РЕЗИСТОРЫ
КОНДЕНСАТОРЫ
ТРАНСФОРМАТОРЫ
ДРОССЕЛИ
КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА
РЭА

справочник

Н. Н. Акимов,
Е. П. Ващуков,
В. А. Прохоренко,
Ю. П. Ходоренок

РЕЗИСТОРЫ КОНДЕНСАТОРЫ ТРАНСФОРМАТОРЫ ДРОССЕЛИ КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА РЭА

справочник

МИНСК
"БЕЛАРУСЬ"
1994

ББК 32.844я2
Р 34
УДК 621.396.6(035.5)

6210396060—030
Р———————— 33—93
М 301(03)— 94

ISBN 5-338-01021-6

Р 34 **Резисторы,** конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА: Справ./Н. Н. Акимов, Е. П. Ващуков, В. А. Прохоренко, Ю. П. Ходоренок — Мн.: Беларусь, 1994.— 591 с.: ил.

ISBN 5-338-01021-6.

Приводятся классификация, система обозначения, электрические и эксплуатационные параметры большой группы пассивных элементов: резисторов, конденсаторов, унифицированных трансформаторов питания, дросселей, унифицированных низкочастотных согласующих трансформаторов, реле, переключателей.

Для сложных пассивных элементов даются рекомендации по проверке, монтажу и эксплуатации.

Справочник рассчитан на специалистов и радиолюбителей, работающих с радиоэлектронной аппаратурой.

6210396060—030
Р———————— 33—93 **ББК 32.844я2**
М 301(03)—94

Справочное издание

Акимов Николай Николаевич
Ващуков Евгений Павлович
Прохоренко Владимир Александрович
Ходоренок Юрий Петрович

РЕЗИСТОРЫ, КОНДЕНСАТОРЫ, ТРАНСФОРМАТОРЫ, ДРОССЕЛИ КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА РЭА

Справочник

Редакторы Л. А. Сословский, Д. В. Василенко
Художник Д. И. Колодинский
Художественный редактор О. В. Кузьмичева
Технический редактор И. П. Кастецкая
Корректоры Л. Г. Кузьмина, Ю. Ц. Петрикеева, Р. П. Иваненко

Подписано в печать с готовых диапозитивов 18.10.94. Формат 84×108$^1/_{32}$. Бумага тип. Гарнитура литерат. Высокая печать с ФПФ. Усл. печ. л. 31,08. Усл. кр.-отт. 31,08. Уч.-изд. л. 34,34. Доп. тираж 40 000 экз. Зак. 1344

Ордена Дружбы народов издательство «Беларусь» Министерства культуры и печати Республики Беларусь. Лицензия ЛВ № 2. 220600, Минск, пр. Машерова, 11

Минский ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат МППО им. Я. Коласа. 220005, Минск, Красная, 23.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Резисторы, конденсаторы, трансформаторы и дроссели, изделия коммутации образуют большую группу пассивных элементов, основным свойством которых является выполнение простейших операций (увеличение сопротивления протекающему току, накопление заряда, концентрация электромагнитной энергии и т. п.). Пассивные элементы наряду с активными (электровакуумными приборами, транзисторами) и интегральными схемами являются комплектующими изделиями производства электронной промышленности и радиолюбительских конструкций. В связи с бурным развитием электроники потребность в пассивных элементах возрастает.

Курс на микроминиатюризацию, снижение массы и габаритов, повышение стойкости к внешним факторам, надежности предъявляет повышенные требования и к пассивным элементам. В последние годы разработан ряд новых элементов с улучшенными электрическими и эксплуатационными характеристиками, приспособленными для монтажа на печатных платах.

Многообразие существующих пассивных элементов и появление новых, разбросанность данных о них в специализированных справочниках, каталогах, журналах в известной степени затрудняют работу при конструировании, ремонте и эксплуатации электронной аппаратуры.

Настоящий справочник представляет собой достаточно полное издание по значительному числу элементов, таких как резисторы, конденсаторы, унифицированные трансформаторы питания, унифицированные согласующие трансформаторы, низкочастотные дроссели, реле постоянного тока и поляризованные, магнитоуправляемые контакты, переключатели.

Материал справочника распределен на четыре раздела, указанных в названии книги. В начале каждого раздела приводится классификация пассивного элемента, система условных обозначений, основные параметры. Основной материал справочника включает в себя данные по электрическим и эксплуатационным параметрам пассивных элементов. В нем приводятся также рисунки элементов, габаритные размеры и масса.

Для сложных пассивных элементов, таких как трансформаторы, реле, переключатели, приведены рекомендации по выбору, проверке и монтажу.

Справочные материалы составлены на основе данных,

указанных в Государственных стандартах и технических условиях. В ряде случаев для сложных элементов даны разъяснения важнейших терминов и параметров.

Справочник предназначен для учащихся профтехучилищ и студентов средних и высших учебных заведений радиотехнических специальностей, а также для радиомастеров и радиолюбителей. Справочник может быть полезен инженерам, занимающимся разработкой, ремонтом и эксплуатацией электронной аппаратуры.

Раздел первый

РЕЗИСТОРЫ

Глава 1

РЕЗИСТОРЫ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И СИСТЕМА УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ РЕЗИСТОРОВ

Резистором называется пассивный элемент РЭА, предназначенный для создания в электрической цепи требуемой величины сопротивления, обеспечивающей перераспределение и регулирование электрической энергии между элементами схемы.

Выпускаемые отечественной промышленностью резисторы классифицируются по различным признакам. В зависимости от характера изменения сопротивления резисторы разделяют на постоянные — значение сопротивления фиксировано; переменные — с изменяющимся значением сопротивления.

В зависимости от назначения резисторы делятся на общего назначения и специальные (прецизионные, сверхпрецизионные, высокочастотные, высоковольтные, высокомегаомные).

Резисторы общего назначения используются в качестве нагрузок активных элементов, поглотителей, делителей в цепях питания, элементов фильтров, шунтов, в RC — цепях формирования импульсных сигналов и т. д. Диапазон номинальных сопротивлений этих резисторов 1 Ом...10 МОм, номинальные мощности рассеяния — 0,125...100 Вт. Допускаемые отклонения сопротивления от номинального значения ± 1; ± 2; ± 5; ± 10; ± 20 %.

Прецизионные и сверхпрецизионные резисторы отличаются высокой стабильностью параметров и высокой точностью изготовления (допуск $\pm 0{,}0005...0{,}5$ %). Данные резисторы применяются в основном в измерительных приборах, системах автоматики, счетно-решающих устройствах. Диапазон этих резисторов значительно шире, чем резисторов общего назначения.

Высокочастотные резисторы отличаются малыми собственными индуктивностью и емкостью и предназначены для работы в высокочастотных цепях, кабелях и волноводах.

Высоковольтные резисторы рассчитаны на работу при больших (от единиц до десятков киловольт) напряжениях.

Высокомегаомные резисторы имеют диапазон номинальных сопротивлений от десятков мегаом до единиц тераом. Высокомегаомные резисторы применяются в цепях с рабочим напряжением до 400 В и обычно работают в режиме малых токов. Мощности рассеяния их невелики (до 0,5 Вт).

В зависимости от способа защиты от внешних факторов резисторы делятся на неизолированные, изолированные, герметизированные и вакуумные.

Неизолированные резисторы с покрытием или без него не допускают касания своим корпусом шасси аппаратуры.

Изолированные резисторы имеют изоляционное покрытие (лак, компаунд, пластмасса) и допускают касание корпусом шасси и токоведущих частей радиоэлектронной аппаратуры (РЭА).

Герметизированные резисторы имеют герметичную конструкцию корпуса, которая исключает влияние окружающей среды на его внутреннее пространство. Герметизация осуществляется с помощью опрессовки специальным компаундом.

Вакуумные резисторы имеют резистивный элемент, помещенный в стеклянную вакуумную колбу.

По способу монтажа резисторы подразделяются на резисторы для навесного и печатного монтажа, для микромодулей и интегральных микросхем.

По материалу резистивного элемента (рис. 1.1) резисторы делятся на проволочные, непроволочные, металлофольговые.

Проволочные — резисторы, в которых резистивным элементом является высокоомная проволока (изготавливается из высокоомных сплавов: константан, нихром, никелин).

Непроволочные — резисторы, в которых резистивным элементом являются пленки или объемные композиции с высоким удельным сопротивлением.

Металлофольговые — резисторы, в которых резистивным элементом является фольга определенной конфигурации.

Непроволочные резисторы можно разделить на тонкопленочные (толщина слоя в нанометрах), толстопленочные (толщина в долях миллиметра), объемные (толщина в единицах миллиметра).

Тонкопленочные резисторы подразделяются на металлодиэлектрические, металлоокисные и металлизированные с резистивным элементом в виде микрокомпозиционного слоя из диэлектрика и металла, или тонкой пленки окиси металла, или сплава металла; углеродистые и бороуглеродистые, проводящий элемент которых представляет собой пленку пиролитического углерода или борорганических соединений.

К толстопленочным относят лакосажевые, керметные и резисторы на основе проводящих пластмасс. Проводящие резистивные слои толстопленочных и объемных резисторов представляют собой гетерогенную систему (композицию) из нескольких фаз, получаемую механическим смешением прово-

Рис. 1.1. Классификация резисторов по материалу резистивного элемента

дящего компонента, например графита или сажи, металла или окисла металла, с органическими или неорганическими наполнителями, пластификаторами или отвердителем. После термообработки образуется монолитный слой с необходимым комплексом параметров.

В объемных резисторах в качестве связующего компонен-

та используют органические смолы или стеклоэмали. Проводящим компонентом является углерод.

В резистивных керметных слоях основным проводящим компонентом являются металлические порошки и их смеси, представляющие собой керамическую основу с равномерно распределенными частицами металла.

В соответствии с действующей системой сокращенных и полных обозначений сокращенное условное обозначение, присваиваемое резисторам, должно состоять из следующих элементов:

первый элемент — буква или сочетание букв, обозначающих подкласс резисторов (Р — резисторы постоянные; РП — резисторы переменные; НР — набор резисторов);

второй элемент — цифра, обозначающая группу резисторов по материалу резистивного элемента (1 — непроволочные; 2 — проволочные или металлофольговые);

третий элемент — регистрационный номер конкретного типа резистора.

Между вторым и третьим элементами ставится дефис. Например, постоянные непроволочные резисторы с номером 4 или переменные непроволочные резисторы с номером 46 следует писать Р1-4 и РП1-46 соответственно.

Полное условное обозначение состоит из сокращенного обозначения, варианта конструктивного исполнения (при необходимости), значений основных параметров и характеристик резистора, климатического исполнения и обозначения документа на поставку.

Параметры и характеристика для постоянных резисторов указываются в следующей последовательности:

номинальная мощность рассеяния;

номинальное сопротивление и буквенное обозначение единицы измерения;

допускаемое отклонение сопротивления в процентах (допуск);

группа по уровню шумов (для непроволочных резисторов);

группа по температурному коэффициенту сопротивления (ТКС).

Например, постоянный непроволочный резистор с регистрационным номером 4, номинальной мощностью рассеяния 0,5 Вт, номинальным сопротивлением 10 кОм, с допуском ± 1 %, группой по уровню шумов — А, группы ТКС — Б, всеклиматического исполнения — В, обозначается: Р1-4-0,5-10 кОм ± 1 % А-Б-В ОЖО.467.157ТУ.

Кодированное обозначение номинальных сопротивлений состоит из трех или четырех знаков, включающих две цифры и букву или три цифры и букву. Буква кода из русского или латинского алфавита обозначает множитель, составляющий сопротивление, и определяет положение запятой десятичного знака. Буквы *R*, *K*, *M*, *G*, *T* обозначают соответственно множители 1, 10^3, 10^6, 10^9, 10^{12}.

Например, 5*R*1, 150 К, 2М2 обозначают 5,1 Ом, 150 кОм, 2,2 МОм соответственно.

Полное обозначение допускаемого отклонения состоит из цифр, а кодированное из буквы (табл. 1.1).

Таблица 1.1. **Кодированные обозначения допустимых отклонений сопротивлений**

ГОСТ 11076—69, СТ СЭВ 1810—79		Публикация 62 и 115-2 МЭК	
Допуск, %	Кодированное обозначение	Допуск, %	Кодированное обозначение
±0,001	*E*	—	—
±0,002	*L*	—	—
±0,005	*R*	—	—
±0,01	*P*	—	—
±0,02	*U*	—	—
±0,05	*X*	—	—
±0,1	*B*	±0,1	*B*
±0,25	*C*	±0,25	*C*
±0,5	*D*	±0,5	*D*
±1	*F*	±1	*F*
±2	*G*	±2	*G*
±5	*J*	±5	*J*
±10	*K*	±10	*K*
±20	*M*	±20	*M*
±30	*N*	±30	*N*

По существовáвшей ранее системе (ГОСТ 13453—68), первый элемент сокращенного обозначения — буква (С — резистор постоянный, СП — резистор переменный). Второй элемент — цифра, обозначающая тип резисторов по материалу резистивного слоя (1 — непроволочные тонкослойные углеродистые и бороуглеродистые; 2 — непроволочные тонкослойные металлодиэлектрические и металлоокисные; 3 — непроволочные композиционные пленочные; 4 — непроволочные композиционные объемные; 5 — проволочные; 6 — непроволочные тонкослойные металлизированные). Третий элемент — число, обозначающее порядковый номер изделия.

Например, С2-33 обозначает резистор постоянный непроволочный тонкослойный металлодиэлектрический, регистрационный номер 33.

Маркировка на резисторах по данной системе также буквенно-цифровая. Она содержит: вид, номинальную мощность, номинальное сопротивление, допуск и дату изготовления. При малых размерах резисторов может применяться не полное, а сокращенное (кодированное) обозначение номинальных сопротивлений и допусков.

Система обозначения, согласно ГОСТ 11076, приведена в табл. 1.1, 1.2.

Таблица 1.2. **Система обозначения номинальных сопротивлений резисторов**

Единица измерения	Кодированное обозначение единицы измерения	Пределы номинальных сопротивлений	Пример полного обозначения	Пример соответствующего сокращенного обозначения
Ом	Е	до 99	0,47 Ом	Е47
			4,7 Ом	4Е7
кОм	К	0,1...99	470 Ом	К470
			4,7 кОм	4К7
МОм	М	0,1...99	470 кОм	М47
			4,7 МОм	4М7
ГОм	Г	0,1...99	470 МОм	Г47
			4,7 ГОм	4Г7
ТОм	Т	0,1.. 99	0,47 ТОм	Т47

Таблица 1.3. **Кодированное обозначение допустимого отклонения номинального сопротивления**

Допустимое отклонение от номинала, %	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	30
Кодированное обозначение	Ж	У	Д	Р	Л	И	С	В	Ф

Разработанные до 1968 года и выпускаемые в настоящее время резисторы обозначаются тремя буквами: первая обозначает материал резистивного элемента (У — углеродистые, К — композиционные, М — металлопленочные, П — проволочные и т. д.); вторая буква обозначает вид защиты (Л — лакированные, Г — герметизированные, Э — эмалированный и т. д.); третья буква — особые свойства или назначение резистора (Т — теплостойкие, П — прецизионные, В — высоковольтные и т. д.). Например, МЛТ — металлопленочные лакированные теплостойкие, КЛВ — композиционные лакированные высоковольтные резисторы.

На постоянных миниатюрных резисторах, в соответствии с ГОСТ 17598—72 и требованиями Публикации 62 МЭК, допускается маркировка цветным кодом. Ее наносят знаками в виде кругов или полос. Для маркировки цветным кодом номинальное сопротивление резисторов в омах выражается двумя или тремя цифрами (в случае трех цифр — последняя цифра не равна нулю) и множителем 10^n, где n — любое число от -2 до $+9$.

Маркировочные знаки сдвигают к одному из торцов резистора и располагают слева направо в следующем порядке:

первая полоса — первая цифра
вторая полоса — вторая цифра
третья полоса — множитель
четвертая полоса — допуск
} номинальное сопротивление

Цвета знаков маркировки номинального сопротивления и допусков должны соответствовать указанным в табл. 1.4. Пример цветной маркировки приведен на рис. 1.2.

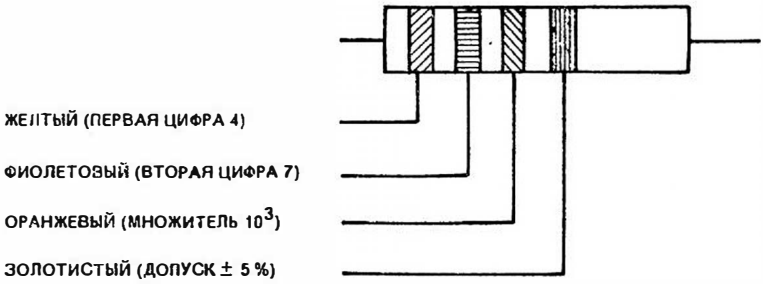


Рис. 1.2. Маркировка резисторов цветным кодом

Условные графические обозначения постоянных резисторов приведены на рис. 1.3, 1.4, переменных — на рис. 1.5.

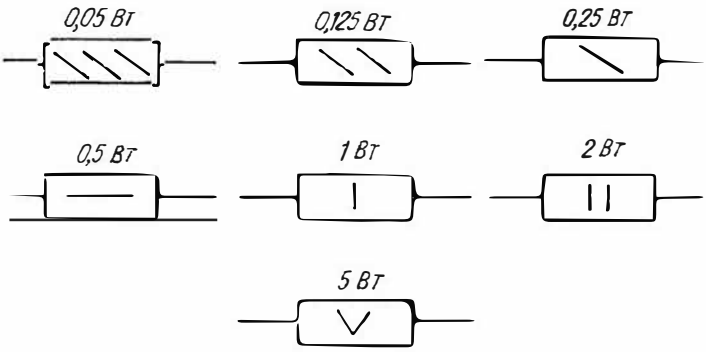


Рис. 1.3. Условные графические обозначения постоянных резисторов различной мощности рассеяния

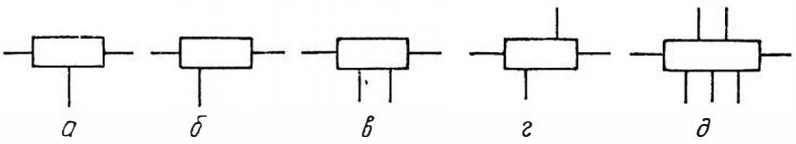


Рис. 1.4. Резисторы постоянные с дополнительными отводами:
а — с одним симметричным, *б* — с одним несимметричным, *в*, *г* — с двумя отводами, *д* — с пятью отводами

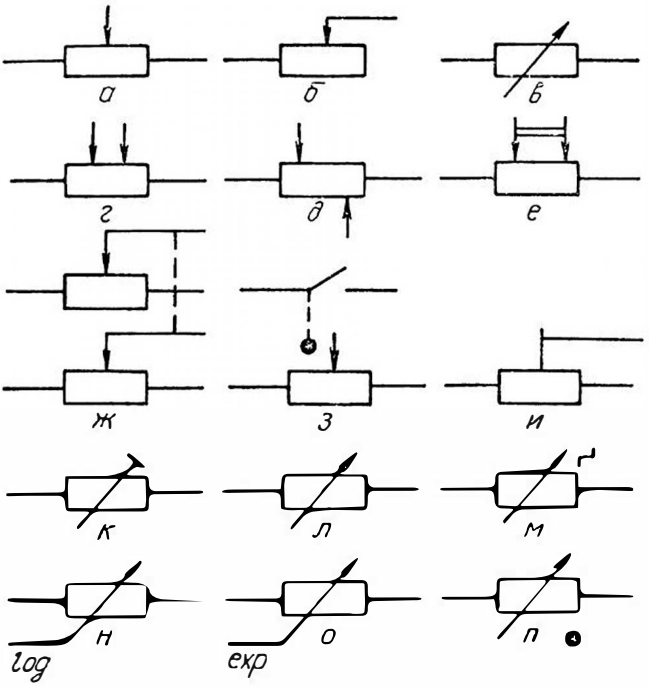


Рис. 1.5. Условные графические обозначения переменных резисторов:

а, б — резистор переменный, *в* — резистор переменный в реостатном включении, *г, д* — резистор переменный с двумя подвижными контактами, *е* — резистор переменный с двумя механически связанными подвижными контактами, *ж* — резистор переменный сдвоенный, *з* — резистор переменный с замыкающим контактом; *и, к* — резистор подстроечный, *л* — резистор с плавным регулированием, *м* — резистор со ступенчатым регулированием, *н* — резистор с логарифмической характеристикой регулирования, *о* — резистор с экспоненциальной характеристикой регулирования, *п* — резистор, у которого регулировка выведена на переднюю панель

Таблица 1.4. **Цвета знаков маркировки номинального сопротивления и допусков**

Цвет знака	Номинальное сопротивление, Ом				Допуск, %
	Первая цифра	Вторая цифра	Третья цифра	Множитель	
Серебристый	—		—	10^{-2}	±10
Золотистый	—		-	10^{-1}	±5
Черный	—	0	—	1	—
Коричневый	1	1	1	10	±1
Красный	2	2	2	10^2	±2
Оранжевый	3	3	3	10^3	—
Желтый	4	4	4	10^4	—
Зеленый	5	5	5	10^5	±0,5

Цвет знака	Номинальное сопротивление, Ом				Допуск, %
	Первая цифра	Вторая цифра	Третья цифра	Множитель	
Голубой	6	6	6	10^6	±0,25
Фиолетовый	7	7	7	10^7	±0,1
Серый	8	8	8	10^8	±0,05
Белый	9	9	9	10^9	—

1.2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗИСТОРОВ

Для оценки свойств резисторов используются следующие основные параметры: номинальное сопротивление, допустимое отклонение величины сопротивления от номинального значения (допуск), номинальная мощность рассеяния, предельное напряжение, температурный коэффициент сопротивления, коэффициент напряжения, уровень собственных шумов, собственная емкость и индуктивность.

Номинальное сопротивление $R_н$ — это электрическое сопротивление, значение которого обозначено на резисторе или указано в сопроводительной документации. ГОСТ 2825—67 устанавливает для резисторов шесть рядов номиналов сопротивлений: Е6, Е12, Е24, Е48, Е96, Е192 (цифра указывает число номинальных сопротивлений в ряду).

Шкала номинальных сопротивлений для постоянных резисторов общего применения по ряду Е6, Е12, Е24 приведена в табл. 1.5.

Таблица 1.5. **Номинальные сопротивления по ряду Е6, Е12, Е24**

Индекс ряда	Числовые коэффициенты, умножаемые на любое число, кратное 10
Е6	1,0; 1,5, 2,4; 3,3; 4,7, 6,8
Е12	1,0, 1,5, 2,2; 3,3; 4,7; 6,8
Е24	1,2, 1,8; 2,7, 3,9; 5,6; 8,1 1,0; 1,5; 2,2, 3,3, 4,7; 6,8 1,1; 1,6; 2,4, 3,6; 5,1; 7,5 1,2; 1,8, 2,7; 3,9; 5,6; 8,2 1,3; 2,0, 3,0; 4,3; 6,2; 9,1

Допуск — максимально допустимое отклонение реальной величины сопротивления резистора от его номинального значения, выраженное в процентах.

Согласно ГОСТ 9664—74, установлен ряд допусков (в процентах): ±0,001; ±0,002; ±0,005; ±0,01; ±0,02; ±0,05, ±0,1, ±0,25; ±0,5; ±1; ±2; ±5, ±10; ±20; ±30.

Номинальная мощность рассеяния $P_н$ — это наибольшая мощность, которую резистор может рассеивать в течение гарантированного срока службы (наработка) при сохранении параметров в установленных пределах. Значение $P_н$ зависит от конструкции резистора, физических свойств материалов и температуры окружающей среды.

Конкретные значения номинальных мощностей рассеяния в ваттах устанавливаются согласно ГОСТ 24013—80 и ГОСТ 10318—80 и выбираются из ряда: 0,01; 0,025; 0,05; 0,062; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 8; 10; 16; 25; 40; 63; 80; 100; 160; 250; 500.

Для нормальной работы резистора необходимо, чтобы мощность, выделяемая на резисторе в данной электрической цепи, не превышала номинальной мощности рассеяния:

$$\text{или} \quad \begin{matrix} P_н > P_{потр} \\ P_н > I^2 \cdot R. \end{matrix}$$

Определение номинальной мощности рассеяния указывается на корпусах крупногабаритных резисторов, а у малогабаритных производится по размерам корпуса.

Предельное напряжение $U_{пред}$ — это максимальное напряжение, при котором может работать резистор. Оно ограничивается тепловыми процессами, а у высокоомных резисторов — электрической прочностью резистора.

Температурный коэффициент сопротивления (ТКС) — это относительное изменение величины сопротивления резистора при изменении его температуры на один градус:

$$ТКС = \Delta R / R_0 \Delta T,$$

где R_0 — начальное значение величины сопротивления резистора, ΔR — изменение сопротивления. Значение ТКС прецизионных резисторов лежит в пределах от единиц до $100 \times \times 10^{-6}$ 1/°С, а у резисторов общего назначения — от десятков до 2000×10^{-6}1/°С.

Коэффициент напряжения $K_р$ — это относительное изменение сопротивления резистора при изменении электрического напряжения в определенных пределах:

$$K_р = (R_{10} - R_{100}) / R_{10},$$

где R_{10} и R_{100} — сопротивления резистора при испытательном напряжении, соответствующем 10 и 100 % его номинальной мощности рассеяния. Значение $K_р$ колеблется от десятых долей до единиц процентов.

Собственные шумы резисторов складываются из тепловых и токовых шумов.

Напряжение теплового шума зависит от величины сопротивления резистора и его температуры. ЭДС теплового шума определяется выражением:

$$E_т = B\sqrt{4kTR\Delta f},$$

где k — постоянная Больцмана; T — температура; R — сопротивление, Ом; Δf — полоса частот, в пределах которой определяется $E_т$.

При протекании тока по резистору возникают токовые шумы. Токовые шумы наиболее характерны для непроволочных резисторов. ЭДС токовых шумов определяется выражением

$$E_I = K_1 U,$$

где K_1 — коэффициент, зависящий от конструкции резистора, свойств его резистивного элемента; U — напряжение на резисторе.

Значение ЭДС шумов для непроволочных резисторов находится в пределах от долей единиц до сотен микровольт на вольт.

Собственная емкость и индуктивность — характеристики, определяющие работу резистора на высоких частотах.

Собственная емкость резистора слагается из емкости резистивного элемента и емкости вводов. Собственная индуктивность определяется длиной резистивного элемента, размерами каркаса и геометрией вводов. Наименьшими собственной емкостью и индуктивностью обладают непроволочные резисторы, наибольшими — проволочные резисторы.

В отличие от постоянных резисторов переменные обладают, кроме вышеперечисленных, дополнительными характеристиками и параметрами. К ним относятся: функциональная характеристика, разрешающая способность, шумы скольжения, разбаланс сопротивления (для многоэлементного резистора).

Функциональная характеристика определяет зависимость сопротивления переменного резистора от положения (угла поворота) подвижного контакта. Наиболее распространенные зависимости (рис. 1.6) — логарифмические (Б), обратноло-

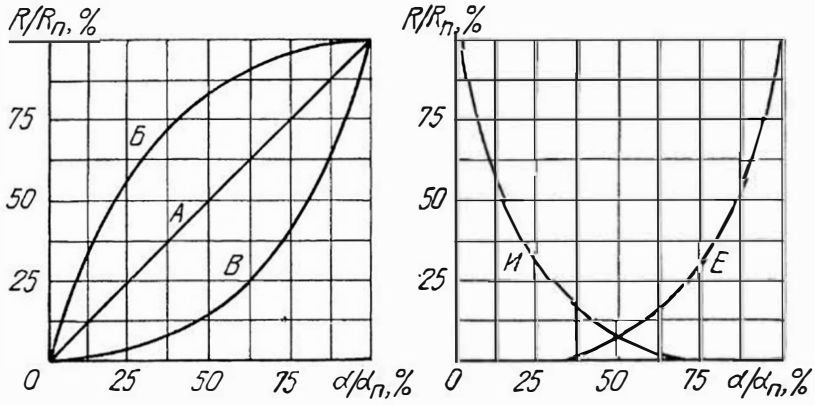


Рис. 1.6. Функциональные характеристики сопротивления переменных резисторов

гарифмические (В), линейные (А) Резисторы с характеристиками типа И, Е применяются в системах автоматики и измерительной техники.

Разрешающая способность показывает, при каком наименьшем изменении угла поворота или перемещении подвижной системы может быть различимо изменение сопротивления резистора. У непроволочных резисторов разрешающая способность очень высока и ограничивается дефектами резистивного элемента и контактной щетки, а также значением переходного сопротивления между проводящим слоем и подвижным контактом.

Разрешающая способность переменных проволочных резисторов зависит от числа витков проводящего элемента и определяется тем перемещением подвижного контакта, при котором происходит изменение установленного сопротивления.

Разрешающая способность переменных резисторов общего назначения находится в пределах 0,1...3 %, а прецизионных — до тысячных долей процента.

Шумами скольжения принято считать шумы (напряжение помехи), возникающие при перемещении подвижного контакта по резистивному элементу. Напряжение шумов непроволочных резисторов вращения достигает 15...50 мВ.

Разбаланс сопротивления — это отношение выходного напряжения, снимаемого с одного резистора, к соответствующему напряжению, снимаемому с другого резистора при одинаковом питающем напряжении на выводах резистивного элемента и одинаковом положении их подвижной системы.

Для резисторов общего назначения разбаланс допускается до 3 дБ.

1.3. РЕЗИСТОРЫ ПОСТОЯННЫЕ НЕПРОВОЛОЧНЫЕ

1.3.1. Резисторы общего назначения

Металлодиэлектрические

МЛТ, ОМЛТ, МТ, С2-6, С2-11, С2-23, С2-33, С2-33Н, С2-33И, С2-50, Р1-4, Р1-7

Резисторы с металлодиэлектрическим проводящим слоем предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока в качестве элементов навесного монтажа. Резисторы С2-33Н, С2-33, С2-23, МЛТ, ОМЛТ, МТ, С2-6, С2-11, Р1-4 относятся к неизолированным, резисторы С2-33И к изолированным, резисторы Р1-7 — к огнестойким невоспламеняемым Конструкция резисторов приведена на рис 1 7

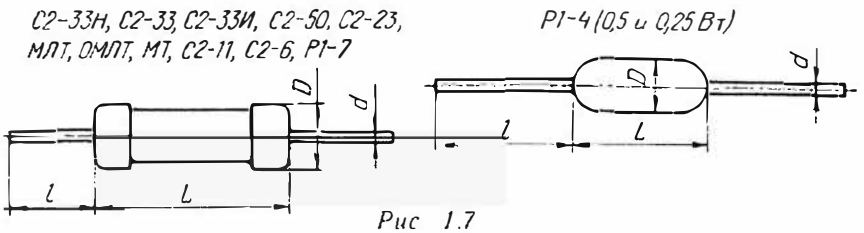


Рис 1.7

МЛТ, ОМЛТ

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,125	8,2..3×10⁶	2,2	6,0	20	0,6	0,15
0,25	8,2..5,1×10⁶	3,0	7,0	20	0,6	0,25
0,5	1,0...5,1×10⁶	4,2	10,8	25	0,8	1,0
1	1,0..10×10⁶	6,6	13,0	25	0,8	2,0
2	1,0..10×16⁶	8,6	18,5	25	1,0	3,5

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений для МЛТ соответствуют рядам Е24, Е96 с допуском ±2,0; ±5; ±10, для ОМЛТ — ряду Е6 с допусками ±5, ±10 % и ряду Е96 с допуском ±2 %

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10⁻⁶1/°С, в интервале температур, °С	
	от −60 до +20	от +20 до +125
До 10×10³	±1200	±600
11×10³..1×10⁶	±1200	±700
Свыше 1×10⁶	±1200	±1000

Уровень собственных шумов, мкВ/В...5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С	от −60 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока В	
0,125 Вт	200
0,25 Вт	250
0,5 Вт	350
1 Вт	500
2 Вт	750
Минимальная наработка, ч	25 000
Срок сохраняемости, лет	15

МТ

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,125	8,2...1,1×10⁶	2,2	6,0	20	0,6	0,15
0,25	8,2...2,0×10⁶	3,0	7,0	20	0,6	0,25
0,5	8,2...5,1×10⁶	4,2	10,8	25	0,8	1,0
1	8,2...10×10⁶	6,6	18,0	25	0,8	2,0
2	8,2...10×10⁶	8,6	28,0	25	1,0	5,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют рядам Е24, Е96 с допусками ±2; ±5; ±10 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}/°С, в интервале температур, °С	
	от −60 до +20	от +20 до +125
До 10×10³	±1200	±600
11×10³...1×10⁶	±1200	±700
Свыше 1×10⁶	±1600	±1000

Уровень собственных шумов, мкВ/В...5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +155
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
- 0,125 Вт 200
- 0,25 Вт 200
- 0,5 Вт 350
- 1 Вт 500
- 2 Вт 700

Минимальная наработка, ч:
- 1; 2 Вт 15 000
- 0,125; 0,25; 0,5 Вт 20 000

Срок сохраняемости, лет 25

С2-6

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,125	100...1×10⁶	2,2	6,0	20	0,5	0,2
0,25	100...2×10⁶	3,0	7,0	20	0,6	0,3

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±5, +10 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
	от −60 до +20	от +20 до +315
До $0{,}51\times10^{6}$	±1200	±700
$0{,}51\times10^{6}$ и выше	±1600	±1000

Уровень собственных шумов, мкВ/В...5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
0,5 Вт 350
1 Вт 500
2 Вт 750
Минимальная наработка, ч:
1; 2 Вт 15 000
0,5 Вт 20 000
Срок сохраняемости, лет 15

С2-11

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,125	1,0...100	2,0	6,0	20	0,6	0,15
0,25	1,0...100	3,0	7,0	20	0,6	0,25

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±1; ±2; ±5; ±10 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
	от −60 до +20	от +20 до +155
1...10	±6000	±300
10...100	±1200	±700

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С от −60 до +100
Минимальная наработка, ч 20 000
Срок сохраняемости, лет . . . 25

С2-23

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,062	10...1×10^6	1,6	4,6	20	0,5	0,12
0,125	24...$2{,}0\times10^6$	2,0	6,0	20	0,5	0,15
0,25	24. $3{,}0\times10^6$	3,0	7,0	20	0,6	0,25
0,5	24...$5{,}1\times10^6$	4,2	10,8	25	0,8	1,0
1	24...10×10^6	6,6	13,8	25	0,8	2,0
2	24 ..10×10^6	8,6	18,5	25	1,0	3,5

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е96 с допуском ±1, ±2 % и ряду Е24 с допуском ±5; ±10 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, $10^6$1/°С, в интервале температур, °С		Обозначение групп ТКС
	−60 до +20	от +20 до +155	
10...10×10^6	±300	±100	В
10..10×10^6	±500	±200	Г
10.. 10×10^6	±800	±500	Д
$0{,}51\times10^6$ и выше	±1200	±1000	Е

Уровень собственных шумов, мкВ/В...5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . от −60 до +70

Предельное рабочее напряжение переменного и постоянного тока, В:

0,062 Вт	100
0,125 Вт	200
0,25 Вт .	250
0,5 Вт	350
1 Вт .	500
2 Вт	750
Минимальная наработка, ч	30 000
Срок сохраняемости, лет	20

С2-33, С2-33Н

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
0,125	1..$3{,}01\times10^6$	2,2	6,0	20	0,6	0,15
0,25	1...$5{,}11\times10^6$	3,0	7,0			0,25
0,5	1..$5{,}11\times10^6$	4,2	10,2	25	0,8	1,0
1	1...10×10^6	6,7	13,0			2,0
2	1..10×10^6	8,8	18,5	25	1,0	3,5

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е96 с допусками ±1, ±2 %и ряду Е24 с допусками ±5, ±10 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С		Обозначение группы ТКС
	от −60 до +20	от +20 до +155	
10,2...237×10^3	±300	±100	В
1,0...10×10^6	±500	±250	Г
1,0...10×10^6	±500	±500	Д

Уровень собственных шумов, мкВ/в ...5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:

С2-33	от −60 до +155
С2-33Н	от −60 до +85

Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:

0,125 Вт	200
0,25 Вт	250
0,5 Вт	350
1 Вт	500
2 Вт	750
Минимальная наработка, ч	20 000
Срок сохраняемости, лет	15

С2-33И

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,25	1...2×10^6	2,4	6,0	28	0,6	0,2
0,33	1...3×10^6	3,3	7,0	28	0,6	0,3
0,7	1...5,1×10^6	4,2	10,8	38	0,8	1,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допуском ±5 % и ряду Е96 с допусками ±0,5; ±1; ±2 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
		от −55 до +20	от +20 до +155
0,25	1...2×10^6	±350	±250
	1×10^3...10×10^3	±200	±100
	1..10		±250

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
		от −55 до +20	от +20 до +155
0,33; 0,7	$10...36\times10^3$ $36\times10^3...100\times10^3$	±500	±500
	$10\times10^3...100\times10^3$	±250	±100

Уровень собственных шумов, мкВ/В...1,5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −55 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
0,25 Вт 200
0,33 Вт 250
0,7 Вт 350
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, Ом . . 10^{10}
Минимальная наработка, ч 20 000
Срок сохраняемости, лет:
0,25 Вт 15
0,33; 0,7 Вт 20

С2-50

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,25	$10...1\times10^6$	2,4	6,0	20	0,6	0,15
0,33	$10...2\times10^6$	3,3	7,0	28	0,6	0,3
0,7	$1...5,1\times10^6$	4,2	10,8	38	0,8	1,0

Примечание Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допуском ±5 % и ряду Е96 с допусками ±0,5; ±1; ±2 %.

Температурный коэффициент сопротивления

ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
от −55 до +20	от +20 до +155
±250	±100

Уровень собственных шумов, мкВ/В . 1,5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −55 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
0,25 Вт 200

0,33 Вт . . 250
0,7 Вт . 350
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, Ом . 10^{10}
Минимальная наработка, ч . 2000
Срок сохраняемости, лет 15

Р1-4-0,25, Р1-4-0,5

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	L	l	d	
0,25	10...10^6	1,8	4,0	25	0,5	0,2
0,5	1...10^7	2,8	6,5	16	0,6	0,5

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют для Р1-4-0,25 ряду Е24 с допусками ±1; ±2; ±5 %, для Р1-4-0,5 ряду Е24 с допуском ±5 % и ряду Е96 с допусками ±1; ±2 %.

Температурный коэффициент сопротивления Р1-4-0,25

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С		Обозначение групп ТКС
	от −60 до +25	от +25 до +125	
10...10^6	±250	±100	В
	±500	±250	Г
	±1000	±500	—

Температурный коэффициент сопротивления Р1-4-05

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С		Обозначение групп ТКС
	от −60 до +20	от +20 до +155	
1...10	±500	±250	Г
	±500	±500	—
11...200	±150	±50	Б
	±300	±100	В
	±500	±250	Г
	±500	±500	—
205 — 10^6	±300	±100	В
	±500	±250	Г
	±500	±500	—
Свыше 10^6	±500	±500	—

Уровень собственных шумов, мкВ/В . . 5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
0,25 Вт . . . . . от −60 до +70
0,5 Вт . . . . . от −60 до +85
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
0,25 Вт 100
0,5 Вт 250
Минимальная наработка, ч:
0,25 Вт 15 000
0,5 Вт 30 000
Срок сохраняемости, лет 15

Р1-7

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,5	$1...5{,}1\times10^6$	4,2	10,8	25	0,8	1,0
1	$5{,}1...47\times10^3$	6,6	13,0	25	0,8	2,0
2	$5{,}1...47\times10^3$	8,6	18,5	25	1,0	3,5

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±5; +10 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, $10^6$1/°С, в интервале температур, °С	
	от −60 до +25	от +25 до +155
До 10×10^3	±1200	±600
До 1×10^6	±1000	±600
Свыше 1×10^6	±1200	±1000

Уровень собственных шумов, мкВ/В . . 5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
0,5 Вт 350
1 Вт 500
2 Вт 750
Минимальная наработка, ч:
1; 2 Вт 15 000
0,5 Вт 20 000
Срок сохраняемости, лет 15

Углеродистые

С1-4, ВСа, ВС

Резисторы с углеродистым проводящим слоем предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока в ка-

честве элементов навесного монтажа. Резисторы неизолированные Конструкция резисторов приведена на рис. 1.8. .1.10.

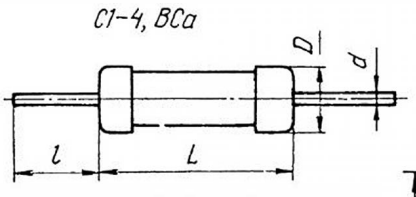


Рис. 1.8.

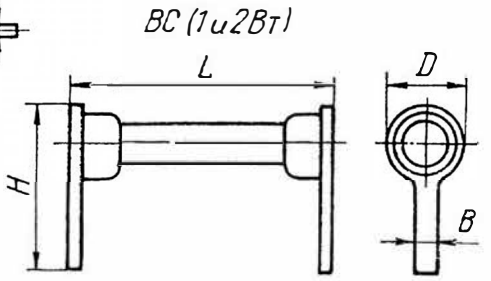


Рис. 1.9.

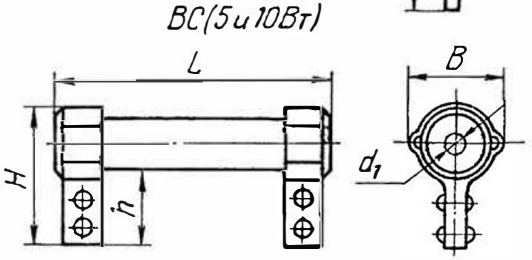


Рис. 1.10.

С1-4, ВСа

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	L	l	d	
		С1-4				
0,125	$10...2\times10^6$	2,4	7,3	16	0,6	0,18
0,25	$10...10\times10^6$	3,9	10,5	25	0,6	0,70
0,5	$10...10\times10^6$	5,5	16,0	25	0,8	1,30
0,125	$10...1\times10^6$	2,4	7,3	16	0,6	0,18
0,25	$27...2,2\times10^6$	5,5	16	25	0,8	1,2
0,5	$27...10\times10^6$	5,5	26	25	0,8	1,7

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е48 с допуском ±2 %; ряду Е24 с допусками ±5, ±10 % (резисторы С1-4); ряду Е24 с допусками ±5, ±10, ±20 % (резисторы ВСа).

Температурный коэффициент сопротивления

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
		от −60 до +25	от +25 до +125
0,125	До $9,1\times10^3$	−800	−500
	$9,1\times10^3...0,24\times10^6$	−1200	−800
	$0,24\times10^6...1\times10^6$	−2000	−1200
	Свыше 1×10^6	−2500	−1500

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}/ °С, в интервале температур, °С	
		от −60 до +25	от +25 до +125
0,25	До $9{,}1\times10^{3}$	−800	−600
	$9{,}1\times10^{3}$...$0{,}91\times10^{6}$	−1200	−800
	Свыше $0{,}91\times10^{6}$	−2500	−1700
0,5	До $9{,}1\times10^{3}$	−800	−600
	$9{,}1\times10^{3}$...$0{,}91\times10^{6}$	−1200	−800
	$0{,}91\times10^{6}$...10×10^{6}	−2500	−1700

Уровень собственных шумов, мкВ/В . . 5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
0,125 Вт 250
0,25 Вт 350
0,5 Вт 500
Минимальная наработка, ч 18 000
Срок сохраняемости, лет . . . 15

ВС (1 и 2 Вт)

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*H*	*B*	
1	$47...10\times10^{6}$	7,6	30,9	31,8	2,0	4,0
2		8,7	48,4	32,9	2,5	9,1

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют рядам Е24, Е48 с допусками ±5; ±10; ±20 %

Температурный коэффициент сопротивления

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}/°С, в интервале температур, °С	
		от −60 до +25	от +25 до +100
1	$9{,}1\times10^{3}$...910×10^{3}	−1000	−700
2	Свыше 910×10^{3}	−2000	−1200

Уровень собственных шумов, мкВ/В . . 5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +40
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:

1 Вт 700
2 Вт 1000
Минимальная наработка, ч . . 20 000
Срок сохраняемости, лет 15

ВС (5 и 10 Вт)

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм					Масса, г, не более
		B	L	H	d_1	h	
5	$47...10\times10^6$	25,3	76,0	33,0	11,0	16,8	35,0
10	$75...10\times10^6$	40,3	120,5	48,6	18,7	22,5	110,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют рядам Е24, Е48 с допусками ±5; ±10; ±20 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, $10^6$1/°С, в интервале температур, °С	
		от −60 до +25	от +25 до +100
5	До $9,1\times10^3$	−600	−500
10	Свыше $9,1\times10^3$	−1600	−1000

Уровень собственных шумов, мкВ/В . . 5

Предельные эксплуатационные данные

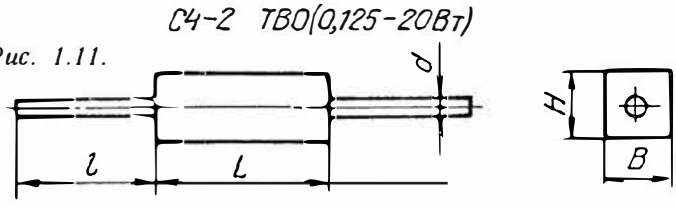
Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +40
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
5 Вт 1500
10 Вт 3000
Минимальная наработка, ч 30 000
Срок сохраняемости, лет 15

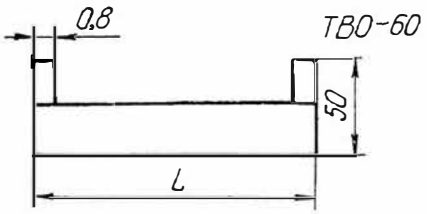
Объемные

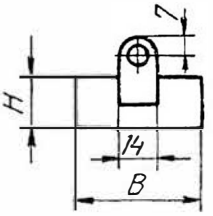
С4-2, ТВО

Резисторы с объемным проводящим слоем предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока в качестве элементов навесного монтажа. Резисторы изолированные. Конструкция резисторов приведена на рис. 1.11.

Рис. 1.11.







С4-2

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм					Масса, г, не более
		L	B	H	l	d	
0,25	$10\times10^3...5{,}1\times10^6$	13,5	2,2	3,7	25	0,6	0,6
0,5		19,0	2,2	3,7		0,6	0,7
1	$10\times10^3...10\times10^6$	29,5	4,0	5,0		0,8	2,5
2		36,5	5,0	6,0		1,0	4,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±5; ±10; ±20 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
	от −60 до +20	от +20 до +155
До 100×10^3	−1500	−800
Свыше 100×10^3	−1500	−1200

Сопротивление изоляции не менее, Ом . . 5×10^{10}
Уровень собственных шумов, мкВ/В:
до 100×10^3 Ом 3
100×10^3 Ом и выше 5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . от −60 до +85
Минимальная наработка, ч:
1; 2 Вт 10 000
0,25; 0,5 Вт 40 000
Срок сохраняемости, лет . . . 12

ТВО

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм					Масса, г, не более
		L	B	H	d	l	
0,125	1 .100×10^3	2,5	1,5	8,0	0,5		0,2
0,25	1...510×10^3	3,7	2,2	13,5	0,6		0,6
0,5		3,7	2,2	19,0	0,6	25	0,7
1	1 .1×10^6	5,0	4,0	29,5	0,8		2,6
2		6,0	5,0	36,5	1,0		4,1

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм					Масса, г, не более
		L	*B*	*H*	*d*	*l*	
5	$27...1\times10^6$	11,5	9,5	77,0	1,0		30
10		15,0	10,5	112,0	1,0		60
20	$24..100\times10^3$	25,5	19,5	112,0	1,5	20	155
60	$24...100\times10^3$	28	47	160	—	—	790

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±5; ±10; ±20 %

Температурный коэффициент сопротивления

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10 °1/°С, в интервале температур, °С	
		от −60 до +20	от +20 до +155
0,125	До 9,1	±1000	—
	Свыше 9,1	−2000	—
	До 20	—	±600
	Свыше 20	—	−1200
0,25...2	До 10	±900	±600
	$10...100\times10^3$	−1800	−900
	Свыше 100×10^3	−1800	−1200
5, 10	До 470×10^3	−1800	−900
	Свыше 470×10^3	−1800	−1200
20, 60	$24..100\times10^3$	−1800	−900

Сопротивление изоляции, не менее, Ом.
- 0,125 Вт . . 1000×10^6
- 0,25 .60 Вт . . . . . 500×10^6

Уровень собственных шумов, не более, мкв/В:
- для 0,25...60 Вт до 100×10^3 Ом 5
- для 0,125 Вт; 0,25..10 Вт свыше 100×10^3 Ом 10

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . от −60 до +85

Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
- 0,125 Вт 100
- 0,25 Вт 300
- 0,5 Вт 400
- 1 Вт 500
- 2 Вт 750

Минимальная наработка, ч
- 0,125 Вт 20 000
- 5...10 Вт 10 000

0,25...2 Вт 7500
20...60 Вт 5000
Срок сохраняемости, лет 12

1.3.2. Прецизионные резисторы

Металлодиэлектрические

С2-1, С2-13, С2-14, С2-29В, С2-31, С2-36

Резисторы с металлодиэлектрическим и металлооксидным (С2-1) проводящим слоем предназначены для работы в высокоточных электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока в качестве элементов навесного монтажа. Резисторы С2-29В, С2-13, С2-31 относятся к резисторам изолированным, резисторы С2-36, С2-14, С2-1 — к неизолированным. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.12... 1.14.

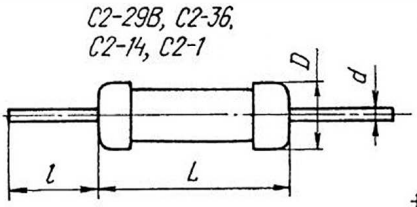


Рис. 1.12.

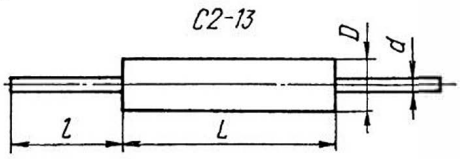


Рис. 1.13.

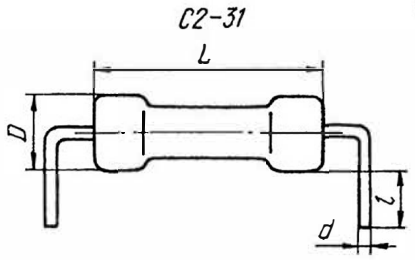


Рис. 1.14.

С2-1

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	L	l	d	
0,25	1...5,1 5,1...0,51×10⁶	7,0 6,4	13,2 16,1	25	0,8	1,6 1,3
0,5	1...0,51×10⁶	7,0	18,0		0,8	1,9
1	1...1×10⁶	9,0	28,0		1,0	4,5
2	1...5,1 5,1...5,1×10⁶	10,5 9,0	35,0 50,0		1,0	7,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±5, ±10 % и ряду Е192 с допусками ±0,2; ±1; ±2 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
		от −60 до +20	от +20 до +155
1	2	3	4
0,25	1...10	±500	±500
	10...100×10^3	±300	±300
	0,1×10^6...0,3×10^6	−500	−500
	0,3×10^6...0,51×10^6	−800	−800
0,5	1...5	+400	+400
	5...10	+300	+300
1	10...0,1×10^6	+100; −300	+100; −200
	0,1×10^6...1×10^6	−600	−500
2	1...10	+400	+400
	10...20	+300	+300
	20...0,1×10^6	+100; −300	+100, −200
	0,1×10^6...1×10^6	−600	−500
	1×10^6...5,1×10^6	−1200	−1000

Уровень собственных шумов, мкВ/В . . 1

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +85
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
0,25 Вт 350
0,5 В 500
1 Вт 750
2 Вт 1000
Минимальная наработка, ч 30 000
Срок сохраняемости, лет 20

С2-13

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,25	1...1×10^6	6,5	13,4	20	0,8	2,6
0,5		9,2	15,9	20	0,8	3,7
1		11,2	21,5	20	1,0	7,2

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е192 с допусками ±0,1; ±0,2, ±0,5; +1,0; ±2,0 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10 $^{-6}$1/°С, в интервале температур, °С		Обозначение группы ТКС
	от −60 до +20	от +20 до +125	
100. .0,1 × 10^6	±55	±15	С
100...1 × 10^6	±75	±25	А
1 ..5,11 × 10^6	±150	±50	Б
1 .5.11 × 10^6	±300	±100	В

Сопротивление изоляции, Ом	10^{11}
Уровень собственных шумов, мкВ/В	1

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С .	от −60 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока для резисторов, В:	
0,25 Вт	250
0,5 Вт	350
1 Вт .	500
Минимальная наработка, ч	30 000
Срок сохраняемости, лет	15

С2-14

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,125	10...1 × 10^6	2,2	6,0	16	0,6	0,15
0,25	1.. 1 × 10^6	3,0	7,1	16	0,6	0,25
0.5	1...2,21 × 10^6	4,2	11,0	25	0,8	1,0
1	1...3,01 × 10^6	6,7	13,0	25	0,8	2,0
2	1...5,11 × 10^6	9,0	28,0	25	1,0	5,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е192 с допуском ±0,1, ±0,25; ±0,5; ±1,0 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10 $^{-6}$1/°С, в интервале температур, °С		Обозначение групп ТКС
	от −60 до +20	от +20 до +155	
100...0,1 × 10^6	±55	±15	С
100 ..1 × 10^6	±75	±25	А
1 .5,11 × 10^6	±150	±50	Б
1 .5,11 × 10^6	±300	±100	В

Уровень собственных шумов, не более мкВ/В:

до 1×10^6 Ом	1
свыше 1×10^6 Ом	5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С	от −60 до +85
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В	
0,125 Вт	150
0,25 Вт	250
0,5 Вт	350
1 Вт	500
2 Вт	750
Минимальная наработка, ч	30 000
Срок сохраняемости, лет	15

С2-29В

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,062	10.. $0{,}511\times10^6$	2,3	6,5	25,0	0,6	0,25
0,125	1 .$1{,}0\times10^6$	3,5	8,0	25,0	0,6	0,3
0,25	1 ..$2{,}21\times10^6$	4,5	11,0	25,0	0,8	1,0
0,5	1 ..$3{,}01\times10^6$	7,5	14,0	25,0	0,8	2,0
1	1 .$8{,}56\times10^6$	9,8	20,0	25,0	1,0	3,5
2	1 20×10^6	9,8	28,0	25,0	1,0	5,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют рядам Е192, Е24 с допусками ±0,05, ±0,1, ±0,25; ±0,5, ±1,0 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С		Обозначение групп ТКС
		от −6 до +20	от +20 до +155	
0,125 0.25	$10{,}1...100\times10^3$	±55	±15	С
0,062	$101..511\times10^3$			
0,125	$10...1\times10^6$			
0,25	$10...2{,}21\times10^6$	±75	±25	А
0,05	$10...3{,}01\times10^6$			
1	$10...5{,}11\times10^6$			
2	$10...10\times10^6$			
0,062	$10..511\times10^3$			
0,125	$1...1\times10^6$			
0,25	$1...2{,}21\times10^6$	±150	±50	Б
0,5	$1..3{,}01\times10^6$			
1	$1..8{,}56\times10^6$			
2	$1..20\times10^6$			
0,062	$10...511\times10^3$			

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С		Обозначение групп ТКС
		от −6 до +20	от +20 до +55	
0,125 0,25 0,5 1 2	1...1 × 10^6 1..5,11 × 10^6 1...8,56 × 10^6 1..20 × 10^6	±300	±100	В

Сопротивление изоляции, Ом . . . . 10^{11}
Уровень собственных шумов, мкВ/В:
1...499 × 10^3 Ом 1
499 × 10^3...1 × 10^6 Ом 1
свыше 1 × 10^6 Ом 5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды,°С . . от −60 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
0,062 Вт 150
0,125 Вт 200
0,25 Вт 350
0,5 Вт 500
1 Вт 700
2 Вт 750
Минимальная наработка, ч:
для 0,062...0,25 Вт 15 000
0,05.. 2 Вт 25 000
Срок сохраняемости, лет 15

С2-31

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,125	2,2 × 10^3...1 × 10^6	2,3	8,0	6,0	0,6	0,2

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±0,1; ±0,2; ±0,5; ±1,0 %.
Температурный коэффициент сопротивления в интервале температур от −60 до +125 °С . . . . . ±60; ±75 × 10^{-6}1/°С
Сопротивление изоляции, Ом . . . . . 10^{11}
Уровень собственных шумов, мкВ/В . . 1

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +100

Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В 200
Минимальная наработка, ч 15 000
Срок сохраняемости, лет 20

С2-36

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	L	l	d	
0,125	10...2,21×10⁶	2,2	6,6	20,0	0,6	0,15

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е192 с допусками +0,5; ±1,0 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{6}1/°С, в интервале температур от −60 до +155 °С	Обозначение групп ТКС
10...2,21×10⁶	±150	—
100...2,21×10⁶	+75	Н

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В 200
Минимальная наработка, ч 25 000
Срок сохраняемости, лет 15

Бороуглеродистые

БЛП, БЛПа

Резисторы с бороуглеродистым проводящим слоем предназначены для работы в высокоточных электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока в качестве элементов навесного монтажа. Резисторы неизолированные. Имеют два конструктивных варианта: с осевыми проволочными и с радиальными ленточными выводами. Конструкция резисторов приведена на рис. 1.15, 1.16.

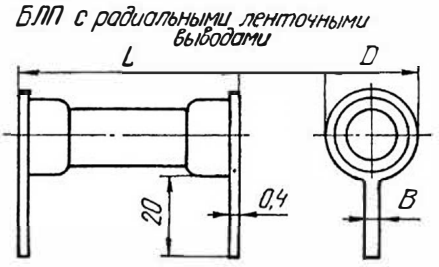


Рис. 1.15.

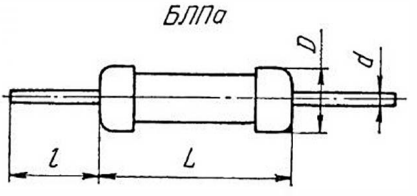


Рис. 16

БЛП

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размер мм			Масса, г не более
		D	*L*	*B*	
0,1	1 ..100×10³	5,7	16,0	1,7	1,2
0,25	1 ..20	5,7	26,0		1,7
	20...100×10³	7,6	15,5		2,6
0,5	1 ..20	7,6	29,6	2,1	4,0
	20...100×10³	9,7	17.0		4,2
1	1...20	9,7	47,7	2,6	9,3
	20...100×10³	11,7	25,5		8,2

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е192 с допусками ±0,5; ±1 %

БЛПа

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,1	1..100×10³	5,3	16,0	25	0,8	1,3
0,25	1.. 20	5,3	26,0		0,8	1,7
	20 .100×10³	7,3	15,6		0,8	2,6
0,5	1 .20	7,3	30,1		0,8	4,1
	20..100×10³	9,4	17,1		0,8	4,2
1	1 . 20	9,4	47,7		1,0	9,2
	20...100×10³	11,3	25,6		1,0	7,8

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е192 с допусками ±0,5; ±1,0 %.

Температурный коэффициент сопротивления БЛП, БЛПа

ТКС, 10^{6}1/°С, в интервале температур, °С		Обозначение групп ТКС
от −60 до +25	от +25 до +100	
−200	−120	А
−200	−150	$А_1$
−250	−200	Б

Уровень собственных шумов, мкВ/В 0,5

Предельные эксплуатационные данные БЛП, БЛПа

Температура окружающей среды, °С от −60 до +70

Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:

0,1 Вт	150
0,25 Вт	300
0,5 Вт	400

1 Вт . . .	500
Минимальная наработка, ч	10 000
Срок сохраняемости, лет .	12

1.3.3. Резисторы с подавленной реактивностью (высокочастотные)

Металлодиэлектрические и металлоокисные
С2-10, С2-34, МОУ, МОУ-Ш

Резисторы с металлодиэлектрическим (С2-10, С2-34) и металлоокисным (МОУ) проводящим слоем предназначены для работы в электрических цепях высокочастотной импульсной аппаратуры и аппаратуры постоянного тока в качестве элементов навесного монтажа, а также встроенных элементов внутреннего монтажа. Резисторы неизолированные. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.17...1.19.

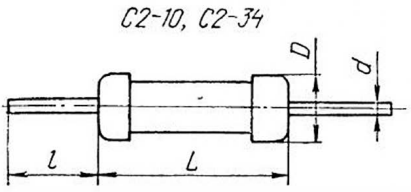


Рис. 1.17

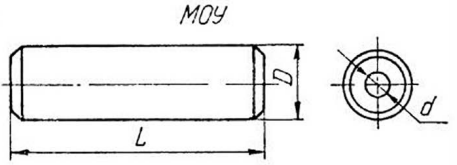


Рис. 1.18.

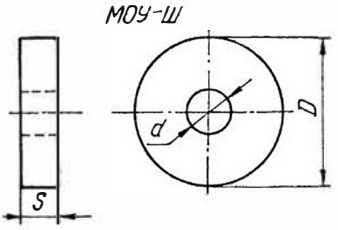


Рис 1 19

С2-10

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	L	l	d	
0,125	10...9880	2,0	6,0	20,0	0,6	0,15
0,25		3,0	7,0			0,25
0,5	1 .9880	4,2	10,8		0,8	1,0
1		6,6	13,0	25,0		2,0
2		8,6	18,5		1,0	3,5

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е192 с допусками ±0,5; ±1,0 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
	от −60 до +20	от +20 до +200
1...9,88	—	−300... +400
10...9880	±600	±200

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +70
Предельное рабочее импульсное напряжение при $P_{ср}=0{,}1\ P_н$, В (ампл.):
0,125; 0,25 Вт 400
0,5 Вт 750
1 Вт 1000
2 Вт 1200
Минимальная наработка, ч 20 000
Срок сохраняемости, лет 25

С2-34

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,062	10...10×10^3	2,2	6,0	20	0,6	0,15
0,125		3,0	7,0	20	0,6	0,25
0,25	0,505.. 10×10^3	4,2	10,8	25	0,8	1,0
0,5		6,6	13,0	25	0,8	2,0
1		8,6	18,5	25	1,0	3,5

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е192 с допусками ±0,1; ±0,25; ±0,5; ±1,0 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, $10^6$1/°С, в интервале температур, °С		Обозначение групп ТКС
	от −60 до +20	от +20 до +155	
10...10×10^3	±75	±25	А
1...10×10^3	±150	±50	Б
1...10×10^3	±300	±100	В
0,505...1	±600	±200	Г

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:

0.062 Вт 150
0,125 Вт 250
0,25 Вт 350
0,5 Вт 550
1 Вт 750
Минимальная наработка, ч . . . 15 000
Срок сохраняемости, лет . . . 15

МОУ

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм			Масса, г, не более
		D	*L*	*d*	
0,1			9,5	—	0,07
0,15	10...100	1,6	12,5	—	0,09
0,25			14,5	—	0,11
0,5	10...150	1,6	16,5	—	0,12
1		3,0	30,0	2,0	0,55
2		4,0	40,0	2,0	1,5
5	10...150	6,0	60,0	3,0	4,5
10		8,0	80,5	4,0	9,5
25	17; 25; 37,5; 50; 50 с отводом; 10; 75	13,0	130,0	8,0	36,0
50	17; 25; 37,5;	18,0	180,0	12	80
100	50; 75	21,0	300,0	15,0	180,0
200	25; 37,5; 50	21,0	300,0	15,0	180,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допуском ±5 %. Резисторы номинальных мощностей от 0,5 до 10 Вт дополнительно имеют номинал 50 Ом.

Температурный коэффициент сопротивления

Номинальная мощность, Вт	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
	от −60 до +20	от +20 до +200
0,1...2	±500	±500
5...200	±200; ±500	±200; ±500

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С от −60 до +55
Предельное импульсное напряжение (амплитудное), не более, В:
0,1 Вт 100
0,15 Вт 150
0,25 Вт 200
0,5 Вт 300
1 Вт 800
2 Вт 1200
5 Вт 1600
10 Вт 2400

25 Вт 4000
50 Вт 5200
100 Вт 15 000
200 Вт 17 500
Минимальная наработка, ч:
0,1...100 Вт 10 000
200 Вт 1000
Срок сохраняемости, лет . . . 12

МОУ-Ш

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм			Масса, г, не более
		D	*S*	*d*	
0,15	4,3...75	10,0	1,75	0,5	0,2
0,50	4,3...150	16,0	2,10	1,0	1,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допуском ±10 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{6}1/°С, в диапазоне температур, °С	
		от −60 до +20	от +20 до +200
0,15; 0,5	До 82	±650	±500
0,5	Свыше 82	±1000	±1000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +55
Предельное импульсное (амплитудное) напряжение, В:
0,15 Вт (4,3...15 Ом) . 40
0,15 Вт (16..39 Ом) . 100
0,15 Вт (43...75 Ом) . 150
0,5 Вт (4,3..15 Ом) . . . 50
0,5 Вт (16..39 Ом) . . . 150
0,5 Вт (43...150 Ом) . 200
Минимальная наработка, ч . 10 000
Срок сохраняемости, лет 12

1.3.4. Высокомегаомные и высоковольтные резисторы

Высокомегаомные лакопленочные композиционные
С3-13, С3-14 (0,01...0,25 Вт), КВМ, КИМ, КЛМ

Резисторы с композиционным лакосажевым проводящим слоем предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока в качестве элементов навесного монтажа. Резисторы С3-14-0,05, С3-14-0,125 КИМ — изолированные, ре-

зисторы С3-13, С3-14-0,01, С3-14-025, КЛМ, КВМ — неизолированные. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.20...1.23.

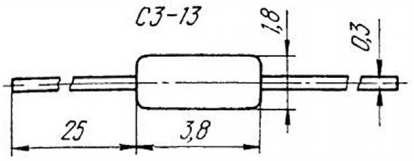


Рис. 1.20.

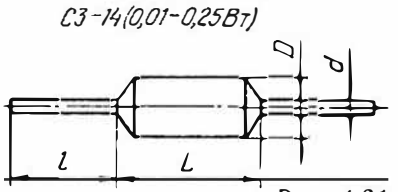


Рис. 1.21.

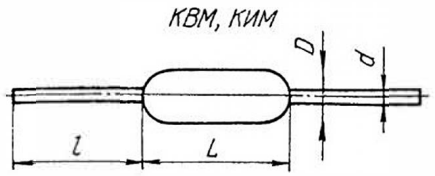


Рис. 1.22.

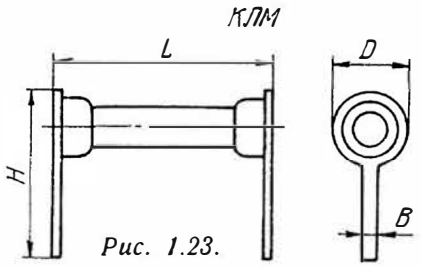


Рис. 1.23.

С3-13

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	от 1×10^6 до 33×10^6
Масса, не более, г	0,1
Температурный коэффициент сопротивления в интервале температур от —25 до +70 °С, 1/°С	$\pm250\times10$

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±10; ±20 %.

