаритные размеры, мм	180×175×125

Реле времени пневматическое РВП-72М (замена РКВ-11) (рис. 10.17) предназначено для передачи команд из одной электрической цепи в другую с определенными предварительно установленными выдержками времени.

Реле имеет 5 типоразмеров:

- РВП-72М-3121 с одной пневматической приставкой с началом отсчета выдержки времени после замыкания контакта управления;

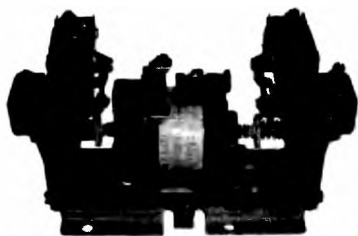


Рис. 10.17. Реле времени пневматическое РВП-72М

- РВП-72М-3221 с одной пневматической приставкой с началом отсчета выдержки времени после замыкания контакта управления и дополнительными контактами (1 нормально замкнутый и 1 нормально разомкнутый), срабатывающими без выдержек времени;
- РВП-72М-3122 с одной пневматической приставкой с началом отсчета выдержки времени после размыкания контакта управления;
- РВП-72М-3222 с одной пневматической приставкой с началом отсчета выдержки времени после размыкания контакта управления и дополнительными контактами (1 нормально замкнутый и 1 нормально разомкнутый), срабатывающими без выдержек времени;
- РВП-72М-3323 с двумя пневматическими приставками, с началом отсчета выдержки времени после замыкания и размыкания контакта управления.

Таблица 10.33

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПНЕВМАТИЧЕСКОГО РЕЛЕ ВРЕМЕНИ РВП-72М

Напряжение питания переменное частоты 50 или 60 Гц, В	12; 24; 36; 110; 115; 127; 220; 230; 240; 380; 400; 415; 440; 500; 550; 660
Диапазон выдержки времени, с	0,4...180
Номинальный ток контактов, А	16
Потребляемая мощность, ВА, не более	30
Время возврата реле, с, не более	0,4
Время подготовки реле, с, не более	2,0
Масса реле, кг, не более	1,2
Габаритные размеры, мм	180×105×72

Реле времени РЭВ 811—РЭВ 818 применяются в качестве электромагнитных реле времени в цепях постоянного тока. Втягивающие катушки реле изготавливаются на номинальные напряжения 24, 48, 110 и 220 В.

Реле для тепловозов изготавливаются на номинальные напряжения 75 и 110 В.

Реле поставляются отрегулированными на максимальную выдержку времени, предусмотренную для данного типа реле.

Габариты реле — 150×200×135 мм.

Масса — 3,5 кг.

Таблица 10.34

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ РЭВ811—РЭВ818

Тип реле	Число контактов	Пределы регулировки выдержки времени, с, полученные	
		отключением катушки	закорачиванием катушки
РЭВ811	1з, 1р	0,25...1	0,4...1,5
РЭВ811Т	1з, 1р	0,25...1	0,4...1,5
РЭВ812	1з, 1р	0,8...2,5	0,9...2,8
РЭВ812Т	1з, 1р	0,8...2,5	0,9...2,8
РЭВ813	1з, 1р	2...3,5	2,2...3,8
РЭВ813Т	1з, 1р	2...3,5	2,2...3,8
РЭВ814	1з, 1р	3...5	3,8...5,5
РЭВ814Т	1з, 1р	3...5	3,8...5,5
РЭВ815	2з, 2р	0,25...0,6	0,4...0,9
РЭВ816	2з, 2р	0,5...1,5	0,6...1,7
РЭВ817	2з, 2р	1,2...2,5	1,3...2,7
РЭВ818	2з, 2р	2...3,5	2,2...3,8

з — замыкающий контакт, р — размыкающий контакт

Реле серии РЭВ-880 применяются в схемах автоматического управления в качестве реле времени.

Втягивающие катушки реле изготавливаются на номинальные напряжения 24, 48, 110 и 220 В. Реле выпускаются с 1з и 1р либо с 2з и 2р контактами.

Габариты реле — 150×250×220 мм.

Масса — 6,5 кг.

В табл. 10.35 приведены для каждого типа реле пределы регулировки выдержки времени, получаемые при отключении катушки от сети и при закорачивании катушки.

Таблица 10.35

ПРЕДЕЛЫ РЕГУЛИРОВКИ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ РЕЛЕ РЭВ-880

Тип реле	Число контактов	Пределы регулировки выдержки времени, с, полученные	
		отключением катушки	закорачиванием катушки
РЭВ881	1з, 1р	4,5...8	5...9
РЭВ882	1з, 1р	7...12	8...13
РЭВ883*	2з, 2р	3...6	4...7
РЭВ884*	2з, 2р	5...10	6...11

* При 3-х р контактах пределы регулировки выдержки времени снижаются.

10.3. Реле промежуточные

Реле промежуточные переменного и постоянного токов предназначены для работы в цепях управления электроприводами, защиты и автоматики. В табл. 10.36 приводятся технические данные ряда промежуточных реле отечественного производства, в том числе — разработанные и выпускаемые в последние годы.

Таблица 10.36

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ

Тип реле	Напряжение питания, В		Коммутируемый ток, А	Коммутируемое напряжение, В		Количество контактов замыкающих/размыкающих/переключающих
	постоянного тока	переменного тока		постоянного тока	переменного тока	
ПЭ-37	12...220	12...380	0,025...6	12...220	12...440	2...8/0...4/—
РЭП-15	12...220	12...415	0,01...6	12...220	12...660	2...8/0...4/—
РЭП-26	6...220	12...240	0,01...10	5...380	5...380	—/—/1...4
РП-11	24...220	—	0,01...2	24...250	24...250	1/1/2
РП-12	—	100...220	0,01...2	24...250	24...250	1/1/2
РП-16	12...220	100...220	0,05...5	24...220	100...220	4/3/—
РП-23	24...220	—	0,01...5	24...250	24...250	4/1/—
РП-25	—	100...220	0,01...5	24...250	24...250	4/1/—
РП-250	24...220	—	0,01...5	24...250	24...250	5/-/- или 4/1/—
РП-8	24...220	—	0,01...2	24...250	24...250	7/7/—
РП-9	—	100...220	0,01...2	24...250	24...250	7/7/—
РП-21	6...110	12...240	0,01...6	12...220	12...380	0...4/0...2/0...4
РЭ-16	24...220	110...220	0,01...16	0...440	0...660	1...4/0...2/—
РПУ-2М	12...220	12...415	0,01...6	12...220	12...380	2...8/2...4/0...4
РПУ-3М	24...220	—	0,05...10	24...440	24...660	5/3/—
РПЛ	24...220	110, 220	16	24...440	24...660	2...4/1...2/—
РЭВ822	24...220	—	—	—	—	1/1/—
РЭВ826	24...220	—	—	—	—	2/2/—

Реле промежуточные РПУ-2 (рис. 10.18) предназначены для работы в электрических цепях управления и промышленной автоматики переменного тока напряжением до 415 В, частоты 50 Гц и постоянного тока напряжением до 220 В.

Реле РПУ-2 выпускаются в следующих исполнениях: открытым (РПУ-2М102), закрытым под пайку (РПУ-2М202), закрытым под винт с передним (РПУ-2М211) и задним присоединением проводников (РПУ-2М212).

*Структура условного обозначения
РПУ-2М ХХХ-ХХХХ-УЗ:*

- Р — реле, П — промежуточное, У — универсальное, 2 — номер серии; М — модернизированное;
 Х — исполнение по степени защиты: 1 — IP00, 2 — IP40;
 Х — способ крепления внешних проводников: 0 — пайкой, 1 — винтами;
 Х — вид присоединения внешних проводников: 1 — переднее, 2 — заднее;
 Х — исполнение по роду тока выключающей катушки: 1 — реле постоянного тока, 6 — реле переменного тока;
 ХХХ — количество замыкающих, размыкающих, переключающих контактов;
 ХЗ — климатическое исполнение (У) и категория размещения (3).



Рис. 10.18. Реле промежуточные РПУ-2

Таблица 10.37

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ РПУ-2

Диапазон напряжений питания, В: постоянного тока переменного тока частотой 50 Гц переменного тока частотой 60 Гц	12; 24; 48; 60; 110; 220 12; 24; 36; 40; 110; 127; 220; 230; 240; 380; 400; 415 36; 110; 220; 380; 440
Номинальный ток, А	6,0
Количество контактов	2...8
Номинальное напряжение цепи контактов, В: реле постоянного тока реле переменного тока	12...220 12...380
Коммутационная износостойкость, млн. циклов, не менее	4
Габаритные размеры, мм, не более: РПУ-2М102 РПУ-2М202 РПУ-2М211	69×70×37,3 75×70×42 85×96×63
Масса реле, кг, не более: РПУ-2М102 РПУ-2М202 РПУ-2М211	0,25 0,275 0,35

Реле промежуточные РПУ-3М применяются в схемах автоматического управления в качестве многоконтактных промежуточных электромагнитных реле.

*Структура условного обозначения
РПУ-3М-1 1 X-X XX-X:*

РПУ-3М — серия;

1 — род тока в цепи управления — постоянный;

1 — способ крепления — при помощи винтов;

X — количество контактов (2 — с 2-мя контактами, 4 — с 4-мя контактами, 6 — с 6-ю контактами, 8 — с 8-ю контактами);

X — область применения (без индекса — в цепях управления электроприводами, Т — в цепях управления тепловозов);

X3 — климатическое исполнение (У, УХЛ, Т) и категория размещения (3 или 4);

X — коммутационная износостойкость.

Реле изготавливаются с втягивающими катушками на напряжение 24, 50, 75 и 110 В постоянного тока. Реле для тепловозов изготавливаются с втягивающими катушками на напряжение 24, 50, 75, 110 В постоянного тока.

Масса реле 2,0 кг.

Реле РП-21 (рис. 10.19) предназначены для применения в цепях управления электроприводами переменного тока напряжением до 380 В и в цепях постоянного тока напряжением до 220 В.

Реле РП-21 комплектуются розетками под пайку (тип 1), под винт для монтажа на DIN-рейку (тип 2), под винт для монтажа на плоскость (тип 3).

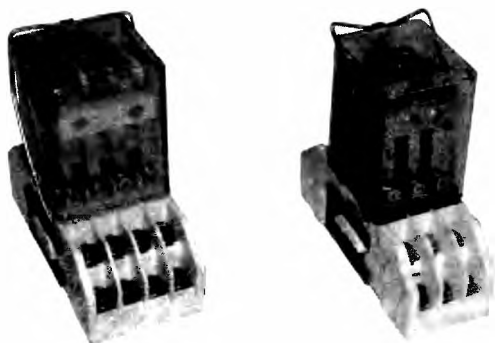


Рис. 10.19. Реле РП-21

Таблица 10.38

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РП-21

Диапазон напряжений питания, В: постоянного тока переменного тока частотой 50 Гц переменного тока частотой 60 Гц	6; 12; 24; 27; 48; 60; 110 12; 24; 36; 40; 110; 127; 220; 230; 240 12; 24; 36; 48; 110; 220; 230; 240
Номинальный ток контактов, А	6,0
Количество контактов зам./разм./перекл.	0...4/0...2/0...4
Номинальное напряжение цепи контактов, В: реле постоянного тока реле переменного тока	12...220 12...380
Механическая износостойкость, млн. циклов, не менее	20

Реле промежуточные электромагнитные ПЭ-37 (рис. 10.20) предназначены для работы в цепях управления электроприводами переменного тока напряжением до 440 В частоты 50 и 60 Гц, постоянного тока напряжением до 220 В.

Таблица 10.39

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО РЕЛЕ ПЭ-37

Диапазон напряжений питания, В: постоянного тока переменного тока частотой 50 Гц переменного тока частотой 60 Гц	12; 15; 24; 48; 60; 110; 220 12; 24; 36; 40; 110; 127; 220; 230; 240; 350; 400; 415 12; 24; 36; 40; 110; 220; 350; 440
Номинальный ток контактов, А	6,0
Количество контактов, замык./размык. (по исполнениям)	2/2; 2/4; 4/2; 4/4; 6/2; 8/0
Диапазон напряжений цепи контактов, В: постоянного тока переменного тока	12...220 12...440
Габаритные размеры, мм	90×34×93
Масса, кг, не более	0,28

Реле РП-16, РП-17, РП-18 (рис. 10.21) предназначены для применения в схемах релейной защиты и противоаварийной автоматики в цепях постоянного и переменного напряжений до 220 В частоты 50 и 60 Гц.

Реле РП-16, РП-17, РП-18 выпускаются в унифицированном корпусе «СУРА» I габарита несъемного исполнения.



Рис. 10.20. Реле
промежуточное ПЭ-37



Рис. 10.21. Реле
серии РП-16, РП-17, РП-18

Реле предназначены для переднего или заднего присоединения внешних проводников только винтом.

*Структура условного обозначения
РПХХ-ХХ-Х4:*

РП — реле промежуточное;

ХХ — серия: 16 — реле незамедленные с временем включения не более 30 мс, 17 — реле незамедленные с временем включения не более 11 мс, 18 — реле замедленные при включении и отключении;

Х — исполнение по функциональному назначению:

для РП16: 1 — постоянного тока с включающей катушкой напряжения без удерживающих обмоток; 2 — постоянного тока с включающей катушкой напряжения с 2 удерживающими обмотками тока; 3 — постоянного тока с включающей катушкой напряжения с 3 удерживающими обмотками тока; 4 — постоянного тока с включающей катушкой тока и удерживающей обмоткой напряжения; 5, 6 — постоянного тока с включающей катушкой напряжения без удерживающих обмоток; 7 — переменного тока с включающей катушкой напряжения без удерживающих обмоток;

для РП17: 1 — постоянного тока с включающей катушкой напряжения без удерживающих обмоток, с 2 переключающими контактами; 2 — постоянного тока с включающей катушкой напряжения с 2 удерживающими об-

мотками тока, с 4 замыкающими контактами; 3 — постоянного тока с включающей катушкой напряжения с 3 удерживающими обмотками тока, с 4 замыкающими контактами; 4 — постоянного тока с включающей катушкой напряжения без удерживающих обмоток, с 2 замыкающими и 2 размыкающими контактами; 5 — постоянного тока с включающей катушкой напряжения без удерживающих обмоток, с 4 замыкающими контактами;

для РП18: 1 — постоянного тока замедленные при включении с включающей катушкой напряжения, без удерживающих обмоток; 2 — постоянного тока замедленные при включении с включающей катушкой напряжения с 2 удерживающими обмотками тока; 3 — постоянного тока замедленные при включении с включающей катушкой напряжения с 3 удерживающими обмотками тока; 4 — постоянного тока замедленные при отключении с временем отключения от 0,4 до 1,0 с с включающей катушкой тока и удерживающей обмоткой напряжения; 5 — постоянного тока замедленные при отключении с временем отключения от 0,15 до 0,5 с с включающей катушкой напряжения, без удерживающих обмоток; 6 — постоянного тока замедленные при отключении с временем отключения от 0,4 до 1,0 с с включающей катушкой напряжения, без удерживающих обмоток; 7 — постоянного тока замедленные при отключении с временем отключения от 0,8 до 2,0 с с включающей катушкой напряжения, без удерживающих обмоток; 8 — переменного тока замедленные при отключении с временем отключения от 0,15 до 0,5 с с включающей катушкой напряжения, без удерживающих обмоток; 9 — переменного тока замедленные при отключении с временем отключения от 0,4 до 1,0 с с включающей катушкой напряжения, без удерживающих обмоток; 0 — переменного тока замедленные при отключении с временем отключения от 0,8 до 2,0 с с включающей катушкой напряжения, без удерживающих обмоток;

Х — исполнение по монтажным особенностям: 3 — для выступающего монтажа с передним присоединением проводников, 4 — для выступающего монтажа с задним присоединением проводников;

Х4 — климатическое исполнение (УХЛ, О) и категория размещения (4).

Таблица 10.40

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РП-16–РП-18

Характеристики	Включающей катушки	Удерживающей катушки
Номинальное напряжение, В: РП-16 РП-17 РП-18	12; 24; 48; 110; 220 24; 48; 110; 220 24; 48; 110; 220	12; 24; 48; 110; 220 24; 48; 110; 220 12; 24; 48; 110; 220
Номинальный ток, А: РП-16 РП-17 РП-18	0,5; 1; 2; 4; 8,0 0,5; 1; 2; 4 0,5; 1; 2; 4; 8,0	0,5; 1; 2; 4; 8,0 0,5; 1; 2; 4 0,5; 1; 2; 4; 8,0
Количество контактов замыкающих/размыкающих: РП-16 РП-17 РП-18	2...4/0...4 1...4/0...2 2...5/0...4	
Номинальное напряжение цепи контактов, В	24...220	
Диапазон токов контактов, А	0,05...5,0	
Механическая износостойкость, циклов, не менее	20 000	
Габаритные размеры, мм	66×138×151	
Масса, кг, не более	0,8	

Реле промежуточные электромагнитные РЭП-15 (рис. 10.22) предназначены для применения в цепях переменного напряжения до 660 В частоты 50 и 60 Гц и постоянного напряжения до 220 В. Реле, комплектуемые ограничителями перенапряжений, пригодны для работы в системах управления с применением микропроцессорной техники.

Реле промежуточные двухпозиционные РП-8 и РП-11 постоянного напряжения предназначены для включения в цепях управления и защиты в качестве вспомогательного реле.

Реле промежуточные двухпозиционные РП-9 и РП-12 предназначены для включения в цепи переменного напряжения в качестве вспомогательного реле.



Рис.10.22. Реле РЭП-15

Таблица 10.41

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РЭП-15

Диапазон напряжений питания, В: постоянного тока переменного тока частотой 50 и 60 Гц	12...220 12...440
Номинальный ток, А, (переменный и постоянный)	6,0
Количество контактов замык./размык. (по исполнениям)	2/2; 3/1; 4/0; 4/2; 4/4; 6/2; 8/0
Номинальное напряжение цепи контактов, В: реле постоянного тока реле переменного тока	12...220 12...660
Коммутационная износостойкость, млн. циклов, не менее	1
Габариты реле, мм (в зависимости от исполнения)	40×58×69; 40×58×93; 40×58×98; 40×59×122
Масса реле, кг (в зависимости от исполнения)	0,21; 0,35; 0,39

Таблица 10.42

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВУХПОЗИЦИОННЫХ РЕЛЕ РП-8–РП-12

Параметры	РП-8	РП-9	РП-11	РП-12
Номинальное напряжение, В	24; 48; 110; 220	100; 110; 220	24; 48; 110; 220	100; 110; 220
Максимальный ток контактов, А	5			
Количество контактов замыкающих/размыкающих	7 / 7		1/1/2	
Механическая износостой- кость, млн. циклов, не менее	1			
Потребляемая мощность, Вт, не более	22	25	22	25
Габариты, мм	125×147×144	125×147×144	98×147×136	98×147×136
Масса, кг, не более	1,5			

Реле промежуточные РП-250 (рис. 10.23) применяются в качестве вспомогательных реле в цепях постоянного тока в следующих случаях:

когда требуется создание выдержки времени при срабатывании (реле РП-251);

когда требуется выдержка времени при отпуске (реле РП-252);

в тех случаях, когда требуется действие реле от напряжения и удержание от тока (реле РП-253 и РП-255) либо действие реле от тока и удержание от напряжения (реле РП-254).

Реле РП-254 работает с выдержкой времени на отключение, а реле РП-253 может срабатывать с замедлением либо без замедления на включение.

Реле промежуточные РП-23 предназначены для включения в цепи постоянного напряжения в качестве вспомогательного реле.

Реле промежуточные РП-25 предназначены для включения в цепи переменного напряжения и имеют аналогичное назначение.

Реле РЗ-16 предназначены для применения в схемах электроприводов, в том числе крановых вагонов метрополитена, тепловозов, электровозов.

Реле могут использоваться с приставкой времени.



Рис. 10.23. Реле РП-250

Таблица 10.43

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РП-250

Параметры	РП-251	РП-252	РП-253	РП-254	РП-255
Номинальное напряжение, В	24; 48; 110; 220			110	24; 48; 110; 220
Номинальный ток, А	—		1; 2; 4; 8		
Число контактов	5з*	5з	4з, 1р*	3з, 1р	5з
Коммутируемые напряжения, В	24...250				
Габариты, мм	67×128×170				
Масса, кг	0,6				

* з — замыкающие контакты, р — размыкающие контакты

Таблица 10.44

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РП-23 И РП-25

Параметры	РП-23	РП-25
Номинальное напряжение, В	24; 48; 110; 220	100; 127; 220
Потребляемая мощность, Вт	6	10
Исполнение контактов	4 замыкающих и 1 размыкающий	
Максимальный коммутируемый ток, А	5	
Диапазон коммутируемых напряжений, В	24...250	
Габаритные размеры, мм	67×128×118	
Масса, кг, не более	0,82	

Таблица 10.45

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РЭ-16

Номинальное напряжение питания, В: постоянного тока переменного тока	24; 48; 50; 75; 100; 110; 220 110; 220
Габариты реле, мм (по исполнениям)	73×76×120; 73×76×125; 95×76×125
Масса реле, кг (по исполнениям)	0,55; 0,65; 0,75



Рис. 10.24. Реле РПЛ

Реле промежуточные серии РПЛ (рис. 10.24) применяются, в основном, в схемах управления электроприводами при напряжении до 440 В постоянного и 660 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц.

Максимальный коммутируемый ток реле 16 А.

Реле РЭВ822 и РЭВ826 применяются в качестве промежуточных реле в цепях постоянного тока.

Катушки реле изготавливаются на номинальные напряжения: 24, 48, 110 и 220 В.

В табл. 10.46 приведены пределы регулировки напряжения втягивания реле РЭВ при холодной катушке.

Таблица 10.46

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РПЛ

Номинальное напряжение питания, В: постоянное переменное	24; 48; 50; 75; 100; 110; 220 110; 220
Габариты реле, мм (в зависимости от исполнения)	73×76×120; 73×76×125; 95×76×125
Масса реле, кг (в зависимости от исполнения)	0,55; 0,65; 0,75
Габаритные размеры, мм: РПЛ-140, 131, 122 РПЛ-240, 231, 222	44×67×74,5 44×67×114
Масса, кг, не более: РПЛ-140, 131, 122 РПЛ-240, 231, 222	0,32 0,73

Таблица 10.47

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РЭВ

Тип реле	Исполнение контактов	Напряжение втягивания, В, в % от U_n , не менее	Габариты, мм	Масса, кг
РЭВ822	1з, 1р	65	110×190×180	3,5
РЭВ826	2з, 2р		150×200×180	

Примечание. При 3-х контактах пределы регулировки напряжения втягивания повышаются.

Реле промежуточные электромагнитные РЭП-26 (рис. 10.25) предназначены для применения в цепях управления электроприводами переменного тока напряжением до 380 В частоты 50 и 60 Гц и в цепях постоянного тока напряжением до 220 В, являются комплектующими изделиями.

Реле РЭП-26 является полным аналогом реле РП-21 с улучшенными характеристиками.



Рис. 10.25. Реле РЭП-26

*Структура условного обозначения
РЭП-26-XXX X X XX XX X-40X4:*

- РЭП — реле электромагнитное промежуточное;
- 26 — номер серии;
- XXX — исполнение по сочетанию контактов;
- X — класс коммутационной износостойкости;
- X — условное обозначение рода тока в цепи включающей катушки, рода включающей катушки и вида возврата реле: 1 — переменного тока с катушкой напряжения,

- одностабильное; 5 — постоянного тока с катушкой напряжения, одностабильное; 6 — постоянного тока с катушкой тока, одностабильное;
- XX — условное обозначение исполнения по способу крепления и способу подключения внешних проводников: 16 — без розетки, ламели под пайку; 18 — без розетки, ламели под «фастон»; 76 — без розетки, ламели под печать; 21 — розетка, винтовые зажимы; 26 — розетка, ламели под пайку; 78 — розетка, ламели под печать;
- XX — условное обозначение напряжения или тока включающей катушки;
- X — условное обозначение наличия дополнительных элементов: 2 — с ручным манипулятором; 5 — с электрическим индикатором и ручным манипулятором; 6 — с защитным диодом и ручным манипулятором; 40 — степень защиты IP40;
- X4 — климатическое исполнение (УХЛ, О) и категория размещения(4).

Таблица 10.48

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РЭП

Номинальное напряжение цепи контактов, В	5...380
Номинальный ток контактов, А	10
Время срабатывания реле, с, не более	0,03
Время возврата, с, не более	0,03
Механическая износостойкость, млн. циклов	30
Потребляемая мощность на постоянном токе, Вт, не более:	
реле с 3-мя контактами	1,5
реле с 4-мя контактами	2,0
на переменном токе, В·А	3,0
Минимальный ток контактов, А	0,01
Допустимый сквозной ток через контакты, А	160
Допустимые изменения напряжения (тока) в цепи управления, %	-15...+5
Предельная отключаемая мощность:	
на постоянном токе, Вт	250
на переменном токе, В·А	3000
Масса реле, кг, не более:	
с тремя контактами	0,07
с четырьмя контактами	0,08

Параметры некоторых других электромагнитных промежуточных реле приведены в табл. 10.49.

Таблица 10.49

ПАРАМЕТРЫ НЕКОТОРЫХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ

Тип реле	Число контактов	Номинальное напряжение, В		Длительный ток контактов, А	Допустимая частота срабатываний, 1/ч	Износостойкость, число срабатываний	
		постоянное	переменное			коммутационная	механическая
ПЭ-20	4р-4з	—	12...240	5	—	(1-2)·10 ⁶	4·10 ⁶
ПЭ-21	4-8	12...200	12...380	5	3000	До 3·10 ⁶	(3-5)·10 ⁶
ПЭ-23	3з-3р	12...110	12...240	4	3000	(1-3)·10 ⁶	(5-10)·10 ⁶
РП-23	5	12...220	—	—	—	—	—
РП-41; РП-42	8; 4	12...220	—	10	—	10 ⁶	10 ⁷
ЭП-41В	3-6	—	36...500	16	1200	10 ⁶	—
РПШ-0	4-12	—	12...50	12	2000	3·10 ⁶	3·10 ⁶
МКУ-48с	2-6	12...220	24...380	5	3600	25·10 ⁶	—
МКУ-48г	2-8	12...220	24...380	5	3600	105	—

Примечание: з — замыкаемые контакты; р — размыкаемые контакты; с — связи; г — горные.

Реле промежуточные герконовые

Герконовые реле используются часто в качестве промежуточных. Главным узлом этих реле являются магнитоуправляемые контакты (МК).

Магнитоуправляемыми называют контакты, изменяющие свое состояние посредством механического замыкания или размыкания при воздействии управляющего магнитного поля. Элементы контактов совмещают функции контактов и участков электрических и магнитных цепей. МК, помещенный в герметизированный баллон, называется герметизированным магнитоуправляемым контактом, или герконом.

Различают сухие (с твердыми контактами) и смоченные (жидкометаллические, обычно — ртутные) герконы или МК.

Поскольку детали МК реализуют функции контактов и участков электрических и магнитных цепей, им дали название *контактные сердечники* (КС).

КС бывают подвижными и неподвижными. Часто подвижные КС выполняются гибкими, в этом случае они играют роль возвратной пружины.

Магнитоуправляемые контакты с гибкими подвижными КС называются безъякорными. К безъякорным относятся язычко-

вые и мембранные МК. Язычковыми называются МК, содержащие КС в виде консольно закрепленных пластин или стержней, изгибающихся под действием магнитного поля.

Язычковые МК получили наибольшее распространение. Якорные МК бывают как с возвратной пружиной, так и без нее. Возврат якоря в исходное положение при отсутствии пружины осуществляется магнитным полем [1].

Симметричный язычковый замыкающий МК (рис. 10.26) является простейшей конструкцией, состоящей из одинаковых подвижных КС 1 и 2, заваренных в стеклянную трубку диаметром от 2,0 до 5,5 мм, которая после изготовления МК образует герметизированный баллон 3. Длина баллона составляет от 7,5 до 50 мм. Общая длина (с выводами) язычковых МК от 20 до 80 мм.

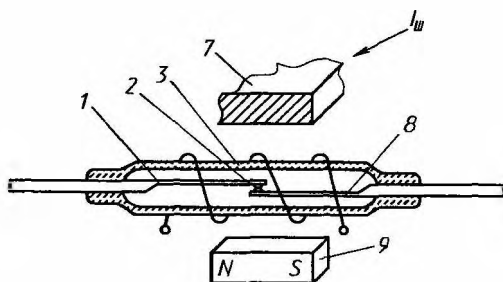


Рис. 10.26. Симметричный геркон:

1 и 2 — подвижные КС; 3 — герметизированный стеклянный баллон с контактами; 7 — шина с током; 8 — обмотка с током; 9 — постоянный магнит

При изготовлении МК баллон заполняется сухим защитным газом (например, азотом, водородом или их смесью) при различных давлениях или вакуумируется [1].

Данные о выпускаемых промышленностью герконах приведены в табл. 10.50.

Параметры некоторых реле на сухих замыкающих герконах приведены в табл. 10.51 и 10.52. Применяются также реле на сухих герконах замыкающие КЭМ-2, МУК-1А-1, МК-17, МКА-20101, МК-16-3, МК-10-3, МКА-10104, МКА-10501, МКА-52141, МКА-52142, МКА-50201, МКА-50701, переключающее реле КЭМ-3.

Реле промежуточные герконовые РПГ применяются в схемах автоматики и управления с источниками питания (в зависимости от марки реле) на напряжения 12, 15, 24, 48, 60, 110 и 220 В постоянного тока или выпрямленного трехфазно-

го тока с частотой пульсации не менее 300 Гц без применения фильтра или выпрямленного с фильтром, обеспечивающего пульсацию не более 6%, также на напряжение 220 В переменного тока (исполнение реле РПГ-16).

Реле пригодны для работы в системах управления на базе микропроцессорной техники.

Таблица 10.50

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ГЕРКОНОВ

Тип	Размер баллона, мм	Максимальная коммутируемая мощность, Вт	Максимальный коммутируемый ток, А	Максимальное коммутируемое напряжение, В	Время срабатывания, мс	Время отпущения, мс
КЭМ-1	54×50	15	0,5	220	3,0	0,8
КЭМ-2	3×20	7,5	0,25	180	1,0	0,3
КЭМ-3	4×18	7,5	1,0	127	1,5	2,3
КЭМ-6	4,1×36	12	0,2	125	2,0	0,5
МК-10-3	2,3×10,5	0,6	0,03	36	0,8	0,3
МК-16-3	2,8×16	0,3	0,01	30	1,0	0,5
МК-27-3	3,8×16	10	0,3	100	1,5	2,3
МК-27-М	4×28	1,0	0,01	300	2,0	1,5
МУК-1А-1	3×21,5	15	0,5	110	2,0	0,3
МК-52-3В	5,4×53	50	—	5000	3,0	2,0
МК-27-П	5×53	10...12	0,2	110	2,0	3,5
КЭМ-4	—	250	2	100	10,0	8,0

Магнитоуправляемые контакты реле (герконы) предназначены для коммутации активных и малоиндуктивных электрических цепей.

Марки реле:

РПГ-0 (с разъемом — РПГ-1) исполнения 10111, 10212, 10411, 10611, 11011, 10222, 10421;

РПГ-2 исполнения 2201, 2202, 2203;

РПГ-3 исполнения 2301, 2302;

РПГ-5 исполнения 2101, 2110, 2120;

РПГ-6 исполнение 2401;

РПГ-8 исполнения 2510, 2601, 2520, 2602, 2530;

РПГ-9 исполнения 05601, 05401, 06041, 05301, 05201, 05102, 05111, 05011;

РПГ-12 исполнения 30, 40, 01;

РПГ-16 исполнения 600-40, 600-50, 0542 и т. д.

РЕЛЕ ГЕРКОНОВЫЕ СУХИЕ ЗАМЫКАЮЩИЕ

Тип МК	Длина реле, мм	Коммутируемая мощность		Коммутируемые напряжения, В		Коммутируемые токи, А	Число срабатываний	Число сраб/с	Сопротивление МК, Ом	Коеф-фициент возврата	Время срабатывания, мс	Время отключения, мс	Электрическая прочность ~ / = *
		активная	индуктивная	постоянное	переменное								
КЭМ-1	80	30 Вт		5·10 ⁻² ...300		10 ⁻⁶ ...0,2	5·10 ⁻⁴ ...10 ⁶	10-50	0,1	0,3...0,9	2	0,8	500/700
				5·10 ⁻² ...220	5·10 ⁻² ...150		5·10 ⁻³ ...10 ⁶	20-100	0,08	0,4...0,85	3		
КЭМ-6	64	20 Вт	—	5·10 ⁻² ...250	5·10 ⁻²	10 ⁻³ ...1	10 ³ ...5·10 ⁶	50	0,2	0,3...0,9	2	0,5	360/500
		15 Вт	6 Вт	5·10 ⁻² ...150		10 ⁻³ ...0,25	10 ⁶ ...2,5·10 ⁷	20	0,1				500/500
МКА-36701	65,3	21 Вт	—	3·100		0,01...0,35	2·10 ⁵ ...5·10 ⁷	20-50	0,07	0,4...0,8	2	2	500/700
МКА-27101	45,6	12 Вт (= ток), 20 Вт (~ ток)	1,5 В·А (~ ток)	5·10 ⁻² ...250	5·10	10 ⁻⁶ ...0,5	10 ⁴ ...5·10 ⁶	50	0,3	0,35...0,85	1	0,5	500/500
		12 Вт		1·10 ⁻³ ...110	1·10 ⁻³	10 ⁻⁶ ...0,35	2·10 ⁵ ...5·10 ⁶		0,12	0,35...0,8	1,5		500/700
МКА-27102	52	12 Вт (= ток), 20 Вт (~ ток)	1,5 В·А (~ ток)	1·10 ⁻³ ...110	1·10 ⁻³	10 ⁻⁶ ...0,5	1·10 ⁴ ...10 ⁷	25	0,1	0,4...0,8	1,5	0,5	500/700

* ~ — переменное напряжение; = — постоянное напряжение.

Таблица 10.52

РЕЛЕ НА ГЕРКОНАХ СЕРИИ РЭС

Параметры	РЭС42 на одном КЭМ-2		РЭС43 на двух КЭМ-2		РЭС44 на трех КЭМ-3	
	12	27	12	27	12	27
Рабочее напряжение, В						
Напряжение срабатывания, В	6,5	14	5,5 5,5	11,5 14,0	6,0 6,0	15,0 13,5
Напряжение отпускания, В	1,2	3,0	1,0 1,0	2,0 2,5	1,0 1,0	2,5 2,0
Время срабатывания/время отпускания (при работе одной обмотки), мс	1/0,3					
Сопротивление обмотки, Ом	820	4000	230 230	1200 1200	190 190	900 900
Число витков обмотки	5500	12000	1900	4850	1650	3060

Блоки промежуточных реле типа СБ, ТБ

Блоки промежуточных реле предназначены для коммутации силовых цепей постоянного тока напряжением до 60 В и переменного тока напряжением до 380 В по слаботочным командам управления. Блоки обеспечивают гальваническую развязку цепей управления и силовых цепей, согласуются с уровнями ТТЛ, схемами с «открытым коллектором» и уровнями управления 24 В. Блоки применяются в схемах автоматики как комплектующие изделия.

Блоки промежуточных реле выпускаются в двух модификациях (по типу коммутационного элемента):

СБ — содержит оптосимисторы, используется для коммутации цепей только переменного тока;

ТБ — содержит оптотранзисторы, используется для коммутации цепей только постоянного тока.

Блок промежуточных реле размещен в пластмассовом корпусе EG22 фирмы Phoenix Contact. Реле комплектуется съемными контактными зажимами для подключения внешних цепей. На лицевой панели находится светодиод, индицирующий срабатывание исполнительного ключа. Схемы реле приведены на рис. 10.27–10.29, технические данные приведены в табл. 10.53.

Условия эксплуатации

Высота над уровнем моря до 2000 м.

Диапазон рабочих температур — +1...+45 °С.

Окружающая среда — взрывобезопасная, не содержащая пыли в количестве, нарушающем работу блоков реле, а также

агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию. Вибрация мест крепления блоков реле с частотой от 1 до 100 Гц при ускорении не более 1g, в диапазоне от 5 до 15 Гц при ускорении до 3g.

Степень защиты блоков реле IP40.

Таблица 10.53

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ БЛОКОВ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ ТИПА СБ, ТБ

Параметры	СБ420-4	ТБ60-10
Напряжение возбуждения, В	5/24	
Потребляемый ток, А	0,02	
Коммутируемый ток, А	10А 60V (DC)	4А 420V (AC)
Время переключения, мс	20	
Износостойкость: механическая электрическая	Не ограничена	
Тип корпуса	EG22	
Масса, кг	0,2	
Тип контактов	Нормально разомкнутый (замыкающий) контакт	
Число каналов	1	

Блоки ТБ и СБ относятся к числу новейших разработок фирмы «Реле и автоматика», поэтому приведем описание порядка их подключения и эксплуатации.

Управление входами. Для управления одноканальными блоками СБ, ТБ необходимо использовать клеммы 1—4.

При управлении верхним ключом (привязанным к плюсу напряжения управляющего устройства) используется клемма 1: «упр. +24 В» (при управлении от 24 В постоянного тока), либо клемма 3: «упр. 5 В» (при управлении от +5 В постоянного тока). В этом случае клемма 4, либо клемма 2 — «упр. Минус» подключается к минусу управляющего устройства.

При управлении нижним ключом (привязанным к минусу управляющего устройства) к ключу подключается клемма 4 либо клемма 2, клеммы же 1 либо 3 подключаются к плюсу управляющего устройства в зависимости от величины напряжения управляющего устройства (+24 В либо +5 В соответственно).

Подключение нагрузки к выходам. Для подключения нагрузки к одноканальному блоку СБ используются клеммы 5—8, причем клеммы 5, 6 и 7, 8 попарно замкнуты между собой (рис.10.27).

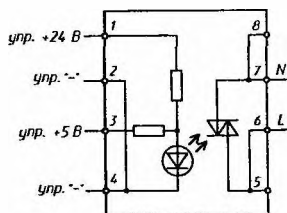


Рис. 10.27. Подключение коммутируемой цепи к блокам СБ

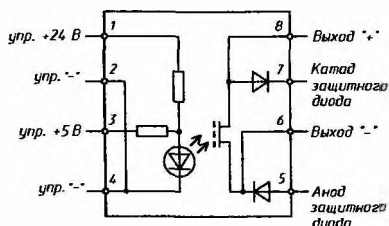


Рис. 10.28. Подключение коммутируемой цепи к блокам ТБ

Клемма 5(6) должна быть подключена к фазе сети переменного тока, клемма 7(8) — к нейтрали, нагрузка включается в разрыв фазного либо нейтрального провода.

Для подключения нагрузки к одноканальному блоку ТБ также используются клеммы 5—8, при этом назначение выводов следующее:

- клемма 5 — вывод анода защитного диода при подключении индуктивной нагрузки в разрыв минусового провода;
- клемма 6 — вывод для подключения минусового провода;
- клемма 7 — вывод катода защитного диода при подключении индуктивной нагрузки в разрыв плюсового провода;
- клемма 8 — вывод для подключения плюсового провода.

При подключении коммутируемой цепи к релейным блокам типа ТБ необходимо *соблюдать полярность* напряжения. Внутренние диоды, встроенные в одноканальные блоки, предназначены для устранения обратных выбросов ЭДС самоиндукции в случае подключения индуктивной нагрузки.

Габаритные размеры реле приведены на рис. 10.29.

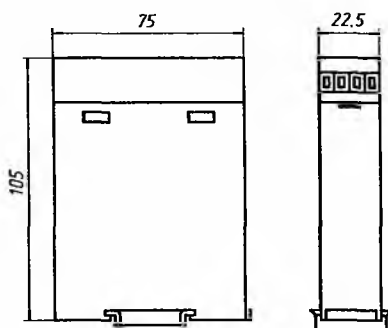


Рис. 10.29. Габаритные и установочные размеры блоков промежуточных реле СБ-420-4, ТБ-60-10

10.4. Реле контроля трехфазного напряжения

Реле контроля трехфазного напряжения ЕЛ-11, ЕЛ-12, ЕЛ-13 предназначены для использования в схемах автоматического управления для контроля наличия и симметрии напряжений.

Таблица 10.54

РЕЛЕ КОНТРОЛЯ ТРЕХФАЗНОГО НАПЯЖЕНИЯ ЕЛ-11, ЕЛ-12, ЕЛ-13

Тип реле	Диапазон выдержек, с	Напряжение питания переменное, В	Коммутируемые напряжения, В		Коммутируемый ток, А	Количество контактов замыкающих/размыкающих/переключающих
			постоянное	переменное		
ЕЛ-11	0,1...10	100...415	12...30	12...220	0,01...4	1/1/—
ЕЛ-12	0,1...10	100...415	12...30	12...220	0,01...4	1/1/—
ЕЛ-13	0,1...10	100...415	12...30	12...220	0,01...4	1/1/—

Таблица 10.55

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ КОНТРОЛЯ
ТРЕХФАЗНОГО НАПЯЖЕНИЯ ЕЛ

	Норма для типов реле		
	ЕЛ-11	ЕЛ-12	ЕЛ-13
Номинальное линейное напряжение, по исполнениям, В: частотой 50 Гц	100; 110; 220; 380; 400; 415	100; 220; 380	220; 380
частотой 60 Гц	220; 380; 400		220; 380
Допустимое колебание напряжения от номинального значения, %	-10...+15		
Срабатывание реле при: однофазном снижении напряжения симметричном снижении фазных напряжений, не менее обрыве одной, двух или трех фаз обратном порядке чередования фаз	$(0,6 \pm 0,05)U_{\text{фн}}$ $0,7U_{\text{фн}}$ срабатывает срабатывает	$(0,7 \pm 0,05)U_{\text{фн}}$ $0,5U_{\text{фн}}$ срабатывает срабатывает	$(0,75 \pm 0,05)U_{\text{фн}}$ $0,5U_{\text{фн}}$ срабатывает не срабатывает
Климатическое исполнение и категория размещения	УЗ		
Габариты реле, мм	45×70×100		
Масса реле, кг, не более	0,3	0,25	0,3

Реле могут также использоваться для контроля наличия и порядка чередования фаз в системах трехфазного напряжения, защиты от недопустимой асимметрии фазных напряжений и работы на двух фазах: источников и преобразователей электрической энергии — реле ЕЛ-11; трехфазных асинхронных двигателей общепромышленных серий мощностью до 100 кВт — реле ЕЛ-12; трехфазных крановых асинхронных двигателей и реверсивных электроприводов мощностью до 75 кВт — реле ЕЛ-13.

Условия эксплуатации

Высота над уровнем моря до 2000 м.

Диапазон рабочих температур — $-40...+55^{\circ}\text{C}$.

Окружающая среда — взрывобезопасная, не содержащая пыли в количестве, нарушающем работу реле, а также агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Рабочее положение в пространстве — произвольное.

10.5. Реле указательные

Реле указательные серии РЭУ-11 (рис. 10.30) предназначены для сигнализации аварийного состояния в цепях постоянного тока напряжением до 220 В, переменного тока напряжением до 380 В частоты 50 Гц и напряжением до 440 В частоты 60 Гц и применяются в устройствах автоматики.

Реле указательные РУ21 (рис. 10.31) применяются в качестве указателя действия схем защиты и автоматики: РУ21 — в цепях постоянного и переменного тока частотой 50 Гц; РУ21-1 — в цепях постоянного тока.



Рис. 10.30. Реле указательное РЭУ-11



Рис. 10.31. Реле РУ-21

Реле РУ21 выпускаются с двумя замыкающими контактами без самовозврата. Возврат контактов и указателя действия производится вручную. Реле РУ21-1 выпускаются с двумя замыкающими контактами и дополнительным контактом с самовозвратом.

Габариты реле — 66×66×115 мм. Масса — не более 0,55 кг.

Таблица 10.55

РЕЛЕ УКАЗАТЕЛЬНЫЕ ТИПА РЭУ-11

Тип реле	Напряжение, В		Ток, А		Количество и вид контактов		
	постоянное	переменное	постоянный	переменный	Замыкающие		Размыкающие без самовозврата
					без самовозврата	с самовозвратом	
РЭУ11-20	12...220	110...380	0,006...4,0	0,025...2,5	2	0	0
РЭУ11-30	12...220	—	0,006...4,0	—	2	1	0
РЭУ11-11	12...220	110...380	0,006...4,0	0,025...2,5	1	0	1
РЭУ11-21	12...220	—	0,006...4,0	—	1	1	1
РЭУ11-02	12...220	110...380	0,006...4,0	0,025...2,5	0	0	2
РЭУ11-12	12...220	—	0,006...4,0	—	0	1	2
РУ-21	24...220	110...220	0,006...4,0	0,025...2,5	2	0	0
РУ-21-1	24...220	—	0,006...4,0	—	2	1	0

Таблица 10.56

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РЭУ

Номинальное напряжение питания, В: постоянное переменное частотой 50 Гц переменное частотой 60 Гц	12; 24; 48; 110; 220 110; 220; 230; 240; 380 220; 230; 380; 400; 415; 440
Максимальный ток контактов, А,	5
Габариты, мм (максимальные)	42×42×94
Масса реле, не более, кг	0,17

Реле с контактом с самовозвратом изготавливаются только для постоянного тока.

В табл. 10.57—10.59 приведены исполнения реле РЭУ и сопротивление его включающей обмотки реле в зависимости от постоянного и переменного напряжения частотой 50 Гц, частотой 60 Гц и тока.

Таблица 10.57

НАПРЯЖЕНИЯ, ТОКИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЕ РЭУ
ОТ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ ЧАСТОТОЙ 50 Гц

Номинальное напряжение, В	Номинальная частота, Гц	Сопротивление обмотки, Ω	
		активное	полное
12	—	90...110	—
24	—	360...440	—
48	—	1410...1700	—
110	—	7560...9240	—
220	—	30000...39000	—
110	50	1000	2420
220	50	3500	9680
230	50	3840	10580
240	50	4040	11520
380	50	11800	28880

Таблица 10.58

НАПРЯЖЕНИЯ, ТОКИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЕ РЭУ
ОТ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКОВ

Номинальная сила тока, А	Сопротивление обмотки, Ω	
	активное, для реле постоянного тока	полное, для реле переменного тока частоты 50 и 60 Гц
0,006	6400...7000	—
0,010	1950...2290	—
0,016	824...936	—
0,025	340...400	3200
0,050	88...98	3200
0,060	55...62	—
0,080	28...39	312
0,10	17,3...19,9	200
0,16	6,5...7,3	78
0,25	2,74...3,1	32
0,40	1,1...1,24	12,5
0,50	0,6...0,7	8
1,0	0,17...0,21	2
2,5	0,03...0,035	0,32
4,0	0,015...0,0155	—

Таблица 10.59

НАПРЯЖЕНИЯ, ТОКИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЕ РЗУ
ОТ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ ЧАСТОТОЙ 60 Гц

Номинальное напряжение, В	Номинальная частота, Гц	Сопротивление обмотки, Ω	
		активное	полное
220	60	2400	9680
230	60	2520	10580
380	60	8000	28880
400	60	9000	32000
415	60	11000	34445
440	60	11900	38720

Таблица 10.60

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РУ-21

Тип реле	Номинальный ток, А	Номинальное постоянное напряжение, В	Ток срабаты- вания, А	Напряжение срабатыва- ния, В
РУ21/0,006	0,006	—	0,006	—
РУ21/0,01	0,01	—	0,01	—
РУ21/0,016	0,016	—	0,016	—
РУ21/0,025	0,025	—	0,025	—
РУ21/0,05	0,05	—	0,05	—
РУ21/0,06	0,06	—	0,06	—
РУ21/0,08	0,08	—	0,08	—
РУ21/0,1	0,1	—	0,1	—
РУ21/0,16	0,16	—	0,16	—
РУ21/0,25	0,25	—	0,25	—
РУ21/0,4	0,4	—	0,4	—
РУ21/0,5	0,5	—	0,5	—
РУ21/1	1	—	1	—
РУ21/2	2	—	2	—
РУ21/2,5	2,5	—	2,5	—
РУ21/4	4	—	4	—
РУ21/220	—	220	—	160
РУ21/110	—	110	—	80
РУ21/48	—	48	—	35
РУ21/24	—	24	—	17,5

Продолжение табл. 10.60

Тип реле	Номинальный ток, А	Номинальное постоянное напряжение, В	Ток срабатывания, А	Напряжение срабатывания, В
Переменный ток				
РУ21/0,025	0,025	—	0,025	—
РУ21/0,05	0,05	—	0,05	—
РУ21/0,08	0,08	—	0,08	—
РУ21/0,1	0,1	—	0,1	—
РУ21/0,16	0,16	—	0,16	—
РУ21/0,25	0,25	—	0,25	—
РУ21/0,4	0,4	—	0,4	—
РУ21/0,5	0,5	—	0,5	—
РУ21/1	1	—	1	—
РУ21/2,5	2,5	—	2,5	—
РУ21/220	—	220	—	176
РУ21/110	—	110	—	88
Постоянный ток				
РУ21-1/0,006	0,006	—	0,06	—
РУ21-1/0,01	0,01	—	0,1	—
РУ21-1/0,016	0,016	—	0,016	—
РУ21-1/0,025	0,025	—	0,025	—
РУ21-1/0,05	0,05	—	0,05	—
РУ21-1/0,06	0,06	—	0,06	—
РУ21-1/0,08	0,08	—	0,08	—
РУ21-1/0,1	0,1	—	0,1	—
РУ21-1/0,16	0,16	—	0,16	—
РУ21-1/0,25	0,25	—	0,25	—
РУ21-1/0,4	0,4	—	0,4	—
РУ21-1/0,5	0,5	—	0,5	—
РУ21-1/1	1	—	1	—
РУ21-1/2	2	—	2	—
РУ21-1/2,5	2,5	—	2,5	—
РУ21-1/4	4	—	4	—
РУ21-1/220	—	220	—	160
РУ21-1/110	—	110	—	80
РУ21-1/48	—	48	—	35
РУ21-1/24	—	24	—	17,5

10.6. Реле напряжения

Реле напряжения РН-50. Реле максимального и минимального напряжения электромагнитное (П-образный шихтованный сердечник с поворотным якорем).

Обмотки реле через выпрямительный мост подсоединяются к сети переменного тока. Изменение уставки осуществляется поворотом рычага и закручиванием спиральной пружины.

Номинальное напряжение реле от 30 до 400 В.

Пределы изменения уставки на срабатывание: 15...60 В при номинальных напряжениях реле 30 и 60 В; 50...200 В при 100 и 200 В; 100...400 В при 200 и 400 В.

Коэффициент возврата 0,8.

Собственное время срабатывания реле не более 0,15 с при снижении напряжения до 0,8 номинального.

Таблица 10.61

ПАРАМЕТРЫ РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Тип реле	Напряжение срабатывания, В (% от номинального)	Номинальное напряжение, В	Коммутируемое напряжение, В	Коммутируемый ток, А (~/=)	Количество контактов замыкающих/размыкающих/переключающих
РН-51	0,7...32	6...120	250	2	1/—/—
РН-53	15...400	30...400	250	2	1/1/—
РН-54	12...320	30...400	250	2	1/1/—
РН-55	—	90...200	250	2	1/1/—
РН-153	15...400	30...400	250	2	1/1/—
РН-154	12...320	30...400	250	2	1/1/—
РНФ-1М	—	100	250	2	1/1/—
РЭВ 821	(25...80)	24...220	250	10	1/1/—
РЭВ 825	(35...80)	24...220	250	10	2/2/—

Реле напряжения РН-51 предназначено для применения в схемах контроля изоляции цепей постоянного тока напряжением до 220 В. Реле имеет один замыкающий контакт.

Реле максимального напряжения РН-53 предназначено для применения в качестве измерительного органа, реагирующего на повышение напряжения. Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакты.

Реле минимального напряжения РН-54 предназначено для применения в качестве измерительного органа, реагирующего на понижение напряжения. Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакты.

Реле сдвига фаз РН-55 или контроля синхронизма. Реле электромагнитное. Его магнитная система состоит из П-образного магнитопровода и поворотного якоря. Реле реагирует на геометрическую разность векторов напряжения, подводимых к выводам.

Применяют в схемах автоматического повторного включения линий электропередачи с двусторонним питанием для контроля наличия напряжения на линии и угла сдвига фаз между векторами напряжения на линии и шинах подстанции.

Исполняются на напряжения от 30 до 100 В.

Реле срабатывает при углах сдвига фаз между векторами напряжения в пределах от 20 до 40° при номинальном напряжении. Коэффициент возврата по углу до 0,8 при номинальном напряжении. Время срабатывания 0,15 с при угле сдвига фаз равно полуторакратному значению уставки.

Потребляемая мощность каждой обмотки при номинальном режиме (номинальное напряжение и нулевой сдвиг фаз) — 6,5 В·А.

Коммутируемые мощности: постоянный ток — 60 Вт при напряжении до 220 В и ток до 2 А (постоянная времени до 0,05 с); переменный ток — 300 В·А при напряжении до 220 В и токе до 3 А.

Реле имеют две обмотки напряжения, один замыкающий и один размыкающий контакты.

Реле максимального напряжения РН-153 и РН-154 предназначены для применения в качестве измерительного органа, реагирующего на повышение напряжения. Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакты.

Реле напряжения обратной последовательности РНФ-1М предназначены для защиты различных электрических установок при несимметричных коротких замыканиях.

Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакты. Характеристики реле напряжения РН приведены в табл. 10.62-10.66.

Таблица 10.62

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ НАПЯЖЕНИЯ РН-51

Номинальное напряжение, В	6; 12; 24; 48; 60; 120
Уставка срабатывания, В	0,7; 1,4; 3,2; 6,4; 16; 32
Максимальный ток контактов, А	2
Диапазон коммутируемых напряжений, В	24...250
Габаритные размеры, мм, не более	67×128×158
Масса реле, кг, не более	0,75

Таблица 10.63

**ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ
РН-53, РН-54, РН-153, РН-154**

Параметры	РН-53	РН-54	РН-153	РН-154
Номинальное напряжение, В	30; 60; 100; 200; 400			
Пределы уставки напряжения срабатывания, В	15...60; 50...200; 100...400	12...48; 15...60; 40...160; 80...320	15...60; 50...200; 200...400	12...48; 15...60; 40...160; 80...320
Максимальный ток контактов, А,	2			
Диапазон коммутируемых напряжений, В	24...250			
Габаритные размеры, мм, не более	67×128×158		66×140×181	
Масса реле, кг, не более	0,75		0,85	

Таблица 10.64

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ РН-55

Номинальное напряжение, В	90; 120; 130; 160; 200
Ток контактов, А	0,1...2
Максимальное коммутируемое напряжение, В	250
Габаритные размеры, мм, не более	67×128×158
Масса реле, кг, не более	0,85

Таблица 10.65

**ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ
ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ РНФ-1М**

Номинальное напряжение (линейное), В	100
Номинальная частота, Гц	50 или 60
Пределы уставки напряжения срабатывания, В	6...12
Коэффициент возврата реле, не менее	0,75
Максимальный ток контактов, А	2
Диапазон коммутируемых напряжений, В	24...250
Габаритные размеры, мм, не более: переднее присоединение заднее присоединение	232×170×206 218×200×179
Масса реле, кг, не более	4

Таблица 10.66

ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ РЭВ

Тип реле	Исполнение контактов	Напряжение втягивания, В, в % от U_n	Габариты, мм	Масса, кг
РЭВ821	1з, 1р	25...80	110×190×180	3,5
РЭВ825	2з, 2р	35...80	150×200×180	

Примечание. При 3-х р контактах пределы регулировки напряжения втягивания повышаются.

Реле напряжения нулевой последовательности РНН-57. Используется в схемах поперечных дифференциальных защит, дистанционных защит с высокочастотной блокировкой в качестве реле максимального напряжения.

Уставки напряжения реле — 4, 5, 6, 7 и 8 В, время срабатывания — 0,04 с при двукратном токе уставки.

Реле напряжения прямой последовательности РНФ-2. Предназначено для применения в схемах форсировки возбуждения синхронных генераторов.

Реле реагирует на уменьшение напряжения прямой последовательности ниже допустимого значения; не реагирует на составляющие обратной и нулевой последовательности.

Уставки линейного напряжения прямой последовательности — 40...80 и 80...160 В.

Реле напряжения обратной последовательности РНФ-3. Предназначено для использования в схемах защиты в качестве органа, реагирующего на напряжение обратной последовательности при возникновении несимметричных коротких замыканий.

Уставки линейного напряжения обратной последовательности — 13,6...24 В. Коэффициент возврата 0,95.

10.7. Реле тока

Реле тока максимальное типа РТ-40. Реле электромагнитного принципа действия (П-образный шихтованный сердечник и Г-образный якорь, имеет две обмотки управления, которые могут соединяться последовательно или параллельно в зависимости от требуемого тока срабатывания).

Диапазон уставок тока срабатывания от 0,05 до 200 А.

Коэффициент возврата от 0,7 до 0,85.

Время срабатывания не более 0,1 с при токе, равном 1,2 тока срабатывания, и не более 0,03 с при токе, равном 3-кратному току срабатывания [1].

Реле тока максимальное типа РТ-80. Состоит из двух элементов: индукционного элемента, срабатывающего с выдержкой времени, зависящей от тока уставки, электромагнитного расцепителя мгновенного действия, срабатывающего при токах короткого замыкания.

Уставки времени срабатывания от 0,5 до 16 с.

Коэффициент возврата реле не менее 0,8 с.

Параметры некоторых реле тока приведены в табл. 10.67, а ниже представлены их основные характеристики.

Таблица 10.67

ПАРАМЕТРЫ РЕЛЕ ТОКА

Тип реле	Ток срабаты- вания, А	Номи- нальный ток, А	Коммути- руемое напря- жение, В	Коммутируемый ток, А (~/=)	Количество контактов замыкающих/ размыкающих/ переключающих	
РТ-40	0,05...200	0,4...16	250	2	1/1/—	
РТ-40/Р	65...260; 325...1300	1; 5				
РТ-40/Ф	1,75...17,6	6,3				
РТ-40/1Д	0,15...1	6,3				
РТ-81	2...10	5; 10		5 А для гл. «З» контактов; 2 А для «Р» контактов; 50 А при шунтировании	1/—/—	
РТ-82					2/—/—	
РТ-83				150 А при шунтировании	1/1/—	
РТ-84						2/1/—
РТ-85					См. РТ 81	1/—/—
РТ-86					См. РТ 85	1/1/—
РТ-91				2/1		
РТ-95						
РСТ-11						
РСТ-12						
РСТ-13	0,05...120	0,4...16		0,2/0,15	1/—/—	
РСТ-14						
РТД-11						0,05; 0,2
РТД-12						0,05; 0,12
РЭВ830	1,6...630				1/1/—	

Реле максимального тока РТ-40, РТ-140 (рис. 10.32) применяются в качестве измерительных реле в схемах релейной защиты.

Реле тока серий РТ-40 и РТ-140 выпускаются в унифицированном корпусе «СУРА» и приспособлены для переднего или заднего под винт присоединения внешних проводников.

Коэффициент возврата реле не менее 0,85 на первой уставке и не менее 0,8 на остальных уставках шкалы.

Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакты.

Номинальная частота тока — 50 и 60 Гц.

Габаритные размеры реле типа РТ-40 — 67×128×158 мм; реле типа РТ-140 — 95×140×181 мм.

Масса реле не более 0,85 кг.