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С	от —25 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В	30
Минимальная наработка, ч	10 000
Срок сохраняемости, лет	10

С3-14

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	L	l	d	
0,01	$10\times10^6...100\times10^9$	6,2	29	25	1,0	3,0
0,05						
Группа «а»	$100\times10^3...1\times10^6$					
Группа «б»	$1,2\times10^6...47\times10^6$	1,6	3,2	16	0,5	0,15
0,125	$1\times10^6...1\times10^9$	1,6	6,5	16	0,5	0,15
0,25	$1\times10^6...5,6\times10^9$	4,3	15	25	0,8	1,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют рядам: Е12 для резисторов С3-14-0,05 с сопротивлением более 1×10^6 Ом; Е6 — для резисторов С3-14-0,01; Е24 — для резисторов С3-14-0,125, С3-14-0,05 с сопротивлением до 1×10^6 Ом с допусками ± 5; ± 10; ± 20 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС. 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
	от −60 до +20	от +20 до +(85 125)
100×10^3 ..1×10^9	−2000 — +1000	±1200
$1{,}2 \times 10^9$ ..10×10^9	−2000 — +1000	±1600
Более 10×10^9	−2500 — +1000	±2000

Уровень шумов резистора С3-14-0,05... 100 мк В/В

Предельные эксплуатационные параметры

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +85
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
0,01 Вт 350
0,05 Вт 100
0,125 Вт 200
0,25 Вт 1000
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, Ом:
0,05; 0,125 Вт до 5×10^6 Ом . . . 500×10
0,05; 0,125 Вт свыше 5×10^6 Ом . . 100 $R_н$
Минимальная наработка, ч:
0,05 Вт 15 000
0,125 Вт 10 000
Срок сохраняемости, лет:
0,05 Вт 15
0,125 Вт 12

КВМ

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
	D	*L*	*l*	*d*	
15×10^6.. 1000×10^9	5	41	25	0,5	2,4

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е12 с допусками ± 2; ± 5; ± 10; ± 20 %

Температурный коэффициент сопротивления в интервале температур, 1/°С:
от −60 до +20 °С . . . . $+2000...+1000 \times 10^{-6}$
от +20 до +85 °С . . . . $\pm 2000 \times 10^{-6}$

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +85
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В 100
Минимальная наработка, ч 10 000
Срок сохраняемости, лет 12

КИМ

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*l*	*d*	
0,05	100×10^{3}.. $5{,}6\times10^{6}$	1,8	3,8	20,0	0,3	0,1
0,125	10.. 1×10^{9}	2,5	8,0	20,0	0,5	0,2

Примечание Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±5; ±10; ±20 %.

Температурный коэффициент сопротивления в интервале температур, 1/°С:
от −60 до +20 °С . . . . . $(-2000...+1000)\times10^{-6}$
от +20 до +(100..125) °С . . . . $\pm2000\times10^{-6}$
Уровень собственных шумов, не более, мкВ/В:
от 100 до 910×10^{3} Ом 10
от 1×10^{6} до 10×10^{6} Ом 15

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +55
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
0,05 Вт 100
0,125 Вт 200
Минимальная наработка, ч 5000
Срок сохраняемости, лет 12

КЛМ

Вид резистора	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	*L*	*H*	*B*	
КЛМ-а	$10\times10^{6}...100\times10^{9}$	7,0	29	20	2	3,2
КЛМ-б	$150\times10^{9}...1000\times10^{9}$	5,5	25	20	2	1,6

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±5; ±10; ±20 %.

Температурный коэффициент сопротивления в интервале температур, не более, 1/°С:
от −60 до +(70−100) °С . . . . 2500×10^{-6}

Предельные эксплуатационные данные:

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +(70...100)

Предельное рабочее напряжение постоянного, переменного и импульсного тока, В	300
Минимальная наработка, ч	15 000
Срок сохраняемости, лет	12

Высоковольтные лакопленочные композиционные
С3-9, С3-12, С3-14 (0,5...1,0 Вт), С3-5, КЭВ

Резисторы с композиционным лакосажевым проводящим слоем предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока (С3-12, С3-14, КЭВ). Резисторы С3-5, С3-9 — в цепях постоянного, переменного и импульсного тока в качестве элементов навесного монтажа. Резисторы неизолированные. Конструкции резисторов представлены на рис. 1,24...1.28.

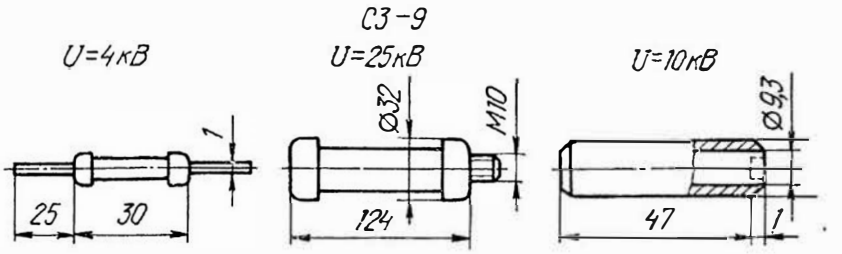


Рис. 1.24.

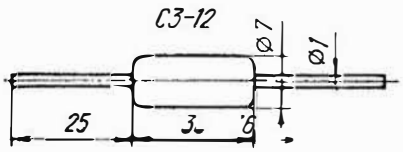


Рис. 1 25.

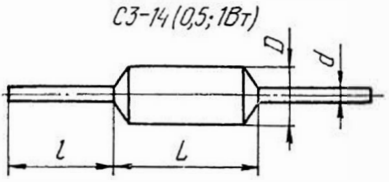


Рис 1.26

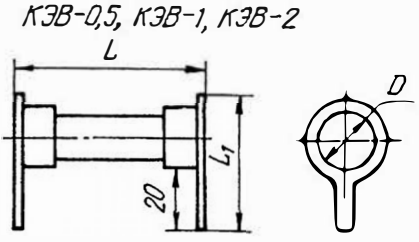
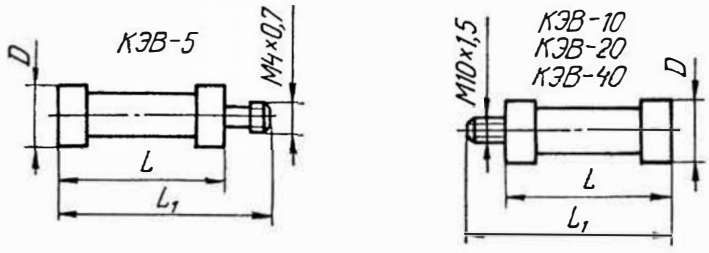


Рис 1.27



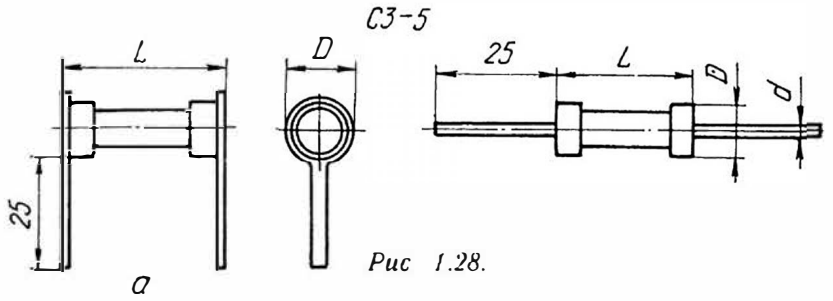


Рис 1.28.

С3-9

Номинальная мощность, Вт	Предельное рабочее напряжение, кВ	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Масса, г не более
1	4	$0{,}47\times10^6...100\times10^6$	3,5
1	10	$100\times10^6...3300\times10^6$	15
10	25	$33\times10^6..330\times10^6$	210

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±5; ±10; ±20 %

Температурный коэффициент сопротивления в интервале температур, 1/°С:

от −60 до +20 °С	$(-800-\ -+300)\times10^{-6}$
от +20 до +100 °С	$(-500-\ -+300)\times10^{-6}$
Уровень собственных шумов, не более, мкВ/В	5

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С	от −60 до +40
Предельное рабочее напряжение, кВ	
1 Вт	4; 10
10 Вт	25
Минимальная наработка, ч	10 000
Срок сохраняемости, лет	12

С3-12

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	от 1×10^9 до 18×10^9

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е12 с допусками ±10; ±20 %

Масса, не более, г	5
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С	-1500×10^{-6}

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С	от −60 до +85
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, кВ:	
в заливке компаундом	17
без заливки компаундом	8,5

Минимальная наработка, ч:
при напряжении до 8,5 кВ . . . 15 000
при напряжении от 8,5 до 17 кВ . 1000
Срок сохраняемости, лет . . . 12

С3-14

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	L	l	d	
0,5 Вт						
Группа «а»	$470\times10^3...1\times10^9$	4,3	25	25	1,0	1,8
Группа «б»	$1,2\times10^9...5,6\times10^9$					
1 Вт						
Группа «а»	$5,6\times10^3...390\times10^3$	6,2	29	25	1,0	3,0
Группа «б»	$470\times10^3...5,6\times10^9$	6,2	29	25	1,0	3,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е12 с допусками ±10; ±20 %.

Температурный коэффициент сопротивления

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С	
	от −60 до +20	от +20 до +(85 125)
0,5 Вт		
$100\times10^3...1\times10^9$	−2000...+1000	±1200
$1,1\times10^9...10\times10^9$		±1600
1 Вт (группа «а»)		
$5,6\times10^3...390\times10^3$	±1000	±1000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +85
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, кВ:
0,5 Вт, группа «а» 2,5
0,5 Вт, группа «б» 5
1 Вт, группа «а» 5
1 Вт, группа «б» 10
Минимальная наработка, ч:
до 5 кВ 10 000
свыше 5 кВ 5000
Срок сохраняемости, лет:
0,5; 1 Вт, группа «б» 12
1 Вт, группа «а» 15

С3-5 (вариант «а»)

Диапазон номинальных сопротивлений, ОМ	Размеры, мм			Масса, г, не более
	D	L	d	
$1\times10^9...5{,}6\times10^9$	5,2	25	—	1,8
$1\times10^9...4{,}7\times10^9$	7,0	29	—	3,2
$5{,}6\times10^9..15\times10^9$				
	Вариант «б»			
$1\times10^9...15\times10^9$	7,3	30	1,0	3,2

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е12 с допусками ±10; ±20 %.

Температурный коэффициент сопротивления в интервале температур от −60 до +85 °С, 1/°С . . . . . $(-2000...+1000)\times10^{-6}$

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −60 до +70

Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, кВ:

вариант «а» 5; 10; 15

вариант «б» 10; 15

Минимальная наработка, ч:

при напряжении до 5 кВ 10 000

при напряжении свыше 5 кВ . . . 5000

Срок сохраняемости, лет 12

КЭВ

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм			Масса, г, не более
		D	L	L_1	
0,5	$510\times10^3...5{,}1\times10^9$	5,5	25	25,5	1,8
1			46	29	8,5
2	$510\times10^3...12\times10^9$	9,0	90	29	15,0
5	$510\times10^3...18\times10^9$	11	145	149	45
10	$510\times10^3...12\times10^9$	32	124	134	210
20	$1\times10^6...22\times10^9$	32	244	254	370

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±5; ±10; ±20 %.

Температурный коэффициент сопротивления

ТКС, 10^{-6}1/°С, в интервале температур, °С		Обозначение групп ТКС
от −60 до +20	от +20 до+100	
−2500	±1200	А
−3500	±2000	Б

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С	от —60 до +40
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, кВ	
0,5 Вт	2,5 5
1 Вт	10
2 Вт	20
5 Вт	35
10 Вт	25
20 Вт	40
40 Вт	60
Минимальная наработка, ч	5000
Срок сохраняемости, лет	12

1.4. РЕЗИСТОРЫ ПОСТОЯННЫЕ ПРОВОЛОЧНЫЕ И МЕТАЛЛОФОЛЬГОВЫЕ

1.4.1. Нагрузочные резисторы

ПЭВ, ПЭВР, С5-35В, С5-36В

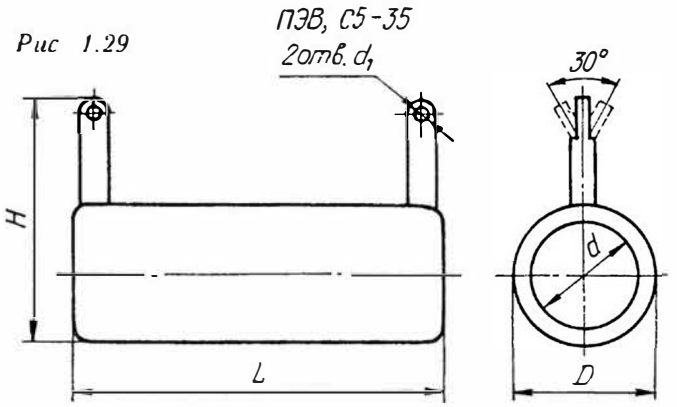
Резисторы предназначены для работы в электрических цепях постоянного и переменного тока. Их делят на изолированные (С5-35В, ПЭВ) и неизолированные (С5-36В, ПЭВР), для навесного монтажа. Устройство резисторов С5-36В и ПЭВР обеспечивает возможность регулирования сопротивления перемещением хомутика Конструкция резисторов представлена на рис 1.29. .1.30.

ПЭВ

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г не более
		D	*L*	*H*	*d*	
3	3. .510	14	26	28	5,5	16
7,5	1...3,3×10	14	35	28	5,5	23
10	1,8. 10×10³	14	41	28	5,5	27
15	3,9...15×10³	17	45	31	8	36
20	4,7...20×10³	17	50	31	8	44
25	10...24×10³	21	50	35	12	57
30	10 ..30×10³	21	71	35	12	80
40	18...51×10³	21	87	35	12	98
50	18...51×10³	29	90	43	20	132
75	47 56×10³	29	140	43	20	253
100	47 .56×10³	29	170	43	20	286

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±5, +10 %

Рис 1.29



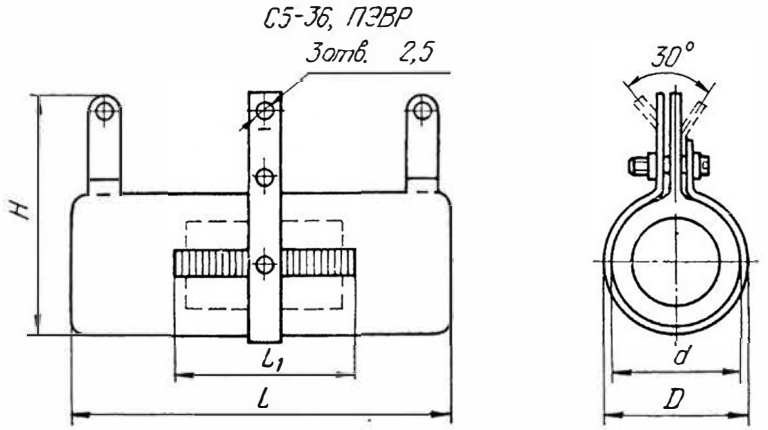


Рис 1.30

ПЭВР

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм					Масса, г не более
		D	L	H	L_1	d	
10	3...220	14	41	28	30	5,6	34
15	5,1...220	17	45	31	23	8	42
20	10...430	17	50	31	30	8	52
25	10...510	21	50	35	30	12	67
30	$15...1 \times 10^3$	21	71	35	48	12	90
50	$22...1{,}5 \times 10^3$	29	90	43	65	20	144
100	$47...2{,}7 \times 10^3$	29	170	43	144	20	298

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ± 5; ± 10 %

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С $\pm 200 \times 10^{-6}$

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее 10^3

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
при номинальной электрической нагрузке . . . . . от −60 до +40
при снижении электрической нагрузки до 0,6 $P_н$ . . . . . от −60 до +155
Предельное рабочее напряжение, В:
постоянного тока 1400
переменного тока 1000
Минимальная наработка, ч 10 000
Срок сохраняемости, лет 12

С5-35В

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	L	H	d	
3	3...510	14	26	28	6	16
7,5	$1..3{,}3\times10^3$	14	35	28	6	23
10	$1{,}8...10\times10^3$	14	41	28	6	27
15	$3{,}9...15\times10^3$	17	45	31	8,5	36
25	$10..24\times10^3$	21	50	35	13	52
50	$18...51\times10^3$	29	90	43	21	120
75	$47...56\times10^3$	29	140	43	21	200
100	$47...56\times10^3$	29	170	43	21	230

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют рядам Е12 и Е24 с допусками ±5 и ±10 %

С5-36В

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм					Масса, г, не более
		D	L	H	L_1	d	
10	3...220	14	41	28	20	6	34
15	5,1...220	17	45	31	23	8,5	42
25	10...510	21	50	35	30	13	60
50	$22...1{,}5\times10^3$	29	90	43	65	21	130
100	$47...2{,}7\times10^3$	29	170	43	144	21	240

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют рядам Е12 и Е24 с допусками ±5; ±10 %.

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, не более . . . . . $\pm500\times10^{-6}$
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее 10^3

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
при номинальной электрической нагрузке . . . . . от −60 до +40
при снижении электрической нагрузки до 0,6 $P_н$ . . . . . от −60 до +155

Минимальная наработка, ч . 10 000
Срок сохраняемости, лет:
С5-35В 15
С5-36В 12

С5-37, С5-37В

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока при рабочем напряжении до 500 В (амплитудное значение). Резисторы С5-37 неизолированные, С5-37В — изолированные, для навесного монтажа. В зависимости от номинальной мощности резисторы С5-37 выпускают четырех видов, резисторы С5-37В — трех видов. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.31.

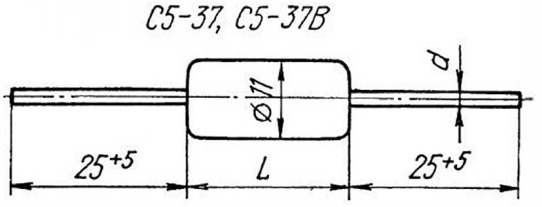


Рис. 1.31.

Тип резистора	Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Длина, мм	Масса, г, не более
С5-37	5	$1{,}8...5{,}1\times10^3$	25,8	7
	8	$2{,}7...6{,}8\times10^3$	34,8	9
	10	$3{,}3...10\times10^3$	44,8	11
	16	$3{,}3...15\times10^3$	70.8	18
С5-37В	5	$1{,}8...5{,}1\times10^3$	26,2	7
	8	$2{,}7...6{,}8\times10^3$	36,2	9
	10	$3{,}3...10\times10^3$	45,2	11

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений резисторов С5-37 соответствуют ряду Е24, С5-37В — рядам Е12 и Е24 с допусками ±5; ±10 %.

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С:
С5-37 . . . . . $\pm200\times10^{-6}$
С5-37В . . . . . $\pm100\times10^{-6}$
Сопротивление изоляции резисторов С5-37В в нормальных условиях, МОм . . 10^3

Предельные эксплуатационные данные

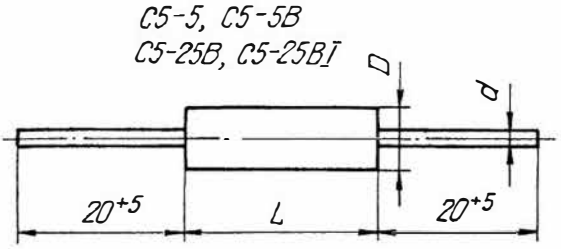
Температура окружающей среды, °С:
при номинальной электрической нагрузке от −60 до +40
при снижении электрической нагрузки:
до 0,3 $P_н$ для С5-37 . . . от −60 до +200
до 0,6 $P_н$ для С5-37 В . . . . от −60 до +155
Минимальная наработка, ч . 15 000
Срок сохраняемости, лет . . 15

1.4.2. Прецизионные проволочные резисторы

С5-5, С5-5В, С5-25В, С5-25В1

Резисторы С5-5 и С5-5В предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока частотой до 1000 Гц, С5-25В и С5-25В1 — в цепях постоянного, переменного и импульсного тока. Резисторы изолированные, предназначены для навесного монтажа. В зависимости от номинальной мощности рассеяния резисторы С5-5, С5-5В выпускают пяти видов, С5-25В, С5-25В1 — трех. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.32.

Рис. 1.32.



Тип резистора	Номинальная мощность, Вт	Размеры, мм			Масса, г, не более
		D	L	d	
С5-5, С5-5В	1	6,15	20	0,8	1,5
	2	6,15	27	0,8	2,0
	5	11,2	33	1,0	9,0
	8	12,2	42	1,0	10
	10	12,2	52	1,0	13
С5-25В	0,25	7	17	1,0	2,0
С5-25В1	0,5	9	17,5	1,0	3,0
	1	11	22,5	1,0	5,5

Примечания. 1. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24.

2. Резисторы выпускаются с допусками $\pm 0{,}05$; $\pm 0{,}1$; $\pm 0{,}2$; $\pm 0{,}5$; $\pm 1{,}0$; $\pm 2{,}0$; $\pm 5{,}0$ %

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С:

С5-5	$\pm 50 \times 10^{-6}$
С5-5В	$\pm 150 \times 10^{-6}$
С5-25В	$\pm 35 \times 10^{-6}$
С5-25В1	$\pm 10 \times 10^{-6}$

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, МОм 10^3

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:

при номинальной электрической нагрузке:

С5-5, С5-5В	от −60 до +70
С5-25В, С5-25В1	от −60 до +85

при снижении электрической нагрузки:
до 0,05 $P_н$ для резисторов
С5-5, С5-5В . . . от −60 до +155
до 0,1 $P_н$ для резисторов
С5-25В, С5-25В1 . от −60 до +125

Предельное рабочее напряжение резисторов
С5-5 и С5-5В, В 400
Минимальная наработка, ч:
С5-5В ($P_н$ = 1, 2 Вт) 35 000
С5-5, С5-5В ($P_н$ = 5, 8, 10 Вт) 15 000
С5-25В, С5-25В1 20 000
Срок сохраняемости, лет 20

С5-14В, С5-14ВII, С5-17В

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного, переменного, пульсирующего и импульсного тока с амплитудным значением напряжения до 300 В. Резисторы изолированные, для печатного (С5-14В, С5-14ВII) и навесного (С5-17В) монтажа. В зависимости от номинальной мощности резисторы С5-14В, С5-14ВII выпускают четырех видов, С5-17В — трех. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.33, 1.34.

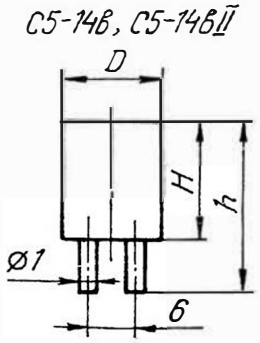


Рис 1.33.

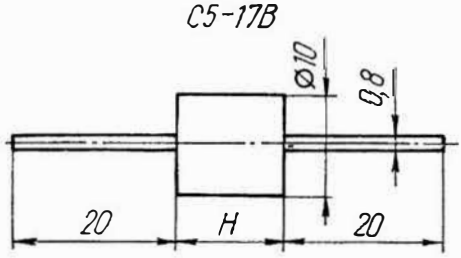


Рис 1.34

Тип резистора	Номинальная мощность, Вт	Размеры, мм			Масса, г, не более
		D	*H*	*h*	
С5-14, С5-14ВII	0,125	10,5	8	17,5	2
	0,25	10,5	10	19,5	2,5
	0,5	10,5	12	21,5	3
	1	10,5	14	23,5	4
С5-17В	0,125	10	8		2
	0,25	10	10		2,5
	0,5	10	12		3

С5-14В, С5-14ВП, С5-17В

Тип резистора	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом			
	0,125 Вт	0,25 Вт	0,5 Вт	1 Вт
С5-14В	$0{,}1...6{,}8\times10^3$	$0{,}1...7{,}5\times10^3$	$0{,}1...8{,}2\times10^3$	$1...10\times10^3$
С5-14ВП	$1...6{,}8\times10^3$	$1...7{,}5\times10^3$	$1...8{,}2\times10^3$	$1...10\times10^3$
С5-17В	$0{,}1...1\times10^3$	$0{,}1...1\times10^3$	$0{,}1...1\times10^3$	—

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24.2. Резисторы С5-14В, С5-14ВП выпускаются с допусками: ±0,5; ±1; ±2; ±5, ±10 %, а С5-17В — ±1; ±2; ±5; ±10 %.

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С:
С5-14В, С5-17В . . . . . $\pm50\times10^{-6}$
С5-14ВП . . . . . $\pm35\times10^{-6}$
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, МОм . 10^4

Предельные эксплуатационные данные

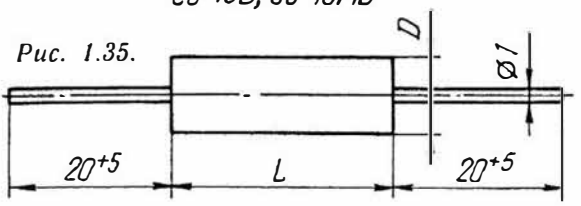
Температура окружающей среды, °С:
при номинальной электрической нагрузке и сохранении стабильности ±2 % для С5-14В и С5-14ВП (с сопротивлением от 1 Ом до 1 кОм) . . от −60 до +70
при снижении электрической нагрузки до 0,2 $P_н$ . . . . . от −60 до +125
при номинальной электрической нагрузке и сохранении стабильности ±5 % для С5-14В (с сопротивлением менее 1 Ом и более 1 кОм); С5-17В . . . . . от −60 до +85
при снижении электрической нагрузки до 0,2 $P_н$ . . . . . от −60 до +155
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В 300
Минимальная наработка, ч 40 000
Срок сохраняемости, лет 20

С5-16В, С5-16МВ

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного, переменного, пульсирующего и импульсного тока с напряжением до 300 В. Резисторы изолированные, для навесного монтажа. В зависимости от номинальной мощности резисторы С5-16В выпускают двух видов, С5-16МВ — трех. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.35.

С5-16В, С5-16МВ

Рис. 1.35.



Тип резистора	Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Резисторы, мм		Масса, г, не более
			D	L	
С5-16В	8	0,39...10	12	41	14
	10	0,51...10	12	51	16
С5-16МВ	1	0,1...2	9	19	3,5
	2	0,1...2	11	24	6,0
	5	0,1...5,1	11	32	8,0

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±0,5; ±1; ±2; ±5 %

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm 150 \times 10^{-6}$

Сопротивление изоляции в нормальных условиях, МОм, не менее:

С5-16В . . . . . 10^3

С5-16МВ . . . . . 10^4

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:

при номинальной электрической нагрузке . . . . . от −60 до +100

при снижении электрической нагрузки до 0,2 $P_н$ . . . . . от −60 до +155

Минимальная наработка, ч:

С5-16В 30 000

С5-16МВ 10 000

Срок сохраняемости, лет:

С5-16В 20

С5-16МВ 15

С5-42

Резисторы предназначены для работы в электрических цепях постоянного и переменного тока с напряжением до 300 В (амплитудное значение). Резисторы изолированные, для навесного и печатного монтажа. В зависимости от номинальной мощности рассеяния выпускаются пяти видов. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.36.

С5-42В

Рис. 1.36.

Номинальная мощность, Вт	Размеры, мм				Масса, г, не более
	D	L	H	d	
2	4,3	15,5	5	0,8	1,5
3	7,8	15,5	8	1	2
5	8,8	20	9,5	1	4
8	8,8	28	9,5	1	5
10	8,8	38	9,5	1	6

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют рядам Е24, Е96.

Допуск, %	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом				
	2 Вт	3 Вт	5 Вт	8 Вт	10 Вт
±0,1	1×10^9... $2{,}77\times10^3$	1×10^9... $7{,}1\times10^3$	1×10^3... 10×10^3	1×10^3... 10×10^3	1×10^3... 10×10^3
±0,2	110...$2{,}74\times10^3$	162... $7{,}1\times10^3$	162... 10×10^3	162...10×10^3	162... 10×10^3
±0,5	110 $2{,}74\times10^3$	162... $7{,}1\times10^3$	162... 10×10^3	162. .10×10^3	162 .. 10×10^3
±1,0	56,2...$2{,}74\times10^3$	75.. $7{,}1\times10^3$	75... 10×10^3	75...10×10^3	75 . 10×10^3
±2,0	11...$2{,}74\times10^3$	11. .$7{,}1\times10^3$	11... 10×10^3	11...10×10^3	11... 10×10^3
±5,0	1...$2{,}74\times10^3$	3...$7{,}1\times10^3$	4,3. . 10×10^3	5,1 ..10×10^3	5,1... 10×10^3

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm50\times10^{-6}$

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, МОм . 10^3

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:

при номинальной электрической нагрузке . . . . . от −60 до +100

при снижении электрической нагрузки до 0,75 $P_н$ . . . . от −60 до +125

Предельное рабочее напряжение (амплитудное значение), В . 300

Минимальная наработка, ч 20 000

Срок сохраняемости, лет 20

С5-44

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока частотой до 1000 Гц с рабочим напряжением до 30 В (амплитудное значение). Резисторы изолированные, с ленточными выводами, для печатного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.37.

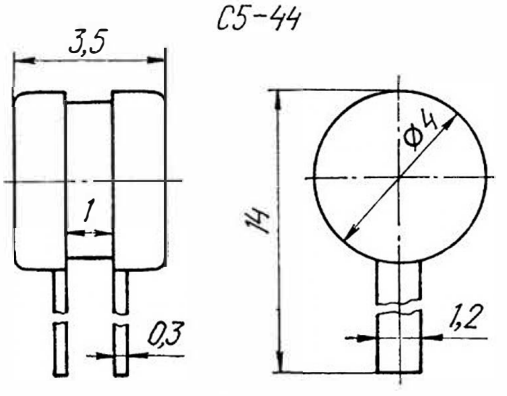


Рис. 1.37.

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Допуск, %
10. 976	±0,5; ±1,0; ±2,0; ±5,0
1×10^3. .$47{,}5\times10^3$	±0,05; ±0,1; ±0,25; ±0,5; ±1,0; ±2,0; ±5,0
$48{,}7\times10^3$ 100×10^3	±0,5; ±1,0; ±2,0; ±5,0

Примечания: 1. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е96.

2. Масса резистора не более 0,25 г.

3. Температурный коэффициент сопротивления не более $\pm50\times10^{-6}$1/°С.

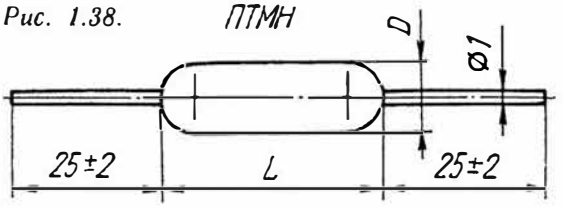
Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
при номинальной электрической нагрузке . . . . . от −60 до +70
при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$ . . . . . от −60 до +70
Минимальная наработка, ч . . 1500
Срок сохраняемости, лет . 12

ПТМН

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока частотой до 1000 Гц и напряжением до 400 В (амплитудное значение). Резисторы изолированные, для навесного монтажа. В зависимости от номинальной мощности резисторы выпускаются двух видов. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.38.

Рис. 1.38. ПТМН



Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм		Масса, г, не более
		D	L	
0,5	$1...300\times10^3$	7	15	1,8
1	$1...1\times10^6$	9	23	5

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24.

Допуск, %	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	
	0,5 Вт	1 Вт
±0,25	$10\times10^3...300\times10^3$	$10\times10^3...1\times10^6$
±0,5	$1\times10^2...300\times10^3$	$1\times10^2...1\times10^6$
±1,0	$1...300\times10^3$	$1...1\times10^6$

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm100\times10^{-6}$
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм . . . 10^4

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
при номинальной электрической нагрузке . . . . . от −60 до +85
при снижении электрической нагрузки до 1,0 $P_н$ . . . . . от −60 до +125
Минимальная наработка, ч:
$P_н$=0,5 Вт 25 000
$P_н$=1 Вт 10 000
Срок сохраняемости, лет 15

ПКВ-II, ПКВТ-II

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока частотой до 50 Гц при рабочем напряжении до 500 В (амплитудное значение) и в цепях импульсного тока. Резисторы изолированные, обычного (ПКВ-II) и тропического (ПКВТ-II) исполнения, для навесного монтажа.

В зависимости от номинальной мощности рассеяния резисторы выпускаются трех видов, при этом резисторы с номи-

нальной мощностью 1 Вт — двух типоразмеров. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.39.

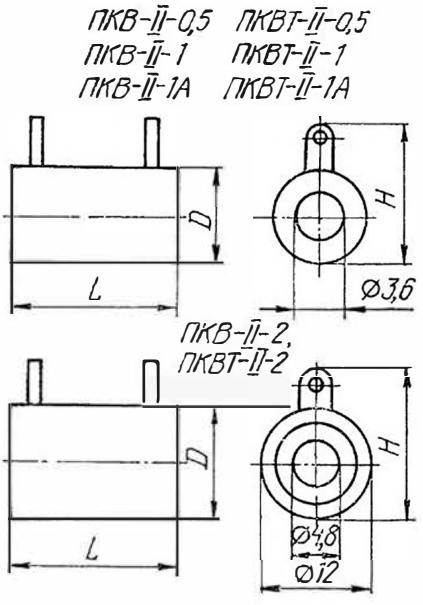


Рис. 1.39.

Вид резистора	Номинальная мощность, Вт	Размеры, мм			Масса, г, не более
		D	*L*	*H*	
ПКВ-II-0,5 ПКВТ-II-0,5	0,5	12	16	20	7
ПКВ-II-1 ПКВТ-II-1	1	15,5	20	23,5	13
ПКВ-II-1А ПКВТ-II-1А	1	17,5	22,5	25	15
ПКВ-II-2 ПКВТ-II-2	2	24,5	32	32,5	40

Вид резистора	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом
ПКВ-II-0,5; ПКВТ-II-0,5	$1...270\times10^3$
ПКВ-II-1; ПКВТ-II-1	$1..560\times10^3$
ПКВ-II-1А; ПКВТ-II-1А	$620\times10^3...1\times10^6$
ПКВ-II-2; ПКВТ-II-2	$20...1\times10^6$

Примечания: 1. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е24 с допусками ±1; ±2; ±5 % для сопротивлений до 100 Ом и $\pm0,25$; $\pm0,5$; ±1; ±2; ±5 % для сопротивлений свыше 100 Ом.

2. Температурный коэффициент сопротивления резисторов не более $\pm200\times10^{-6}$1/°С.

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:	
при номинальной электрической нагрузке	от —60 до +85
при снижении электрической нагрузки до нуля	от —60 до +125
Минимальная наработка, ч	10 000
Срок сохраняемости, лет	12

С5-53В, С5-54В

Резисторы предназначены для работы в цепях прецизионной измерительной аппаратуры на постоянном и переменном токе частотой до 1 кГц. Резисторы герметизированные, для навесного монтажа. В зависимости от номинальной мощности рассеяния резисторы выпускаются пяти видов. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.40.

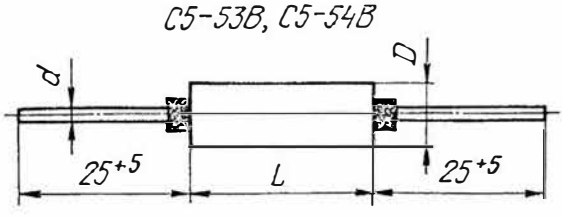


Рис. 1.40.

С5-53В, С5-54 В

Тип резистора	Номинальная мощность, Вт	Размеры, мм			Масса, г, не более
		D	L	d	
С5-53В	0,125	9	20	0,8	6
	0,25	11	25	1,0	10
	0,5	11	33	1,0	15
	1	11	43	1,0	18
	2	11	53	1,0	20
С5-54В	0,125	11	25	1,0	10
	0,25	11	33	1,0	15
	0,5	11	43	1,0	18
	1	14	53	1,0	45
	2	18	53	1,0	65

С5-53В

Допуск, %	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом				
	0,125 Вт	0,25 Вт	0,5 Вт	1 Вт	2 Вт
±0,05	100...330×10³	100...1×10⁶	100...1×10⁶	100... 1×10⁶	100 1×10⁶
±0,1	68,1...330×10³	100. 1×10⁶	100.. 1,5×10⁶	100.. 3,3×10⁶	100... 20×10⁶

Допуск, %	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом				
	0,125 Вт	0,25 Вт	0,5 Вт	1 Вт	2 Вт
±0,2	51,1 ...330×10³	51,1...1×10⁶	100.. 1,5×10⁶	100... 3,3×10⁶	100... 20×10⁶
±0,5	33 ...330×10³	33...1×10⁶	51,1... 1,5×10⁶	100... 3,3×10⁶	100... 20×10⁶
±1,0	1...330×10³	3,3...1×10⁶	4,7... 1,5×10⁶	10... 3,3×10⁶	10... 20×10⁶

С5-54В

Допуск, %	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом				
	0,125 Вт	0,25 Вт	0,5 Вт	1 Вт	2 Вт
±0,01	1×10³.. 330×10⁶	1×10³. 1×10⁶	1×10³.. 1×10⁶	1,5× ×10³... 1×10⁶	1,5× ×10³.. 1×10⁶
±0,02	510...330×10³	510. .1×10⁶	510 . 1,5×10⁶	750... 3,3×10⁶	750... 10×10⁶
±0,05	100 .330×10³	100 1×10⁶	100.. 1,5×10⁶	100.. 3,3×10⁶	100.. 10×10⁶

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С: $\times 10^{-6}$

для резисторов с номинальным сопротивлением 100 Ом и более ±10; ±20; ±30; ±50

для резисторов с номинальным сопротивлением до 100 Ом ±50

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, МОм 10^4

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:

при номинальной электрической нагрузке . . . . . от −60 до +70

при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$ . . . . от −60 до +125

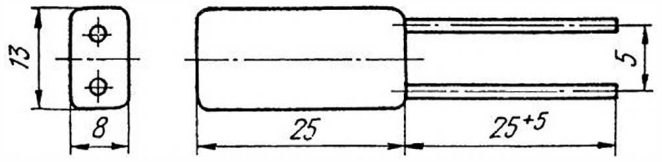
Минимальная наработка, ч 15 000

Срок сохраняемости, лет 15

С5-55

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока, в электроизмерительных и радиоизмерительных приборах, в вычислительной технике и метрологической аппаратуре. Резисторы изолированные, для печатного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.41.

С5-55 Рис. 1.41.



Номинальная мощность, Вт 0,125
Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . от 10^3 до 10^6
Допуск, %:
для резисторов с номинальным сопротивлением до 10^5 Ом . . . . . $\pm 0{,}1; 0{,}25; \pm 0{,}5$
для резисторов с номинальным сопротивлением 10^5 Ом и выше . . . . . $\pm 0{,}05; \pm 0{,}1; \pm 0{,}25; \pm 0{,}5$
Промежуточные значения номинальных сопротивлений . . . . . ряд Е24, Е48, Е96, Е192
Температурный коэффициент сопротивления, $\times 10^{-6}$ 1/°С:
для резисторов с номинальным сопротивлением до 10^4 Ом . . . . . ± 30
для резисторов с номинальным сопротивлением 10^4 Ом и выше . . . ± 20
Предельная частота, кГц . . . . . $2 \times 10^3 / R_н$

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
при номинальной электрической нагрузке . . . . . от —60 до +60
при снижении электрической нагрузки до 0,4 $P_н$ . . . . . от —60 до +100
Предельное рабочее напряжение, В . . 250
Гамма-процентный ресурс при $\gamma = 90$ %, ч 4000
Срок сохраняемости, лет 8

С5-58

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока, в электроизмерительных приборах и вычислительной технике. Резисторы изолированные, для печатного монтажа. Резисторы выпускаются трех видов. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.42.

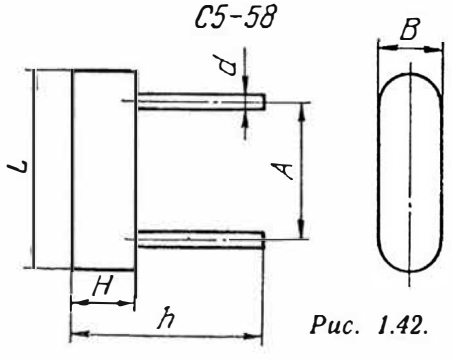


Рис. 1.42.

Вид резистора	Размеры, мм						Масса, г, не более
	B	H	L	A	d	h	
1	12	12	57	50	1	32	16
2	10	10	40	30	1	30	7,5
3	8	8	33	25	0,8	28	4

Вид резистора	Номинальная мощность	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом
1	—	$10\times10^6...20\times10^6$
2	1,0	$10\times10^3...10\times10^6$
3	0,25	$10\times10^3...3\times10^6$

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют рядам Е24, Е48, Е96, Е192.

Допуск, %:
- для резисторов с номинальным сопротивлением до 50×10^3 Ом . . $\pm0,05$
- для резисторов с номинальным сопротивлением 50×10^3 Ом и более . . $\pm0,02$, $\pm0,05$

Температурный коэффициент сопротивления в интервале температур, $\times10^{-6}$/°С:
- от +25 до +100 °С . . . . . ±10
- от −60 до +25 °С . . . . . ±20

Предельная частота, кГц . . . . . $5\times10^4/R_н$ [кОм]

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
- при номинальной электрической нагрузке . . . . . от −60 до +50
- при снижении электрической нагрузки до 0,4 $P_н$ . . . . . от −60 до +100

Предельное рабочее напряжение, В:
- резисторов вида 1 и 2 1000
- резисторов вида 3 400

Гамма-процентный ресурс при $\gamma=90$ %, ч 3000

Срок сохраняемости, лет 10

С5-60

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока прецизионной и метрологической аппаратуры. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.43.

С5-60 с допуском ±(0,005-0,1)

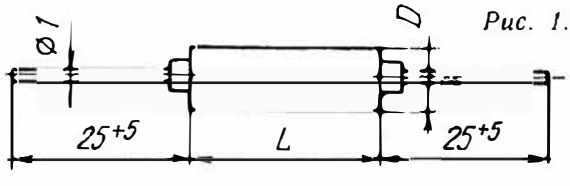


Рис. 1.43.

Номинальная мощность Вт	Размеры, мм		Масса, г, не более
	D	L	
0,05	13	35	15
0,125	13	44	18
0,25	13	54	20
0,5	16	55	45
1	20	56	65
2	26	77	110

С5-60 с допуском (±0,005...0,1) %

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом				
	±0,005 %	±0,01 %	±0,02 %	±0,05 %	±0,1 %
0,05	1×10^3 . 100×10^3	1×10^3. . 100×10^3	100.. 100×10^3	100... 100×10^3	100. 100×10^3
0,125	1×10^3... 499×10^3	1×10^3... 499×10^3	100. . 499×10^3	100... 499×10^3	100... 499×10^3
0,25	1×10^3 1×10^6	1×10^3 1×10^6	100 .. 1×10^6	100 .. 1×10^6	100 1×10^6
0,5	1×10^3 1×10^6	1×10^3 1×10^6	100... $2{,}15\times10^6$	100.. $2{,}15\times$ $\times10^6$	100.. $2{,}15\times$ $\times10^6$
1	1×10^3 1×10^6	1×10^3 1×10^6	100... $4{,}99\times10^6$	100.. $4{,}99\times$ $\times10^6$	100... $4{,}99\times$ $\times10^6$
2	1×10^3 1×10^6	1×10^3 1×10^6	10... 10×10^6	100... 20×10^6	100.. 20×10^6

Примечание Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е192

Диапазон номинальных сопротивлений с допуском ±(0,001, 0,002) % $1\times10^3-100\times10^3$ Ом

Промежуточные значения номинальных сопротивлений с допуском ±0,001, ±0,002 %, по ряду 1, 2, 3, 4, 5, 8 10×10^n, где $n=3,4$

Температурный коэффициент сопротивления, не более, 1/°С $\pm50\times10^{-6}$

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, МОм 10^3

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С.
при номинальной электрической нагрузке для резисторов с временной стабильностью за 2000 ч и допуском ±0,005 % от +5 до +40

при номинальной электрической нагрузке для резисторов с временной стабильностью за 2000 ч и допуском ±0,01; ±0,1 % . . . . . от −60 до +125
при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$ для резисторов с временной стабильностью за 2000 ч и допуском ±0,005 % . . . . . от −60 до +70
при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$ для резисторов с временной стабильностью за 2000 ч и допуском ±0,01; ±0,05 % . . . . от −60 до +125

Предельное рабочее напряжение, В:
- 0,05 Вт 50
- 0,125 Вт 150
- 0,25 Вт 250
- 0,5 Вт 350
- 1 Вт 500
- 2 Вт 750

Минимальная наработка, ч 15 000
Срок сохраняемости, лет 15

1.4.3. Прецизионные металлофольговые резисторы.

С5-25Ф, С5-53Ф

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока. Резисторы изолированные, для навесного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.44.

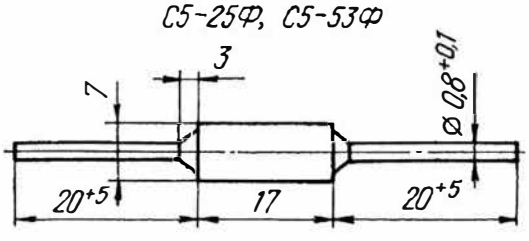


Рис. 1.44

Номинальная мощность, Вт:
- С5-25Ф 0,25
- С5-53Ф 0,125

Допуск, %	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	
	С5-25Ф	С5-53Ф
±0,05	100...10×10³	100...30,1×10³
±0,1	68...10×10³	68,1...30,1×10³
±0,2	51...10×10³	51,1 ..30,1×10³
±0,5	33...10×10³	33,2.. 30,1×10³
±1,0	1...10×10³	1...30,1×10³
±2,0	1...10×10³	—
±5,0	1 ..10×10³	—

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют: резисторов С5-25Ф — Е24, резисторов С5-53 — Е192.

Температурный коэффициент сопротивления, $\times 10^{-6}$1/°С . . . . . ± 10; ± 20; ± 35

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях МОм, не менее . 10^3

Частотные характеристики

Номинальное сопротивление, Ом	Диапазон частот, Гц	Относительное изменение модуля полного сопротивления, %
1	$0...1\times10^6$	1,0
10	$0...1\times10^7$	1,0
100	$0...5\times10^7$	1,0
	$0...1\times10^8$	5,0
$1...10^3$	$0..5\times10^6$	$\pm 1,0$
	$0...2\times10^7$	$\pm 5,0$
$10...10^3$	$0...2\times10^6$	$-2,0$
	$0...4\times10^6$	$-5,0$
$30,1...10^3$	$0...3\times10^6$	$-3,0$

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:

при номинальной электрической нагрузке

С5-25Ф . . . . . от -60 до $+85$

С5-53Ф . . . . . от -60 до $+70$

при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$ . . . . . от -60 до $+125$

Предельное рабочее напряжение, В:

С5-25Ф 50

С5-53Ф 65

Минимальная наработка, ч 15 000

Срок сохраняемости, лет 20

С5-41

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока частотой до 1 МГц. Резисторы изолированные, для печатного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.45.

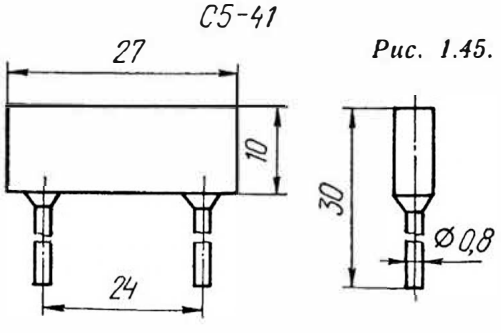


Рис. 1.45.

Масса, не более, г 2,5
Номинальная мощность, Вт 0,25
Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . от 15 до 10×10^3

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е192 с допусками $\pm 0{,}1$; $\pm 0{,}2$; $\pm 0{,}5$; $\pm 1{,}0$; $\pm 2{,}0$ %.

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm 50 \times 10^{-6}$
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, МОм . 10^4
Частотная погрешность в диапазоне частот 0-10^6 Гц, %, не более . . . . . $\pm 0{,}7$

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
при номинальной электрической нагрузке . . . . . от −60 до +70
при снижении электрической нагрузки до 0,05 $P_н$ . . . . . от −60 до +130
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В . . . 50
Минимальная наработка, ч 30 000
Срок сохраняемости, лет 20

С5-61, С5-62

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока (С5-62 частотой до 1 МГц). Резисторы С5-61 герметизированные, для печатного монтажа, С5-62 — бескорпусные, для функциональной подгонки высокоточных гибридных интегральных микросхем. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.46.

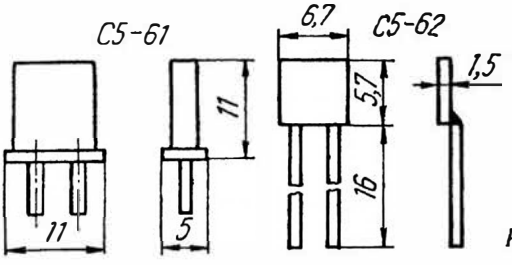


Рис. 1.46.

Допуск, %	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	
	С5-61	С5-62
$\pm 0{,}005$	$1 \times 10^3 ... 30{,}1 \times 10^3$	—
$\pm 0{,}01$	$511 ... 30{,}1 \times 10^3$	—
$\pm 0{,}02$	$511 ... 30{,}1 \times 10^3$	—
$\pm 0{,}05$	$100 ... 30{,}1 \times 10^3$	$511 ... 10 \times 10^3$
$\pm 0{,}1$	$80{,}6 ... 30{,}1 \times 10^3$	$100 ... 10 \times 10^3$
$\pm 0{,}25$	$50{,}5 ... 30{,}1 \times 10^3$	$80{,}6 ... 10 \times 10^3$

Допуск, %	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	
	С5-61	С5-62
±0,5	30,1...30,1 × 10^3	50,5...10 × 10^3
±1,0	30,1...30,1 × 10^3	30,1...10 × 10^3

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют рядам Е192 (С5-61) и Е96 (С5-62).

Тип резистора	Температурный коэффициент сопротивления, ×10^{-6}1/°С, в диапазоне температур, °С	
	(−60 — +20)	(+20 — +125)
С5-61	±10 ±20 ±30	±5 ±10 ±20
С5-62	±30 ±20 ±30	±30 ±20 ±30

Масса, не более, г:
- С5-61 2
- С5-62 0,25

Сопротивление изоляции резисторов С5-61 в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . . . . . 10^3

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
- при номинальной электрической нагрузке . . . . . от −60 до +70
- при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$ . . . . . от −60 до +125

Предельное рабочее напряжение резисторов С5-62 (амплитудное значение), В . 36

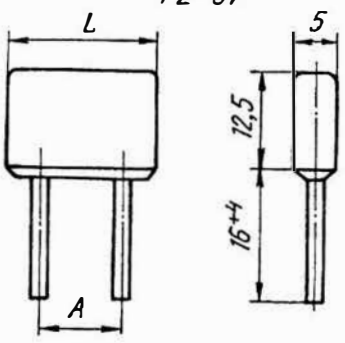
Минимальная наработка, ч:
- С5-61 . . . . . 15 000
- С5-62 . . . . . 10 000

Срок сохраняемости, лет 15

Р2-67

Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока напряжением до 250 В. Резисторы изолированные, для печатного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.47.

Рис. 1.47. Р2-67



Номинальная мощность, Вт	Размеры, мм		Масса, г, не более
	L	A	
0,125	12	5	1,8
0,25	18	10	2,5
0,5	28	20	3,5

Допуск, %	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом		
	0,125 Вт	0,25 Вт	0,5 Вт
±0,005	$1\times10^3...10\times10^3$	$1\times10^3...10\times10^3$	$1\times10^3...20\times10^3$
±0,01; ±0,02	$51,7...10\times10^3$	$51,7...10\times10^3$	$51,7...20\times10^3$
±0,05; ±0,1; ±0,2; ±0,5; ±1,0	$10...10\times10^3$	$10...10\times10^3$	$10...20\times10^3$

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е192.

Температурный коэффициент сопротивления, $\times10^{-6}$1/°С . . . . . ±5; ±10; ±20; ±30

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 10^3

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
при номинальной электрической нагрузке . . . . . от −60 до +40 °С
при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$ . . . . . от −60 до +70 °С

Предельное рабочее напряжение, В . . 250

Минимальная наработка, ч 15 000

Срок сохраняемости, лет 15

1.5. РЕЗИСТОРЫ ПЕРЕМЕННЫЕ НЕПРОВОЛОЧНЫЕ

1.5.1. Подстроечные резисторы

Металлоокисные

СП2-2А

Резисторы подстроечные цилиндрические со стопорением вала одинарные однооборотные с круговым перемещением подвижной системы, для навесного монтажа, предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.48.

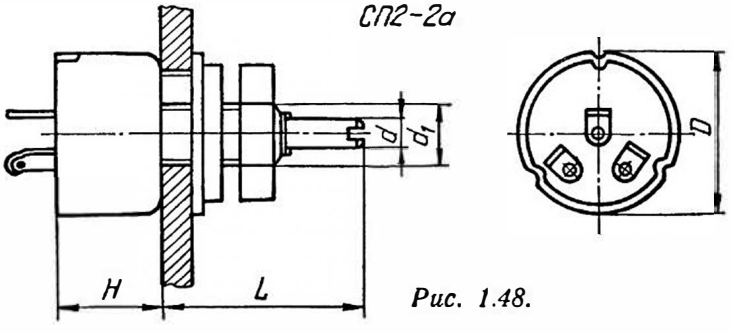


Рис. 1.48.

Номинальная мощность, Вт	Размеры, мм					Масса, г, не более
	D	H	d_1	d	L	
0,5	16,5	15	6	3	16 20 25	16 16,5 17
1	21,5	18,1	8	4	16 20 25	31 32 33

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допуском ±20 %.

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . 47...100×10³

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С:

до 1×10³ Ом . . . . . ±1000×10⁻⁶

свыше 1×10³ Ом . . . . . ±2000×10⁻⁶

Уровень собственных шумов, не более, мкВ/В 10

Минимальное сопротивление, не более, Ом:

до 100 Ом . . . . . 2...+0,04 $R_н$

свыше 100 Ом 10

Начальный скачок, не более, %:
до 100 Ом 15
свыше 100 Ом 10
Функциональная характеристика . . . А
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 10 000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,2 $R_н$, °С . . . . . от —60 до +125
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока (расчетное), В:
0,5 Вт 220
1 Вт 315
Износоустойчивость, циклов 1000
Минимальная наработка, ч 20 000
Срок сохраняемости, лет 25

Лакопленочные композиционные

СП

Резисторы подстроечные цилиндрические со стопорением вала однооборотные с круговым перемещением подвижной системы, для навесного монтажа, предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока.

В зависимости от конструкции резисторы изготовляют: СП-II — одинарные; СП-IV — сдвоенные. По условиям эксплуатации резисторы изготовляют трех групп по применению: I, II, III. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.49, 1.50.

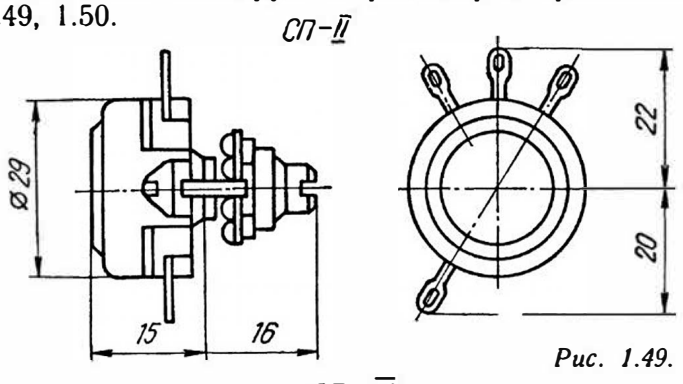


Рис. 1.49.

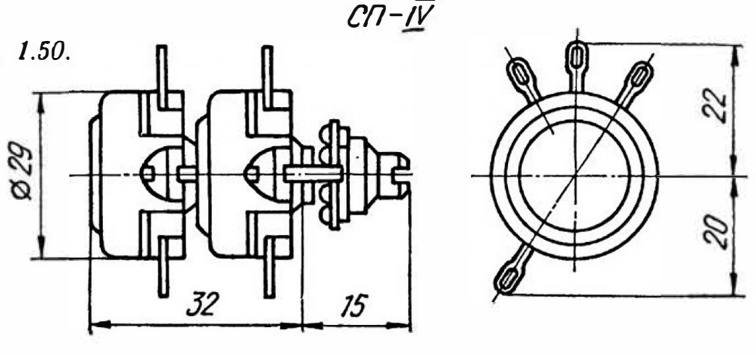


Рис. 1.50.

Вид резистора	Группа по применению	Функциональная характеристика	Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом
СП-II		А	1	$470...4{,}7\times10^6$
СП-IV	I, II	Б, В	0,5	$470\times10^3...2{,}2\times10^6$
СП-II		А	0,5	$470...4{,}7\times10^6$
СП-IV	III	Б, В	0,25	$4{,}7\times10^6...2{,}2\times10^6$

Примечание. 1. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±20; ±30 %.

2. Сдвоенные резисторы изготовляют с различными сочетаниями функциональных характеристик.

Масса, не более, г:
- СП-II 33
- СП-IV 55

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С:
- до 68×10^3 Ом . . . . . $\pm1000\times10^{-6}$
- свыше 68×10^3 Ом . . . . . $\pm2000\times10^{-6}$

Уровень собственных шумов, не более, мкВ:
- резисторов с функциональной характеристикой А 30
- резисторов с функциональными характеристиками Б, В 40

Минимальное сопротивление, не более, Ом:
- резисторов с функциональной характеристикой А:
  - до $2{,}2\times10^3$ Ом 10
  - свыше $2{,}2\times10^3$ 200
- резисторов с функциональными характеристиками Б, В 50, 200

Начальный скачок, не более, %:
- резисторов с функциональной характеристикой А 7
- резисторов с функциональными характеристиками Б, В 1,5

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 5000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
- при снижении электрической нагрузки резисторов I группы по применению до 0,13 $P_н$ с функциональной характеристикой А и до 0,2 $P_н$ с функциональными характеристиками Б, В . . . . . от −60 до +125
- при снижении электрической нагрузки резисторов II группы по применению до 0,3 $P_н$ с функциональной характеристикой А и до 0,34 $P_н$ с функциональными характеристиками Б, В . . . . . от −60 до +100
- при снижении электрической нагрузки резисторов III группы по применению до 0,52 $P_н$ с функциональной характеристикой А и до 0,5 $P_н$ с

функциональными характеристиками Б, В . . . . . от —45 до +70

Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В:

резисторов I и II группы по применению с функциональной характеристикой А 500

с функциональными характеристиками Б, В 400

резисторов III группы по применению с функциональными характеристиками Б, В 350

Износоустойчивость, циклов 12 500

Минимальная наработка, ч 10 000

Срок сохраняемости, лет:

резисторов I и II группы по применению 12

резисторов III группы по применению 5

СП3-9, СП3-16, СП2-3

Резисторы подстроечные цилиндрические со стопорением вала одинарные однооборотные с круговым перемещением подвижной системы. СП3-9, СП3-16 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока, СП2-3 — в электрических цепях постоянного и переменного тока.

Резисторы СП3-9б (0,5 Вт), СП3-9бф, (0,5 Вт) с фиксацией на панели, СП2-3а (0,25 Вт) и СП3-16г (0,125 Вт), устанавливаемые перпендикулярно плате, для навесного монтажа; СП2-3б (0,25 Вт) и СП3-16в (0,125 Вт), устанавливаемые перпендикулярно плате, для печатного монтажа. Конструкции резисторов представлены на рис. 1.51...1.53.

СП3-9б, СП3-9бф

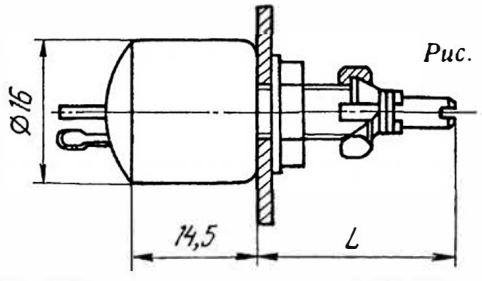


Рис. 1.51.

СП3-16в *СП3-16г*

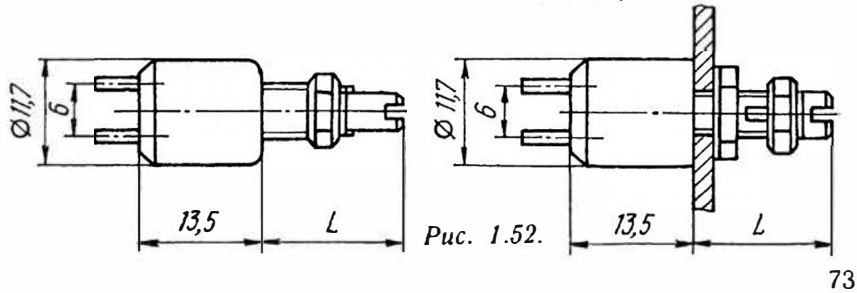


Рис. 1.52.

СП2-3

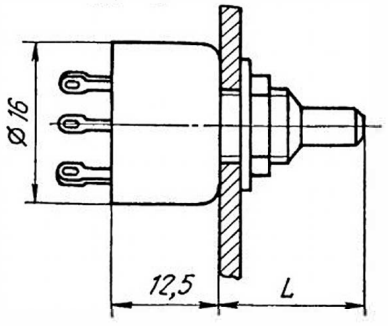


Рис. 1.53.

СП3-9

Вид резистора	Размер от монтажной плоскости до конца вала L, мм	Масса, г, не более
СП3-9б	16	16
	20	16,5
СП3-9бф	25	17

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ± 10; ± 20 % (до 220×10^3 Ом); ± 20; ± 30 % (свыше 220×10^3 Ом).

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . $1 \times 10^3 - 4{,}7 \times 10^6$
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, не более . . . . . $\pm 14\,000 \times 10^{-6}$
Уровень собственных шумов, мкВ/В . 5...15
Минимальное сопротивление, не более, Ом:
до 150×10^3 Ом 25
свыше 150×10^3 Ом . . . 100
Начальный скачок, %, не более
до 100×10^3 Ом 10
свыше 100×10^3 Ом 6
Функциональная характеристика . А
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, МОм . 10 000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,2 $P_н$, °С . . . . . от —60 до +100
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 250
Износоустойчивость, циклов 500
Минимальная наработка, ч . . . 15 000
Срок сохраняемости, лет 15

СП3-16

Вид резистора	Размер от монтажной плоскости до конца вала L, мм	Масса, г, не более
СП3-16в	8	5,5
	10,0	5,6
	12,5	5,7
СП3-16г	12,5	7,2

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±10; ±20 % (до 220×10^3 Ом); ±20; ±30 % (свыше 220×10^3 Ом).

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . 1×10^3 — 1×10^6
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С
до 68×10^3 Ом . . . . . $\pm1000\times10^{-6}$
свыше 68×10^3 Ом . . . . . $\pm2000\times10^{-6}$
Уровень собственных шумов, не более, мкВ/В 15
Начальный скачок, не более, % 15
Функциональная характеристика . . . А
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, МОм . 10 000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,25 $P_н$, °С . . . . . от −60 до +125
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 150
Износоустойчивость, циклов 500
Минимальная наработка, ч 15 000
Срок сохраняемости, лет 15

СП2-3

Тип размера	Размер от монтажной плоскости до конца вала L, мм	Масса, г, не более
СП2-3	12,5	6,4
	20	6,9
	25	7,2

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допуском ±30 %.

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . 60...330
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm250\times10^{-6}$
Минимальное сопротивление, не более, Ом 10
Начальный скачок, не более, % 20

Функциональная характеристика . . . А
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, МОм . 500

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,3 $P_н$, °С . . . . . от −40 до +70
Износоустойчивость, циклов 500
Минимальная наработка, ч 10 000
Срок сохраняемости, лет 8

СП3-24, СП3-36

Резисторы подстроечные одинарные многооборотные с прямолинейным перемещением подвижной системы, предназначены для работы в электрических цепях постоянного и переменного тока. Резисторы СП-24 — для печатного и навесного монтажа, СП3 — для печатного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.54, 1.55.

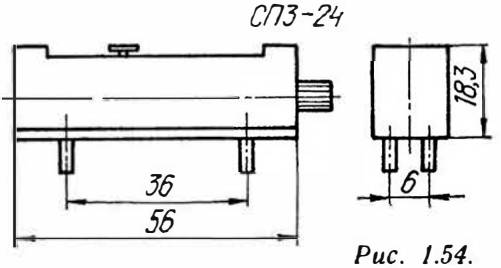


Рис. 1.54.

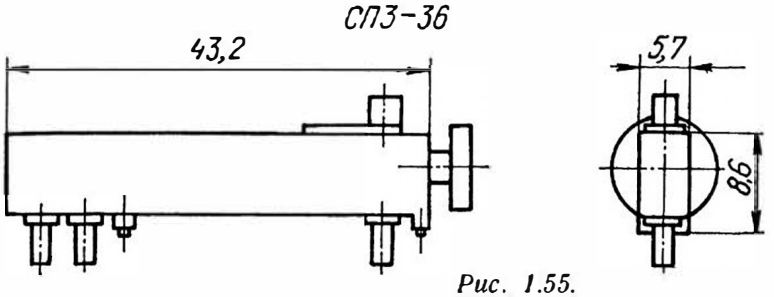


Рис. 1.55.

СП3-24

Функциональная характеристика	Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом
А	0,25	$680...1\times10^6$
Б, В	0,125	$4{,}7\times10^3...1\times10^6$

Примечание. Промежуточные значения соответствуют ряду Е6 с допусками ±20 % (до 220×10^3 Ом); ±30 % (свыше 220×10^3 Ом).
Масса, не более, г 26

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm 2000 \times 10^{-6}$
Уровень собственных шумов, не более, мкВ/В 30
Минимальное сопротивление, не более, Ом:
резисторов с функциональной характеристикой А 100
резисторов с функциональными характеристиками Б, В:
до 1×10^3 Ом . . . . . не нормируется
свыше 1×10^3 Ом 50; 200
Начальный скачок, не более, %:
резисторов с функциональной характеристикой А:
до 68×10^3 Ом 5
свыше 68×10^3 Ом 2
резисторов с функциональными характеристиками Б, В:
до $3{,}3 \times 10^3$ Ом . . . . . не нормируется
более $3{,}3 \times 10^3$ Ом 2
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, МОм . 10 000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,4 $P_н$, °С . . . . . от —45 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 100
Износоустойчивость, циклов 1000
Минимальная наработка, ч 10 000
Срок сохраняемости, лет 12

СП3-36

Масса, не более, г 4
Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . $100 \times 10^3 - 220 \times 10^3$
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm 2000 \times 10^{-6}$
Уровень собственных шумов, не более, мкВ/В 20
Минимальное сопротивление, не более, Ом 50
Начальный скачок, не более, % 1,5; 10
Функциональная характеристика . . . В
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, не менее, МОм . 1000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от —45 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 50
Износоустойчивость, циклов 1000
Минимальная наработка, ч 15 000
Срок сохраняемости, лет 10

Керметные композиционные
СП3-19, СП3-44, РП1-60

Резисторы подстроечные одинарные однооборотные с круговым перемещением подвижной системы. СП3-19, СП3-44 предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока, РП1-60 — в электрических цепях постоянного и переменного тока.

В зависимости от конструкции резисторы изготовляют: СП3-19а (0,5 Вт), СП3-19в (0,5 Вт), СП3-44А (0,25; 0,5; 1 Вт) и СП3-44Б (0,5 Вт) в цилиндрическом корпусе; СП3-19б (0,5 Вт) в прямоугольном корпусе; РП1-60 (0,01 Вт) для печатного монтажа; СП3-44Н (0,5 Вт) в цилиндрическом корпусе для навесного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.56...1.60.