Рис. 10.32. Реле тока РТ

Таблица 10.68

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РТ40 И РТ140

Тип реле	Пределы уставки на ток срабатывания реле, А	Потребляемая мощность, Вт, при токе мин. уставки	Номинальный ток, А, при соединении катушек	
			последов.	паралл.
РТ40/0,2	0,05...0,2	0,2	0,4	1
РТ40/0,6	0,15...0,6	0,2	1,6	2,5
РТ40/2	0,5...2	0,2	2,5	6,3
РТ40/6	1,5...6	0,5	10	16
РТ40/10	2,5...10	0,5	16	16
РТ40/20	5...20	0,5	16	16
РТ40/50	12,5...50	0,8	16	16
РТ40/100	25...100	1,8	16	16
РТ40/200	50...200	8	16	16
РТ140/0,2	0,05...0,2	0,2	0,4	1
РТ140/0,6	0,15...0,6	0,2	1,6	2,5
РТ140/2	0,5...2	0,2	2,5	6,3
РТ140/6	1,5...6	0,5	10	16
РТ140/10	2,5...10	0,5	16	16
РТ140/20	5...20	0,5	16	16
РТ140/50	12,5...50	0,8	16	16
РТ140/100	25...100	1,8	16	16
РТ140/200	50...200	8	16	16

Реле тока РТ-40/Р предназначено для применения в схемах устройств резервирования отказа выключателей, а также в специальных схемах защиты на номинальные токи 1 или 5 А. Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакты.

Таблица 10.69

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РТ-40/Р

Номинальный ток, А: РТ-40/Р1 РТ-40/Р5	1 5
Пределы токов срабатывания, А: РТ-40/Р1 РТ-40/Р5	65...260 325...1300
Максимальное коммутируемое напряжение, В	250
Максимальный коммутируемый ток, А	2
Габаритные размеры, мм, не более	179×218×170
Масса, кг, не более	3,5

Реле тока РТ-40/Ф предназначено для применения в схемах защиты установок переменного тока в тех случаях, когда требуется загробление защиты при появлении высших гармоник тока. Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакты.

Таблица 10.70

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РТ-40/Ф

Номинальный ток, А	6,3
Пределы уставок токов срабатывания, А	1,75...17,6
Максимальное коммутируемое напряжение, В	250
Максимальный коммутируемый ток, А	2
Габаритные размеры, мм, не более	179×218×170
Масса, кг, не более	3,5

Реле тока РТ-40/1Д предназначено для применения в схемах защиты переменного тока в тех случаях, когда требуется большая кратность длительно допустимого тока к току срабатывания реле. Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакты.

Реле РТ-40/1Д термически устойчиво при длительном протекании тока, равного 6,93 А.

Таблица 10.71

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РТ-40/1Д

Номинальный ток, А	6,3
Пределы уставок токов срабатывания, А	0,15...1
Максимальное коммутируемое напряжение, В	250
Максимальный коммутируемый ток, А	2
Габаритные размеры, мм, не более	179×218×170
Масса, кг, не более	3,5

Реле максимального тока РТ81, РТ82, РТ83, РТ84, РТ85, РТ86 (рис. 10.33) применяются для защиты электрических машин, трансформаторов и линий передачи при коротких замыканиях и перегрузках.

Реле типов РТ83, РТ84, РТ86 применяются в тех случаях, когда требуется сигнализация о перегрузках.

Реле типов РТ81, РТ82 имеют один главный замыкающий контакт, действующий мгновенно при токах короткого замыкания и с выдержкой времени при перегрузках в защищаемых электроустановках. Перестановкой деталей замыкающий контакт превращается в размыкающий контакт.

Реле типов РТ83, РТ84 имеют один главный замыкающий контакт, действующий мгновенно при токах короткого замыкания и один замыкающий сигнальный контакт, работающий с выдержкой времени при перегрузках.

Реле типов РТ85, РТ86, предназначенные для работы на оперативном переменном токе, имеют усиленные замыкающий и размыкающий контакты с общей точкой, причем реле типа РТ86, кроме главных контактов, имеют замыкающий сигнальный контакт, аналогично реле типа РТ84. Усиленные замыкающий и размыкающий контакты в реле типа РТ85 могут действовать как мгновенно, так и с выдержкой времени. В реле типа РТ86 эти контакты могут действовать только мгновенно.

Габаритные размеры реле — не более 245×149×145 мм.
Масса — не более 2,9 кг.



Рис. 10.33. Реле максимального тока РТ81—РТ86

Таблица 10.72

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РТ81—РТ86

Тип реле	Номинальный ток, А	Уставки		
		на ток срабатывания, А	на время срабатывания, с	на кратность тока элемента отсечки
РТ81/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	1...4	2...8
РТ81/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5	1...4	2...8
РТ82/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	4...16	2...8
РТ82/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5	4...16	2...8
РТ83/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	1...4	2...8
РТ83/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5	1...4	2...8
РТ84/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	4...16	2...8
РТ84/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5	4...16	2...8
РТ85/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	1...4	2...8
РТ85/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5	1...4	2...8
РТ86/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	4...16	2...8
РТ86/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5	4...16	2...8

Реле максимального тока РТ91, РТ95 применяются для защиты электрических установок при перегрузках и коротких замыканиях.

Реле выполнены на основе реле серии РТ80 и отличаются от них характеристикой зависимости выдержки времени от тока.

Реле РТ91 имеют один главный замыкающий контакт, действующий мгновенно при токах короткого замыкания и с выдержкой времени при перегрузках в защищаемых электроустановках.

Таблица 10.73

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РТ91, РТ95

Тип реле	Номинальный ток, А	Уставки		
		на ток срабатывания, А	на время срабатывания, с	на кратность тока элемента отсечки
РТ91/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	1...4	2...8
РТ91/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5	1...4	2...8
РТ95/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	1...4	2...8
РТ95/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5	1...4	2...8

Реле РТ95 имеет усиленные замыкающий и размыкающий контакты с общей точкой и предназначено для работы на оперативном переменном токе. Усиленные замыкающий и размыкающий контакты в реле типа РТ95 могут действовать как мгновенно, так и с выдержкой времени.

Габаритные размеры реле — не более 245×149×145 мм.

Масса — не более 2,9 кг.

Реле максимального тока РСТ11, РСТ12, РСТ13, РСТ14 в основном предназначены для использования в различных комплектных устройствах, от которых требуется повышенная устойчивость к механическим воздействиям. Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакты.

Реле питаются переменным током напряжением 220 В частотой 50 Гц (РСТ 11) или частотой 60 Гц (РСТ 12) или постоянным током напряжением 220 В (РСТ 13 и РСТ 14).

Максимальное коммутируемое напряжение — 250 В.

Максимальный коммутируемый ток: переменный — 2 А, постоянный — 1 А.

Габаритные размеры — не более 66×152×181 мм.

Масса — не более 1,0 кг.

Таблица 10.74

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА РСТ

Тип реле	Пределы уставки на ток срабатывания	Номинальный ток, А
Реле переменного тока		
РСТ11-04, РСТ12-04	0,05...0,2	0,4
РСТ11-09, РСТ12-09	0,15...0,6	6,3
РСТ11-14, РСТ12-14	0,5...2,0	6,3
РСТ11-19, РСТ12-19	1,5...6,0	10,0
РСТ11-24, РСТ12-24	5,0...20,0	16,0
РСТ11-29, РСТ12-29	15,0...60,0	16,0
РСТ11-32, РСТ12-32	30,0...120,0	16,0
Реле постоянного тока		
РСТ13-04, РСТ14-04	0,05...0,2	0,4
РСТ13-09, РСТ14-09	0,15...0,6	6,3
РСТ13-14, РСТ14-14	0,5...2,0	6,3
РСТ13-19, РСТ14-19	1,5...6,0	10,0
РСТ13-24, РСТ14-24	5,0...20,0	16,0
РСТ13-29, РСТ14-29	15,0...60,0	16,0
РСТ13-32, РСТ14-32	30,0...120,0	16,0



Рис. 10.34. Реле
РЭВ-830

Реле контроля тока РЭВ-830 (рис. 10.34) применяются в качестве минимального токового реле в цепях постоянного тока.

Втягивающие катушки реле изготавливаются на номинальные токи: 1,6; 2,5; 6; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 320; 400; 630 А.

Реле имеет 1 «З» и 1 «Р» контакты.

Габаритные размеры — 155×190×180 мм.

Масса — 3,5 кг.

Двухстабильные реле тока серии РТД11 и РТД12 предназначены для применения в различных схемах аварийной и предупреждающей сигнализации в качестве устройств, реагирующих на изменение тока в электрических цепях постоянного тока напряжением до 220 В (РТД11) или переменного тока напряжением до 220 В частотой 50 или 60 Гц (РТД12). Реле РТД11 предназначены для работы в энергетических установках с постоянным оперативным током напряжением 48, 60, 110 или 220 В, а реле РТД12 — с переменным током напряжением 110, 127 или 220 В.

Таблица 10.75

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ РДТ

Номинальное напряжение питания реле РТД11 постоянного тока, В: РТД11-01-11 РТД11-01-15	48; 60 110; 220
Номинальное напряжение питания реле РТД12 переменного тока, В	110; 127; 220
Номинальная частота, Гц	50 или 60
Значение импульса тока срабатывания, А: РТД11-01 РТД11-04 РТД12-01 РТД12-02	0,05 0,2 0,05 0,12
Предельная основная погрешность импульса тока срабатывания, %, не более	10
Дополнительная погрешность импульса тока срабатывания при изменении входного тока, %, не более: РТД11 РТД12	-50 -40
Время срабатывания, с, не более	0,1

Количество принимаемых сигналов: РТД11-01 РТД11-04 РТД12	30 20 10
Количество контактов	1
Коммутируемая мощность, не более, В А	220
Коммутационная износостойкость, млн. циклов	4
Потребляемая мощность в цепи питания, Вт или ВА	3,8
Габаритные размеры, мм, не более: для переднего присоединения для заднего присоединения	81×152×181 66×152×181
Масса, кг, не более	1,1

Фильтр-реле тока обратной последовательности типа РТФ-7. Предназначено для защиты генераторов и трансформаторов при несимметричных коротких замыканиях и перегрузках токами обратной последовательности; уставки на срабатывании 0,2...0,4 номинального тока.

Реле тока нулевой последовательности РТЗ-5С. Предназначено для использования совместно трансформаторами тока нулевой последовательности в качестве органа, реагирующего на ток нулевой последовательности в схемах защит от замыкания на землю генераторов, двигателей и линий с малыми токами замыканий на землю.

Имеются три диапазона плавно регулируемых уставок тока срабатывания: 0,01...0,02 А; 0,015...0,03 А; 0,03...0,06 А.

Коэффициент возврата — 0,9.

Реле тока с повышенной чувствительностью РТЗ-51. Предназначено для использования совместно с трансформаторами тока нулевой последовательности ТТНП в качестве органа, реагирующего на ток нулевой последовательности в схемах защиты при замыканиях на землю генераторов, двигателей и линий с малыми токами замыкания на землю. Питание цепей оперативного тока реле осуществляется от источника постоянного тока напряжением 220 В или от источника переменного тока напряжением 110 В; предусмотрена возможность подключения к источнику постоянного напряжения 110 В. Реле выполнено на интегральных микросхемах КР140УД708.

Технические характеристики реле РТЗ-51

Номинальный ток — 0,1 А.

Номинальное переменное напряжение питания — 100 В, постоянное — 220 В.

Номинальная частота — 50; 60 Гц.

Пределы регулирования тока срабатывания — 0,02...0,12 А.

Время срабатывания при двукратном токе срабатывания — не более 0,06 с.

Реле выдерживает в течение 1 с ток 60 А. Реле имеет замыкаемый контакт, который способен коммутировать электрические цепи: напряжением 250 В при токе 2,5 А в цепи переменного тока с коэффициентом мощности не менее 0,4 мощностью 250 В·А; в цепи постоянного тока с постоянной времени не более 0,02 с — 30 Вт.

Мощность, потребляемая на входе на минимальной уставке, не более 0,01 В·А. Мощность, потребляемая в цепи питания при минимальном напряжении, не более: на переменном токе в длительном режиме 6,5 В·А, на переменном токе в режиме срабатывания 7,5 В·А на постоянном токе 10 Вт.

Максимальные габариты — 152×66×194 мм.

Масса реле — не более 1,3 кг.

Реле тока обратной последовательности РТФ-6М.

Предназначено для защиты мощных синхронных генераторов с форсированным охлаждением обмоток от повреждений при перегрузках токами обратной последовательности, вызванными несимметричной нагрузкой, несимметричными короткими замыканиями или несанкционированными режимами работы системы.

Реле образует четырехступенчатую максимальную токовую защиту обратной последовательности с действием первых двух ступеней на сигнал, а последующих двух — на отключение.

Номинальный вторичный ток генератор может быть в пределах 0,7...1,0 номинального ток реле [1].

Дифференциальные реле ДЗТ-11 с магнитным торможением. Предназначены для дифференциальной защиты одной фазы силовых трансформаторов.

МДС срабатывания — 100 А.

Мощность отключения контактов — 60 Вт.

10.8. Реле мощности [1]

Реле активной мощности РБМ-275. Предназначено для контроля активной мощности одной фазы сети переменного тока.

Реле имеет два диапазона регулируемых уставок мощности срабатывания: 10...500 и 2...100 Вт.

Коэффициент возврата 0,85.

Время срабатывания 0,12 с.

Реле реактивной мощности РБМ-276. Предназначено для контроля реактивной мощности одной фазы сети переменного тока.

Диапазон регулирования мощности срабатывания у реле с номинальным током 1 А от 1,2 до 100 В·А, у реле с номинальным током 5 А — от 6 до 500 В·А.

Реле мощности обратной последовательности РМОП-2. Предназначено для защиты многообмоточных трансформаторов, автотрансформаторов и линий электропередачи при несимметричных коротких замыканиях.

В состав реле входят: два промежуточных трансформатора тока, активно-емкостные фильтры тока и напряжения обратной последовательности, индукционный элемент направления мощности и пусковые реле тока обратной последовательности.

Ток небаланса при симметричном токе прямой последовательности, равном трехкратному номинальному, не превышает 1,7 мА.

Напряжение небаланса при симметричном напряжении прямой последовательности 100 В не превышает 2,6 В.

Уставки тока срабатывания пускового реле 0,2...0,8 номинального тока.

Коэффициент возврата пускового реле — 0,8, реле направления мощности — 0,5.

Реле направления мощности РМБ-170/270. Работа реле основана на индукционном принципе (система с дисковым ротором).

Номинальное переменное напряжение — 100 В (50 Гц).

Мощность срабатывания — 0,2...0,4 В·А.

Номинальный ток — 1 или 5 А.

Коэффициент возврата — 0,6.

Время действия реле при трехкратной мощности срабатывания — 0,04 с.

Обеспечивает правильный выбор направления мощности при токе 20-кратном номинального и напряжении 15 В, при токе 0,2 номинального и напряжении 100 В.

Реле отстройки от апериодической составляющей РТН-560. Основано на применении насыщающихся трансформаторов и предназначено для дифференциальной защиты силовых трансформаторов, генераторов и шин.

Магнитодвижущая сила срабатывания — 100 А.

Время срабатывания при трехкратном токе срабатывания — 40 мс.

Реле выдерживает 5000 срабатываний, из них 500 срабатываний с нагруженными контактами.

Реле перегрузки ИМ-145. Предназначено для защиты генераторов тока от перегрузки при отключении параллельно работающего генератора. Построено на индукционном принципе (с бегущим магнитным полем). Имеет зависимую от мощности выдержку времени. Предусмотрена возможность изменения уставки на мощность срабатывания и на выдержку времени срабатывания.

Кроме перечисленных на базе различных микросхем разработаны реле направления мощности типов РМ11 и РМ12; реле разности частот типа РГР11, применяемые в схемах автоматики при синхронизации генераторов, включаемых на параллельную работу и др.

10.9. Фотореле

Фотореле типа ФР-7 предназначено для автоматического включения и отключения по установленной освещенности уличного освещения или мест общего пользования, индивидуальных рабочих мест, а также для применения в качестве комплектующего изделия в устройствах промышленной автоматики.

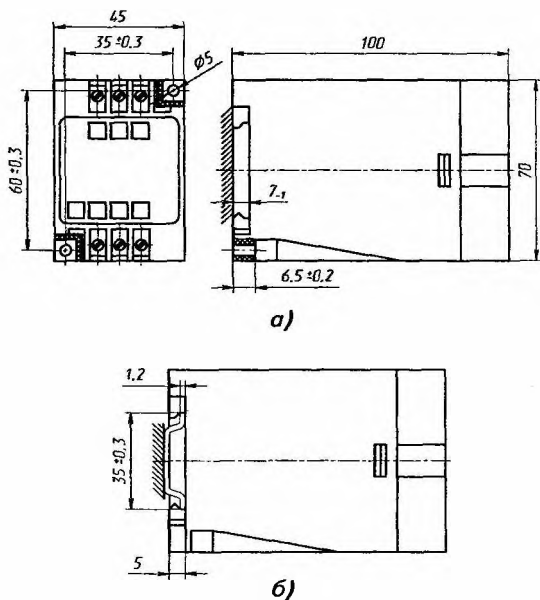


Рис. 10.35. Габаритные и установочные размеры фотореле ФР

Фотореле типа ФР-7М предназначено для автоматического включения и отключения по установленной освещенности уличного освещения или мест общего пользования, индивидуальных рабочих мест, а также для применения в качестве комплектующего изделия в устройствах промышленной автоматики.

Фотореле размещено в пластмассовом корпусе. Корпус состоит из основания с контактными зажимами и крышки. Схема изделия собрана на печатной плате. Резистор регулировки порога срабатывания фотореле смонтирован на лицевой панели.

Таблица 10.76

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОРЕЛЕ ФР-7

Тип реле	Диапазон срабатывания, лк	Напряжение питания, В, частотой 50 Гц	Коммутируемый ток, А	Количество и род контактов	Коммутируемое напряжение, В
ФР-7	3...250	220	0,01...5,0	2з	12...220
ФР-7М	3...250	220	0,01...5,0	2з	12...220

Таблица 10.77

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОРЕЛЕ ФР-7

Номинальное напряжение, В	220
Допустимые колебания напряжения питающей сети, %	-15...+10
Номинальная частота питающей сети, Гц	50±1
Напряжение коммутируемой цепи, В, переменного тока частотой 50 Гц постоянного тока	12...220 12...30
Коммутируемый ток, А	0,01...5,0
Максимально допустимая коммутируемая мощность при активно-индуктивной нагрузке ($\cos\varphi \geq 0,4$), В·А, не более	450
Диапазон освещенности, при которой происходит срабатывание фотореле, лк	3...250
Потребляемая мощность, Вт, не более	5
Габаритные размеры, мм, не более	45×70×100
Масса, кг, не более	0,3

Условия эксплуатации

Климатическое исполнение УХЛ4.

Диапазон рабочих температур — +1...+40 °С.

Относительная влажность окружающего воздуха до 93% при температуре 25 °С.

Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных паров и электропроводящей пыли в количестве, влияющем на параметры реле.

Фотореле ФР-7М предназначено для монтажа на DIN-рейку, ФР-7 — на рейку и плоскость.

Таблица 10.78

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОРЕЛЕ ФР-7М

Номинальное напряжение, В	220
Допустимые колебания напряжения питающей сети, %	-15...+10
Номинальная частота питающей сети, Гц	50±1
Напряжение коммутируемой цепи, В, переменного тока частотой 50 Гц постоянного тока	12...220 12...30
Коммутируемый ток, А	0,01...5,0
Максимально допустимая коммутируемая мощность при активно-индуктивной нагрузке ($\cos\varphi \geq 0,4$), В·А, не более	450
Диапазон освещенности, при которой происходит срабатывание фотореле, лк	8...20
Потребляемая мощность, Вт, не более	5
Габаритные размеры, мм, не более	22,5×75×105
Масса, кг, не более	0,3

10.10. Блок реле сопротивления типа БРЭ 2801

Применяется в качестве пускового или дистанционного органа в различных схемах релейной защиты и автоматики. Может использоваться для защиты линий 110...220 кВ.

Блок выполнен на интегральных микросхемах в габаритах блока БУК-6 и содержит три реле сопротивления, каждое из которых включено на линейное напряжение и разность фазных токов.

Предусмотрена возможность переключения реле сопротивления блока с линейного напряжения на фазное и с разности фазных токов на фазный ток, компенсированный током нулевой последовательности. Максимальные габаритные размеры блока — 389×214×267 мм.

Основные технические параметры блока соответствуют ТУ 16-523.628-83.

Номинальный переменный ток — 1,5 А.

Номинальное напряжение переменного тока — 100 В.

Номинальная частота — 50; 60 Гц.

Номинальное напряжение оперативного постоянного тока — 220; 110 В.

Минимальные уставки по сопротивлению срабатывания, регулируемые в цепях тока — 1,25; 2,5; 5; 20 Ом/фазу.

Исполнение по сопротивлению срабатывания: для типа А — 5 (или 1) Ом; для типа Б — 20 (или 4) Ом.

Коммутационная способность контактов выходных реле блока в цепях постоянного тока не менее 30 Вт.

10.11. Реле тепловые

Реле электротепловые токовые РТЛ-1000 и РТЛ-2000 (рис. 10.36) предназначены для защиты трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором от перегрузок недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при выпадении одной из фаз.

Применяются в схемах управления электроприводами в цепях переменного напряжения до 660 В частоты 50 или 60 Гц, в цепях постоянного напряжения до 440 В. Реле пригодны для работы в системах управления с применением микропроцессорной техники.

Реле типов РТЛ-1000 и РТЛ-2000 могут крепиться непосредственно к пускателям серии ПМЛ или устанавливаться индивидуально с помощью клеммников КРЛ-104 (реле типа РТЛ-1000) и КРЛ-204 (реле типа РТЛ-2000).

Основные характеристики электротепловых реле РТЛ приведены в табл. 10.79.



Рис. 10.36. Реле электротепловые токовые РТЛ

Таблица 10.79

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВЫХ РЕЛЕ РТЛ

Тип реле	Диапазон регулирования номинального тока несрабатывания, А	Мощность, потребляемая одним полюсом реле
Номинальный ток 25 А		
РТЛ-1001	0,10...0,17	2,05
РТЛ-1002	0,16...0,26	2,03
РТЛ-1003	0,24...0,40	1,97
РТЛ-1004	0,38...0,65	1,99
РТЛ-1005	0,61...1,00	1,80
РТЛ-1006	0,95...1,60	1,8
РТЛ-1007	1,50...2,60	1,8
РТЛ-1008	2,4...4,0	1,87
РТЛ-1010	3,8...6,0	1,84
РТЛ-1012	5,5...8,0	1,68
РТЛ-1014	7,0...10,0	1,75
РТЛ-1016	9,5...14,0	2,5
РТЛ-1021	13...19	2,75
РТЛ-1022	18...25	2,80
Номинальный ток 80 А		
РТЛ-2053	23...32	2,43
РТЛ-2055	30...41	3,03
РТЛ-2057	38...52	3,30
РТЛ-2059	47...64	3,69
РТЛ-2061	54...74	4,38
РТЛ-2063	63...86	5,62

Время срабатывания реле при трехполюсной работе и нагреве с холодного состояния 6-кратным номинальным током несрабатывания при любом положении регулятора уставки и температуре окружающего воздуха 20 °С находится в пределах 4,5...9 с для реле РТЛ-1000 и 4,5...12 с для реле РТЛ-2000.

Реле обеспечивают ускоренное срабатывание при обрыве фазы. Номинальный ток контактов — 10 А. Реле имеют: три полюса; температурный компенсатор; регулятор тока несрабатывания; 1 замыкающий и 1 размыкающий контакты; ручной возврат; переднее присоединение внешних проводников; несменные нагревательные элементы.

10.12. Реле температурные

Реле температурное ТРМ11 (рис. 10.37) предназначено для применения в устройствах контроля температуры неагрессивной жидкой среды и коммутации цепей постоянного или газовой среды и переменного тока частоты 50 и 60 Гц с номинальным напряжением 220 В.

Таблица 10.80

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЛЕ ТРМ-11

Погрешность срабатывания, °С	±4
Дифференциал, °С	2...10
Количество и род контактов	1р; 1з; 1р + 1з
Номинальное напряжение коммутируемой цепи, В: постоянное переменное частоты 50 и 60 Гц	220 220
Максимальная сила тока, коммутируемого контактами, А	2
Минимальная сила тока, коммутируемого контактами, А	0,1
Диапазон температур срабатывания (шаг 5 °С)	25...200
Габариты, мм	68×31,5×35
Масса, кг	0,065

Реле температурное ТР-1А (рис. 10.38) предназначено для применения в устройствах температурного контроля неагрессивной газовой среды и коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока.



Рис. 10.37. Температурное реле ТРМ



Рис. 10.38. Реле ТР-1А

Реле применяются в схемах автоматики как комплектующие изделия. Реле выполнено на современной элементной базе с применением *аналогового температурного датчика*.

Весь диапазон измеряемых температур разбит на 6 поддиапазонов: 0...20, 20...40, 40...60, 60...80, 80...100, 100...120 °C.

Внутри каждого поддиапазона возможна точная установка требуемой температуры срабатывания реле в пределах 20 °C.

Условия эксплуатации

Районы с умеренным климатом — исполнение УХЛ.

Закрытые производственные помещения с искусственно регулируемыми климатическими условиями — категория размещения 4.

Диапазон рабочих температур — +1...+45 °C.

Воздействие вибраций с ускорением до 1g с частотой до 100 Гц, до 2g с частотой до 60 Гц.

Воздействие по сети питания импульсных помех, не превышающих двойную величину напряжения питания и длительностью не более 10 мкс.

Степень защиты реле IP40, выводных зажимов — IP20.

Реле предназначены для монтажа на DIN-рейку либо на плоскость.

Таблица 10.81

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЕЛЕ ТР-1А

Диапазон контролируемых температур, °C	0...120
Погрешность установки, °C	1
Средняя основная погрешность, °C	2
Гистерезис, °C: не менее не более	2 5
Погрешность от изменения температуры на 1 °C, %	0,5
Напряжения питания, В	220 (–10 + 15)%, 50/60 Гц
Масса, кг	0,25
Потребляемая мощность, Вт, не более	1

Конструктивно термореле размещено в пластмассовом корпусе.

На лицевой панели находятся переключатель диапазонов температуры, резистор точной установки температуры срабатывания термореле и индикатор включения (светодиод), который загорается при срабатывании исполнительного реле.

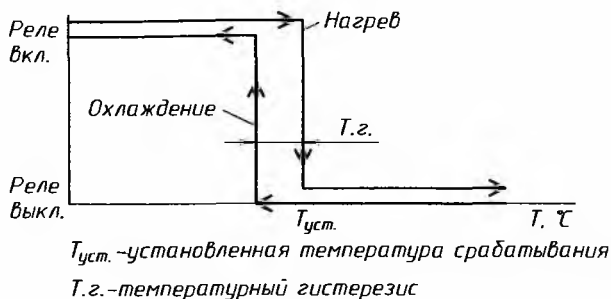


Рис. 10.39. График работы термореле TP-1A

Работа реле определяется его температурным графиком (рис. 10.39). Приведем пояснения к графику работы термореле. Если температура в контролируемой точке ниже установленной (с помощью переключателя и потенциометра на передней панели) температуры срабатывания, реле включится (замкнутся контакты исполнительного реле).

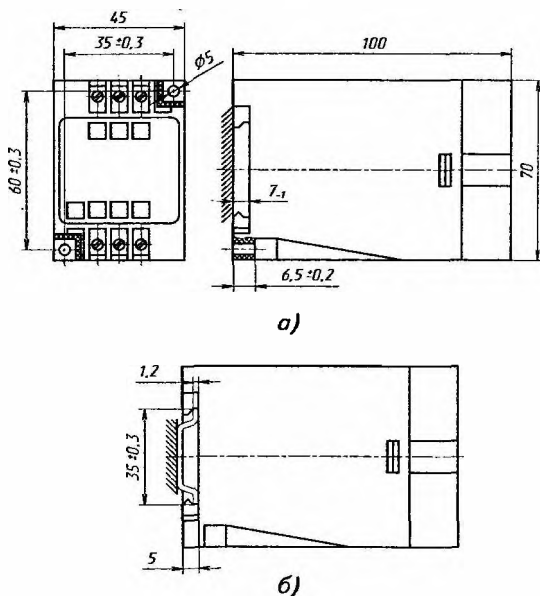


Рис. 10.40. Габаритные, установочные и присоединительные размеры реле TP-1A:

а — крепление двумя винтами M4; б — крепление на DIN-рейку

Во время нагрева выключение реле произойдет при температуре $T_{уст}$. Дальнейшее увеличение температуры не изменит состояния реле (постоянно выключено). При охлаждении реле включится, когда температура опустится до $T_{уст}-T_r$. Дальнейшее уменьшение температуры также не изменит состояния реле (постоянно включено).

Подготовка к эксплуатации и настройка термореле TP-1A

Термореле TP-1A относится к числу новейших разработок фирмы «Реле и автоматика». По этой причине приведем порядок включения, настройки и эксплуатации реле.

1. Проверить подключение согласно одной из схем (рис. 10.41 или 10.42). Расположить датчик в контролируемой зоне.
2. Включить питание термореле.
3. С помощью переключателя на лицевой панели установить требуемый диапазон температур.
4. Потенциометром на лицевой панели установить точную температуру срабатывания в пределах диапазона. Если температура в районе расположения датчика меньше установленной, сработает исполнительное реле (контролируется по зажиганию светодиода).

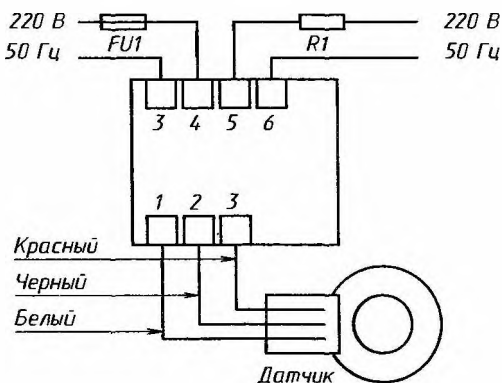


Рис. 10.41. Рекомендуемая схема включения термореле TP-1A при мощности нагрузки до 500 Вт:

TP-1A — термореле; FU1 — предохранитель;

R — нагреватель или установка охлаждения

Примечание. Допускается замена цвета одного из проводов датчика.

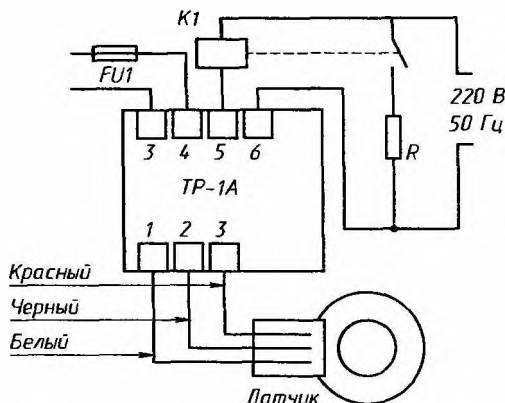


Рис. 10.42. Рекомендуемая схема включения термореле TP-1A при мощности нагрузки более 500 Вт:

TP-1A — термореле; FU1 — предохранитель;

R — нагреватель или установка охлаждения; K1 — магнитный пускатель

Примечание. Допускается замена цвета одного из проводов датчика.

5. Реле готово к работе. При достижении установленной температуры (или выше установленной) исполнительное реле отключится (светодиод погаснет).
6. При необходимости проверить температуру срабатывания реле с помощью термометра.

Пример. Требуется поддерживать температуру 56 °С. Переключатель диапазонов устанавливают в положение 40–60. Потенциометр — в положение 16, температура срабатывания будет равна $40 + 16 = 56$ °С.

Если контролируемая температура ниже установленной, то при подаче питания реле включится и будет находиться во включенном состоянии до достижения требуемой температуры, после чего выключится. Повторное включение реле при охлаждении произойдет при температуре

$$T_{уст} - T_r = 56 - 2 = 54 \text{ °С.}$$

10.13. Реле сигнальные

Сигнальные реле предназначены для сигнализации о состоянии того или иного электрооборудования. Различают импульсные и аналоговые реле, счетно-шаговые и счетно-импульсные и др.

Сведения о параметрах некоторых типов сигнальных реле представлены в табл. 10.82 [1].

Таблица 10.82

ПАРАМЕТРЫ НЕКОТОРЫХ СИГНАЛЬНЫХ РЕЛЕ

Наименование	Тип реле	Номинальное напряжение или ток срабатывания	Число вспомогательных контактов
Реле импульсной сигнализации	РИС-33М	~220 В	1з + 1р
	РИС-32М-0,2	=18; =60; =220 В	
Реле сигнальные	РУ-21	=0,01–4 А (токовые); =12; =48; =220 В (напряжения)	2з
Сигнальные устройства	ЭС-41	=0,01–0,5 В	4
Блоки сигнальных реле	СЭ-2	=0,01–1,0 А	2з
Реле счетно-импульсное	Е-531	~220 и ~380 В	1з + 1р
Реле счетно-шаговое	Е-526	~127; ~220 и ~380 В	29 положений
	Е-511	~380 В	1з + 1р
Реле счета импульсов	РСИ-1	~320 В	1з + 1р
	РСИ-2	=220 В	—

Примечание. з — замыкающие контакты; р — размыкающие контакты.

10.14. Реле торможения противовключением



Рис. 10.43. Реле РКС-М

Реле торможения противовключением (реле контроля скорости) **типа РКС-М** (рис. 10.43) предназначено для применения в схемах автоматического торможения трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором мощностью не более 10 кВт методом противовключения.

Условия эксплуатации

Высота над уровнем моря до 2000 м.

Диапазон рабочих температур от –40 до +55 °С.

Окружающая среда — взрывобезопасная, не содержащая пыли в количестве, нарушающем работу реле, а также агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию. Рабочее положение — при горизонтальном расположении оси вала реле. Не допускается наклон вала реле более, чем на 5° .

Основные параметры реле РКС-М приведены в табл. 10.83.

Таблица 10.83

ПАРАМЕТРЫ РЕЛЕ РКС-М

Номинальный ток контактов, А	2,5
Номинальное напряжение переменного тока на контактах, В	500
Частота, Гц	50; 60
Частота вращения реле максимальная, об/мин	3000
Количество и род контактов	2 переключающих
Количество органов настройки, шт	2
Масса, кг	1,25

Реле состоит из основания и корпуса, внутри которых расположены статор, постоянный магнит и подвижная контактная система. Статор выполнен в виде короткозамкнутых обмоток типа «беличья клетка». Постоянный магнит расположен на валике, который соединяется с валом электродвигателя при помощи полумуфт соединительной и эластичной. Контактная часть реле расположена на лицевой стороне корпуса.

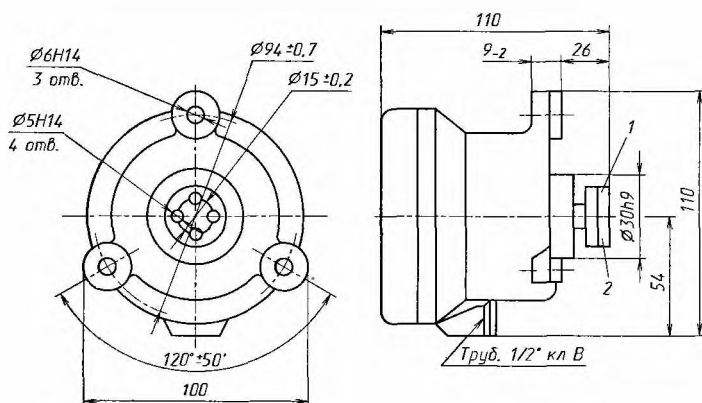


Рис. 10.44. Установочные и габаритные размеры реле РКС-М

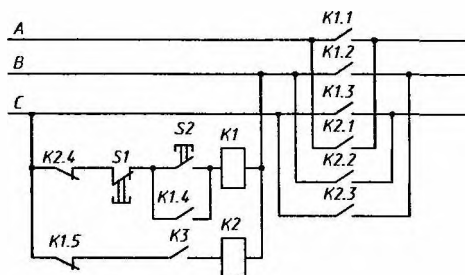


Рис. 10.45. Схема подключения реле для торможения нереверсивного электродвигателя:

$K1, K2$ — контакторы; $K3$ — контакт реле, замыкающийся при вращении электродвигателя; $S2$ — кнопка «Пуск»; $S1$ — кнопка «Стоп»

Поводок, переключающий контакты, закреплен на статоре неподвижно. В нерабочем положении реле поводок расположен симметрично относительно двух переключающих контактов.

Реле работает следующим образом. При вращении вала реле постоянный магнит, вращающийся корпус реле, наводит ЭДС в обмотках поворотного статора. В результате взаимодействия магнитных потоков вращающегося магнита и статора, последний поворачивается. Укрепленный на статоре поводок осуществляет размыкание и замыкание соответствующих контактов. Схемы включения реле для торможения приведены на рис. 10.45—10.46.

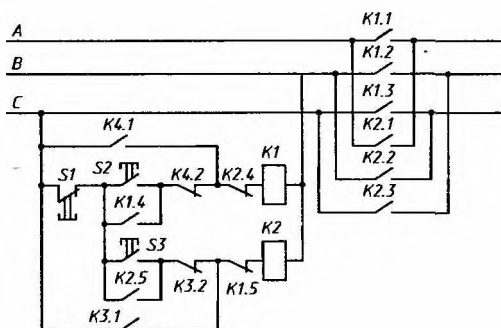


Рис. 10.46. Схема подключения реле для торможения реверсивного электродвигателя:

$K1, K2$ — контакторы; $K3$ — контакты реле, замыкающиеся и размыкающиеся при вращении электродвигателя вперед; $K4$ — контакты реле, замыкающиеся и размыкающиеся при вращении электродвигателя назад; $S2$ — кнопка «Пуск вперед»; $S3$ — кнопка «Пуск назад»; $S1$ — кнопка «Стоп»

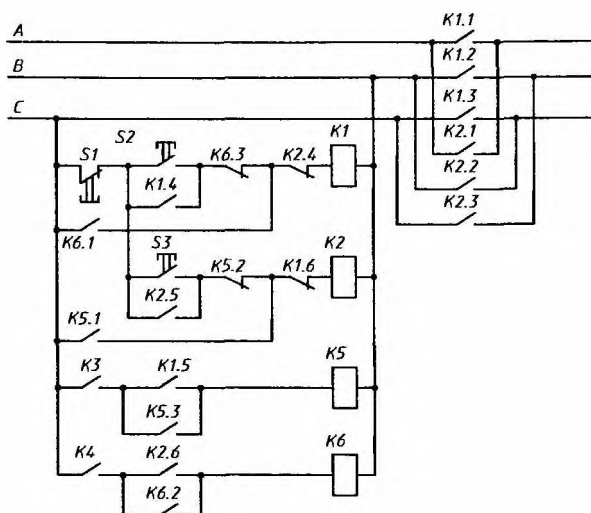


Рис. 10.47. Схема подключения реле для торможения реверсивного электродвигателя:

$K1, K2$ — контакторы; $K3$ — контакт реле, замыкающийся при вращении электродвигателя вперед; $K4$ — контакт реле, замыкающийся при вращении электродвигателя назад; $K5, K6$ — промежуточные реле; $S2$ — кнопка «Пуск вперед»; $S3$ — кнопка «Пуск назад»; $S1$ — кнопка «Стоп»

При нажатии кнопки «СТОП» выключается контактор прямого направления вращения электродвигателя и одновременно включается контактор противоположного направления вращения, в результате чего происходит торможение противовключением.

Снижение скорости вращения вала уменьшает силу магнитного взаимодействия магнита и статора реле, контактные пружины возвращают поворотный статор в начальное положение и торможение прекращается, после чего реле снова готово к работе.

Схемы, приведенные на рис. 10.46–10.47, применяются для малой скорости вращения при торможении.

В случае, если в процессе работы машины возможен поворот вала реле «от руки», рекомендуются схема, приведенная на рис. 10.47. В эти схемы включены промежуточные реле, которые предотвращают возможность включения контакторов при вращении рабочих органов машины «от руки», когда электродвигатель отключен.

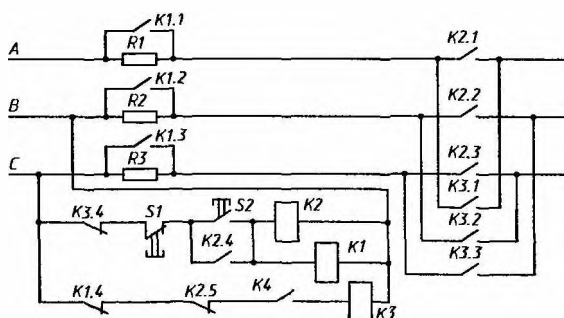


Рис. 10.48. Схема подключения реле для торможения
нереверсивного электродвигателя с большой скоростью торможения:
 $K1, K2, K3$ — контакторы; $K4$ — контакт реле, замыкающийся при враще-
нии электродвигателя; $S2$ — кнопка «Пуск»; $S1$ — кнопка «Стоп»

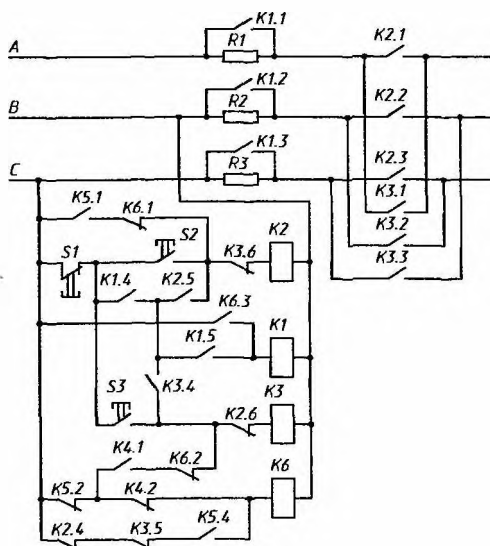


Рис. 10.49. Схема подключения реле для торможения
реверсивного электродвигателя с большой скоростью торможения:
 $K1, K2, K3$ — контакторы; $K4$ — контакты реле, замыкающиеся и размыка-
ющиеся при вращении электродвигателя вперед; $K5$ — контакты реле,
замыкающиеся и размыкающиеся при вращении электродвигателя назад;
 $K6$ — промежуточное реле; $S1$ — кнопка «Стоп»; $S2$ — кнопка «Пуск
вперед»; $S3$ — кнопка «Пуск назад»; R — резисторы в цепи статора
электродвигателя

Если скорость торможения велика, то следует применять схемы, приведенные на рис. 10.48—10.49. Резисторы в этих схемах предназначены для ограничения тока противовключения и снижения скорости торможения. Величину их сопротивлений, Ом/фаза, можно определить по формуле

$$R = (0,12 \div 0,2) \frac{U}{I},$$

где U — номинальное напряжение двигателя, В; I — ток статора электродвигателя, А.

10.15. Рекомендуемые замены реле, устройств защиты и блокировки

Ниже в порядке рекомендаций приводится таблица замен используемых устаревших аппаратов на более современные.

Таблица 10.84

ТАБЛИЦА РЕКОМЕНДУЕМЫХ ЗАМЕН РЕЛЕ,
УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ И БЛОКИРОВКИ

Используемые аппараты	Рекомендуемая замена
Реле времени ВЛ10	ВЛ-64-С, ВЛ-64, РСВ-15-1
Реле времени ВЛ23	ВЛ-56-С, ВЛ-56
Реле времени ВЛ27	ВЛ-56-С, ВЛ-56
Реле времени ВЛ34	ВЛ-56-С, ВЛ-56
Реле времени ВЛ40	ВЛ-65-С, ВЛ-78-С, ВЛ-65, ВЛ-78
Реле времени ВЛ41	ВЛ-65-С, ВЛ-78-С, ВЛ-65, ВЛ-78
Реле времени ВЛ42	ВЛ-65-С, ВЛ-78-С, ВЛ-65, ВЛ-78
Реле времени ВЛ43	ВЛ-64-С, ВЛ-64, РСВ-15-1
Реле времени ВЛ45	ВЛ-68-С, ВЛ-76-С, ВЛ-68, ВЛ-76
Реле времени ВЛ47	ВЛ-68-С, ВЛ-76-С, ВЛ-68, ВЛ-76
Реле времени ВЛ48	ВЛ-66-С, ВЛ-69-С, ВЛ-66, ВЛ-69
Реле времени ВЛ-73	ВЛ-73-С
Реле времени ВЛ-74	ВЛ-74-С
Реле времени ВЛ-75	ВЛ-75-С
Реле времени ВЛ-76	ВЛ-76-С
Реле времени ВЛ-77	ВЛ-77-С
Реле времени ВЛ-78	ВЛ-78-С
Реле времени ВЛ-81	ВЛ-56-С, ВЛ-56
Реле времени ВС10-31	ВС-43-31
Реле времени ВС10-32	ВС-43-32
Реле времени ВС10-33	ВС-43-32

Используемые аппараты	Рекомендуемая замена
Реле времени ВС10-34	BC-43-33
Реле времени ВС10-35	BC-43-33
Реле времени ВС10-36	BC-43-34
Реле времени ВС10-37	BC-43-34
Реле времени ВС10-38	BC-43-35
Реле времени ВС10-61	BC-43-61
Реле времени ВС10-62	BC-43-62
Реле времени ВС10-63	BC-43-62
Реле времени ВС10-64	BC-43-63
Реле времени ВС10-65	BC-43-63
Реле времени ВС10-66	BC-43-64
Реле времени ВС10-67	BC-43-64
Реле времени ВС10-68	BC-43-65
Реле времени РКВ11-33-111	РВП 72-3121
Реле времени РКВ11-33-112	РВП 72-3121
Реле времени РКВ11-43-111	РВП 72-3121
Реле времени РКВ11-43-112	РВП 72-3121
Реле времени РКВ11-33-121	РВП 72-3221
Реле времени РКВ11-33-122	РВП 72-3221
Реле времени РКВ11-43-121	РВП 72-3221
Реле времени РКВ11-43-122	РВП 72-3221
Реле времени РКВ11-33-211	РВП 72-3122
Реле времени РКВ11-33-212	РВП 72-3122
Реле времени РКВ11-43-211	РВП 72-3122
Реле времени РКВ11-43-212	РВП 72-3122
Реле времени РКВ11-33-221	РВП 72-3222
Реле времени РКВ11-33-222	РВП 72-3222
Реле времени РКВ11-43-221	РВП 72-3222
Реле времени РКВ11-43-222	РВП 72-3222
Реле времени РКВ11-33-331	РВП 72-3323
Реле времени РКВ11-33-332	РВП 72-3323
Реле времени РКВ11-43-331	РВП 72-3323
Реле времени РКВ11-43-332	РВП 72-3323
Реле времени РВМ-12, РВМ-13	РСВ-13-18
Реле времени РВТ-1200	BC-43-3, BC43-6
Реле времени ЭВ-122	РВ-128
Реле времени ЭВ-123	РВ-127
Реле времени РЭ-511	РЭВ-811
Реле времени РЭ-513	РЭВ-812
Реле времени РЭ-515	РЭВ-814
Реле времени РЭ-583	РЭВ-881

Используемые аппараты	Рекомендуемая замена
Реле времени РЭ-585	РЭВ-882
Реле промежуточное ПЭ-6	ПЭ-37
Реле промежуточное ПЭ-36	ПЭ-37
Реле промежуточное ПЭ-20	РПУ-2М 211
Реле промежуточное ПЭ-21	РПУ-2М 211
Реле промежуточное ПЭ-23	в завис. от парам.
Реле промежуточное ПЭ-27	РЭП-11
Реле промежуточное РПУ-0	РП-21 003
Реле промежуточное РПУ-1	РПУ-2М 211
Реле промежуточное РПУ-2 МЗ	РПУ-2М 211
Реле промежуточное МКУ-48	РПУ-2М 211
Реле промежуточное РП-221	РП-17-1
Реле промежуточное РП-222	РП-17-5
Реле промежуточное РП-223	РП-17-2
Реле промежуточное РП-224	РП-17-3
Реле промежуточное РП-225	РП-17-4
Реле промежуточное РП-232	РП-16-4
Реле промежуточное РП-233	РП-16-2
Реле промежуточное РП 351	РП 12
Реле промежуточное РП 352	РП 11
Реле промежуточное РПТ-100	ПЭ-37
Реле частоты РЧ-1, РЧ-2	РСГ-11
Реле повторного включения РПВ-58, РПВ-69Т	РПВ-01
Реле повторного включения РПВ-258	РПВ-02
Реле слабotoчное РА	РПУ-2М 211
Реле слабotoчное РА-4П	РПУ-2М 211
Реле слабotoчное РАД-4П	РПУ-2М 211
Реле мощности обратной послед. РМОП 1М	РМОП 2
Реле токовое дифференциальное РНТ-562	РНТ-565
Реле токовое дифференциальное РНТ-563	РНТ-566
Реле токовое дифференциальное РНТ-563/2	РНТ-566/2
Реле токовое дифференциальное РНТ-564	РНТ-567
Фильтр-реле напряжен обрат. послед. РНФ-1	РНФ-1М
Реле слабotoчное РСМ	РЭС-6
Реле напряжения РЭ510	РЭВ-820
Реле температурное ТР200	ТРМ-11-11
Реле токовое ТРН10	РТТ-111
Реле напряжения ЭН524	РН-53
Реле напряжения ЭН524/М	РН-51/М
Реле напряжения ЭН526	РН-53
Реле напряжения ЭН526/60-ДМ	РН-53/60Д

Используемые аппараты	Рекомендуемая замена
Реле напряжения ЭН528, ЭН529	РН-54
Реле напряжения РН-73	РСН-12
Реле напряжения РН-74	РСН-18
Реле контроля синхронизма ЭНЭ535	РН-55
Реле максимального тока ЭТ-521, ЭТ-522, ЭТ-523	РТ-40
Реле максимального тока ЭТ-521/Ф	РТ-40/Ф
Реле максимального тока ЭТ-521/1Д	РТ-40/1Д
Реле максимального тока ЭТ-521/Р	РТ-40/Р
Реле максимального тока РЭ-571	РЭВ-571
Реле максимального тока РЭ-572	РЭВ-572
Реле минимального тока РЭ-530	РЭВ-830
Фотореле ФР-1, ФР-2, ФР-75, ФР-94	ФР-7, ФР-7М
Реле контроля трехфазного напряжения ЕЛ-8	ЕЛ-12
Реле контроля трехфазного напряжения ЕЛ-10	ЕЛ-11
Путевой выключатель ВК200	ВП-16
Реле токовое дифф.с торможением ДЗТ-1	ДЗТ-11
Реле токовое дифф.с торможением ДЗТ-3	ДЗТ-13
Реле токовое дифф.с торможением ДЗТ-3/2	ДЗТ-13/2
Реле токовое дифф.с торможением ДЗТ-4	ДЗТ-14
Комплект защиты КЗ1	КЗ9/2
Комплект защиты КЗ2	КЗ12
Комплект защиты КЗ3	КЗ13
Комплект защиты КЗ4	КЗ14
Комплект защиты КЗ5	КЗ15
Комплект защиты КЗ31	КЗ35
Комплект защиты КЗ32	КЗ36
Комплект защиты КЗ33	КЗ37
Комплект защиты КЗ34	КЗ38
Устр. блокир. при неиспр. цепей напряж. КРБ11	КРБ13
Устройство блокировки при качаниях КРБ121	КРБ123
Устройство блокировки при качаниях КРБ122	КРБ124
Устройство блокировки при качаниях КРБ123	КРБ125
Устройство блокировки при качаниях КРБ124	КРБ126
Бесконтактный датчик БВК-201	БВК-261
Бесконтактный датчик БВК-202	БВК-262
Бесконтактный датчик БВК-203	БВК-263
Бесконтактный датчик БВК-204	БВК-264
Бесконтактный датчик БВК-322	БВК-422
Бесконтактный датчик БВК-323	БВК-423
Бесконтактный датчик БВК-324	БВК-424

11. Классификация электрических аппаратов высокого напряжения

К электрическим аппаратам высокого напряжения (ЭВН) относят аппараты, рассчитанные на длительную работу при номинальных напряжениях более 1000 В. Приведем общепринятую [1] классификацию этих аппаратов по функциональному признаку. В соответствии с ней ЭВН делятся на следующие виды:

- коммутационные аппараты;
- ограничивающие аппараты;
- компенсирующие аппараты;
- измерительные аппараты;
- комплектные распределительные устройства.

11.1. Коммутационные аппараты

К коммутационным аппаратам относят *выключатели, выключатели нагрузки, разъединители*. Они служат для коммутации цепей распределения энергии, вырабатываемой электростанциями, и для коммутации цепей схем электроснабжения потребителей.

Выключатели служат для коммутации (включений и отключений) в цепи токов, возможных в эксплуатации. Различают токи номинальные, короткого замыкания, емкостные токи длинных линий, конденсаторных батарей и др.

Характерной особенностью выключателей является отключение поврежденного участка в течение единиц полупериодов промышленной частоты сети. Выключатели должны осуществлять многократную коммутацию номинальных токов до 150 000 включений и отключений (ВО) и многократную коммутацию токов короткого замыкания (до 100 ВО).

Одной из наиболее сложных проблем при коммутации сильных токов является гашение дуги, возникающей между контактами. В соответствии с методами гашения дуги определяют типы выключателей.

Типы выключателей

Масляные выключатели. В этих ЭВН дугогасительное устройство заполнено трансформаторным маслом. Гашение электрической дуги осуществляется путем эффективного ее охлаждения потоками газа, возникающего при разложении масла дугой. В настоящее время наиболее широко распространены *маломасляные выключатели* на напряжение 10...20 кВ и 110...220 кВ.

Электромагнитные выключатели. В этих ЭАВН на электрическую дугу, возникающую в процессе отключения, действует магнитное поле, которое загоняет дугу в керамическую гасительную камеру. Охлаждение дуги в камере создает условия для ее гашения. Электромагнитные выключатели выпускаются на напряжение 6...10 кВ.

Воздушные выключатели. Гашение дуги ЭАВН этого типа осуществляется посредством потока сжатого воздуха. Номинальное напряжение выключателей до 1150 кВ.

Элегазовые выключатели. Гашение дуги в элегазовых ЭАВН производится либо потоком элегаза, либо путем подъема давления в камере за счет дуги, горящей в замкнутом объеме газа. Применяются на все классы напряжения. Наибольшее напряжение на один разрыв выключателя достигает 750 кВ.

Вакуумные выключатели. В этих ЭАВН контакты расходятся в вакууме. Одноразрывные аппараты применяются при напряжении до 35 кВ.

Выключатели нагрузки — это электрические аппараты, предназначенные в основном для включения и отключения нагрузочных токов цепей вплоть до номинальных токов (до 1000 А, 10 кВ). Эти аппараты не способны отключать токи КЗ, которые отключаются либо предохранителями, либо другими выключателями, включенными последовательно с выключателями нагрузки.

Разъединители применяются для коммутации элементов цепи при отсутствии тока. Это позволяет выводить оборудование для ревизии и ремонта (сначала ток отключается выключателем, потом цепь отсоединяется разъединителем). Разъединители могут отключать небольшой ток холостого хода трансформаторов и линий электропередачи.

11.2. Ограничивающие аппараты

В этому типу ЭАВН относятся *предохранители, реакторы, разрядники, нелинейные ограничители перенапряжений.*

Предохранители служат для защиты силовых трансформаторов, воздушных и кабельных линий, конденсаторов, электродвигателей и трансформаторов напряжения от недопустимых токов.

При наступлении недопустимой перегрузки или аварии сгорает плавкая вставка предохранителя и возникшая при этом дуга гаснет в дугогасительном устройстве.

Различают *токоограничивающие предохранители*, в которых процесс отключения оканчивается раньше, чем ток до-

стигнет максимального (установившегося) значения (номинальное напряжение до 35 кВ), и *выхлопные предохранители*, в которых дуга гаснет при переходе тока через нуль (номинальное напряжение до 110 кВ).

Токоограничивающие реакторы представляют собой практически чисто индуктивные сопротивления, включаемые последовательно с нагрузкой. В нормальном режиме падение напряжения на реакторе не более 10% номинального напряжения. Остальная часть напряжения приложена к нагрузке. При коротком замыкании у потребителя через реактор протекает соответствующий ток. Вследствие значительного сопротивления реактора ток ограничивается до значения, не опасного для кабеля, и может быть отключен выключателем небольшой мощности. Благодаря реактору напряжение на сборных шинах близко к номинальному значению. Все потребители при этом работают при номинальном напряжении, кроме потребителя, у которого произошло короткое замыкание.

Разрядники и ограничители перенапряжения служат для ограничения напряжения, появляющегося на шинах и аппаратах высокого напряжения при коммутационных и атмосферных перенапряжениях.

Трубчатый разрядник (ТР) служит для ограничения перенапряжений на линиях электропередачи и на подходах к подстанциям. ТР состоит из разрядного промежутка и устройства гашения сопровождающей дуги. ТР имеют крутую вольт-секундную характеристику, что делает их непригодными для защиты электрооборудования подстанций, имеющего пологую вольт-секундную характеристику.

Вентильный разрядник состоит из искрового промежутка и столба нелинейных резисторов (дисков). При появлении перенапряжений сначала пробивается искровой промежуток и по нелинейному резистору протекает ток. На изоляцию воздействует напряжение, появляющееся на нелинейном резисторе. Оно должно быть меньше электрической прочности защищаемого оборудования. Дуга сопровождающего тока гасится искровыми промежутками при переходе тока через нуль.

Ограничитель перенапряжений (ОПН) является резистором с высокой нелинейностью. Это устройство не имеет искровых промежутков и непосредственно присоединяется параллельно защищаемому объекту. При рабочем напряжении ток через ОПН составляет миллиамперы. При перенапряжениях токи достигают сотен и тысяч ампер. Кратность коммутационных перенапряжений не превышает 1,75; при грозовых перенапряжениях — 2,42.

11.3. Измерительные аппараты

К ним относятся *трансформаторы тока и напряжения, делители напряжения*. Для контроля состояния энергетических систем необходимо непрерывное измерение тока и напряжения. Эту функцию выполняют измерительные трансформаторы тока и напряжения.

Трансформаторы тока (ТТ) преобразуют измеряемый ток в ток стандартного значения 1...5 А и изолируют цепи измерений и релейной защиты от цепей высокого напряжения. Главное требование к ТТ — малые погрешности в нормальном режиме и при коротких замыканиях. Наиболее широко используются электромагнитные трансформаторы тока.

Существуют *оптоэлектронные трансформаторы тока*. Оптоэлектронный датчик тока, расположенный на высоком потенциале, выдает оптический сигнал, модулированный измеряемым током. По оптической линии связи сигнал передается на потенциал «земли», где расположен преобразователь светового сигнала в электрический. Выходной сигнал преобразователя подается на соответствующий усилитель.

Трансформаторы напряжения (ТН) преобразуют измеряемое напряжение в напряжение стандартного значения 100 или 100 В. Эти аппараты создают необходимую изоляцию между высоким потенциалом первичной обмотки и цепью вторичной обмотки, к которой присоединены измерительные приборы и защитные реле.

В настоящее время разработаны и широко применяются измерительные устройства тока и напряжения, основанные на использовании эффекта Холла.

11.4. Компенсирующие аппараты

Компенсирующие аппараты — это управляемые и неуправляемые шунтирующие реакторы. В сетях высокого и сверхвысокого напряжения широко используются реакторы, включенные между токоведущими элементами и землей (шунтирующие реакторы). Их назначение — компенсация зарядной мощности в режиме малых нагрузок. При номинальном токе они отключены; по мере уменьшения нагрузки они подключаются с помощью высоковольтных выключателей.

Более совершенными являются регулируемые шунтирующие реакторы. Индуктивность их меняется за счет изменения тока подмагничивания или угла открытия тиристоров. Такие реакторы позволяют получить глубокое ограничение перенапряжений.