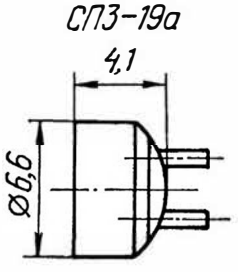


Рис. 1.56.

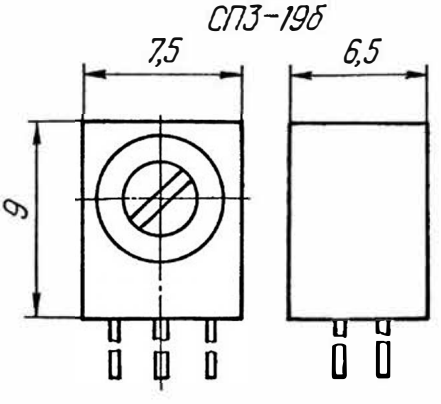


Рис. 1.57.

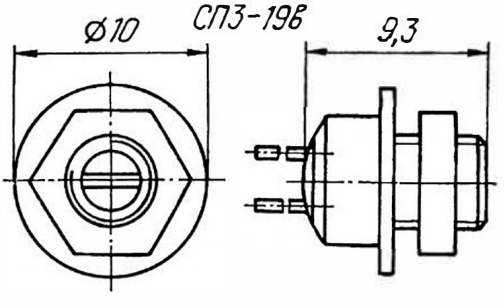


Рис. 1.58.

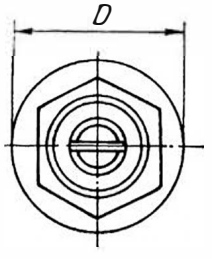
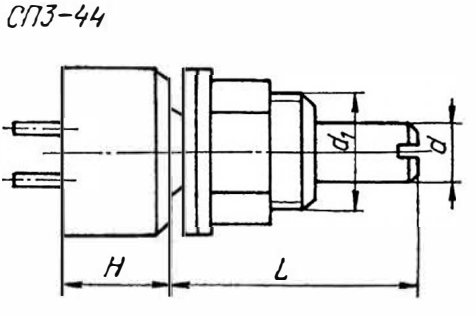


Рис. 1.59.



РП1-60

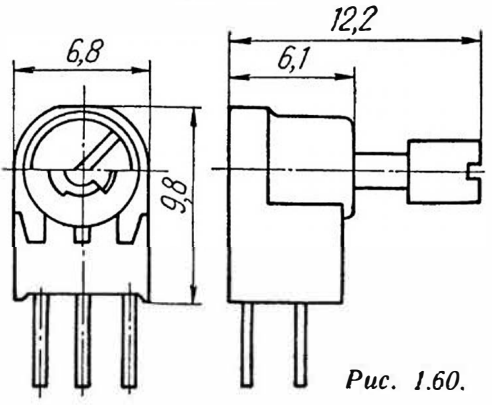


Рис. 1.60.

СП3-19

Масса, г, не более:
- СП3-19а 0,8
- СП3-19б 1
- СП3-19в 1,6

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . $10...1\times10^6$

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±10; ±20 %

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С:
- до 330 Ом . . . . . $\pm500\times10^{-6}$
- свыше 330 Ом . . . . . $\pm250\times10^{-6}$

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более:
- до 100×10^3 Ом 5
- свыше 100×10^3 Ом 10

Минимальное сопротивление, Ом, не более 2

Начальный скачок, % 15

Функциональная характеристика . . . А

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 1000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С . . . . . от -60 до $+125$

Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 150

Износоустойчивость, циклов 500

Минимальная наработка, ч 15 000

Срок сохраняемости, лет 12

СП3-44

Вид резистора	Номинальная мощность, Вт	Размеры, мм					Масса, г, не более
		D	*H*	d_1	*d*	*L*	
	0,25	11	9	—	—	—	2,5
СП3-44А	0,5	13	9	—	—	—	3

Вид резистора	Номинальная мощность, Вт	Размеры, мм					Масса, г не более
		D	H	d_1	d	L	
	1	16,5	9	—	—	—	4
СП3-44Б	0,5	5,6	4	—	—	—	0,5
СП-44Н	0,5	11	7,4	6	3	16	5

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом:
- СП3-44А . . . . . 10...1×10^6
- СП3-44Б . . . . . 10...$2{,}2\times10^6$
- СП3-44Н . . . . . 10...$4{,}7\times10^6$

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±10; ±20 %.

Температурный коэффициент сопротивления, $\times10^{-6}$1/°С, не более . . . . . ±500

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более 20

Минимальное сопротивление, Ом, не более 1

Начальный скачок, %, не более 15

Функциональная характеристика . . . А

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 1000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С . . . . . от −60 до +125

Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В:
- СП3-44А, СП3-44Н 200
- СП3-44Б 100

Износоустойчивость, циклов 500

Минимальная наработка, ч:
- СП3-44А, СП3-44Н 20 000
- СП3-44Б 30 000

Срок сохраняемости, лет:
- СП3-44А, СП3-44Н 12
- СП3-44Б 15

РП1-60

Масса, г, не более 1

Номинальное сопротивление с допусками ±10, ±20 %, Ом . . . . . 100×10^3

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm250\times10^{-6}$

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более 20

Минимальное сопротивление, Ом, не более 5

Начальный скачок, %, не более 10

Функциональная характеристика	А
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее	100

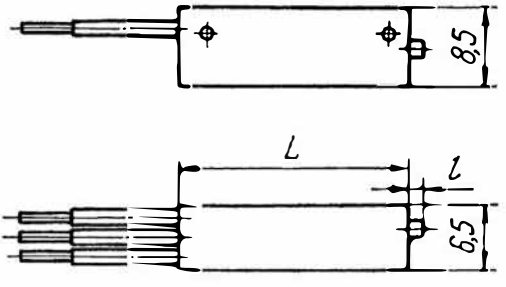
Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С	от −60 до +70
Рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В	25
Износоустойчивость, циклов	500
Минимальная наработка, ч	20 000
Срок сохраняемости, лет	15

СП3-37, РП1-53, РП1-48

Резисторы подстроечные одинарные многооборотные с прямолинейным перемещением подвижной системы. СП3-37 и РП1-48 предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока, РП1-53 — в электрических цепях постоянного и переменного тока. Резисторы в прямоугольном корпусе СП3-37 (1 Вт) с гибкими выводами — для навесного монтажа, РП1-53 (0,25 Вт), РП1-48 (0,25 Вт) — для печатного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.61...1.63.

Рис. 1.61. *СП3-37*



РП1-53

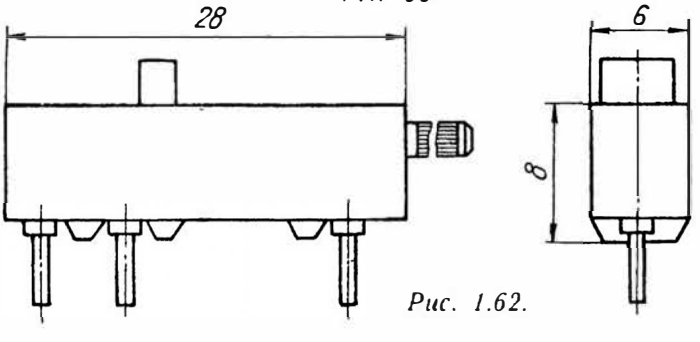
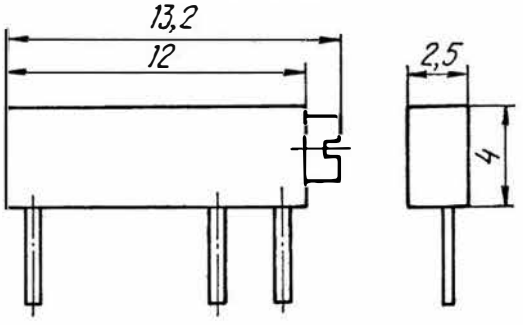


Рис. 1.62.

РП1-48 Рис. 1.63.



СП3-37

Вариант исполнения регулировочного винта	Размеры, мм		Масса, г, не более
	L	l	
СП3-37А	36,1	1	3,5
СП3-37Б	42,1	7	4,5

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±10; ±20; ±30 %.

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . $10...1\times10^6$
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, не более . . . . . $\pm1000\times10^{-6}$
Уровень собственных шумов, мкВ/В . . 20
Минимальное сопротивление, Ом . . . 2
Начальный скачок, % 15
Функциональная характеристика . . . А
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм 10 000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С . . . . . от −60 до +155
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 250
Минимальная наработка, ч 20 000
Срок сохраняемости, лет 15

РП1-53

Масса, г, не более 3
Номинальное сопротивление с допуском ±20 %, Ом . . . . . 22×10^3
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm150\times10^{-6}$
Уровень собственных шумов, мкВ/В . . 20
Минимальное сопротивление, Ом . . . 5
Начальный скачок, % 6

Функциональная характеристика . . . А
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм 100

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$ . . . . . от —10 до +70
Износоустойчивость, циклов 1000
Число оборотов регулировочного винта . 38...42
Минимальная наработка, ч 10 000
Срок сохраняемости, лет 10

РП1-48

Масса, г 1
Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . $10-2{,}2\times10^6$

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±10; ±20 %.

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm500\times10^{-6}$
Уровень собственных шумов, мкВ/В . . 20
Минимальное сопротивление, Ом . . . 2
Начальный скачок, % 15
Функциональная характеристика . . . А
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм . . . 10 000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С . . . . . от —60 до +155
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 100
Износоустойчивость, циклов 500
Число оборотов регулировочного винта . 32...35
Минимальная наработка, ч 20 000
Срок сохраняемости, лет 15

СП3-39

Резисторы подстроечные одинарные многооборотные с круговым перемещением подвижной системы, предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока. Резисторы СП3-39 (1 Вт), СП3-39А (1 Вт), СП3-39П (1 Вт), СП3-39Б (0,5 Вт) — для печатного монтажа; СП3-39Н (1 Вт), СП3-39НА (1 Вт) — для навесного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.64.

Масса, г, не более:
СП3-39, СП3-39А, СП3-39Н, СП3-39НА, СП3-39П 3
СП3-39Б 1,5
Диапазон номинальных сопротивлений, Ом:
СП3-39, СП3-39А, СП3-39Н,

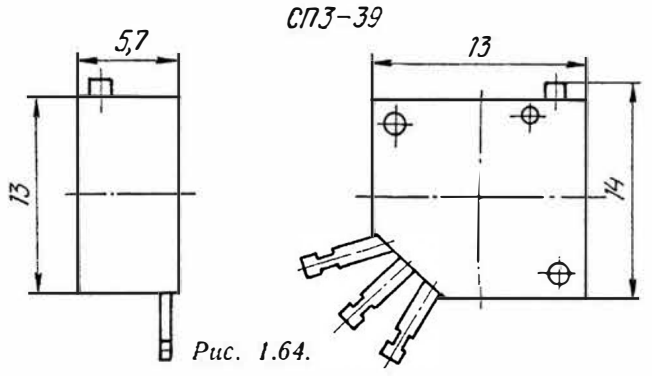


Рис. 1.64.

СП3-39НА, СП3-39П . . . . . $10...2{,}2\times10^6$
СП3-39Б . . . . . $10...6{,}8\times10^6$

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±10; ±20; ±30 %. Температурный коэффициент сопротивления, $\times10^{-6}1/°C$, не более:

СП3-39Б, СП3-39Н, СП3-39П . . . ±250
СП3-39, СП3-39А, СП3-39НА . . . ±500
Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более:
СП3-39Б, СП3-39Н, СП3-39П . . . 10
СП3-39, СП3-39А, СП3-39НА . . . 30
Минимальное сопротивление, Ом, не более 2
Начальный скачок, %, не более 15
Функциональная характеристика . . . А
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 1000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С . . . . . от -60 до $+155$
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 250

Износоустойчивость, циклов:
СП3-39Б, СП3-39Н, СП3-39П . . . 500
СП3-39, СП3-39А, СП3-39НА . . . 200
Минимальная наработка, ч 20 000
Срок сохраняемости, лет 15

СП3-45б, РП1-46б

Резисторы подстроечные цилиндрические со стопорением вала одинарные однооборотные с круговым перемещением подвижной системы, предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока.

Резисторы СП3-45б (0,5; 1; 2 Вт) и РП1-46б (0,5 Вт) с фиксаторами на цилиндрическом корпусе, для навесного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.65, 1.66.

СП3-45б

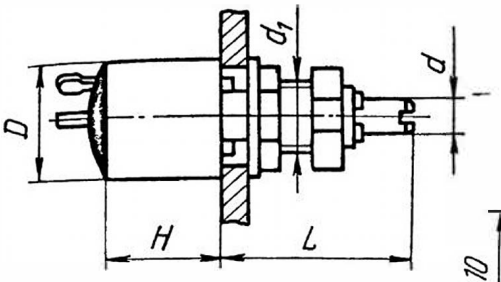
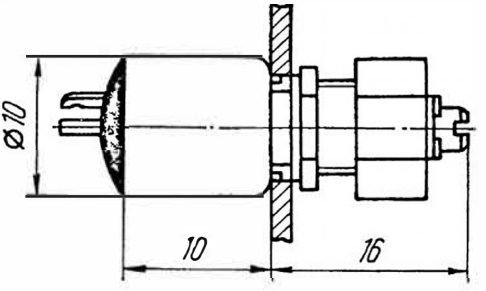


Рис. 1.65.

Рис. 1.66.

РП1-46б



СП3-45б

Номинальная мощность, Вт	Размеры, мм					Масса, г, не более
	D	H	d_1	d	L	
0,5	12	16	6	3	20	10
1	16	17,5	10	4	25	16
2	21	20,5	10	4	25	20

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±10; ±20; ±30 %.

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . 100...10×10^6

Температурный коэффициент сопротивления, $\times 10^{-6}$1/°С:

до 1×10^6 Ом . . . . . ±250; ±500

свыше 1×10^6 Ом . . . . . ±2000

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более:

до 100×10^3 Ом 10

свыше 100×10^3 Ом 20

Минимальное сопротивление, Ом, не более 25

Начальный скачок, %, не более 15

Функциональная характеристика . . . А

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 10 000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С . . . . . от −60 до +155

Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В:

0,5 Вт 150

1 Вт 250

2 Вт 350

Износоустойчивость, циклов 500
Минимальная наработка, ч 20 000
Срок сохраняемости, лет 15

РП1-46б

Масса, г, не более 5
Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . 33.. 10×10^6

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ± 10; ± 20 %.

Температурный коэффициент сопротивления, $\times 10^{-6} 1/°C$, не более:
до 68 Ом . . . . . ± 1000
свыше 68 Ом . . . . . ± 500
Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более 20
Минимальное сопротивление, Ом, не более 20
Начальный скачок, %, не более 15
Функциональная характеристика . . .
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 10 000

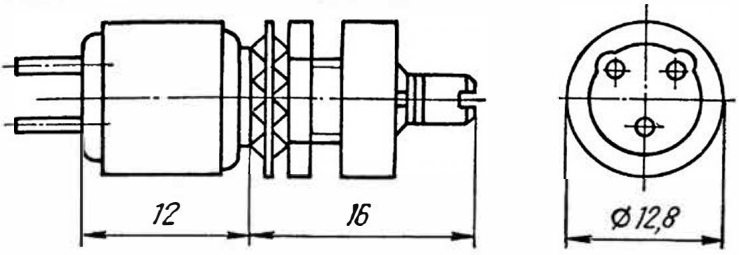
Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С . . . . . от -60 до $+155$
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 250
Износоустойчивость, циклов 500
Минимальная наработка, ч 20 000
Срок сохраняемости, лет 15

Объемные композиционные
СП4-1, СП4-2Мб, СП4-3

Резисторы подстроечные цилиндрические одинарные однооборотные с круговым перемещением подвижной системы. СП4-1, СП4-2Мб, СП4-3 предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока. В зависимости от конструкции и способа монтажа резисторы изготовляют: СП4-1б и СП4-2Мб — со стопорением вала, для навесного монтажа, СП4-1в, СП4-3 — для печатного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.67... 1.70.

Рис. 1.67. СП4-1б



СП4-2Мб

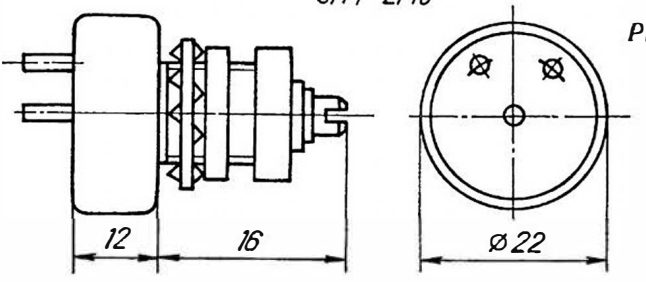


Рис. 1.68.

СП4-1В

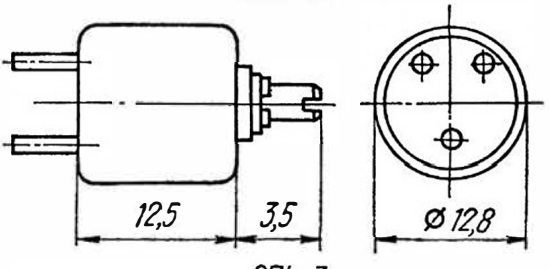


Рис. 1.69.

СП4-3

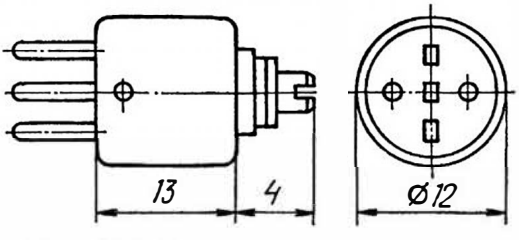


Рис. 1.70.

СП4-1, СП4-2Мб, СП4-3

Вид резистора	Функциональная характеристика	Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом
СП4-1б	А	0,5	$100...4{,}7\times10^6$
	Б, В	0,25	$1\times10^3...2{,}2\times10^6$
СП4-1в	А	0,25	$100...4{,}7\times10^6$
СП4-2Мб	А	1	$47...4{,}7\times10^6$
	Б, В	0,5	$1\times10^3...2{,}2\times10^6$
СП4-3	А	0,125	$100...4{,}7\times10^6$

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±20; ±30 %.

Масса, г, не более:

СП4-1Б (обычное и тропическое исполнение)	10; 10,2
СП4-1в	4,5
СП4-2Мб	20
СП4-3	4
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, не более	$\pm 20\,000 \times 10^{-6}$
Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более:	
до 470×10^3 Ом	3
свыше 470×10^3 Ом	6
Минимальное сопротивление, Ом, не более:	
резисторов с функциональной характеристикой А:	
до 100×10^3 Ом	50
свыше 100×10^3	1500
резисторов с функциональными характеристиками Б, В:	
до 330×10^3 Ом	50; 5000
свыше 330×10^3 Ом	500; 25 000
Начальный скачок, %, не более: резисторов с функциональной характеристикой А	10
резисторов с функциональными характеристиками Б, В	15
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее	5000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,2 $P_н$, °С	от −60 до +125
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В:	
резисторов с функциональной характеристикой А:	
СП4-1б, СП4-1в	250
СП4-2Мб	350
СП4-3	150
резисторов с функциональными характеристиками Б, В:	
СП4-1б	200
СП4-2Мб	300
Износоустойчивость, циклов	12 500
Минимальная наработка, ч:	
СП4-1б, СП4-1в, СП4-3, СП4-2Мб	10 000
Срок сохраняемости, лет	12

1.5.2. Регулировочные резисторы

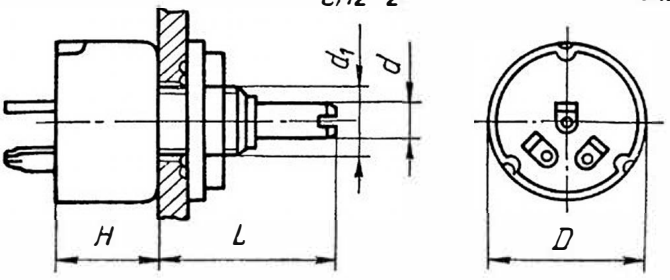
Металлоокисные

СП2-2

Резисторы регулировочные цилиндрические однооборотные с круговым перемещением подвижной системы, для навесного монтажа, предназначены для работы в электриче-

ских цепях постоянного, переменного и импульсного тока. В зависимости от конструкции резисторы изготовляют на мощность рассеяния 0,5; 1 Вт. Конструкция резистора представлена на рис. 1.71.

СП2-2 *Рис. 1.71.*



Номинальная мощность, Вт	Размеры, мм					Масса, г, не более
	D	H	d_1	d	L	
0,5	16,5	15	6	3	12,5	8,3
					16	8,5
					20	8,7
					25	9,0
1	21,5	18,1	8	4	12,5	15
					16	15,5
					20	16
					25	16,5
					20	16
					25	16,5

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допуском ±20 %.

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . 47...100×10³

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, не более . . . . . ±2000×10⁻⁶

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более 10

Напряжение шумов перемещения, мВ, не более 47

Минимальное сопротивление, Ом, не более 10

Начальный скачок, %, не более 15

Функциональная характеристика . . . А

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 10 000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,2 $P_н$, °С . . . . . от −60 до +125

Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока (расчетное), В:

0,5 Вт	220
1 Вт	315
Износоустойчивость, циклов	10 000
Минимальная наработка, ч	20 000
Срок сохраняемости, лет	25

Лакопленочные композиционные

СП

Резисторы регулировочные цилиндрические однооборотные с круговым перемещением подвижной системы, для навесного монтажа, предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока.

В зависимости от конструкции резисторы изготовляют: СП-I — одинарные; СП-III — сдвоенные; СП-V — строенные.

Резисторы СП по условиям эксплуатации изготовляют трех групп по применению. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.72...1.74.

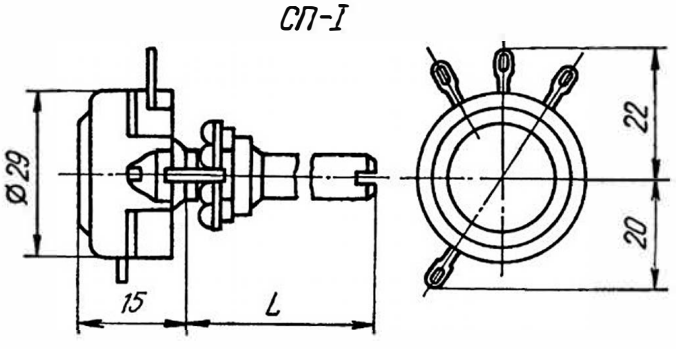


Рис. 1.72.

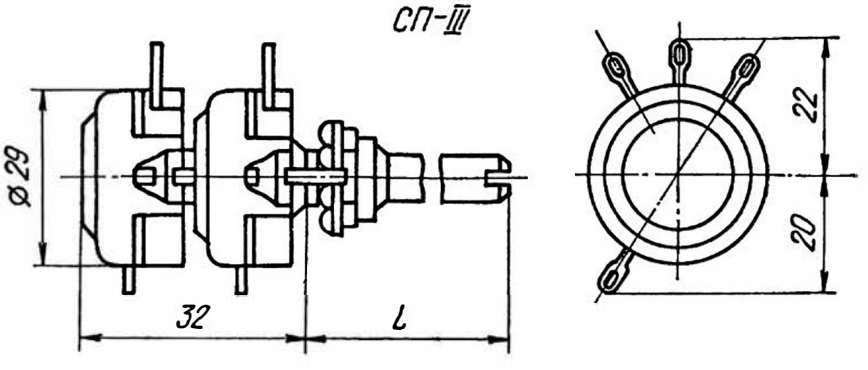


Рис. 1.73.

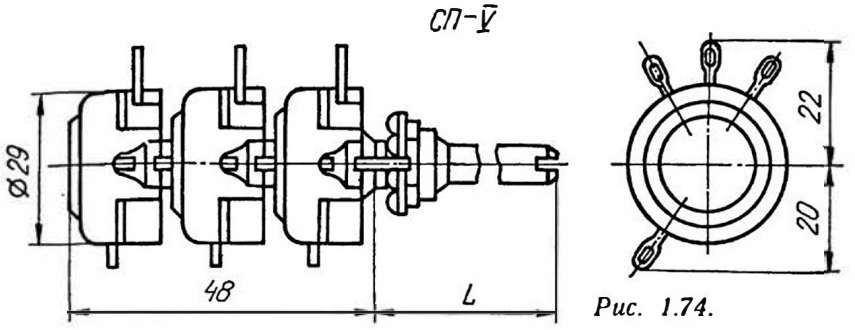


Рис. 1.74.

СП

Вид резистора	Размер L, мм	Масса, г, не более	
		СП-I	СП-III
СП-I	12	28	49
	20	30	55
	60	40	60
СП-III	20	30	50
	32	32	53
	60	40	59
СП-V	20	75	

Вид резистора	Группа по применению	Функциональная характеристика	Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом
СП-I	I, II	А	1	$470...4{,}7\times10^6$
СП-III	I, II, III	Б, В	0,5; 0,25	$4{,}7\times10^3...2{,}2\times10^6$
СП-V	II	А	1	10×10^3
		А	0,5	10×10^3
		Б	0,5	22×10^3

Примечания: 1. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±20; ±30 %.

2. Сдвоенные резисторы изготовляют с различными сочетаниями функциональных характеристик.

3. Номинальная мощность второго резистора (считая со стороны вала) соответствует 50 % номинальной мощности первого резистора.

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, не более . . . . . $\pm2000\times10^{-6}$
Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более:
резисторов с функциональной характеристикой А 30
резисторов с функциональными характеристиками Б, В 40
Напряжение шума перемещения, мВ, не более 47

Минимальное сопротивление, Ом, не более:
резисторов с функциональной характеристикой А:
до $2{,}2\times10^3$ Ом 10
свыше $2{,}2\times10^3$ Ом до 10×10^3 Ом 70
свыше 10×10^3 Ом 200
резисторов с функциональными характеристиками Б, В . . . 50; 200
Начальный скачок, %, не более . . . 7
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее 5000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С:
резисторов I группы по применению при снижении электрической нагрузки до 0,13 $P_н$ с функциональной характеристикой А и до 0,2 $P_н$ с функциональными характеристиками Б, В . . . . . от −60 до +125
резисторов II группы по применению при снижении электрической нагрузки до 0,3 $P_н$ с функциональной характеристикой А и до 0,34 $P_н$ с функциональными характеристиками Б, В . . . . . от −60 до +100
резисторов III группы по применению при снижении электрической нагрузки до 0,52 $P_н$ с функциональной характеристикой А и до 0,5 $P_н$ с функциональными характеристиками Б, В от −45 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В:
СП-I, СП-III I и II групп по применению с функциональной характеристикой А 500
с функциональными характеристиками Б, В 400
СП-I, СП-III III группы по применению с функциональной характеристикой А 400
с функциональными характеристиками Б, В 350
СП-V 100
Износоустойчивость, циклов 12 500
Минимальная наработка, ч 10 000
Срок сохраняемости, лет:
резисторов I и II групп по применению 12
резисторов III группы по применению 5

СП3-3

Резисторы регулировочные в дисковом корпусе одинарные однооборотные с круговым перемещением подвижной систе-

мы, предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока. В зависимости от способа монтажа и установления на плату резисторы изготовляют: СП3-3аМ с включателем, для навесного монтажа; СП3-3бМ с выключателем, СП3-3д без выключателя, для печатного монтажа, устанавливают параллельно плате; СП3-3вМ и СП3-3гМ с выключателем, для печатного монтажа, устанавливают перпендикулярно плате. Конструкции резисторов приведены на рис. 1.75...1.79.

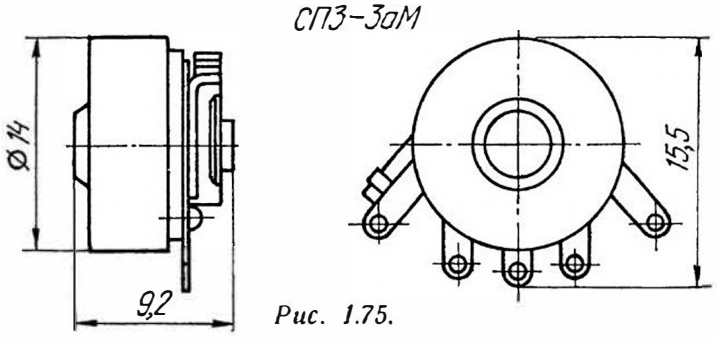


Рис. 1.75.

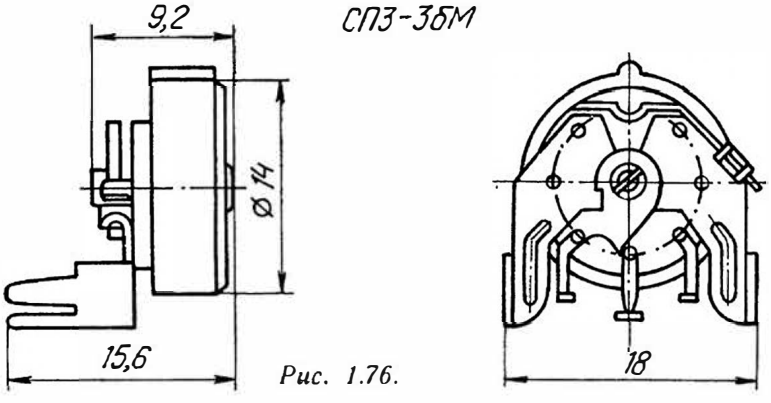


Рис. 1.76.

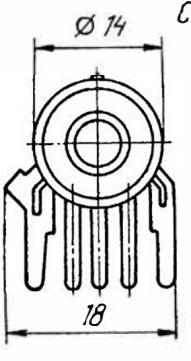
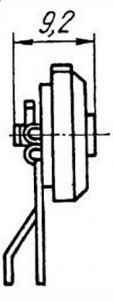
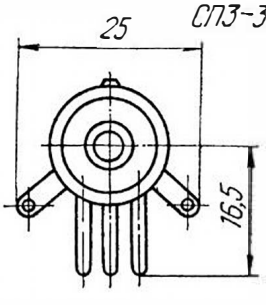


Рис. 1.77.





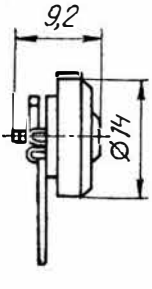


Рис. 1.78.

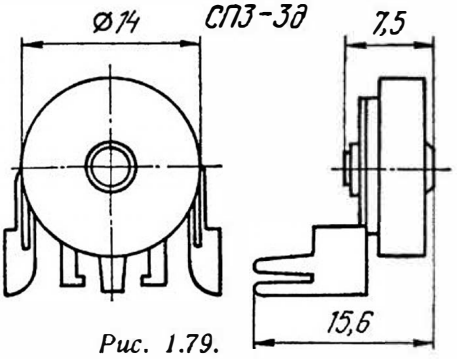


Рис. 1.79.

Вид резистора	Функциональная характеристика	Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом
СП3-3аМ	А	0,05	$1\times10^3...1\times10^6$
СП3-3бМ СП3-3вМ СП3-3гМ	В	0,025	$4{,}7\times10^3...1\times10^6$
СП3-3д	А	0,05	$1\times10^3...47\times10^3$
	Б	0,025	$4{,}7\times10^3...47\times10^3$

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±20; ±30 %

Масса, г, не более:
- СП3-3аМ, СП3-3бМ, СП3-3вМ, СП3-3гМ 2,8
- СП3-3д 2,0

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, не более . . . . . $\pm2000\times10^{-6}$

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более:
- до 47×10^3 Ом 5
- свыше 47×10^3 Ом до 220×10^3 Ом . 10
- свыше 220×10^3 Ом 30

Напряжение шумов перемещения, мВ, не более 47

Минимальное сопротивление, Ом, не более:
- резисторов СП3-3аМ, СП3-3вМ, СП3-3гМ:
  - с функциональной характеристикой А:
    - до $2{,}2\times10^3$ Ом 10
    - свыше $2{,}2\times10^3$ Ом до 10×10^3 Ом 25
    - свыше 10×10^3 Ом до 100×10^3 Ом 50
    - свыше 100×10^3 Ом 200
  - с функциональной характеристикой В 10, 50
- резисторов СП3-3д:
  - с функциональной характеристикой А:
    - до 10×10^3 Ом 25
    - свыше 10×10^3 Ом 50
  - с функциональной характеристикой Б 50; 15

Начальный скачок, %, не более:
- резисторов с функциональными характе-

ристиками Б, В 1
резисторов с функциональной характеристикой А 10
Переходное сопротивление контактов выключателя, Ом, не более 0,04

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С . . . . . от −45 до +70
Предельное рабочее напряжение, В, не более 25
Износоустойчивость, циклов 10 000
Минимальная наработка, ч 10 000
Срок сохраняемости, лет 10

СП3-41, РП1-50

Резисторы регулировочные однооборотные с круговым перемещением подвижной системы, предназначены для работы в электрических цепях постоянного и переменного тока. Резисторы СП3-41, РП1-50 (0,01 Вт) одинарные в дисковом корпусе, для печатного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.80, 1.81.

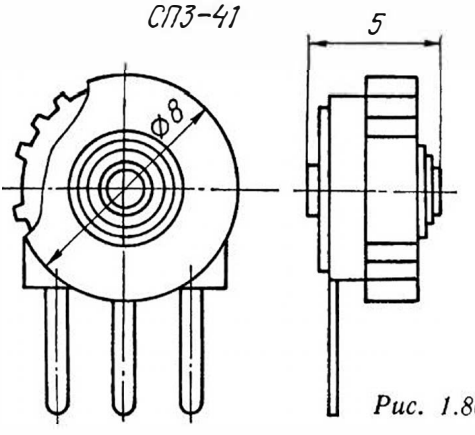


Рис. 1.80.

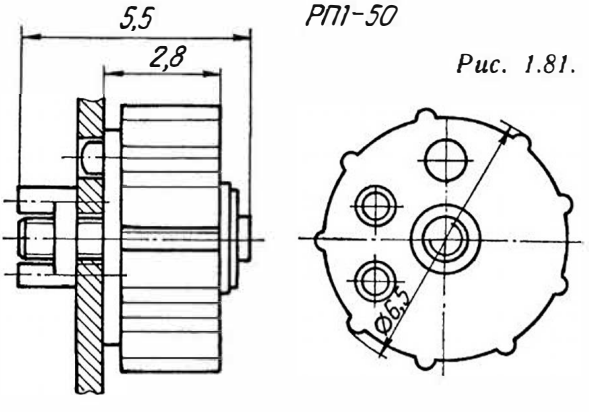


Рис. 1.81.

СП3-41

Функциональная характеристика	Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом
А	0,05	$100...2{,}2\times10^{6}$
Б, В	0,025	$1\times10^{3}...2{,}2\times10^{6}$

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±20; ±30 %.

Масса, г, не более 0,32

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $+1000;\ -1500\times10^{-6}$

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более 20

Напряжение шумов перемещения, мВ, не более 47

Минимальное сопротивление, Ом, не более:

резисторов с функциональной характеристикой А 200

резисторов с функциональными характеристиками Б, В 30

Начальный скачок, %, не более:

резисторов с функциональной характеристикой А 10

резисторов с функциональными характеристиками Б, В 4

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,05 $P_{н}$, °С . . . . . от −45 до +85

Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 50

Износоустойчивость, циклов 10 000

Минимальная наработка, ч 15 000

Срок сохраняемости, лет 10

РП1-50

Масса, г, не более 0,15

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . $330...470\times10^{3}$

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допуском ±20 %.

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm1500\times10^{-6}$

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более 20

Напряжение шумов перемещения, мВ, не более 47

Минимальное сопротивление, Ом, не более 30

Начальный скачок, %, не более 6

Функциональная характеристика . . . Б, В

Предельные эксплуатационные данные

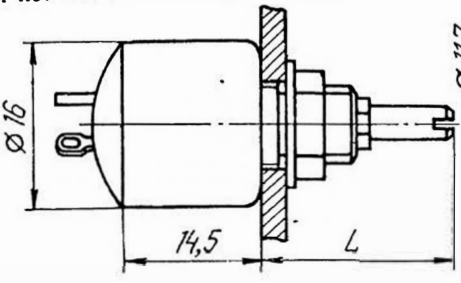
Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,5 $P_{н}$,

°С	от −45 до +70
Износоустойчивость, циклов	10 000
Минимальная наработка, ч	10 000
Срок сохраняемости, лет	10

СП3-9, СП3-16

Резисторы регулировочные цилиндрические одинарные однооборотные с круговым перемещением подвижной системы, предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока. Резисторы СП3-9а (0,5 Вт), СП3-9в (0,5 Вт) и СП3-16д (0,125 Вт) устанавливают перпендикулярно плате, для навесного монтажа; резисторы СП3-16а (0,125 Вт) устанавливают параллельно плате, СП3-16б (0,125 Вт) устанавливают перпендикулярно плате, для печатного монтажа. Конструкция резисторов приведена на рис. 1.82...1.85.

Рис. 1.82. *СП3-9а, СП3-9в*



СП3-16б

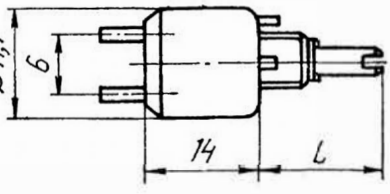


Рис. 1.83.

СП3-16а

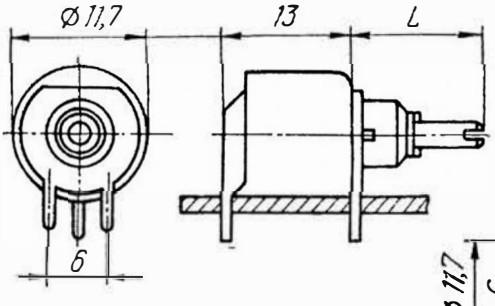
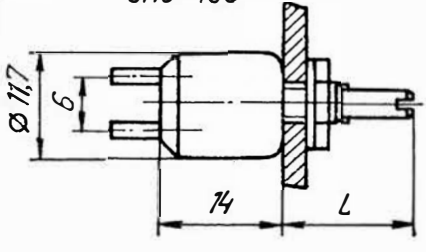


Рис. 1.84.

Рис. 1.85.

СП3-16д



СП3-9

Вид резистора	Размер от монтажной плоскости до конца вала *L*, мм	Масса, г, не более
	10	8
	12,5	8,3

Вид резистора	Размер от монтажной плоскости до конца вала L, мм	Масса, г, не более
СП3-9а	16	8,5
	20	9,0
	25	9,5
СП3-9в	16	15

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±10; ±20; ±30 %.

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом:

СП3-9а . . . . . $1 \times 10^3 - 4{,}7 \times 10^6$

СП3-9в . . . . . $1 \times 10^3 - 6{,}8 \times 10^3$

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, не более . . . . . $\pm 1400 \times 10^{-6}$

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более 15

Напряжение шума перемещения, мВ, не более 47

Минимальное сопротивление, Ом, не более:

до 1500 Ом 25

свыше 1500 Ом 100

Начальный скачок, %, не более 10

Функциональная характеристика . . . А

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 10 000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,2 $P_н$, °С . . . . . от −60 до +100

Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 250

Износоустойчивость, циклов:

СП3-9а 10 000

СП-9в 5000

Минимальная наработка, ч 15 000

Срок сохраняемости, лет 15

СП3-16

Вид резистора	Размер от монтажной плоскости до конца вала L, мм	Масса, г, не более
СП3-16а	8	5,5
	10	5,6
	12,5	5,7
СП3-16б	8	5,5
СП3-16д	8	6,5
	10	6,6
	12,5	6,7

Диапазон номинальных сопротивлений . 1×10^3... 1×10^6 Ом

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±10; ±20; ±30 %.

Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	$1 \times 10^3 - 1 \times 10^6$
Температурный коэфициент сопротивления, 1/°С, не более	$\pm 2000 \times 10^{-6}$
Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более	15
Напряжение шумов перемещения, мВ, не более	47
Минимальное сопротивление, Ом, не более	100
Начальный скачок, %, не более	15
Функциональная характеристика	А
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее	10 000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,25 $P_н$, °С	от −60 до +125
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В	150
Износоустойчивость, циклов	50 000
Минимальная наработка, ч	15 000
Срок сохраняемости, лет	15

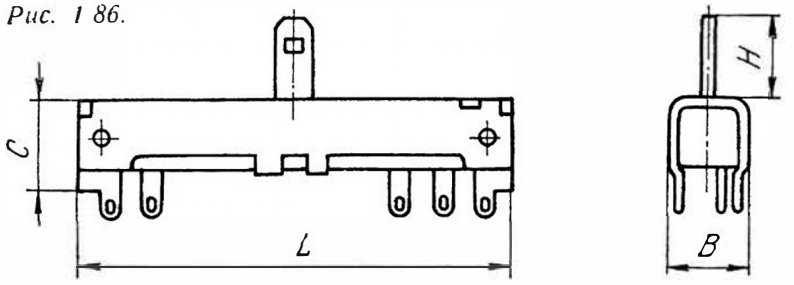
СП3-23

Резисторы регулировочные в прямоугольном корпусе движковые с дополнительными или без дополнительных отводов, с фиксацией или без фиксации подвижной системы в среднем положении, предназначены для работы в электрических цепях постоянного и переменного тока, для навесного или печатного монтажа.

В зависимости от конструкции резисторы изготовляют: СП3-23А ход 60 мм, СП3-23г ход 45 мм, СП3-23и ход 28 мм — одинарные; СП3-23Б ход 60 мм, СП3-23д ход 45 мм, СП3-23к ход 28 мм — сдвоенные; СП3-23ж ход 45 мм — счетверенные; СП3-23в ход 60 мм, СП3-23е ход 45 мм, СП3-23л ход 28 мм — сдвоенные с нормированным разбалансом сопротивления. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.86...1.88.

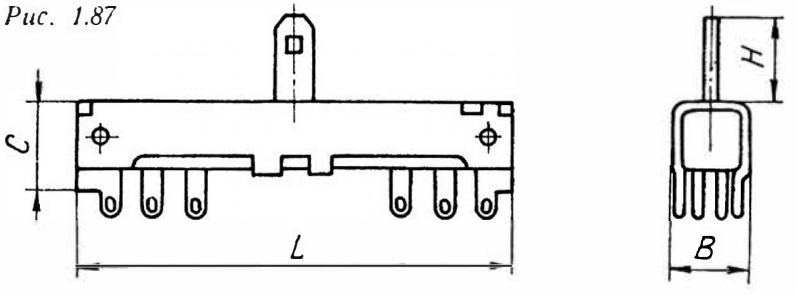
СП3-23а, СП3-23г, СП3-23и

Рис. 1 86.



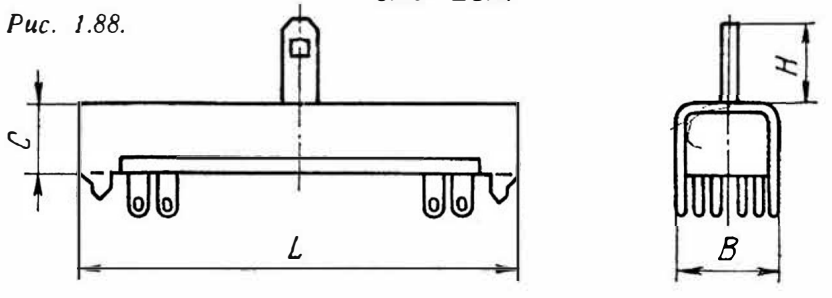
СП3-23б, СП3-23в, СП3-23д
СП3-23е, СП3-23к, СП3-23л

Рис. 1.87



СП3-23ж

Рис. 1.88.



Вид резистора	Размеры, мм				Масса, г, не более
	L	B	C	H	
СП3-23а; СП3-23б; СП3-23в	86	11,5	18	12; 18	35
СП3-23г; СП3-23д; СП3-23е	69	11,5	18	12; 18	30
СП3-23ж	50	21	18	18	50
СП3-23и; СП3-23к; СП3-23л	50	11,5	18	12; 18	25

Вид резистора	Функциональная характеристика	Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом
СП3-23а	А	0,25	220...4,7×10⁶
	Б, В, С	0,125	1×10³...2,2×10⁶
СП3-23б	А	0,25	220 .4,7×10⁶
	Б, В, С	0,125	1×10³...2,2×10⁶
	Е	0,05	22×10³...2,2×10⁶
	И	0,05	22×10³...2,2×10⁶
СП3-23в	А	0,25	220.. 4,7×10⁶
	А	0,25	220...4,7×10⁶
	Б, В, С	0,125	1×10³...2,2×10⁶
	Б, В, С	0,125	1×10³...2,2×10⁶
СП3-23г	А	0,25	220...4,7×10⁶
	Б, В, С	0,125	1×10³...2,2×10⁶
СП3-23д	А	0,125	220...4,7×10⁶
	Б, В, С	0,05	1×10³...2,2×10⁶
	Е	0,05	22×10³...2,2×10⁶
	И	0,05	22×10³...2,2×10⁶
СП3-23е	А	0,125	220...4,7×10⁶
	А	0,125	220...4,7×10⁶
	Б; В; С	0,05	1×10³...2,2×10⁶
	Б; В; С	0,05	1×10³...2,2×10⁶
СП3-23ж	А	0,125	220...4,7×10⁶
	А	0,125	220...4,7×10⁶
	А	0,125	220...4,7×10⁶
	А	0,125	220...4,7×10⁶
	Б; В; С	0,05	1×10³...2,2×10⁶
	Б; В; С	0,05	1×10³...2,2×10⁶
	Б; В; С	0,05	1×10³...2,2×10⁶
	Б; В; С	0,05	1×10³...2,2×10⁶
СП3-23и	А	0,25	220...4,7×10⁶
	Б, В, С	0,125	1×10³...2,2×10⁶
СП3-23к	А	0,125	220...4,7×10⁶
	Б, В, С	0,05	1×10³...2,2×10⁶
СП3-23л	А	0,125	220...4,7×10⁶
	А	0,125	220...4,7×10⁶
	Б; В; С	0,05	1×10³...2,2×10⁶
	Б; В; С	0,05	1×10³...2,2×10⁶

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±20; ±30 %.

Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, не более . . . . . ±2000×10^{-6}

Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более:

резисторов с функциональной характеристикой А 30

резисторов с функциональными характеристиками Б, В, С, Е, И . . . 40

Напряжение шумов перемещения, мВ, не более 47

Минимальное сопротивление, Ом, не более:

резисторов с функциональными характеристиками А, Б, В, С 35

резисторов с функциональными характеристиками Е, И 500

Разбаланс, раз, не более:

резисторов с функциональными характеристиками А и С (свыше 10 до 90 %), СП3-23В, СП3-23е (без дополнительных отводов) 1,15

СП3-23в, СП3-23е (с дополнительными отводами), СП3-23ж, СП3-23л (с отводами и без отводов) . . . 1,25

резисторов с функциональными характеристиками Б, В:

свыше 1 до 10 % . . . . . 4 дБ

свыше 10 % . . . . . 2 дБ

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 5000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,2 $P_н$, °С . . . . . от —45 до +70

Предельное рабочее напряжение, В, не более:

СП3-23а, СП3-23в, СП3-23г, СП3-23ж, СП3-23и 100

СП3-23б, СП3-23д, СП3-23Е, СП3-23к, СП3-23л 50

Износоустойчивость, циклов 25 000

Минимальная наработка, ч 10 000

Срок сохраняемости, лет 12

РП1-54, РП1-55, РП1-56

Резисторы регулировочные однооборотные с круговым перемещением подвижной системы. РП1-54, РП1-56 предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока, РП1-55 — в электрических цепях постоянного и переменного тока. В зависимости от конструкции резисторы изготовляют: РП1-54 (0,01 Вт) сдвоенные с дисковой ручкой управления, РП1-56 (0,05 Вт) одинарные

с фиксацией в среднем положении без отводов, для печатного монтажа; РП1-55а (0,125 Вт) одинарные, РП1-55б (0,05 Вт) сдвоенные, для печатного и навесного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1,89...1.91.

РП1-54

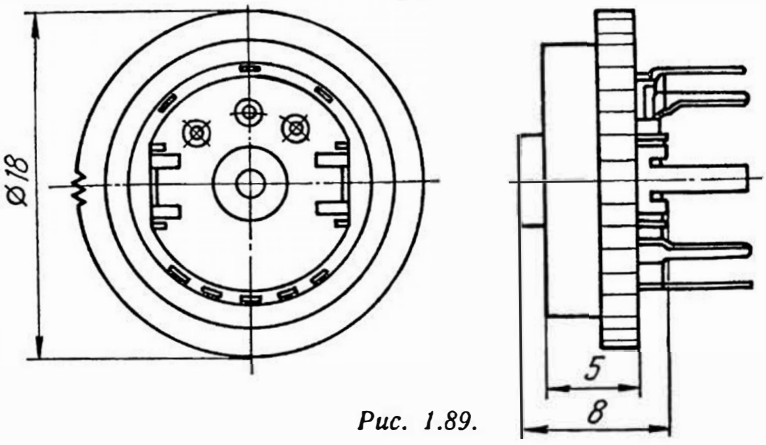


Рис. 1.89.

РП1-55

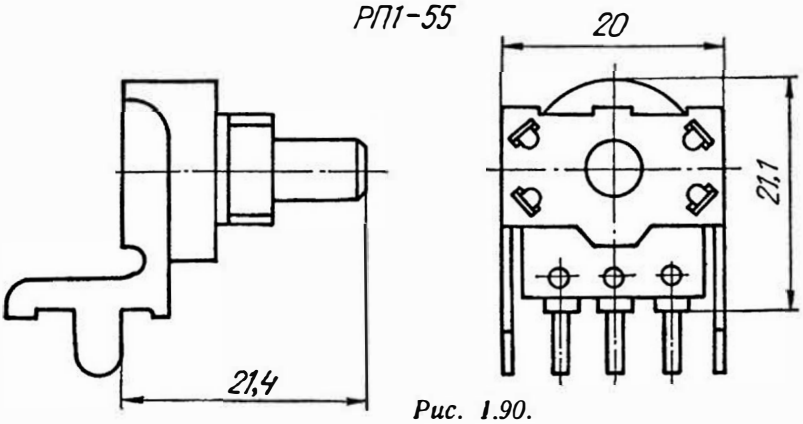


Рис. 1.90.

РП1-56

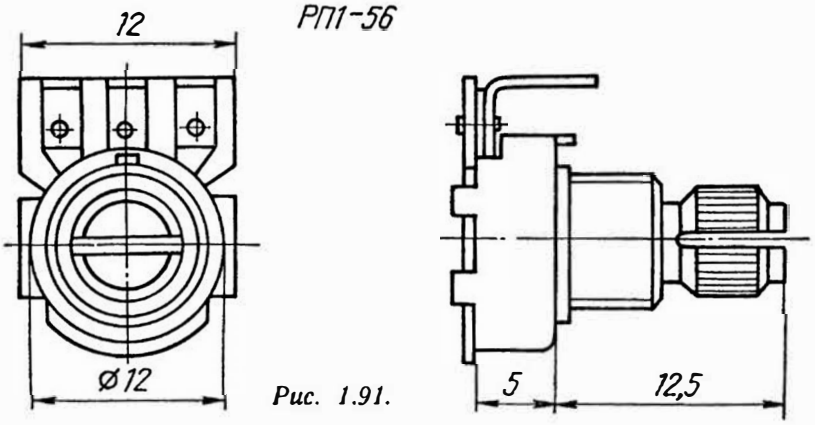


Рис. 1.91.

РП1-54

Масса, г, не более 2,5
Номинальное сопротивление с допуском ±20 %, Ом . . . . . 22×10^3
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm 1000 \times 10^{-6}$ $\pm 1000 \times 10^{-6}$
Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более 30
Напряжение шумов перемещения, мВ, не более 47
Минимальное сопротивление, Ом, не более 50; 200
Начальный скачок, %, не более 4; 20
Функциональная характеристика . . . В
Разбаланс, дБ, не более:
свыше 1 до 3 % 4
свыше 3 до 10 % 3
свыше 10 % 2

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С . . . . . от −45до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока (расчетное), В 10 000
Износоустойчивость, циклов 15
Минимальная наработка, ч 10 000
Срок сохраняемости, лет 15 000

РП1-55

Масса, г, не более 6
Номинальное сопротивление с допусками ±10; ±20 %, Ом:
РП1-55а . . . . . 47×10^3
РП1-55б . . . . . 22×10^3
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm 1000 \times 10^{-6}$
Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более:
РП1-55а 20
РП1-55б 30
Напряжение шумов перемещения, мВ, не более 47
Минимальное сопротивление, Ом, не более:
РП1-55а 50
РП1-55б 50; 250
Начальный скачок, %, не более:
РП1-55а 10
РП1-55б 4; 25
Функциональная характеристика:
РП1-55а . . . . . А
РП1-55б . . . . . В
Разбаланс, дБ, не более 4
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 100

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,26 $P_н$, °С . . . . . от —60 до +70
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 50
Износоустойчивость, циклов 10 000
Минимальная наработка, ч 15 000
Срок сохраняемости, лет 10

РП1-56

Масса, г, не более 7
Номинальное сопротивление с допусками ±10; ±20 %, Ом . . . . . 100×10^3
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm 1500 \times 10^{-6}$
Уровень собственных шумов, мкВ/В, не более 20
Напряжение шумов перемещения, мВ, не более 47
Минимальное сопротивление, Ом, не более 50
Начальный скачок, %, не более 6
Функциональная характеристика . . . А
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 1000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении нагрузки до 0,05 $P_н$, °С . . . . от —45 до +85
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 50
Износоустойчивость, циклов 10 000
Минимальная наработка, ч 15 000
Срок сохраняемости, лет 10

РП1-57

Резисторы дискретного регулирования однооборотные сдвоенные с круговым перемещением подвижной системы, предназначены для работы в электрических цепях постоянного и переменного тока. Резисторы РП1-57 (1 Вт) с фиксацией в среднем положении и без фиксации, предназначены для применения в качестве регуляторов громкости РП1-57Е, тембра РП1-57Б, РП1-57И, РП1-57Л, стереобаланса РП1-57К, спектра баланса РП1-57М. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.92.

Вид резистора	Число рабочих положений	Номинальное сопротивление, Ом	Ослабление, дБ
РП1-57Е	31	220×10^3	0...70
РП1-57Ж	21	$4{,}7 \times 10^3$	—
РП1-57И	21	$4{,}7 \times 10^3$	—

Вид резистора	Число рабочих положений	Номинальное сопротивление, Ом	Ослабление, дБ
ПР1-57К	21	10×10^3	0...20
РП1-57Л	21	10×10^3	—
РП1-57М	11	10×10^3	±2,5

Примечание. Допуск 0...10 % (РП1-57Е); ±10 % (остальные разновидности).

Масса, г, не более 40
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm500\times10^{-6}$
Функциональная характеристика . . Специальная
Разбаланс, не более, дБ . . . . +0,5; ±2
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее . 50 000

РП1-57

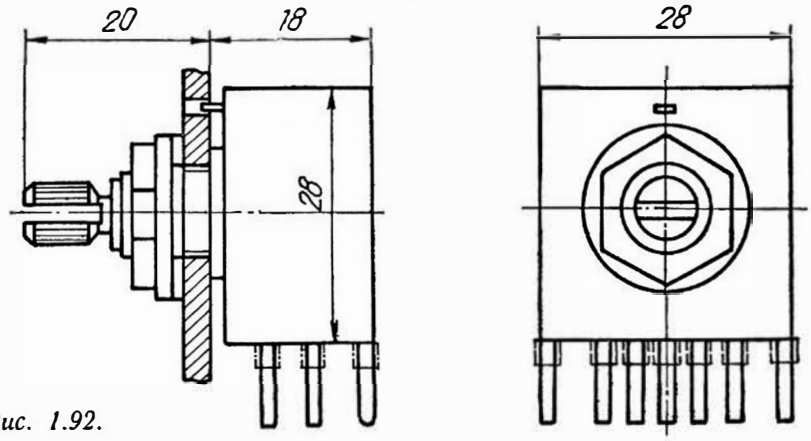


Рис. 1.92.

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды, °С . . от −45 до+125
Предельное рабочее напряжение постоянного или переменного тока, В 25
Износоустойчивость, циклов . . . 25 000
Минимальная наработка, ч . . . 15 000
Срок сохраняемости, лет . . . 15

1.6. РЕЗИСТОРЫ ПЕРЕМЕННЫЕ ПРОВОЛОЧНЫЕ

1.6.1. Подстроечные резисторы

Прямоугольные

СП5-22, СП5-24, СП5-14, СП5-15, СП5-1В, СП5-1В1, СП5-4В, СП5-4В1

Резисторы подстроечные многооборотные с прямолинейным перемещением подвижной контактной системы, произво-

димым микрометрическим винтом. Изменение сопротивления от минимального до максимального значения производится за 45 полных оборотов для резисторов СП5-1В, СП5-1В1, СП5-4В, СП5-4В1 и за 60 оборотов для резисторов СП5-22, СП5-24, СП5-14, СП5-15. Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока частотой до 1000 Гц (СП5-22, СП5-24, СП5-14, СП5-15) и до 10 000 Гц (СП5-1В, СП5-1В1, СП5-4В, СП5-4В1). Резисторы СП5-1В, СП5-1В1, СП5-4В, СП5-4В1, СП5-15, СП5-24 — для навесного монтажа, резисторы СП5-14, СП5-22 — для печатного монтажа. Особенностью резисторов СП5-4В1 и СП5-4В1 является наличие двух раздельно регулируемых подвижных контактных систем при одном резистивном элементе. Конструкции резисторов представлены на рис. 1.93...1.96.

Рис. 1.93. *СП5-14, СП5-22*

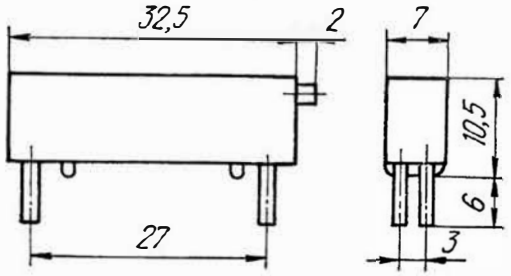
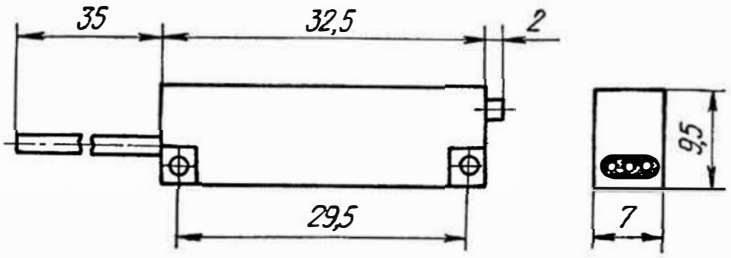


Рис. 1.94. *СП5-15, СП5-24*



СП5-1В, СП5-1В1

Рис. 1.95.

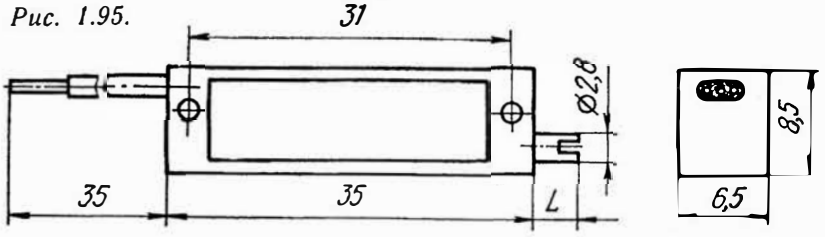
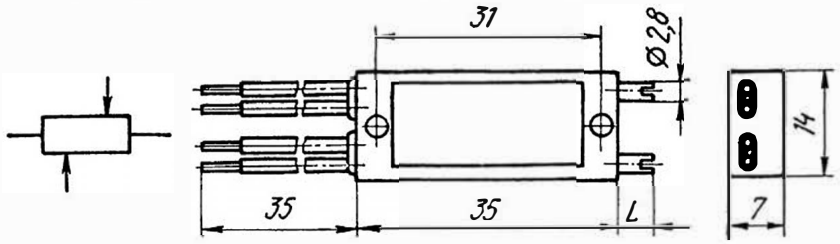


Рис. 1.96. *СП5-4В1, СП5-4В1*



СП5-1, СП5-4

Тип резистора	Вариант А		Вариант Б	
	L, мм	Масса, г, не более	*L*, мм	Масса, г, не более
СП5-1В, СП5-1В1	1	3,5	7	4,5
СП5-4В, СП5-4В1	1	3,5	7	6,5

Номинальная мощность рассеяния, Вт . 1
Диапазон номинальных сопротивлений, Ом . . . . . $100...10\times10^3$

Примечание. Промежуточные значения сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±5 % (СП5-1В, СП5-4В), ±5; ±10 % (СП5-1В1, СП5-4В1).

Минимальное сопротивление, %, не более 2
Эквивалентное сопротивление шумов вращения, мВ 200
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С . . . . . $\pm150\times10^{-6}$
Электрическая разрешающая способность, %:
в диапазоне 100...470 Ом 1
в диапазоне $680...1{,}5\times10^3$ Ом . . 0,75
в диапазоне $2{,}2\times10^3...10\times10^3$ Ом . 0,5
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее 10 000
Функциональная характеристика . . А

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С . . . . . от −60 до +125
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В 100
Износоустойчивость, циклов . . . 200
Минимальная наработка, ч 30 000
Срок сохраняемости, лет 20

СП5-14, СП5-15, СП5-22, СП5-24

Масса резисторов, г, не более:
СП5-22 4,5
СП5-24 . . . 4,2

СП5-14	4
СП5-15	3,8
Номинальная мощность рассеяния, Вт	1
Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	$10...47 \times 10^3$

Примечание. Промежуточные значения сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±5, ±10 % (СП5-22, СП5-24); ±10 % (СП5-14, СП5-15).

Минимальное сопротивление резисторов, %, не более	5
Эквивалентное сопротивление шумов вращения, мВ	200
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, не более:	
СП5-14, СП5-15	$\pm 500 \times 10^{-6}$
СП5-22, СП5-24	$\pm 800 \times 10^{-6}$
Электрическая разрешающая способность, %, не более	1,5
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее	1000
Функциональная характеристика	А

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С	от −60 до +125
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В	216
Износоустойчивость, циклов	200
Минимальная наработка, ч:	
СП5-14, СП5-22, СП5-24	20 000
СП5-15	30 000
Срок сохраняемости, лет	15

Цилиндрические

СП5-16ВА, СП5-16ВБ, СП5-16ВВ, СП5-16ВГ

Резисторы подстроечные цилиндрические одинарные однооборотные с круговым перемещением подвижной контактной системы, предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного тока.

Резисторы СП5-16ВА (0,25; 0,5; 1 Вт) и СП5-16ВГ (0,05 Вт) с упорами, СП5-16ВВ (0,125 Вт) без упоров, для печатного монтажа; резисторы СП5-16ВБ (0,25; 0,5; 1 Вт) со стопорной гайкой, для навесного монтажа. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.97...1.99.

СП5-16ВА

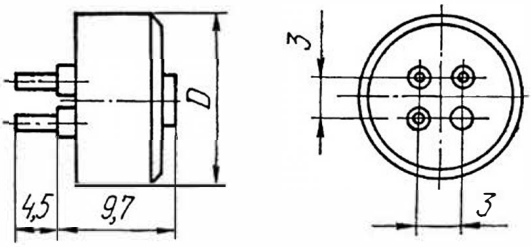


Рис. 1.97.

СП5-16ВВ, СП5-16ВГ

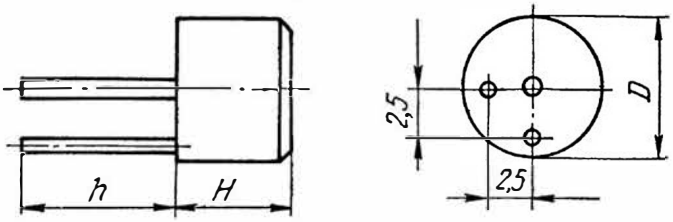


Рис. 1.98.

С5-16ВБ

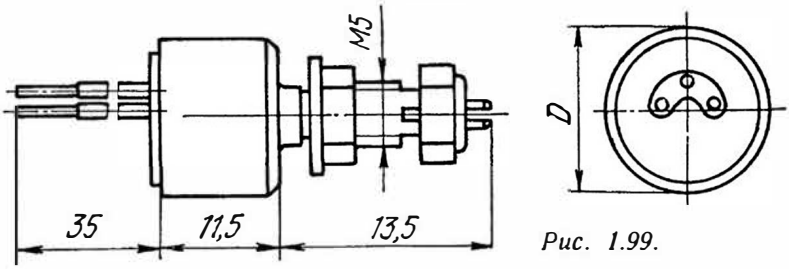


Рис. 1.99.

Вид резистора	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм			Масса, г, не более
		D	H	h	
СП5-16ВА-0,25	$3{,}3...22\times10^3$	11	—	—	1,8
СП5-16ВА-0,5	$3{,}3...33\times10^3$	13		—	2,2
СП5-16ВА-1	$4{,}7...47\times10^3$	16,5	—	—	3,2
СП5-16ВБ-0,25	$3{,}3...22\times10^3$	11	—	—	4,0
СП5-16ВБ-0,5	$3{,}3...33\times10^3$	13	—	—	4,5
СП5-16ВБ-1	$4{,}7...47\times10^3$	16,5	—	—	5,8
СП5-16ВВ-0,125	$10...6{,}8\times10^3$	8	6	4	1
СП5-16ВГ-0,05	$47...4{,}7\times10^3$	6	4,2	6,3	0,5

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±5; ±10 %.

Вид резистора	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС $\times 10^{-6}$1/°С
	3,3...15	±1000
СП5-16ВА	22...100	±400
СП5-16ВБ	150...10^4	±50
	15×10^3...47×10^3	±500
	68×10^3...100×10^3	±200
СП5-16ВВ	100...$6{,}8\times10^3$	
СП5-16ВГ	47...$4{,}7\times10^3$	±400

Минимальное сопротивление, %, не более 5
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее:
СП5-16ВА, СП5-16ВБ 1000
СП5-16ВВ, СП5-16ВГ 500
Функциональная характеристика . . . А

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$. от —60 до +125
Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:
СП5-16ВА-0,25; СП5-16ВБ-0,25 . . 74
СП5-16ВА-0,5; СП5-16ВБ-0,5 . . . 128
СП5-16ВА-1; СП5-16ВБ-1 216
СП5-16ВВ 29
СП5-16ВГ 15
Износоустойчивость, циклов 100
Минимальная наработка, ч 25 000
Срок сохраняемости, лет:
СП5-16ВБ, СП5-16ВВ 20
СП5-16ВА, СП5-16ВГ 15

Квадратные

СП5-2В, СП5-3В, СП5-2ВА, СП5-2ВБ, СП5-3ВА, СП5-2, СП5-3

Резисторы подстроечные многооборотные с круговым перемещением подвижной контактной системы, производимой червячной парой. Изменение сопротивления от минимального до максимального значения производится за 40 полных оборотов. Резисторы предназначены для работы в цепях постоянного тока. Конструкция резисторов представлена на рис. 1.100...1.103.