11.5. Распределительные устройства

Совокупность электрических аппаратов, позволяющая распределять электрическую энергию и обеспечивать защиту от аварийных режимов, называется *распределительным устройством* (РУ). Различают *сборные РУ* и *комплектные распределительные устройства* (КРУ).

В первом случае для РУ строится специальное здание и все элементы РУ монтируются на стендах или перегородках здания. Это требует больших затрат, квалифицированного труда и времени.

Во втором случае все ячейки КРУ изготавливаются на заводе и собираются в готовое распределительное устройство. Монтаж на месте установки сводится к подключению сборных шин, отходящих кабелей и присоединению к источникам питания приводов выключателей и релейной защиты. Все это требует малых затрат времени.

Выпускаются КРУ, предназначенные для наружной установки (на открытом воздухе) — КРУН. Создаются также герметизируемые КРУ, заполненные элегазом — КРУЭ. Это позволяет значительно уменьшить габариты и повысить надежность изделия.

В КРУЭ могут использоваться как элегазовые, так и вакуумные выключатели. В последнем случае элегаз обеспечивает изоляцию между токоведущими элементами КРУЭ. В настоящее время выпускаются КРУЭ на номинальные напряжения 110 и 220 кВ и ведутся работы по созданию КРУЭ на напряжение вплоть до 1150 кВ.

Использование КРУ (особенно КРУЭ) дает возможность резко сократить площадь и объем РУ и ввести высокое напряжение в глубь городов и центров потребления электроэнергии. При этом удастся резко увеличить надежность работы энергосистем.

12. Масляные выключатели

Масляные выключатели предназначены для включения и отключения высоковольтных сетей под нагрузкой, а также при коротких замыканиях в сетях и электроприемниках. Разрыв цепи и гашение дуги в этих выключателях происходит в масле.

В обозначении выключателей первая буква В означает выключатель, вторая М — масляный, третья — тип исполнения выключателя, Э — экскаваторный, Г — горшковые исполнения полюсов, а также тип привода выключателя, ПЭ — привод электромагнитный встроенный, ПП — привод пружинный встроенный, М — маломасляный со встроенным ПП, Г — маломасляный генераторный, ВК — выкатного типа с внешними розеточными контактами и т. д.

В табл. 12.1. приведены некоторые типы масляных выключателей напряжений до 10 кВ и их параметры.

Маломасляные выключатели (рис. 12.1) для создания видимого разрыва цепи и удобства обслуживания обычно монтируются на выкатной тележке, на которой располагается также привод выключателя.

Выключатели имеют во внешней части втычные контактные элементы, которые ясно видны на рис. 12.1.

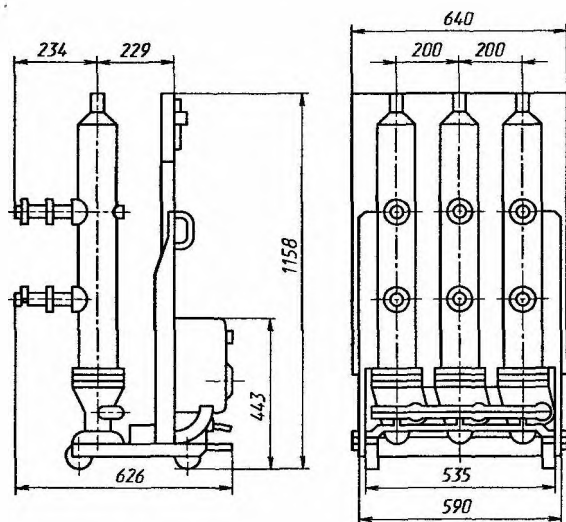


Рис. 12.1. Выключатель ВК-10

Таблица 12.1

МАСЛЯНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Тип выключателя	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	4-секундная термическая стойкость, кА	Предельный сквозной ток, кА	Собственное время включения с приводом, с	Время отключения, с	Масса, кг	Тип привода
ВМЭ-6-200-4 ВМЭ-6-200-1,5	6	200	4 1,25	4 1,25	—	—	—	ПМ-300, ПМ-113
ВМ-10-400/630-10	10	400; 630	10	10	0,2	0,085	105	—
ВМГ-10-630/1000-20	10	630 1000	20	20	0,3	—	140 145	ПЭ-11 ПП-67
ВМГП-10-630/1000-20	10	630 1000	20	20	0,3	—	140 145	ППВ-10
ВМПЭ-10-630/-1000/1600-31,5	10	630 1000 1600	20 31,5	20 31,5	0,3	0,12	225 335	Встроенный, электромагнитный
ВММ-10-400/630-10	10	400 630	10	10	0,2	0,12	94	Встроенный, пружинный
ВММ-10-400-10	10	400	10	10	0,2	0,12	93,5	Встроенный, пружинный
ВКЭ-10-31,5/630/1000/1600	10	630 1000 1600	31,5	31,5	0,3	0,09	134,5 144,5	—
ВК-10-630/1000/1600-20	10	630 1000 1600	20 31,5	20 31,5	0,075	0,07	150 180	Встроенный, пружинный
МГГ-10-3200-45 МГГ-10-4000-45 МГГ-10-5000-45	10	3200 4000 5000	45	45	0,4	0,15	1095; 1200	ПЭ-21; ПЭ-21А
МГГ-10-5000-63	10	5000	64	63	0,4	0,15		ПЭ-21; ПЭ-21А
ВМТ-110Б-20/1000	110	1000	До 40	40	0,08	0,05	2260	—
ВМТ-220Б-20/1000	110	1000	До 40	40	0,08	0,05	7140	—

13. Электромагнитные выключатели

Электромагнитные выключатели отключают цепи высокого напряжения путем размыкания их главными, а затем дугогасительными контактами, расположенными в дугогасящих камерах.

Магнитное дутье для перемещения дуги внутрь пакетов керамических пластин и последующего гашения осуществляется катушками магнитного дутья.

Технические данные электромагнитных выключателей приведены в табл. 13.1.

В обозначении аппарата (например, АВЭ-10-1600-31,5) содержатся: номинальное напряжение (10 кВ), номинальный ток (1600 А), отключаемый ток (31,5 кА).

Таблица 13.1

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Тип выключателя	4-секундная термическая стойкость, кА	Собственное время отключения выключателя с приводом, с, не более	Время отключения выключателя с приводом, с, не более	Собственное время включения выключателя с приводом, с, не более	Масса, кг
ВЭМ-6-2000/40-12,5	40	0,06	0,08	0,35	1000
ВЭМ-6-3200/40-12,5	40	0,06	0,08	0,35	1236
ВЭМ-10Э-1000/12,5	20 (5с)	0,05	—	0,4	610
ВЭМ-10Э-1250/12,5	20 (5с)	0,05	—	0,4	600
ВЭМ-10Э-1000/20	20	0,05	—	0,4	600
ВЭМ-10Э-1250/20	20	0,05	—	0,4	599
ВЭ-10-1250-20	20	0,06	0,075	0,075	522
ВЭ-10-1600-20	20	0,06	0,075	0,075	522
ВЭ-10-2500-20	20	0,06	0,075	0,075	533
ВЭ-10-3600-20	20	0,06	0,075	0,075	565
ВЭ-10-1250-31,5	31,5	0,06	0,075	0,075	563
ВЭ-10-1600-31,5	31,5	0,06	0,075	0,075	563
ВЭ-10-2500-31,5	31,5	0,06	0,075	0,075	574
ВЭ-10-3600-31,5	31,5	0,06	0,075	0,075	606

14. Воздушные выключатели

Важнейшей особенностью воздушных выключателей в сравнении с другими является гашение дуги посредством потока сжатого воздуха. Номинальное напряжение воздушных выключателей от 15 до 1150 кВ. Они подразделяются на *генераторные*, используемые для коммутации цепей генераторов на генерирующих станциях, и *сетевые* — для коммутации в электрических распределительных сетях высокого напряжения.

14.1. Выключатели воздушные генераторные

В табл. 14.1 приведены основные технические данные воздушных генераторных выключателей на напряжение от 15 до 24 кВ по каталогу ведущего отечественного предприятия «Электроаппарат».

Принятые сокращения: ВВОА — выключатель воздушный для выполнения коммутационных операций обратимых агрегатов ГАЭС (гидроаккумулирующих электростанций); ВВЧП — выключатель воздушный для выполнения коммутационных операций частотного преобразователя; КАГ — комплекс аппаратно-генераторный (каждый полюс включает в себя выключатель нагрузки, разъединитель, заземлитель и пять трансформаторов напряжения).

Таблица 14.1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ВОЗДУШНЫХ ГЕНЕРАТОРНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Наименование	Краткая техническая характеристика						Масса, кг
	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Номинальный ток отключения, кА	Частота или скорость восстанавливающегося напряжения, В/мкс		Номинальное избыточное давление, МПа	
				при 60% номинального тока отключения	при 100% номинального тока отключения		
ВВОА-15-140/12500УЗ	15	12500	140	50	70	2	9150
ВВЧП-15-20/1000 УЗ	15	1000	20		20	2	1600
ВВГ-20-160/12500 УЗ	20	12500	160	60	70	2	9300
ВВГ-20-160/20000 УЗ	20	20000	160	60	70	2	9750
ВВГ-20-160/8000 ТСЗ	20	8000	160	60	70	2	9300
ВВГ-20-160/12500 ТСЗ	20	11200	160	60	70	2	9750
Устройство комплектное КАГ-24-30/30000 УЗ	24	30000	30	—	—	2	16500

14.2. Воздушные выключатели сетевые

Воздушные сетевые выключатели подразделяют на:

- усиленные по скорости (частоте) восстанавливающегося напряжения (серия ВВУ);
- крупномодульные (серии ВВБ, ВВБК, ВВБМ, ВВБМ);
- сейсмостойкие (серии ВВС и ВВКС) и др.

Таблица 14.2

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ВОЗДУШНЫЕ СЕТЕВЫЕ УСИЛЕННЫЕ ПО СКОРОСТИ (ЧАСТОТЕ) ВОССТАНАВЛИВАЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ

Наименование	Краткая техническая характеристика				
	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Номинальный ток отключения, кА	Номинальное избыточное давление, МПа	Масса, кг
ВВУ-35А-40/2000 У1	35	2000	40	2	7200
ВВУ-35111-40/3150 У1	35	3150	40	2	7200
ВВУ-35Ш-40/2000 ХЛ1	35	2000	40	2	7200
ВВУ-110Б-40/2000У1	110	2000	40	2	13800

Таблица 14.3

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ВОЗДУШНЫЕ СЕТЕВЫЕ КРУПНОМОДУЛЬНЫЕ

Наименование	Краткая техническая характеристика						
	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Номинальный ток отключения, кА	Частота или скорость восстанавливающегося напряжения, В/мкс		Номинальное избыточное давление, МПа	Масса, кг
				при 60% номинального тока отключения	при 100% номинального тока отключения		
ВВБМ-110Б-31,5/2000 У1	110	2000	31,5	2400	1200	2	7200
ВВБМ-110Б-31,5/2000ХЛ1	110	2000	31,5	2400	1200	2	7200
ВВБК-110Б-50/3150У1	110	3150	50	3000	1500	4	8000
ВВБТ-110Б-31,5/1600Т1	110	1600	31,5	2400	1200	2	8000
ВВБК-220Б-56/3150У1	220	3150	56	3200	1600	4	18000
ВВБТ-220Б-31,5/1600Т1	220	1600	31,5	2400	1200	2	16250
ВВБК-220Б-56/3150 ХЛ1	220	3150	56	3200	1600	4	18000
ВВБ-500А-35,5/2000 У1	500	2000	35,5	3200	1600	2	55360
ВВБ-500А-35,5/2000 ХЛ1	500	2000	35,5	3200	1600	2	55360
ВВБК-500А-50/3150У1	500	3150	50	4200	2100	4	31500
ВВБК-500А-50/3150 ХЛ1	500	3150	50	4200	2100	4	31500

В табл. 14.2 приведены основные технические данные *воздушных сетевых усиленных выключателей* на напряжения 35 и 110 кВ.

В табл. 14.3 приведены основные технические данные *воздушных сетевых крупномодульных выключателей* на напряжения 110...500 кВ типа ВВБ и модификаций: ВВБК — выключатель воздушный крупномодульный с металлической гасительной камерой; ВВБМ — выключатель воздушный крупномодульный модернизированный; ВВБТ — выключатель воздушный крупномодульный в тропическом исполнении.

В табл. 14.4 приведены основные технические данные *воздушных сетевых сейсмостойких выключателей* серии ВВС и их модификаций — воздушных крупномодульных сейсмостойких выключателей с металлической гасительной камерой серии ВВКС.

К числу сетевых относятся также *элегазовые* выключатели. Особенностью их является гашение дуги в среде инертного газа. Технические данные элегазового выключателя ВГБ на 220 кВ приведены в той же таблице.

Таблица 14.4

ВОЗДУШНЫЕ СЕТЕВЫЕ
СЕЙСМОСТОЙКИЕ И ЭЛЕГАЗОВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Наименование	Краткая техническая характеристика						
	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Номинальный ток отключения, кА	Частота или скорость восстановления напряжения, В/мкс		Номинальное избыточное давление, МПа	Масса, кг
				при 60% номинального тока отключения	при 100% номинального тока отключения		
Воздушные сетевые сейсмостойкие выключатели							
ВВС-110Б-31,5/2000 У1	110	2000	31,5	2400	1200	2	7200
ВВС-110Б-31,5/2000 ХЛ1	110	2000	31,5	2400	1200	2	7200
ВВКС-110Б-50/3150У1	110	3150	50	3000	1500	4	8000
ВВС-220Б-40/2000 УХЛ1	220	2000	40	2800	1400	3,2	15515
ВВКС-220Б-56/3150У1	220	3150	56	3200	1600	4	18000
ВВС-220Б-40/2000 УХЛ1	220	2000	40	2800	1400	3,2	15515
ВВКС-220Б-56/3150 ХЛ1	220	3150	56	3200	1600	4	18000
Элегазовые выключатели							
ВГБ-220-40/2000 У1	220	2000	40	2800	1400	0,5	11000

15. Разъединители внутренней и наружной установки 10 кВ

Разъединители применяются для коммутации элементов цепи при отсутствии тока и создания видимого разрыва электрической цепи (рис. 15.1). Сначала ток отключается выключателем, потом цепь отсоединяется разъединителем.

Технические данные разъединителей внутренней установки до 10 кВ приведены в табл. 15.1; наружной — в табл. 15.2.

Таблица 15.1

РАЗЪЕДИНИТЕЛИ ВНУТРЕННЕЙ УСТАНОВКИ 6 И 10 кВ

Тип	Предельный сквозной ток короткого замыкания, кА		4-секундный ток термической стойкости, кА	Масса разъединителя или одного полюса (полюсное исполнение), кг
	амплитуда	действующий		
РВО-6/400	50	29	16	5,9
РВО-6/630	60	35	20	6,3
РВО-6/1000	120	71	40	12,5
РВ-6/400	50	29	16	24
РВ-6/630	60	35	20	27
РВ-6/1000	120	71	40	42
РВЗ-6/400	50	29	16	28
РВЗ-6/630	60	35	20	29
РВЗ-6/1000	81	47	40	46
РВФ-6/400	50	29	16	35
РВФ-6/630	60	35	20	38
РВФ-6/1000	81	47	40	67
РВО-10/400	50	29	16	5,9
РВО-10/630	60	35	20	6,3
РВО-10/1000	120	71	40	12,5
РВ-10/400	50	29	16	26
РВ-10/630	60	35	20	28
РВ-10/1000	120	71	40	44
РВЗ-10/400	50	29	16	30
РВЗ-10/630	60	35	20	32
РВЗ-10/1000	81	47	40	48
РВФ-10/400	50	29	16	41
РВФ-10/630	60	35	20	45
РВФ-10/1000	81	47	40	83
РЛВОМ-10/1000	81	47	40	16,19
РВР-III-10/2000	85	—	31,5	82
РВРЗ-III-10/2000	85	—	31,5	112

Таблица 15.2

РАЗЪЕДИНИТЕЛИ НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ 6 И 10 кВ

Тип разъединителя	Амплитуда предельного сквозного тока корот- кого замыкания, кА	Ток термической стойкости, кА		Масса, кг
		главных ножей (4 с)	заземляющих ножей (1 с)	
РЛН-6/200	15	5 (10 с)	—	12
РЛН-6/400	25	10 (10 с)	—	12
РЛН-10/200	15	5 (10 с)	—	20
РЛН-10/400	25	10 (10 с)	—	20
РЛН-10/600	35	14 (10 с)	—	20
РЛНД-10/400	25	10	10	61
РЛНД-10/630	80	—	—	—
РОН-10К/5000	180	31,5	31,5	105

Таблица 15.3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ
НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ 35...1150 кВ

Тип разъединителя	Амплитуда предельного сквозного тока корот- кого замыкания, кА	Ток термической стойкости, кА		Масса, кг
		главных ножей (4 с)	заземляющих ножей (1 с)	
РНД(3)-35/1000	63	25	25	81
РНД(3)-35/2000	80	31,5	31,5	178
РНД(3)-35/3200	125	50	50	240
РНД(3)-110/1000	80	31,5	31,5	225
РНД(3)-110/2000	100	40	40	380
РНД(3)-110/3200	125	50	50	451
РНД(3)-150/1000	100	40	40	42
РНД(3)-150/2000	100	40	40	500
РНД(3)-150/3200	112	45	45	505
РНД(3)-220/1000	100	40	40	775
РНД(3)-220/2000	100	40	40	866
РНД(3)-220/3200	125	50	50	900
РНД(3)-320/3200	160	63	63	3510
РНД(3)-500/3200	160	63	63	4250
РПД-500/3200	160	63	—	6100
РПД-750/3200	160	63	—	9370
РНВ(3)-750П/4000	—	63	—	8769
РНЗ-1150/4000	100	40	—	13370

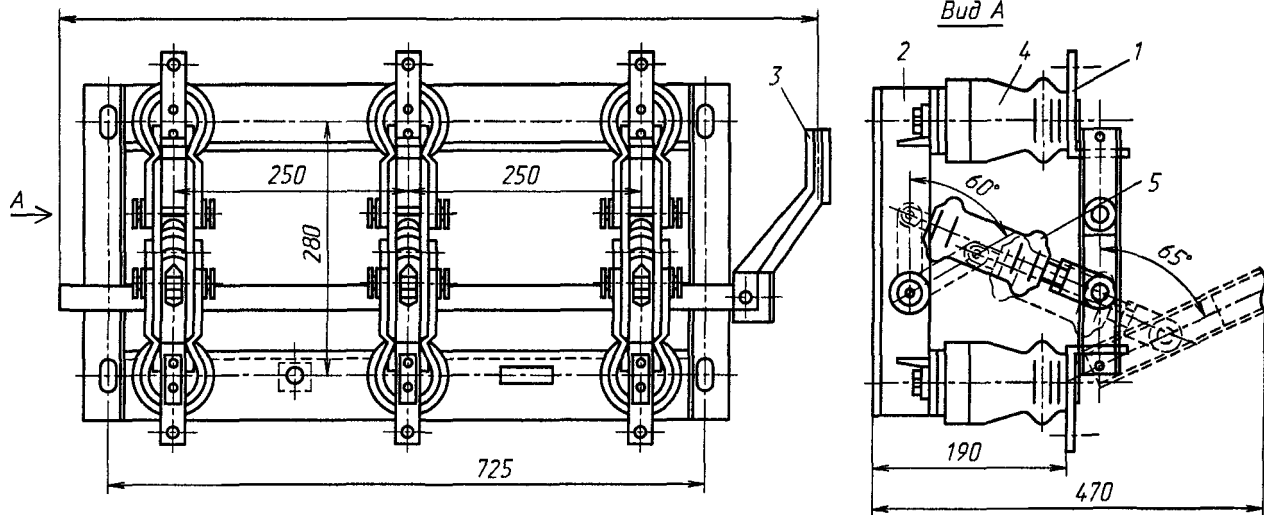


Рис. 15.1. Разъединитель трехполюсный
внутренней установки типа РВ

Разъединители могут отключать небольшой ток холостого хода трансформаторов и линий электропередачи. Это позволяет выводить оборудование для ревизии и ремонта.

Различают *разъединители внутренней и наружной установки*. *Разъединители внутренней установки* типа РВО, РВФ, РВЗ предназначены для отключения и создания видимого разрыва в сетях 6 кВ и более.

Входящие в обозначение буквы обозначают: Р — разъединитель, В — внутренней установки, О — однополюсный, Ф — фигурный токопровод, З — наличие ножей заземления, Л — наличие линейного контакта, Д — двухколонковая конструкция. Разъединители наружной установки выделяются буквой Н в обозначении.

Разъединители выпускаются на номинальные токи от 400 до 2000 А внутренней установки и от 200 до 5000 А наружной.

16. Предохранители высоковольтные

Предохранитель — устройство, которое путем разрушения одного или нескольких специально предназначенных элементов размыкает цепь, в которую оно включено, отключая ток, когда он превышает заданное значение в течение достаточного времени, предохранитель содержит все детали, которые образуют комплектное устройство. **Высоковольтные предохранители** выпускаются двух типов:

- 1) с кварцевым наполнителем на напряжения 3...35 кВ (серии ПКТ, ПКН и ПКЭ);
- 2) выхлопного типа серии ПВТ на напряжения 10...110 кВ.

16.1. Выбор предохранителей

При выборе предохранителей следует учитывать следующие основные соображения [1]:

1. Номинальное напряжение предохранителя должно быть не меньше номинального напряжения сети.
2. Номинальный ток предохранителя должен быть не меньше номинального тока установки.
3. Номинальный ток отключения должен быть не меньше периодической составляющей ожидаемого тока КЗ.
4. Предохранители, установленные в цепях двигателей, должны проверяться по пусковому току двигателя (не должны перегорать при нормальном пуске).
5. При включении нескольких предохранителей последовательно они должны проверяться на селективность (вначале сгорает предохранитель, ближайший к месту короткого замыкания).
6. Предохранитель, расположенный в первичной цепи силового трансформатора, должен выдерживать 10-кратный номинальный первичный ток в течение 0,1 с.
7. Времятоковая характеристика предохранителя должна идти ниже времятоковой характеристики нагрузки.

16.2. Предохранители с кварцевым наполнителем

Предохранители предназначены для защиты электрических цепей переменного тока (серии ПКТ) и трансформаторов напряжения (серии ПКН) на номинальное напряжение 3...35 кВ. Предохранители серий ПКЭ предназначены для защиты силовых электрических цепей переменного тока и трансформаторов напряжения на номинальное напряжение 6 кВ в комплектных распределительных устройствах экскаваторов и передвижных автоэлектростанций [1].

В условном обозначении предохранителя после обозначения серии первая цифра показывает номинальное напряжение U_n , кВ, вторая и третья — пределы значения номинального тока патрона предохранителя I_n , А, последняя цифра — номинальный ток отключения $I_{откл.}$, кА.

При отключении токов большой кратности по отношению к номинальному току плавкой вставки предохранитель работает с токоограничителем.

Основные технические данные предохранителей с кварцевым наполнением, их габаритные размеры и масса приведены в табл. 16.1.

Таблица 16.1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ С КВАРЦЕВЫМ НАПОЛНЕНИЕМ

Типоисполнение предохранителей	U_n , кВ	Пределы изменения I_n , А	$I_{откл.}$, кА	Размеры, мм			Масса, кг
				А	Н	В	
ПКТ101-3-2-31,5-40УЗ	3	2 31,5	40	185	100	77	3,4
ПКТ101-6-2-20-40УЗ	6	2 20	40	285	100	77	3,9
ПКТ101-10-2-20-31,5УЗ	10	2...20	31,5	385	120	82	4,9
ПКТ101-20-2-10-12,5УЗ	20	2 20	12,5	505	210	110	11,1
ПКТ101-35-10-3,2УЗ	35	10	3,2	620	372	110	17,4
ПКТ102-3-40-100-40УЗ	3	40...100	40	230	100	84	4,5
ПКТ102-6-31,5-50-31,5УЗ	6	31,5...50	31,5	330	—	—	—
ПКТ102-6-80-20УЗ	6	80	20	330	100	84	5,0
ПКТ102-10-50-12,5УЗ	10	50	12,5	430	120	84	6,3
ПКТ102-20-16-20-12,5УЗ	20	16 20	12,5	552	210	—	12,7
ПКТ102-35-10-20-8УЗ	35	10...20	20	665	372	110	19,0
ПКТ103-3-160-200-40УЗ	3	160 200	40	230	—	84	6,2
ПКТ 103-6-80-100-31,5УЗ	6	80.. 100	31,5	—	100	—	—
ПКТ103-6-160-20УЗ	6	160	20	330		84	7,3
ПКТ103-10-80-20УЗ	10	80	20	430	120	84	9,2
ПКТ103-20-31,5-50-12,5УЗ	20	31,5.. 50	12,5	552	210	110	16,0
ПКТ103-35-31,5-40-8УЗ	35	31,5 ..40	40	665	372	110	22,9
ПКТ104-3-315-400-40УЗ	3	315 400	40	248	—	184	10,2
ПКТ104-6-160-200-31,5УЗ	6	160. 200	31,5	—	100	—	—
ПКТ104-6-316-20УЗ	6	316	20	348	—	184	12,4
ПКТ104-10-160-20УЗ	10	160	20	448	120	184	15,5
ПКТ101-6-2-20-40У1	6	2 20	40	306	170	120	7,7
ПКТ101-10-2-20-20У1	10	2...20	20	406	170	120	8,1
ПКТ101-20-2-10-12,5У1	20	2...10	12,5	512	315	150	21,2

Типоисполнение предохранителей	$U_{\text{н}}$, кВ	Пределы изменения $I_{\text{н}}$, А	$I_{\text{откл}}$, кА	Размеры, мм			Масса, кг
				А	Н	В	
ПКЭ106-6-5-20-20У2	6	5...20	20	302	100	88	4,3
ПКЭ106-10-5-20-12,5У2	10	5...20	12,5	402	120	96	5,8
ПКЭ107-6-31,5-50-31,5У2	6	31,5...50	31,5	352	100	94	5,6
ПКЭ107-10-31,5-40-12,5У2	10	31,5...40	12,5	52	120	100	7,3
ПКЭ108-6-80-100-31,5У2	6	80...100	31,5	352	100	94	8,6
ПКЭ108-10-50-80-12,5У2	10	50...80	12,5	452	120	100	11,0
ПКН001-10У3	10	—	—	185	120	82	4,2
ПКН001-20У3	20	—	—	405	210	110	10,8
ПКН001-35У3	35	—	—	620	372	110	17,4
ПКН001-10У1	10	—	—	302	170	120	7,5
ПКН001-20У1	20	—	—	508	315	150	21,0
ПКН001-35У1	35	—	—	724	440	175	40,5

16.3. Предохранители выхлопного типа

Для наружной установки выпускаются предохранители выхлопного типа ПВТ. Их технические данные приведены в табл. 16.2.

Таблица 16.2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ ВЫХЛОПНОГО ТИПА ПВТ-104

Тип предохранителя	Номинальное напряжение, кВ	Номиналь- ный ток, А	Номинальный ток отключения, кА	Масса, кг
ПВТ104-10	10	До 100	5	23
ПВТ104-35	35	До 100	3,2	65,5
ПВТ104-110	110	До 50	2,5	804 (трех полюсов)

17. Разрядники и ограничители

17.1. Разрядники

Разрядник — устройство, содержащее два или несколько электродов, предназначенное для возбуждения электрического разряда в определенных условиях.

Трубчатые разрядники применяются для защиты линейной изоляции от атмосферных перенапряжений. Трубчатые разрядники выпускаются на номинальное напряжение от 3 до 110 кВ двух типов: *винипластовые* (серии РТВ) и *фибробакелитовые* (серии РТФ). Разрядники имеют два разрядных промежутка: внутренний и внешний.

Технические данные трубчатых разрядников серии РТВ и РТФ приведены в табл. 17.1.

Вентильные разрядники и ограничители перенапряжений служат для защиты от атмосферных и коммутационных перенапряжений.

Разрядники серии РВС (разрядник вентильный стационарный) служат для защиты от атмосферных перенапряжений. Технические данные разрядников (РВС) приведены в табл. 17.2.

Таблица 17.1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ТРУБЧАТЫХ РАЗРЯДНИКОВ СЕРИЙ РТВ И РТФ

Типоисполнение	Номинальное напряжение, кВ	Наибольшее допустимое напряжение (действующее значение), кВ	Ток отключения (действующее значение), кА		Размеры искровых промежутков, мм		Масса, кг
			Нижний	Верхний	внешнего	внутреннего	
Трубчатые разрядники винипластовые (серии РТВ)							
РТВ-10-0,5/2,5 У1	10*	12	0,5	2,5	15	60	2,35
РТ-10-2/10У1	10*	12	2,0	10,0	15	60	2,32
РТВ-20-2/10У1	20	24	2,0	10,0	40	100	2,55
РТВ-35-2/10У1	35	40,5	2,0	10,0	100	140	2,85
Трубчатые разрядники фибробакелитовые (серии РТФ)							
РТФ-3-0,3/5УХЛ1	3	3,6	0,3	5,0	10	75	1,38
РТФ-6-0,5/10УХЛ1	6	7,2	0,5	10,0	20	150	1,6
РТФ-10-0,2/1 УХЛ1	10	12	0,2	1,0	25	225	1,6
РТФ-10-0,5/5УХЛ1	10	12	0,5	5,0	25	150	1,6
РТФ-35-1/5 УХЛ1	35	40,5	0,5	2,5	130	250	2,34
РТФ-35-0,5/2,5УХЛ1	35	40,5	1,0	5,0	130	200	2,36
РТФ-35-2/10УХЛ1	35	40,5	2,0	10,0	130	220	3,96

* Могут применяться в сети 6 кВ при длине внешнего искрового промежутка 10 мм.

Для защиты от атмосферных и коммутационных перенапряжений подстанций и ЛЭП применяются вентильные комбинированные разрядники серий РВМК-330П и РВМК-500П с магнитным гашением дуги, с повышенным напряжением гашения.

Таблица 17.2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РАЗРЯДНИКОВ СЕРИИ РВС
НА НАПРЯЖЕНИЕ 13,8..220 кВ

Тип	Класс напряжения разрядника, кВ	Номинальное напряжение разрядника, кВ	Пробивное напряжение при частоте 50 Гц в сухом состоянии и под дождем (действующее значение), кВ		Импульсное напряжение при предразрядном времени от 8 до 20 мкс, кВ, не более	Остающееся напряжение, кВ, при импульсном токе длиной фронта волны 8 мкс и амплитудой, А		
			не менее	не более		3000	5000	10000
РВС-13,8Т1	13,8	17	34	42	61	51	55	60
РВС-15 РВС-15Т1	15	18	38	48	67	57	61	67
РВС-20 РВС-21	20	24	49	60,5	80	75	80	88
РВС-22Т1	22	20	40	50	70	60	65	73
РВС-33Т1	33	29	58	70	94	88	94	102
РВС-35	35	40,5	78	98	125	122	130	143
РВС-60 РВС-66Т1	60	65,9	134	169	215	207	221	243
РВС-66 РВС-66Т1	66	58	116	140	188	176	188	204
РВС-66	66	72	150	182	232	226	242	264
РВС-110М РВС-110МТ	110	102	200	250	285	315	335	367
РВС-132МТ1	132	119,7	232	267	376	378	404	444
РВС-150М1 РВС-150МТ1	150	138	208	250	375	435	465	510
РВС-220М РВС-220МТ1	220	198	400	500	530	630	670	734
РВС-230МТ1	230	204,5	400	500	530	630	679	734

17.2. Ограничители перенапряжения

Ограничители перенапряжения нелинейные с полимерной внешней изоляцией предназначены для защиты изоляции электрооборудования подстанций и сетей переменного тока напряжением 3...10 кВ от коммутационных и атмосферных перенапряжений.

Ограничители перенапряжения типа: ОПН-П1-ЗПУХЛ1, ОПН-П1-611УХЛ1 и ОПН-П1-1011УХЛ1 устанавливаются в сетях переменного тока частотой 50 Гц с изолированной нейтралью и включаются параллельно защищаемому объекту [7].

Ограничители перенапряжения могут эксплуатироваться в условиях открытого воздуха или внутри помещений при температуре окружающей среды от -60 до $+50$ °С. Высота установки над уровнем моря до 1000 м. Относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С до 100%. Конструктивно ограничители перенапряжения выполнены в виде блока последовательно соединенных оксидно-цинковых резисторов, заключенного в полимерную покрывку. Их данные приведены в табл. 17.3.

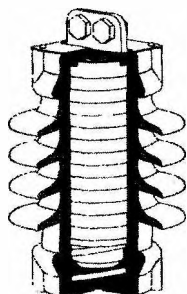


Рис. 17.1. Ограничитель перенапряжений серии ОПН

Таблица 17.3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Параметры	ОПН-П1-3	ОПН-П1-6	ОПН-П1-10
Класс напряжения сети действ., кВ	3	6	10
Напряжение на ограничителе, кВ, допустимое в течение времени			
20 мин	4,30	8,6	14,40
20 с	4,75	9,5	16,00
1 с	5,15	10,3	17,25
0,15 с	5,50	11,0	18,40
Номинальный разрядный ток, кА	10	10	10
Остающееся напряжение при волне импульсного тока 8/20 мкс, кВ, не более, с амплитудой тока			
500 А	8,8	17,6	29,5
5000 А	10,6	21,2	36,0
10000 А	11,3	22,5	38,0
Расчетный ток коммутационного перенапряжения на волне тока длительностью 30/60 мкс, А	400	400	400
Двадцатикратная (двадцать воздействий) токовая пропускная способность при прямоугольной волне тока длительностью 2000 мкс, А	400	400	400
волне импульсного тока длительностью 8/20 мкс, кА	10	10	10
Категория взрывобезопасности по ГОСТ 16357-83	C(10 кА)	C(10 кА)	C(10 кА)
Допустимое тяжение проводов в горизонтальном направлении, Н, не менее	300	300	300
Срок службы, лет	25	25	25

18. Трансформаторы измерительные тока и напряжения

18.1. Трансформаторы тока

Основные определения. Трансформаторы тока (ТТ) предназначены для измерения тока в установках высокого напряжения и изоляции измерительных приборов и устройств релейной защиты от высокого напряжения. Первичный ток проходит через первичную обмотку, вторичная обмотка подключается к измерительным приборам и реле либо замыкается накоротко. Первичная обмотка изолирована от вторичной в соответствии с классом изоляции аппарата (на полное напряжение).

Класс точности ТТ определяется *токовой, угловой и полной погрешностями*.

Угловая погрешность зависит от величины угла между векторами первичного и вторичного токов, измеряется в минутах или сантирадианах. В установившемся режиме используется токовая и угловая погрешности, в режиме короткого замыкания — полная погрешность, которую принимают равной отношению намагничивающего тока к первичному.

Первичный ток может быть больше номинального значения на 5...20%.

Вторичная нагрузка ТТ — это полное сопротивление вторичной цепи Z_2 в омах при данном коэффициенте мощности $\cos\varphi_2$. Номинальной считают такую нагрузку, которая при $\cos\varphi_2 = 0,8$ обеспечивает установленный для ТТ класс точности.

Предельные значения погрешности ТТ для различных классов точности приведены в табл. 18.1.

Ток термической стойкости наибольшее действующее значение тока короткого замыкания за промежуток времени t_k , которое трансформатор тока выдерживает в течение этого промежутка времени без нагрева токоведущих частей до температур, превышающих допустимые при токах короткого замыкания, и без повреждений, препятствующих его дальнейшей исправной работе.

Для ТТ на номинальное напряжение 330 кВ термическая стойкость оценивается током односекундной или двухсекундной стойкости или его отношением к номинальному току. Соответственно для ТТ на напряжения до 220 кВ включительно — током трехсекундной стойкости или его отношением к номинальному.

Таблица 18.1

**ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА
ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ ТОЧНОСТИ (ПО ГОСТ 7746-78)**

Класс точности	Первичный ток, % номинального	Предельное значение погрешности			Пределы вторичной нагрузки, % номинальной, при cosφ2 = 0,8
		токовой, %	угловой		
			мин	10 ² рад	
0,2	5	±0,75	±30	±0,9	25 100
	10	+0,50	+20	+0,6	
	20	±0,25	±15	±0 45	
	100 120	±0,20	±10	±0,3	
0,5	5	±1,5	±90	±2,7	25 100
	10	±1,0	±60	±1,0	
	20	±0,75	±45	±1,35	
	100 120	±0,5	±30	±0,9	
1	5	±3,0	±180	±5,4	25 100
	10	+2,0	+120	+3,6	
	20	±1,5	±90	±2,7	
	100 120	±1,0	±60	±1 8	
3 5 10	50 120	±3,0 ±5,0 ±10	Не нормируется		50 100

Ток электродинамической стойкости — наибольшее амплитудное значение тока короткого замыкания, которое ТТ выдерживает без повреждений, препятствующих его дальнейшей исправной работе. Электродинамическая стойкость может быть задана отношением амплитуды ударного тока короткого замыкания сети к амплитуде номинального тока. Термическая и электродинамическая стойкости должны обеспечиваться при замкнутой накоротко вторичной обмотке.

При выборе ТТ следует учитывать: номинальное напряжение сети, частоту, номинальный первичный ток, электродинамическую и электротермическую стойкости, класс точности.

Следует учитывать, что ТТ, предназначенные для защиты сетей и систем от коротких замыканий, должны иметь погрешность, обеспечивающую устойчивую работу релейной защиты.

Трансформаторы тока по конструктивному оформлению делятся на ТТ *внутренней установки*, работающие в закрытых распределительных устройствах, и КРУ и ТТ для *наружной установки*. В последнем случае они подвержены воздействию дождя, снега, загрязнению изоляции пылью из окружающего воздуха. ТТ наружной установки также подвержены дополнительным механическим воздействиям ветра и тяжения проводов, которыми они присоединяются к цепи.

Технические данные трансформаторов тока представлены в табл. 18.2–18.5.

ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ
НА НАПРЯЖЕНИЯ 35...110 кВ

Тип	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный первичный ток, А	Число вторичных обмоток	Номинальный вторичный ток, А	Номинальная вторичная нагрузка с cosφ = 0,8, В·А, для классов точности				Масса, кг	Отводы/основание/ высота, мм
					0,2	0,5	5Р	10Р		
ТФМ-35-П-У1	35	15; 30, 50, 100	3	5	—	30	20	20	170	470/380×395/1145
		200; 300; 400, 500; 600								680/380×395/1145
		750, 1000								960/380×395/1145
		1200; 1500								1060/380×395/1145
		2000							270	1140/380×395/1145
		3000								1350/380×395/1145
ТФМ-110-П-У1	110	100; 200, 300; 400; 600, 1200	4	1; 5	—	30	20	30	630	1295/620×620/1730
		750; 1500						40		
		500, 1000, 2000								
ТФМ-110-П-1-У1	110	100; 200, 300; 400; 600; 1200	5	5	—	30	20	30	630	1295/620×620/1730
		750; 1500						40		
ДТФ-35-П-У1*	35	2×100	3	2×2,5	20				170	470/380×395/1210

* Термическая и электродинамическая стойкости приведены в килоамперах.

Таблица 18.3

**ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА ГЕРМЕТИЧНЫЕ НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ
НА НАПРЯЖЕНИЯ 110...500 кВ**

Тип	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный первичный ток, А	Число вторичных обмоток	Номинальный вторичный ток, А	Номинальная вторичная нагрузка с $\cos\phi = 0,8$, В·А, для классов точности				Масса, кг	Крепление/высота, мм
					0,2(0,28)	0,5(0,5S)	5Р	10Р		
ТФМ-110-II-2У1 (ХЛ1, Т1)	110	2х(300; 400; 500; 600) 2х(750; 1000)	До 5	1; 5	30	30	20	30	440 480	350х350/2460 350х350/2650
ТФМ-110-II-3У1 (ХЛ1, Т1)	110	4х(300; 400; 500) 3000; 4000	До 5	1; 5	30	30	20	30	450	400х400/3950
ТФМ-220-II-1У1 (ХЛ1, Т1)	220	2х(300; 400; 500; 600; 750; 1000)	До 5	1; 5	30	30	30	40	880	500х500/3850
ТФМ-220-II-2У1 (ХЛ1, Т1)	220	4х(300; 400; 500) 3000; 4000	До 5	1; 5	30	30	30	40	850	520х520/3950
ТФМ-330-II-1У1 (ХЛ1, Т1)	330	2х(300; 400; 500; 600; 750; 1000)	До 5	1; 5	30	30	30	40	1150	500х500/4550
ТФМ-330-II-2У1 (ХЛ1, Т1)	330	4х(300; 400; 500) 3000; 4000	До 5	1; 5	30	30	30	40	1100	650х650/4725
ТФМ-500-II-1У1 (ХЛ1, Т1)	500	2х(500; 750; 1000)	До 5	1, 5	30	30	30	40	1900	600х600/5820
ТФМ-500-II-2У1 (ХЛ1, Т1)	500	4х(500; 750; 1000) 3000; 4000	До 5	1; 5	30	30	30	40	1500	600х600/5820

ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА ВНУТРЕННЕЙ УСТАНОВКИ НА НАПРЯЖЕНИЯ 35...1150 кВ

Тип трансформатора	Варианты исполнения	Номинальный первичный ток, А	Трехсекундная термическая стойкость или кратность	Номинальная вторичная нагрузка, В А		Номинальная предельная кратность защитной обмотки	Масса, кг
				измерительной обмотки	защитной обмотки		
ТВ-35	0,5; 1; 10Р	200; 300; 600; 1500; 2000; 3000	8...200	10...40	10...40	2...30	15.. 35
ТВТ-35	0,5; 1; 10Р	200;300; 600;1000; 3000; 4000	28	10 ..40	15...40	5 ..24	16...80
ТВ-110	0,5; 1; 10Р	200; 300; 600; 1000; 2000	20 ..125*	10...50	10...60	5...50	96...103
ТВТ-110	1; 10Р	300; 600; 1000; 2000	25	30...50	10...50	12...24	42...122
ТВТ-150	0,5; 1; 10Р	600; 1000; 2000	25	10...60	10...40	22	212...220
ТВ-220	0,5; 1; 10Р	600; 1000; 2000; 3000	63 ..250*	10...50	10 ..50	10...50	143...157
ТВТ-220	0,5; 1; 10Р	600; 1000; 2000; 4000	25	30...100	30...60	24	145...155
ТВТ-500	1; 10Р	200; 750; 1500; 2000	14...20	20...100	20.. 100	10...25	108...217
ТВТ-750	0,5; 1; 10Р	2000; 3000	14	20...100	20...100	10...20	100; 117
ТВТ-1150	1; 10Р	4000	15	40	40	10	237

* Термическая и электродинамическая стойкости приведены в килоамперах.

** ТТ, исполнение которых обозначено дробью (например 1/10Р), имеют один трансформатор класса 1 и второй класса 10Р

Таблица 18.5

ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА ВНУТРЕННЕЙ УСТАНОВКИ НА НАПРЯЖЕНИЯ СЕТИ 0,66...35 КВ

Тип трансформатора	Варианты исполнения	Номинальный первичный ток, А	Трехсекундная термическая стойкость или кратность	Электродинамическая стойкость или кратность	Номинальная вторичная нагрузка, В А		Номинальная предельная кратность защитной обмотки	Масса, кг
					измерительной обмотки	защитной обмотки		
ТЛМ-6	1/10Р 0,5/10Р	300; 400; 600; 800; 1000; 1500	33*	125*	10	15	20	27
ТОЛК-6	1; 10Р	50	40	340	30	30	5,5	11,3
		80	40	340	30	30		
		100; 150; 200	4,6*	26*	30	30		
		300; 400; 600	11*	—	—	—		
ТВЛМ-6	1; 10Р	10; 20; 30; 50; 75; 100	20	350	15	15	4,5	4,5
		150; 200; 300; 400	20	52*				
ТПЛ-10	10Р	30; 50; 75; 100; 150	45	250	10	15	13	10...19
	0,5/10Р	200		—				
	10/10Р	300	45	175				
	10/10Р	400	35	165				
ТПЛУ-10	10Р; 0,5/10Р; 10Р/10Р	30; 50; 75; 100	60	250	10	15	13	10.. 19
ТПОЛ-10	0,5/10Р	600; 800	32	81	10	15	19 .23	18
		1000	27	69			20	
		1500	18	45			25	

Тип трансформатора	Варианты исполнения	Номинальный первичный ток, А	Трехсекундная термическая стойкость или кратность	Электродинамическая стойкость или кратность	Номинальная вторичная нагрузка, В А		Номинальная предельная кратность защитной обмотки	Масса кг
					измерительной обмотки	защитной обмотки		
ТЛ-10	0,5/10Р	50, 100, 150 200, 400	50	51*	10	15	15	47
		600, 800	50	128*			17	
		1000	40,	128*			17	
		1500, 2000, 3000	40*	128*	20	30	15, 20, 15	
ТЛМ-10	0,5/10Р	50, 100, 150	50	350	10	15	15	27
		200	50	260				
		300, 400	18,4	100*				
		600, 800	23*	100*				
		1000, 1500	26*	100*				
ТОЛ-10	0 5/10Р, 10/10Р	50	50	350	10	15	10	25
		100, 150 200	50	52	10	15	10	25
		300, 400	18,4*	100*				
		600, 800	23*	100*				
		1000, 1500	36*	100*				
ТПЛК-10	0,5/10Р, 10Р/10Р	10,15,30, 60, 100	47	250	10	15	12	47
		150, 200, 300, 400		74,5*			17	
		600, 800		74,5*			20	
		1000, 1500		74,5*			20	

Продолжение табл. 18.5

Тип трансформатора	Варианты исполнения	Номинальный первичный ток, А	Трехсекундная термическая стойкость или кратность	Электродинамическая стойкость или кратность	Номинальная вторичная нагрузка, В А		Номинальная предельная кратность защитной обмотки	Масса, кг
					измерительной обмотки	защитной обмотки		
ТПОЛ-20	1/10P, 10P/10P, 0,5/10P 10P/10P	400	40	100*	20	15	13	43
		600		20		18		
		800, 1000		30, 50		24		
		1500		50		26		
ТПОЛ-35	1/10P 0,5/10P 10P/10P	400	40	100*	20	15	13	55
		600				20	18	
		800 1000				30, 50	24	
		1500	35			50	26	
ТЛЛ-35	0,1	5, 10 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 600, 800 1000, 1500, 2000, 3000	4	10	15	—	—	86
ТШЛ-0,66	0,5	2000, 3000	20, 14	—	—	—	—	—
		4000, 5000	12	—	15	—	8	9 14
ТНШЛ-0,66	0,5	800	25	20	20	7	7	—
		1000	25			10	10	
		1500, 2000	25	—		—	11	
		3000	75				11	
		4000, 5000	75				12	
		8000, 10000	75				2	

Тип трансформатора	Варианты исполнения	Номинальный первичный ток, А	Трехсекундная термическая стойкость или кратность	Электродинамическая стойкость или кратность	Номинальная вторичная нагрузка, В А		Номинальная предельная кратность защитной обмотки	Масса, кг
					измерительной обмотки	защитной обмотки		
ТНШ-0,66	0,5	300; 400	—	—	5	—	—	—
		600, 800, 1000; 1500	—	—	10	—	—	2,7
ТШМС-0,66	0,5, 10Р	2000; 3000; 4000	25	—	—	—	—	3,9...9
		5000; 6000; 8000	20	—	40	60	3	15
ТНШ-0,66	3	15 000; 25 000	2,5	—	50	—	2	52
ТШЛ-10	0,5/10Р/ 10Р/10Р	2000; 3000, 4000; 5000	35	—	20	30	25	49
ТШЛ-10	0,5/10Р	2000, 3000	42*	81'	20	30	—	26
ТШВ-15	0,2/10Р	6000; 8000	20	—	30	30	15	50...93
ТШЛО-20	10Р	400	19	200	—	20	15	23
ТШ-20	0,2; 10Р	8000; 10000; 12000	160'	—	30	30	9	41...49
ТШ-24	0,2, 10Р	20000	—	—	100	100	8	105
ТШВ-24	0,2; 10Р	24 000; 30 000	6	—	100	100	5; 6	106, 115
ТВГ-24	0,5/10Р/10Р/ 10Р/10Р	6000	—	—	30	30	6	—
		10000, 12000; 15000	—	—	30	40	4	—
ТВ-10	0,5	6000	40	—	20	—	3	14
ТВТ-10	0,5	5000; 6000, 12 000	28	—	30	—	10; 12; 24	15; 16; 78

* Термическая и электродинамическая стойкости приведены в килоамперах.

** ТТ, исполнение которых обозначено дробью (например 1/10Р), имеют один трансформатор класса 1 и второй класса 10Р

Расчетная скорость ветра принимается 30 м/с, расчетная сила тяжения — до 500 Н при напряжении до 35 кВ; до 1000 Н при напряжении 110...220 кВ и до 1500 Н при 330 кВ.

ТТ имеют буквенно-цифровое обозначение. Буквы характеризуют конструкцию ТТ, а цифры — величину номинального напряжения в киловольтах. Приведем обозначения основных видов ТТ и их смысл.

На рис. 18.1—18.8 приведены эскизы трансформаторов тока в соответствии с [1].

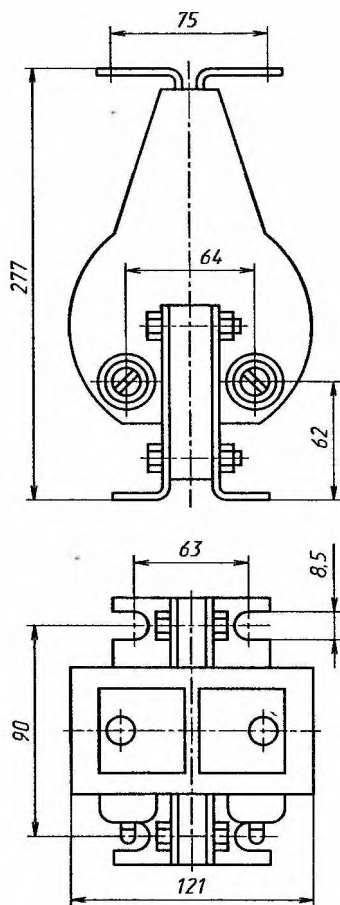


Рис. 18.1. Трансформатор тока ТВЛМ-6

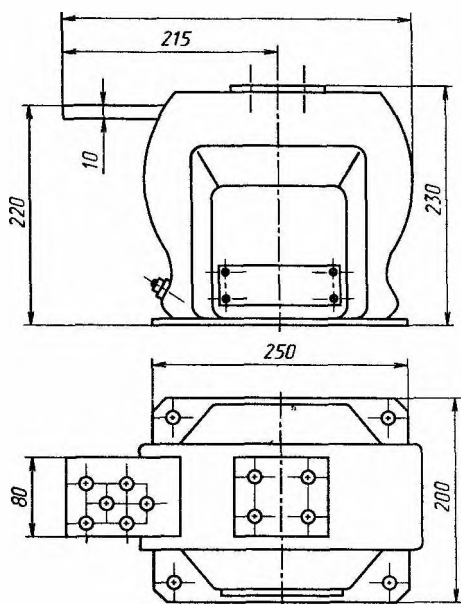


Рис. 18.2. Трансформатор тока ТЛМ-6

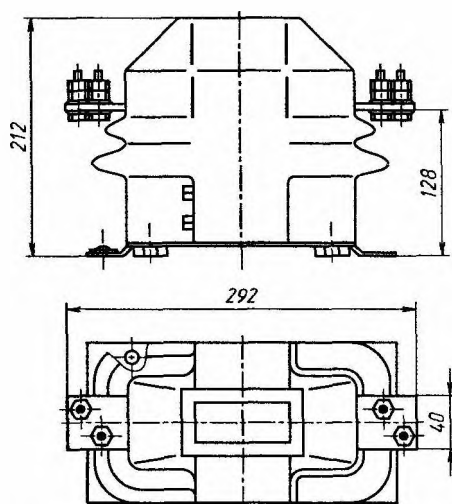


Рис. 18.3. Трансформатор тока ТОЛК-6

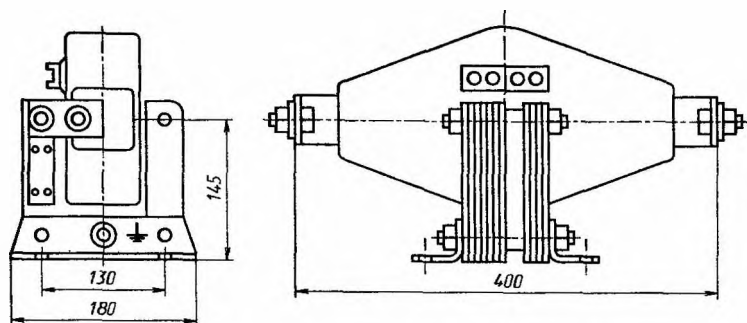


Рис. 18.4. Трансформатор тока ТПЛ-10

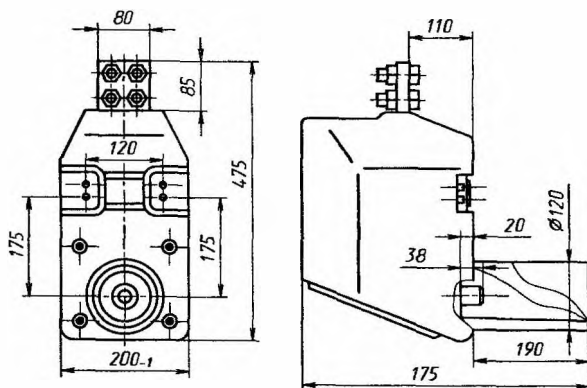


Рис. 18.5. Трансформатор тока ТПЛ-10 на ток 50...1500 А

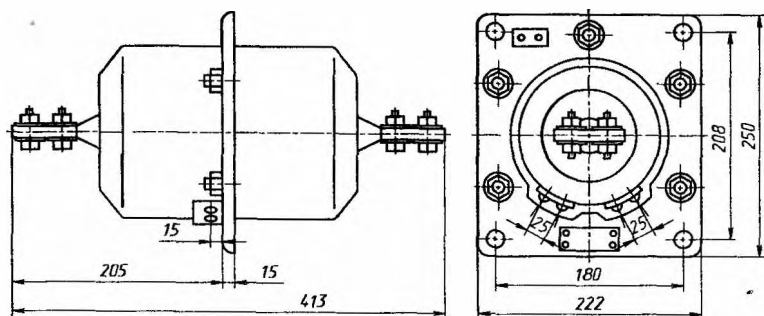


Рис. 18.6. Трансформатор тока ТПОЛ-10

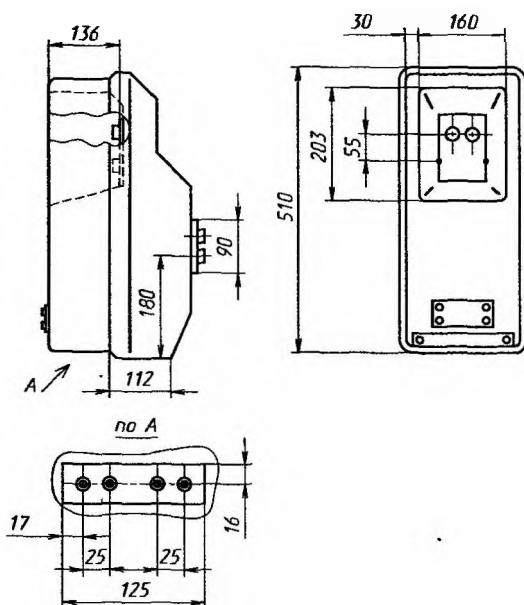


Рис. 18.7. Трансформатор тока ТПЛК-10

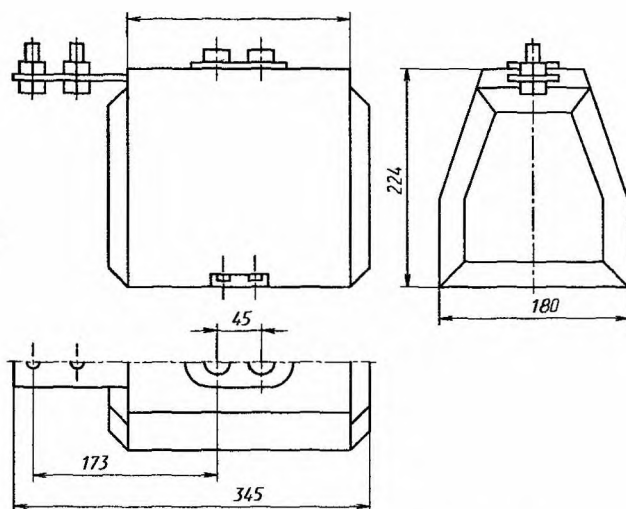


Рис. 18.8. Трансформатор тока ТОЛ-10

18.2. Трансформаторы напряжения

Основные определения. Трансформатор напряжения (ТН) предназначен для преобразования высокого напряжения в низкое напряжение стандартного значения (обычно 100 или $10\sqrt{3}$ В), удобное для измерения, а также для разделения измерительных цепей и цепей релейной защиты от цепей высокого напряжения. Первичная обмотка ТН изолируется от вторичной соответственно классу напряжения. Для безопасности обслуживания приборов один конец вторичной обмотки заземляется.

ТН характеризуют параметры: номинальные действующие значения первичного и вторичного напряжения; номинальный коэффициент трансформации; погрешность по напряжению, %; угловая погрешность, мин.

Номинальный коэффициент трансформации — отношение номинального первичного напряжения к номинальному вторичному.

Допустимая погрешность ТН по напряжению в процентах при номинальных условиях численно равна классу точности.

Классы точности ТН:

0,5 (погрешность по напряжению 0,5%, угловая 20 мин);

1 (погрешность по напряжению 1%, угловая 40 мин);

3 (погрешность по напряжению 3%, угловая не нормирована).

Номинальная мощность ТН — наибольшее значение вторичной мощности при $\cos\varphi = 0,8$, при которой погрешность ТН не выходит за пределы, определенные классом точности (ГОСТ 1983-77).

Выбор ТН. При выборе ТН учитываются следующие условия:

1. Номинальное напряжение первичной обмотки ТН должно быть равно номинальному напряжению сети.
2. Сечение проводников, соединяющих ТН и приборы, выбирается таким, чтобы падение напряжения на них не превышало 0,5% номинального напряжения вторичной обмотки. Для обеспечения механической прочности сечение медного кабеля должно быть не менее $1,5 \text{ мм}^2$, алюминиевого — $2,5 \text{ мм}^2$. Медный кабель используется в установках с номинальным напряжением 220 кВ и более.
3. Для защиты ТН от повреждений в цепи нагрузки во вторичную цепь включается автоматический выключатель или предохранитель. Номинальный ток защитных аппаратов равен току нагрузки.
4. Для защиты сети от повреждений в первичной обмотке ТН устанавливаются кварцевые предохранители типа ПКН.

5. Для питания счетчиков электроэнергии используются ТН класса 0,5. Для щитовых приборов используются ТН классов 1,0 и 3,0. Требования к ТН со стороны низкого напряжения диктуются условиями работы релейной защиты и мощностью потребляемой измерительными приборами, а нагрузка должна равномерно распределяться по всем трем фазам. Суммарная нагрузка ТН не должна превышать номинальное значение при требуемом классе точности.

ТН имеют буквенно-цифровое обозначение. Буквы обозначают конструкцию, цифры после дефиса — номинальное напряжение ТН. В условном обозначении буква Н указывает на то, что это ТН. Ниже приведены буквенные обозначения некоторых типов ТН и их смысл:

ЗНОЛ — однофазный ТН, с литой изоляцией; один вывод первичной обмотки изолирован, второй заземлен.