Тип резистора	Размеры, мм					Масса, г, не более
	A	*B*	*H*	*h*	*N*	
СП5-2	13	9,4	7,9	5	3	3,5
СП5-2В	13	9,4	6,4	6,5	3	3,0
СП5-2ВА	10	—	5,4	4	3	1,6
СП5-2ВБ	10	—	6,3	4	2,5	1,8

Тип резистора	Размеры, мм					Масса, г, не более
	A	*B*	*H*	*h*	*N*	
СП5-3	13	9,4	5,4	35	—	2,5
СП5-3В	13	9,4	5,9	35	—	2,8
СП5-3ВА	10	8,6	5,4	35	—	1,6

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±5, ±10 %.

СП5-2, СП5-2В, СП5-2ВА

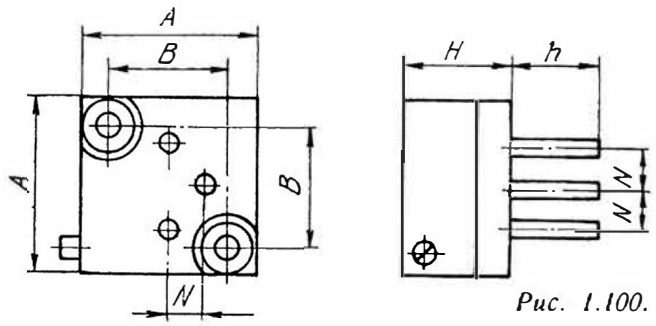
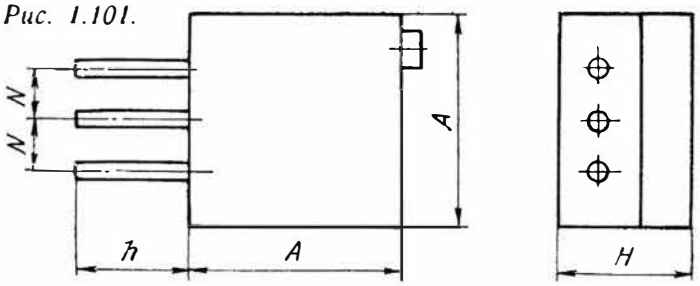


Рис. 1.100.

СП5-2ВБ

Рис. 1.101.



СП5-3, СП5-3В

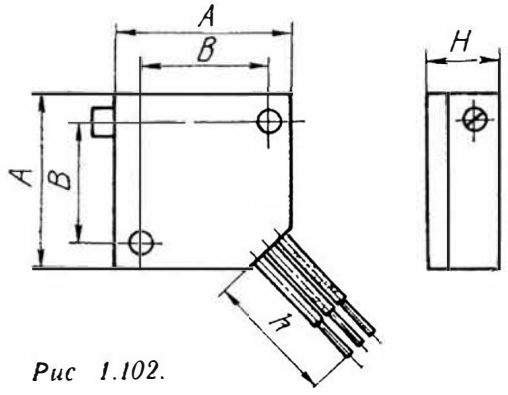


Рис 1.102.

СП5-3ВА

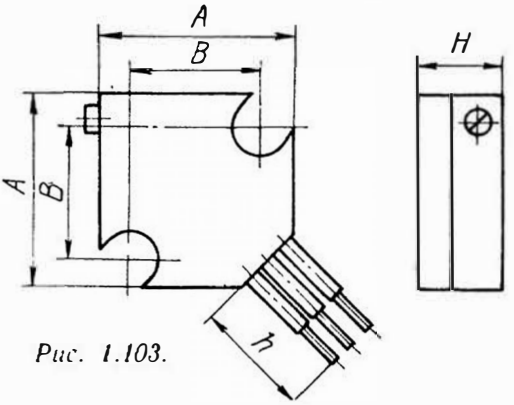


Рис. 1.103.

Диапазон сопротивлений, Ом . . . . 3,3 ..47 $\times 10^3$
Номинальная мощность рассеяния, Вт:
СП5-2, СП5-2В, СП5-3, СП5-3В . 1
СП5-2ВА, СП5-2ВБ, СП5-3ВА . . 0,5
Температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, не более:
СП5-2, СП5-3 . . . . . $\pm 500 \times 10^{-6}$
СП5-2В, СП5-3В, СП5-2ВА,
СП5-2ВБ, СП5-3ВА . . . . . $\pm 1000 \times 10^{-6}$
Минимальное сопротивление резисторов, Ом, не более:
СП5-2В и СП5-3В 7
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее:
СП5-2, СП5-3, СП5-2В, СП5-3В . . 100
СП5-2ВА, СП5-2ВБ, СП5-3ВА . . 1000
Функциональная характеристика . . . А

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С . . . . . от —60 до +125
Износоустойчивость, циклов:
СП5-2, СП5-3, СП5-2В, СП5-3В . . 100
СП5-2ВА, СП5-2ВБ, СП5-3ВА . . 200
Минимальная наработка, ч:
СП5-2В, СП5-3В 2000
СП5-2, СП5-3 . . . . . 25 000
СП5-2ВА, СП5-2ВБ, СП5-3ВА . . 20 000

1.6.2. Регулировочные резисторы

СП5-35, СП5-40А

Резисторы регулировочные с высокой электрической разрешающей способностью, предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока. Конструкция резисторов построена по груботочной схеме, имеет два резистивных элемента, при этом подвижные системы управляются от од-

ного вала. При регулировке сопротивления вначале происходит поворот подвижной системы точного резистивного элемента от упора до упора, а затем поворот подвижной системы грубого резистивного элемента.

К подвижной системе точного резистивного элемента резистора СП5-40А, состоящей из двух разъединенных контактных пружин, может быть подключен дополнительный резистор, что позволяет значительно улучшить электрическую разрешающую способность основного резистора.

Конструкция резисторов представлена на рис. 1.104... 1.105.

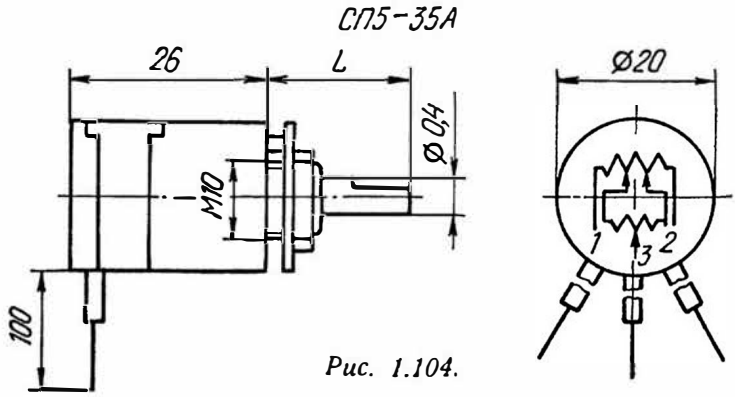


Рис. 1.104.

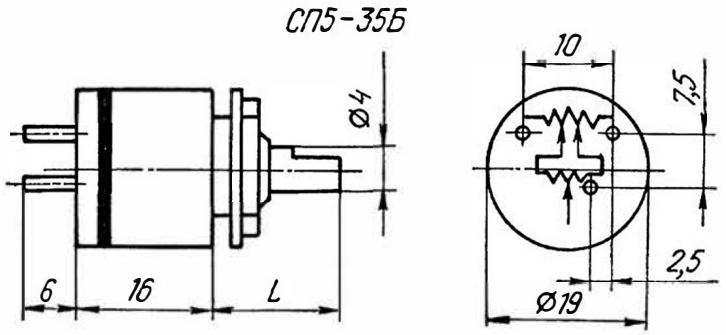


Рис. 1.105.

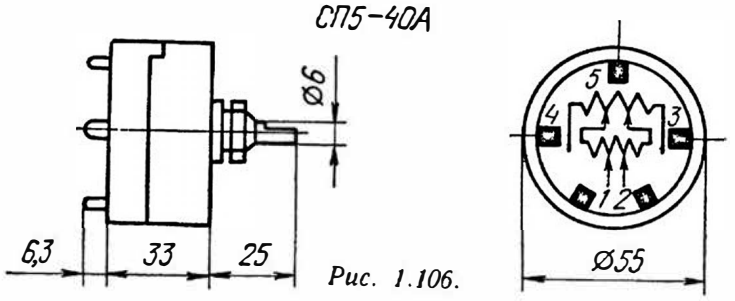


Рис. 1.106.

Тип резистора	Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Длина вала, мм	Масса, г, не более
СП5-35А	1	$62...22\times10^3$	16	20
			20	21
			50	25
СП5-35Б	0,5	$68...15\times10^3$	16	13
			20	14
			50	21
СП5-40А	5	$33...68\times10^3$	25	130 140

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допуском ± 10 %.

Электрическая разрешающая способность, %:

СП5-35А (68...3300 Ом), СП5-35Б (68...1500 Ом) 0,02
СП5-35А (свыше 3300 Ом), СП5-35Б (свыше 1500 Ом) 0,01
СП5-40А (33...100 Ом) 0,01
$(150-1,5\times10^3$ Ом) 0,005
$(2,2\times10^3-22\times10^3$ Ом) 0,003
(свыше 22×10^3 Ом) 0,001

Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее:

СП5-35А, СП5-35Б 500
СП5-40А 1000

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С:

СП5-35А, СП5-35Б . . . . . от -60 до $+70$
СП5-40А . . . . . от -60 до $+125$

Предельное рабочее напряжение постоянного и переменного тока, В:

СП5-35А 130
СП5-35Б 80
СП5-40А 500

Износоустойчивость, циклов:

СП5-35А, СП5-35Б 5000
СП5-40А 10 000

Минимальная наработка, ч:

СП5-35А 20 000
СП5-35Б, СП5-40А 15 000

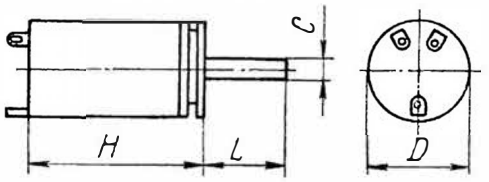
Срок сохраняемости, лет 15

СП5-39, СП-44

Резисторы регулировочные десятиоборотные со спиральным резистивным элементом, предназначены для работы в электрических цепях постоянного и переменного тока.

В зависимости от номинальной мощности рассеяния и вариантов исполнения вала резисторы имеют различные виды. Конструкции резисторов представлены на рис. 1.107...1.108.

СП5-39, СП5-44



СП5-39А

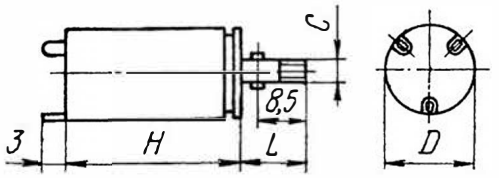


Рис. 1.107.

СП5-39Б, СП5-44-01 (1Вт)

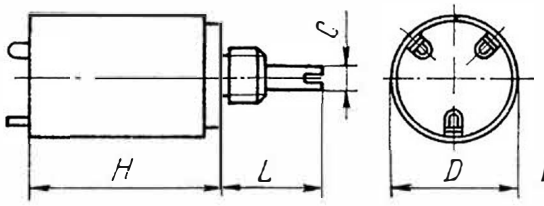


Рис. 1.108.

Вид резистора	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		H	*D*	*L*	*C*	
СП5-39-0,5 Вт	$100...47\times10^3$	30	14,5	10	2	12
СП5-39А-0,5 Вт	$100...22\times10^3$	30	14,5	10	2	12
СП5-39Б-1 Вт	$470...47\times10^3$	30	20,5	20	3	22
СП5-44-1 Вт	$1\times10^3...47\times10^3$	38	20	10	3	24
СП5-44-0,1-1 Вт	$1\times10^3...47\times10^3$	38	20	18	4	27
СП5-44-2 Вт	$100...100\times10^3$	43	24	20	3	35

Примечание. Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствуют ряду Е6 с допусками ±5; ±10 %.

Вид резистора	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	ТКС, $\times10^{-6}$1/°С
СП5-39	100...680	±900
СП5-39А	$1\times10^3...47\times10^3$	±80
СП5-39Б	470...680	±500
	$1\times10^3...47\times10^3$	±100
СП5-44-1 Вт	$1\times10^3...47\times10^3$	±80
СП5-44-2 Вт	$100...100\times10^3$	±800

Минимальное сопротивление, Ом, не более 10
Электрическая разрешающая способность, %, не менее 0,05
Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях, МОм, не менее:
СП5-39 1000
СП5-44 100
Функциональная характеристика . . А

Предельные эксплуатационные данные

Температура окружающей среды при снижении электрической нагрузки до 0,1 $P_н$, °С:
СП5-39 . . . . . от —60 до +125
СП5-44 . . . . . от —60 до +125
Износоустойчивость, циклов:
СП5-39 1000
СП5-39А 500
СП5-39Б 1500
СП5-44 5000
Минимальная наработка, ч:
СП5-39 . . . . . 15 000
СП5-44 5000
Срок сохраняемости, лет:
СП5-39 15
СП5-44 12

Глава 2

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ РЕЗИСТОРЫ

2.1. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ТЕРМОРЕЗИСТОРЫ

Терморезисторы — это линейные или нелинейные резисторы, электрическое сопротивление которых значительно изменяется при изменении температуры.

Наибольшее распространение в настоящее время получили терморезисторы, у которых наблюдается резкое уменьшение сопротивления при увеличении температуры.

Среди материалов, используемых для терморезисторов, наиболее широкое распространение получили сложные системы, в которых исходными компонентами являются такие оксидные полупроводники, как

Mn_3O_4, Co_3O_4, CuO, CoO, NiO.

К основным параметрам полупроводниковых терморезисторов относятся следующие.

Номинальное сопротивление — сопротивление терморезистора при определенной температуре окружающей среды. Обычно для большинства типов терморезисторов указывают пределы номинальных сопротивлений при 20 °С.

Допускаемое отклонение — величина отклонения фактического сопротивления терморезистора от своего номинального значения, выраженная в процентах.

Температурный коэффициент сопротивления (ТКС) — величина, характеризующая относительное изменение сопротивления на один градус Кельвина или Цельсия.

Максимальная мощность рассеяния — мощность, при которой терморезисторы, находящиеся в спокойном воздухе при температуре 20 ± 1 °С, разогреваются при протекании тока до максимальной рабочей температуры.

Максимальная рабочая температура — температура, при которой характеристики терморезистора остаются стабильными длительное время (в течение указанного срока службы).

Коэффициент энергетической чувствительности G — мощность, которую необходимо подвести к терморезистору для уменьшения его сопротивления на 1 %.

Постоянная времени τ терморезистора — время, в течение которого температура терморезистора повышается до 63 °С при перенесении его из воздушной среды с температурой 0 °С в воздушную среду с температурой 100 °С.

Полупроводниковые терморезисторы старых типов обозначаются буквами ММТ (медно-марганцевые терморезисторы) или КМТ (кобальто-марганцевые терморезисторы). Цифра, стоящая после дефиса, обозначает номер конструктивного типа терморезистора.

Согласно новой системе обозначения, терморезисторы обозначаются буквами СТ (сопротивление термочувствительное). Цифра, следующая за обозначением, указывает вид материала, из которого изготовлен терморезистор (1 — кобальто-марганцевый, 2 — медно-марганцевый, 3 — медно-кобальто-марганцевый оксидный полупроводник). Цифра, стоящая после дефиса, обозначает номер конструктивного типа терморезистора. Кроме этого, на корпусе терморезистора могут быть указаны номинальное сопротивление и допустимое отклонение.

Конструктивное исполнение терморезисторов представлено на рис. 2.1...2.20, а их основные параметры — в табл. 2.1...2.4.

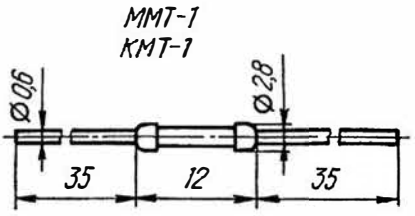
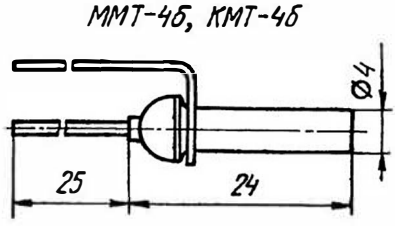


Рис. 2.1.

Рис. 2.2.



ММТ-6

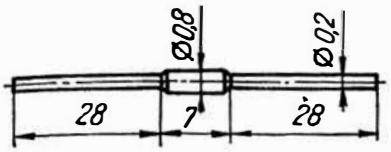


Рис. 2.3.

ММТ-8, КМТ-8

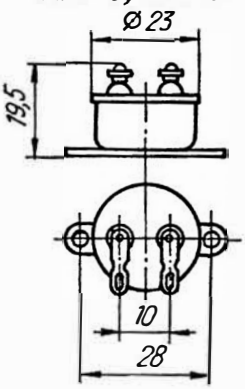


Рис. 2.5.

КМТ-11

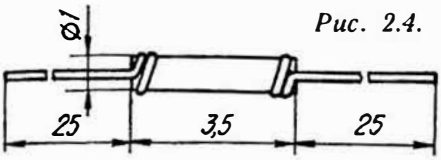


Рис. 2.4.

ММТ-4а, КМТ-4а

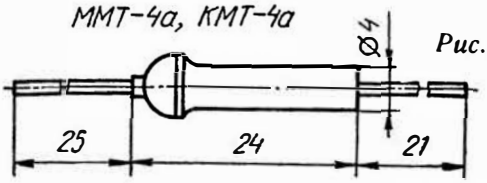


Рис. 2.6.

КМТ-10а

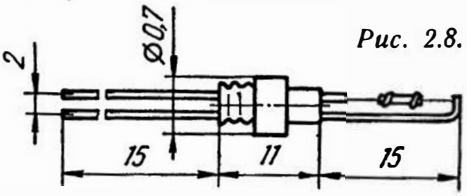


Рис. 2.8.

ММТ-9

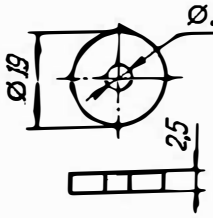


Рис. 2.7.

ММТ-13б

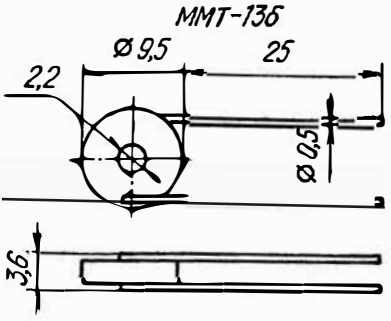
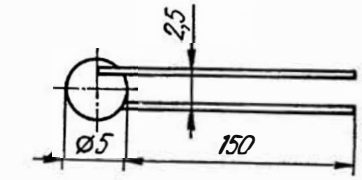


Рис. 2.10.

КМТ-17а



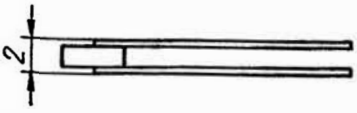


Рис. 2.9.

КМТ-10

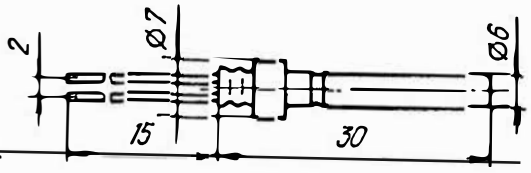


Рис. 2.11.

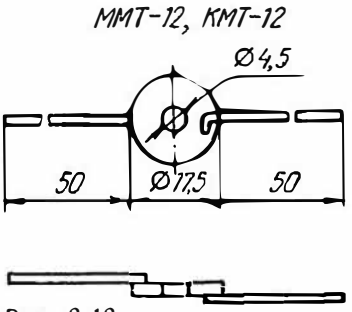


Рис. 2.12.

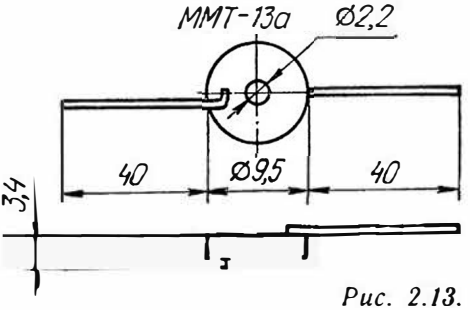


Рис. 2.13.

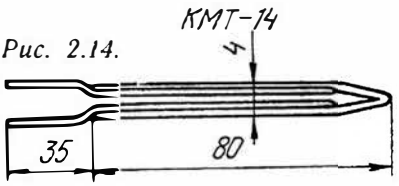


Рис. 2.14.

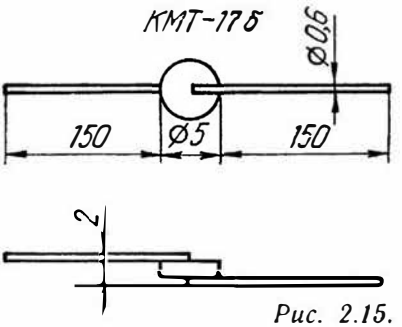


Рис. 2.15.

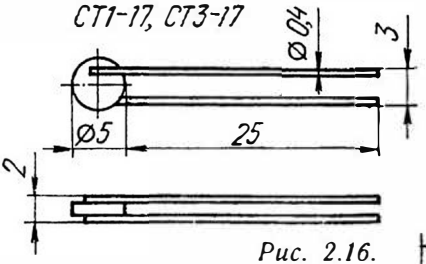


Рис. 2.16.

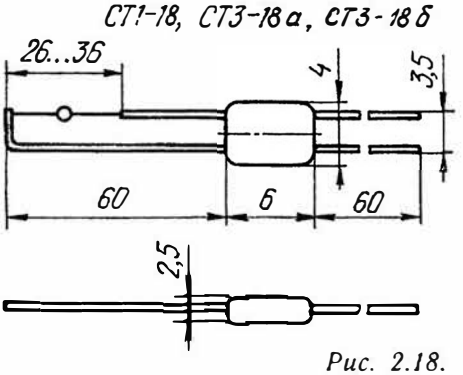


Рис. 2.18.

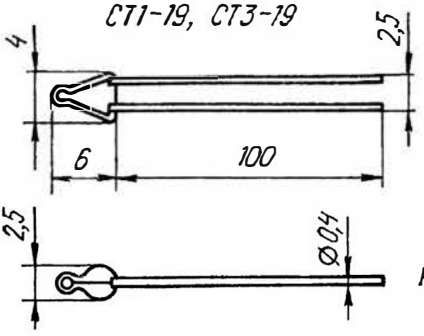
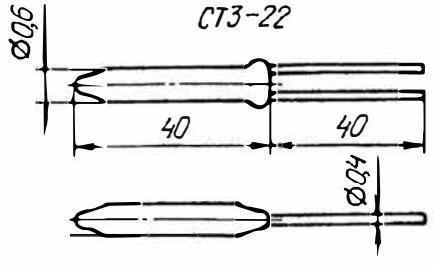


Рис. 2.17.

Рис. 2.20.

Рис. 2.19.



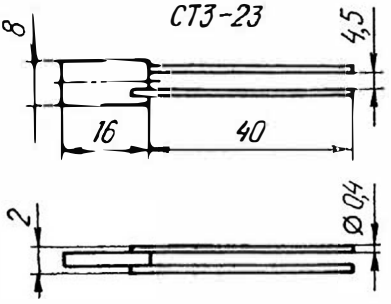


Таблица 2.1. **Основные параметры терморезисторов типа КМТ, ММТ**

Тип терморезистора	Пределы номинального сопротивления при 20 °С, кОм	Допуск, %, не, более	Интервал рабочих температур, °С		ТКС, %/°С, при 20°С
			от	до	
КМТ-1	22...1000	20	—60	+180	4,2 ..8,4
ММТ-1	1...220	20	—60	+125	2,4...5,0
КМТ-4 (а и б)	22...1000	20	—60	+125	4,2. .8,4
ММТ-4 (а и б)	1...220	20	—60	+125	2,4...5,0
ММТ-6	10...100	20	—60	+120	$\geqslant$2,4
КМТ-8	0,1...10	10, 20	—40	+70	4,2...8,4
ММТ-8	0,001...1,0	10; 20	—40	+70	2,4...4,0
ММТ-9	0,01...4,7	10; 20	—60	+125	2,4. .5,0
КМТ-10(а)	100...3300	20	0	+120	$\geqslant$4,2
КМТ-11	100...3300	20	0	+120	$\geqslant$4,2
КМТ-12	0.1...10	30	—40	+120	$\geqslant$4,2
ММТ-12	0,0047...1,0	30	—60	+120	2,4...4,0
ММТ-13 (а и б)	0,01...2,2	20	—60	+125	2,4...5,0
КМТ-14	0,51; 0,91; 160; 200; 330; 4300; 7500 (при 150 °С)	30	—10	+300	2,3...3,9 (при 150 °С)
КМТ-17 (а и б)	0,3...20	10; 20	—60	+155	>4,2

Таблица 2.2. **Основные параметры терморезисторов типа КМТ, ММТ**

Тип терморезистора	Максимальная мощность рассеяния, мВт, не более, при		Коэффициент энергетической чувствительности, мВт	Постоянная времени, с, не более	Срок службы, ч	Срок хранения, лет
	$T^0_{ном}$	T^0_{max}				
КМТ-1	1000	0,3	1	85	5000	10
ММТ-1	600	0,4	1,3	85	5000	10
КМТ-4 (а и б)	800	0,3	1	115	5000	10
ММТ-4 (а и б)	700	0,5	2	115	5000	10
ММТ-6	50	0,1	0,3	35	5000	2
КМТ-8	600	1	3	—	5000	8,5
ММТ-8	600	2	4	—	5000	8,5
ММТ-9	—	2	10	—	5000	8,5
КМТ-10(а)	—	—	—	75	—	3
КМТ-11	—	—	—	10	—	3
КМТ-12	—	0,3	1,3	—	5000	6,5
ММТ-12	—	0,5	2,3	—	5000	6,5
ММТ-13 (а и б)	—	0,3	2	—	5000	8,5
КМТ-14	100	0,03	0,1	—	3000	1,5
КМТ-17 (а и б)	500	0,1	0,5	30	3000	4

Таблица 2.3. **Основные параметры терморезисторов типа СТ1, СТ3**

Тип терморезистора	Пределы номинального сопротивления при 20 °С, кОм	Допуск, %, не более	Интервал рабочих температур, °С		ТКС, %/°С, при 20 °С
			от	до	
СТ1-17	0,3...22	10; 20	—60	+100	4,2...7,0
СТ3-17	0,033; 0,047; 0,068; 0,01; 0,15; 0,22; 0,33			+100	3,0...4,5
СТ1-18	1,5; 2,2; 22; 33; 1500; 2200 при 150 °С	20	—60	+300	2,2...5,0 (при 150 °С)
СТ3-18	0,68; 1,0; 1,5; 2,2; 3,3	20	—90	+125	2,6...4,1
СТ1-19	3,3; 4,7; 6,8; 10; 100; 150; 1500; 2200 при 150 °С	20	—60	+300	2,35...4,0 (при 150 °С)
СТ3-19	2,2; 10; 15	20	—20	+125	3,4...4,5
СТ3-22	1 при 25 °С	30	—60	+85	3,05...4,15
СТ3-23	0,022; 0,0027; 0,0033; 0,0039; 0,0047	10; 20	0	+125	3,05...3,75

Таблица 2.4. **Основные параметры терморезисторов типа СТ1, СТ3**

Тип терморезистора	Максимальная мощность рассеяния, мВт, не более, при		Коэффициент энергетической чувствительности, мВт	Постоянная времени, с, не более	Срок службы, ч	Срок хранения лет
	$T^0_{ном}$	T^0_{max}				
СТ1-17	500	0,1	0,5	30	3000	3
СТ3-17	500	0,2	0,8	30	5000	3
СТ1-18	45	0,03	0,08	1	5000	3
СТ3-18	15	0,02	0,05	1	3000	3
СТ1-19	60	0,05	0,15	3	3000	3
СТ3-19	45	0,04	0,12	3	3000	3
СТ3-22	8...12*	6..9*	—	15	10 000	7
СТ3-23	—	3	2,5	—	5000	3

* Мощность, при которой сопротивление полупроводникового элемента равно 20 Ом.

2.2. Полупроводниковые фоторезисторы

Фоторезисторы — это дискретные светочувствительные резисторы, принцип действия которых основан на изменении проводимости полупроводникового материала под действием светового излучения.

Фоторезисторы могут быть чувствительны к электромаг-

нитному излучению в широком интервале длины волны (от ультрафиолетового до инфракрасного).

Для изготовления серийных фоторезисторов в настоящее время используют главным образом два типа материалов: сернистый кадмий и селенистый кадмий. Для изготовления резисторов типа ФСА применяют сернистый свинец.

Светочувствительный элемент фоторезистора изготавливается в виде прямоугольной или круглой таблетки, спрессованной из полупроводникового материала или тонкой пленки на стеклянной подложке. Элемент может быть выполнен также из монокристаллических образцов полупроводниковых материалов. Светочувствительный элемент фоторезисторов обычно помещают в пластмассовый или металлический корпус. Отдельные типы фоторезисторов выполняются в бескорпусном исполнении (ФСА-1а, ФСК-7а, ФСД-1а и т. д.). Светочувствительный элемент в них защищен от воздействия внешней среды прозрачной пластмассовой пленкой.

Основными параметрами фоторезисторов являются:

$U_р$ — рабочее напряжение — это постоянное напряжение, приложенное к фоторезистору, при котором обеспечены номинальные значения его параметров при длительной работе;

U_{max} — максимально допустимое напряжение — это максимальное значение постоянного напряжения, приложенного к фоторезистору, при котором обеспечена заданная надежность при длительной работе;

$I_{св}$ — световой ток — ток, протекающий через фоторезистор при рабочем напряжении и воздействии потока излучения заданных интенсивности и спектрального распределения;

$I_т$ — темновой ток — ток, протекающий через фоторезистор при рабочем напряжении в отсутствие потока излучения в диапазоне спектральной чувствительности;

$P_{рас\ max}$ — максимально допустимая мощность рассеяния — максимальное значение мощности, рассеиваемой фоторезистором, при которой обеспечена заданная надежность при длительной работе;

$R_т$ — темновое сопротивление — сопротивление фоторезистора в отсутствие падающего на него излучения в диапазоне его спектральной чувствительности;

K_j — кратность изменения сопротивления — отношение сопротивления фоторезистора при воздействии на него потока излучения заданных интенсивности и спектрального распределения к его сопротивлению в отсутствие падающего на него излучения;

$\tau_{сп}$ — постоянная времени по спаду тока — время, в течение которого световой ток уменьшается до значения 37 % от максимума при затемнении фоторезистора;

$\tau_н$ — постоянная времени по нарастанию тока — время, в течение которого световой ток увеличивается до значения 63 % от максимума при прямоугольной форме единичного импульса света;

λ_{max} — максимум спектрального распределения — длина волны, соответствующая максимуму, спектральной чувствительности фоторезистора.

Основные характеристики фоторезисторов — спектральная, люкс-амперная, вольт-амперная.

Спектральная характеристика отображает чувствительность фоторезистора при действии на него излучения определенной длины волны. Чувствительность зависит от свойств материала светочувствительного элемента. Сернисто-кадмиевые фоторезисторы имеют высокую чувствительность в видимой области спектра, селенисто-кадмиевые — в красной и ближней инфракрасной областях, сернисто-свинцовые — в инфракрасной области спектра.

Люкс-амперная характеристика фоторезисторов показывает зависимость светового тока, протекающего через фоторезистор, от освещенности. Полупроводниковые фоторезисторы имеют обычно нелинейные люкс-амперные характеристики.

Вольт-амперная характеристика фоторезисторов показывает зависимость светового тока, протекающего через фоторезистор, от приложенного к нему напряжения. Вольт-амперная характеристика фоторезисторов линейна в широком интервале напряжения. Линейность нарушается только при малых значениях напряжения.

Зависимость светового тока фоторезистора от изменения окружающей температуры определяется температурным коэффициентом светового тока, который выражается формулой:

$$TKI_{СВ} = (I_{СВ2} - I_{СВ1})/[I_{СВ1}(T_2 - T_1)]100\ (\%/°C),$$

где $I_{СВ1}$ — световой ток при окружающей температуре T_1; $I_{СВ2}$ — световой ток при окружающей температуре T_2; $T_2 - T_1$ — заданный интервал окружающей температуры.

Кратность изменения сопротивления фоторезисторов вычисляют по формуле:

$$K_I = I_{СВ}/I_T.$$

Темновой ток измеряют при $T_{окр\ ср} = +20$ °С, постоянном напряжении, равном $U_Р$, и полном затемнении фоторезистора, а световой — при освещенности 200 ± 20 лк. Значение $I_{СВ}$ снимают после воздействия света в течение 15 с, а I_T — после выдержки фоторезистора затемненным в течение 30 с.

Полупроводниковые фоторезисторы допускают работу и в импульсном режиме, при условии непревышения десятикратной максимальной мощности рассеяния фоторезистора в импульсе, при средней мощности, не превышающей допустимого значения. Фоторезисторы могут работать при большой интенсивности света при условии непревышения допустимого значения мощности рассеяния.

Фоторезисторы обозначаются буквами СФ (сопротивление фоточувствительное) или ФС (старое обозначение). Буквами А, К, Д обозначается материал, используемый для свето-

чувствительного элемента (А — *PbS*; К — *CdS*; Д — *CdSe*). В новом обозначении буквы заменены цифрами 1, 2 или 3 соответственно после индекса СФ. Цифры, стоящие после дефиса, характеризуют конструктивное оформление фоторезистора. Перед цифрой может стоять буква Г, обозначающая герметизированную конструкцию.

Габаритные чертежи фоторезисторов различных видов представлены на рис. 2.21...2.50, а их электрические характеристики — в табл. 2.5...2.15.

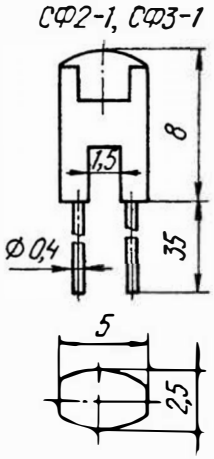


Рис. 2.21.

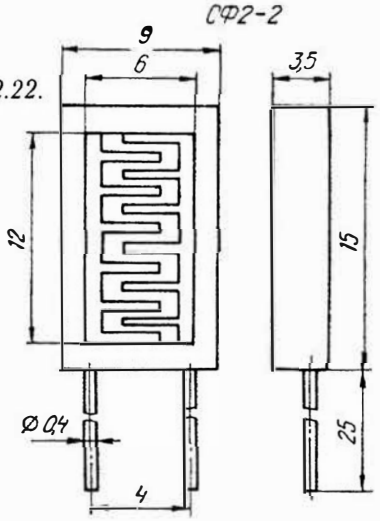


Рис. 2.22.

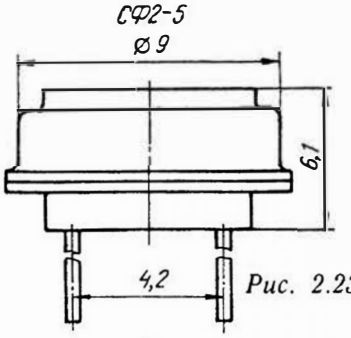
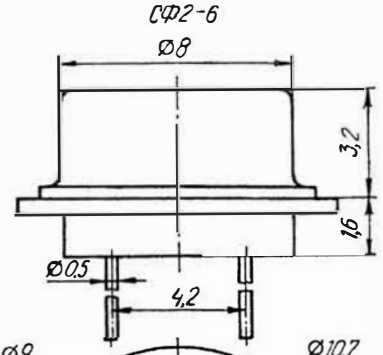
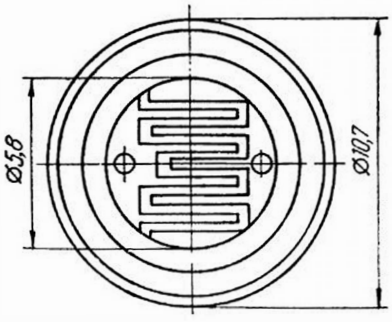


Рис. 2.23.





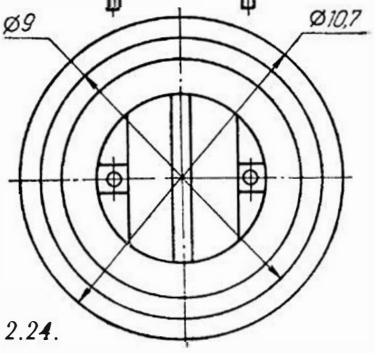


Рис. 2.24.

СФ2-12

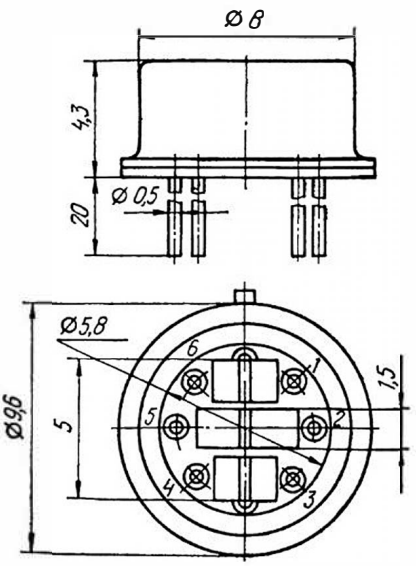


Рис. 2.25.

СФ2-16, СФ3-16

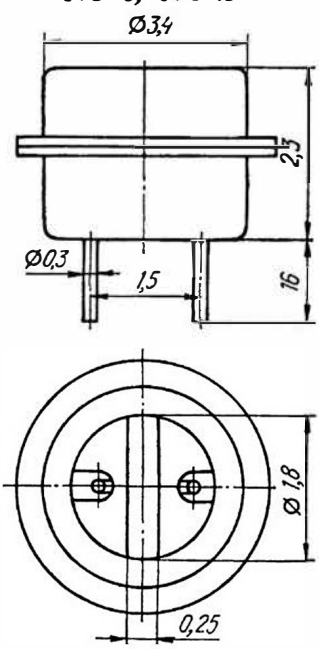


Рис. 2.26.

Рис. 2.27.

СФ3-2а, СФ3-2б

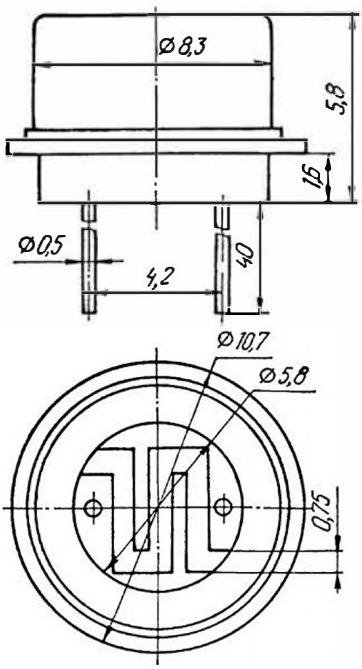
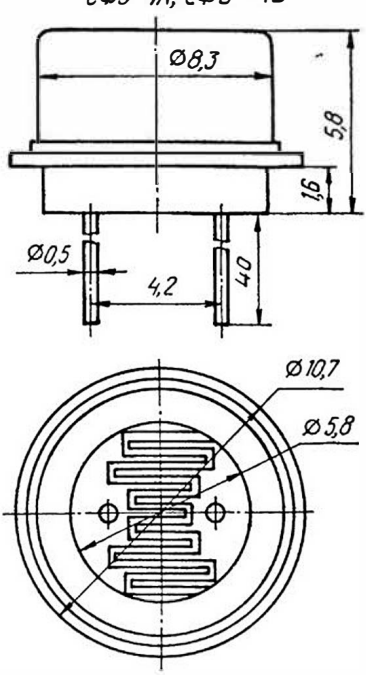


Рис. 2.28.

СФ3-4А, СФ3 - 4Б



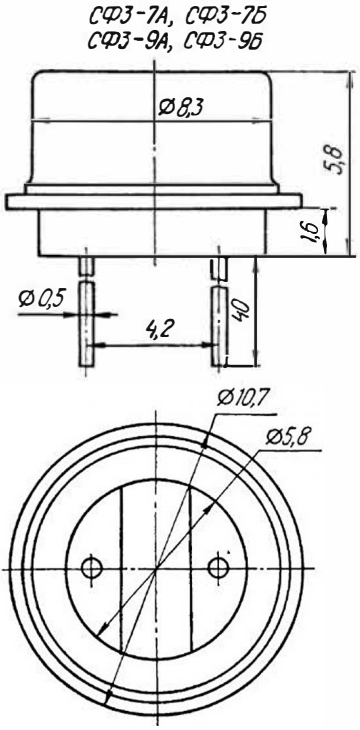


Рис. 2.29.

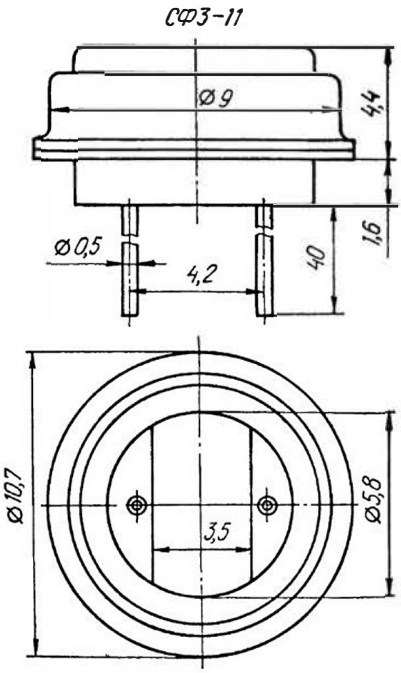


Рис. 2.30.

Рис. 2.31.

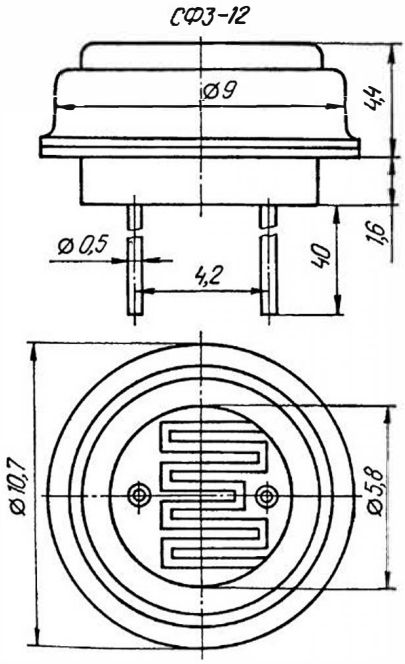
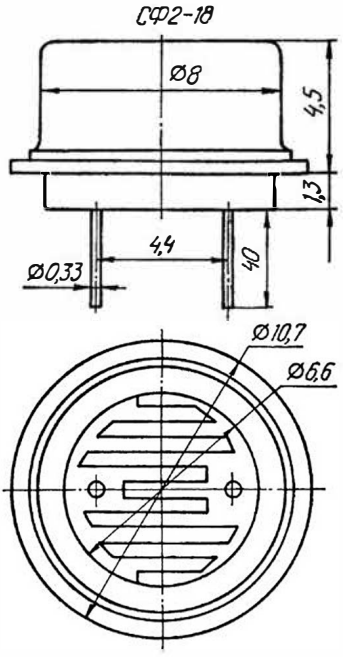


Рис. 2.32.



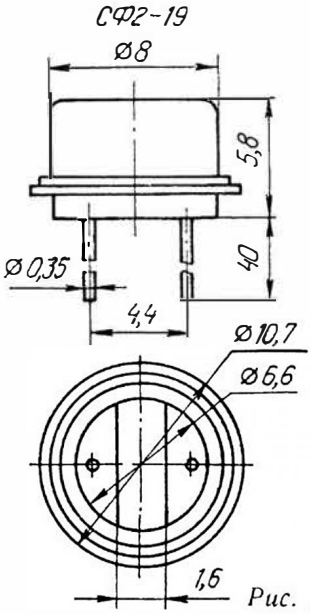


Рис. 2.33.

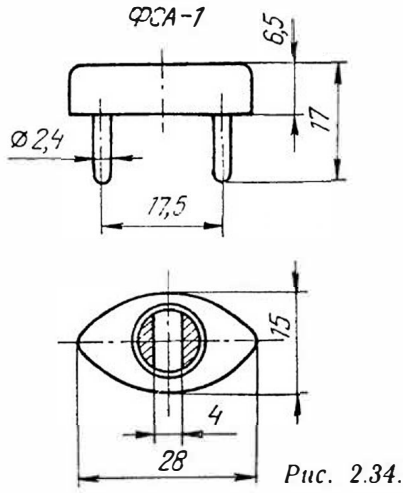
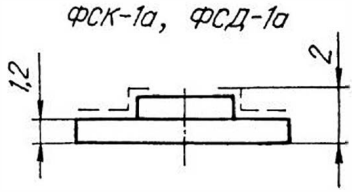


Рис. 2.34.



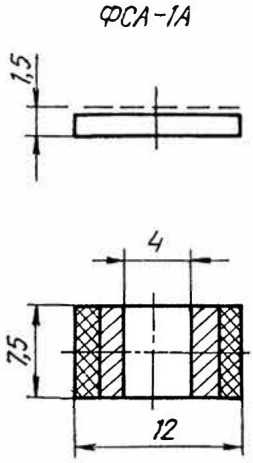


Рис. 2.35.

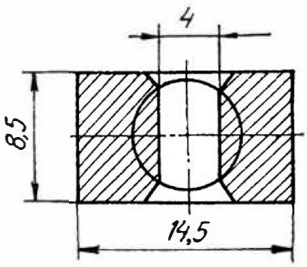
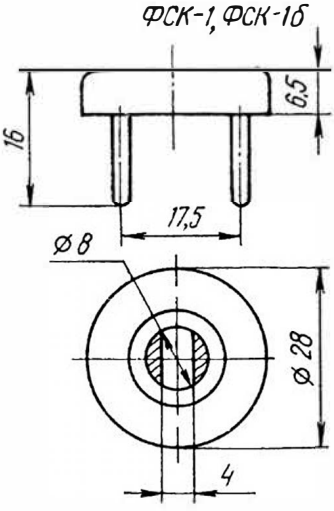


Рис. 2.36.

Рис. 2.37.



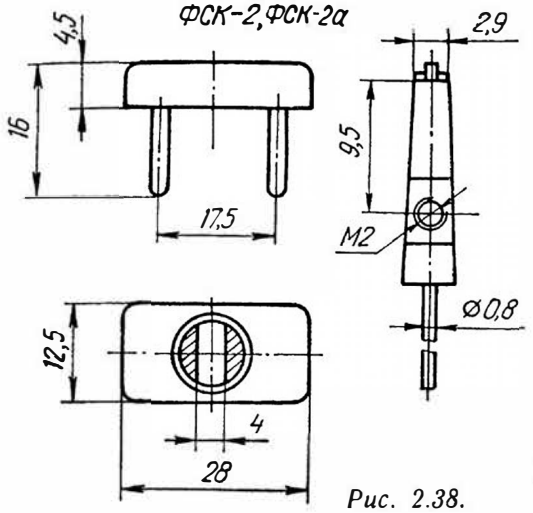


Рис. 2.38.

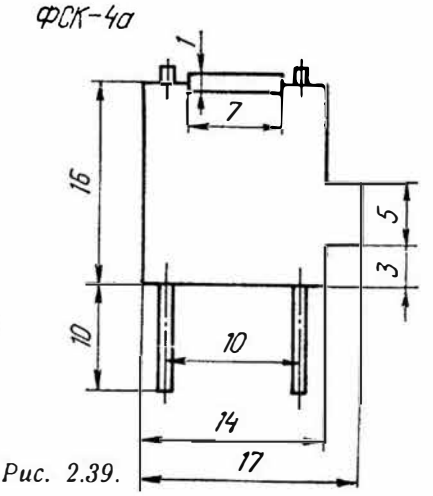


Рис. 2.39.

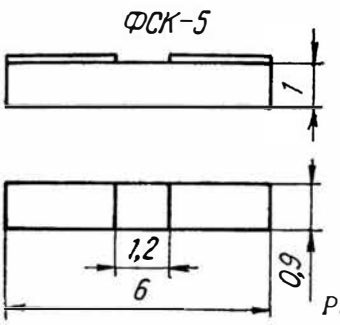
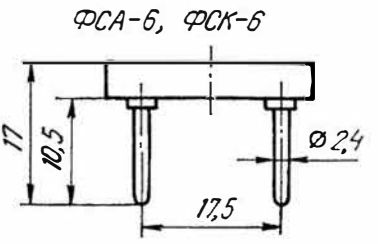


Рис. 2.40.



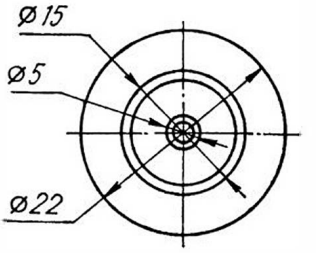


Рис. 2.41.

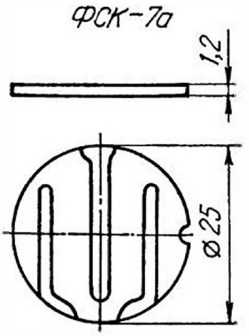


Рис. 2.42.

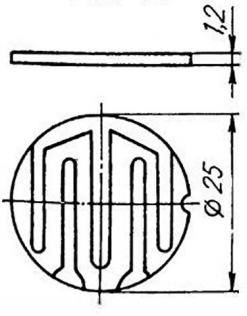
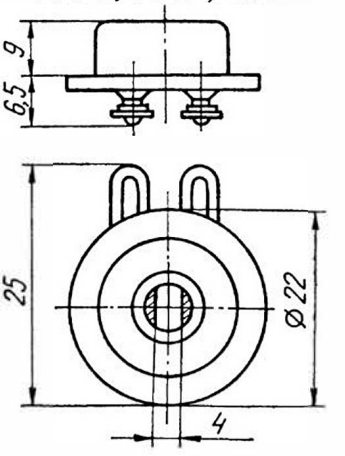


Рис. 2.43.

Рис. 2.44. ФСК-Г1, ФСА-Г1, ФСД-Г1



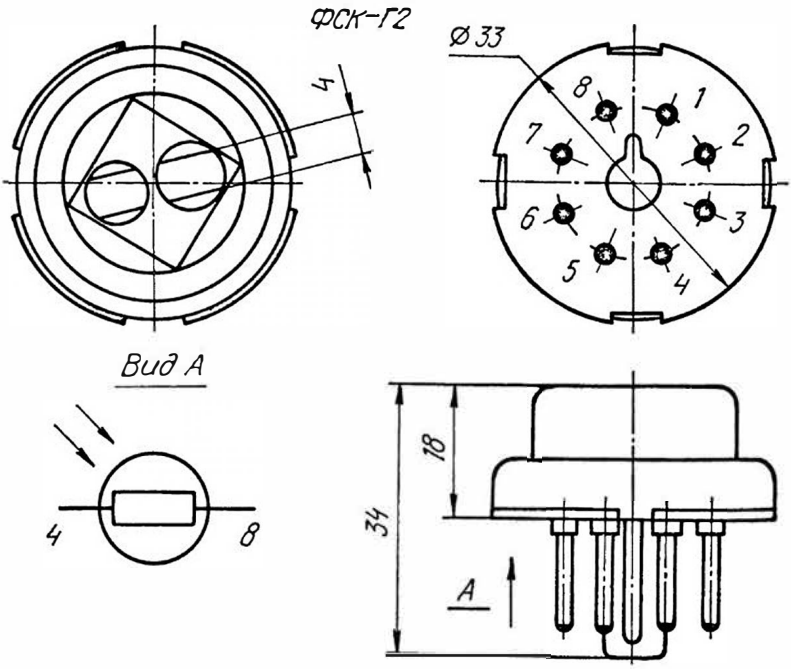
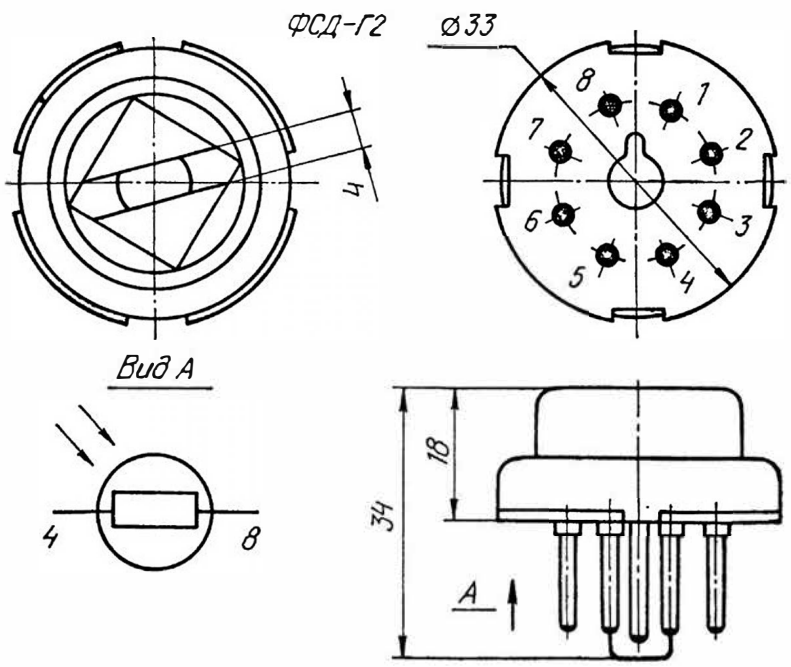


Рис. 2.45.

Рис. 2.46.



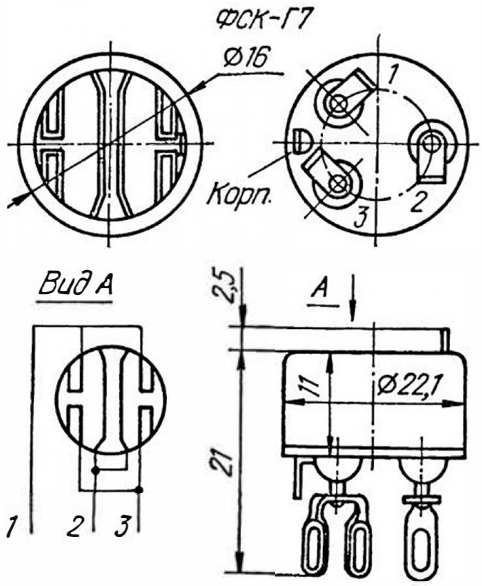
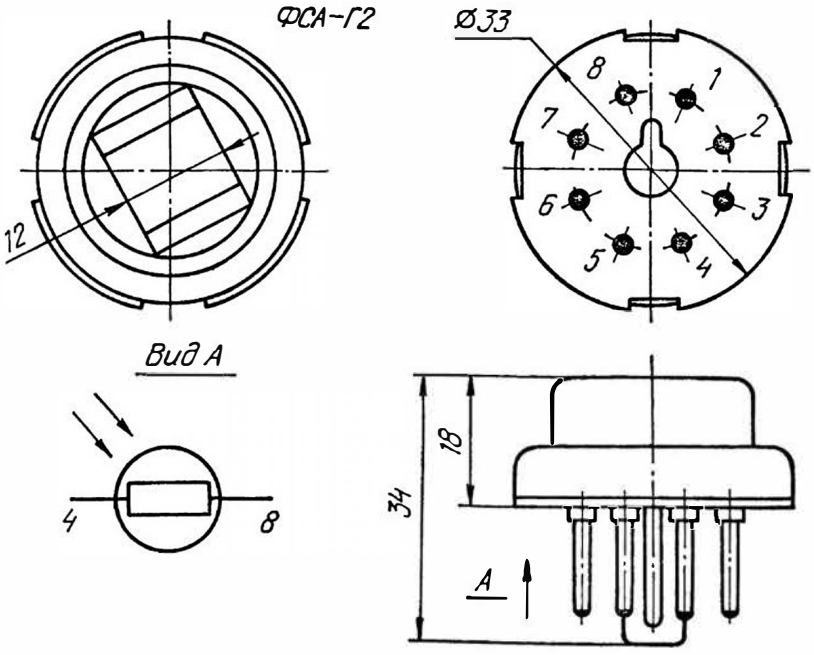


Рис. 2.47.

Рис. 2.48.



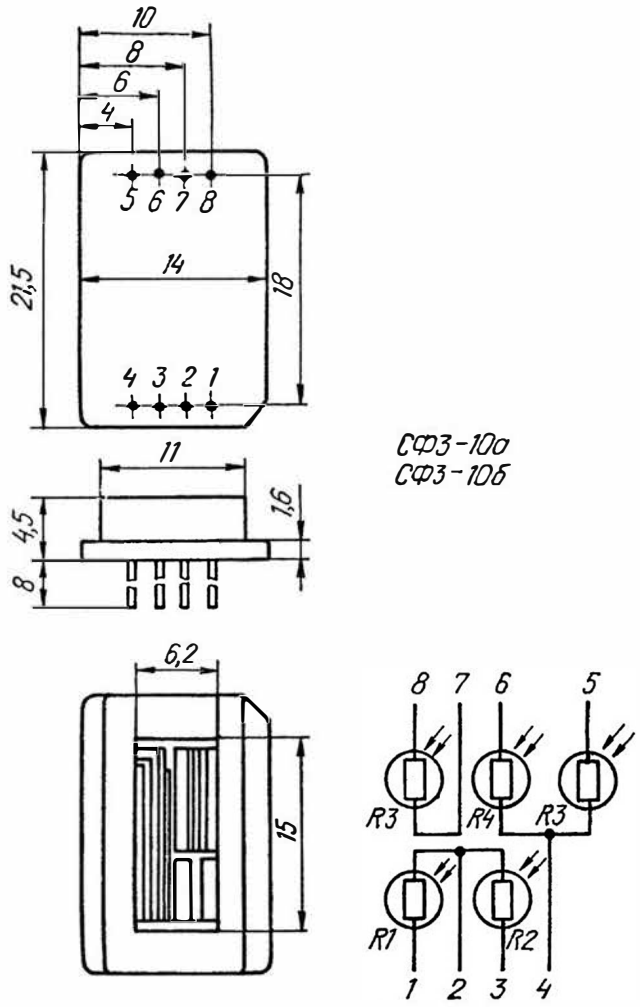


Рис. 2.49.

Таблица 2.5. **Предельно допустимый режим эксплуатации фоторезисторов видимого излучения в рабочем интервале температур**

Прибор	$P_{РАС\ max}$, мВт	$U_{Р\ max}$, В	Рабочий интервал температур, $T_{окр\ ср}$, °С
СФ2-1	10	15	−60... +85
СФ2-2	50	5	−40... +50
СФ2-5	25	10	−60... +70
СФ2-6	50	25	−60... +70
СФ2-12	10	50	−60... +70
СФ2-16	10	10	−60... +70

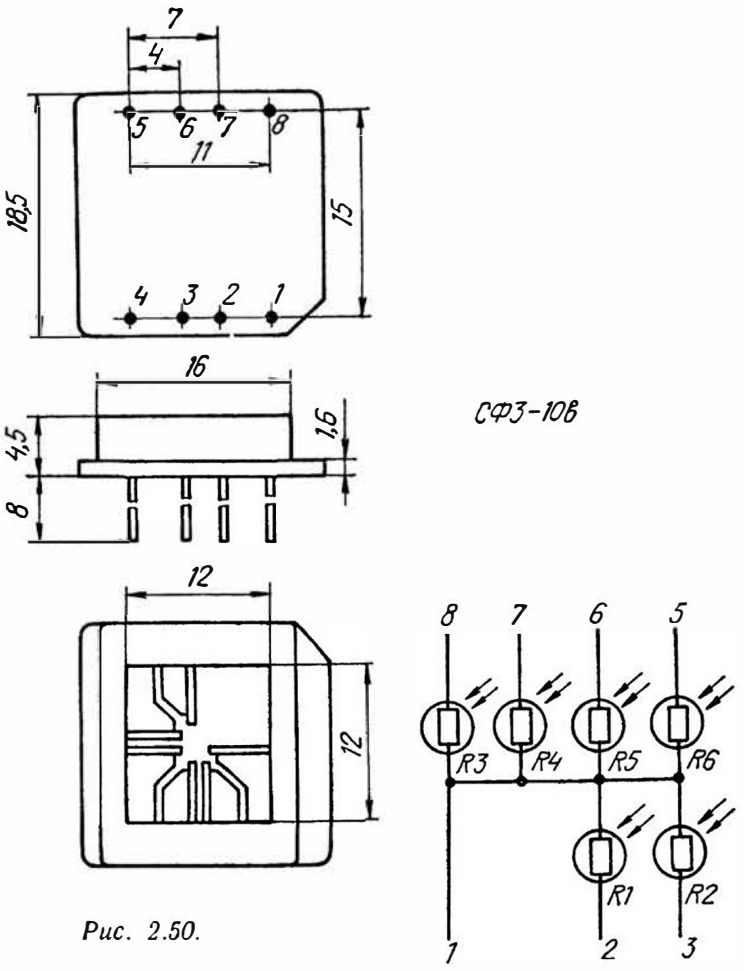


Рис. 2.50.

Таблица 2.6. **Параметры фоторезисторов видимого излучения**

Прибор	$U_Р$, В	$I_{СВ}$, мкА, не более	$I_Т$, мкА, не более	$R_Т$, МОм, не менее	$\tau_{СП}$, мс, не более	$\tau_Н$, мс, не более	λ_{max}, мкм	Номер рисунка
СФ2-1	15	500	1	15	40	90	0,65	2.21
СФ2-2	2	500	2	1	50	100	0,63	2.22
СФ2-5	1,3	500	1,3	1	80	80	$0,55 \pm 0,02$	2.23
СФ2-6	3	200	2	1,5	90	90	$0,55 \pm 0,02$	2.24
СФ2-12	15	200...1200	0,3	15	25	25	$0,54 \pm 0,04$	2.25
СФ2-16	10	300	3	3,3	30	30	$0,54 \pm 0,04$	2.26

Примечания: 1. Значения параметров соответствуют $T_{окр\ ср} = 20$ °С.

2. $I_{св}$ измерен при освещенности 200 лк.

3. *TKI* фоторезисторов СФ2-1, СФ2-2 в рабочем интервале температур равен 0,3...0,7 %.

4. СФ2-5 предназначен для работы в экспонометрических устройствах.

Таблица 2.7 **Параметры фоторезисторов инфракрасного излучения**

Прибор	$U_р$, В	$I_{СВ}$, мкА, не менее	$I_т$, мкА, не более	$R_т$, мОм, не менее	$\tau_{СП}$, мс, не более	$\tau_н$, мс, не более	λ_{max}, мкм	Номер рисунка
СФ3-1	15	750	0,5	30	20	60	0,79	2.21
СФ3-2А	10	3000	2	5	20	20	0,72	2.27
СФ3-2Б	10	1500	0,01	1000	8	8	0,82	2.27
СФ3-4А	1,5	2000	1,5	1	20	20	0,72	2.28
СФ3-4Б	1,5	1200	0,015	100	8	8	0,72	2.28
СФ3-7А	20	2000	1	20	20	29	0,72	2.29
СФ3-7Б	20	1200	0,01	2000	8	8	0,72	2.29
СФ3-9А	50	2000	1	50	20	20	0,72	2.29
СФ3-9Б	50	1000	0,01	5000	8	8	0,72	2.29
СФ3-11	2	20	—	5000	3	6	0,72	2.30
СФ3-12	1,5	150	1	—	3	1,5	0,9	2.31
СФ3-16	10	500	1	10	20	20	0,72	2.26

Примечания: 1. Значения параметров соответствуют $T_{окр\ ср} = +20$ °С.

2. $I_{СВ}$ измерен при освещенности 200 лк.

3. *ТКІ* в интервале температур $T_{окр\ ср} = 20...70$ °С для фоторезисторов СФ3-2А, СФ3-4А, СФ3-7А, СФ3-9А равен 0,9...0 %/°С; для фоторезисторов СФ3-2Б, СФ3-4Б, СФ3-7Б, СФ3-9Б, СФ3-16 равен −2...0 %/°С и для СФ3-1 — 2,6... +0,3 %/°С.

4. Напряжение шумов не более 0,1 мкВ/мВ в полосе частот от 60 до 6000 Гц; паразитная ЭДС постоянного тока не более 100 мкВ для СФ3-11.

5. Фоторезистор СФ3-11 предназначен для работы в модулирующем элементе входных устройств высокоомных измерительных преобразователей постоянного тока.

Таблица 2.8. **Предельно допустимые режимы эксплуатации фоторезисторов инфракрасного излучения**

Прибор	$P_{рас\ max}$, мВт	$U_{р\ max}$, В	Рабочий интервал температуры, $T_{окр\ ср}$, °С
СФ3-1	10	15	−60... +85
СФ3-2А	50	30	−60... +70
СФ3-2Б	50	30	−60... +70
СФ3-4А	25	5	−60... +70
СФ3-4Б	25	5	−60... +70
СФ3-7А	50	50	−60... +70
СФ3-7Б	50	50	−60... +70
СФ3-9А	100	100	−60... +70
СФ3-9Б	100	100	−60... +70
СФ3-11	0,5	2	−60... +55
СФ3-12	10	—	−60... +55
СФ3-16	10	20	−60... +70

Примечания: 1. Предельно допустимая освещенность для СФ3-4А, СФ3-4Б — 800 лк, для остальных — 300 лк.

2. Для СФ3-11 $P_{рас\ max}$ = 1 мВт при $T_{окр\ ср}$ до +40 °С.

Таблица 2.9. **Параметры фоторезисторов ультрафиолетового излучения**

Прибор	$U_р$, В	$I_{св}$, мкА, не менее	$R_т$, мОм, не менее	$\tau_{сп}$, мс, не более	$\tau_н$, мс, не более	λ_{max}, мкм	Номер рисунка
СФ2-18	100	500	10	10	10	0,3	2.32
СФ2-19	5	1000	0,25	10	10	0,3	2.33

Примечания: 1. Значения параметров соответствуют $T_{окр\ ср}$ = = +20 °С.

2. $I_{св}$ измерен при мощности облучения 200 мкВт/см^2.

3. *ТКI* фоторезисторов в рабочем интервале температур равен −0,2...+0,2 %/°С.

Таблица 2.10. **Предельно допустимый режим эксплуатации фоторезисторов ультрафиолетового излучения в рабочем интервале температур**

Прибор	$P_{рас\ max}$, мВт	$U_{р\ max}$, В	Рабочий интервал температур, $T_{окр\ ср}$, °С
СФ2-18	50	100	−60...+70
СФ2-19	50	5	−60...+70

Таблица 2.11. **Параметры фоторезисторов широкого применения**

Прибор	$U_р$, В	$I_{св}$, мкА, не менее	$I_т$, мкА, не более	$R_т$, МОм, не менее	K_I, не менее	$\tau_{сп}$, мс, не более	$\tau_н$, мс, не более	номер рисунка
ФСК-1	50	1500	15	3,3	100	130	150	2.37
ФСК-1а	50	1500	15	3,3	100	130	150	2.36
ФСК-1б	2,5	250	13	0,18	50...100	130	150	2.36
ФСК-2	50	300	15	3,3	20	140	140	2.38
ФСК-2а	50	300	15	3,3	20	140	140	2.38
ФСК-4а	50	700	35	—	—	120	140	2.39
ФСК-5	25	83	5	5	—	—	—	2.40
ФСК-6	50	1500	15	3,3	100	140	140	2.41
ФСК-7а	50	350	100	0,5	8	200	200	2.42
ФСК-7б	10	800	100	0,1	20	200	200	2.43
ФСК-Г1	50	1500	15	3,3	100	130	150	2.44
ФСК-Г2	50	2500	30	1,6	80	130	150	2.46
ФСК-Г7	50	1000	10	5	100	100	100	2.47

Примечания: 1. Значения параметров указаны при $T_{окр.ср}$ = = +20 °С.

2. $I_{св}$ измерен при освещенности 1000 лк для ФСК-1б и 200 лк — для остальных приборов.

3. $TKI_{св} = -0{,}7...+0{,}3$ %/°С.

4. $\lambda_{max} = 0{,}6$ мкм.

5. Уровень собственных шумов не превышает 300 мкВ/В.

6. ФСК-7а, ФСК-7Б, ФСК-Г7 — дифференциальные фоторезисторы, составленные из двух фоточувствительных элементов. Указанные параметры относятся к каждому элементу фоторезистора.

Таблица 2.12. **Предельно допустимый режим фоторезисторов широкого применения**

Прибор	$P_{рас\ max}$ при $T_{окр\ ср} = +20$ °С, мВт	$P_{рас\ max}$ при $T_{окр\ ср} = +85$ °С, мВт	$U_{р\ max}$, В
ФСК-1	125	50	—
ФСК-1а	125	50	—
ФСК-1б	12,5	1	—
ФСК-2	125	—	—
ФСК-2а	125	—	—
ФСК-4а	100	—	—
ФСК-5	0,025	—	60
ФСК-6	125	—	220
ФСК-7а	350	—	200
ФСК-7б	350	—	100
ФСК-Г1	125	—	—
ФСК-Г2	250	50	—
ФСК-Г7	350	50	200

Примечания: 1. Фоторезисторы ФСК-Г1, ФСК-Г2, ФСК-Г7 выдерживают напряжение 500 В между соединенными вместе выводами и корпусом.

2. Рабочий интервал температур $T_{окр\ ср}$ для ФСК-5 равен $-25...+55$ °С и $-60...+85$ °С — для остальных.

Таблица 2.13. **Параметры фоторезисторов с большой кратностью изменения сопротивления**

Прибор	$U_р$, В	$I_{св}$, мкА, не менее	$I_т$, мкА, не более	$R_т$, МОм, не менее	K_j, не менее	$\tau_{сп}$, мс, не более	$\tau_н$, мс, не более	λ_{max}, мкм	Номер рисунка
ФСД-1	20	1500	10	2	150	50	80	0,77	2.34
ФСД-1а									2.36
ФСД-Г1									2.44
ФСД-Г2									2.45

Примечания: 1. Значения параметров соответствуют $T_{окр\ ср} = +20$ °С.

2. $I_{св}$ измерен при освещенности 200 лк.

3. $TKI_{св} = -2{,}6...03$ %/°С.

4. Уровень шумов не превышает 300 мкВ/В.

5. $P_{рас\ max} = 50$ мВт при $+20$ °С и $P_{рас\ max} = 20$ мВт при $+40$ °С.

6. Рабочий интервал температур от -60 до $+40$ °С.

7. Фоторезисторы ФСД-Г1, ФСД-Г2 выдерживают напряжение 500 В между соединенными вместе выводами и корпусом.

Таблица 2.14. **Параметры быстродействующих фоторезисторов**

Прибор	$U_р$, В	$R_т$, кОм	K_j, не менее	$\tau_н$, мкс, не более	λ_{max}, мкм	Номер рисунка
ФСА-1						2.34
ФСА-1а	$0{,}1 \cdot R_т$	22...1000	1,1	400	1,9	2.35
ФСА-Г1						2.44
ФСА-6						2.41
ФСА-Г2	$0{,}1 \cdot R_т$	47...330	1,1	400	1,9	2.48

Примечания: 1. Значения параметров соответствуют $T_{окр\ ср} = +20$ °С.

2. K_j и $\tau_н$ измерены при освещенности 200 лк.

3. В указанных пределах $R_т$ выпускаются приборы со значениями сопротивления, соответствующими ряду: 22, 33, 47, 68, 100, 150.

4. Значение $U_р$ (в вольтах) равно 0,1 от $R_т$ фоторезисторов (в килоомах).

5. Уровень шумов не превышает 150 мкВ/В при $R_т \leqslant 100$ кОм и не превышает 300 мкВ/В при $R_т > 100$ кОм.

6. $P_{рас\ max} = 10$ мВт для ФСА-1, ФСА-1а, ФСА-Г1, и $P_{рас\ max} = 125$ мВт для ФСА-6 и ФСА-Г2 при $T_{окр.ср} = 20$ °С.

Таблица 2.15. **Параметры многоэлементных фоторезисторов**

Прибор	$U_р$, В	$I_{св}$, мкА, не менее	$I_т$, мкА, не более	$\tau_{сп}$, мс, не более	$\tau_н$, мс, не более	λ_{max}, мкм	Номер рисунка
СФ3-10а							2.49
СФ3-10б	10	700	0,5	12	12	0,72	2.49
СФ3-10в							2.50

Примечания: 1. Значения параметров соответствуют $T_{окр\ ср} = +20$ °С.

2. $I_{св}$ измерен при освещенности 250 лк.

3. Все параметры относятся к одному элементу, входящему в фоторезистор.

4. $P_{рас\ max} = 25$ мВт.

5. $U_{р\ max} = 20$ В.

6. Рабочий интервал температур $-10...+40$ °С.

2.3. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ВАРИСТОРЫ

Варисторы — полупроводниковые резисторы с нелинейной вольт-амперной характеристикой, особенностью которых является резко выраженная зависимость электрического сопротивления от приложенного к ним напряжения. Варисторы используются для стабилизации и защиты от перенапряжения, преобразования частоты и напряжения, а также для регулирования усиления в системах автоматики, различных

измерительных устройствах, источниках вторичного питания, в телевизионных приемниках для подстройки частоты гетеродинов, в генераторах переменного и импульсного пилообразного напряжения, в схемах размагничивания цветных кинескопов и др.

Основными параметрами варисторов являются классификационное напряжение, классификационный ток, коэффициент нелинейности, допустимая мощность рассеяния.

Классификационное напряжение $U_{кл}$ — условный параметр, показывающий значение постоянного напряжения на варисторе при заданном значении классификационного тока. Классификационное напряжение стержневых варисторов определяется при кратковременном пропускании тока в 10 мА. У дисковых варисторов классификационное напряжение определяется при токе 3 мА (в диапазоне напряжений от 33 до 100 В) и при токе 2 мА (в диапазоне напряжений от 56 до 270 В).

Классификационное напряжение не является рабочим эксплуатационным напряжением варистора. Рабочее напряжение выбирается исходя из допустимой мощности рассеяния и предельного значения амплитуды напряжения.

Классификационный ток $I_{кл}$ — ток, при котором определяется классификационное напряжение.

Коэффициент нелинейности β — отношение статического сопротивления в данной точке вольт-амперной характеристики к динамическому сопротивлению в той же точке

$$\beta = \frac{R_с}{R_д} \text{ или } \beta = \frac{dI}{dU}\frac{U}{I}.$$

Допустимая мощность рассеяния — мощность, при которой варистор сохраняет свои параметры в пределах норм в течение заданного срока службы.

Основным материалом для изготовления варисторов является карбид кремния.

Варисторы обозначаются буквами СН (сопротивление нелинейное), например СН1-2-1-270 $\pm$ 10 % Т, где первая цифра обозначает материал, из которого изготовлен варистор, вторая — шифр конструкции: 1 — стержневой тип, 2 — дисковый тип; третья цифра — габарит токопроводящего элемента. Число, стоящее после цифры, обозначающей габарит токопроводящего элемента, обозначает классификационное напряжение (в вольтах) и допускаемое отклонение в процентах. Если варистор изготовлен в тропическом исполнении, то в конце ставится буква Т.

Основные параметры варисторов приведены в табл. 2.16.

Таблица 2.16. **Варисторы**

Тип	Номинальная мощность, Вт	Классификационное напряжение, В	Коэффициент нелинейности, не менее	Классификационный ток, мА
СН1-1-1	1	560 680, 820, 1000, 1200, 1300, 1500	3,5 4 4,5	10
СН1-1-2	0,8	560 680 1300	3,5 4 4,5	10
СН1-2-1	1	56, 68, 82, 100, 120, 150, 180, 220, 270	3,5	2
СН1-2-2	1	15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82, 100	3 3,5	3
СН1-6	2,5	33	4	20
СН1-8	2	20 000, 25 000	6	25...75
СН1-9	0,01	240, 270, 300, 330, 360	5	0,05
СН1-10	3	15, 18	3,2	10
СН1-11	0,25	22, 27, 33, 39, 47 120	3,5 4	2
СН1-12	0,01	120, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 270, 300, 330	5	0,03
СН2-2А СН2-2Б СН2-2В СН2-2Г		330, 360, 390, 430 470, 510, 560, 620 680, 750, 820, 910 1000, 1100, 1200, 1300, 1500	30	1
СН2-2Д		560, 620, 680, 750, 820, 910, 1000, 1100, 1200	30	1

Раздел второй

КОНДЕНСАТОРЫ

Глава 3

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Электрический конденсатор — это элемент электрической цепи, предназначенный для использования его емкости. Конденсатор представляет собой систему из двух электродов (обкладок), разделенных диэлектриком, и обладает способностью накапливать электрическую энергию.

Емкость конденсатора — электрическая емкость между электродами конденсатора (ГОСТ 19880—74), определяемая отношением накапливаемого в нем электрического заряда к приложенному напряжению. Емкость конденсатора зависит от материала диэлектрика, формы и взаимного расположения электродов $C = q/U$, где C — емкость, Ф; q — заряд, Кл; U — разность потенциалов на обкладках конденсатора, В.

За единицу емкости в Международной системе СИ принимают емкость такого конденсатора, у которого потенциал возрастает на один вольт при сообщении ему заряда один кулон (Кл). Эту единицу называют Фарадой (Ф). Для практических целей она слишком велика, поэтому на практике используют более мелкие единицы емкости: микрофараду (мкФ), нанофараду (нФ) пикофараду (пФ). $1\ \Ф = 10^6$ мкФ $= 10^9$ нФ $= 10^{12}$ пФ

3.1. Классификация

В основу классификации конденсаторов положено деление их на группы по виду применяемого диэлектрика и по конструктивным особенностям, определяющим использование их в конкретных цепях аппаратуры. Классификация конденсаторов, согласно ОСТ 11 074.008—78, приведена на рис. 3.1.

Вид диэлектрика определяет основные электрические параметры конденсаторов: сопротивление изоляции, стабильность емкости, величину потерь и др. Конструктивные особенности определяют характерные области применения: помехоподавляющие, подстроечные, дозиметрические, импульсные и др.

Дальнейшее деление групп конденсаторов по виду диэлектрика связано с использованием их в конкретных цепях аппа-

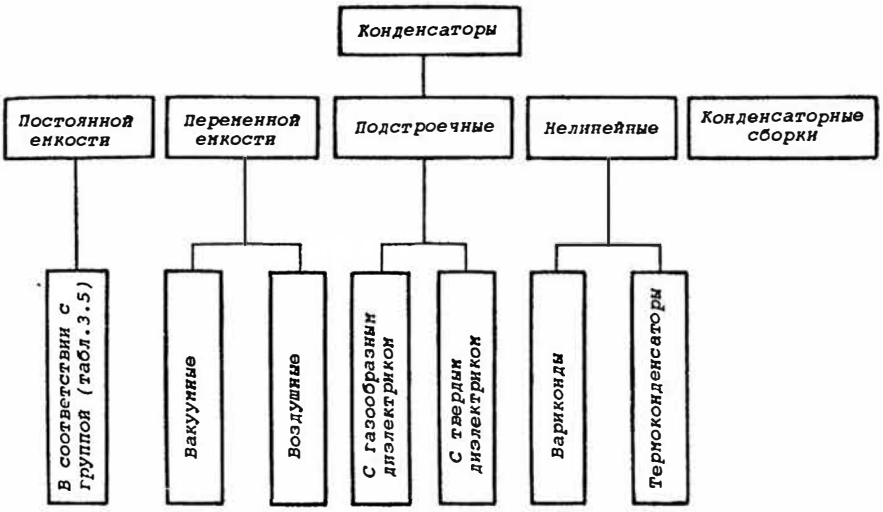


Рис. 3.1. Классификация конденсаторов

ратуры, назначением и выполняемой функцией, например, низковольтные и высоковольтные, низкочастотные и высокочастотные, импульсные и др.

В зависимости от назначения можно условно разделить конденсаторы на конденсаторы общего и специального назначения. Конденсаторы общего назначения используются практически в большинстве видов и классов аппаратуры. Традиционно к ним относят наиболее распространенные низковольтные конденсаторы, к которым не предъявляются особые требования. Все остальные конденсаторы являются специальными. К ним относятся: высоковольтные, импульсные, помехоподавляющие, дозиметрические, пусковые и др.

По характеру изменения емкости различают конденсаторы постоянной емкости, переменной емкости и подстроечные.

Из названия конденсаторов постоянной емкости вытекает, что их емкость является фиксированной и в процессе эксплуатации не регулируется.

Конденсаторы переменной емкости допускают изменение емкости в процессе функционирования аппаратуры. Управление емкостью может осуществляться механически, электрическим напряжением (вариконды) и температурой (термоконденсаторы). Их применяют для плавной настройки колебательных контуров, в цепях автоматики и т. п.

Емкость подстроечных конденсаторов изменяется при разовой или периодической регулировке и не изменяется в процессе функционирования аппаратуры. Их используют для подстройки и выравнивания начальных емкостей сопрягаемых контуров, для периодической подстройки и регулировки цепей схем, где требуется незначительное изменение емкости.

В зависимости от способа монтажа конденсаторы могут

выполняться для печатного и для навесного монтажа, а также для сопряжения с ними. Выводы конденсаторов для навесного монтажа могут быть жесткие или мягкие, аксиальные или радиальные, из проволоки круглого сечения или ленты, в виде лепестков, с кабельным вводом, в виде проходных шпилек, опорных винтов. У конденсаторов для микросхем и микромодулей, а также СВЧ-конденсаторов в качестве выводов могут использоваться части их поверхности (безвыводные конденсаторы). У большинства типов оксидных, а также проходных и опорных конденсаторов одна из обкладок соединяется с корпусом, который служит вторым выводом.

По характеру защиты от внешних воздействий конденсаторы выполняются: незащищенными, защищенными, неизолированными, изолированными, уплотненными и герметизированными.

Незащищенные конденсаторы допускают эксплуатацию в условиях повышенной влажности только в составе герметизированной аппаратуры. Защищенные конденсаторы допускают эксплуатацию в аппаратуре любого конструктивного исполнения.

Неизолированные конденсаторы (с покрытием или без покрытия) не допускают касания своим корпусом шасси аппаратуры. Напротив, изолированные конденсаторы имеют достаточно хорошее изоляционное покрытие (компаунды, пластмассы) и допускают касания корпусом шасси или токоведущих частей аппаратуры.

Уплотненные конденсаторы имеют уплотненную органическими материалами конструкцию корпуса.

Герметизированные конденсаторы имеют герметичную конструкцию корпуса, который исключает возможность сообщения окружающей среды с его внутренним пространством. Герметизация осуществляется с помощью керамических и металлических корпусов или стеклянных колб.

По виду диэлектрика также можно разделить конденсаторы с органическим, неорганическим, газообразным и оксидным диэлектриком, который является также неорганическим, но в силу особой специфики характеристик выделен в отдельную группу.

3.2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Удельная емкость конденсатора — отношение емкости к массе (или объему) конденсатора.

Номинальная емкость конденсатора — емкость, которую должен иметь конденсатор в соответствии с нормативной документацией (ГОСТ или ТУ). Фактическая емкость каждого экземпляра конденсатора отличается от номинальной, но не более чем на допускаемое отклонение. Значения номинальной емкости всех типов конденсаторов постоянной емкости

(кроме вакуумных) установлены стандартом СЭВ 1076—78.

Согласно этому стандарту, установлены семь рядов значений: Е3; Е6; Е12; Е24; Е48; Е96; Е192. Цифры после буквы Е указывают число номинальных значений в каждом десятичном интервале (декаде). Например, ряд Е6 содержит шесть значений номинальных емкостей в каждой декаде, которые соответствуют числам 1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8. Номинальная емкость должна соответствовать числам, полученным путем умножения чисел ряда на 10^n, $C = A_i \cdot 10^n$, где n — целое положительное или отрицательное число. В производстве конденсаторов чаще всего используются ряды Е3, Е6, Е12, и Е24; реже Е48, Е96, Е192. Номинальные емкости при допустимых отклонениях ± 5 % и более должны соответствовать числам в приведенных ниже рядах: Е3 (1,0; 2,2; 4,7); Е6 (1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8); Е12 (1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2) и Е24 (1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,7; 3,0; 3,3; 3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1).

Допускаемое отклонение емкости от номинальной (допуск) характеризует точность значения емкости. Значения этих отклонений установлены ГОСТ 9661—73 в процентах для конденсаторов емкостью 10 пФ и более и в пикофарадах для конденсаторов с меньшей емкостью. Кодированные значения допустимых отклонений от номинальной емкости приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. **Допускаемые отклонения емкости от номинального значения и их кодированные обозначения**

Допускаемое отклонение, %	Код	Допускаемое отклонение, %	Код	Допускаемое отклонение, %	Код
±0,001	*E* —	±1	*F* (Р)	−20...+50	*S* (Б)
±0,002	*L* —	±2	*G* (Л)	−20...+80	*Z* (А)
±0,005	*R* —	±5	*J* (И)	+100	— (Я)
±0,01	*P* —	±10	*K* (С)		
±0,02	*U* —	±20	*M* (В)	Допускаемое отклонение, пФ	Код
±0,05	*X* —	±30	*N* (Ф)	±0,1	*B*
±0,1	*B* (Ж)	−10...+30	*Q* —	±0,25	*C*
±0,25	*C* (У)	−10...+50	*T* (Э)	±0,5	*D*
±0,5	*D* (Д)	−10...+100	*Y* (Ю)	±1	*F*

Примечание. В скобках указано старое обозначение.

Таблица 3.2. **Номинальные напряжения и их кодированные обозначения**

Номинальное напряжение, В	Код	Номинальное напряжение, В	Код	Номинальное напряжение, В	Код
1,0	*I*	25	*G*	200	*Z*
1,6	*P*	32	*H*	250	*W*

Продолжение табл. 3.2

Номинальное напряжение, В	Код	Номинальное напряжение, В	Код	Номинальное напряжение, В	Код
2,5	*M*	40	*S*	315	*X*
3,2	*A*	50	*J*	350	*T*
4,0	*C*	63	*K*	400	*Y*
6,3	*B*	80	*L*	450	*U*
10	*D*	100	*N*	500	*V*
16	*E*	125	*P*	—	—
20	*F*	160	*Q*	—	—

Номинальное напряжение — значение напряжения, обозначенное на конденсаторе (или указанное в документации), при котором он может работать в заданных условиях в течение срока службы с сохранением параметров в допустимых пределах. Номинальное напряжение зависит от конструкции конденсатора и свойств применяемых материалов. При эксплуатации напряжение на конденсаторе не должно превышать номинального. Для многих типов конденсаторов с увеличением температуры (как правило, более 70...85 °С) допускаемое напряжение снижается. Значения номинальных напряжений конденсаторов постоянной емкости установлены ГОСТ 9665—77. Эти значения и их кодированные обозначения приведены в табл. 3.2.

Тангенс угла потерь (tgδ). Потери энергии в конденсаторе определяются потерями в диэлектрике и обкладках. При протекании переменного тока через конденсатор векторы тока и напряжения сдвинуты на угол δ. Угол δ называется углом диэлектрических потерь (или углом потерь). При отсутствии потерь $\delta = 0$. Тангенс угла потерь определяется отношением активной мощности $P_а$ к реактивной $P_р$ при синусоидальном напряжении определенной частоты:

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{P_а}{P_р} = \frac{U \cdot I \cdot \cos\varphi}{U \cdot I \cdot \sin\varphi} = \frac{\cos(90-\delta)}{\sin(90-\delta)} = \frac{\sin\delta}{\cos\delta},$$

где φ — угол сдвига фаз между током и напряжением в цепи конденсатор — источник тока; δ — угол потерь, дополняющий до 90° угол сдвига фаз φ. Как правило, tg δ имеет минимум в области комнатных температур. С ростом частоты значение tg δ увеличивается. Величина, обратная tg δ, называется добротностью конденсатора. Чем больше добротность конденсатора, тем меньше потери в нем при прочих равных условиях. Значения tg δ приведены в табл. 3.7.

Электрическое сопротивление изоляции конденсатора — электрическое сопротивление конденсатора постоянному току (ГОСТ 21415—75, СТ СЭВ 1613—79), определяемое соотношением $R_{из} = U/I_{ут}$, где U — напряжение, приложенное к конденсатору, $I_{ут}$ — ток утечки, или проводимости. Сопротивле-

ние изоляции характеризует качество диэлектрика и качество изготовления конденсаторов и зависит от типа диэлектрика. Сопротивление изоляции для конденсаторов большой емкости обратно пропорционально площади обкладок, т. е. емкости конденсаторов. Поэтому для конденсаторов емкостью более 0,33 мкФ принято вместо сопротивления изоляции приводить значение постоянной времени, выражаемое в секундах (МОм·мкФ), равное произведению сопротивления изоляции на значение номинальной емкости. Сопротивление изоляции конденсатора измеряют между его выводами. Для конденсаторов, допускающих касание своим корпусом шасси или токоведущих шин, вводится понятие сопротивления изоляции между корпусом и соединенными вместе выводами.

Частотные свойства. Емкость конденсатора зависит от частоты приложенного переменного напряжения. При изменении частоты изменяются диэлектрическая проницаемость диэлектрика и степень влияния паразитных параметров — собственной индуктивности и сопротивления потерь. На высоких частотах любой конденсатор можно рассматривать как последовательный колебательный контур, образуемый емкостью C, собственной индуктивностью $L_с$ и сопротивлением потерь $R_п$. Резонанс этого контура наступает на частоте $f_р = {}^1/_{2\pi}\sqrt{L_с \cdot C}$. При $f > f_р$ конденсатор в цепи переменного тока ведет себя как катушка индуктивности. Следовательно, конденсатор целесообразно использовать лишь на частотах $f < f_р$, на которых его сопротивление носит емкостный характер. Обычно максимальная рабочая частота конденсатора примерно в 2...3 раза ниже резонансной.

Характер частотной зависимости действующей емкости конденсатора (с учетом влияния параметров $L_с$ и $R_п$) в диапазоне частот от нуля до $f_р$ обусловливается соотношением параметров C, $L_с$, $R_п$. В большинстве случаев $C_д$ уменьшается с ростом частоты во всем указанном диапазоне частот. Однако вблизи резонансной частоты она всегда уменьшается и стремится к нулю. Ориентировочные диапазоны рабочих частот для различных групп конденсаторов: керамические $(0...10^{10})$ Гц, бумажные и металлобумажные $(0...10^6)$ Гц, из полярных пленок $(0...10^7)$ Гц, из неполярных пленок $(0...10^9)$ Гц, оксидно-полупроводниковые $(0...10^5)$ Гц, электролитические танталовые $(0...10^4)$ Гц, электролитические алюминиевые $(0...10^5)$ Гц, подстроечные $(0...10^{10})$ Гц.

Допускаемая амплитуда переменного напряжения на конденсаторе $U_{т\,доп}$ — амплитуда переменного напряжения, при которой потери энергии в конденсаторе не превышают допустимых. Значения $U_{т\,доп}$ определяются по формуле $U_{т.доп} = \sqrt{P_{р\,доп}/\pi \cdot f \cdot C}$, где $P_{р\,доп}$ — допустимая реактивная мощность, В·А;

$$P_р = \omega C U^2 = 2\pi \cdot f \cdot C \cdot U^2; \quad P_а = 2\pi \cdot f \cdot C \cdot U^2 \cdot \operatorname{tg}\delta \quad \text{где}$$

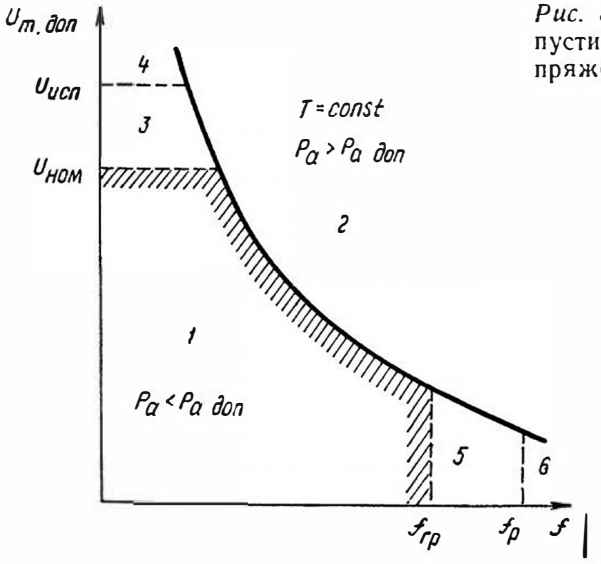


Рис. 3.2. Зависимость допустимой амплитуды напряжения на конденсаторе от частоты

U — переменное напряжение на конденсаторе; ω — круговая частота; C — емкость конденсатора, Ф; f — частота переменного напряжения на конденсаторе, Гц.

На рис. 3.2 представлена зависимость некоторых параметров конденсатора, в частности зависимость напряжения $U_{т\ доп}$ от частоты, построенная при фиксированных значениях температуры и допустимой мощности потерь $P_{а\ доп}$. Граничная частота определяется допустимым снижением действующей емкости $C_д$. На рисунке обозначены области режимов работы конденсаторов: 1 — рабочих; 2 — теплового пробоя; 3 — повышенной вероятности электрического пробоя; 4 — электрического пробоя; 5 — пониженных значений $C_д$; 6 — индуктивного характера сопротивления конденсатора.

Превышение $U_{т.доп}$ может вызвать тепловой пробой диэлектрика и другие нежелательные явления.

Температурный коэффициент емкости (ТКЕ) — параметр, применяемый для характеристики конденсаторов линейной зависимостью емкости от температуры. Практически ТКЕ определяют как относительное изменение емкости конденсатора при изменении температуры на 1 °С. Слюдяные, керамические и некоторые пленочные конденсаторы в зависимости от температурной стабильности разделяют на группы, каждая из которых характеризуется своим ТКЕ (табл. 3.3). Если зависимость емкости от температуры нелинейна, температурную стабильность емкости конденсатора характеризуют относительным изменением емкости при переходе от нормальной температуры (20 ± 5 °С) к предельным значениям рабочей температуры. Допустимые изменения емкости сегнетокерамических конденсаторов с нелинейной зависимостью ТКЕ приведены в табл. 3.4. Слюдяные и полистирольные кон-

Таблица 3.3. **Характеристики температурной стабильности емкости керамических и стеклянных конденсаторов**

Обозначение групп ТКЕ	Номинальное значение ТКЕ ($\times 10^{-6}$1/°С)	КТНЕ, %, не более, в диапазоне температур, °С		Маркировка. Цветовой код			Буква
				Новое обозначение	Старое обозначение		
		от −60 до +20	от +20 до +155		Цвет покрытия конденсаторов	Маркировочная точка	
1	2	3	4	5	6	7	8
П100	+100	−2	+2	Красный + фиолетовый	Синий	—	*A*
(П120)	(+120)						
П60	+60	−1,5	+2	—	Синий	Черная	*G*
П33	+33	−1	+1	Серый	Серый	—	*N*
МПО	0	±1	±1	Черный	Голубой	Черная	*C*
М33	−33	+1	−1	Коричневый	Голубой	Коричневая	*H*
М47	−47	+1,5	−1,5	Голубой + красный	Голубой	—	*M*
М75	−75	+2	−2	Красный	Голубой	Красная	*L*
М150	−150	+3	−3	Оранжевый	Красный	Оранжевая	*P*
М220	−220	+4	−4	Желтый	Красный	Желтая	*R*
М330	−330	+6	−6	Зеленый	Красный	Зеленая	*S*
М470	−470	+8	−8	Голубой	Красный	Синяя	*T*
М750	−750	+12	−12	Фиолетовый	Красный	—	*U*
(М700)	(−700)						
М1500	−1500	+25	−25	Оранжевый + оранжевый	Зеленый	—	*V*
(М1300)	(−1300)						
М2200	−2200	+40	−40	Жёлтый + оранжевый	Зеленый	—	*K*
М3300	−3300	+60	−60	—	—	—	*Y*

Примечание. В случае, когда для обозначения группы ТКЕ требуется два цвета, второй цвет может быть представлен цветом корпуса.

Таблица 3.4. **Изменение емкости керамических конденсаторов с ненормируемым ТКЕ**

Условное обозначение групп ТКЕ	Допускаемое изменение емкости, %, в интервале температур от −60 до +85 °С	Новое обозначение	Старое обозначение		
			Цвет покрытия	Цвет маркировочной точки	Буква
Н10	±10	Оранжевый + черный	Оранжевый	Черный	*B*

Продолжение табл. 3.4

Условное обозначение групп ТКЕ	Допускаемое изменение емкости, %, в интервале температур от −60 до +85 °С	Новое обозначение	Старое обозначение		
			Цвет покрытия	Цвет маркировочной точки	Буква
Н20	±20	Оранжевый + красный	Оранжевый	Красный	*Z*
Н30	±30	Оранжевый + зеленый	Оранжевый	Зеленый	*D*
Н50	±50	Оранжевый + голубой	Оранжевый	Синий	*X*
Н70	±70	Оранжевый + фиолетовый	Оранжевый	—	*E*
Н90	±90	Оранжевый + белый	Оранжевый	Белый	*F*

Примечание. В случаях, когда для обозначения группы требуется два цвета, второй цвет может быть представлен цветом корпуса.

денсаторы имеют ТКЕ в пределах $(50...200) \times 10^{-6}$1/°С, поликарбонатные — 50×10^{-6}1/°С. Для конденсаторов с другими видами диэлектрика ТКЕ не нормируется.

Необратимые изменения емкости конденсаторов при воздействии тепла характеризуются остаточным относительным изменением емкости (после возвращения к исходной температуре), которое называют коэффициентом температурной нестабильности емкости (КТНЕ).

Стабильность параметров конденсаторов. Электрические свойства и срок службы конденсатора зависят от условий эксплуатации (воздействие тепла, влажности, радиации, вибраций, ударов и др.).

Температура и влажность окружающей среды являются важнейшими факторами, влияющими на надежность, долговечность и сохраняемость конденсаторов. Предельно допустимая температура для конденсаторов ограничивается заданием максимальной положительной температуры окружающей среды и величиной электрической нагрузки. Применение конденсаторов в условиях, превышающих эти ограничения, может вызвать резкое ухудшение параметров (снижение сопротивления изоляции, уменьшение емкости, увеличение тока и тангенса угла потерь), нарушение герметичности спаев. На конденсаторы в составе аппаратуры может еще воздействовать теплота, выделяемая другими сильно нагревающимися при работе аппаратуры изделиями.

Для многих типов конденсаторов в условиях низких температур характерно снижение емкости, особенно у оксидных и керамических конденсаторов. Все типы оксидных конденсаторов с жидким или пастообразным электролитом при температурах ниже 60 °С практически неработоспособны.

С ростом температуры окружающей среды напряжение на конденсаторе должно снижаться.

Воздействие влаги сказывается на снижении значения сопротивления изоляции (повышается вероятность пробоя), увеличении тангенса угла потерь.

Влага, кроме того, вызывает коррозию металлических деталей конденсаторов.

При эксплуатации аппаратуры конденсаторы подвергаются воздействию различного вида механических нагрузок: вибрации, ударам, ускорению и т. д. Как следствие могут возникнуть обрывы выводов, трещины и снижение электрической прочности.

Процессы, протекающие в конденсаторах в условиях воздействия ионизирующих излучений, приводят к обратимым и остаточным изменениям электрических параметров.

Обратимые изменения связаны с процессами ионизации диэлектрических материалов и воздуха и сопровождаются резким снижением сопротивления изоляции и увеличением тока утечки. Увеличивается также тангенс угла потерь, особенно на низких частотах. После прекращения облучения сопротивление изоляции (ток утечки оксидных конденсаторов) в большинстве случаев восстанавливается. Остаточные изменения параметров связаны в основном с устойчивыми нарушениями структуры рабочего диэлектрика и защитных материалов. Особенно подвержена изменениям структура полимерных материалов, применяемых в пленочных и комбинированных конденсаторах.

Конденсаторы с органическим диэлектриком вообще более чувствительны к воздействию излучения по сравнению с неорганическим диэлектриком. Наиболее устойчивы к воздействию ионизирующих излучений керамические конденсаторы

Наибольшие необратимые изменения параметров вызываются длительным воздействием электрической нагрузки.

Превышение допустимых значений постоянного и переменного напряжения резко снижает надежность конденсаторов. Наиболее устойчивы к воздействию электрических нагрузок и стабильны защищенные керамические конденсаторы. Среди оксидных конденсаторов наиболее стабильны оксидно-полупроводниковые герметизированные конденсаторы. Низкая стабильность параметров проявляется у электролитических оксидных конденсаторов.

При длительном хранении всех конденсаторов изменяется их емкость.

3.3. СИСТЕМА УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Обозначение конденсаторов для радиоэлектронных устройств производится в соответствии с ОСТ 11.074.008—78 и ГОСТ 11076—69 (ст. СЭВ 1810—79). Условное обозначение конденсаторов может быть сокращенным и полным. Сокращенное обозначение, позволяющее определить, к какому типу относится конкретный конденсатор, содержит три эле-

Таблица 3.5. **Условное обозначение групп конденсаторов**

Подкласс конденсаторов	Группа конденсаторов	Обозначение группы
1	2	3
Конденсаторы постоянной емкости	Керамические на номинальное напряжение ниже 1600 В	10
	Керамические на номинальное напряжение 1600 В и выше	15
	Стеклянные	21
	Стеклокерамические	22
	Тонкопленочные	26
	Слюдяные малой мощности	31
	Слюдяные большой мощности	32
	Бумажные на номинальное напряжение ниже 2 кВ фольговые	40
	Бумажные на номинальное напряжение 2 кВ и выше фольговые	41
	Бумажные металлизированные	42
	Оксидно-электрические алюминиевые	50
	Оксидно-электролитические танталовые, инобиевые и др.	51
	Объемнопористые	52
	Оксидно-полупроводниковые	53
	С двойным электрическим слоем (ионисторы)	58
	Воздушные	60
	Вакуумные	61
	Полистирольные	71
	Фторопластовые	72
	Полиэтилентерефталатные	73
	Комбинированные	75
	Лакопленочные	76
	Поликарбонатные	77
	Полипропиленовые	78
Подстроечные конденсаторы	Вакуумные	1
	Воздушные	2
	С газообразным диэлектриком	3
	С твердым диэлектриком	4
Конденсаторы переменной емкости	Вакуумные	1
	Воздушные	2
	С газообразным диэлектриком	3
	С твердым диэлектриком	4
Нелинейные конденсаторы	Вариконды	1
	Термоконденсаторы	2
Конденсаторные сборки	—	—

Примечание. Комбинированный диэлектрик состоит из определенного сочетания слоев различных материалов.

мента. Первый элемент (одна или две буквы) обозначает подкласс конденсатора:

К — конденсатор постоянной емкости; КТ — конденсатор подстроечный; КП — конденсатор переменной емкости; КН — нелинейный; КС — конденсаторные сборки. Второй элемент — число, обозначающее группу конденсаторов (табл. 3.5).

Третий элемент — порядковый номер разработки конкретного типа конденсатора.

В состав второго и третьего элементов в отдельных случаях может входить также буквенное обозначение.

Для старых типов конденсаторов в основу условных обозначений брались конструктивные, технологические, эксплуатационные и другие признаки (например: КД — конденсаторы дисковые; ФТ — фторопластовые теплостойкие; КТП — конденсаторы трубчатые проходные).

Пример. Сокращенное условное обозначение керамического конденсатора постоянной емкости на номинальное напряжение до 1600 В с порядковым номером разработки 8: К10-8.

Полное условное обозначение устанавливают в документе на поставку конденсаторов, и оно должно состоять из следующих элементов:

Первый элемент — обозначение подкласса и группы.

Второй элемент — обозначение основных параметров и характеристик в следующей последовательности: конструктивное исполнение, номинальное напряжение, номинальная емкость, допускаемое отклонение емкости, группа и класс по температурной стабильности емкости, номинальная реактивная мощность.

Третий элемент — обозначение климатического исполнения.

Четвертый элемент — обозначение документа на поставку.

Пример. Полное условное обозначение комбинированного конденсатора постоянной емкости (К75) с порядковым номером разработки 10 на номинальное напряжение 250 В, номинальной емкостью 0,47 мкФ и допускаемым отклонением ± 5 %, всеклиматического исполнения (В), поставляемого по ... ТУ:

К75-10-250 В — 0,47 мкФ ± 5 % — В... ТУ.

3.4. МАРКИРОВКА

Маркировка конденсаторов может быть буквенно-цифровая, содержащая сокращенное обозначение конденсатора (его тип), номинальное напряжение, емкость, допустимое отклонение емкости от номинальной в процентах, группу ТКЕ, месяц и год выпуска (также может быть марка завода-изготовителя), либо цветовая. Буквенно-цифровая маркировка

производится на конденсаторах достаточно большого размера.

Если конденсатор определенного типа выпускается только одного класса точности, то допуск не маркируют. Группу ТКЕ указывают на слюдяных конденсаторах и некоторых других типах конденсаторов. Для маркировки конденсаторов применяются обозначения, установленные ГОСТ 11076—69 (СТ СЭВ 1810—79). В зависимости от размеров конденсатора применяются полные или сокращенные (кодированные) обозначения. Незащищенные конденсаторы не маркируются, а их характеристики указаны на упаковке.

Полное обозначение номинальных емкостей состоит из цифрового значения номинальной емкости и обозначения единицы измерения (пФ — пикофарады, мкФ — микрофарады, Ф — фарады).

Кодированное обозначение номинальных емкостей состоит из трех или четырех знаков, включающих две или три цифры и букву. Буква кода обозначает множитель, составляющий значение емкости, и определяет положение запятой десятичной дроби. Номинальную емкость от 0 до 999 пФ выражают в пикофарадах, с обозначением единицы измерения буквой р; от 1000 до 999 999 пФ — в нанофарадах, с обозначением буквой п (1 нФ = 1000 пФ); от 1 до 999 — в микрофарадах, с обозначением μ (1 мкФ = 1000 нФ); от 1000 до 999 999мкФ — в миллифарадах, с обозначением m (1 мФ = 1000 мкФ), а более этого значения — в фарадах, с обозначением буквой F, и т. д. Например, 150 пФ — 150р, или п15; 2,2 мкФ — 2μ2.

Допускаемое отклонение емкости в процентах от номинального значения указывают теми же буквами, что и допуски на сопротивление (табл. 3.1). Отклонение в значениях параметра, принятое для конденсаторов малой емкости, обозначают В ($\pm$0,1 пФ), С ($\pm$0,25 пФ).

D ($\pm$0,5 пФ), *F* ($\pm$1 пФ) (табл. 3.1).

После буквы допускаемого отклонения емкости в маркировке конденсатора может присутствовать буквенный код группы по температурному коэффициенту емкости ТКЕ (табл. 3.3) и (или) номинального напряжения (табл. 3.2).

Таким образом, сокращенная буквенно-цифровая маркировка на конденсаторе 33 р*KL* обозначает номинальную емкость 33 пФ с допускаемым отклонением $\pm$10 % и температурной нестабильностью группы М75 (75×10^{-6} °С$^{-1}$). Надпись m10*SF* означает 100 мкФ с допуском 20...50 % на 20 В.

Цветовая кодировка применяется для маркировки номинальной емкости, допускаемого отклонения емкости, номинального напряжения до 63 В (табл. 3.6) и группы ТКЕ (табл. 3.3). Маркировку наносят в виде цветных точек или полосок.

Таблица 3.6. **Цветовые коды для маркировки конденсаторов на примере значений ряда Е12**

Цветовой	Номинальная емкость, пФ		Допускаемое отклонение емкости	Номинальное напряжение, В
	Первая и вторая цифры	Множитель		
Серый	—	—	—	3,2
Черный	10	1	±20 %	4,0
Коричневый	12	10	±1 %	6,3
Красный	15	10^2	±2 %	10
Оранжевый	18	10^3	±0,25 пФ	16
Желтый	22	10^4	±0,5 пФ	40
Зеленый	27	10^5	±5 %	25 или 20
Голубой	33	10^6	±1 %	32 или 30
Фиолетовый	39	10^7	−20...+50 %	50
Серый	47	10^{-2}	−20...+80 %	—
Белый	56	10^{-1}	±10 %	63
Серебряный	68	—	—	2,5
Золотой	82	—	—	1,5

3.5. ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУПП И ТИПОВ КОНДЕНСАТОРОВ

Конденсаторы с неорганическим диэлектриком

Конденсаторы с неорганическим диэлектриком можно разделить на три группы: низковольтные, высоковольтные и помехоподавляющие. В качестве диэлектрика в них используется керамика, стекло, стеклоэмаль, стеклокерамика и слюда. Обкладки выполняются в виде тонкого слоя металла, нанесенного на диэлектрик путем непосредственной его металлизации, или в виде тонкой фольги.

Группа низковольтных конденсаторов включает в себя низкочастотные и высокочастотные конденсаторы.

По назначению они подразделяются на три типа:

тип 1 — конденсаторы, предназначенные для использования в резонансных контурах или других цепях, где малые потери и высокая стабильность емкости имеют существенное значение;

тип 2 — конденсаторы, предназначенные для использования в цепях фильтров, блокировки и развязки или других цепях, где малые потери и высокая стабильность емкости не имеют существенного значения;

тип 3 — керамические конденсаторы с барьерным слоем, предназначенные для работы в тех же цепях, что и конденсаторы типа 2, но имеющие несколько меньшее значение сопротивления изоляции и большее значение тангенса угла диэлектрических потерь, что ограничивает область применения низкими частотами.

Обычно конденсаторы типа 1 считаются высокочастотными, а типов 2 и 3 — низкочастотными. Определенной границы по частоте между конденсаторами типов 1 и 2 не существует. Высокочастотные конденсаторы работают в цепях с частотой до сотен мегагерц, а некоторые типы используют в гигагерцевом диапазоне.

Слюдяные и стеклоэмалевые (стеклянные) конденсаторы относятся к конденсаторам типа 1, стеклокерамические могут быть как типа 1, так и типа 2, керамические — трех типов.

Высоковольтные конденсаторы большой и малой реактивной мощности делаются в основном с диэлектриком из керамики и слюды. По назначению они могут быть типов 1 и 2 и также, как низковольтные конденсаторы, они разделяются на высокочастотные и низкочастотные.

Основным параметром для высоковольтных низкочастотных конденсаторов является удельная энергия, поэтому керамику для них подбирают с большой диэлектрической проницаемостью. Для высокочастотных конденсаторов основным параметром является допустимая реактивная мощность. Она характеризует нагрузочную способность конденсатора при наличии больших напряжений высокой частоты. Для увеличения реактивной мощности выбирают керамику с малыми потерями, а конструкцию и выводы конденсаторов рассчитывают на возможность прохождения больших токов.

Высоковольтные слюдяные конденсаторы делают фольговыми, так как они предназначены для работы при повышенных токовых нагрузках.

Помехоподавляющие конденсаторы с неорганическим керамическим диэлектриком разделяются на опорные и проходные. Их основное назначение — подавление индустриальных и высокочастотных помех, создаваемых промышленными и бытовыми приборами, выпрямительными устройствами и др., а также помех атмосферных и помех, излучаемых различными радиоэлектронными устройствами, т. е. по существу они являются фильтрами нижних частот. К этой группе, исходя из функционального назначения и конструктивного исполнения, условно можно отнести керамические фильтры.

Опорные конденсаторы — это конденсаторы, одним из выводов которых является опорная металлическая пластина с резьбовым креплением.

Проходные конденсаторы делают коаксиальными — один из выводов которых представляет собой токонесущий стержень, по которому протекает полный ток внешней цепи, и некоаксиальными — через выводы которых протекает полный ток внешней цепи.

Проходные керамические конденсаторы имеют конструкцию трубчатого или дискового типа в виде многослойных монолитных шайб.

Если в конденсаторах с целью повышения резонансной

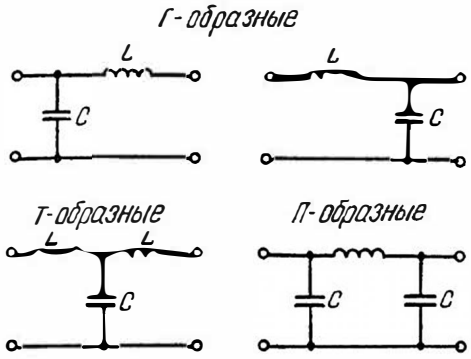


Рис. 3.3. Электрические схемы фильтров

частоты принимаются меры к уменьшению собственной индуктивности, то в фильтрах, наоборот, к емкости добавляют внешнюю индуктивность (ферритовый сердечник) либо используют индуктивность выводов. При этом в зависимости от соединения емкости и индуктивности возможны следующие схемы включения: Г-образные, Т-образные и П-образные (рис. 3.3).

Конденсаторы с органическим диэлектриком

Органические диэлектрики, используемые в конденсаторах,— это конденсаторная бумага, различные пленки и их комбинации. Конденсаторы изготовляют намоткой тонких лент диэлектриков. Деление конденсаторов с органической изоляцией на низковольтные (до 1600 В) и высоковольтные (свыше 1600 В) несколько условно. По назначению конденсаторы можно разделить на низкочастотные и высокочастотные.

К низкочастотным относятся конденсаторы на основе полярных и слабополярных органических пленок (бумажные, металлобумажные, полиэтилентерефталатные, комбинированные, лакопленочные, поликарбонатные и полипропиленовые), тангенс угла диэлектрических потерь которых имеет резко выраженную зависимость от частоты. Они способны работать на частотах до $10^4...10^5$ Гц при существенном снижении амплитуды переменной составляющей напряжения с увеличением частоты.

К высокочастотным относятся конденсаторы на основе неполярных органических пленок (полистирольные, фторопластовые), имеющие малое значение тангенса угла потерь, не зависящее от частоты. Они допускают работу на частотах до $10^5...10^7$ Гц. Верхний предел по частоте зависит от конструкции обкладок и контактного узла и от емкости. К этой группе относят и некоторые типы конденсаторов на основе слабополярной полипропиленовой пленки.

Высоковольтные конденсаторы можно разделить на высоковольтные постоянного напряжения и высоковольтные импульсные. В качестве диэлектрика высоковольтных конденсаторов постоянного напряжения исполь-

зуют: бумагу, полистирол, политетрафторэтилен (фторопласт), полиэтилентерефталат (лавсан) и сочетание бумаги и синтетических пленок (комбинированные). Высоковольтные импульсные конденсаторы в большинстве случаев делают на основе бумажного и комбинированного диэлектриков.

Основное требование, предъявляемое к высоковольтным конденсаторам,— высокая электрическая прочность. Поэтому часто прибегают к использованию комбинированного диэлектрика, состоящего из слоев бумаги, пленки и слоя жидкого диэлектрика. Комбинированные конденсаторы обладают повышенной по сравнению с бумажными электрической прочностью.

Высоковольтные импульсные конденсаторы наряду с высокой электрической прочностью и сравнительно большими емкостями должны допускать быстрые разряды, т. е. пропускать большие токи. Следовательно, их собственная индуктивность должна быть малой, чтобы не искажать формы импульсов. Этим требованиям лучше удовлетворяют конденсаторы бумажные, металлобумажные и комбинированные.

Дозиметрические конденсаторы работают в цепях с низким уровнем токовых нагрузок. Поэтому они должны обладать очень малым саморазрядом, большим сопротивлением изоляции, а следовательно, и большой постоянной времени. Лучше всего для этой цели подходят фторопластовые конденсаторы.

Помехоподавляющие конденсаторы предназначены для ослабления электромагнитных помех в широком диапазоне частот. Они имеют малую собственную индуктивность, в результате чего повышается резонансная частота и полоса подавляемых частот. Помехоподавляющие конденсаторы делают бумажные, комбинированные и пленочные (в основном лавсановые).

Конденсаторы с оксидным диэлектриком (старое название электролитические). Они разделяются на конденсаторы: общего назначения, неполярные, высокочастотные, импульсные, пусковые и помехоподавляющие. В качестве диэлектрика в них используется оксидный слой, образуемый электрохимическим путем на аноде — металлической обкладке из некоторых металлов.

В зависимости от материала анода оксидные конденсаторы подразделяют на алюминиевые, танталовые и ниобиевые.

Второй обкладкой конденсатора — катодом — служит электролит, пропитывающий бумажную или тканевую прокладку в оксидно-электролитических (жидкостных) алюминиевых и танталовых конденсаторах, жидкий или гелеобразный электролит в танталовых объемно-пористых конденсаторах и полупроводник (двуокись марганца) в оксидно-полупроводниковых конденсаторах.

Конденсаторы с оксидным диэлектриком — низковольт-

ные, с относительно большими потерями, но в отличие от других типов низковольтных конденсаторов имеют несравнимо большие заряды и большие емкости (от единиц до сотен тысяч микрофарад). Они используются в фильтрах источников электропитания, цепях развязки, шунтирующих и переходных цепях полупроводниковых устройств на низких частотах и т. п.

Конденсаторы группы общего назначения имеют униполярную (одностороннюю) проводимость, вследствие чего их эксплуатация возможна только при положительном потенциале на аноде. Тем не менее это наиболее распространенные оксидные конденсаторы. Они могут быть жидкостными, объемно-пористыми и оксидно-полупроводниковыми.

Неполярные конденсаторы с оксидным диэлектриком могут включаться в цепь постоянного и пульсирующего тока без учета полярности, а также допускать смену полярности в процессе эксплуатации.

Неполярные конденсаторы делают оксидно-электролитические (жидкостные) алюминиевые и танталовые и оксидно-полупроводниковые танталовые.

Высокочастотные конденсаторы (алюминиевые жидкостные и танталовые оксидно-полупроводниковые) широко применяются в источниках вторичного электропитания, в качестве накопительных и фильтрующих элементов в цепях развязок и переходных цепях полупроводниковых устройств в диапазоне частот пульсирующего тока от десятков герц до сотен килогерц. Отсюда следует, что понятие «высокочастотные» для оксидных конденсаторов относительное. По частотным характеристикам их нельзя сравнивать с конденсаторами на неорганической основе.

Для расширения возможностей использования оксидных конденсаторов в более широком диапазоне частот необходимо снижать их полное сопротивление. Это оказалось возможным при появлении совершенно новых конструктивных решений — четырехвыводных конструкций и плоской конструкции типа «книга», позволяющих их эксплуатацию на значительно более высоких частотах.

Импульсные конденсаторы используются в электрических цепях с относительно длительным зарядом и быстрым разрядом, например в устройствах фотовспышек и др. Такие конденсаторы должны быть энергоемкими, иметь малое полное сопротивление и большое рабочее напряжение. Наилучшим образом этому требованию удовлетворяют оксидно-электролитические алюминиевые конденсаторы с напряжением до 500 В.

Пусковые конденсаторы используются в асинхронных двигателях, в которых емкость включается только на момент пуска двигателя. При наличии пусковой емкости вращающееся поле двигателя при пуске приближается к круговому, а магнитный поток увеличивается. Все это способствует повыше-

нию пускового момента, улучшает характеристики двигателя.

В связи с тем что пусковые конденсаторы включаются в сеть переменного тока, они должны быть неполярными и иметь сравнительно большое для оксидных конденсаторов рабочее напряжение переменного тока, несколько превышающее напряжение промышленной сети. На практике используются пусковые конденсаторы емкостью порядка десятков и сотен микрофарад, созданные на основе алюминиевых оксидных пленок с жидким электролитом.

В группу оксидных помехоподавляющих конденсаторов входят только проходные оксидно-полупроводниковые танталовые конденсаторы. Они также, как и проходные конденсаторы других типов, выполняют роль фильтра нижних частот, но в отличие от них имеют гораздо большие значения емкостей, что дает возможность сдвигать частотную характеристику в область более низких частот.

Конденсаторы с газообразным диэлектриком. По выполняемой функции и характеру изменения емкости эти конденсаторы разделяются на постоянные и переменные. В качестве диэлектрика в них используется воздух, сжатый газ (азот, фреон, элегаз), вакуум. Особенностью газообразных диэлектриков являются малое значение тангенса угла диэлектрических потерь (до 10^{-5}) и высокая стабильность электрических параметров. Поэтому основной областью их применения является высоковольтная и высокочастотная аппаратура.

В радиоэлектронной аппаратуре из конденсаторов с газообразным диэлектриком наибольшее распространение получили вакуумные. По сравнению с воздушными они имеют значительно большие удельные емкости, меньшие потери в широком диапазоне частот, более высокую электрическую прочность и стабильность параметров при изменении окружающей среды. По сравнению с газонаполненными, требующими периодической подкачки газа из-за его утечки, вакуумные конденсаторы имеют более простую и легкую конструкцию, меньшие потери и лучшую температурную стабильность; они более устойчивы к вибрации, допускают более высокое значение реактивной мощности.

Вакуумные конденсаторы переменной емкости обладают малым значением момента вращения, а масса и габариты их значительно ниже по сравнению с воздушными конденсаторами. Коэффициент перекрытия по емкости вакуумных переменных конденсаторов может достигать 100 и более.

Вакуумные конденсаторы применяются в передающих устройствах ДВ-, СВ- и КВ-диапазонов на частотах до 30...80 МГц в качестве контурных, блокировочных, фильтровых и разделительных конденсаторов, используются также в качестве накопителей в импульсных искусственных линиях формирования и различного рода мощных высоковольтных высокочастотных установках.

Краткие характеристики типов конденсаторов. Типы, основные особенности и возможная область применения наиболее распространенных конденсаторов приведены в табл. 3.8.

Чтобы полнее охарактеризовать типы конденсаторов, введем понятие диэлектрической абсорбции, которая характеризует свойство конденсатора сохранять некоторый заряд после кратковременного замыкания его обкладок. Коэффициент абсорбции

$$K_a = U_2/U_1 \cdot 100\ \%,$$

где U_1 — напряжение на обкладках конденсаторов до их замыкания; U_2 — напряжение, восстановившееся на обкладках конденсатора через 3 мин после того, как он был закорочен на 5 с.

Значение коэффициентов абсорбции для конденсаторов при температуре 20 °С и различных диэлектриках приведены в табл. 3.9. Как отмечено выше, при работе в цепях переменного тока часть подводимой к конденсатору электрической энергии рассеивается. Потери энергии в конденсаторе характеризуются значением tg δ. Для характеристики некоторых типов конденсаторов приведем их значения tg δ в табл. 3.7.

Таблица 3.7. **Значения тангенса угла потерь**

Конденсатор	Частота измерения, Гц	tg δ при 20 °С	Конденсатор	Частота измерения, Гц	tg δ при 20 °С
1	2	3	4	5	6
Керамический:			Металлобумажный:		
высокочастотный	10^6	0,001... 0,0015	К42У-2,	50	0,008
низкочастотный	10^3	0,01... 0,035	МБГ	50...10^3	0,015
			Электролитический алюминиевый ЭМ:		
Комбинированный:					
К75-10	50	0,008	на 150 В	50	0,1...0,15
К75-12	10^3	0,01	Электролитический танталовый объемно-пористый		
			К52-2А	50	0,3
Фторопластовый:			Оксидно-полупроводниковый:		
Ф4	10^3	0,0005			
К72П-6, К72-11	10^3	0,001..	К53-7	50	0,06
Слюдяной КСО	10^6	0,001... 0,002	К53-1А, К53-6А	50	0,08

Продолжение табл. 3.7.

1	2	3	4	5	6
Стеклоэмалевый	10^6	0,0015	К53-А		0,2
			Лакопленочный:		
Полистирольный	10^6	0,001	К76П-1	10^3	0,01
Бумажный	50... 10^3	0,01	К76-2	10^3	0,01

Таблица 3.8. **Краткие характеристики конденсаторов**

Тип конденсатора	Сокращенное обозначение	Особенности	Применение
1	2	3	4
	К10	Для высокочастотных конденсаторов: малые потери, большой выбор значений ТКЕ	Для высокочастотных конденсаторов: термокомпенсация, емкостная связь, фиксированная настройка контуров на высокой частоте
		Для низкочастотных: большая удельная емкость, резкая зависимость емкости от температуры	Для низкочастотных конденсаторов: шунтирующие, блокировочные и фильтровые цепи, связь между каскадами на низкой частоте
	К15	Относительно большие реактивные мощности, большой выбор значений ТКЕ	Емкостная связь, фиксированная настройка мощных высокочастотных контуров, импульсная техника
	К21 К22 К23	Малые потери, сопротивление изоляции, высокая стабильность емкости во времени	Блокировка, фиксированная настройка высокочастотных контуров, емкостная связь, шунтирующие цепи
	К31 К32	Малые потери, низкая удельная емкость, малое изменение емкости от температуры и во времени	Блокировочные и шунтирующие, высокочастотные фильтровые цепи, емкостная связь, фиксированная настройка контуров
	К40 К41	Повышенные потери, высокая удельная емкость, значительная индуктивность	Блокировочные, буферные, шунтирующие, фильтровые цепи, емкостная связь
	К42	Большая, чем у бумажных, удельная емкость, способность самовосстанавливаться при пробое	Шунтирующие и фильтровые цепи, накопление энергии в импульсных устройствах

Продолжение табл. 3 8

1	2	3	4
	К50	Очень большая удельная емкость, большие потери, значительные токи утечки	Шунтирующие и фильтровые цепи, накопление энергии в импульсных устройствах
	К51 К52 К53	Большая удельная емкость, меньшие потери и токи утечки, увеличенный срок хранения, более широкий интервал рабочих температур по сравнению с электролитическими алюминиевыми	Применяются в тех же цепях, что и электролитические алюминиевые, в основном в транзисторной аппаратуре с повышенными требованиями к параметрам конденсаторов
	К60	Лучшие температурно-частотные характеристики	
	К61	Очень малые потери и малая удельная емкость, очень малое изменение емкости во времени	Образцовые эталоны емкости, высоковольтные блокировочные, развязывающие, контурные цепи
	К70 К71	Очень высокое сопротивление изоляции, низкая абсорбция	Точные временные цепи, интегрирующие устройства, настроенные контуры высокой добротности, образцовые емкости
	К72	Высокая рабочая температура (до 200 °С), очень высокое сопротивление изоляции, низкая абсорбция, очень малые потери и малое изменение емкости от температуры	В тех же цепях, что и конденсаторы К71 при повышенных температурах и жестких требованиях к электрическим параметрам
	К73 К74	Малая абсорбция, электрические характеристики несколько лучше, чем у бумажных конденсаторов	В тех же цепях, что и бумажные конденсаторы при повышенных требованиях к электрическим параметрам
	К75	Повышенная электрическая прочность и высокая надежность	В тех же цепях, что и бумажные конденсаторы при повышенных требованиях к надежности
	К76	Высокая удельная емкость (выше, чем у металлобумажных конденсаторов), малые габаритные размеры, ток утечки меньше, чем у электролитических конденсаторов	Частично могут заменять электролитические конденсаторы (особенно при повышенных значениях переменной составляющей) Применяются в тех же цепях, что и бумажные, металлобумажные и электролитические конденсаторы
	К77	Высокое сопротивление изоляции, малая абсорбция, пониженные по сравнению с К73 потери	В тех же цепях, что и конденсаторы К73, но при более высоких частотах

Таблица 3.9. **Коэффициенты абсорбции для конденсаторов и диэлектриков**

Диэлектрик	Тип конденсатора	Коэффициент абсорбции, %
Полистирольная пленка	ПСО, ПО, ПМ, МГП, МПГО, К71-3, К71-4, К71-5 и др.	0,03...0,1
Пленка фторопласт-4	ФТ, К72П-6, ФГТИ, К72-11, ПМГЦ, ПМГП, К73П-2	0,91...0,1 0,2...0,8
Бумага с неполярной пропиткой	КБГ, К50П-2, К40У-5, К40У-9 и др.	0,6...2
Металлобумажные конденсаторы, пропитанные церезином	МБГ, МБГО, МБГИ, МБГТ, МБМ, К42-11, К42У-2 и др.	2...5
Слюда	КСО, КСОТ, КСГ, СГМ, К31У-3 и др.	2...5
Окись:		
тантала	К52-1, ЭТО, К53-1	0,6...2,5
алюминия	К50-3, К50-6, К50-7, К50-24, К50-20, К50-22	
Керамика Т-150	Группа ТКЕ М1500	2...5
Керамика Т-900	Группа НЗО	До 15

Глава 4

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОНДЕНСАТОРОВ

4.1. КОНДЕНСАТОРЫ С НЕОРГАНИЧЕСКИМ ДИЭЛЕКТРИКОМ

4.1.1. Низковольтные конденсаторы

Керамические монолитные

К10-17, К10-23, К10-27, К10-28, К10-36, К10-42, К10-43; прецизионный К10-47, К10-49, К10-50, К10-52, К10-60

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока. К10-42 предназначены также для работы в диапазоне ВЧ до 2 ГГц. Конструктивно конденсаторы выполнены изолированными: К10-17а; К10-23; К10-28; К10-36; К10-43а; К10-49а; К10-50а; К10-60а.

Незащищенными: К10-17в; К10-27; К10-28в; К10-42; К10-43в; К10-47в; К10-50в; К10-52; К10-60б.

Конденсаторы К10-17; К10-23; К10-50 могут быть типа 1 и типа 2, конденсаторы К10-42; К10-43; К10-52 — только типа 1, конденсаторы К10-27; К10-28; К10-36; К10-47; К10-49 — только типа 2.

Конденсаторы типа 1 отличаются от конденсаторов типа 2 относительно большой реактивной мощностью, низкими потерями, высоким сопротивлением изоляции, стабильностью ТКЕ.

Емкость керамических конденсаторов типа 1 в интервале допустимых рабочих температур практически не зависит от диапазона частот в пределах примерно до 10^7 Гц.

Конденсаторы К10-27 могут быть двух-, трех- и пятисекционными.

Конденсаторы К10-17, К10-23, К10-27, К10-28, К10-28, К10-36, К10-42, К10-43, К10-47, К10-50, К10-52, К10-60 прямоугольной формы и изображены: К10-17, К10-49, К10-50 — на рис. 4.1; К10-23 — рис. 4.2; К10-27 — рис. 4.3 *(а, б, в)*; К10-28 — рис. 4.4; К10-36 — рис. 4.5; К10-42 — рис. 4.6; К10-52 — рис. 4.7; К10-43 — рис. 4.8; К10-47 — рис. 4.9; К10-60 — рис. 4.10.

Численные значения параметров приведены в табл. 4.1.