ЗНОГ — однофазный, с газовой изоляцией; один вывод первичной обмотки заземлен, второй изолирован.

НТМИ — трехфазный ТН, с естественным масляным охлаждением, с обмоткой для контроля изоляции сети.

НОЛ — однофазный ТН, с литой изоляцией; оба вывода первичной обмотки изолированы.

НОМ — однофазный, с естественным масляным охлаждением; оба вывода первичной обмотки изолированы.

НОС — однофазный сухого исполнения.

НТС — трехфазный сухого исполнения.

НКФ — каскадный, залитый трансформаторным маслом, в фарфоровой крышке.

НДЕ — емкостный делитель напряжения с последующим понижением напряжения электромагнитным трансформатором ТН.

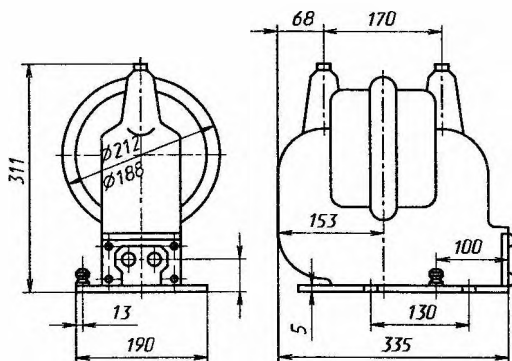


Рис. 18.9. НОЛ.08-10

Конструктивное исполнение ТН представлено по [1] на рис. 18.9–18.16.

Технические данные трансформаторов напряжения приведены в табл. 18.5–18.12.

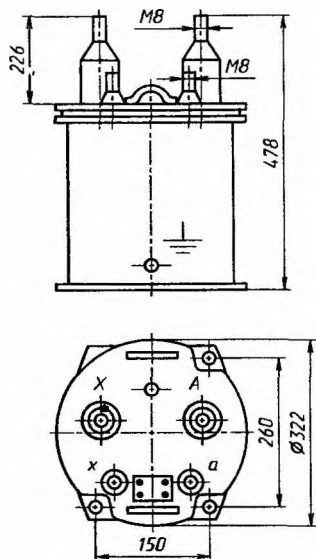


Рис. 18.10. НОМ-10-66

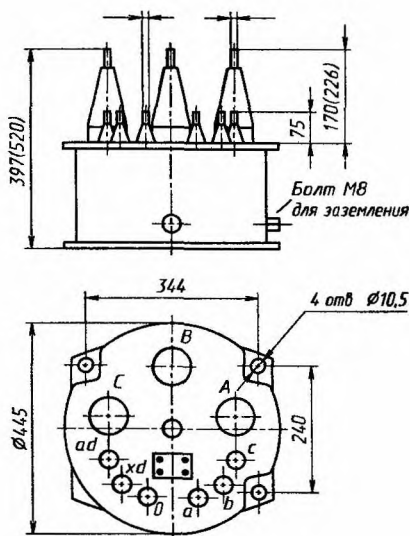


Рис. 18.11. НТМИ-6-66
(в скобках размеры для НТМИ-10-66)

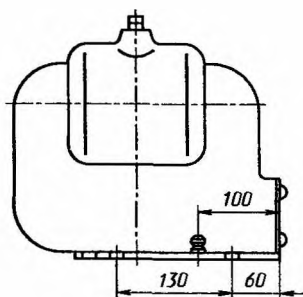
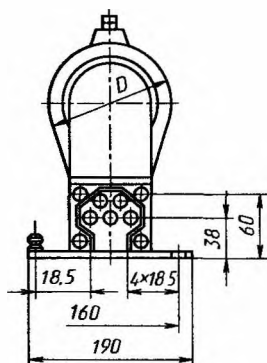


Рис. 18.12. ЗНОЛ-06

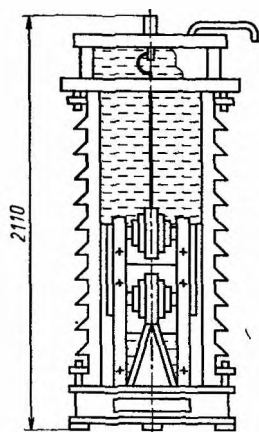


Рис. 18.13. НКФ-110-58

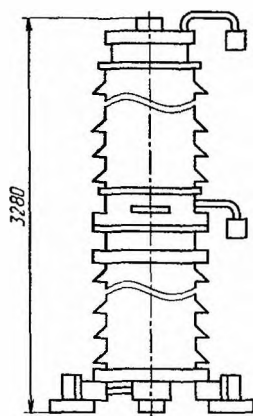


Рис. 18.14. НКФ-220-58

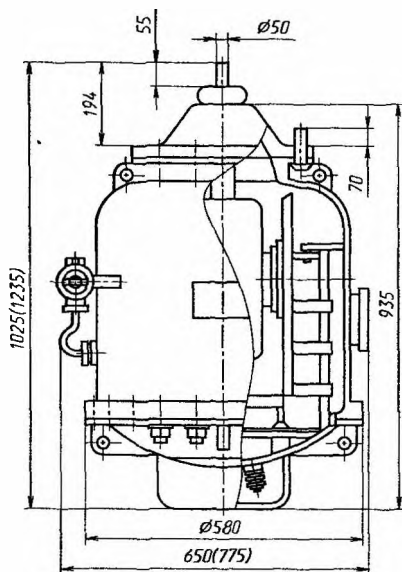


Рис. 18.15. ЗНОГ-110-79
(размеры в скобках для ЗНОГ-220-79)

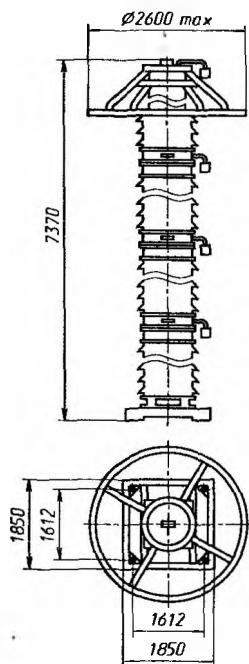


Рис.18.14. НКФ-500-78

Таблица 18.6

ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ ОДНОФАЗНЫЕ КАСКАДНЫЕ МАСЛЯНЫЕ ТРЕХОБОТОЧНЫЕ
НА НАПРЯЖЕНИЯ 66...500 кВ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ СТАЦИОНАРНЫХ УСТАНОВОК

Тип	Номинальные напряжения обмоток, В			Мощность в классах точности, ВА			Масса, кг	Длина×ширина× высота, мм
	обмотка ВН	обмотка НН основная	обмотка НН дополнительная	0,5	1	3		
НКФ-66-75У1(Т1)	66000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	400	600	1200	545	622×632×1605
НКФ-66-76У1(Т1)	66000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100.3 *	400	600	1200	580	622×632×1605
НКФ-ПО-57У1(Т1)	110000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	400	600	1200	630	622×632×1790
НКФ-132-73У1(Т1)	132000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	400	600	1200	780	622×632×2170
НКФ-220-58У1(Т1)	220000/ $\sqrt{3}$; 150000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	400	600	1200	1295	622×632×3520
НКФ-330-73У1	330000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	400	600	1200	2125	1274×1274×5330
НКФ-400-65У1(Т1)	400000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	400	500	1000	4850	1850×1850×7140
НКФ-500-78У1(Т1)	500000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	400	500	1000	4870	1850×1850×7140

* Для сетей с изолированной нейтралью.

Таблица 18.7

ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ ЕМКОСТНЫЕ ТРЕХОБМОТОЧНЫЕ
НА НАПРЯЖЕНИЯ 110, 220, 500, 750 И 1150 кВ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ СТАЦИОНАРНЫХ УСТАНОВОК

Тип	Номинальные напряжения обмоток, В			Мощность в классах точности, В А						Масса, кг	Длина×ширина× высота, мм
	обмотка ВН	обмотка НН основная	обмотка НН дополнительная	0,2	0,5	1	3	3Р	6Р		
НДЕ-110-У1(Т1)	110000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	100	150	200	400	400	600	600	554×634×1770
НДЕ-220-У1(Т1)	220000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	100	150	200	400	400	600	780	554×634×2850
НДЕ-500-У1	500000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	—	300	500	1000	—	—	3120	—
НДЕ-750-У1	750000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	—	300	500	1000	—	—	3870	—
НДЕ-1150-У 1	1150000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	—	300	300	600	—	—	6850	—

Таблица 18.8

ТРАНСФОРМАТОРЫ ОДНОФАЗНЫЕ МАСЛЯНЫЕ ТРЕХОБМОТОЧНЫЕ
ДЛЯ КОМПЛЕКТАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ УСТАНОВКИ СЕРИИ ЗНОМ

Тип	Номинальные напряжения обмоток, В			Масса, кг	Длина×ширина×высота, мм
	обмотка ВН	обмотка НН основная	обмотка НН дополнительная		
ЗОМ-1/15-63У2(Т2)	6000/ $\sqrt{3}$; 10000/ $\sqrt{3}$; 10500/ $\sqrt{3}$; 11000/ $\sqrt{3}$; 13800/ $\sqrt{3}$; 15750/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	62	600×600×675
ЗОМ-1/20-63У2(Т2)	18000/ $\sqrt{3}$; 20000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	85	600×600×894
ЗОМ-1/24-69УЦ(Т1)	24000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	108	750 × 750 × 905
ЗОМ-1/35-72У1(Т1)	35000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100	108	750 × 750 × 905

Таблица 18.9

ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПЯЖЕНИЯ ОДНОФАЗНЫЕ МАСЛЯНЫЕ ТРЕХОБОМОТОЧНЫЕ И ДВУХОБОМОТОЧНЫЕ НА НАПЯЖЕНИЯ 6...35 кВ
ДЛЯ ВНУТРЕННИХ УСТАНОВОК (НА НАПЯЖЕНИЕ 35 кВ И ДЛЯ ОТКРЫТЫХ УСТАНОВОК)

Тип	Номинальные напряжения обмоток, В			Мощность в классах точности, В А			Масса, г	Длина×ширина× высота, мм
	обмотка ВН	обмотка НН основная	обмотка НН дополнительная	0,5	1	3		
ЗНОМ-15-63У2(Т2)	15750/ $\sqrt{3}$; 15000/ $\sqrt{3}$; 13800/ $\sqrt{3}$; 11000/ $\sqrt{3}$; 10500/ $\sqrt{3}$; 10000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100/3	75	150	300	64	600×600×675
	6600/ $\sqrt{3}$; 6300/ $\sqrt{3}$; 6000/ $\sqrt{3}$			50	75	200		
ЗНОМ-20-63У2(Т2)	20000/ $\sqrt{3}$; 18000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100/3	75	150	300	85	600×600×894
ЗНОМ-24-69У1(Т1)	24000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100/3	150	250	600	110	750×750×905
ЗНОМ-35-65У1(Т1)	27500	100	127	150	250	600	82	495×377×955
	35000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100/3					
	33000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100/3					
НОМ-6-77УХЛ4(04)	6600; 6300; 6000	100	—	50	75	200	23(24)	271(320)×261×403
	3150; 3000			30	50	150		
НОМ-10-66У2(Т2)	11000; 10500; 10000	100	—	75	150	300	31(32)	324(360)×324×478
НОМ-15-77УХЛ4(04)	18000; 15750; 15000; 13800	100	—	75	150	300	77	591×336×662
НОМ-35-66У1(Т1)	20000; 35000	100	—	150	250	600	92	600×495×890
НФА-35У1(Т1,ХЛ1)*	35000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100/3	150	250	600	170	380×400×1220

* Антирезонансный.

Таблица 18.10

**ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПЯЖЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫЕ АНТИРЕЗОНАНСНЫЕ ТРЕХОБМОТОЧНЫЕ
НА НАПЯЖЕНИЕ 6 И 10 кВ**

Тип	Номинальные напряжения обмоток, В			Класс точности в номинальном режиме	Мощность вторичных обмоток, ВА		Масса, кг	Длина×ширина× высота, мм
	обмотка ВН	обмотка НН основная	обмотка НН дополнительная		основных	дополнит.		
НАМИ-10-У2	6000; 10000	100	$100/\sqrt{3}$	0,2	75	30	110	482×353×635
НАМИ-10-ХЛ2	6000; 10000	100	$100/\sqrt{3}$	0,2	75	30	110	482×353×635
НАМИ-10-Т2	6000; 10000	100	$100/\sqrt{3}$	0,2	75	30	112	482×444×635

Таблица 18.11

**ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПЯЖЕНИЯ ОДНОФАЗНЫЕ И ТРЕХФАЗНЫЕ СУХИЕ
КЛАССА НАПЯЖЕНИЯ 0,5; 3 И 6 кВ**

Тип	Номинальные напряжения обмоток, В		Номинальная мощность для классов точности, ВА			Предельная мощность, ВА	Масса, кг	Длина×ширина× высота, мм
	первичное	вторичное	0,5	1	3			
НОС-0,5-УХЛ4 (04)	380; 660	100	25	50	100	160	4,7	146×113×140
НОС-3-У5	3000	100	30	50	150	250	13	200×134×202
НОС-3-Т5	3000	100	30	50	150	250	13	200×125×204
НОС-6-У5 (Т5)	6000	127-100	50*	75*	200*	400*	15	187×151×241
НТС-0,5-УХЛ4 (04)	380; 660	100	50	75	200	400	13	260×136×175

* Нормируется только при вторичном напряжении 100 В.

Таблица 18.12

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПЯЖЕНИЯ

Тип трансформатора	Номинальное напряжение, В		Номинальная мощность для классов точности, ВА			Предельная мощность, ВА	Масса, кг
	высокое (ВН)	низкое (НН)	0,5	1	3		
НТМИ-6-66	3000 6000	100; 100/3*	50 75	75 150	200 300	400 630	59
НОЛ.08-6	6000; 6300; 6600	100	50	75	200	400	28
НОЛ 11-6	6000	100; 127	—	—	250	500	16
ЗНОЛ.09-6	3000/√3; 3300/√3	100/√3; 100/3; 100	30	50	150	250	28,5
	6000/√3; 6300/√3; 6600/√3; 6900/√3		50	75	200	400	
ЗНОЛ.06-6	3000/√3; 3300/√3	100/√3; 100/3; 100	30	50	150	250	26,5
	6000/√3; 6300/√3; 6600/√3; 6900/√3		50	75	200	400	
НТМИ-10-66	10 000	100; 100/3*	120	200	500	100	81
НОМ-10-66	10 000	100	75	150	300	630	—
НОЛ.08-10	6900; 10000; 11000	100...110					31,5
ЗНОЛ.09-10	10000/√3; 11000/√3	100/√3; 100/3; 100*					31,5
ЗНОЛ.06-10	10000/√3; 11000/√3	100/√3; 100/3; 100*					—
ЗНОЛ.06-15	13800/√3	100/√3; 100/3; 100*					28,5
	15750/√3						29,5
ЗНОЛ.06-20	18000/√3	100/√3; 100/3; 100*					—
	20000/√3						32,5

Тип трансформатора	Номинальное напряжение, В		Номинальная мощность для классов точности, В А			Предельная мощность, В А	Масса, кг
	высокое (ВН)	низкое (НН)	0,5	1	3		
ЗНОЛ.06-24	$24000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}; 100/3; 100^*$	75	150	300	630	40,5
ЗНОГ-110-79	$100000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}; 100^*$	400	600	120	2500	250
ЗНОГ-220-79	$220000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}; 100$					390
НКФ-110-57	$110000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}; 100$	400	600	1200	2000	770
НКФ-110-58		$100/\sqrt{3}; 100^*$					
НКФ-220-58	$220000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}; 100$	400	600	1200	2000	1560
		$100/\sqrt{3}; 100^*$					
	$220000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}; 100$					
		$100/\sqrt{3}; 100^*$					
НКФ-330-73	$330000/\sqrt{3}$	$110/\sqrt{3}; 100^*$	—	500	1000	2000	1980
НКФ-400-65	$400000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}; 100^*$					4830
НКФ-500-78	$500000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}; 100^*$					
НДЕ-500-72	$500000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}; 100^*$	300	500	1000	1200	3950
НДЕ-750-72	$750000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}; 100^*$					4600
НДЕ-1150-78	$1150000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}; 100^*$	—	300	600	—	15535

* Вторичное напряжение на дополнительной обмотке.

19. Реакторы

19.1. Основные виды и назначение реакторов

Реактор — это статическое электромагнитное устройство, предназначенное для использования его индуктивности в электрической цепи для тех или иных целей.

Реакторы служат для ограничения токов короткого замыкания в электроустановках 6, 10, 35 кВ и иных функций.

В зависимости от выполняемых функций различают: токоограничивающие реакторы; шунтирующие реакторы; фильтровые (сглаживающие) реакторы; коммутирующие реакторы; заземляющие реакторы. Реакторы могут иметь однофазное или трехфазное исполнение.

В конструктивном отношении различают: реакторы без стали с цилиндрической или тороидальной обмоткой; броневой и ярмовой реакторы, не имеющие стержня; стержневой реактор без ярем; бронестержневой и стержневой реакторы с немагнитными зазорами в стержне; бронестержневой и тороидальный насыщающиеся реакторы.

По признаку охлаждения различают *реакторы сухие* (бетонные) и *масляные*.

Такоограничивающие реакторы служат для ограничения тока короткого замыкания, что дает возможность ограничить номинальный ток отключения линейных выключателей и обеспечить термическую устойчивость отходящих кабелей. В номинальном режиме ток цепи определяется сопротивлением нагрузки и падение напряжения на реакторе составляет 3...10% от номинального [1]. При коротком замыкании все напряжение приложено к реактору поврежденной линии.

Шунтирующие реакторы широко применяются в сетях сверхвысокого напряжения и включаются между токоведущими элементами и землей. Они предназначены для компенсации зарядной мощности в режиме малых нагрузок. При номинальной нагрузке линии такие реакторы отключаются.

Фильтровые (сглаживающие) реакторы, входящие в состав фильтров низких частот служат для уменьшения содержания высших гармоник в кривой тока, потребляемого преобразователем от сети переменного тока или отдаваемого преобразователем в сеть. К фильтровым относятся реакторы, включаемые в цепь постоянного тока преобразователей с целью его *сглаживания*.

Заземляющие реакторы с плавной регулировкой индуктивности используются для компенсации емкостных токов короткого замыкания на землю.

Коммутирующие реакторы используются в цепях принудительной искусственной коммутации автономных инверторов или других преобразователей с конденсаторной коммутацией.

В зависимости от вебер-амперной характеристики реакторы делятся на **реакторы с линейной, ограниченно линейной и нелинейной характеристиками**. Вебер-амперной характеристикой называют зависимость результирующего потокосцепления от тока [1, 23, 22].

19.2. Бетонные сухие реакторы

Бетонные реакторы серии РБ (одинарные) и РБС (сдвоенные) имеют бетонный каркас. Их обмотки обычно изготавливаются из многожильного медного или с алюминиевого кабеля. Реакторы могут иметь естественное воздушное охлаждение.

Реакторы с принудительным охлаждением обозначаются буквой *Д* в маркировке типа реактора. Способы монтажа трехфазного комплекта обозначаются буквами: *В* — вертикальная; *Г* — горизонтальная установка фаз; *Ст* — ступенчатая установка фаз. Отсутствие этих букв означает, что реактор предназначен для вертикальной установки фаз.

Реакторы изготавливают для внутренней и внешней установки. В помещении, отведенном для реактора, не должно быть предметов из магнитного материала, не допускаются металлические замкнутые контуры, охватывающие магнитное поле реактора.

В цифровом обозначении первое число — номинальное напряжение, кВ; второе — номинальный ток, А; третье — номинальное индуктивное сопротивление, Ом.

Сдвоенный реактор представляет собой единую обмотку со средним выводом, рассчитанным на суммарный ток ветвей. Этот вывод присоединяется к сборным шинам на выходе трансформатора, а концы обмотки — к нагрузке. Сдвоенный реактор имеет две ветви, намотанные согласно, по которым протекают токи I_1 и I_2 . Пример схемы включения сдвоенного реактора показан на рис. 19.1. Источник питания присоединен к точке 3, нагрузки — к точкам 1 и 2. В нормальном режиме токи в ветвях направлены встречно.

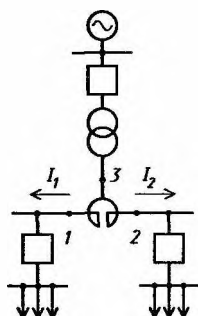


Рис. 19.1. Схема включения сдвоенного реактора

Технические данные одинарных бетонных реакторов приведены в табл. 19.1, в табл. 19.2 приведены технические данные сдвоенных бетонных реакторов [1].

Таблица 19.1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОДИНАРНЫХ БЕТОННЫХ РЕАКТОРОВ

Тип	Ток термической стойкости при $t = 8$ с, кА	Потери на фазу, кВт	Электрохимическая стойкость, кА	Масса фазы, т
Для внутренней установки				
РБ, РБУ, РБГ10-400-0,35	9,1	1,6	25	0,88
РБ, РБУ, РБГ10-400-0,45	9,8	1,9	25	0,88
РБ, РБУ, РБГ10-630-0,25	15,75	2,5	40	0,93
РБ, РБУ 10-630-0,40	12,6	3,2	32	1,16
РБГ10-630-0,40	12,6	3,2	33	1,02
РБ, РБУ, РБГ10-630-0,56	9,45	4,0	24	1,13
РБ, РБУ, РБГ10-1000-0,14	24,8	3,5	63	1,12
РБ, РБУ 10-1000-0,22	19,3	4,4	49	1,34
РБГ10-100-0,22	24,8	4,4	55	1,19
РБ, РБУ, РБГ10-1000-0,28	17,4	5,2	45	1,49
РБ, РБУ, РБГ10-1000-0,35	14,6	5,9	37	1,86
РБ, РБУ, РБГ10-1000-0,45	11,4	6,6	29	1,56
РБ, РБУ, РБГ10-1000-0,56	9,45	7,2	24	1,67
РБ, РБУ 10-1600-0,14	26	6,1	66	1,77
РБГ10-1600-0,14	31,1	6,1	79	1,61
РБ, РБУ 10-1600-0,20	20,5	7,5	52	2,04
РБГ10-1600-0,29	23,6	7,5	60	1,83
РБ, РБУ, РБГ10-1600-0,25	19,3	8,3	49	2,23
РБ, РБУ, РБГ10-1600-0,35	14,6	11,0	37	2,53
РБД, РБДУ10-1600-0,14		11,0	66	2,38
РБГ10-2500-0,14	31,1	11,0	79	2,07
РБД, РБДУ 10-2500-0,20	26,5	14,0	52	2,46
РБГ10-2500-0,20	23,6	14,0	60	2,18
РБДГЮ-2500-0,25	19,3	16,1	49	2,74
РБДГЮ-2500-0,35	14,6	20,5	37	3,04
РБД Г 10-4000-0,105	38,2	18,5	97	2,16
РБДГ10-4000-0,2в	25,6	27,7	65	2,89
Для наружной установки				
РБНГ10-1000-0,45	11,4	7,2	29	1,88
РБНГ10-1000-0,56	9,45	8,2	24	1,94
РБНГ10-1600-0,25	19,3	9,8	49	1,88
РБНГ10-1600-0,35	14,6	12,8	37	2,11
РБНГ10-2500-0,14	31,1	13,5	79	2,12
РБНГЮ-2500-0,20	23,6	16,8	60	2,33
РБНГЮ-2500-0,25	19,3	19,7	49	2,80
РБНГ10-2500-0,35	14,6	23,9	37	3,26

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СДВОЕННЫХ БЕТОННЫХ РЕАКТОРОВ

Тип	Индуктивное сопротивление ветви при встречном токе, Ом	Коэффициент связи	Потери на фазу, кВт	Электродинамическая стойкость при КЗ в одной ветви, кА	Электродинамическая стойкость при встречных токах, кА	Масса фазы, т	Ток термической стойкости при $t = 8$ с, кА
Для внутренней установки							
РБС, РБСУ, РБСГ10-2х630-0,25	0,135	0,46	4,8	40	14,5	1,44	15,75
РБС, РБСУ10-2х630-0,40	0,200	0,50	6,3	32	12,4	1,68	12,5
РБСГ10-2х630-0,40	0,200	0,50	6,3	33	12,5	1,68	33
РБС, РБСУ, РБСГ10-2х630-0,56	0,263	0,53	7,8	24	11,0	1,91	9,45
РБС, РБСУ, РБСГ10-2х1000-0,14	0,071	0,49	6,4	63	21,0	1,90	24,8
РБС, РБСУ10-2х1000-0,22	0,103	0,53	1,4	49	18,5	2,02	193
РБСГ10-2х1000-0,22	0,103	0,53	8,4	55	18,5	1,94	21,65
РБС, РБСУ, РБСГ10-2х1000-0,28	0,132	0,53	10,0	45	16,0	2,38	17,75
РБСД, РБСДУ10-2х1000-0,35	0,159	0,55	11	37	15,0	2,44	14,6
РБСГ10-2х1000-0,35	0,159	0,55	11,5	37	15,0	2,28	14,6
РБСД, РБСДУ10-2х1000-0,45	0,230	0,49	13,1	29	13,5	2,40	11,4
РБСГ10-2х1000-0,45	0,230	0,49	13,1	23	13,4	2,40	11,4
РБСД, РБСДУ10-2х1000-0,56	0,210	0,50	15,7	24	13,0	2,82	9,45

Окончание табл. 19.2

Тип	Индуктивное сопротивле- ние ветви при встреч- ном токе, Ом	Кoeffици- ент связи	Потери на фазу, кВт	Электродина- мическая стойкость при КЗ в од- ной ветви, кА	Электродина- мическая стойкость при встреч- ных токах, кА	Масса фазы, т	Ток термиче- ской стойкости при $t = 8$ с, кА
РБСГ10-2х1000-0,56	0,280	0,50	15,7	24	13,0	2,82	9,45
РБС, РБСУ10-2х1600-0,14	0,062	0,56	11,5	66	26,0	2,96	26
РБСД, РБСДУ10-2х1600-0,20	0,098	0,51	143	52	22,0	3,12	204
РБСГ10-2х1600-0,14	0,062	0,56	114	79	26,0	2,68	31,1
РБСГ10-2х1600-0,20	0,098	0,51	14,3	60	22,0	3,12	23,6
РБСД, РБСДУ10-2х1600-0,25	0,119	0,52	16,7	49	20,0	3,47	193
РБСДГ10-2х1600-0,25	0,119	0,42	16,7	49	20,0	3,30	193
РБСДГ10-2х1600-0,35	0,197	0,46	22,0	37	18,5	3,85	14,6
РБСДГ10-2х2500-0,14	0,067	0,52	22,5	79	29,5	3,50	31,1
РБСДГ10-2х2500-0,20	0,109	0,46	32,1	60	26,0	3,89	23,6
Для наружной установки							
РБСНГ10-241000-0,45	0,251	0,44	15,4	29	16,0	3,09	4,4
РБСНГ10-2х1000-0,56	0,330	0,41	17,5	24	15,0	3,27	9,45
РБСНГ10-2х1600-0,25	0,123	0,51	22,1	49	22,0	3,18	193
РБСНГ10-2х2500-0,14	0,056	0,60	29,3	79	34,0	3,75	31,1

19.3. Фильтровые (сглаживающие) реакторы

Фильтровые (сглаживающие) реакторы служат для уменьшения содержания высших гармоник в кривой тока, потребляемого преобразователем от сети переменного тока или отдаваемого преобразователем в сеть. К фильтровым относятся реакторы, включаемые в цепь постоянного тока преобразователей с целью его *сглаживания*. Реакторы изготовляют сухого исполнения (например, серии РФОС, ФРОС) либо масляные (например, серии СРОМ).

Технические данные однофазных сухих фильтровых реакторов класса напряжения 6...10 кВ наружной установки для электросетей промышленных предприятий *серии РФОС* приведены в табл. 19.3.

Таблица 19.3

ОДНОФАЗНЫЕ СУХИЕ ФИЛЬТРОВЫЕ РЕАКТОРЫ КЛАССА НАПРЯЖЕНИЯ 6...10 кВ
НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Тип	Основные технические данные изделия				
	Номинальный ток, А		Номинальная индуктивность, мГн	Масса, кг	Длина×ширина× высота, мм
	действующее значение полного тока	действующее значение по гармонике настройки			
РФОС-50/10-11УХЛ1(Т1)	70	50	3,8	102	970×750×1050
РФОС-50/10-13УХЛ1(Т1)	70	50	2,7	89	970×750×950
РФОС-100/10-5УХЛ1(Т1)	70	50	17,8	213	1370×1145×1195
РФОС-100/10-7УХЛ1(Т1)	70	50	9,1	175	1250×1025×1325
РФОС-100/10-11УХЛ1(Т1)	140	100	1,9	110	995×785×990
РФОС-100/10-13УХЛ1(Т1)	140	100	1,35	97	995×785×920
РФОС-150/10-7УХЛ1(Т1)	140	100	4,55	191	1270×1050×1260
РФОС-150/10-11УХЛ1(Т1)	210	150	1,27	117	1015×795×970
РФОС-150/10-13УХЛ1(Т1)	210	150	0,9	105	1015×795×915
РФОС-200/10-3УХЛ1(Т1)	75	53	49,2	362	1370×1145×1655
РФОС-200Л0-5УХЛ1(Т1)	140	100	8,9	236	1410×1190×1145
РФОС-200/10-7УХЛ1(Т1)	210	150	3,0	208	1290×1070×1260
РФОС-200/10-11УХЛ1(Т1)	280	200	0,95	135	1040×820×990
РФОС-200/10-13УХЛ1(Т1)	280	200	0,68	117	1040×820×915
РФОС-300/10-5УХЛ1(Т1)	210	150	5,9	259	1440×1220×1125
РФОС-300/10-7УХЛ1(Т1)	280	200	2,4	241	1320×1095×1275
РФОС-300/10-11УХЛ1(Т1)	350	250	0,76	123	1040×820× 950
РФОС-300/10-13УХЛ1(Т1)	350	250	0,54	104	1040×820×860

Тип	Основные технические данные изделия				
	Номинальный ток, А		Номинальная индуктивность, мГн	Масса, кг	Длина×ширина× высота, мм
	действующее значение полного тока	действующее значение по гармонике настройки			
РФОС-400/10-3УХЛ1(Т1)	150	105	24,6	403	1410×1190×154
РФОС-500/10-5УХЛ1(Т1)	280	200	4,6	300	1480×1260×1145
РФОС-500/10-7УХЛ1(Т1)	350	250	1,9	219	1320×1095×1195
РФОС-600/10-5УХЛ1(Т1)	350	250	3,6	284	1320×1095×1405
РФОС-50/6-11УХЛ1(Т1)	110	80	1,38	97	995×775×920
РФОС-50/6-13УХЛ1(Т1)	110	80	0,98	87	995×775×860
РФОС-100/6-5УХЛ1(Т1)	110	80	6,5	228	1270×1050×1405
РФОС-100/6-7УХЛ1(Т1)	110	80	3,3	151	995×785×1220
РФОС-100/6-11УХЛ1(Т1)	220	155	0,69	131	1015×795×860
РФОС-100/6-13УХЛ1(Т1)	220	155	0,49	86	1015×795×820
РФОС-150/6-7УХЛ1(Т1)	220	155	1,65	137	1015×795×1070
РФОС-150/6-11УХЛ1(Т)	330	235	0,46	98	1040×820×835
РФОС-150/6-13УХЛ1(Т1)	330	235	0,33	92	1040×820×820

Реакторы *серии ФРОС*. ФРОС — фильтровый реактор, однофазный, сухой, с естественным воздушным охлаждением. Реактор предназначен для сглаживания пульсаций выпрямленного тока в главных (якорных) цепях электропривода. Выпускаются также реакторы защищенного исполнения в кожухе типа ФРОСЗ.