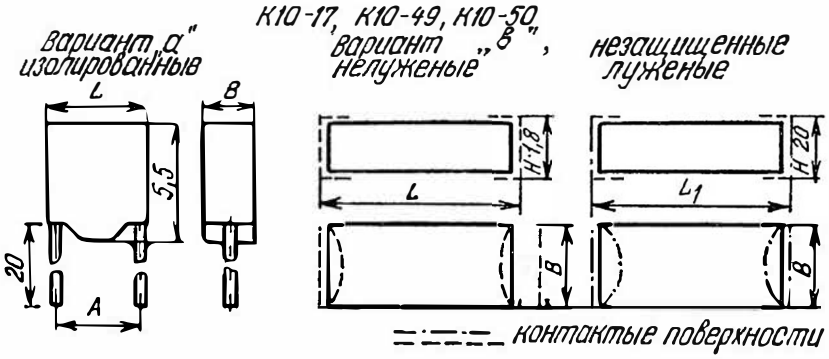


Рис. 4.1. К10-17, К10-49, К10-50

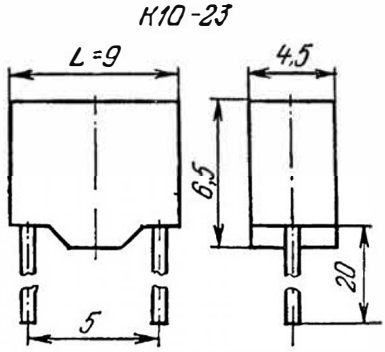


Рис. 4.2. К10-23

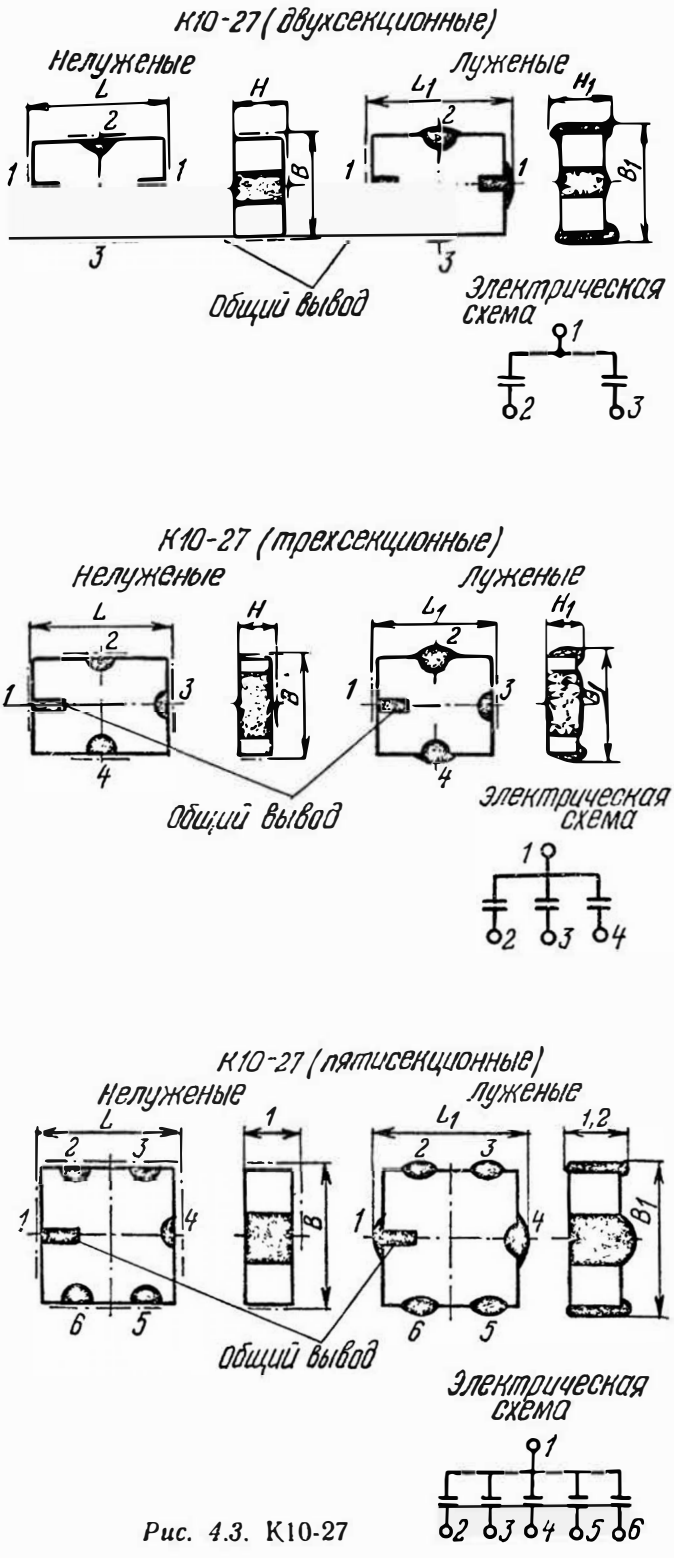

К10-27 (двухсекционные)
Нелуженые
Луженые
L
H
L1
H1
B
B1
1
2
3
Общий вывод
Электрическая схема
К10-27 (трехсекционные)
Нелуженые
Луженые
4
Общий вывод
Электрическая схема
К10-27 (пятисекционные)
Нелуженые
Луженые
1,2
5
6
Общий вывод
Электрическая схема

Рис. 4.3. К10-27

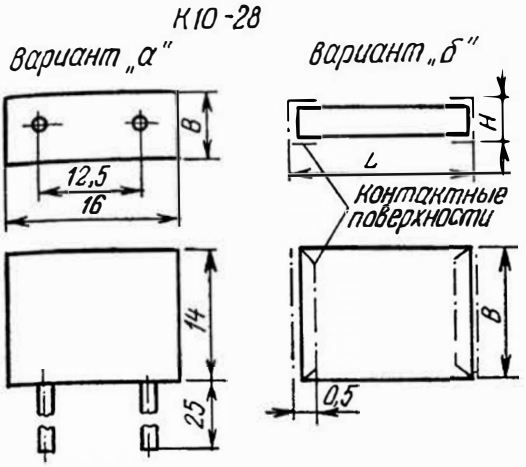


Рис. 4.4. К10-28

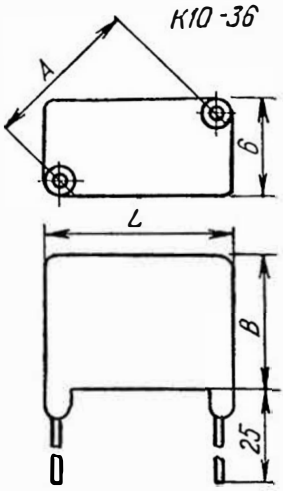


Рис. 4.5. К10-36

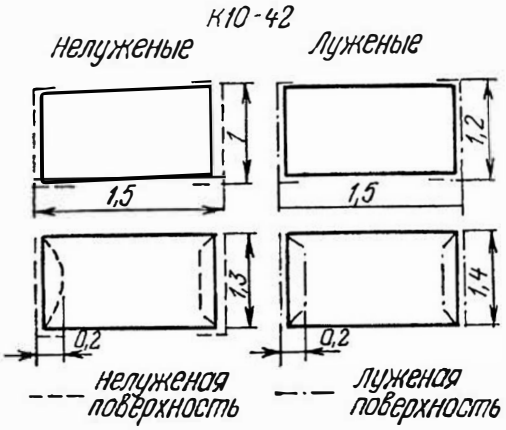


Рис. 4.6. К10-42

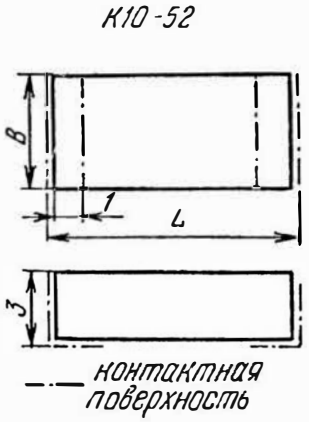


Рис. 4.7. К10-52

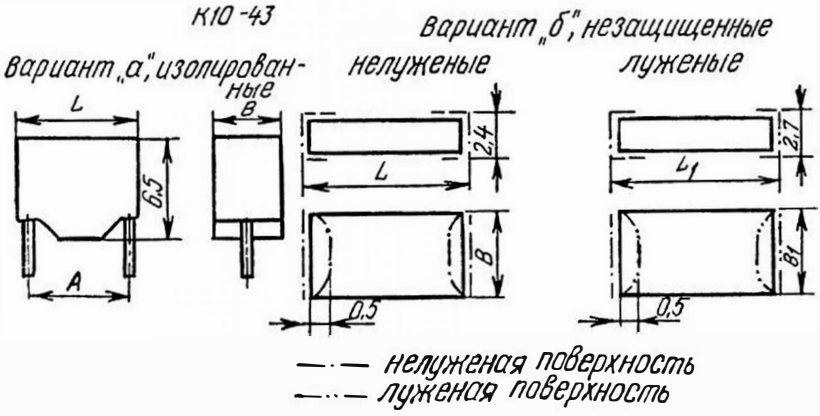


Рис. 4.8. К10-43

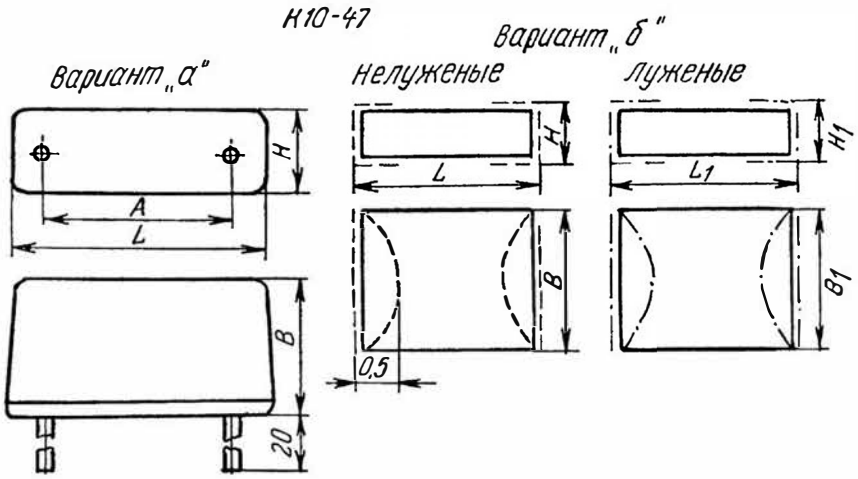


Рис. 4.9. К10-47

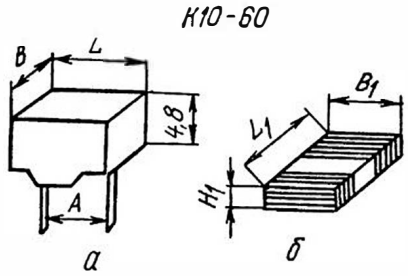


Рис. 4.10. К10-60

Таблица 4.1. **Параметры керамических монолитных конденсаторов**

Тип	Номинальное напряжение, В	Группы ТКЕ	Диапазон номинальных емкостей	Размеры, мм			Масса, г
1	2	3	4	5			6
			пФ	*B*	*L*	*A*	
К10-17, вариант «а»	25	П33	910...10 000	4,6...8,6	6,8...12,0	2,5...7,5	0,5...2,0
		М47	1100...12 000				
		М75	1200...15 000				
		М750	2400...27 000				
		М1500	3900...39 000				
		Н50	0,047...0,1 мкФ				
		Н90	0,015...1,5 мкФ				
			пФ	*B*	*L*	*A*	
К10-17-1, вариант «а»	50	П33	2,2...4700	4,6...8,6	6,8...12,0	2,5...7,5	0,5...2,0
		М47	2,2...5600				
		М75	10...6200				
		М750	33...12 000				
		М1500	75...22 000				
		Н50	680...22 000				
	40	Н90	6800...22 000				
			пФ	*B*	*L*	B_1	L_1
		П33	22...4700				

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4	5						6
К10-17-1, вариант «в»	50	М47 М75 М750 М1500 Н50	22...5600 33...6200 68...12 000 100...22 000 470...22 000	1,3...6,6		1,5...8,0		1,2...6,8	1,4...8,0	0,1...0,6
	40	Н90	0,0022...0,68 мкФ							
			пФ	*B*		*L*		B_1	L_1	
К10-17-2, вариант «в»	25	П33 М47 М75 М750 М1500 Н50 Н90	36...10 000 39...12 000 43...15 000 100...27 000 150...39 000 0,0022...0,47 мкФ 0,0068...1,5 мкФ	1,3...6,6		1,5...8,0		1,4...6,8	1,5...8,0	0,1...0,6
			мкФ	*B*		*L*		*H*		
К10-49 «в»	25	—	0,022...0,47	3,2...6,8		4...8		1,2...2,0		0,2...0,6
			мкФ	B_1		L_1		*A*		
К10-49 «а»	25	—	0,022...0,47	4,8...8,5		6,7...12		2,5...7,5		0,5...2
			мкФ	*B*	*L*	*H*	B_1	L_1	H_1	
К10-50 «в»	25 10	МПО Н90	0,000022...0,03 0,022.. 3,3	1,3...4,4	1,5...5,5	1,2...1,8	1,4...4,6	1,5...5,5	1,4...2,0	0,1...0,6

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4	5						6
			пФ	*B*	*L*	*H*	*A*			
К10-23	16	П33 М47 М75 М750 М1500 430	2,2...360 2,2...330 10...820 33...1500 75...3000 680 пФ...0,033 мкФ	4,5	9	6,5	5			1
К10-27 двухсекционные	16	—	мкФ 2×0,015...2×0,1	*B* 4,2...6,7	*L* 4,2...8,2	*H* 0,8...1,0	B_1 4,5...7,0	L_1 4,5...8,5	H_1 1,0...1,2	0,1...0,3
К10-27 трехсекционные	16	—	мкФ 3×0,0068...3×0,068	*B* 4,2...6,7	*L* 4,2...8,2	*H* 0,8...1,0	B_1 4,5...7,0	L_1 4,5...8,5	H_1 1,0...1,2	0,1...0,3
К10-27 пятисекционные	16	—	мКф 5×0,022; 5×0,047	*B* 5,7...6,7	*L* 6,7...8,2	B_1 6,0...7,0	L_1 7,0...8,5			0,2...0,3
вариант А К10-28	50	—	мкФ 0,22...1,0	*B* 4,5; 6,0	*L* 16	*n* 14	*A* 12,5			4,5; 9,0
К10-28 вариант В	50	—	мкФ 0,22...1,0	*B* 10; 12	*L* 6,8; 10,6	*H* 2; 3,5				1,5...3,5
К10-36	50	—	мкФ 0.0015...0,068	*B* 6...13	*L* 6...13	*A* 2,5...7,5				0,7...2,0 —

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
			пФ	*B* *L*	
К10-42	50	—	1,0...22,0	1,2; 1,4 1,5	0,1
			пФ	*B* *L*	
		П120	240...1000		
	25	М47	1000...7500		
К10-52	50	П120	10...430	4,3; 6.5 5,5; 8,0	0,7; 10
		М47	240...1800		
	100	М47	10...360		
			мкФ	*B* *L* *A*	
К10-43 вариант А	50	—	0,0000215...0,0442	4,8...12,2 8,2...16,5 2,5...10	0,7...4,5
			мкФ	*B* *L* B_1 L_1	
К10-43 вариант В	50	—	0,0000215...0,0442	2,9...10,6 4,0...12,0 3,2...11,0 4...12,0	0,2...2,5
			мкФ	*B* *L* *H* *A*	
		Н30	0,68...2,2		
	25	Н90	2,2...6,8		
К10-47 вариант А	50	Н30	0,047...1,5	5,3...7,1 7,5...16,0 5,0...13,5 5...12,5	1,0...6,5
		Н90	1,0...2,2		
	100	Н30	0,01...0,68		

Продолжение табл 4.1

1	2	3	4	5	6
	250	Н30	0,0015...0,1		
	500	Н30	0,001...0,017		
			мкФ	*B* *L* *H* B_1 L_1 H_1	
		Н30	0,68...2,2		
	25	Н90	2,2...6,8		
К10-47		Н30	0,047...1,5		
вариант В	50	Н90	1,0...2,2	2,9...10,8 4,0...12 1,6...4,2 3,2...11 4,0. 12 1,8. 4,5	0,25...4,5
	100	Н30	0,01...0,68		
	250	Н30	0,0015...0,1		
	500	Н30	0,001...0,047		
			мкФ	*B* *L* *A*	
К10-60	16	МПО	0,015...0,047		
вариант А	10	Н90	1...4,7	4,6; 6,7 6,8; 8,4 2,5; 5	—
			мкФ	B_1 L_1 H_1 *B* *L* *H*	
К10-60	16	МПО	0,0068...0,047		
вариант В	10	Н90	0,068...4,7	1,3...4,4 1,9...6 4,8 1,4...4,6 2...6,2 1,4...1,6	—

Допускаемое отклонение емкости, %:	
К10-43	±(1, 2, 5)
К10-17, К10-23, К10-42, К10-50, К10-52, К10-60, гр. П120, П33, МПО, М47, М75, М1500	±(5, 10, 20)
гр. Н30, Н50	(−20...+80)
гр. Н90	(−20...+80)
Тангенс угла потерь:	
К10-17, К10-23, К10-42, К10-43, К10-50, К10-52, К10-60, гр. П120, П33, МПО, М47, М75, М750, М1500 емкостью более 50 пФ	0,0015
для тех же конденсаторов емкостью менее 50 пФ	$1{,}5(150/c+7)\times$ $\times 10^{-4}$
гр. Н30, Н50, Н90	0,035
Сопротивление изоляции, МОм:	
К10-17, К10-23, К10-27, К10-47, К10-50, гр. Н30, Н90	1000
К10-50, гр. Н30, Н50, Н90	3000
К10-36, К10-49	100
К10-60, гр. Н90	4000
гр. П120, П33, НПО, М47, М75, М750, М1500	10 000
Постоянная времени, МОм×мкФ:	
К10-17×гр. М750, М1500; К10-43, К10-50, К10-60, гр. МПО	250
К10-17, гр. Н50, Н90, К10-23, К10-27, К10-28, К10-47, К10-50, гр. Н90	75
К10-36, К10-49	2,5
К10-60, гр. Н90	100
Диапазон рабочих температур, °С	−60.. +315
К10-52	
К10-42, К10-43, К10-47, гр. Н30, К10-50, гр. МПО; К10-17	−60..+125
К10-17, гр. Н90, К10-23, К10-27, К10-28 варианта А, К10-36, К10-47, гр. Н90, К10-49, К10-50, гр. Н90, К10-60	−60...+85
Срок сохраняемости, лет:	
К10-17, К10-27, К10-28, К10-36	12
К10-23, К10-42, К10-43, К10-47, К10-50, К10-52	15
К10-49	6
Допускаемая реактивная мощность, ВАР:	
К10-17, гр. Н50, Н90	0,06...2
К10-17	1...40
К10-23, гр. М33, М47, М750, М1500	20
К10-23, гр. Н90	1
К10-27	0,25...1,5
К10-28	0,5...1

К10-36	0,5...1,5
К10-42	5
К10-43	5...100
К10-47	2...4,5
К10-49	0,25...2
К10-50, гр. Н90	0,1...1,5
К10-50, гр. МПО	2,5...30
К10-52	10; 20

Керамические дисковые, пластинчатые, трубчатые, секционные

К10У-5, К10-7В, К10-18, К10-19, К10-25, К10-29, К10-38, К10-45

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока.

Конденсаторы К10-18, К10-19, К10-24, К10-29 предназначены для использования в качестве встроенных элементов внутреннего монтажа аппаратуры (в кожухе комплектного изделия). Конденсаторы выпускаются в обычном и всеклиматическом исполнении: К10У-5, К10-18, К10-19 — круглой формы; К10-7 В, К10-45 — прямоугольной формы; К10-25, К10-29, К10-38 — цилиндрической формы. Они изображены на рисунках: К10У-5 — рис. 4.11; К10-7В — рис. 4.12; К10-18 — рис. 4.13; К10-19 — рис. 4.14; К10-25 — рис. 4.15; К10-38 — рис. 4.16; К10-45 — рис. 4.17. Численные значения параметров приведены в табл. 4.2.

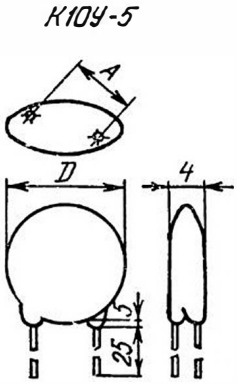


Рис. 4.11. К10У-5

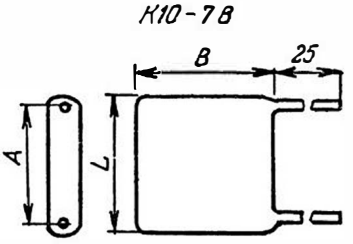


Рис. 4.12. К10-7В

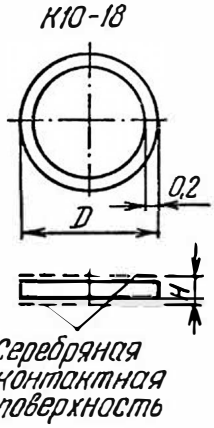


Рис. 4.13. К10-18

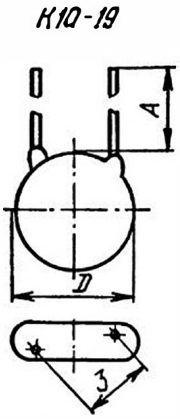


Рис. 4.14. К10-19

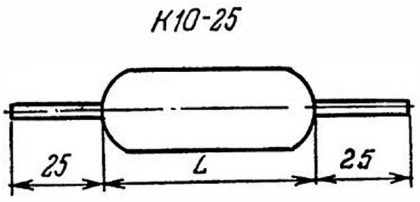


Рис. 4.15. К10-25

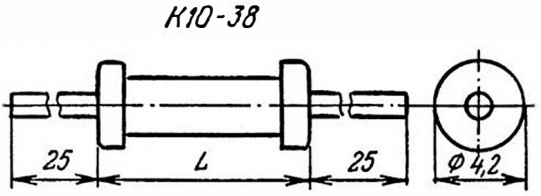


Рис. 4.16. К10-38

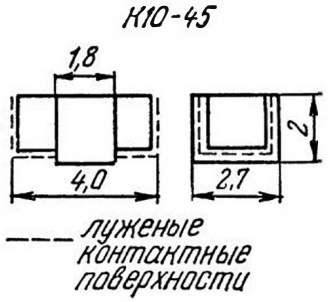


Рис. 4.17. К10-45

Таблица 4.2. **Параметры керамических, дисковых, пластинчатых, трубчатых, секционных конденсаторов**

Тип	Номинальное напряжение, В	Группа ТКЕ	Диапазон номинальных емкостей, мкФ	Размеры, мм				Масса, г
1	2	3	4	5				6
			мкФ	*D*		*A*		
	3		0,1...2,2					
	10	Н50	0,01...0,47					0,5...2,5
	25		0,0068...0,22					
К10У-5	10		0,01...0,047	7...19		2,5...7,5		
	25	Н90	0,0068...0,33					0,5...2,5
	50		0,068...0,15					
	25	Н20	0,0033...0,1					0,5...2,5
			мкФ	*B*	*L*	*H*	*A*	
		П33	0,000015...0,00018					
		МПО	0,000018...0,00022					
		М47	0,000022...0,0027					
К10-7В	50	М750	0,000047...0,00068	4...14	4...14	3,5...4,5	2,5...5,0	1,0...2,5
		М1500	0,000068...0,001					
		Н30	0,00068...0,01					
		Н70	0,0015...0,022					
		Н90	0,0033...0,068					
		П100	1...2,2 пФ	*D*		*H*		
		П33	2,7...12 пФ					

Продолжение табл. 4.2

1	2	3	4	5	6
К10-18	500	М47 М700 М1300	3,3...15 пФ 27...47 пФ 56...100 пФ	6,5...10,5	1,6...2,6	1,0...1,5
	300	Н70	470...2200 пФ			
			пФ	*D*	*A*	
К10-19	250	П100 П33 М47 М75 М750 М1500	1...7,5 1...10 1...15 1...39 10...56 18...130	4,8...6,8	25	0,3...1,0
	160	Н70	680...2200			
				L	*A*	
К10-25	500	П100 П33 М47 М750	5,1...51 5,1...62 5,1...150 390...560	16...35	25	2,3...3,4
			пФ	*L* L_1 L_2 L_3 *d*		
К10-29	500	П100 П33 МПО М75	0,33; 0,47 0,47...0,68; 1,0; 1,5 0,47...0,68; 1,0; 1,5 0,47...1,0; 1,5			

Продолжение табл. 4.2

1	2	3	4	5					6
		М330 М750 М1500	0,68...3,9 1,0...4,7 2,2...10,0	5...6	9...10	8...9	7...8	3,5...5,5	—
			пФ	*L*			*A*		
		Н47	1...10	10,8					
	500	М750	0,56; 0,68; 0,82	12					
К10-38		М750 М1500	1...27 1...30	10,8			25		1
	300	Н70	470...1000						
			пФ	*L*		*B*		*H*	
К10-45	50	МПО М47	0,51...22 0,51...22	4,0		2,7		2	0,1

Тангенс угла потерь:
К10-7В, К10-19, К10-25, К10-45, гр. П100, П33, М47, М75, М750, М1500 0,01
К10У-5, К10-18, К10-7В, К10-38, гр. Н20, Н30, Н70, Н90 0,035
К10У-5, гр. Н50 0,050

Сопротивление изоляции, МОм:
К10-18, К10-19, К10-29, К10-7В, К10-25, К10-38, гр. П100, П33, М47, М75, М750, М1500 . . . . . 100 000
К10-18, К10-19, К10-38, гр. Н20, Н50, Н70, Н90, К10-45 3000
К10-7В, гр. Н30, Н70, Н90 . . . 1000

Постоянная времени, МОм × мкФ:
К10У-5 . . . . . 0,05—35

Диапазон рабочих температур, °С:
К10-19, гр. П100, П33, М47, М75, М750, М1500, К10-45 . . . . . —60...+125
К10-38 . . . . . —60...+100
К10-19, гр. Н90; К10У-5, гр. Н50, Н90, К10-29, К10-25 . . . . . —60...+85
К10-7В . . . . . —40...+85
К10У-5, гр. Н20 . . . . . —25...+85

Срок сохраняемости, лет:
К10-38, К10-45 15
К10-18, К10-29, К10-7В 12
К10У-5, К10-9 10
К10-24 8

Допускаемое отклонение емкости:
К10-29 (1...1,5 пФ), К10-38, (1... 6,8 пФ), гр. П100, П33, М47, М75 . . ±0,4 пФ
К10-19 (4,7...7,5 пФ) . . . . . ±0,4 пФ
К10-29 (0,33...1,3 пФ), К10-38 (1 .. 6,8 пФ), К10-45 (до 10 пФ) . . . . ±0,25 пФ
К10-29 (1,5...2,4 пФ) . . . . . ±0,25 пФ, ±20 %
К10-29 (2,7...4,7 пФ) . . . . . ±0,25 пФ; ±10 %
К10-45 (10 пФ и более) . . . . . ±2 %
К10-29 (5,1...10 пФ), К10-7В, ±5 %, ±10 %,
К10-25, К10-38 . . . . . ±20 %
К10-7В, гр. Н30 . . . . . ±20 %
К10У-5, гр. Н50, К10-18, гр. Н70 . . (—20...+50) %
К10У-5, гр. Н20 . . . . . ±20 %
К10У-5, гр. Н90, К10-7В, гр. Н70, Н90, К10-38, гр. Н70 . . . . . (—20...+80) %

Стеклянные и стеклокерамические конденсаторы; К22У-1, К22-4, К22-5, К21-5, К21-8, К21-9.

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного, пульсирующего и импульсного тока.

Конденсаторы выпускаются изолированными — К21-8б, К21-9б, К22-5, К21-7; неизолированными — К21-8а, К21-9а, К22У-1, К21-8б, К21-9б, К22-5, К21-5, К22У-1; незащищенны-

ми — К21-8в, К21-9в, К22-4, К21-5, К22У-1. Конденсаторы К22У-1, К22-4, К22-5, К21-5, К21-8, К21-9 — прямоугольной формы и изображены: К22У-1 — на рис. 4.18; К22-4 — рис. 4.19; К22-5 — рис. 4.20; К21-5 — рис. 4.21; К21-8 — рис. 4.22; К21-9 — рис. 4.23.

Численные значения параметров стеклянных и стеклокерамических конденсаторов приведены в табл. 4.3.

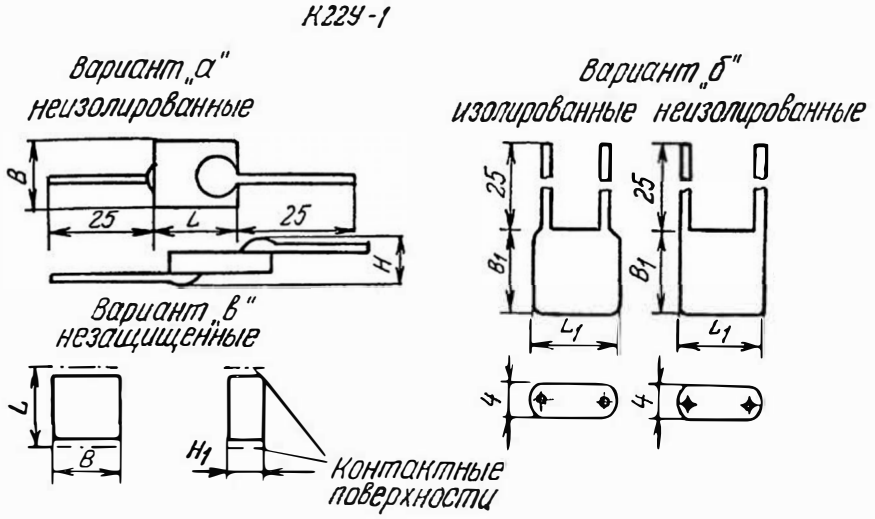


Рис. 4.18. К22У-1

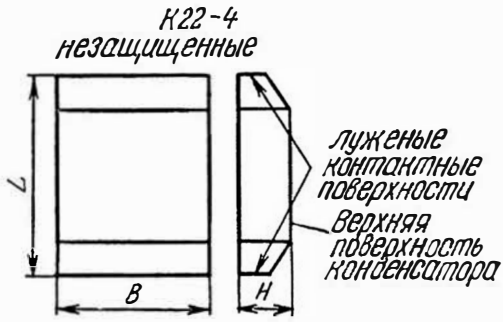


Рис. 4.19. К22-4

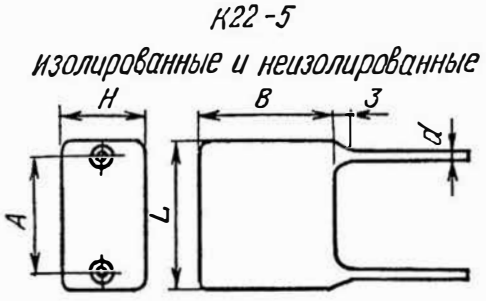


Рис. 4.20. К22-5

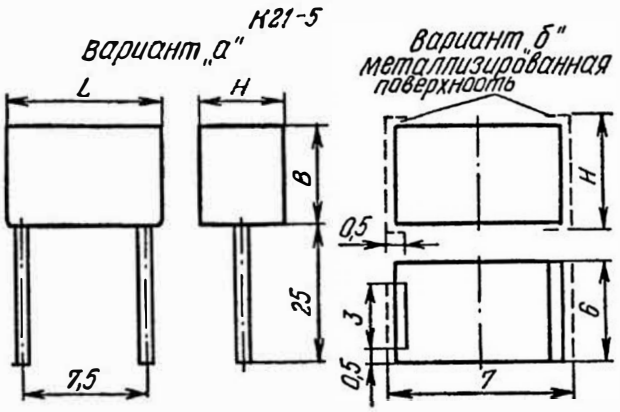


Рис. 4.21. К21-5

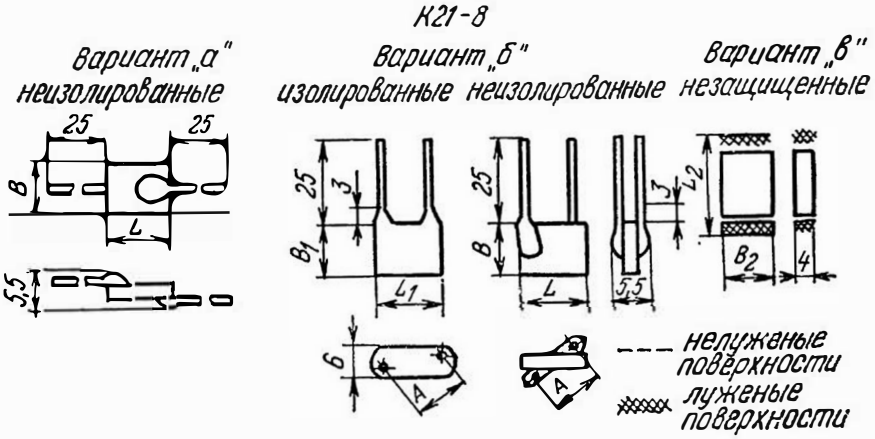
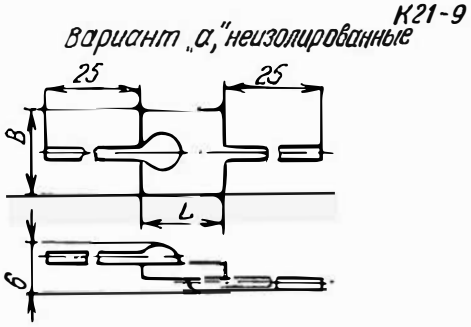


Рис. 4.22. К21-8



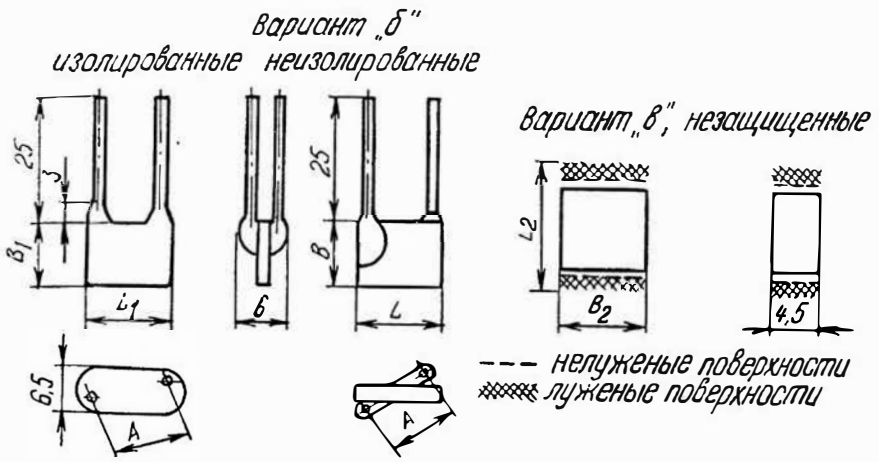

вариант „б"
изолированные неизолированные
вариант „в", незащищенные
25
3
B_1
l_1
6
25
B
L
L_2
B_2
4,5
6,5
A
A
--- нелуженые поверхности
луженые поверхности

Рис. 4.23. К21-9

Таблица 4.3. **Параметры стеклянных и стеклокерамических конденсаторов**

Тип	Номинальное напряжение, В	Группа ТКЕ	Диапазон номинальных емкостей	Размеры, мм						Масса, г
1	2	3	4	5						6
			пФ	L	L_1	B	B_1	H	H_1	
	35		30...560							
	100		220...430	6,5	8,0	5,5	7,0	3,0	4,5	1,0
	160		130...270							
	250		22...120							
	35		750...910							
	35		620...680					3,0	4,5	
	100	МПО	470...510							
	100	М47	560...620	7,5	9,0	3,5	8,0			1,5
	160		390					3,4	5,0	
	160		300...360							
	250		130...150					3,0	4,5	
	35		1500...2200							
	35		1000...1500					3,0	4,5	
	100		680...910	9,5	11,0	7,5	9,0			2,0
	160		430...560							
	160		620					3,4	5,0	

Продолжение табл. 4.3

1	2	3	4	5						6
	250		160...200					3,0	4,5	
К22У-1	35		910...1200							
	35		750; 820							
	70		620; 680							
	100	М330	510; 560	6,5	8,0	5,5	7,0	3,0	4,5	1,0
	160		220...470							
	250		56...200							
	35		1600...2200							
	35		1300...1500							
	70		820...1000					3,0	4,5	
	100		750	7,5	9,0	6,5	8,0			1,5
	160		510; 560;							
			620; 680					3,4	5,0	
	250		220...330					3,0	4,5	
	35		2700...3000					3,0	4,5	
	35		3300...3900					3,4	5,0	
	35		1800...2400					3,0	4,5	
	100		910...1200	9,5	11,0	7,5	9,0			2,0
	100		1300...1500					3,4	5,0	
	160		820					3,0	4,5	
	160		750							
	250		360...560							
			пФ	*L*		*B*		*H*		
		М75	33...27 000							
К22-4	25	М470	39...39 000	2...14		2...11,5		1,2...2		0,1...2,5
		Н10	270...120 000							

Продолжение табл. 4.3

1	2	3	4	5						6
			пФ	*L*	*B*	*H*	*A*	*d*		
		М75	75...27 000							
К22-5	25	М77	100...39 000	6...16	4,5...14	3,4...4,2	5...15	0,3...0,6		0,5...4,0
		Н10	470...120 000							
			пФ	*L*		*B*		*H*		
		МПО								
К21-5	60	М47	2,2...160	8,5		6		3		1,5; 2,0
		М75								
								4		
		М330	180...330							
			пФ	*L*	L_1	L_2	*B*	B_1	B_2	*A*
		П60	0,1...560							
		П33	10...620							
		МПО	12...680							
К21-8	250	М47	15...750	5...13	6,5...15	4,2...12	4,5...12,5	6,5...15,0	4,2...12,2	2,5...10,0	0,8...3,0
		М75	18...820							
		М150	20...910							
		М330	22...1500							
			пФ	*L*		*B*	*A*	L_2	B_2	
		П100	91...3900							
		П33	120...4700							

Продолжение табл. 4.3

1	2	3	4	5							6
К21-9-7	25	МПО М47 М75 М150 М220	150...5100 180...5600 200...6200 220...7500 300...10 000	5,5...3,5		4,5...12,5		2,5...12,5	6,0...14,0	4,2...12,2	0,9...2,6
			пФ	*L*	*B*	L_1	B_1	L_2	B_2	*A*	
К21-9-8	63	П100 П33 МПО М47 М75 М750 М220	56...2700 62...3000 68...3300 75...3900 82...4300 91...5100 120...5600	5,5...13,5	5,5...13,5	7,5...16,0	7,5...16,0	5,5...13,5	5,5...13,5	2,5...10,0	0,9...3,6
			пФ	*L*	*B*	*A*		L_2	B_2		
К21-9-10	160	П100 П33 МПО М47 М75 М150 М220	2,2...820 2,2...1000 2,2...1100 2,2...1200 15...1200 16...1500 20...1600	5,5...13,5		4,5...12,5		2,5...10,0	6,0...14,0	4,2...12,2	0,9...2,6

Продолжение табл. 4.3

1	2	3	4	5						6
			пФ	L	B	L_1	B_1	L_2	B	
К21-9-11	250	П100 П33 МПО М47 М75 М150 М220	9,1...560 10...620 12...680 15...750 18...820 20...910 22...1500	5,5...13,5	4,5...12,5	7,5...16,0	7,5...16,0	6,0...14,0	4,2...10,0	0,9...3,6
			пФ	L	B	L_1	B_1	L_2	B_2	A
К21-9-12	500	П100 П33 МПО М47 М75 М150 М220	9,1...560 10...750 11...820 13...1000 15...1200 16...1500 20...1600	5,5...13,5	5,5...13,5	7,5...16,0	7,5...16,5	5,5...13,5	5,5...13,5	2,5...10,0	0,9...3,6

Тангенс угла потерь:	
гр. П100, П60, П33, МПО, М47, М75, М150, М220, М330, М470, К21-8 емкостью свыше 50 пФ . . .	0,0015
К21-8 емкостью менее 50 пФ . . .	$1{,}5(150/C+7)\times\times10^{-4}$
К22У-1, К21-9 емкостью свыше 50 пФ	0,0020
К21-9 емкостью менее 50 пФ . . .	$2(150/C+7)\times\times10^{-4}$
К22-4, К22-5, К21-5	0,0025
К22-4, К22-5, гр. Н10	0,008
Сопротивление изоляции, МОм:	
К22У-1, К22-4, К22-5, К21-5, К21-9, гр. П100, П60, П33, МПО, М47, М75, М150, М220, М330, М470 . . .	10 000
К21-8	50 000
К22-4, К22-5, гр. Н10	3000
Постоянная времени, МОм×мкФ:	
К22-4, К22-5, гр. М75, М470 . . .	250
гр. Н10	75
Диапазон рабочих температур, °С:	
К21-9 а, б; К22У-1, гр. МПО, М47 (при $U_н=100$; 160; 250 В); К21-8 . .	−60...+155
К21-9в; К22У-1, гр. М47, МПО, М330 при $U_н=35$ В ($C_н=30$... 1500 пФ)	−60...+125
К21-5	−60...+100
К21У-1, гр. М47, МПО при $U_н=$ $=35$ В ($C_н=1500$...2200 пФ), К22-4, К22-5	−60...+85
Срок сохраняемости, лет	12
Допускаемое отклонение емкости:	
К21-9 емкостью 2,2...9,1 пФ . . .	±0,5 пФ
К21-9 емкостью свыше 43 пФ . . .	±2 %, ±5 %, ±10 %
К22У-1, К22-4, К22-5, К21-5, К21-8, К21-9 емкостью 10...43 пФ . . .	±20 %
К22-4, К22-5, гр. Н10	±10 %; ±20 %

Слюдяные конденсаторы

КСГ-2, СГО, К31П-5-5, СГМ-1 — СГМ-4, КСО-1, КСО-2, КСО-5, КСОТ-1, КСОТ-2, КСОТ-5, К31П-5-2, К31П-5-4, К31У-3Е, КСО-11, КСО-13, К31П-4а, К31П-4б, К31-10, К31-11

Конденсаторы КСГ, СГМ, КСО, КСОТ, К31П-4, К31У-3Е, К31-10, К31-11 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока. СГО, К31П-5 — в цепях постоянного и переменного тока. КСГ, СГМ, КСО, КСОТ, К31У-3Е, К31-11 можно использовать также в цепях импульсного тока.

Конденсаторы выпускаются:

в металлическом корпусе герметизированные — К31П-5, КСГ, СГО, К31-10;

в керамическом корпусе герметизированные — СГМ;

в пластмассовом корпусе уплотненные — К31П-4;

окукленные — К31-11.

Конденсаторы имеют прямоугольную форму и изображены: КСГ-2, СГО, К31П-5-5 — на рис. 4.24; СГМ-1 — СГМ-4 — рис. 4.25; КСО-1, КСО-2, КСО-5, КСОТ-1, КСОТ-2, КСОТ-5, К31П-5-2, К31П-5-4, К31У-3Е — рис. 4.26; КСО-11, КСО-13 — рис. 4.27; К31П-4 вариант А, К31-10 — рис. 4.28; К31П-4 вариант 5 — рис. 4.29; К31-11 — рис. 4.30. Численные значения параметров слюдяных конденсаторов приведены в табл. 4.4.

КСГ-2, СГО, К31П-5-5

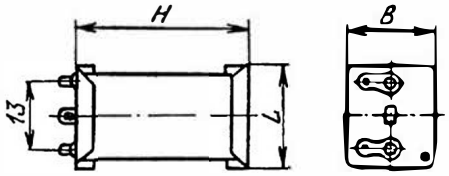


Рис. 4.24. КСГ-2 СГО, К31П-55

СГМ-1, СГМ-4

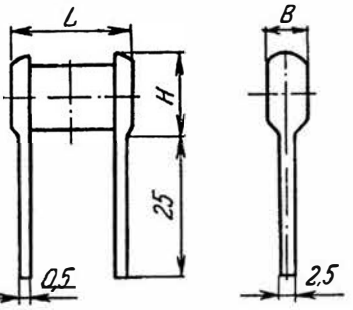


Рис. 4.25. СГМ-1-СГМ-4

КСО-1, КСО-2, КСО-5, КСОТ-7, КСОГ-2, КСОГ-5, К31П-5-2, К31П-5-4, К31У-3Е

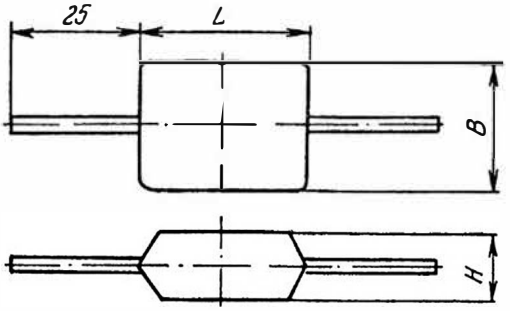


Рис. 4.26. КСО-1, КСО-2, КСО-5, КСОТ-1, КСОТ-2, КСОТ-5, К31П-5, К31П-5-4, К31У-3Е

КСО-11, КСО-13

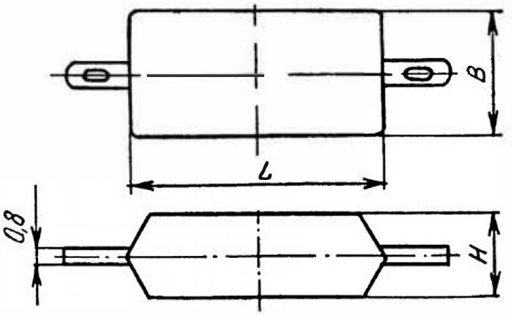


Рис. 4.27 КСО-11, КСО-13

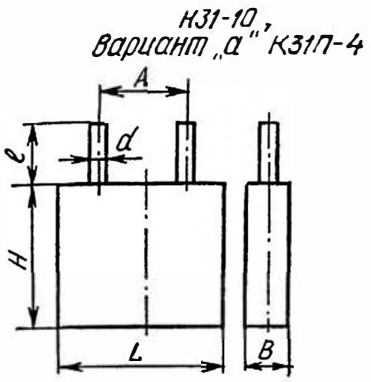


Рис. 4.28. К31П-4, К31-10

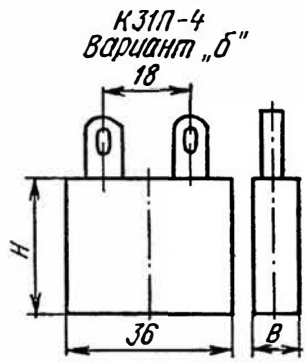


Рис. 4.29. К31П-4б

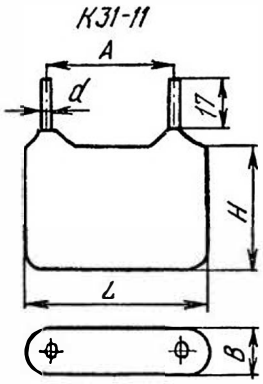


Рис. 4.30. К31-11

Таблица 4.4. **Параметры слюдяных конденсаторов**

Тип	Номинальное напряжение, В	ТКЕ $\times 10^6$, $\frac{1}{°C}$	Номинальная емкость	Размеры, мм				Масса, г
1	2	3	4	5				6
			пФ	*L*	*B*	*H*	*A*	
КСГ-2	1000 500	±50; ±200	18 000...27 000 22 000...100 000	31	23	45	13	80
			пФ	*L*	*B*	*H*	*A*	
СГО	250; 500	±50	1000...4000 10 000...40 000 100 000	47	27 32	60	20	250
			200 000; 300 000 400 000	69	39 64	57	35	500
К31П-5-5	100	±50; ±100	75 000; 100 000	46	21	50	25	175
			пФ	*L*	*B*	*H*		
СГМ-1 —СГМ-4	250	±50 ±200	51...1200	13	6; 7	9,5; 10		3; 35
	500 1000 1600 1000		51...4300 100...3000 100...3900 3300...6800	18	7,5; 9	13,5; 22		5; 11

Продолжение табл. 4.4

1	2	3	4	5			6
	500		4700...6200				
	250		6800...10 000				
			пФ	*L*	*B*	*H*	
КСО-1	250	±(50; 100; 200)	51...750	13	7	4,6	1,5
КСО-2	500	±(50; 100; 200)	100...6800	18	11	5,5	3
КСО-5	250	-:;	7500...10 000	20	20	6,5; 9	8; 9
			пФ	*L*	*B*	*H*	
КСОТ-1							
КСОТ-2	250	±(50; 100; 200)	51...510	13	7	4,6	2
КСОТ-5	500		100...6800	18; 20	11; 20	5,5...9,0	5...10
К31П-5-2			пФ				
К31П-5-4	100	±(50; 100)	100				
			пФ	*L*	*B*	*H*	
К31У-3Е	250 / 500	±(50; 100 200)	51...510	14	9	6,1	2,0
			100...6800	18; 20	11; 20	6,7...9,0	5...10
			пФ	*L*	*B*	*H*	
	3000		10...560				
	2000		620...3300	41	20	10	22
	1000		3600...6800				
	500		7500...10 000				
КСО-11	5000		10...390				

Продолжение табл. 4.4

1	2	3	4	5						6
КСО-13	3000 2000 1000 500		680...1500 3300...3900 6800...10 000 12 000...18 000	46		27		12		35
КСО-11 КСО-13	6300 5000 3000 2000 1000 500		10...390 330...1800 1500...3900 3300...10 000 12 000...22 000 22 000...47 000	64		40		14		90
			пФ	*L*	*B*	*H*	*A*	*d*	*R*	
К31П-4а	350	±(50, 200)	50...10 000	18	7; 8	15; 22	13	0,5	25	5; 10
			пФ	*L*	*B*	*H*	*A*	*d*	*l*	
К31-10	100	±(33±30)	277...10 000	17,5	4,8	15	12,5	0,6	12	2
			пФ		*B*			*H*		
К31П-4б	350	±(50, 200)	10 010...50 000 50 030...100 000 100 100...200 000		10,5 12,5			32 52		30 45 55
			пФ	*L*	*B*	*H*	*A*	*d*		
К31-11	250 500	±(50, 100, 200)	51...470 100...1500 750...10 000	12 17 19	5 6 9	7 11 19	10 15	0,6 0,8 1,0		1,4 2,5 5,8

Тангенс угла потерь:
СГО (свыше 0,01 мкФ), К31П-4 емкостью от 0,01 до 0,2 мкФ 0,0005
К31П-4 (0,0015...0,01 мкФ), К31П-5 (свыше 200 пФ) 0,0007
КСГ, СГМ, СГО (до 4000 пФ), К31П-4 емкостью от 100 до 1500 пФ, К31П-5 (100...200 пФ), К31-10 . . . 0,001
К31П-4 (50...500 пФ) 0,0015
Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
СГО (свыше 0,01 мкФ) 1000
КСО11, КСО-13 7500
КСГ, СГМ, КСО-1, КСО-2, КСО-5; СГО (до 4000 пФ), К31П-4, К31П-5, К31-10 . . . . . 10 000
КСОТ-1, КСОТ-2, КСОТ-5, К31У-3Е, К31-11 . . . . . 50 000
Диапазон рабочих температур, °С:
К31П-5 . . . . . —10...+35
КСГ, КСО, К31П-4 . . . . . —60...+70
СГМ, К31У-3Е (группа б), К31-11 . —60...+85
К31У-3Е (группа а) . . . . —60...+100
К31-10 . . . . . —60...+125
СГО . . . . . +10...+35
Срок сохраняемости, лет:
К31П-4 6
КСГ, СГМ, КСО, К31-П5 (группа б), К31-10, К31-11 12
КСОТ, СГО, К31У-3Е 15
К31-П5 (группа а) 20
Допускаемое отклонение емкости, %:
СГО . . . . . ±0,25; ±0,5
К31-10 . . . . . ±0,25; ±0,5; ±1
К31П-4 . . . . . ±0,3; ±0,5; ±1; ±2; ±3; ±5; ±10
К31П-5 . . . . . ±1; ±2; ±5
КСГ, СГМ, КСО, КСОТ, К31У-3Е, К31-11 . . . . . ±2; ±5; ±10; ±20

4.1.2. Высоковольтные конденсаторы

Керамические

К15У-1, К15У-2, К15У-3, К15-11, К15-12, К15-13, К15-14, К15-9, К15-4, К15-5, К15-10

Предназначены в основном для универсального применения в высокочастотной аппаратуре в качестве контурных, разделительных и блокировочных конденсаторов; К15-9 — для работы в импульсных цепях в режиме радио- и видеоимпульсов; К15-4, К15-5, К15-10 — для использования в цепях постоянного и пульсирующего тока.

Конструктивно конденсаторы выполнены цилиндрической формы и изображены: К15У-1, К15-9, К15-10, К15-13 —

на рис. 4.31; К15У-2 — рис. 4.32; К15У-3 — рис. 4.33; К15-11 — рис. 4.34; К15-12 — рис. 4.35; К15-4 — рис. 4.36; К15-5 — рис. 4.37; К15-14 — рис. 4.38.

Числовые значения параметров высоковольтных конденсаторов приведены в табл. 4.5.

К15У-1, К15-9, К15-10, К15-13

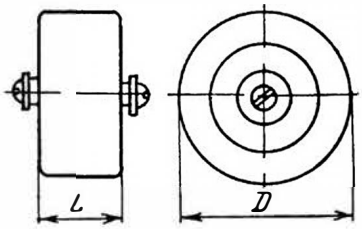


Рис. 4.31. К15У-1, К15-9, К15-10, К15-13

К15У-2

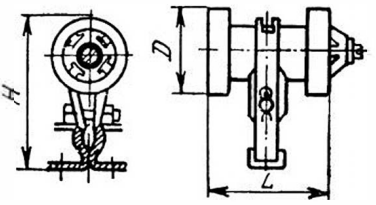


Рис. 4.32. К15У-2

К15У-3

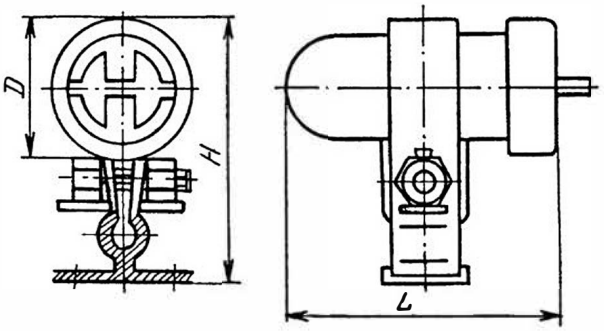


Рис. 4.33. К15У-3

К15-11

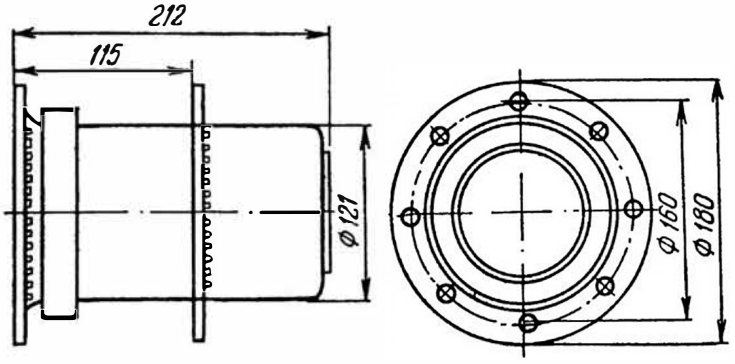


Рис. 4.34. К15-11

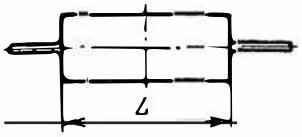


Рис. 4.35. К15-12

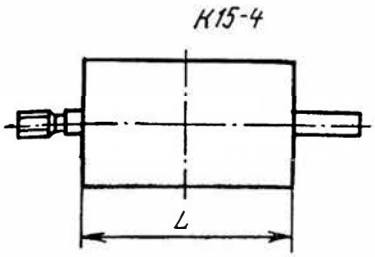


Рис. 4.36. К15-4

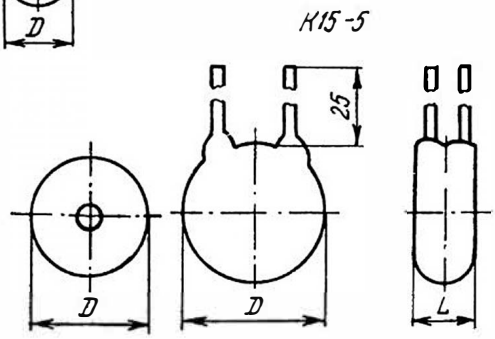


Рис. 4.37. К15-5

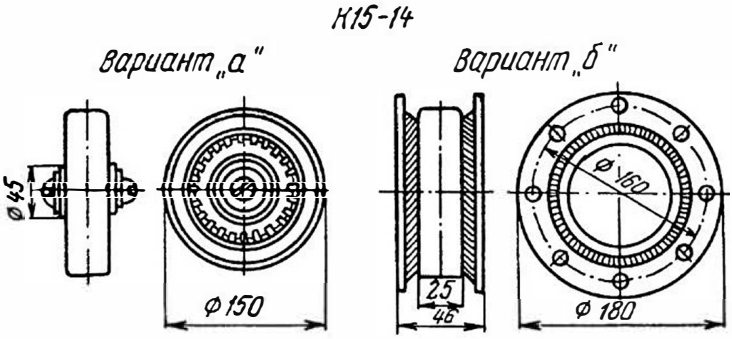


Рис. 4.38. К15-14

Таблица 4.5. **Параметры высоковольтных конденсаторов**

Тип	Номинальное напряжение, кВ	Группа ТКЕ	Номинальная емкость	Размеры, мм		Масса, г
1	2	3	4	5		6
			пФ	*D*	*L*	
К15-12	2	МПО	0,47...10	3,4...10	7...10	2; 10
	2	М33	22...47	10...12,5	12,5	11, 12
	4	МПО	4,7...15	12,5...16	14	13...16
	4	М330	8,2...27	10...16	14	8...16
			пФ	*D*	*L*	
К15У-1	2	М330	56...470	18...45	8	25...65
	3,5	П100	4,7...10	18...25	8; 15	20
		М75	15...27	18...25	8	
		М750	33...68	18	8	
		М1500	100...330	18...31,5	8	20, 25
	4	МПО	18...470	18...90	10,9	30, 400
	4	М33	33...1000			
К15-13	4	М1500	330...10 000	38...180	7,5	45...500
	6	П100	1,5...470	18...180	7	30...500
	6	М75	10...15	18	14	30
	6	М750	18...68	18, 25	14	30; 40
	6	М1500	100...4700	25...180	14; 12,5	40, 1000
		М100	1...220	18...180	9,5; 22,4	40...1000
		М75	47...18	18...25	22,4	40, 50

Продолжение табл. 4.5

1	2	3	4	5		6
К15У-1 К15-13	10	М750	22...39	25	22,4	50
		МПО	220	90	22	600
		М1500	47...4700	25...180	18...22,4	600...1500
	12	М1500	1000; 2200	125, 180	21,2	1800
		П100	6,8...220	38...180	19; 20	80...1000
	15	М1500	33...2200	19...150	20...26	40...1400
		МПО	150	90	25	600
	20	М1500	68...680	38...125	28...30	115...1200
	25	П100	3,3...47			110...1000
			пФ	*D*	*L*	
К15-9	3	Н30	220...2200	25...63	6	25...150
	6		220...4700	32...105	8	40...470
	10		220...3300	32...105	18	80...600
	15		220...2200	38...105	23	100...650
	20		220...4700	45...125	28	190...1300
			пФ	*D*	*L*	
К15-10	31,5	Н30	2200...4700	40...50	12...14	90
	40		10 000; 15 000	103	16	450
	50		4700...15 000	132	26	900...1000
	63		3300	132	42	1250
			пФ	*D* *L*	*H*	
		П60	33...68			

Продолжение табл. 4.5

1	2	3	4	5			6
	2	М47 М750 М1500	82...150 220...330 390...470	20	30...40	—	30; 35
	3	М750	1000...4700	40...71	63...125	66...96	250...550
		М1500	2200...10 000	33...63	53...106	62...89	200...450
	4	П60	100...470	33,5...63	53...106	60...89	100...400
		М150	680...3300	45...85	75...150	71...111	450...1400
К15У-2	6	М1500	1000...15 000	37,5...106	53...180	52...130	250...2100
	7	М1500	3300	75	125	98	1000
	8	М750	470...4700	42,5...106	63...180	66...130	300...2500
		П60	47...680	37,5...106	53...180	47...130	150...1500
	10	М150	1000...1500	75, 90	125, 150	99, 114	1100, 1600
		М1500	1500...10 000	50...106	75...180	74...130	500...2300
К15У-2	8	Н1500	1000	42,5	63	66	300
		П60	68...470	56...112	75...180	76...132	400...1750
	15	М150	680, 1000	85, 100	125, 150	105, 120	1500, 2200
		М1500	4700	112	180	133	3200
	20	М150	330...1000				2500...6500
		М1500	1500...4700	90...132	125...212	108..147	2100...5100
	25	П60	68...220				1600...4500
			пФ	*D*	*L*	*H*	
	3	М750	470...1500	31,5...53	47,5...75	58...79	180...300
		М1500	1000...4700	28...52	40...75	50...79	140...290

Продолжение табл. 4.5

1	2	3	4	5			6
К15У-3	6	П60 М750 М1500	22...150 220...1000 470...2200	28...52	40...75	50...79	125...280 150...400 150...400
			пФ	*D*	*L*		
К15-11	12 7	М1500	5600 18 000	180	212	—	6500 4000
			пФ	*D*	*L*		
К15-5	1,6	Н20 Н70	220...6800 470...10 000	8...34 8...27	4		1,5...10 2...10
К15-5	3	Н20 Н70	150...4700 330...15 000	8,5...34 8,5...38	5		2...16 6...22
	6,3	Н20 Н50 Н70	68...2200 68...220 470...4700	8,5...14,5 8,5...14,5 10...34	7		2,5...33 2...6 15...30
			пФ	*D*	*L*		
К15-4	12 20 30 40	Н70	470...4700 470...4700 470...2200 220...1000	22...46 23,5...56 27...49 25...41	21, 22 21...31 36 41...46		30...130 60...300 80...290 75...180
			пФ	*D*	*H*		
К15-14	15	МПО	680	150; 180	46		1800, 2600

Тангенс угла потерь:
К15У-1—К15У-3, гр. П60, П100, М47 0,0010
К15У-1—К15У-3, гр. М75, М150, М750 0,0015
К15У-1, гр. МПО, М330 0,0012
К15-11—К15-14, К15-9 0,0012
К15-4, К15-5, гр. Н20, Н70 0,0035
К15-5, гр. Н50 0,0020
К15-10 емкостью 4700 пФ при 50 кВ . 0,006
К15-10 остальных номиналов . . 0,035
Сопротивление изоляции, МОм:
К15-10 . . . . . 100 000
К15-1—К15-5, К15-11, К15-13, К15-14 . . . . . 10 000
Диапазон рабочих температур, °С:
К15У-1—К15У-3, гр. П60, П100, М47, М75, М150, М1500 . . . . . —60...+155
К15-13 . . . . . —60...+100
К15У-1, гр. МПО, М330, М1500 при $U=10$ кВ и емкостью 220—4700 пФ, К15-12, К15-14 . . —60...+85
К15-5, К15-9 . . . . . —40...+85
К15-11 . . . . . —10...+60
К15-4 . . . . . —20...+70
К15-10 . . . . . +10...+40
Срок сохраняемости, лет:
К15У-1, К15У-3, К15-5, К15-12, К15-13, К15-11 12
К15-14, К15-4 8,5
К15-9 10
К15-10 8
Допускаемое отклонение емкости, % и пФ:
К15У-1 и К15-13, гр. П100 на 3,5 кВ, 6 кВ, 15 кВ, 25 кВ; гр. М1500 на 4 кВ, 6 кВ, 12 кВ, 15 кВ, 20 кВ; гр. М100 на 10 кВ; гр. М75 на 10 кВ; гр. МПО на 15 кВ, К15У-2; К15У-3; К15-5; К15-14 . . . . . ±20 %
К15-9 . . . . . ±30 %
К15-4 . . . . . (—20...+80) %
К15-11; К15У-1, гр. М1500 на 10 кВ, гр. М750 на 3,5 кВ, 6 кВ, 10 кВ . . . ±(10, 20) %
К15У-1, гр. М330 на 2 кВ; К15-12, гр. М330 на 4 кВ; гр. М33 на 2 кВ . . ±(5; 10) %
К15-12, гр. МПО на 2 кВ . . . . . ±(0,1...1) пФ
К15-12, гр. МПО на 4 кВ . . . . ±(5; 10) %; 1 пФ

4.1.3. Помехоподавляющие конденсаторы

Конденсаторы керамические проходные и опорные
К10У-1, К10П-4, К10-44, К10-51, КТПМ-1, КТП, КО, КДО

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока. Конденсаторы выпускаются:

неизолированные с контактными поверхностями — К10У-1, К10П-4;

неизолированные с резьбовыми втулками — КТП, КО, КДО;

неизолированные с втулками для крепления в аппаратуре — КТП «Б», КТПМ-1;

незащищенные — К10-44.

Конденсаторы К10У-1, К10-44, КТПМ-1 выпускаются без проходного вывода.

Конденсаторы конструктивно выполнены круглой и цилиндрической формы и изображены: К10У-1 — на рис. 4.39; К10П-4 — рис. 4.40; К10-44 — рис. 4.41; К10-51 — рис. 4.42; КТПМ-1 — рис. 4.43; КТП — рис. 4.44; КО — рис. 4.45; КДО — рис. 4.46.

Численные значения параметров помехоподавляющих конденсаторов приведены в табл. 4.6.