Технические данные реакторов серии ФРОС при параллельном соединении обмоток приведены в табл. 19.4, для электроприводов прокатных станов — табл. 19.5.

Реактор *серии СРОМ* — сглаживающий однофазный с естественным *масляным* охлаждением, предназначен для сглаживания пульсаций выпрямленного тока в схемах управляемых выпрямителей.

Технические данные реакторов серии СРОМ приведены в табл. 19.6.

Реактор *серии СРОС* — сглаживающий однофазный реактор сухого исполнения, предназначен для сглаживания пульсаций выпрямленного тока в схемах управляемых выпрямителей.

Технические данные реакторов серии СРОС приведены в табл. 19.7.

Таблица 19.4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЕАКТОРОВ СЕРИИ ФРОС

Тип реактора	Номинальный выпрямленный ток, А	Индуктивность, мГн	Значение тока, до которого сохраняется индуктивность, А	Потери в меди при номинальном выпрямленном токе, Вт	Масса, кг
ФРОС-800	1600	0,5	3200	1500	1675
ФРОСЗ-800	2500	0,2	5000	1550	1675
ФРОС-1250	2500	0,32	5000	2500	1990
ФРОСЗ-1250	4000	0,12	8000	2550	1990
ФРОС-2000	4000	0,2	8000	3300	3050
ФРОСЗ-2000	6300	0,08	12600	3500	3050
ФРОС-3200 ФРОСЗ-3200	6300	0,125	12600	4800	—
ФРОС-4000 ФРОСЗ-4000	8000	0,1	16000	5000	—
ФРОС-5000 ФРОСЗ-5000	10000	0,08	20000	6000	—

Таблица 19.5

ОДНОФАЗНЫЕ СУХИЕ СГЛАЖИВАЮЩИЕ РЕАКТОРЫ
ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

Тип	Основные технические данные изделия				
	Индуктивность, Гн	Номинальный выпрямленный ток, А	Одноминутное испытательное напряжение, кВ (частоты 50 Гц)	Масса, кг	Длины ширины высота, мм
ФРОС-65/0,5УЗ(ТЗ)	0,0015	250	2,2	82	260×260×610
	0,001	320	2,2	84	260×260×610
ФРОС-125/0,5УЗ(ТЗ)	0,00075	500	2,2	120	310×310×500
ФРОС-250/0,5УЗ(ТЗ)	0,0065	250	2,2	216	385×380×695
	0,0042	320	2,2	220	385×380×695
	0,0006	800	2,2	215	385×380×695
	0,00035	1000	2,2	210	385×380×695
ФРОС-500/0,5УЗ(ТЗ)	0,00325	500	2,2	340	480×500×740
ФРОС-1000/0,5УЗ(ТЗ)	0,005	800	2,2	510	630×630×790
	0,0023	800	2,2	460	585×580×740
	0,0016	1000	2,2	470	585×580×740

Таблица 19.6

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СГЛАЖИВАЮЩИХ РЕАКТОРОВ СЕРИИ СРОМ

Тип реактора	Индуктивность, Гн	Постоянный ток, А	Масса, кг
СРОМ-500/10	0,25	75	1300
СРОМ-1000/10	0,05	250	350
СРОМ-1500/10	0,2	150	3500
СРОМ-5500/20	0,11	360	10850

Таблица 19.7

ОДНОФАЗНЫЕ СУХИЕ СГЛАЖИВАЮЩИЕ РЕАКТОРЫ
ДЛЯ ТИРИСТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Тип	Основные технические данные изделия				
	Индуктив- ность, Гн	Номиналь- ный вы- прямлен- ный ток, А	Одноминут- ное испыта- тельное на- пряжение, кВ (частотой 50 Гц)	Масса, кг	Длинах ширинах высота, мм
СРОС-63/0,5УХЛ4	0,016; 0,004	100; 200	3,0	140	510×270×590
СРОС-63/0,504	0,016; 0,004	100; 200	3,3	140	510×270×590
СРОС-63/6УХЛ4	2,5; 10	8,0; 4,0	21	170	510×330×640
СРОС-63/604	2,5; 10	8,0; 4,0	23	170	510×330×640
СРОС-100/0,5УХЛ4	0,009; 0,00225	160; 320	3,0	160	510×270×670
СРОС-100/0,504	0,009; 0,00225	160; 320	3,3	160	510×270×670
СРОС-100/6УХЛ4	8,0; 2,0	6,0; 12,0	21	250	600×340×720
СРОС-100/604	8,0; 2,0	6,0; 12,0	23	250	600×340×720
СРОС-160/6УХЛ4	8,0; 2,0	8,0; 16,0	21	380	630×400×800
СРОС-160/604	8,0; 2,0	8,0; 16,0	23	380	630×400×800
СРОС-160/6УХЛ4	3,5; 0,875	12,0; 24,0	21	380	630×400×800
СРОС-160/604	3,5; 0,875	12,0; 24,0	23	380	630×400×800
СРОС-160/6УХЛ4	0,08; 0,02	75; 150	21	320	630×400×700
СРОС-160/604	0,08; 0,02	75; 150	23	320	630×400×700
СРОС-200/0,5УХЛ4	0,06; 0,015	100; 200	3,0	300	630×300×730
СРОС-200/0,504	0,06; 0,015	100; 200	3,3	300	630×300×730
СРОС-200/6УХЛ4	1,0; 0,25	25; 50	21	380	630×400×800
СРОС-200/604	1,0; 0,25	25; 50	23	380	630×400×800
СРОС-200/6УХЛ4	0,15; 0,0375	65; 130	21	380	630×400×800

Тип	Основные технические данные изделия				
	Индуктивность, Гн	Номинальный выпрямленный ток, А	Одноминутное испытательное напряжение, кВ (частотой 50 Гц)	Масса, кг	Длина×ширина×высота, мм
СРОС-200/604	0,15, 0,0375	65, 130	23	380	630×400×800
СРОС-400/0,5УХЛ4	0,03, 0,0075	200, 400	3,0	505	710×400×860
СРОС-400/0,504	0,03, 0,0075	200, 400	3,3	505	710×400×860
СРОС-800	0,00066	1500	2,0	1450	1000×750×1270
СРОС-5000	0 00034	6300	2,0	4840	1550×1520×2350

19.4. Токоограничивающие реакторы

Реактор *серии РТСТ* — трехфазный токоограничивающий сухого исполнения, предназначен для ограничения токов в схемах *тиристорных* преобразователей.

В обозначении реактора первое число — номинальный фазный ток, А; второе число — номинальная индуктивность, мГн. Одноминутное испытательное напряжение реакторов составляет 3 кВ.

Технические данные реакторов серии РТСТ приведены в табл. 19.8.

Таблица 19.8

ТРЕХФАЗНЫЕ СУХИЕ ТОКООГРАНИЧИВАЮЩИЕ РЕАКТОРЫ ДЛЯ ТИРИСТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Тип	Основные технические данные изделия				
	Индуктивность, мГн	Номинальное напряжение сети, В	Номинальный ток, А (50 Гц)	Масса, кг	Длина×ширина×высота, мм
РТСТ-20,5-1,08УЗ(ТЗ)	1,08	220	20,5	10,5	345×335×240
РТСТ-20,5-1,53УЗ(ТЗ)	1,53	310	20,5	12,5	345×335×260
РТСТ-20 5-2,02УЗ(ТЗ)	2,02	410	20,5	14,5	345×335×285
РТСТ-41-0,54УЗ(ТЗ)	0,54	220	41	16	345×335×275
РТСТ-41-0,76УЗ(ТЗ)	0,76	310	41	20,5	345×335×320
РТСТ-41-1,01УЗ(ТЗ)	1,01	410	41	25	345×335×365
РТСТ-82-0,27УЗ(ТЗ)	0 27	220	82	26	345×335×335

Тип	Основные технические данные изделия				
	Индуктивность, мГн	Номинальное напряжение сети, В	Номинальный ток, А (50 Гц)	Масса, кг	Длина×ширина×высота, мм
РТСТ-82-0,38У3(ТЗ)	0,38	310	82	33,5	345×335×390
РТСТ-82-0,505У3(ТЗ)	0,505	410	82	42	345×335×445
РТСТ-165-0,135У3(ТЗ)	0,135	220	165	30	515×485×280
РТСТ-165-0,19У3(ТЗ)	0,19	310	165	36	515×485×300
РТСТ-165-0,25У3(ТЗ)	0,25	410	165	43	515×485×330
РТСТ-265-0,084У3(ТЗ)	0,084	220	265	39	515×485×305
РТСТ-265-0,118У3(ТЗ)	0,118	310	265	50	515×485×355
РТСТ-265-0,156У3(ТЗ)	0,156	410	265	60	515×485×390
РТСТ-410-0,054У3(ТЗ)	0,054	220	410	68	660×590×435
РТСТ-410-0,076У3(ТЗ)	0,076	310	410	82	660×590×495
РТСТ-410-0,101 У3(ТЗ)	0,101	410	410	92	660×590×565
РТСТ-660-0,034У3(ТЗ)	0,034	220	660	104	660×596×485
РТСТ-660-0,048У3(ТЗ)	0,048	310	660	130	660×596×580
РТСТ-660-0,64У3(ТЗ)	0,064	410	660	145	660×596×625
РТСТ-820-0,027У3(ТЗ)	0,027	220	820	130	660×595×522
РТСТ-820-0,038У3(ТЗ)	0,038	310	820	151	660×595×580
РТСТ-820-0,0505У3(ТЗ)	0,0505	410	820	176	

19.5. Заземляющие реакторы

Реакторы *серий РЗДСОМ* (реактор заземляющий, дугогасящий с плавным регулированием, однофазный, масляный) применяются для компенсации емкости токов замыкания на землю.

Ступенчатое регулирование осуществляется вручную на отключенном от сети реакторе, число ответвлений пять. Плавное регулирование осуществляется изменением воздушного зазора в магнитопроводе с помощью электропривода электропривода без отключения реактора от сети и при отсутствии замыкания на землю [1]. Параметры реакторов серии РЗДСОМ приведены в табл. 19.9.

Таблица 19.9

ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ ДУГОГАСЯЩИЕ РЕАКТОРЫ

Тип	Реак- тивная мощ- ность, кВА	Номинальное напряжение, кВ		Пределы регули- рования токов, А	Габариты, мм		Масса, кг
		сети	реак- тора		Высота	В плане	
Со ступенчатым регулированием							
РЗДСОМ-115/6	115	6	3,11	12,5...25	—	—	—
РЗДСОМ-230/6	230	6	3,81	25.. 50	2000	1200×1400	1200
РЗДСОМ-460/6	460	6	3,11	50.. 100	2600	1400×1700	2000
РЗДСОМ-920/6	920	16	3,81	100...200	2700	1500×1800	2500
РЗДСОМ-190/10	190	10	635	12,5...25	—	—	—
РЗД СОМ-380/10	380	10	6,35	25...50	2600	1400×1700	2000
РЗДСОМ-760/10	760	10	6,35	50.. 100	2700	1500×1800	2500
РЗДСОМ-1520/10	1520	10	635	100...200	3100	1600×2200	4000
РЗДСОМ-115/15; 75	115	15	9,09	5...10	2000	1200×1400	1100
РЗДСОМ-155/20	155	20	12,97	6,25...12,5	2600	1400×1700	2000
РЗДСОМ-310/35	310	35	22,2	6,25...12,5	2600	1400×1700	2000
РЗДСОМ-620/35	620	35	22,02	12,5...25	2700	1500×1800	2500
РЗДСОМ-1240/35	1240	35	22,02	25...50	3100	1600×2200	4000
С плавным регулированием							
РЗДПОМ-120/6	120	6	3,81	5,2...26,2	2200	1500×1700	2200
РЗДПОМ-300/6	300	6	3,81	13,1...65,5	2600	1700×1900	3200
РЗДПОМ-190/10	190	10	6,35	5,0 ...25	2200	1500×1700	2800
РЗДПОМ-480/10	480	10	635	12,6...63	2600	1900×2300	4500
РЗДПОМ-480/20	480	20	12,7	6,3...31,4	—	—	—
РЗДПОМ-700/35	700	35	22,2	5,7...28,4	—	—	—
РЗДПОМ-800/35	800	35	22,2	7,2...36	—	—	—

19.6. Шунтирующие реакторы

Шунтирующие реакторы применяются для компенсации реактивной мощности, генерируемой линиями электропередач с номинальным напряжением до 1150 кВ в режиме малых нагрузок. Реакторы включаются по мере уменьшения нагрузок между токоведущими частями и землей. Маркировка реакторов означает: Р — реактор, О — однофазный, Т — трехфазный, М — масляный, ДЦ — масляное охлаждение с дутьем и принудительной циркуляцией масла. Технические данные шунтирующих реакторов приведены в табл. 19.10.

Таблица 19.10

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ КОМПЕНСАЦИИ

Тип реактора	Номинальное напряжение, кВ	Номинальная мощность, кВ·А	Потери, кВт	Масса, кг
РОМ-1200/10	$6,6/\sqrt{3}; 11/\sqrt{3}$	1200	20	38000
РТД-20000/35	38,5	22000	120	31500
РОД-30000/35	$38,5/\sqrt{3}$	30000	180	35100
РОД-33333/110	$121/\sqrt{3}$	33333	180	39100
РОДЦ-60000/500	$525/\sqrt{3}$	60000	205	66600
РОДЦ-110000/750	$787/\sqrt{3}$	110000	305	95000

Реакторы *серии ЕРОМ* и *ЕРОС* применяются в цепях заряда емкости. Реакторы ЕРОМ — масляные, ЕРОС — сухого исполнения. Технические данные реакторов этих серий приведены в табл. 19.11 и 19.12.

В обозначении реакторов первое число — типовая мощность, кВ·А; второе — класс напряжения [1, 2, 3].

Таблица 19.11

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЗАРЯДНЫХ РЕАКТОРОВ СЕРИИ ЕРОМ

Тип реактора	Номинальный пульсирующий ток (действующий), А	Максимальное значение пульсирующего тока, А	Частота пульсирующего тока, Гц	Длительность импульса тока за период, мс	Номинальная индуктивность, Гн	Полная масса, кг
ЕРОМ-350/6	105	240	50	7.7	0,036	1300
ЕРОМ-300/10	35	50	100	10	0,6	1900
ЕРОМ-400/10	9,7	13,6	15	67	14	1900
ЕРОМ-1000/10	35	50	25	40	2,4	2900
ЕРОМ-1200/10	1060	2600	100	33	0,0014;	3750
ЕРОМ-5000/10	4000	6250	125	6000	0,00735	29600

Таблица 19.12

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЗАРЯДНЫХ РЕАКТОРОВ СЕРИИ ЕРОС

Тип реактора	Номинальная индуктивность, Гн	Номинальный постоянный ток, А	Потери в реакторе при 115 °С, Вт	Масса, кг
ЕРОС-1000/0,5	3,0	31,6	1300	1350
ЕРОС-400/10	1,5	11	1000	—
ЕРОС-400/10-74	4,0	15	—	860
ЕРОС-400/10-74	7,5	11	—	860
ЕРОС-4000/10	12	9,03	1500	1400

20. Высоковольтные распределительные устройства

20.1. Камеры сборные КСО-366

Различаются модификации камер сборных *одностороннего обслуживания*: КСО-272, КСО-298, КСО-366 и КСО-386.

Камеры сборные одностороннего обслуживания предназначены для комплектования распределительных устройств напряжения 6 и 10 кВ переменного трехфазного тока частоты 50 Гц с изолированной или заземленной через дугогасительный реактор нейтралью.

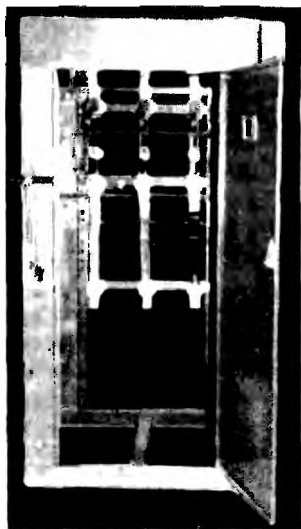


Рис. 20.1. КСО-366

Камеры КСО-366 (рис. 20.1) устанавливаются в закрытых помещениях трансформаторных подстанций, в машинных залах и других местах, недоступных для неинструктированного персонала, и являются камерам одностороннего обслуживания. Камеры скрепляются между собой болтами. Камеры КСО-366 выполняются по стандартным схемам первичных соединений. Они комплектуются выключателями нагрузки с ручным приводом серии ВНР-10, разъединителями серии РВЗ-10, РВ-10 и другими аппаратами высокого напряжения в зависимости от схемы, ошиновкой и шинными мостами. Совместно с комплектным устройством в соответствии с заказом поставляются торцевые панели и *шинные мосты*.

Условия эксплуатации

Температура окружающего воздуха от -25 до $+40$ °С. Высота над уровнем моря не более 1000 м. Степень защиты камер с лицевой стороны — IP20, с остальных сторон IP00 — по ГОСТ 14254-96. Окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов или паров, разрушающих металлы и изоляцию.

Камера представляет собой сварную металлоконструкцию, внутри которой размещена аппаратура главных цепей, на фасаде — приводы выключателей нагрузки и разъединителей.

Доступ в камеру обеспечен через дверь, в которой имеется окно для обзора внутренней зоны. Дверь закрывается замком с ключом. Вверху камеры имеется короб, в котором прокладываются магистрали вторичных цепей или разрядника.

Основная встраиваемая аппаратура первичных цепей (рис. 20.2):

QW — выключатели нагрузки ВНР-10, ВНРп-10 и ВНП-10 с приводами ПР-17, ПРА-17 и пружинным приводом (ВНП-10);

QS — разъединители РВ-10, РВЗ-10 и РВФЗ-10 с приводом ПР-10;

FU — предохранители ПКТ, ПКН;

ТА — трансформаторы тока ТПЛ-10, ТПОЛ-10;

TV — трансформаторы напряжения НАМИТ-6,10; НОЛ 08-6,10;

FV — разрядники РВО-6,10.

Для комплектации распределительных устройств напряжением 6 и 10 кВ трансформаторных подстанций с одним или двумя трансформаторами мощностью до 630 кВ·А выполняются блоки из шести и семи камер КСО-366. Технические характеристики камер КСО-366 представлены в табл. 20.1

Таблица 20.1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАМЕР КСО-366

Номинальное напряжение, кВ	6; 10
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2; 12
Номинальный ток главных цепей, А	400; 630
Номинальный ток выключателей нагрузки, А	400; 630
Номинальный ток трансформаторов тока, А	50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 600
Ток плавкой вставки силового предохранителя, А	2; 3; 5; 8; 10; 16; 20; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 160
Ток электродинамической стойкости, кА камер с выключателями нагрузки камер с разъединителями	51 41
Ток термической стойкости, кА	20
Время протекания тока термической стойкости, с	1
Номинальное напряжение вспомогательных цепей, В: цепей защиты, управления и сигнализации постоянного и переменного тока цепей трансформаторов напряжения (защиты, измерения, учета, АВР) цепей освещения камер	220 100 36
Изоляция по ГОСТ 1516.1-76	Нормальная
Габаритные размеры (ширина × глубина × высота каркаса), мм:	1000×1000×2083
Масса камер, кг, не более	300

Схема				
Номенклатурное обозначение	1-630	1з-630	2-400	3н-400
Схема				
Номенклатурное обозначение	4н-400	5н-400	6н-400	7н-400
Схема				
Номенклатурное обозначение	8н-400	9н-400	10-400 НОЛ	10-400 НАМИТ
Схема				
Номенклатурное обозначение	12-400 РВО	13-400	14-400	15-400

Рис. 20.2. Схемы главных цепей КСО-366

Камеры КСО-366 выполнены по схемам главных цепей, которые представлены на рис. 20.2.

Их обозначение XX-XX:

X — порядковый номер схемы главных цепей;

X — буквенное обозначение (н — выключатель нагрузки, отсутствие буквы — разъединитель, з — разъединитель с двумя заземляющими ножами);

X — номинальный ток камеры, (400 или 630 А);

X — тип трансформатора напряжения или разрядника.

Для комплектации распределительных устройств напряжением 6 и 10 кВ трансформаторных подстанций с одним или двумя трансформаторами мощностью до 630 кВ·А выполняются блоки из шести или семи камер КСО-366.

Схемы РУ с шестью и семью камерами КСО-366 представлены на рис. 20.3.

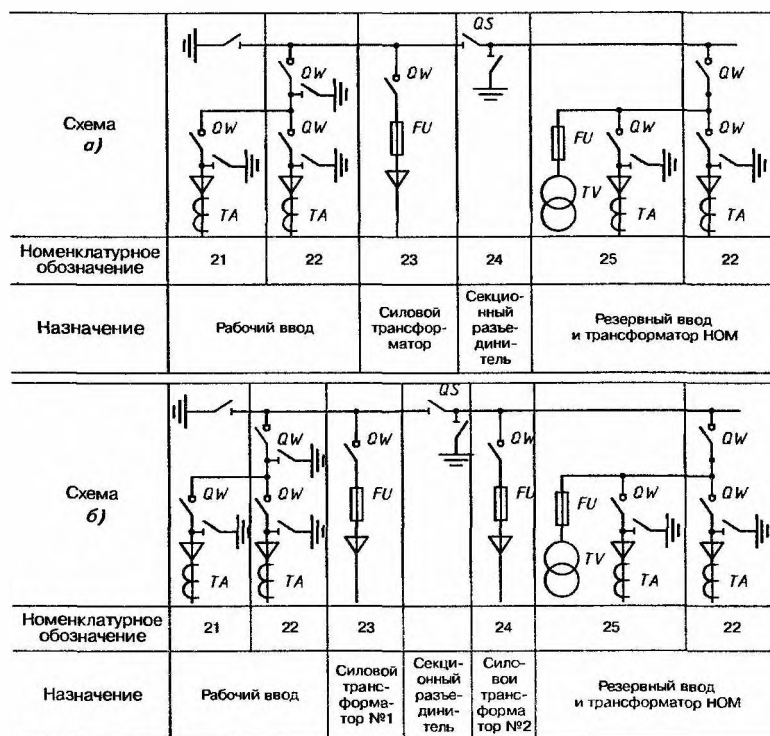


Рис. 20.3. Схемы РУ 6 или 10 кВ:

а — с шестью; б — семью камерами КСО-366

20.2. Камеры сборные КСО-272

Камеры сборные одностороннего обслуживания КСО-272 предназначены для комплектования распределительных устройств напряжением 6...10 кВ переменного трехфазного тока частотой 50 Гц систем с изолированной нейтралью (системы с малыми токами замыкания на землю).

Температура окружающей среды от -20 до $+35$ °С, климатическое исполнение — УХЛЗ, степень защиты камер — IP00 (со стороны фасада — IP20). Камеры удовлетворяют требованиям ТУ 401-07325-88.

20.3. Камеры сборные КСО-386

Камеры КСО-386 напряжением 6...10 кВ предназначены для комплектования распределительных устройств переменного тока трехфазного тока частотой 50 Гц, систем с изолированной нейтралью. Камеры КСО-386 устанавливаются в закрытых помещениях трансформаторных подстанций, в машинных залах и других местах, недоступных для неинструктированного персонала, и являются камерами одностороннего обслуживания. Камеры скрепляются между собой болтами.

Камеры КСО-386 комплектуются выключателями, приводом серии ВМП-М1-10, разъединителями серии РВЗ-10 и другими аппаратами высокого напряжения в зависимости от схемы, ошиновкой и шинными мостами. Комплектные распределительные устройства, собранные из камер КСО-386, отличаются уменьшенными габаритами, металлоемкостью и весом.

Технические характеристики камер КСО-386 приведены в табл. 20.2. Совместно с комплектным устройством в соответствии с заказом поставляются обычно торцевые панели и шинные мосты.

Таблица 20.2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАМЕР КСО-386

Камера сборная одностороннего обслуживания	КСО-386
Модификация	3
Год разработки	86
Номер схемы первичных соединений	XX
Номинальное напряжение, кВ	6-6, 10-10
Номинальный рабочий ток главной цепи, А: при $U_n = 6$ кВ при $U_n = 10$ кВ	1 — 31,5; 2 — 50; 3 — 80; 4 — 100; 5 — 125; 6 — 630 1 — 31,5; 2 — 40; 3 — 63; 4 — 80; 5 — 100; 6 — 630
Наличие сигнализации о перегорании предохранителей	0 — отсутствует 1 — имеет

20.4. Шинные мосты

Мосты шинные для камер предназначены для соединения сборных шин при двухрядном расположении камер КСО в распределительном устройстве. На рис. 20.4 представлен шинный мост из камер КСО-366.

Обозначение шинных мостов ШМХ-Х означает Ш — шинный, М — мост, Х — буквенное обозначение: Р — с двумя разъединителями, отсутствие буквы означает отсутствие разъединителей, Х — модификация шинного моста.

В конструктивном отношении (рис. 20.4) шинный мост представляет собой сварную металлоконструкцию, на которой размещены опорные изоляторы, алюминиевые шины сечением 50×5 мм и шинные разъединители (на мостах ШМР).

Габариты и масса шинных мостов представлены в табл. 20.3.

Таблица 20.3

ГАБАРИТЫ И МАССА ШИННЫХ МОСТОВ

Тип	L, мм	Масса, кг
ШМ-1	2000...2600	110
ШМР-1	2000...2600	215
ШМ-2	2650...3250	122
ШМР-2	2650...3250	230
ШМ-2	3300...3900	134
ШМР-2	3300...3900	245

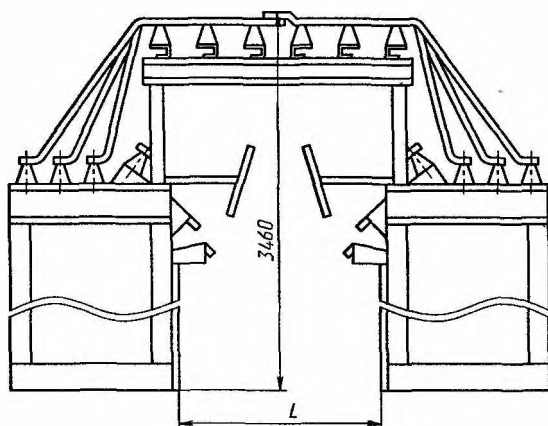


Рис. 20.4. Шинный мост

Литература

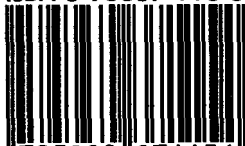
1. Электротехнический справочник в 4-х т. Т. 2. Электротехнические изделия и устройства / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. И. Н. Орлов).— 8-е изд. испр. и доп.— М.: Издательство МЭИ, 1998.— 518 с.
2. *Алиев И. И.* Справочник по электротехнике и электрооборудованию.— 3-е изд.— М.: Высшая школа, 2002.— 255 с.
3. «Электрозавод». Каталог номенклатуры изделий на 2003 г.— М.: Электрозавод, 2003.— 84 с.
4. Реле и автоматика. Краткий справочник по текущему ассортименту.— М.: Реле и автоматика, 2003.— 88 с. (<http://www.rele.ru>).
5. *Чунихин А. А.* Электрические аппараты высокого напряжения: Справочник. Т. 1. Выключатели.— М.: Информ-электро, 1994.
6. *Чунихин А. А.* Электрические аппараты высокого напряжения: Справочник. Т. 2. Выключатели.— М.: Информ-электро, 1996.
7. Защитные аппараты. Ограничители пренапряжений. Каталог ЗЭО.— Великие Луки, 2001.— 30 с.
8. НПП «Промэлектроавтоматика». Номенклатурный каталог.— М.: 2000.— 113 с. (<http://www.pea.ru>).

Сдано в набор 10.10.2003. Подписано в печать 12.01.2004
Формат 60х90/32. Гарнитура «Прагматика». Бумага газетная
Печать высокая. Печ. л. 8. Авт. л. 14. Тираж 5000 экз. Заказ 2169

Издательское предприятие РадиоСофт.
109125, Москва, Саратовская ул., д. 6/2

ОАО «Владимирская книжная типография»
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7
Качество печати соответствует качеству предоставленных диапозитивов

ISBN 5-93037-115-6



9 785930 371154 >