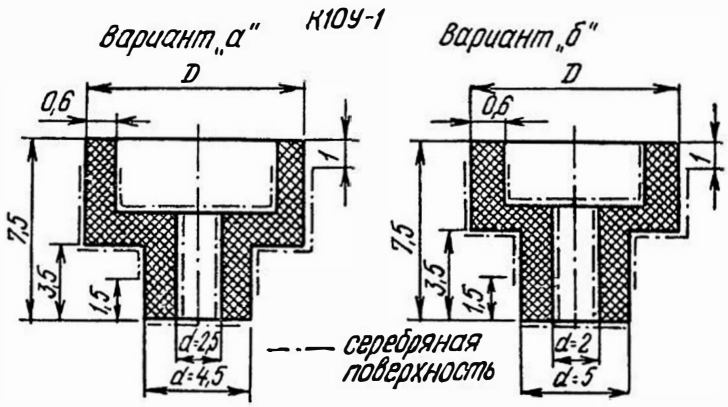


Рис. 4.39. К10У-1

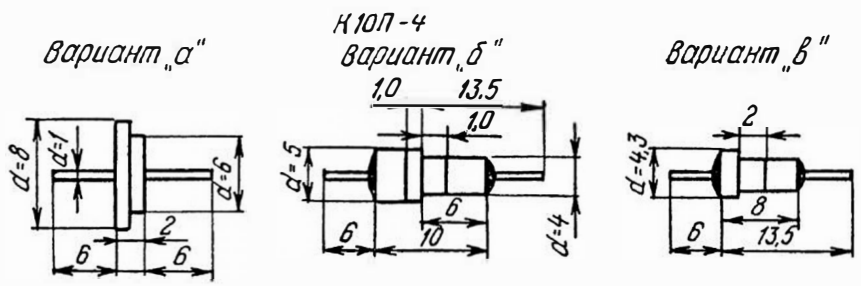


Рис. 4.40. К10П-4

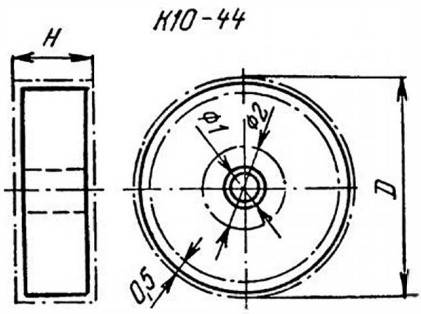


Рис. 4.41. К10-44

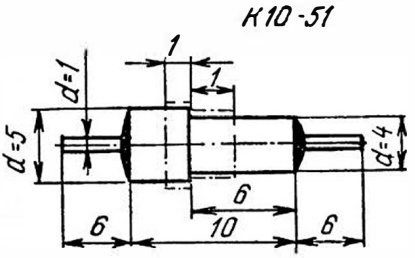


Рис. 4.42. К10-51

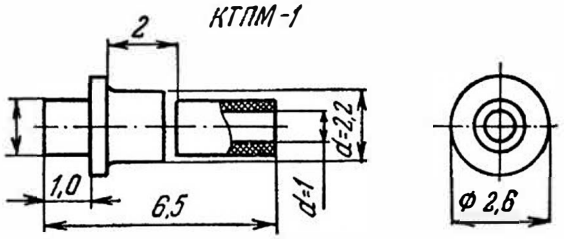


Рис. 4.43. КТПМ-1

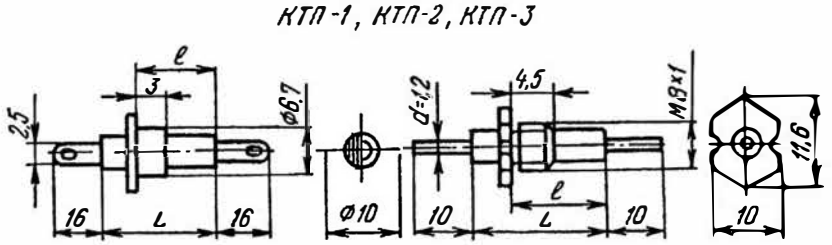


Рис. 4.44. КТП-1, КТП-2, КТП-3

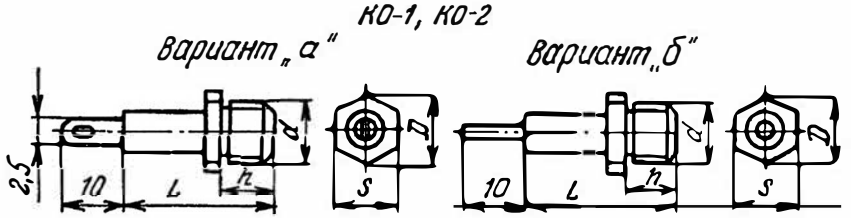


Рис. 4.45. КО-1, КО-2

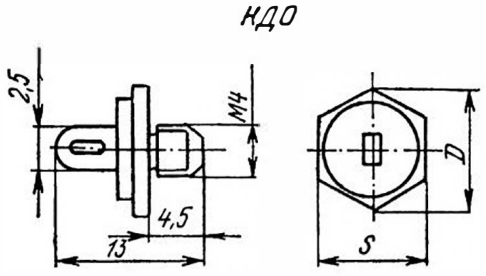


Рис. 4.46. КДО

Таблица 4.6. **Параметры помехоподавляющих конденсаторов**

Тип	Номинальное напряжение, В	Группа ТКЕ	Номинальная емкость	Размеры, мм						Масса, г
1	2	3	4	5						6
			пФ	*D* вариант А			*D* вариант *Б*			
К10У-1	350	—	150; 330	6			6			0,5; 1
			2200; 4700	10				10		1; 2
			пФ	*D*	L_a	*D*	L_b	*D*	L_d	
К10П-4 a, b, d	350	П100	3,9...8,2	8	14	5	16	4,3	19,5	2,0...4,0
		М47	10...22							
		М75	12...22							
		М700	12...47							
		М1300	47...100							
		М2200	1500							
		Н30	470...1000							
		Н70	1500; 2200							
		Н90	3300; 4700							
	250	Н30	680; 1000							
		Н70	1500...3300							
		Н90	4700; 6800							
			пФ	*D*			*H*			
К10-44	250	М47	100...680	6,0...8,0			2,2; 3,0			0,6; 1,0
		М75	1000...3300							
		М1500	6800...0,01							
		Н30	0,015; 0,022							

Продолжение табл. 4.6

1	2	3	4	5		6
			пФ	*D*	*L*	
К10-51	350	П100 М47 М75 М750 М1500 Н30 Н70 Н90	3,9...8,2 10...18 12...22 22...43 47...150 330...1000 1500; 2200 3300; 4700	5	22	2,0
			пФ	*D*	*L*	0,5
КТПМ-1	160	М1500	68	2,6	6,5	
	кВ		пФ	*D*	*L*	
КТП	2	—	68; 100	–	—	10
	1		330			
	B		пФ	*L*		
	500	П100 М47 М75 М750 М1500	5,6; 6,8 12; 15 27 39 100; 120	12		—
КТП-1	400	Н70	1500			
		П100 М47	8,2; 10 18; 22; 27			

Продолжение табл. 4.6

1	2	3	4	5	6
	500	М75	33; 39; 47	16	—
		М750	47; 56; 68		
		М1500	150; 180; 220		
	400	Н70	2200; 3300		
	500	П100	82; 12; 15	16	—
		М47	18; 27; 33; 39		
		М75	56; 68		
		М750	82; 100		
		М1500	270; 330		
	400	Н70	4700; 6800		
КТП-2	500	Н100	18; 22	20	—
		М47	47; 56		
		М75	82; 100		
		М750	120; 150		
		М1500	390; 470		
КТП-3	750	П100	8,2; 10	20	—
		М47	22; 27; 33		
		М75	56; 68		
		М750	100; 120		
		М1500	220		
		П120	12; 15; 18	28	
		М47	39; 47		
		М75	82		
		М750	150; 180		

Продолжение табл. 4.6

1	2	3	4	5					6
		М1500	270; 330						
	400	Н70	10 000; 15 000						
	B		пФ	*L*	*d*	*S*	*D*	*h*	
КО-1	500	П100	6,8	12,0	5	6,0	6,9	4,5	1,5
		М47	15						
		М75	33						
		М750	68						
	500	М1500	22...150						
	400	Н70	1000...2200						
КО-2	500	П100	10	15,0	6	7,0	8,1	5,5	2,0
		М47	22						
		М75	47						
		М750	100						
		М1500	220; 330						
	400	Н70	3300; 4700						
	B		пФ	*S*			*D*		
КДО-1	500	П100	3,3; 4,7	9,0			10,4		1,5
		М47	10; 15						
		М750	33						
		М1500	68						
	400	Н70	1500						
КДО-2	500	П100	6,8	11,0			12,7		2,0
		М47	22						
		М750	47						
		М1500	100						
	400	Н70	2200						

Тангенс угла потерь:	
К10-51, гр. М1500 емкостью свыше 50 пФ	0,0012
К10-51 емкостью менее 50 пФ	$1{,}2(150/c+7)\times 10^{-4}$
К10П-4, гр. П100, М47, М75, М700, М1300, М2200; К10-44, КТП, КО, КДО, КТПМ-1, К10У-1 емкостью 150 и 330 пФ	0,0015
К10П-4, К10-44, К10-51, КТП, ПО, КДО, гр. Н30, Н70, Н90 и К10У-1 емкостью 2200 и 4700 пФ	0,035
К10П-4 емкостью менее 50 пФ	$1{,}5(150/c+7)\times 10^{-4}$
Сопротивление изоляции, МОм:	
К10У-1, К10П-4, К10-44, К10-51, КТП, КТПМ-1, КО, КДО, гр. П100, М47, М75, М700, М750, М1300, М1500, М2200	10 000
К10-44, К10-51, гр. Е30, Н70, Н90	3000
КТП, КО, КДО, К10П-4, К10У-1 емкостью 2200 и 4700 пФ	1000
Диапазон рабочих температур, °С:	
К10У-1 емкостью 150 и 330 пФ	−60...+155
К10П-4, гр. П100, М47, М75, М700, М1300, М2200, Н30; К10-51, гр. П100, М47, М75, М750, М1500, Н30, К10У-1 емкостью 2200 и 4700 пФ	−60...+125
К10П-4, гр. Н70, Н90, К10-51, гр. Н70, Н90, К10-44, КТП, КО, КДО, КТПМ-1	−60...+85
Срок сохраняемости, лет:	
К10-51	15
К10У-1, К10П-4, К10-44, КТП, КО, КДО, КТПМ-1	12
Допускаемая реактивная мощность, ВАР:	
К10У-1 емкость 150 пФ, 330 пФ	10; 20
К10У-1 емкость 2200 пФ, 4700 пФ	0,1; 1
К10-44, гр. М47, М750, М1500	10; 40
К10-44, гр. Н30	2
К10-51 и К10П-4, гр. П100, М47, М75, М750, М1500, КТП	50
К10-51 и К10П-4, гр. Н30, Н70, Н90	2,5
КТПМ-1	10
КО, КТП-1, КТП-2, КТП-3, гр. П1000, М47, М75, М1500	30...75
КО, гр. Н70	2,5...4
КДО, гр. П100, М47, М750, М1500	75
КДО, гр. Н70	4
Допустимое отклонение емкости, %:	
К10П-4, гр. П100, М47, М75, М700, М1300, М2200; К10-51, гр. П100, М47, М75, М750, М1500	±5, ±10, ±20
К10У-1 емкостью 150 и 330 пФ; К10-44; КТПМ-1; КО, гр. П100, М47, М750, М1500	±20
КТП гр. П100, М47, М75, М750,	

М1500	+10, ±20
КТП, гр. Н30	(−20...+50)
КТП, гр Н70, Н90	(−20..+80)

Керамические проходные фильтры
Б7, Б14, Б23, Б23А

Предназначены для подавления высокочастотных помех в цепях питания радиоэлектронной аппаратуры в диапазоне частот от 100 до 1500 МГц для фильтров Б7, Б14, до 6 ГГц — для фильтров Б23 и до 10 ГГц — для фильтров Б23А.

Фильтры выпускаются:

неизолированные с резьбовыми втулками — Б14, Б23;

неизолированные с контактной поверхностью корпуса — Б7, Б23А.

Фильтры изготавливаются круглой и цилиндрической формы и изображены: Б14 и Б23 — на рис. 4.47; Б7 — рис. 4.48.

Численные значения параметров проходных фильтров приведены в табл. 4.7.

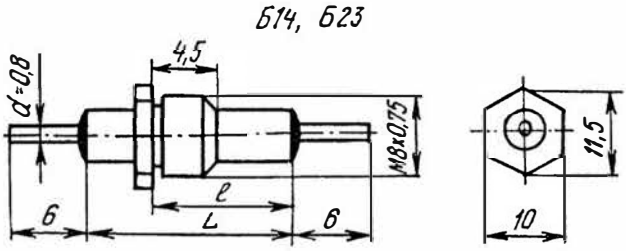


Рис. 4.47. Б14, Б23

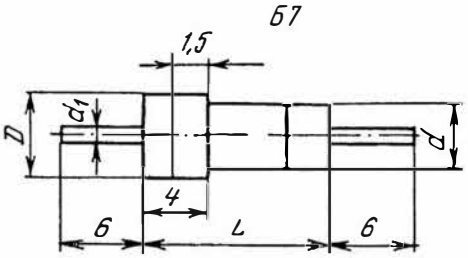


Рис. 4.48. Б7

Таблица 4.7. **Параметры проходных фильтров**

Тип фильтра	Номинальное напряжение, В	Температура, °С	Номинальная емкость	Размеры, мм				Масса, г
1	2	3	4	5				6
			пФ	L		l		
Б23	300	−60...+125	2200...6800	12,0; 25,0		7,0; 14,0		6
Б14	500	−60...+85	4400	12,0		7,0		4
			пФ	L	D	d	d_1	
Б7-1	250	−60...+85	3300	10,0	5,0	4,0	0,6	2,0
Б7-2			4700	12,0	6,0	5,0	0,8	2,5
Б23А	250	−60...+125	1000; 1500	10; 12	5; 6	4; 5	0,6; 0,8	2; 2,5

Тангенс угла потерь:
Б7, БМ, Б23, Б23А 0,035
Сопротивление изоляции, МОм . . 3000
Максимальный проходной ток, А:
Б7, Б14, Б23 5
Б23А емкостью 1000 пФ 10
Б23А емкостью 1500 пФ 15
Срок сохраняемости, лет:
Б14, Б23, Б23А 15
Б7 12
Допустимое отклонение емкости, % . (—20...+80)

4.2. КОНДЕНСАТОРЫ С ОРГАНИЧЕСКИМ ДИЭЛЕКТРИКОМ

4.2.1. Низковольтные низкочастотные конденсаторы

Конденсаторы бумажные
К40П-2, ОКБГ-М, К40У-9, БМ-2, БМТ-2, КБГ-И, ОКБГ-И, ОКБГ-МП, КБГ-МП, КБГ-МН, ОКБГ-МН, БГТ, К40У-5, К40-11

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока.

КБГ, ОКБГ, БГТ, К40У-5, К40У-9, К40-11 используются также в цепях импульсного тока.

Численные значения параметров низковольтных низкочастотных конденсаторов с твердым органическим диэлектриком приведены в табл. 4.8.

Примечание. В таблицах, в графе «Корпус», конструктивные параметры указаны для каждого конденсатора отдельными буквами: П — прямоугольный; Ц — цилиндрический; М — металлический; О — окукленный; И — изоляционный; Н — незащищенный; Г — герметизированный; У — уплотненный.

Конденсаторы изображены: К40П-2, ОКБГ-М, К40У-9 — на рис. 4.49; КБГ-И, ОКБГ-И — рис. 4.50; БМ-2, БМТ-2 —

Конденсаторы изображены: К40П-2, ОКБГ-М, К40У-9 — рис. 4.49; КБГ-И, ОКБГ-И — рис. 4.50; БМ-2, БМТ-2 — рис. 4.51; КБГ-МП, ОКБГ-МП — рис. 4.52; К40У-5 — рис. 4.53.

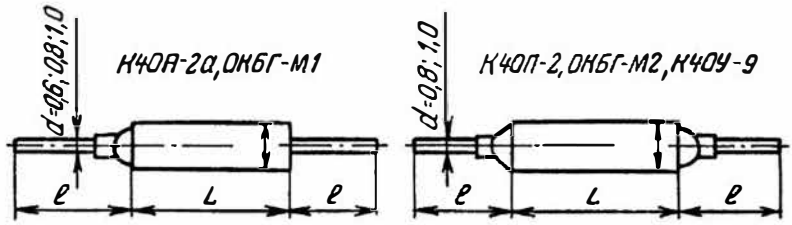
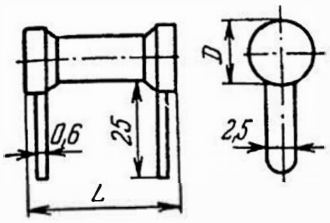


Рис. 4.49. К40П-2, ОКБГ-М, К40У-9

КБГ-И, ОКБГ-И

Рис. 4.50. КБГ-И. ОКБГ-И



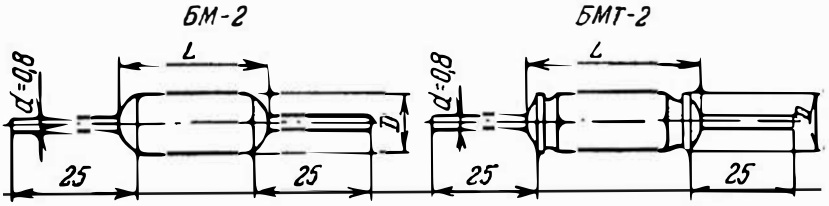


Рис. 4.51. БМ-2, БМТ-2

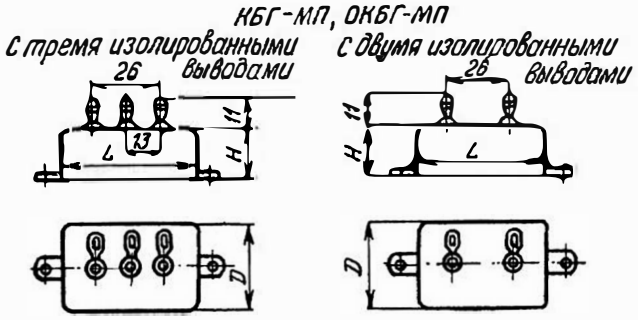


Рис. 4.52. КБГ-МП, ОКБГ-МП

К40У-5

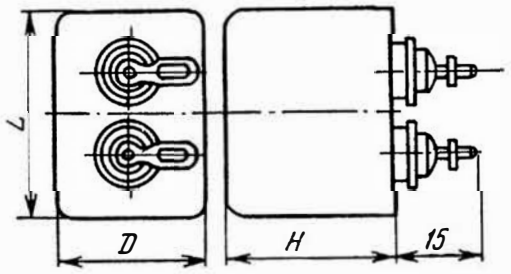


Рис. 4.53. К40У-5

Таблица 4.8. **Параметры низковольтных низкочастотных конденсаторов с твердым органическим диэлектриком**

Тип	Корпус	Пределы номинальных емкостей, мкФ	Допуск, %	Номинальное напряжение, В	Диапазон рабочих температур, °С		Габариты, мм			tg δ	Масса, г
					T_{min}	T_{max}	Диаметр D, ширина B	Длина L	Высота H, длина l выводов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				Бумажные							
К40П-2	ЦМГ	0,001...0,01 0,015...0,047	±5; ±10; ±20	400	−60	+85	6 11	19	25	0,03	3 6
К40У-9	ЦМГ	0,00047...1,0 0,0047...0,68 0,00047...0,47 0,001...0,22	±10; ±20	200 400 630 1000	−60	+125	5...20 6...20 10...20	18...52 18...62 22...52	25	0,06	2,5....48 3...55 8...48
КБГ-И ОКБГ-И	ЦМГ	0,001...0,1 0,0015...0,05 0,00047...0,03	±5; ±10 ±20	200 400 600	−60	+70	7,5...15 7,5...16	15...25 25 15...25	–	0,05	2,5...16
ОКБГ-М	ЦМГ	0,04...0,25 0,07...0,25 0,01...0,15	±10; ±20	200 400 600	−60	+70	10...17 14...17 10...17	38...50 45...50 38...50	50	0,01	15...37
БМ-2	ЦМУ	0,00047...0,0022 0,0033...0,022 0,033...0,047	±5; ±10; ±20	300 200 160	−60	+70	5 6 7,5	20 24	–	0,15	0,9...2

Продолжение табл. 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
БМТ-2	ЦМУ	0,00047...0,22 0,001...0,022	±10; ±20	400 630	−60	+100	6...16 6; 12	24...47 24; 26	—	0,01	3...20
К40У-5	ПМГ	0,25...6,0 0,01...4 0,1...3	±10; ±20	600 1000 1500	−60	+85	30...70 17...80 17...60	30...65 **45; 65**	30...112 **54, 112**	0,02	70...1030
ОКБГ-МП КБГ-МП	ПМГ	0,5...3×0,25 0,25...3×0,25 0,1...3×0,1 0,1...2×0,1	±10; ±20	200 600 1000 1500	−60	+70	26..36 26...51	46 46; 51	18...22 18...25	0,05	55...150
БГТ	ПМГ	0,5...10 0,25...8,0 0,25...6,0 0,01...4,0 0,1...2,0	±5; ±10; ±20	200 400 600 1000 1500	−60	+100	30...60 25...70 30...70 17...80 17...60	30...65 45; 69	30...112 54; 112	0,01	70...1030
КБГ-МН ОКБГ-МН	ПМГ	1,0...1,0,0 1,0...2×2,0 0,5...2×2,0 0,25...2×2,0 0,25...2×1,0	±5; ±10; ±20	200 400 600 1000 1500	−60	+70	19...35 25...35 19...35 19...60 25...60	35...65 45...65 34...65 45...65	58...78 58...108 58...103 58...108	0,01	115...750
К40-11	ПМУ	0,22...2,0	±10; ±20	200	−60	+85	10...20	45	33, 50	0,05	40...75

Продолжение табл. 4.8

МЕТАЛЛОБУМАЖНЫЕ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
МБГП	ПМГ	0,5...20 0,25...10 0,1...10 0,5...10 0,25..20	±10; ±20	200 400 630 1000 1600	−60	+70	11...51 11...66 11...47 16...64 16...107	31, 46 31...69 46; 69	25...50 13...112 50...112 50...100	0,015	25...30
МБГН	ПМГ	1,0...27,0	±5; ±10	200	−60	+70	11...61	31; 46	40, 70	0,015	30...300
МБГО	ПМГ	2,0...30,0 1,0...30,0 1,0...20,0 0,5...20,0 0,25...10,0	±10; ±20	160 300 400 500 630	−60	+60	16...41 11...46 16...61 11...76 11...56	31; 46	25; 50	0,015	30...300
МБТТ	ПМГ	1,0...20,0 0,5...10,0 0,25...10,0 0,1...10,0 0,1...10,0	±5	160 300 500 750 1000	−60	+100	17...80 17...65 17...45 17...60 30....105	30; 45 30; 65	30; 54 30; 112	0,015	40...1350
КМБП	ПМУ	0,05...1,0	±10; ±20	30	−60	+70	11; 22	11...22	10...22	0,015	3,0...10,0
К42П-5	ЦМГ	0,01...1,0	±10	40	−60	+60	6...16	23...50	—	0,015	2,5...30
МБМ	ЦМУ	0,05...1,0 0,05...1,0 0,025...0,5 0,01...0,25	±10; ±20	160 250 500 750	−60	+70	6...14 8,5...18 8,5...16	17, 30 21...47	22...36 25...51	0,015	2...25

Продолжение табл. 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		0,01...0,1		1000				34	38		
		0,0051...0,1		1500			8,5...20	34, 47	38; 51		
К42У-2	ЦМГ	0,047...1,0 0,047...1,0 0,033...0,1	±10; ±20	160 250 500	−60	+100	6...14 8...16 9...10	24; 36 24...50 24; 36	—	0,008	3,5...27
К424-6	ЦМГ	0,47...10,0 33	±5; ±10; ±20	300 100	0	+35	28..55 66	42...92 115	—	0,008	5...51
К42-4	ПМГ	1,0...20,0 0,5...10,0 0,5...4,0	±10; ±20	160 300 500	−60	+100	17...80 17...65 30...60	30; 45	30; 54	0,008	40..320
К42-18	ЦМУ	0,3	±20	400	−60	+85	18	30		0,01	17,5
К42-19	ЦМГ	2,0..20,0 1,0...16,0	±10; ±20	250 500	−25	+55	30...45 30...70	—	55; 112	0,01	80...740
МБГЦ-1 МБГЦ-2	ЦМГ	0,22...1,0 0,1...0,47 0,022...0,22 0,047...0,1	±10; ±20	200 400 630 1000	−60	+70	10...17 14...17	11,5...18,5 15,5...18,5	—	0,015	14...25

Продолжение табл. 4.8

ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТНЫЕ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К73-5	ПО	0,001...0,22	±5; ±10; ±20	250	−60	+100	9...15	7...16,5	25	0,01	0,6...3,5
К73-9	ПО	0,001...0,47 0,0027...0,33 0,001...0,15 0,00047...0,1	±5; ±10 ±20	100 200 400 630	−60	+100	6...18 6...20 6...18 6...20	12...24 13...24	25	0,01	0,5...10
К73-11	ЦИ	0,1...22 0,068...6,8 0,047...2,2 0,022...1,0 0,001...0,47	±5; ±10 ±20	63 160 250 400 630	−60	+125	6...21 7...22 7...17 7...15 7...16	13...44 13...22 13...30	32	0,015	1,5...26
К73-15	ЦМУ	0,015...0,47 0,0047...0,33 0,0033...0,22 0,0022...0,22 0,00047...0,15	±5; ±10 ±20	100 160 250 400 630	−60	+100	6...14 5...14 5...16	16...32 16...40	—	0,01	0,9...15
К73-24	ПО	0,033...0,27 0,001...0,027 0,01...0,27 0,001...0,0068 0,1...220 0,1...120	±5; ±10; ±20	100 250 100 250 63 100	−60	+100	9,5 4,5...6 5 6...22 7...22	11; 13 11 8,5; 11 8,5	25	0,015	1,5...3,2

Продолжение табл. 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К73-16	ЦМУ	0,047...6,8 0,047...10,0 0,022...1,0 0,01...0,47 0,01...0,22 0,0047...0,1	±5; ±10; ±20	160 250 400 630 1000 1600	−60	+125	7...20 8...30 8...13 7...16	18...48 34...48	—	0,012	2...35
К73-17	ПО	0,22...4,7 1,5...2,2 0,047...1,0 0,022...1,0 0,01...0,47	±5; ±10; ±20	63 160 250 400 630	−60	+125	10...25 25; 28 11...21 10,5...27	12...24 24 12...23 12...24	25	0,015	1,4...12
К73-20	ЦИ	0,0051	±5; ±10; ±20	630	−60	+85	7	21	—	0,01	1,5
К73-22	ЦМГ	0,01...0,047	±5; ±10; ±20	630	−60	+125	6...9	18...20		0,012	2,5...6
К73-26	ЦМУ	33...150 15...100	±5; ±10; ±20	63 100	−60	+125	24...40	60...85 48...85	—	0,012	60...230
К73П-2	ПМГ	0,5...15 0,25...10 0,5...10	±5; +10; ±20;	400 630 1000	−60	+125	16...86 21...81	31; 46 31...86	25; 50 25...140	0,012	35...1000
К73П-3	ПМГ	0,05...1,0	±10; ±20	160	−60	+125	11; 22	10...22	—	0,012	3,0..10

Продолжение табл. 4.8

Комбинированные

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К75-10 аксиальные выводы	ЦМГ	0,1...10 0,1...3,3 0,1...1,5 0,1...1,0	±5; ±10 ±20	250 500 750 1000	−60	+100	9...22 16...22 22	38, 52 62 90	25	0,008	8...95
К75-10 лепестковые выводы	ЦМГ	1,5...10 0,47...3,3 0,15...1,5 0,15...1,0	±5; ±10 ±20	250 500 750 1000	−60	+100	28...48 26...50 26...55	55...95 65...115 95; 115	—	0,008	95...685
К75-12 аксиальные выводы	ЦМГ	0,0033...0,47 0,001...0,33 0,0022...0,22 0,01...0,1	±5; ±10 ±20	400 630 1000 1600	−60	+100	6...20 10...20 14...20	22...52 18...62 22...52 30...52	25	0,01	5...56
К75-12	ПМГ	1,0...10 1,0..8,0 0,5...6,0 0,25...4,0	±5; ±10 ±20	400 630 1000 1600	−60	+100	25...80 35...80 25...90 25...80	45; 65	49; 112 54; 112	0,01	110...1100
К75-24 аксиальные выводы	ЦМГ	0,1...2,2 0,1...1,0 0,1...0,47 0,1...0,33	±5; ±10 ±20	400 630 1000 1600	−60	+125	8...24 9...22 14...22 14...24	36...52 38...52	25	0,015	7,5...45

Продолжение табл. 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К75-24	ЦМГ	3,3...4,7 1,5...4,7 0,68...2,2 0,47...1,5	±5; ±10 ±20	400 630 1000 1600	−60	+125	28; 34 28...32 26...32 28...32	55 95 55; 95	—	0,015	83...170
К75-24	ПМГ	4,0...10,0 4,0...10,0 4,0...10,0 4,0...10,0	±5; ±10 ±20	400 630 1000 1600	−60	+125	20...45 25...55 30...65 25...65	45 65	54 74 112	0,015	110...900
К75-38	ЦМГ	0,00015...0,0051	±10; ±20	200	−60	+100	3,7...4,6	18	—	0,01	1,5...1,9
Лакопленочные											
К76П-1	ЦМГ	0,47...22	±5; ±10; ±20	63	−60	+70	7...22	32, 48	25	0,012	5...50
К76-3	ЦМУ	0,1...10,0	±5; ±10; ±20	250	−60	+85	6...30	32, 48	25	0,012	3...53
К76-4	ЦМГ	0,47...10	±5; ±10 ±20	25	−60	+70	6...12	19...45	25	0,015	3...16
К76-5	ЦМГ	0,47...10	±5; ±10; ±20	25	−60	+70	5...10	22; 28	25	0,012	2,8...8
Поликарбонатные											
К77-1	ЦМ	0,22...22 0,1...3,9 0,022...3,9 ,001...1,0	±0,5; ±1; ±2; ±5; ±10; ±20	63 100 200 400	−60	+125	8...28 8...20 8...26 7...28	21...48 21...63 17...63	25	—	7...95

Продолжение табл. 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К77-2	ЦМ	0,056...2,2 0,01...0,047	±2; ±5 ±10; ±20	63 100	−60	+100	6...14 6	17...31	25	—	2...10
К77-3	ЦМ	22	±10	250	−60	+70	28	45	—	—	40
К77-4	ЦМ	0,1...15	±5; ±10; ±20	160	−60	+100	10...40	20...63	25	—	4...120
К77-6	ПИ	0,033..,0,22 0,001...0,27	±5; ±10; ±20	100 250	−60	+100	10,5...13	4...6	9,5	—	1,5...2,2
Полипропиленовые											
К78-4	ЦМУ	3,3...68 2,2...33 0,47...10	±10; ±20	160 250 500	−60	+70	26...55	45...100	—	0,002	40...350

Бумажные конденсаторы характеризуются следующими данными:

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:

К40-11 (до 0,22 мкФ)	1000
К40У-5 и БГТ (до 0,25 мкФ)	8000
БМ-2, БМТ-2, К40П-2, КБГ и ОКБГ (до 0,2 мкФ)	10 000

Постоянная времени, МОм·мкФ:

К40-11 (свыше 0,22 мкФ)	300
К40У-5 и БГТ (свыше 0,25 мкФ), КБГ и ОКБГ (свыше 0,2 мкФ)	2000
К40У-9 (свыше 0,22 мкФ)	4000

Срок сохраняемости, лет:

К40-11	1
БГТ	10
К40У-5, КБГ, ОКБГ, БМ-2, БМТ-2	12
К40П-2, К40У-9	15

Конденсаторы металлобумажные:
МБГП, МБГН, МБГО, МБГТ, КМБП, К42П-5, МБМ, К42У-2, К42Ч-6, К42-4, К42-18, К42-19, МБГЦ

Конденсаторы МБГН, МБГО, МБГТ, МБМ, КМБП, К42У-2, К42П-5, К42-4, К42-18, К424-6 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока, К42-19 — в цепях переменного тока; К424-6, К42У-2, К42-18 способны работать также в цепях импульсного тока.

Конденсаторы изображены: МБГП, МБГН, МБГО, МБГТ, К42-4 — на рис. 4.54; МБГЦ — рис. 4.55; К42У-2, К42П-5, К42Ч-6 — рис. 4.56; К42-19 — рис. 4.57; КМБП — рис. 4.58; МБМ — рис. 4.59.

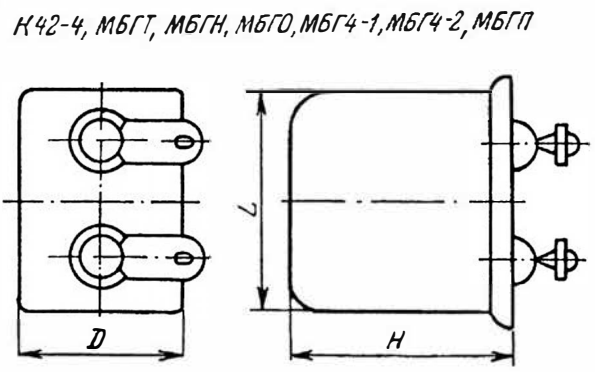


Рис. 4.54. К42-4, МБГТ, МБГН, МБГО, МБГЧ, МБГП

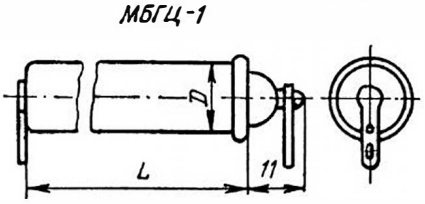


Рис. 4.55. МБГЦ

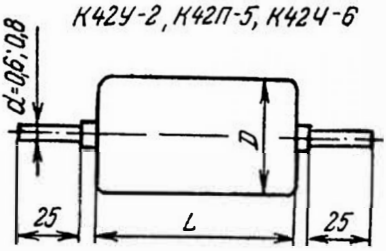


Рис. 4.56. К42У-2, К42П-5, К42Ч-6

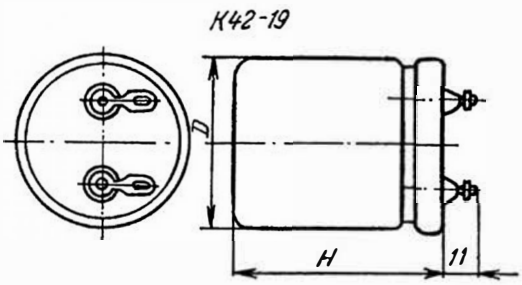


Рис. 4.57. К42-19

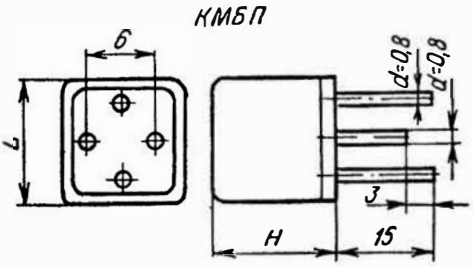


Рис. 4.58. КМБП

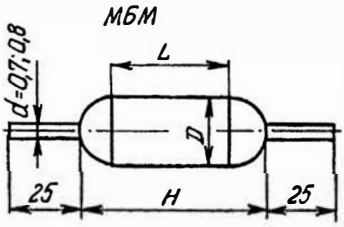


Рис. 4.59. МБМ

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:

КМБП (до 0,15 мкФ)	500
МБГО (до 0,25 мкФ)	800
К42У-2 и МБМ (до 0,1 мкФ, 160 В)	2000
К42П-5 (до 0,33 мкФ), К424-6 (до 0,1 мкФ), МБГТ (до 0,25 мкФ), К42У-2 и МБМ (до 0,1 мкФ, 250 В)	5000

Постоянная времени, МОм × мкФ:

КМБП (свыше 0,25 мкФ)	100
МБГО (свыше 0,5 мкФ), К42У-2 (свыше 0,1 мкФ, 160 В)	200
МБМ (свыше 0,1 мкФ, свыше 250 В), К424-6 (свыше 0,15 мкФ), К42П-5 (свыше 0,33 мкФ), К42У-2 (свыше 0,15 мкФ, свыше 250 В), МБГТ (свыше 0,25 мкФ), К42-4, К42-19, К42П-5 (свыше 0,33 мкФ)	1000

Срок сохраняемости, лет:

МБГТ	5
К42-18, К42-19	8
К42П-5, К42У-2	10
КМБП	11
МБГО, МБГН, МБМ, КУ24-6	12

Полиэтилентерефталатные (лавсановые)
К73-5, К73-9, К73-11, К73-15, К73-16, К73-17, К73-20, К73-22, К73-24, К73-26, К73П-2, К73П-3

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока; конденсаторы К73-15, К73-16, К73-22 допускается эксплуатировать также в цепях импульсного тока.

Конденсаторы изображены: К73-15, К73-16 — на рис. 4.60; К73-5, К73-17, К73-9, К73-24 — рис. 4.61; К73-11, К73-20 — рис. 4.62; К73П-3 — рис. 4.63; К73-24 — рис. 4.64; К73-26 — рис. 4.65.

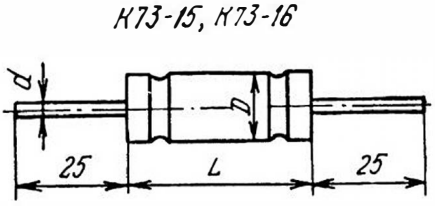


Рис. 4.60. К73-15, К73-16

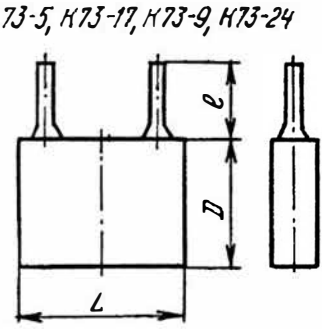


Рис. 4.61. К73-5, К73-17, К73-9, К73-24

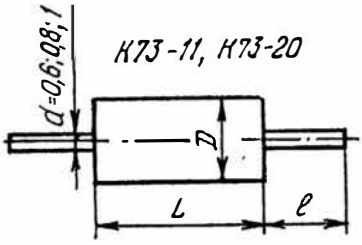


Рис. 4.62. К73-11, К73-20

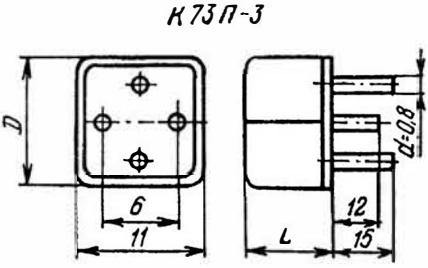


Рис. 4.63. К73П-3

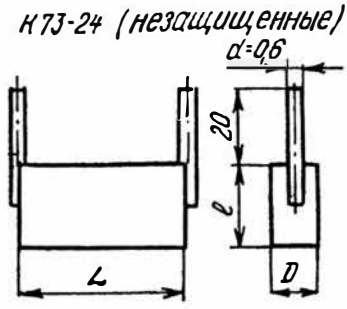


Рис. 4.64. К73-24

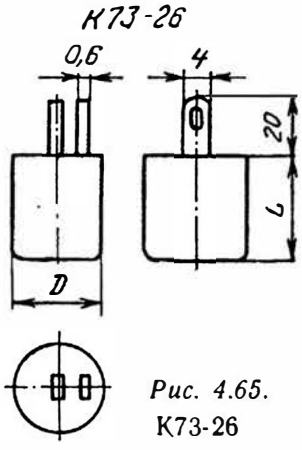


Рис. 4.65. К73-26

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:

К73П-3	6000
К73-24	10 000
К73-11 (63 В), К73-16, К73-17 (63 В)	12 000
К73П-2, К73-5, К73-11 (свыше 160 В), К73-15, К73-17 (свыше 160 В), К73-20, К73-22	30 000

Постоянная времени, МОм·мкФ:

К73П-3	2000
К73-11 (63 В), К73-16, К73-17 (63 В)	4000
К73П-2, К73-11 (свыше 160 В), К73-15, К73-17 (свыше 160 В)	10 000
К73-9	20 000

Срок сохраняемости, лет:

К73-11	5
К73-9, К73-17, К73-20	8
К73-24	10
К73-5, К73-15, К73П-2, К73П-3	12
К73-16, К73-22	15

Комбинированные:
К75-10, К75-12, К75-24, К75-38

Конденсаторы К75-12, К75-24, К75-38 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока; К75-10 в цепях переменного тока частотой до 10 кГц.

Конденсаторы изображены на рис. 4.66, 4.67, 4.68.

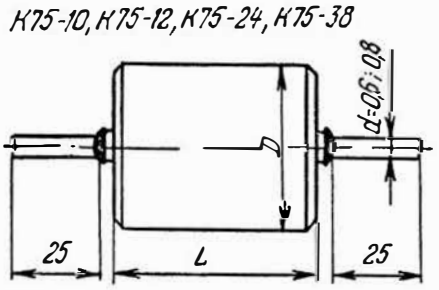


Рис. 4.66. К75-10, К75-12, К75-24, К75-38

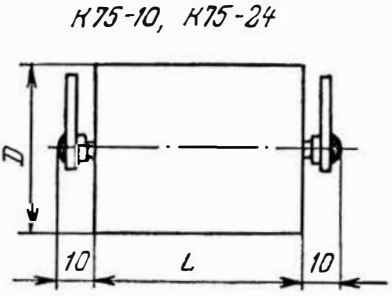


Рис. 4.67. К75-10, К75-24

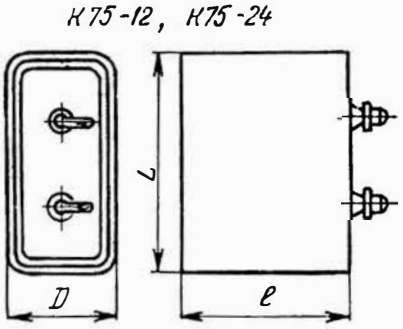


Рис. 4.68. К75-12, К75-24

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
К75-12 (до 0,22 мкФ) 20 000
К75-24 (до 0,33 мкФ) 16 000
Постоянная времени, МОм × мкФ:
К75-10 8000
К75-12 (свыше 0,22 мкФ), К75-24 (свыше 0,33 мкФ) 4000
Срок сохраняемости, лет:
К75-10, К75-12, К75-24 12

Конденсаторы лакопленочные
К76П-1, К76-3, К76-4, К76-5

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока; конденсаторы К76-5 — допускается эксплуатация также в цепях импульсного тока.

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
К76-3 1500
Постоянная времени, МОм × мкФ:
К76-4 100
К76П-1 200
К76-3 (свыше 0,38 мкФ), К76-5 . . 500
Срок сохраняемости, лет:
К76П-1, К76-3, К76-4 12
К76-5 15

Конденсаторы поликарбонатные
К77-1, К77-2, К77-3, К77-4, К77-6

Конденсаторы К77-1, К77-2, К77-4, К77-6 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока; К77-2, К77-3 — в цепях импульсного тока.

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
К77-1, К77-2 (до 0,33 мкФ), К77-6 . 10 000
К77-4 (до 0,33 мкФ) 30 000
Постоянная времени, МОм × мкФ:
К77-1, К77-2 5000
К77-3 300
К77-4 . . . . . 10 000
Срок сохраняемости, лет . . 12

Конденсаторы полипропиленовые
К78-4

Предназначены для однородных асинхронных двигателей с частотой сети 50 Гц.

Постоянная времени, МОм × мкФ . 15 000
Срок сохраняемости, лет 10

Конденсаторы изображены К76-4, К76-5 — на рис. 4.69; К77-1 — рис. 4.70; К78-4 — рис. 4.71.

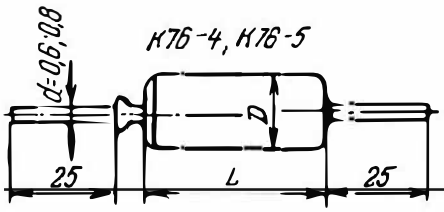


Рис. 4.69. К76-4, К76-5

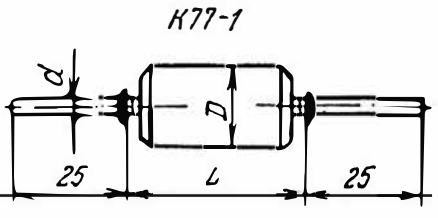


Рис. 4.70. К77-1

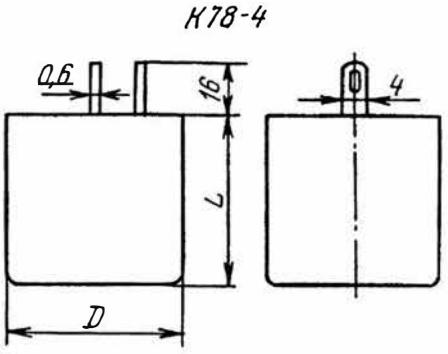


Рис. 4.71. К78-4

4.2.2. Низковольтные высокочастотные конденсаторы

Полистирольные
ПМ-1, ПМ-2, ПО, К70-4, К70-6, К70-7, К70-8, МПГ-П, МПГО, МПО, МПГ-Ц, К71-4, К71-5, К71-6, К71-7, К71-8

Конденсаторы ПМ-1, ПМ-2, ПО, К70-4, К70-6 — К70-8, К71-6, МПО, МПГО, МПГ-Ц, МПГ-П, К71-4, К71-5, К71-7, К71-8 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока; конденсаторы К71-4, К71-5, К71-7, К71-8 допускается эксплуатировать также в цепях импульсного тока.

Фторопластовые
ФТ-1, ФТ-2, ФТ-3, Ф4, К72П-5, К72П-6, К72-9, К72-11, К72-11А

Конденсаторы ФТ, К72П-5, К72П-6, К72-9 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока; Ф4, К72-11, К72-11А — в цепях переменного тока. Допускается эксплуатация конденсаторов К72П-6 в цепях импульсного тока.

Полипропиленовые
К78-2, К78-3

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного, пульсирующего и импульсного тока.

Конденсаторы изображены: ПМ-1, ПО, К70-6 — на рис. 4.72; К70-4, К70-7 МПГП, МПГО — рис. 4.73; К70-7 — рис. 4.74; ПМ-2, МПО, МПГЦ, К71-4, К71-8 — рис. 4.75; К72П-5 — рис. 4.76; К72П-6, К72-9 — рис. 4.77.

Численные значения параметров низковольтных высокочастотных конденсаторов с твердым органическим диэлектриком приведены в таблице 4.9, в которых, в графе «Корпус», конструктивные параметры указаны для каждого конденсатора отдельными буквами: П — прямоугольный; Ц — цилиндрический; М — металлический; О — окукленный; И — изоляционный; Н — незащищенный; Г — герметизированный; У — уплотненный.

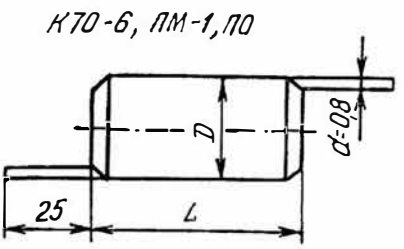


Рис. 4.72. К70-6, ПМ-1, ПО

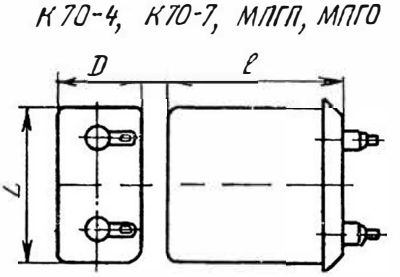


Рис. 4.73 К70-4, К70-7, МПГП, МПГО

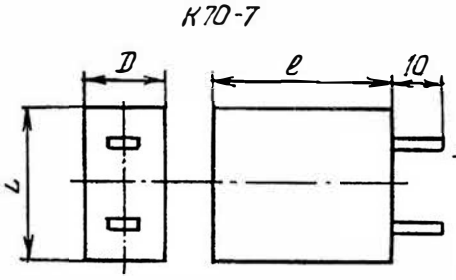


Рис. 4.74. К70-7

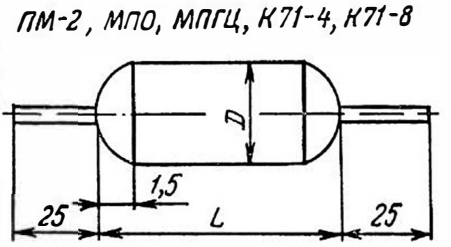


Рис. 4.75. ПМ-2, МПО, МПГЦ, К71-4, К71-8

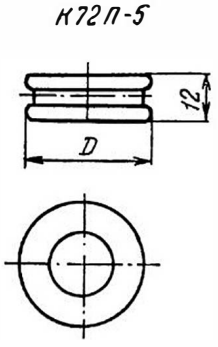


Рис. 4.76. К72П-5

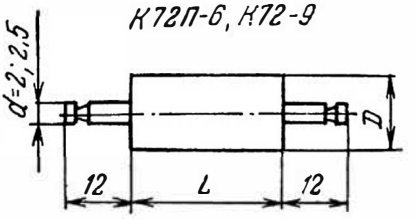


Рис. 4.77. К72П-6, К72-9

Таблица 4.9. **Параметры низковольтных высокочастотных конденсаторов с твердым органическим диэлектриком**

Тип	Корпус	Пределы номинальных емкостей, мкФ	Допуск, %	Номинальное напряжение, В	Диапазон рабочих температур, °С		Габариты, мм			tg δ	Масса, г
					T_{min}	T_{max}	Диаметр (ширина) D	Длина l	Высота (длина выводов) l		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Полистирольные											
ПМ-1	ЦН	0,0001...0,01	±10; ±20	63	−60	+70	3,4...10	9...18	25	0,001	0,4...2,5
ПО	ЦН	0,027; 0,03 0,000053...0,01	±5; ±10 ±20	315 500	−40	+70	24 12...21	49 28; 32	— 25	0,001	6,0...30
ПМ-2	ЦМУ	0,0001...0,01	±5; ±10; ±20	63	−40	+70	4,3...11,8	14...24	25	0,001	0,8...4,5
К70-4	ПМГ	0,024...1,0	+(2; 5; 10; 20)	1600	−10	+35	32...66	46...121	76...114	0,001	300...1600
К70-6	ЦН	0,018...0,1 0,000022...0,015	±(1; 2; 5; 10)	35 63	−40	+85	8...13 4...8	23; 33 10...18	25 25	0,001	0,3...6
К70-7	ПМГ	0,01...0,5 0,001...0,134	±(025; 0,5) ±(1; 2)	100 250	−60	+60	12,5; 25	25; 50	20; 33	0,001	20...120
К70-8	ЦН	0,02...0,36 0,001...0,126	±(0,5; 1) +(2; 5)	70 250	−60	+65	12...24	19; 29	—	0,001	4,6...28
МПГ-П	ПМГ	0,2...2,0 0,025...0,1 0,015...0,05	±(0,2; 0,5) ±(1; 2)	250 500 1000	−60	+60	31...81 16...26 21...26	46...66 31; 46	50; 75 31; 35	0,001	50...600

Продолжение табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
МПГО	ПМУ	4,0...10,0 0,2...2,0 0,5; 1,0 0,1	±(0,1; 0,2) ±0,5	160 250 500 600	−60	+60	44...104 25...51 26; 46 26	66 31; 46 31	75 31; 50 31	0,0015	80...850
К70-7	ПМУ	0,01...0,5 0,001...0,134 0,0015...0,175	±(0,25; 0,5) ±(1; 2)	160 250 350	−60	+60	12,5...25 10; 20	25; 50 40	22; 35 36; 61	0,005	20...85
МПО	ЦМУ	0,250; 0,5 0,003...0,25 0,001...0,1	±(5; 10) ±20	250 400 600	−60	+60	21 6; 23 6...18	47; 62 21...23 6...18	25	0,0015	3...70
МПГ-Ц	ЦМУ	0,003...0,02 0,003...0,01	±(1; 2) ±(5; 10)	500 1000	−60	+60	10...18 13...18	36	25	0,001	10...14
МПГ-П	ПМГ	0,2...2,0 0,025...0,1 0,015...0,05	±(0,2; 0,5) ±(1; 2)	250 500 1000	−60	+60	31...81 16...26 21...26	46; 66 31; 66 31; 46	50; 75 31; 35	0,001	50...600
К71-4	ЦМ	1,2...10 0,01...1	±(2; 5) ±(10; 20)	160 250	−60	+85	24...45 6...22	48...85 6...48	25	0,0015	2...200
К71-5	ЦМУ	0,01...1,0	±(2; 5; 10)	160	−60	+85	6...30	19,5; 26,5	25	0,0012	2...30
К71-6	ПИ	0,121...0,2 0,000612...0,012 0,0001...0,000604	±(0,5; 1) ±(2; 5)	200 250 300	−60	+70	11...21 6...10 6...8	26; 42 16 10	21...42 12...21 12...16	0,001	1...40

Продолжение табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К71-7	ПИ	0,001...0,5	±(0,5; 1; 2; 5)	250	−60	+85	7...16	10...26	14...32	0,001	3...28
К71-8	ЦМУ	0,000022...0,1	±(2; 5; 10; 20)	63	−60	+85	5	14	25	0,001	0,8...12
				Фторопластовые							
ФТ-1	ЦН	0,00056...0,022 0,00056...0,01	±(5; 10) ±(15; 20)	200 600	−60	+200	6...14	14; 25	25	0,001	2,5...15
ФТ-2	ЦН	0,027...0,1 0,018...0,047	±(5; 10) ±(15; 20)	200 600	−60	+200	19	30; 50	15	0,001	20...32
ФТ-3	ЦН	0,22...0,47 0,068...0,22	±(5; 10) ±(15; 20)	200 600	−60	+200	30; 37 27; 30	55; 73	15	0,001	80...110
Ф4	ЦМУ	0,5...1,0 0,25...1,0 0,1...1,0	±(5; 10) ±20	60 125 200	−60	+155	28...30 28...36 30...62	42...94 55; 94	30	0,0005	90...800
К72П-5	ЦИ	0,01	±20	500	−60	+150	86	12	—	0,0015	100
К72П-6	ЦМГ	0,00047...1,0 0,00047...0,47 0,00047...0,47 0,00047...0,56	±(5; 10; 20)	200 500 1000 1600	−60	+200	7...60 8...60 12...60 14...36	20...100 20...80 34...110 34...80	12	0,001	5...650

Продолжение табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К72-9	ЦМГ	1,5...2,2 0,47...1,0 0,01...0,33	±(5; 10; 20)	200 300 500	−60	+200	36; 42 32...34 9...26	32...100	12	0,0015	15...440
К72-11	ЦМГ	0,5; 1,0 0,25...1,0 0,1...1,0	±(5; 10; 20)	60 125 200	−60	+100	28; 30 28...36 30...62	42...94	30	0,0008	410...1720
К72-11А	ЦИ	0,22...1,0 0,1...0,47 0,047...0,22	±(5; 10; 20)	500 750 1000	−60	+70	56...71 58...80 56...71	78...140	18	0,0008	520...1300
				Полипропиленовые							
К78-2	ПИ	0,01...0,1 0,039...0,15	±(5; 10; 20)	300 1000	−60	+85	7...12,5 10...17	20,5; 31,5 30; 40	11,5...22 20...30	0,001	3,5...35
К78-3	ЦМ	0,27...0,56	±(5; 10; 20)	630	−60	+85	30...45		16	0,001	170...250

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
К70-4 (до 0,25 мкФ) 3000
К70-4 (свыше 0,5 мкФ) 10 000
К71-4 (до 0,33 мкФ), К71-5, К71-7 (до 0,33 мкФ), ПМ-1, ПМ-4, К70-6, К70-7, К70-8 . . . . . 50 000
МПГ-Ц, МПГ-П (до 0,1 мкФ), К71-8, К71-6, МПО, МПГО (до 0,1 мкФ), ПО 100 000
Постоянная времени, МОм × мкФ:
К71-4, К71-5, К71-7 (свыше 0,33 мкФ) 5000
МПО, МПГО, МПГ-Ц (свыше 0,2 мкФ) 10 000
Срок сохраняемости, лет:
К70-6 5
К71-6 8
ПО, ПМ-1 10
ПМ-2, К70-7, К70-8, К70-4, МПО, МПГО, МПГЦ, МПГ-П, К71-4, К71-5, К71-7 12
К71-8 15
Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
К72-11, К72-11А 20 000
ФТ, К72П-5 . . . . . 50 000
К72П-6 (до 1 мкФ), К72-9 . . . . 100 000
Постоянная времени, МОм × мкФ:
К72-11, К72-11А 5000
К72П-6 (свыше 0,15 мкФ) 10 000
К72-9 . . . . . 30 000
Срок сохраняемости, лет:
К72П-5 5
ФТ, К72П-6, К72-9, Ф4 12
К72-11 15
Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
К78-2 (300 В) 100 000
К78-2 (1000 В), К78-3 . . . . . 50 000
Постоянная времени, МОм × мкФ:
К78-3 (свыше 0,33 мкФ) 15 000
Срок сохраняемости, лет:
К78-2 8
К78-3 5

4.2.3. Высоковольтные конденсаторы постоянного напряжения

Бумажные
К41-1, КБГ-П

Предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока, а также в цепях импульсного тока с частичным разрядом емкости.

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
КБГ-П (до 0,1 мкФ) 10 000
К41-1 (до 0,25 мкФ) 20 000

Постоянная времени, МОм·мкФ:
КБГ-П (свыше 0,25 мкФ) . . 2000
К41-1 (свыше 0,25 мкФ) . . . 4000
Срок сохраняемости, лет 12

Полистирольные
ПОВ

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока.

Конденсаторы выпускаются цилиндрической формы незащищенные.

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм . 100 000
Срок сохраняемости, лет 12

Фторопластовые
ФГТИ

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного, пульсирующего и импульсного тока.

Конденсаторы выпускаются цилиндрической формы в керамическом корпусе герметизированные.

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм . 40 000
Срок сохраняемости, лет 12

Конденсаторы изображены: КБГ-П — на рис. 4.78; ПОВ — рис. 4.79; ФГТИ — рис. 4.80.

Численные значения параметров высоковольтных конденсаторов постоянного напряжения с твердым органическим диэлектриком представлены в таблице 4.10, в которой, в графе «Корпус», конструктивные параметры указаны для каждого конденсатора отдельными буквами: П — прямоугольные; Ц — цилиндрические; М — металлический корпус; Н — незащищенные; Г — герметизированные; И — изоляционный корпус.

КБГ-П

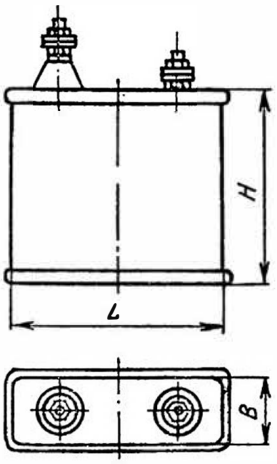


Рис. 4.78. КБГ-П

ПОВ

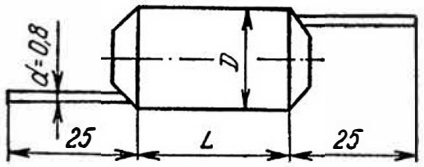


Рис. 4.79. ПОВ

ФГТИ

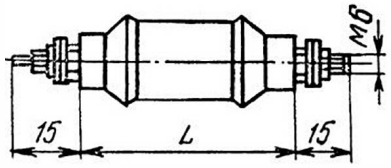


Рис. 4.80 ФГТИ

Таблица 4.10. **Параметры высоковольтных конденсаторов постоянного напряжения с твердым органическим диэлектриком**

Тип	Корпус	Пределы номинальных емкостей, мкФ	Допуск, %	Номинальное напряжение, кВ	Диапазон рабочих температур, °С		Габариты, мм			tg δ	Масса, г
					T_{min}	T_{max}	B	L	H		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бумажные											
лепестковые выводы	ПМГ	0,01...6,0 0,01...2,0	±(5; 10; 20)	2,5 4,0	−60	+125	17...120 17...110	45...85	17	0,01	700...3500
К41-1 лепестковые выводы	ПМГ	10,0...20,0 4,0...20,0 0,01...10,0 0,01...0,047 0,01...2,0 0,010...0,5 0,01...0,10	±(5; 10; 20)	2,5 40 6,3 10 16 25 40	−60	+125	72...175 30...160 50...230 60...230 60...150 75...130	105...270 65...295 85...295 105...295 105...270 140...210	150...280 55...320 90...340 100...340 110...305 125...275	0,01	300...50 000
КБГ-П лепестковые выводы	ПМГ	0,01...1,0 0,10...0,25 0,05...0,10 2,0...10,0 0,5...6,0	±(5; 10; 20)	2 3 4 2 3	−60	+70	25...35 55...100	45...65 75...142	46...70 75...110 70...75 135...185 82...185	0,01	120...730

Продолжение табл. 4.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		0,25...6,0		4							
		0,01...4,0		6			55...120	75...270	82...315		
		0,10...2,0	±(5, 10, 20)	8	−60	+70			135...315	0,01	800...58 100
КБГ-П резьбовые выводы	ПГ	0,01...2,0		10			64...120	93...320	105...375		
		0,01...2,0		15			64...180	128...350			
		0,10...0,5		20			100...120	142...320	210...375		
		0,1...0,5		30				270...350	315...375		
Полистирольные											
		0,00039		10			20				
ПОВ	ЦН	0,00039	±20	15	−40	+70	21	42	25	—	10...18
		0,00012		18			11	39			
Фторопластовые											
		0,003		4			23				
		0,00047		10							
	ЦГ	0,002		8			25				
ФГТИ	кера-	0,01	±(5; 10; 20)	4	−60	+155		±5	15	0,001	65...460
	мичес-	0,002		16			40				
	кие	0,01		8							
Полиэтилентерефталатные											
К74 6	ЦН	0,0051	±5	5	−60	+70	30	65	—	0,01	90
К74-7	ЦН	0,00015...0,00039	±20	16	−60	+70	10; 13	25	25	0,008	3,5; 5,5
		0,0047		10			15	25			

Продолжение табл. 4.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К73-12	ЦН	0,022 0,003	±10	10 30	−60	+70	20 25	45 85	25	0,008	25...60
К73-13	ЦН	0,0022	+10	10	−60	+70	15	25	25	0,008	10
К73-14	ЦН	0,0033...0,1 0,0022...0,022 0,00047...0,01 0,00047...0,0033	±(5; 10; 20)	4 10 16 25	−60	+85	9...26 17...25 14...27 14...25	25; 45 25...65 45; 65	25	0,008	4...65
Полипропиленовые											
К78-5	ЦН	0,00047...0,047	± (5; 10; 20)	2	−60	+85	9...22	24...50	25	0,001	3...25
Комбинированные											
ПКГТ-П лепестковые выводы	ПМГ	0,1...2,0 0,025...2,0	±(5; 10; 20)	3 5	−60	+100	20...85 17...110	45; 65 45...85	54...115 54...145	0,01	150...2800
ПКГТ-П резьбовые выводы	ПМГ	0,05...0,5 0,025...0,25 0,05...0,1	±(5; 10; 20)	10 15 20	−60	+100	30...85 30...85 60; 85	65...120 65...140 85; 110	115; 145	0,01	620...3500
ПКГТ-И лепестковые выводы	ЦИ	0,01...0,05 0,01; 0,01	±(5; 10; 20)	3 5	−60	+100	16; 21	52; 82 42; 62	5	0,01	25...60
ПКГТ-И резьбовые выводы	ЦИ	0,01...0,025 0,01 0,01	±(5; 10; 20)	10 15 20	−60	+100	40 47	75 126	18	0,01	620...3200

Продолжение табл. 4.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К75-15	ПМГ	0,1...10,0 0,05...4,0	±(5; 10; 20)	3 5	−60	+100	20...180 20...160	45...85	54...150	0,01	120...4800
К75-15 резьбовые выводы	ПМГ	0,051...1,0 0,024...1,0 0,024...0,5 0,01...0,1 0,0051...0,024	±(5; 10; 20)	10 16 25 40 50	−60	+100	45...140 60...130 65...130 85; 130 85	65; 85 65...105 100...150 140; 150 140	74...140 74...310 115...350 115...220 115...240	0,01	620...15 000
К75-22А	ПМГ	0,1; 0,25 0,1; 0,25 0,1	±(10; 20)	16 25 40	−60	+125	50; 85 85; 105 130	105; 120 140 170	140 140; 270 220	0,01	1700...7900
К75-22Б	ПМГ	0,1; 0,25 0,25 0,1; 0,25 0,1; 0,25 0,1	±(10; 20)	16 20 25 30 40	−60	+125	60; 120 150 85 130	85 130 120 150	140 160 140 210; 260	0,01	1500...23 000
К75-29А	ПМГ	0,1; 0,25		40			130	140	145; 280	0,01	11 500
К75-29Б	ПМГ	0,25...1,0 0,1...1,0 0,1...0,5	±(10; 20)	16 25 40	−60	+85	85...150 130; 150	140; 260	140...200 100...225 135...270	0,01	3000...23 000
К75-45	ПМГ	2,0...10,0 1,0...8,0 0,5...6,0 0,25...4,0 0,25...1,0	±(5; 10; 20)	2,5 5 6,3 10 16	−60	+70	110; 150	125; 160 125...280 125...360 160; 280	90...280 280...400 150...480 180 ..320	0,002	3000...65 000

Продолжение табл. 4.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		0,1...0,5 0,1; 0,25 0,1		25 40 63				125...360 160...360 360	320; 480 380 530		
К75-47	ПИ	4,7; 10 4,7 2,2 0,47; 1,0 0,22; 0,47 0,1; 0,22 0,022...0,1 0,022	±(5; 10; 20)	2,5 4 6,3 10 16 25 40 63	−60	+85	90	150	90; 140 110 90; 140 110; 180	0,01	250...4000
К75-50	ЦН	0,0024	±20	10	−40	+70	18	40	40	0,004	
К75-51	ЦИ	0,047; 0,1 0,022; 0,047 0,022	±(10; 20)	100 160 250	−10	+55	200	300; 530 400; 710 900	35	0,01	15 000...46 000

Полиэтилентерефталатные:
К74-6, К74-7, К73-12, К73-13, К73-14

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока; К74-6 — только в цепях импульсного тока.

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
К74-6 . . . . . 10 000
К73-12-К73-14 . . . . . 100 000
К74-7 . . . . . 1000 000
Срок сохраняемости, лет 12

Полипропиленовые:
К78-5

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока.

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм 100 000

Срок сохраняемости, лет 10

Комбинированные:
ПКГТ, К75-15, К75-22А, К75-22Б, К75-29Б, К75-45, К75-47, К75-50, К75-51

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока; К75-22Б, К75-51 используются также в цепях импульсного тока; К75-29, К75-47 — в цепях импульсного тока с частичным разрядом емкости.

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
ПКГТ-П, ПКГТ-И (до 0,1 мкФ) 10 000
К75-51 и К75-47 (до 0,22 мкФ) . . . 12 000
К75-45 (до 0,25 мкФ) 15 000
К75-15, К75-22А, К75-22Б, К75-29Б (до 0,25 мкФ) 20 000
К75-50 . . . . . 100 000

Постоянная времени, МОм·мкФ:
ПКГТ-П, ПКГТ-И (свыше 0,2 мкФ) . 2000
К75-15, К75-29Б, К75-47 (свыше 0,25 мкФ) 4000
К75-45 (свыше 0,25 мкФ) 5000

Срок сохраняемости, лет:
К75-51 5
К75-50 8
ПКГТ, К75-15, К75-22А, К75-22Б, К75-29Б, К75-45, К75-47 12

Конденсаторы изображены: К74-6 — на рис. 4.81; К74-7, К73-12, К73-13, К73-14 — рис. 4.82; ПКГТ, К75-15 — рис. 4.83; ПКГТ-4 — рис. 4.84, 4.85; К75-50 — рис. 4.86.

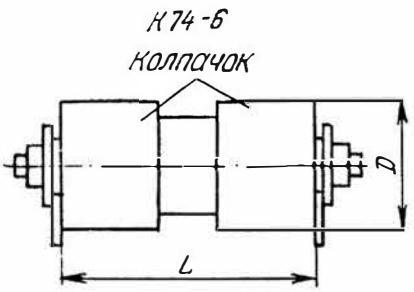


Рис. 4.81. К74-6

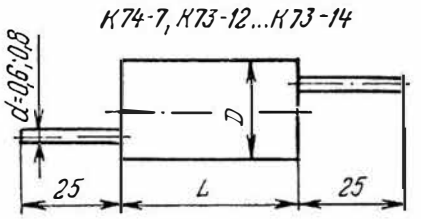


Рис. 4.82. К74-7, К73-12, К73-14

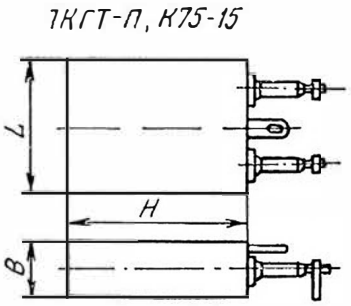
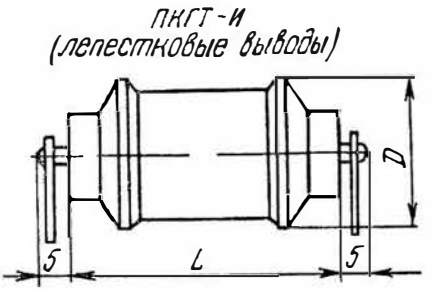


Рис. 4.83. ПКГТ-П, К75-15



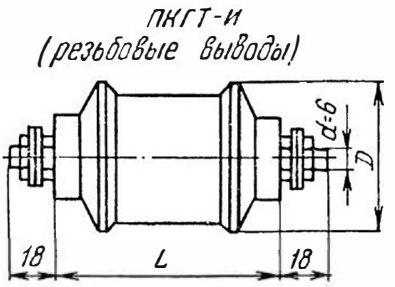


Рис. 4.84, 4.85. ПКГТ-И

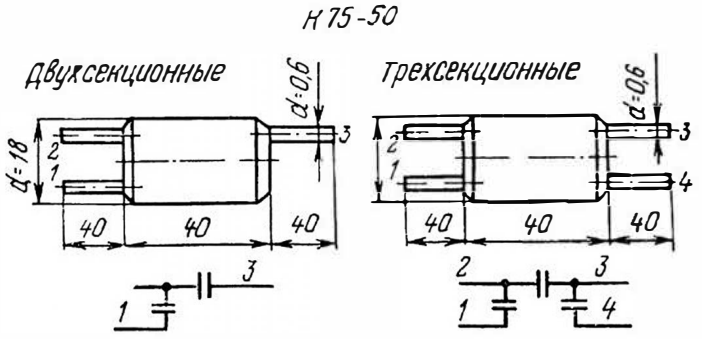


Рис. 4.86. К75-50

4.2.4. Высоковольтные импульсные конденсаторы

Бумажные и металлобумажные:
МБГВ, К42И-1, К42-13, К41И-7

Предназначены для формирования мощных импульсов тока разряда в нагрузке; обладают максимальной энергоемкостью.

Постоянная времени, МОм·мкФ
К41И-7 500
МБГВ, К42И-1, К42-13 1000

Срок сохраняемости, лет:
К41И-7 8
К42И-1 10
К42-13 12

Конденсаторы изображены: МБГВ, К42И-1, К41И-7 — на рис 4 87; К42-13 рис. 4.88.

Численные значения параметров высоковольтных импульсных конденсаторов с твердым органическим диэлектриком представлены в таблице 4.11, в которой, в графе «Корпус», конструктивные параметры указаны для каждого конденсатора отдельными буквами: П — прямоугольные; Ц — цилиндрические; М — металлический корпус; И — изоляционный корпус.

МБГВ, К42И-1, К41И-7

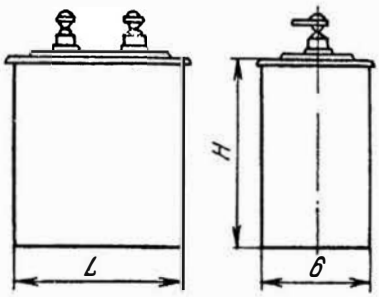


Рис. 4 87. МБГВ, К42И-1, К41И-7

К42-13

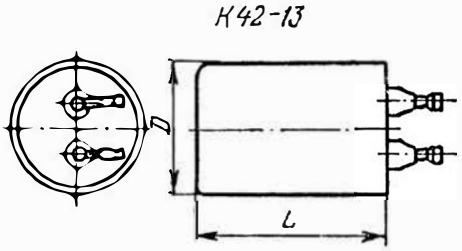


Рис. 4.88. К42-13

Таблица 4.11. **Параметры высоковольтных импульсных конденсаторов с твердым органическим диэлектриком**

Тип	Корпус	Пределы номинальных емкостей, мкФ	Допуск, %	Номинальное напряжение, кВ	Диапазон рабочих температур, °С		Габариты, мм			tg δ	Масса, г
					T_{min}	T_{max}	*D* Диаметр (ширина) *B*	*L* Длина	*H* Высота (длина выводов) *l*		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
МБГВ	ПМ	160 100; 200	±10	0,5 1	−60	+60	86; 156	86	140	0,01	1750 2950
К42И-1	ПМ	10; 25; 50 10	±10	2 3	−60	+50	17...91 71	86	140	0,01	300 1550
К41И-7	ПМ	100 50	−10...+30	5 10	−10	+40	122 180	170 234	410	0,012	15 000 30 000
К42-13	ЦМ	20	±(10; 20)	1	−60	+60	48	92	—	0,008	—
Комбинированные											
ПКГИ лепестковые выводы	ПМ	0,1...2,0 0,0022...1,0 0,001...0,05	±(5; 10; 20)	1 3 5	−60	+100	20...70 17...90 17...50	45; 65 45...110 45...65	54; 115 54; 180 54; 115	0,002	100...3500
ПКГИ	ПМ	0,002...0,25 0,002...0,01 0,003...0,025	±(5; 10; 20)	10 16 25	−60	+100	45...75 35; 80 65; 90	60...80 65...110 80...110	54; 115 115; 180 115; 180	0,002	450...18 000

Продолжение табл. 4.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		0,003...0,0051 0,01; 0,025		40 50			85; 90 110; 140	110 205; 220	145; 180 180; 320		
К75-11	ПМ	100	±(10; 20)	2	−60	+40	96	86	141	0,008	2200
К75-14	ПМ	100	±(10; 20)	3	−60	+50	85	140	375	0,008	7500
К75-17	ПМ	50	±(10; 20)	1	−60	+60	50	85	140	0,008	1250
К75-18	ПМ	100	±(10; 20)	1	−60	+50	71	86	141	0,008	1550
К75-19	ПМ	100	±(10; 20)	2	−60	+60	85	260	230	0,008	8600
К75-20	ПМ	100	±(10; 20)	4	−60	+40	110	140	455	0,008	11 500
К75-27	ПМ	100	±10	2	−60	+50	126	86	141	0,008	2700
К75-28	ПМ	100	±10	3	−60	+50	85	140	230	0,008	4950
К75-25	ПМ	0,1...2,0 0,0022...1,0 0,01...0,05	±(5; 10; 20)	1 3 5	−60	+100	17...70 17...90 17...45	45; 65 45...110 45; 65	54; 115 54...180 54; 115	0,005	100...3800
К75-25 резьбовые выводы	ПМ	0,002...0,025 0,002...0,025 0,003...0,025 0,1; 0,025	±(5; 10; 20)	10 16 25 50	−60	+100	45...75 35...80 65...90 110; 140	65; 80 65; 110 85; 110 205; 220	54; 115 115; 180 115; 180 180; 320	0,005	450...18 000
К75-25Б	ПМ	0,003; 0,0051	±(5; 10; 20)	40	−60	+100	85; 90	110	145; 180	0,005	3900; 3100
К75-30	ЦМ	2 1 0,47	±(10; 20)	5 10 20	−60	+60	92 132 182	116 121 126	50	0,006	1800...7000
К75-39	ПМ	0,033; 0,1	±(5; 10; 20)	63	−60	+70	145	180; 395	450	0,0025	18 000; 48 000
		40...100		0,75			26...51				

Продолжение табл. 4.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К75-40	ПМ	20...100 20...100 20...100 20...100 20...100 20...60 20...40	±10	1 1,6 2 2,5 3 4 5	−60	+70	26...76 26...101 26...111 31...141 35...150 65...170 90; 170	86 105	141 170	0,008	600...5000
К75-44	ЦМ		±10	1	−40	+60	26	110	10	0,015	130
К75-46	ПМ	20...80 20...80 20...80 20...80 20...80 20; 60 20; 40	±(5; 10)	1 1,6 2 2,5 3 4 5	−60	+70	26...46 26...76 31...111 41...141 35...150 65...200 100; 200	86 105	141 170	0,01	640...6400
К75-48	ЦМ	2,2...10,0 1,0...4,7 0,47...2,2 0,1...1,0	±(10; 20)	6,3 10 16 25	−60	+70	92...152 92...182 112...212 92...212	156	50	0,01	1900...9500
Б4-1 линия формирования		0,63...10,0 0,63...6,3	±(10; 20)	1,6 2,5	−60	+85	50; 65 60...140	65...130 65...155	74...140 115...150	0,005	600...6500

Комбинированные
ПКГИ, К75-11, К75-14, К75-17, К75-18, К75-19, К75-20, К75-25, К75-27, К75-28, К75-30, К75-39, К75-40, К75-44, К75-46, К75-48, линии формирования Б4-1

Предназначены для работы в цепях импульсного тока.

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:	
К75-25, К75-39, ПКГИ (до 0,25 мкФ)	50 000
К75-48 (до 0,22 мкФ)	10 000
Б4-1 (с длительностью импульса до 2,5 мкс)	15 000
Постоянная времени, МОм·мкФ:	
К75-44	50
К75-40, К75-46	500...3000
К75-11, К75-14, К75-17, К75-20, К75-27, К75-28, К75-40 (свыше 0,22 мкФ)	3000
К75-30	4000
ПКГИ, К75-25 (свыше 0,25 мкФ), Б4-1 (длительностью импульса свыше 2,5 мкс)	5000
Срок сохраняемости, лет:	
К75-30	8
К75-11, К75-14, К75-17, К-75-20, К75-25, К75-27, К75-28, К75-39, К75-44, К75-46, ПГКИ, Б4-1	12
К75-40, К75-48	15

Линия формирования Б4-1 изображена на рис. 4.89.

Б4-1 (резьбовые выводы)

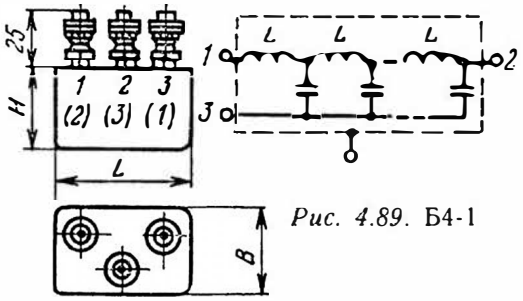


Рис. 4.89. Б4-1

4.2.5. Дозиметрические конденсаторы

Фторопластовые:
К72-1, К72-4, К72-8

Предназначены для работы в цепях постоянного тока.

Доза облучения γ-лучами, не более:	
К72-8 (0,0005 мкФ)	200 рентген
К72-1, К72-4, К72-8 (0,003 мкФ)	800 рентген
Срок сохраняемости, лет	12

Численные значения параметров дозиметрических конденсаторов представлены в таблице 4.12, в которой, в графе «Корпус», конструктивные параметры указаны для каждого конденсатора буквами: Ц — цилиндрические; Н — незащищенные.

Таблица 4.12. **Параметры дозиметрических конденсаторов**

К72-1	ЦН	0,001 0,005	±(5; 10)	200 350	−50	+50	11,2	26 30	34 36,5	—	4, **5**, 6
К72-4	ЦН	0,00005; 0,0005	±10	500	−60	+60	11,2	26	57; 74	—	**7**
К72-8	ЦН	0,0005; 0,003	±(5; 10)	300	−60	+60	11,2	35	16; 3	—	**7,5**

4.2.6. Помехоподавляющие конденсаторы

Бумажные:
КЗ, КБП, ОКБП, ОКП, ОБПТ, КБПС-Ф, МБП, ЗБ

Предназначены для подавления радиопомех в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока.

Конденсаторы изображены: МБП — на рис. 4.90; ЗБ — на рис. 4.91.

Численные значения параметров помехоподавляющих конденсаторов приведены в таблице 4.13, в которой, в графе «Корпус», буквами указаны конструктивные параметры конденсаторов: Ц — цилиндрические; П — прямоугольные; М — металлический корпус; Г — герметизированные; Н — незащищенные; У — уплотненные; И — изоляционная оболочка.

МБП
стержневые выводы с фланцем

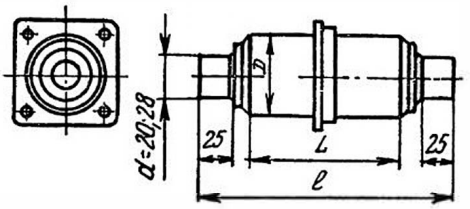


Рис. 4.90. МБП

ЗБ

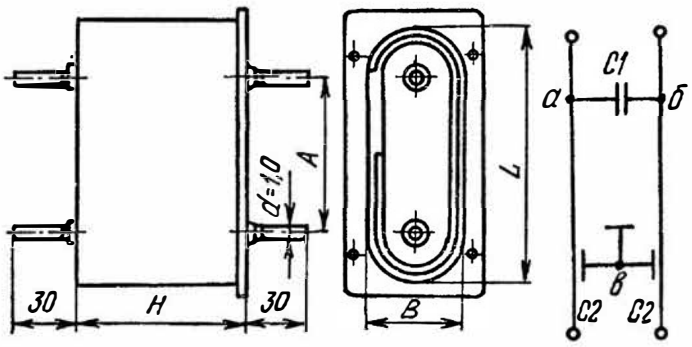


Рис. 4.91. ЗБ

Таблица 4.13. **Параметры помехоподавляющих конденсаторов с твердым органическим диэлектриком**

Тип	Корпус	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В, постоянное (переменное)	Ток через стержень, А	Размеры, мм			Масса, г
					Диаметр D (ширина B)	Длина L	Высота H (длина выводов l)	
1	2	3	4	5	6			7
МБП	ЦМГ	2; 10	30/—	200	28...55	43...132	16; 25	260...1250
		2; 5		400				
		10		600				
		8	36/—	200				
КБП ОКБП	ЦМГ	0,047; 0,1	125/50	10	10; 14	50; 60	—	12; 25
		0,022; 0,047	250/127					
		0,022	500/220					
		0,1...1,0	125/50	20	14...25	47...85	30; 35	30...100
		0,22...0,47	250/127					
		0,022...0,22	500/220					
		0,022...0,1	1000/380					
		0,022...0,1	1600/500					
		0,1...2,0	125/50	40	20...40	47...83	—	55...250
		0,22...1,0	500/220					
		0,22...0,47	1000/380					
		0,1; 0,22	1600/500					
		0,22	125/50	70	20	56	30; 35	90

Продолжение табл. 4.13

1	2	3	4	5	6		7
КБП ОКБП	ЦМГ	0,022...2,0 0,022...1,0 0,022...0,47 0,022...0,22	125/50 500/220 1000/380 1600/500	42	20...40	64...116	30; 35	55...250
КЗ	ЦМГ	0,22...1,0 0,1...1,0 0,1...0,47 0,1; 0,22	250/— 500/— 1000/— 1600/—	—	20...40	47...64	19	75...275
ОБПТ	ЦМГ	0,22; 0,47 0,47; 1,0 1,0	50/—	70 200 300	20; 24 28	45...55	16..35	100...360
ОКП	ЦМГ	0,047; 0,022	125/—	10 20 40	12 14 20	34; 44	16...35	30...70
КБПС-Ф	ЦМГ	0,1 0,22 0,1; 0,22	125/— 250/—	20 40 20	14...24	35...50	16...35	35...85
ЗБ	ПН	0,015...1,0 0,0047...0,47	—/127 —/220	—	14...22	37...60	35...60	40...140
Пленочные		0,047...0,47	125/—	40 70	24...38	38...88	25; 30	75...280

Продолжение табл. 4.13

1	2	3	4	5	6			7
К72П-3	ЦМГ	0,047...0,22	250/—	40 70	24; 30	48; 78	25	80...200
		0,022...0,22	500/—	40 70	24...38	38...78	25; 30	75...260
		0,022; 0,047	1000/—	40 70	24; 30	48; 52	25	80...140
		0,047...0,1	1600/—	40 70	30; 38	43...63	25; 30	120...240
ОППТ	ЦМУ	0,1; 0,25	—/50	25 60	20; 28	87; 88	13; 17	100; 200
К73-18	ЦМУ	0,27	30/—	10	8	23	25	5,5
К73-21	ПЦ	0,47...10	50/—	4 6,3	4...10	13...30	12...28	3...15
		0,33...2,2	160/—	4 6,3	5...8,5	17...30	14...22	4...11
		0,1...2,2	250/127	4 6,3	5...10	13...30	12...24	3...12
		0,1...2,2	550/220	6,3 10	5...16	25...42	25...36	11...40

Продолжение табл. 4.13

1	2	3	4	5	6		7
		0,1	300				
		0,047	630	10	14	48	41	35
		0,01; 0,022	1000				
		0,0047	1600				
		0,1...0,56	300				
		0,047...0,47	630	40	20; 28	48...64	33...42	100...160
К75-42	ЦМГ	0,022...0,22	1000					
		0,022...0,12	1600					
		0,1...0,56	300					
		0,047...0,47	630	63	20; 28	48...64	33...42	140...195
		0,022...0,22	1000					
		0,022...0,12	1600					
		0,47...10	300		28...70	51...113		
		0,1...6,8	630		20...70	48...113		
К75-43	ЦМГ	0,1...2,2	1000	—	28...60	51...91	—	65...1065
		0,1...1,5	1600		28...70	57...86		
		0,047...0,22	250					
		0,022...0,1	500					
К75П-4	ЦМГ	0,047	750	—	11; 15	28; 36	25	10...20
		0,022	1000					
К75-37	ПМ	0,0022...0,68	250	10	17,5; 36; 54		37; 47	55...85
К75-41	ПУ	0,0068...0,5	250	—	19		35...52,5	65; 85

Тангенс угла потерь:
КБП, ОБПТ, ОКП, КБПС-Ф, КЗ, ОКБП 0,01
МБП (30 В), ЗБ 0,015
МБП (36 В) 0,02
Допускаемое отклонение емкости, %:
КБП, ОБПТ, ОКП, КБПС-Ф, КЗ, ОКБП . . . . . ±10; ±20
МБП, ЗБ . . . . . ±20
Температура окружающей среды, °С:
МБП (36 В), КЗ, ОКБП . . . . . —60...+70
КБП, ОКП . . . . . —60...+85
МБП (30 В), ОБПТ, КБПС-Ф . . . —60...+100
ЗБ . . . . . —40...+65
Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
ЗБ (от 0,1 до 0,22 мкФ) 900
ЗБ (от 0,047 до 0,1 мкФ) 1500
ЗБ (до 0,047 мкФ) 2000
ОКБ и КБПС-Ф (0,22 мкФ) . . . 8000
КБП (до 0,1 мкФ), ОКП и КБПС-Ф (до 0,1 мкФ), КЗ (0,1 мкФ), ОКБП (до 0,1 мкФ) 10 000
Постоянная времени, МОм·мкФ:
МБП 100
ЗБ (свыше 0,22 мкФ) 200
КБП (свыше 0,1 мкФ), КЗ (свыше 0,22 мкФ), ОКБП (свыше 0,22 мкФ) . 2000
Срок сохраняемости, лет:
ЗБ 1
КЗ, МБП, КБП, ОБПТ, ОКП, КБПС-Ф, ОКБП 12

Пленочные:
К72П-3, К73-18, К73-21, ОППТ

Предназначены для подавления радиопомех в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока; ОППТ — только в цепях переменного тока.

Тангенс угла потерь:
К72П-3 0,001
ОППТ 0,005
К73-18, К73-21 0,012
Температура окружающей среды, °С:
К73-18, К73-21 . . . . . —60...+100
ОППТ —60...+125
К72П-3 —60...+200
Допускаемое отклонение емкости:
К73-18, К73-21, К72П-3 ±(10, 20) %
ОППТ . . . . . +100...—10 %
Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
ОППТ . . . 10 000
К73-18 . . . . . 12 000
К73-21 (до 0,33 мкФ, 160—500 В) 30 000
К72П-3 . . . . . 60 000
Постоянная времени, МОм·мкФ:
К73-21 (50 В) 4000

К73-21 (свыше 0,33 мкФ, 160—500 В) 10 000

Срок сохраняемости, лет:

К73-21 8

ОППТ 8,5

К72П-3, К73-18 12

Конденсаторы изображены: К72П-3 — на рис. 4.92; 73-21 — на рис. 4.93.

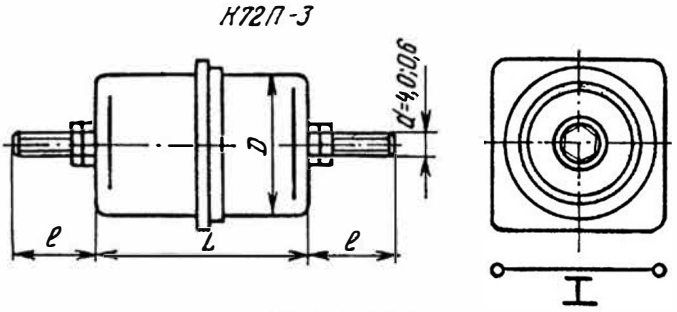


Рис. 4.92. К72П-3

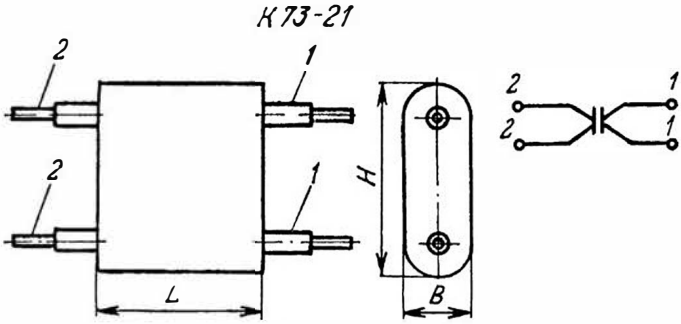


Рис. 4.93. К73-21

Комбинированные:
К75-37, К75-41, К75-42, К75-43, К75П-4

Предназначены для подавления радиопомех в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока.

Тангенс угла потерь:

К75-37, К75-41, К75-43, К75-4 . . . 0,01

Температура окружающей среды, °С:

К75П-4 . . . . . —60...+100

К75-42, К75-43 . . . . . —60...+125

К75-37 . . . . . —40...+70

К75-41 . . . . . —25...+70

Допускаемое отклонение емкости:

К75-42, К75-43 . . . . . ±(10, 20) %

К75-37, К75-41, К75П-4 . . . . . ±20 %

Сопротивление изоляции вывод — вывод, МОм:
К75П-4 (до 0,1 мкФ) 5000
К75-37 (до 0,22 мкФ), К75-41 (до 0,33 мкФ) 6000
К75-42 (до 0,33 мкФ), К75-43 (до 0,33 мкФ) 12 000
Постоянная времени, МОм·мкФ:
К75П-4 (свыше 0,1 мкФ, 250 В) . . 500
К75П-4 (свыше 0,1 мкФ, свыше 500 В) 1000
К75-37 (свыше 0,22 мкФ), К75-41 (свыше 0,33 мкФ) 2000
К75-42 (свыше 0,33 мкФ), К75-43 (свыше 0,33 мкФ) 4000
Срок сохраняемости, лет:
К75-41 5
К75-37 12
К75-4, К75-42, К75-43 15

Конденсатор К75-41 изображен на рис. 4.94.

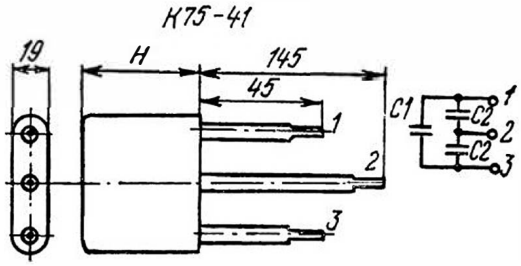


Рис. 4.94. К75-41

4.3. КОНДЕНСАТОРЫ С ОКСИДНЫМ ДИЭЛЕКТРИКОМ

4.3.1. Конденсаторы общего назначения

Алюминиевые оксидно-электролитические:
К50-3А, К50-3Б, К50-6, К50-7, К50-9, К50-12, К50-15, К50-16, К50-18, К50-20, К50-22, К50-24, К50-26, К50-27, К50-28, К50-29, К50-31, К50-32

Предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока. Конденсаторы К50-6, К50-15, К50-18, К50-22, К50-24, К50-27, К50-29, К50-31 используются также в цепях импульсного тока.

Конденсаторы выпускаются в цилиндрических металлических корпусах.

Конденсаторы изображены: К50-31 — на рис. 4,95; К50-6, К50-16 — на рис. 4.96; К50-3А, К50-3Б, К50-20, К50-28, К50-31, К50-32 — на рис. 4.97.

Численные значения параметров конденсаторов общего назначения с оксидным диэлектриком представлены в табл. 4.14.

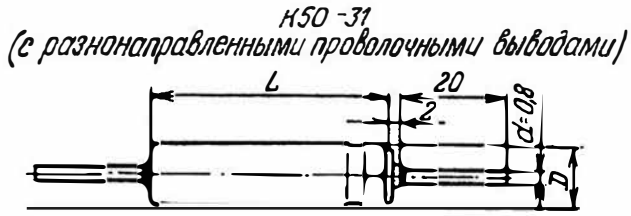


Рис. 4.95. К50-31

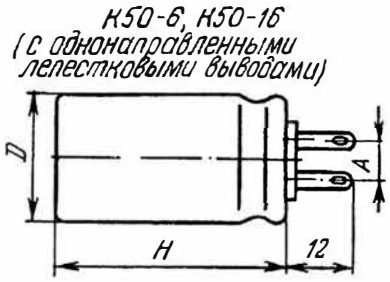


Рис. 4.96. К50-6, К50-16

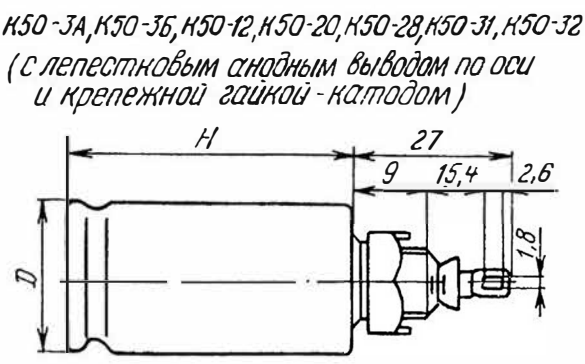


Рис. 4.97. К50-3, К50-12, К50-20, К50-28 К50-31, К50-32

Таблица 4.14. **Параметры конденсаторов общего назначения с оксидным диэлектриком**

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	tg δ	Допуск, %	Размеры, мм		Масса, г
					D	*L*	
1	2	3	4	5	6		7
К50-3А разнонаправленные выводы	12 25 50 100	2...10 2; 5 1 1; 2	10...20	−20 .. +50	6; 8,5	22.. 36	2,5 ..4,2
К50-3А однонаправленные выводы	12 25 50 100 160 300 350 450	20...100 10...100 10; 20 5; 10 5; 10 5 2 2	10...20	−20...+50	12; 17	30; 42	7,5...17,5
К50-3А лепестковый анодный вывод	12 25 50 100 160 300 350 450	200; 500 100...1000 50...200 20...100 20; 50 10...50 5...20 5...20	10...20	−20...+50	25; 32; 40	40...106	46...145
	6	10...50					

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6	7	8
К50-3Б разнонаправленные выводы	12 25 50 100 160	2...20 2...10 1...10 1...5 2	10...25	—20...+50	4,5...8,5	14...36	1...4,2
К50-3Б однонаправленные выводы	6 12 25 50 100 160 300 350 450	100...500 50...200 20...100 20; 50 10; 20 5; 10 5 2; 5 2	10...25	—20...+50	12; 17	30; 42	7,5...17,5
К50-3Б лепестковый анодный вывод	6 12 25 50 100 160 250 300 350 450	1000; 5000 500...2000 200...2000 100...2000 50...200 20...200 20; 50 10...50 10; 20 5...20	10...25	—20...+50	25; 32	40...72	46...120

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6		7
К50-9 разнонаправленные выводы	3 6	0,5...20	30..60	—10...+100	2,3...5,5	10,5...14	0,2...0,6
К50-9 однонаправленные выводы	3 6	0,5...20	30...60	—10...+100	2,9...5,5	11; 14	0,25...0,6
К50-12 разнонаправленные выводы	6,3 12 25 50 100 160	10...200 5...100 2...50 1...20 1...10 1; 5	15...35	—20...+80	4,5...8,5	14...27	1...3,5
К50-12 однонаправленные выводы	6,3 12 25 50 100 160	500; 1000 200...1000 100...500 50...200 20; 50 10...50	15...35	—20...+80	12; 17	30; 42	7,5...17,5
К50-12 лепестковый анодный вывод	6,3 12 25 160	2000; 5000 2000 1000...5000 100; 200	15...35	—20...+80	25; 32	40; 55	40...120
	6,3	10...200					

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6		7
К50-20 разнонаправленные выводы	16	2...100	10...20	−20. +50	4...8,5	14...33	1...4,5
	25	2...50					
	50	1...20					
	100	1...10					
	160	2; 5					
К50-20 однонаправленные выводы	6,3	500; 1000	10...20	−20...+50	12; 17	30; 42	7,5...20
	16	200; 500					
	25	100; 200					
	50	50...200					
	100	50					
	160	10; 20					
	250	20					
	300	6...20					
	350	2...10					
	450	2; 10					
К50-20 лепестковый анодный вывод	6,3	2000; 5000	10...20	−20...+50	21...32	40. .56	40...120
	16	1000; 2000					
	25	500...2000					
	50	2000					
	100	100; 200					
	160	50...200					
	250	50					
	300	30; 50					
	350	20					
	450	10; 20					

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6	7	
К50-29 разнонаправленные выводы	6,3	47...4700	10...20	−20...+50	6...17	17...48	1,5...22,5
	16	22...2200					
	25	10...2200					
	63	4,7...1000					
	100	2,2...100					
	160	1...47					
	300	4,7...47					
	350	2,2...22					
	450	2,2...22					
К50-31 разнонаправленные выводы	6,3	47...4700	10...30	−20...+50	6; 17	17...43	1,5...2,5
	16	22...4700					
	25	10...2200					
	40	10...1000					
	63	4,7...1000					
	100	2,2...220					
	160	1...100					
	300	4,7...47					
	350	2,2...47					
	450	2,2...22					
К50-31 лепестковый анодный вывод	6,3	10 000	10...30	−20...+50	25; 32	40...62	40...85
	16	10 000					
	25	4700					
	40	2200; 4700					
	63	2200					
	160	220					
	350	220					
	450	47					

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6		7
К50-15 разнонаправленные выводы	6,3 16 25 50 100 160 250	68...680 47...680 33...330 10...100 4,7...47 4,7...33 2,2...22	10...25	−20...+80 −20...+50	9; 12	28...70	5...15
К50-24	6,3 16 25 40 63 100 160	220...10 00 47...10 000 22...4700 100...2200 10...2200 4,7...220 2,2...220	14...45	−20...+50	6...21	17...50	1,5...40
К50-28 разнонаправленные выводы	250 300 350 450	47 4,7...47 10...47 10...22	12...20	−20...+50	12; 17	23...63	6...25
К50-28	250 300 450	100...220 100...220 47	12...20	−20...+50	25; 32	40...50	40...69
К50-28 однонаправленные	50 250 300	10...47 10...100 4,7...47	12...20	−20...+50	25 32 25	40 52 40	46 75 46

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6		7
выводы	350	2,2...47			32	57	82
К50-27 (блоки)	250 300 350 450	300+300 150+150 40+40 150+30	15	−10...+30	9...21	34...50	6...40
К50-27 разнонаправленные выводы	160 250 300 350 450	470; 1000 220; 470 220; 470 100; 220 100; 220	15	−10...+30	24...34	62...92	60...140
К50-6 однонаправленные проволочные выводы	6,3 10 16 25 50 100 160	50...500 10...1000 1...1000 1...500 1...200 1...20 1...20	15...35	−20...+80	4....21	13...45	0,6...35
К50-6 лепестковые выводы	10 16 25 50	2000; 4000 2000; 4000 1000...4000 500...2000	15...35	−20...+80	24...34	45...78	40...120
К50-16	6,3 10 16	50...500 10...1000 1...1000			7,5...18 6...18 4...21	13...18 13...40	

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6	7
однонаправленные проволочные выводы	25	1...500	15...40	−20...+80	4...18	13...45	0,6...35
	50	1...200			4...21		
	100	1...20			4...16	13...26	
	160	1...20			6...18	15; 18	
К50-16 лепестковые выводы	16	5000			24	45	40
	25	2000...10 000	15...40	−20..+80	24...34	45...87	40...150
	50	1000; 2000			26; 30	60	55; 70
К50-7 анодный лепестковый вывод	160	20...500	15...25	−20...+80	6...30	45...90	45...125
	250	10...200					
	300	5...200					
	350	5...100					
	450	5...100					
К50-7 (блоки)	50	100+300 300+300 100+100	15...25	−20...+80	26	45; 60	45; 60
	250	150+150 50+50			30; 34	80; 90	90; 125
	300	100+100 20+20			26; 30	60; 80	60; 90
	350	50+50 30+150					
	450	10+10 20+20 50+50			26...34	45...90	45...125

Продолжение табл. 4 14

1	2	3	4	5	6	7
К50-22	6,3 10 16 25 50 100 160	2200...22 000 1500...15 000 1000...10 000 680...6800 220...2200 100...680 47...470	15...38	−20...+50 −10...+30	21...30	40...80 32...80	22...85 20...85
К50-26	63 350 450	1000 22...220 33, 47	15...20	−10...+100 −10...+50	34	70; 95	110; 160
К50-18	3 6,3 10 16 25 50 80 100 250	470 000 100 000, 220 000 100 000 22 000...100 000 15 000...100 000 4700...22 000 4700...15 000 2200...10 000 1000, 4700	15...120	−20...+50	80 55; 80 60 40...65 45...80 40...65 45...60 40...65	92...142	280...1300
К50-32	160 250 350 450	2200...4700 1000, 2200 1000 330, 470	15...20	−20...+50	50...65 40; 65 50 40; 50	82; 106 87; 92 106 82; 92	200...550

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6		7
К52-1	3 6,3 16 25 35 50 70 100	22...100 15...470 10...220 6,8...150 4,7...100 3,8...68 2,2...47 1,5...33	5...15	±(10; 20; 30) (−20..+50)	3...4,6 3...7,5	11...17,5 11...24	1...2,5 0,8.. 7
К52-1Б	6,3 16 25 30(32) 50 63 100	33...680 27...470 15...330 10...220 6,8...150 4,7...100 3,3...6,8	3...30	±(10; 20; 30) (−20...+50)	3...4,6 3...7,5	11...17 11...24	1...2,5 0,8.. 7
К52-10	6,3 10 16 25 30(32) 50	68...680 56...560 39...390 27...270 18...180 6,8...120	8...35	±(10; 20)	3...4,6 3...7,5	11...17,5 11...24	1 ..2,5 0,8.. 7
К52-2	6 15 25 50	80; 1000 50; 400 80; 300 20; 200	7...30	±(10; 20; 30) (−20...+50)	13,5; 24	9,5...13,5	5,5...22

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6	7	
	70	15; 150					
	90	10; 100					
К52-5	15	33; 330	5...10	±(10; 20; 30) (−20...+50)	13,5; 24	9,5...13,5	5,5...22
	25	22; 220					
	50	15; 150					
	70	10; 100					
	90	6,8; 68					
К52-5 штыревой анодный вывод	150	3,3; 33	5...10	±(10; 20; 30) (−20...+50)	17...27	34...95	30...250
	250	2,2; 22					
	300	15					
	400	1,5					
	450	10					
	600	6,8					
К52-7А	16	1000; 2200	25; 40	±(10; 20; 30)	24	16; 24	45; 55
	25	680; 1500					
	40	470; 1000					
	63	330; 750					
К52-9	6,3	68...470	8...25	±(10; 20; 30) (−20...+50)	4,8...7,5	11...22	3,5...10
	16	47...220					
	25	33...150					
	32	22...100					
	50	15...68					
	63	10...47					
	100	6,8...33					
	125	1,5...22					

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6		7
К53-1	6; 6,3	0,1...1000	10...15	±(10; 20; 30)	3,2...9	7,5...21	1,0...6
	10	0,1...0,68			3,2	7,5	—
	16	0,068...68			3,2...9	7,5...21	1,0...6
	20	0,047...47					
	30	0,033...33					
К53-1А	6; 6,3	0,1...100	6...8	±(10; 20; 30)	3,2...9	7,5...21	1,0...6
	10	0,1...0,68					
	16	0,068...68					
	20	0,047...47					
	30	0,033...33					
	40	0,33...22			3,2...7	7,5...16	1,2...6,0
	50	0,22...15					
	63	0,15...3,3				7,5...12	1,2...4,5
	100	0,15; 0,22			3,2	7,5	1,2
К53-18	6; 6,3	1,0...1000	6...15	±(10; 20; 30)	2,4...9	7,5...21	0,8...11
	16	0,68...330					
	20	0,47...220					
	30	0.33...100					
	40	0,033...22					
К53-6А	6	22...100	6...8	−20...+50	9	13,5; 17,5	7,8
	15	4,7...33					
	30	4,7...22					
	1,6	1,5...15					
	3,2	1,0...10					
	4,0	1,0...10					

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6	7
К53-30	6,3 10 16 20 32	0,68...6,8 0,47...4,7 0,33...3,3 0,22...2,2 0,1...1,5	8...15	±(20; 30)	4; 4,5 5...7,5	0,2...0,5
К53-10	6,3 16 20 30	2,2...100 1,5...68 1,0...47 0,68...33	8...15	±(10; 20; 30)	7...14,5 2,5...4,5	1,5...4,5
К53-16	4 6,3 10 16	22...220 15...330 10...220 6,8...150	8...15	±(20; 30)	*B* *L* *H* 3,6...5 7,5...9,5 9...13,5 3,6...5,6 7,5...13 9...16,5	0,6...2,5 0,6...5
	20 30 40 50	4,7...100 2,2...68 1,5...6,8 1,0...4,7			3,6...5,6 7,5...13 9...16,5	0,6...5
К53-16А	1,6 3 4 6,3 10 16	1,5...10 1,0...4,7 2,2; 3,3 0,68...2,2 0,47...1,5 0,33...1,0	8...12	±(20; 30)	1,2...2,1 1,9...3,6 2,7...5,1	0,05...0,3

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6			7
	20	0,22...0,68						
	30	0,047...0,47						
К53-15	3	2,2...33	8...12	±(20; 30)	4; 8	2,5...10	1,5; 2	0,12...1,5
	6,3	1,5...15						
	10	1,0...3,3						
	16	0,68...10						
	20	0,47...6,8						
	30	0,1...4,7						
К53-15А	3	3,3...47	8...12	±(20; 30)	4; 8	2,5...10	1,5; 2	0,12...1,5
	6,3	2,2...33						
	10	1,5...22						
	16	1,0...15						
	20	0,68...15						
	30	0,15...10						
К53-22	3	1,5...100	8...12	±(20; 30)	1...3,1	2,7...6,5	2...4,4	0,05...1,5
	6,3	1...68						
	10	0,68...47						
	16	0,47...33						
	25	0,22...15						
	30	0,15...10						
	40	0,1...6,8						
	50	0,1...4,7						

Продолжение табл 4 14

1	2	3	4	5	6	7
К53-14 К53-14А	6,3 10 16 20 30	0,1...100 0,1...33 0,068...22 0,047...22 0,033...15	К53-14 15 К53-14А 25...30	±(10; 20; 30)	*D*: 3,2...7,2 — *L*: 7,5...16	0,6...3,5
К53-4	6 15 20	0,68...100 0,47...68 1...47	15...20	±(10; 20; 30)	*D*: 3,2...7,2 — *L*: 7,5...16	0,6...14
К53-4А	6,3 16 20 30 40 50	0,68...330 0,47...220 1...47 0,47...33 0,1...10 0,1...6,8	15...20	±(10; 20; 30)	3,2...10	7,5...16	0,6...14
К53-19	3 6,3 16 20	0,68...15 0,47...330 0,33...220 0,33...150	10...25	±(10; 20; 30)	*B*: 8; 9,5 — *L*: 5,8...20 — *H*: 7...18	0,3...10
К53-21	6,3 10 16 20 25	0,68...330 0,68...220 0,47...220 0,68...47 6,8	15...25	±(10; 20; 30)	1,5...6,5	2,1...14	4,8...16	0,1...7

Продолжение табл. 4.14

1	2	3	4	5	6	7
	30	0,47...10				
	50	0,33...2,2				
	3,2	1,5...100				
	6,3	1...47				
К53-26	10	0,68...33	10...15	±(20; 30)	1...3,1 2,7...6,5	2...4,4 0,05...1,2
	16	0,47...22				
	25	0,33...15				
	32	0,22...10				

Температура окружающей среды, °С:

К-50-9	—20...+60
К50-16	—20...+70
К50-12, К50-18, К50-24 (6,3; 16В), К50-26	—25...+70
К50-3Б, К50-20, К50-24 (25-160 В), К50-28, К50-31	—40...+70
К50-6, К50-7 (250—450 В)	—10...+85
К50-7 (5—160 В)	—25...+85

Срок сохраняемости, лет:

К50-9	4
К50-12, К50-16, К50-26	5
К50-7, К50-28	10
К50-3А, К50-3Б, К50-6, К50-15, К50-18, К50-20, К50-22, К50-24, К50-27	12
К50-29, К50-31, К50-32	15

Танталовые оксидные объемно-пористые:
К52-1, К52-1Б, К52-2, К52-5, К52-7А, К52-9, К52-10

Предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока; конденсаторы К52-7А, К52-9, К52-10 используются также в цепях импульсного тока.

По характеру защиты конденсаторы выпускаются в цилиндрических металлических корпусах, уплотненные (К52-1, К52-1Б, К52-7А, К52-10); в чашечных корпусах (К52-2, К52-5); цилиндрические герметизированные (К52-5 с $U_н \geqslant$ 150 В, К52-9).

Конденсаторы К52-2, К52-5 изображены на рис. 4.98.

ЭТО-1, ЭТО-2, К52-2, К52-5
(уплотненные с разнонаправленными выводами)

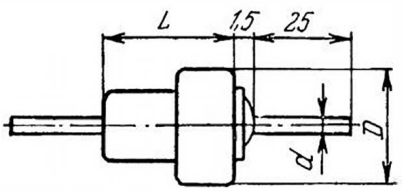


Рис. 4.98. К52-2, К52-5

Температура окружающей среды, °С:

К52-1, К52-1Б, К52-10	—60...+85
К52-7А, К52-9	—60...+125
К52-2 (6 В, категория «Б»)	—50...+155
К52-2 (15—90 В, категория «Б»), К52-5 (категория «Б»)	—60...+155
К52-2 (6 В, категория «А»)	—50...+200
К52-2 (15—90 В, категория «А»), К52-5 (категория «А»)	—60...+200

Срок сохраняемости, лет:	
К52-1, К52-1Б, К52-5, К52-7А, К52-10	12
К52-2, К52-9	15
Ток утечки, мкА:	
К52-9	0,6...8,5
К52-1	1,2...8,5
К52-10	1,9...14,5
К52-5	1,5...15
К52-1Б	1,4...17,5
К52-2	2...30
К52-7А	35; 40

Танталовые оксидно-полупроводниковые:
К53-1, К53-1А, К53-6А, К53-10, К53-15, К53-15А, К53-16, К53-16А, К53-18, К53-22, К53-30

Предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока; конденсаторы К53-15, К53-15А, К53-16, К53-16А, К53-18, К53-22, К53-30 используются также в цепях импульсного тока.

Конденсаторы выпускаются: в цилиндрических металлических герметизированных корпусах с разнонаправленными выводами (К53-1, К53-1А, К53-18), с однонаправленными выводами (К53-6А);

в оболочке из органического материала (окукленные) с однонаправленными выводами (К53-16, К53-30);

прямоугольные незащищенные (К53-10, К53-15, К53-15А, К53-16, К53-16А, К53-22).

Конденсаторы изображены: К53-16 — на рис. 4,99; К53-30 — на рис. 4.100.

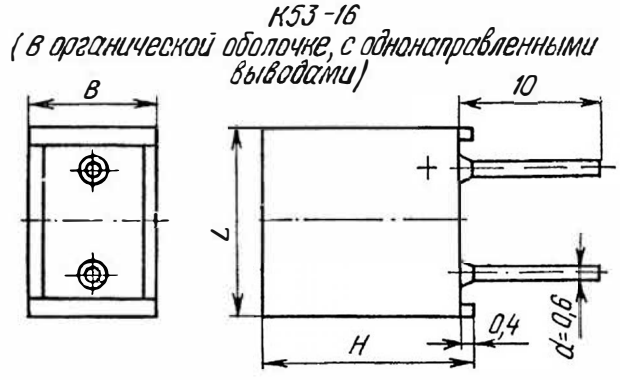


Рис. 4.99. К53-16

Температура окружающей среды, °С:	
К53-10, К53-15, К53-15А, К53-16, К53-16А, К53-18, К53-30	−60...+85
К53-1	−80...+85
К53-1А, К53-6А	−60...+125

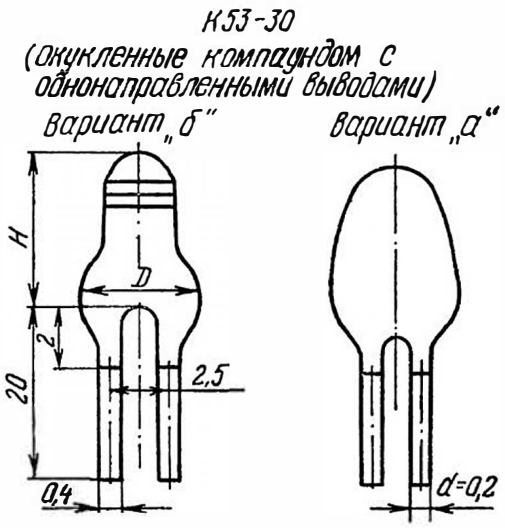


Рис. 4.100. К53-30

К53-22	−60...+155
Ток утечки, мкА:	
К53-16А, К53-30	2
К53-15, К53-15А	2...3,2
К53-1	2...5
К53-22	1...6,5
К53-10	1...7
К53-6А	2...7
К53-1А	1...8
К53-16	2...25
К53-18	1...63
Срок сохраняемости, лет:	
К53-1, К53-6А, К53-10, К53-15, К53-15А, К53-16, К53-16А, К53-18, К53-22	12
К53-1А, К53-30	15

Алюминиевые оксидно-полупроводниковые:
К53-14, К53-14А

Предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока.

Конденсаторы выпускаются в цилиндрических металлических герметизированных корпусах.

Температура окружающей среды, °С	−60...+85
Ток утечки, мкА:	
К53-14	5...76
К53-14А	5...87,5
Срок сохраняемости, лет:	
К53-14	12
К53-14А	8

Ниобиевые оксидно-полупроводниковые:
К53-4, К53-4А, К53-19, К53-21, К53-26

Предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока.

Конденсаторы выпускаются: в цилиндрическом герметизированном корпусе (К53-4, К53-4А); в оболочке из органического материала (К53-19); прямоугольные незащищенные (К53-21, К53-26).

Температура окружающей среды, °С	−60...+85
Ток утечки, мкА:	
К53-26	5...15
К53-4	10...25
К53-19	5...40
К53-4А, К53-21	5...50
Срок сохраняемости, лет:	
К53-21, К53-26	6
К53-4, К53-4А, К53-19	12

4.3.2. Конденсаторы неполярные

Алюминиевые оксидно-электролитические:
К50-6, К50-15

Предназначены для работы в цепях постоянного, пульсирующего и импульсного тока.

Конденсаторы выпускаются в цилиндрических металлических корпусах с однонаправленными (К50-6) и разнонаправленными (К50-15) выводами.

Температура окружающей среды, °С:	
К50-6	−10...+85
К50-15	−60..+125
Ток утечки, мкА:	
К50-6	13...18
К50-15	7...47
Срок сохраняемости, лет:	
К50-6, К50-15	12

Численные значения параметров неполярных конденсаторов с оксидным диэлектриком представлены в табл. 4.15.

Таблица 4.15. **Параметры неполярных конденсаторов с оксидным диэлектриком**

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	tg δ	Допуск, %	Размеры, мм		Масса, г
					D	*L*	
1	2	3	4	5	6		7
К50-6	16 25	5...50 10	25	−20...+80	*D* 6...16	*L* 18	1,2...3,5
К50-15	25 50 100	22...100 10...47 4,7...22	15	−20...+80	9...12	38...73	6,5...15
К52-8	6,3 16 25 50 63 100	33; 330 15; 150 10; 100 6,8;68 4,7; 47 3.3; 33	5...40	±(10; 20; 30)	13; 26	6,3; 9	4,5; 28
К53-7	15 30	1...47 0,1...22	6	±(10; 20; 30)	3,2...7,8	18...30	2...11

Танталовые оксидно-электролитические
К52-8

Предназначены для работы в цепях со сменой полярности напряжения постоянного, пульсирующего и импульсного тока, а также в цепях переменного тока.

Конденсаторы выпускаются в танталовых чашечных корпусах с разнонаправленными выводами.

Температура окружающей среды, °С . . —60... +125
Ток утечки, мкА . . . . . 2...30
Срок сохраняемости, лет 12

Танталовые оксидно-полупроводниковые
К53-7

Предназначены для работы в цепях постоянного, пульсирующего и переменного тока.

Конденсаторы выпускаются в цилиндрических металлических герметизированных корпусах с разнонаправленными выводами.

Температура окружающей среды, °С . . —60... +85
Ток утечки, мкА . . . . . 2...7
Срок сохраняемости, лет 15

4.3.3. Высокочастотные конденсаторы

Алюминиевые оксидно-электролитические
К50-33

Предназначены для работы в цепях постоянного, пульсирующего и импульсного тока.

Конденсаторы выпускаются в цилиндрических металлических корпусах с разнонаправленными выводами.

Температура окружающей среды, °С . . —40... +85
Ток утечки, мкА . . . . . 416...7500
Полное сопротивление в диапазоне частот 10...1000 кГц . . . . . 0,03...0,1 Ом
Срок сохраняемости, лет 15

Танталовые оксидно-полупроводниковые
К53-25, К53-28

Предназначены для работы в цепях постоянного, пульсирующего и импульсного тока.

Конденсаторы выпускаются прямоугольной формы незащищенные, безвыводные (К53-25); в оболочке из органического материала (К53-28).

Температура окружающей среды, °С . . —60... +125
Ток утечки, мкА . . . . . 2...13
Полное сопротивление на частоте 100 кГц:
К53-28 . . . . . 0,2...4
К53-25 . . . . . 0,5...8

Срок сохраняемости, лет:

К53-25	12
К53-28	15

Конденсаторы изображены: К53-25 — на рис. 4.101; К53-28 — на рис. 4.102. Численные значения параметров высокочастотных конденсаторов с оксидным диэлектриком приведены в табл. 4.16.

К53-25
(безвыводные, незащищенные)

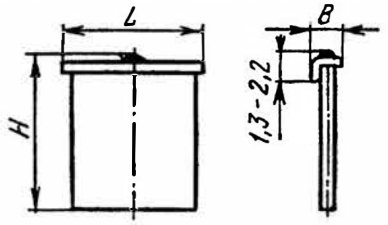


Рис. 4.101. К53-25

К53-28

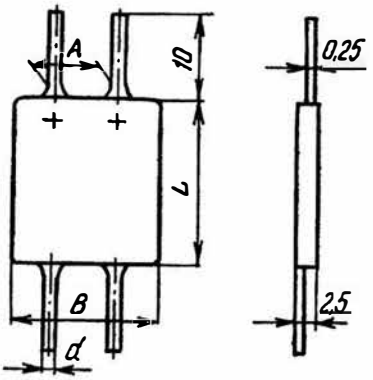


Рис. 4.102. К53-28

Таблица 4.16. **Параметры высокочастотных конденсаторов с оксидным диэлектриком**

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	tg δ	Допуск, %	Размеры, мм			Масса, г
					D	*L*		
1	2	3	4	5	6			7
					D	*L*		
К50-33	6,3 16 25 63 100 160	3300...22 000 2200...15 000 2200...10 000 1000...4700 470...2200 470..1000	15...55	— 10... + 100	26...34	60...90		40...120
					B	*L*	*H*	
К53-25	6,3 10 16 25 30 40	4,7...150 3,3...100 2,2...68 1,5...47 1...33 0,68...10	8...12	±(20; 30)	1,3; 1,6	4...16	4,5..17	0,2...3,5
К53-28	6,3 10 16 25 32 40	6,8...150 4,7...100 3,3...6,8 2,2...47 1,5...33 1...10	8...10	±(20; 30)	7,1...17	10...20	2,5	1,5...5
					D	*L*		
К53-27	6,3 16 20 32 40	0,68...330 0,47...220 1...47 0,47...33 0,47...10	10...20	±(10; 20; 30)	3,2...10	7,5...25		0,6...14

Ниобиевые оксидно-полупроводниковые
К53-27

Предназначены для работы в цепях постоянного, пульсирующего и импульсного тока.

Конденсаторы выпускаются в цилиндрических металлических герметизированных корпусах с разнонаправленными выводами.

Температура окружающей среды, °С . . −60...+85
Ток утечки, мкА . . . . . 10...50
Полное сопротивление на частоте 200 кГц . . . . . 0,3...20 Ом
Срок сохраняемости, лет 15

4.3.4. Конденсаторы импульсные

Алюминиевые оксидно-электролитические
К50И-1, К50-3Ф, К50-3И, К50И-8, К50-13, К50-17, К50-21, К50-23

Предназначены для работы в цепях импульсного тока. Конденсаторы выпускаются в металлических цилиндрических (К50И-1, К50-3Ф, К50-3И, К50-13, К50-17, К50-21, К50-23) и овальных (К50И-8, К50-23) корпусах.

Температура окружающей среды, °С:
К50И-8 (300—400 В), К50-23 . . . . −10...+40
К50И-1 . . . . . −15...+40
К50-3Ф . . . . . −25...+40
К50-13, К50-17, К50-21 . . . . . −10...+50
К50И-8 (500 В) . . . . . −10...+60
К50-3И . . . . . −40...+60
Ток утечки, мА:
К50-3Ф, К50-21 . . . . . 1...2,5
К50И-8 . . . . . 1,5...2,5
К50-13, К50-17 . . . . . 1...3
К50-23 . . . . . 2...3
К50И-1 . . . . . 2,5...5
Срок сохраняемости, лет:
К50И-1, К50-3Ф, К50-3И, К50-13, К50-17 5
К50И-8 8
К50-21, К50-23 12

Конденсаторы К50И-8, К50-23 изображены на рис. 4.103.

Численные значения параметров импульсных конденсаторов с оксидным диэлектриком приведены в таблице 4.17.

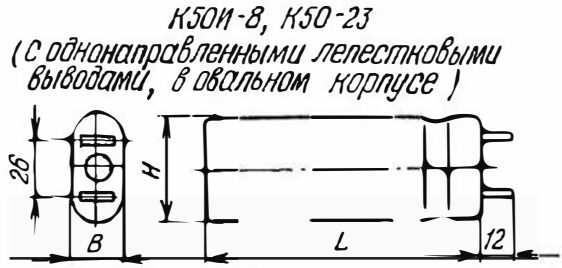


Рис. 4.103. К50И-8, К50-23

Таблица 4.17. **Параметры импульсных конденсаторов с оксидным диэлектриком**

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	tg δ	Допуск, %	Размеры, мм			Масса, г
					D	L		
1	2	3	4	5	6			7
					D	L		
К50-3Ф	300 450	500; 1000 500	15	−20...+50	32...65	107; 110		160...650
К50-3И	450	500	15	−20...+50	65	110		650
К50И-1	400	350	15	−20...+50	50	114		600
К50-13	350	250	15...20	−10...+50	30	56		70
К50-17	300 350 400 500	400...1500 620...1500 200...1000 200	15...20	+50 −10...+30 +50	28; 40	60...123		60...300
К50-21	160 250	5000; 15 000 1000	10...25	−10...+30	55; 95 40	140 50		550; 1650 110
К50-23	500	1000	10	−10...+30	55	133		550
					B	L	H	
К50-23 овальный корпус	500	500	10	−10...+30	25	130	51	250
К50И-8	300 400 500	800 500 300	10...15	−10...+80	24	130	50	240

4.3.5. Конденсаторы пусковые

Алюминиевые оксидно-электролитические
К50-19

Предназначены для кратковременно-повторной работы в цепях переменного тока с частотой 50 Гц.

Конденсаторы выпускаются в цилиндрических металлических корпусах.

Температура окружающей среды, °С . . —25...+60
Ток утечки, мкА . . . . . 160...3000
Срок сохраняемости, лет 12

Численные значения параметров пусковых конденсаторов с оксидным диэлектриком приведены в табл. 4.18.

Таблица 4.18. **Параметры пусковых конденсаторов с оксидным диэлектриком**

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	tg δ	Допуск, %	Размеры, мм		Масса, г
					D	*L*	
1	2	3	4	5	6		7
					D	*L*	
К50-19	80	160...750	10	±20	30...40	58...113	65...220
	150	50...250			26...34	53...118	50...200
	320	10...100				43...118	35....250

4.3.6. Конденсаторы помехоподавляющие

Танталовые оксидно-полупроводниковые
К53-17

Предназначены для подавления радиопомех в цепях постоянного и пульсирующего тока.

Конденсаторы выпускаются в цилиндрических металлических корпусах.

Температура окружающей среды, °С . . —60...+85
Ток утечки, мкА . . . . . 2...7
Номинальный ток, А 5
Срок сохраняемости, лет 12

Численные значения параметров помехоподавляющих конденсаторов с оксидным диэлектриком приведены в табл. 4.19.

Таблица 4.19. **Параметры помехоподавляющих конденсаторов с оксидным диэлектриком**

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	tg δ	Допуск, %	Размеры, мм		Масса, г
					D	*L*	
1	2	3	4	5	6		7
К53-17	6,3 16 30	6,8...68 4,7...47 2,2...22	5...7	±(10, 20, 30)	9; 11	21; 26	4,5...8,5

4.4. КОНДЕНСАТОРЫ ПОДСТРОЕЧНЫЕ

4.4.1. Конденсаторы с твердым диэлектриком

Керамические дисковые
Ими являются:
КТ4-21, КТ4-23, КТ4-24, КТ4-25, КТ4-27, КТ4-28, КТ4-29, КПК-2, КПК-3, КПКМ

Керамические цилиндрические
КПК-МТ

Конденсаторы КТ4-21, КТ4-23, КТ4-25, КТ4-27, КПК-2, КПК-3, КПКМ, КПК-МТ предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока; КТ4-27 предназначены также для работы в диапазоне СВЧ, КТ4-24, КТ4-28 и КТ4-29 предназначены для работы в электронных часах. Конденсаторы выпускаются:

для печатных схем с креплением пайкой за выводы (КТ4-21*«б»*, КТ4-23, КТ4-24, КТ4-25*«б»*, КПК-МП);

для печатных схем с креплением за корпус (КТ4-21*«а»*, КТ4-25*«в»*);

для панельного монтажа (КПК-2, КПК-3, КПК-МН, КПК-МТ);

для интегральных микросхем и печатных схем с креплением пайкой за луженые контакты площадки (КТ4-27, КТ4-28, КТ4-29).

Конденсаторы КТ4-25-2×1/5 имеют две секции и являются дифференциальными.

Конденсаторы изображены: КТ4-21, КТ4-25—на рис. 4.104; КТ4-23 — рис. 4.105; К74-28 — рис. 4.106; КПК-3 — рис. 4.107.

Численные значения параметров подстроечных конденсаторов с твердым диэлектриком приведены в табл. 4.20.

КТ4-21, КТ4-25

Вариант „а" Вариант „б" Вариант „в"

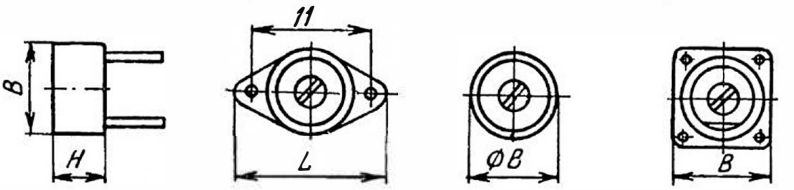


Рис. 4.104. КТ4-21 КТ4-25

КТ4-23

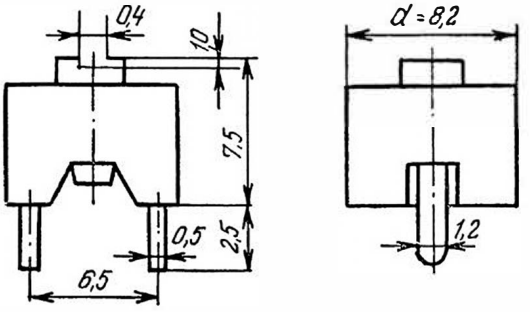


Рис. 4.105. КТ4-23

К74-28

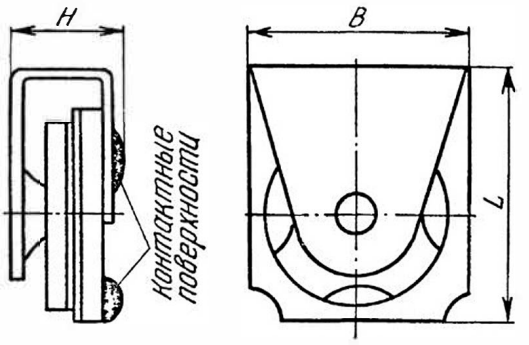


Рис. 4.106. КТ4-28

КПК-3

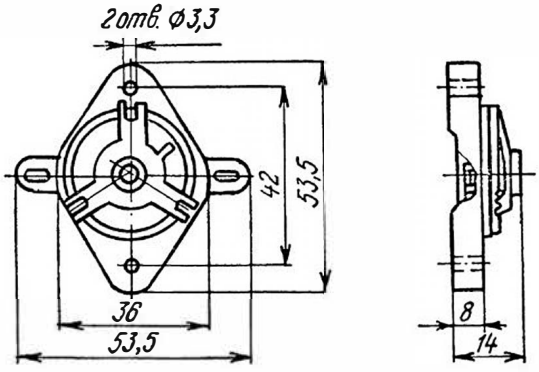


Рис. 4.107. КПК-3

Таблица 4.20. **Параметры подстроечных конденсаторов с твердым диэлектриком**

КТ4-21; КТ4-25

Номинальная емкость, пФ		Номинальное напряжение, В	Группа по ТКЕ	Размеры, мм			Масса, г
минимальная	максимальная			*B*	*L*	*H*	
0,4	2	250	П100	8,5	14	4,5	0,6
0,4; 1; 2; 3;	2; 5; 10; 15		МПО				
0,1; 1; 2; 3; 4	2; 5; 10; 15; 20		М75				
2; 3; 4	10; 15; 20		М470				
4; 5; 6; 8	20; 25; 30; 40		М750				
1	5	100	МПО	5	5	3,5	0,3
2; 3; 4; 5; 6	10; 15; 20; 25; 30		М750				

КТ4-25, дифференциальные

Номинальная емкость, пФ		Номинальное напряжение, В	Группа по ТКЕ	Момент вращения, гс×см	Масса, г
минимальная	максимальная				
1	5	250	М75	30...350	0,6

КТ4-23

Номинальная емкость, пФ		Номинальное напряжение, В	ТКЕ×10^6,1/°С	Момент вращения, гс×см	Масса, г
минимальная	максимальная				
0,4	4	200	$-(100 \pm 200)$	60...450	1,2
2...8	7...30		$-(600 \pm 300)$		

Продолжение табл. 4.20

Номинальная емкость, пФ		Номинальное напряжение, В	ТКЕ × 10⁶, 1/°С	Момент вращения, гс × см	Масса, г
минимальная	максимальная				
5	25	50	−(750 ± 750)	30...100	0,5

КТ4-27

Номинальная емкость, пФ		Номинальное напряжение, В	ТКЕ × 10⁶, 1/°С	Размеры, мм			Масса, г
минимальная	максимальная			*B*	*L*	*H*	
1; 2; 3; 4	5; 10; 15; 20	50	−(75 ± 125)	4,7	5	1,8	0,2
0,4; 1	2,5	25	−(1000 ± 600)	2,6	2,8	1,2	0,07
1; 1,5; 2	10; 15; 20	16					

КТ4-28

Номинальная емкость, пФ		Номинальное напряжение, В	Группа по ТКЕ	Размеры, мм			Масса, г
минимальная	максимальная			*B*	*L*	*H*	
1	10	25	М75	2,6	2,8	1,2	0,07
3; 4; 4	15; 20; 40		М75	4,7	5	1,8	0,2
5	25		М750	2,6	2,8	1,2	0,07

КПК-МН, КПК-МП

Номинальная емкость, пФ		Номинальное напряжение, В	ТКЕ × 10^6, 1/°С	Момент вращения, гс × см	Масса, г
минимальная	максимальная				
2; 4; 5; 6; 8	7; 15; 20; 25; 30	350	-600^{+400}_{-200}	98...980	3
			КПК-МТ		
2; 4; 6; 8;	7; 15; 25; 30	500	0...400	100...700	12
			КТ4-29		
5	25	25	—(750...500)	15...150	0,1
			КПК-2		
8...350	60...450	500	—(200...800)	500...2500	18
			КПК-3		
8...350	60...450	500	—(200...800)	500...2500	40

Температура окружающей среды, °С:
КПК-МТ, КТ4-23 . . . . . —60...+100
КТ4-21, КТ4-24, КТ4-25, КТ4-27, КПК-2,
КПК-3, КПКМ, КТ4-29 . . . . . —60...+85
КТ4-28 . . . . . +1...+60
Тангенс угла потерь:
КТ4-21, КТ4-23, КТ4-24, КТ4-25, КТ4-27,
КТ4-28, КТ4-29, КПК-2, КПК-3 . . . . 20×10^{-4}
КПК-МТ, КПКМ . . . . . 25×10^{-4}
Сопротивление изоляции, МОм:
КПК-МТ, КТ4-21, КТ4-23, КТ4-24,
КТ4-25, КТ4-27, КТ4-28, КТ4-29 . . . 10 000
КПК-2, КПК-3, КПКМ 1000
Износоустойчивость, циклы:
КТ4-21, КТ4-25 200
КТ4-27 100
КТ4-24, КТ4-28, КТ4-29 25
КТ4-23 10
КПК-МТ 5
Срок сохраняемости, лет:
КПК-МТ, КТ4-21, КТ4-23, КТ4-24,
КТ4-25, КТ4-27, КТ4-28, КТ4-29, КПК-2,
КПК-3, КПКМ 12

4.4.2. Конденсаторы с воздушным диэлектриком КТ2, КПВ, КПВМ

Предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока. Конденсаторы выпускаются: для печатных схем с креплением пайкой за выводы и для панельного монтажа (КТ2);

для панельного монтажа (КПВ, КПВМ).

Конденсаторы КПВМ имеют три варианта конструкции:
прямоемкостные с углом поворота 180° (1 КПВМ);
прямоемкостные с углом поворота 90° (2 КПВМ);
дифференциальные (3 КПВМ).

Конденсаторы изображены на рисунках:
КПВ — рис. 4.108; КТ2 — рис. 4.109.

Численные значения параметров подстроечных конденсаторов с воздушным диэлектриком приведены в табл. 4.21.

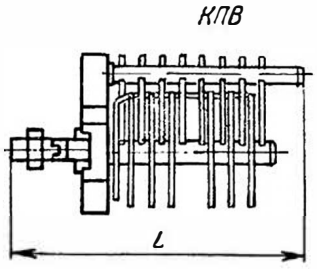


Рис. 4.108. КПВ

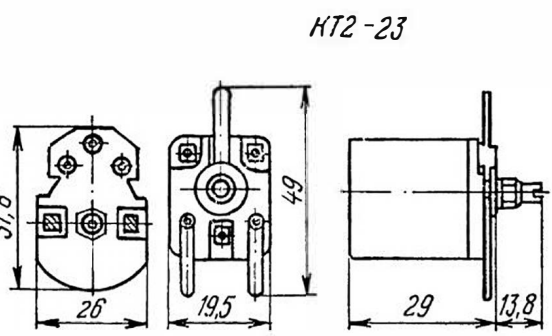


Рис. 4.109. КТ2-23

Таблица 4.21. **Параметры подстроечных конденсаторов с воздушным диэлектриком**

КТ2-17 — КТ2-21, КТ2-23

Тип конденсатора	Номинальная емкость, пФ		Номинальное напряжение, В	ТКЕ×10⁶, 1/°С	Момент вращения, гс×см	Размеры, мм						Масса, г
	минимальная	максимальная				*H*	*L*	*B*	B_1	L_1	*A*	
КТ2-17	1,5	5	160	300	60...400	11,5	12	10,5	28	16	6	3
КТ2-18	1,5	10										3,5
КТ2-19	1,9	15					14			18		4,0
КТ2-20	2,5	30				16,0	15,4	14,5	32	19,4	9	6,5
КТ2-21	3,0	50										7,5
КТ2-23	6,0	50			250...600	—	—	—	—	—	—	26

КПВ

Номинальная емкость, пФ		Номинальное напряжение, В	ТКЕ×10⁶, 1/°С	Момент вращения, гс×см	Размер *L*, мм	Масса, г
минимальная	максимальная					
4...8	50.. 140	300	50	300...1500	43,5...61,5	35...52

1КПВМ

Номинальная емкость, пФ		Номинальное напряжение, В	ТКЕ × 10^6, 1/°С	Момент вращения, гс × см	Размеры, мм		Масса, г
минимальная	максимальная				L	L_1	
1,8...2,8	6,5...24	300	Не более +100	150...600	20...26	10,6...17	8...10
2,0...3,5	6,5...17	650			26...33	14,3...23,8	9...11
1,8...2,8	6,5...24	350			20...22,5	10,6...13,6	8...10
2,0...3,5	6,5...17	650			23,5...33	14,3...23,8	9...11

2КПВМ

1; 1; 1,5	1,8; 3,3; 5,8	350	Не более +100	150...600	20; 22,5; 26	11,3; 13; 17	10; 11; 13
1; 1; 1,5	1,3; 2,0; 3,5	650			21; 25; 30	11,5; 15,5; 20,8	

3КПВМ

3; 2,5; 2,5; 2,5	24; 15; 9; 6,5	350	Не более +100	150...600	20...26	10,6...17	10...12
4; 3; 2,5	17; 12; 6,5	650			23,5...33	14,3...23,8	11...15

Температура окружающей среды, °С:
КТ2-17 — КТ2-21, КПВМ . . . . . —60. .+125
КПВ . . . . . —60 +100
КТ2-23 . . . . . —60.. +85
Тангенс угла потерь:
КПВ, КПВМ . . . . . 10×10^{-4}
КТ2 . . . . . 20×10^{-4}
Сопротивление изоляции, МОм:
КТ2 1000
КПВМ 5000
КПВ 10 000
Срок сохраняемости, лет:
КТ2, КПВ, КПВМ 12

Примечание. Критерием отказа является пробой или потеря контакта.

4.5. КОНДЕНСАТОРЫ ВАКУУМНЫЕ

4.5.1. Конденсаторы вакуумные постоянной емкости

В, КВ, ВВ, ВМ, К61-1, К61-3, К61-4, К61-5, К61-9, К61-16, К61-18

Конденсаторы В, КВ, ВВ, ВМ, К61-9, К61-16 предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока.

Конденсаторы К61-1, К61-3 — К61-5 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока.

Конденсаторы К61-18 предназначены для работы в качестве высоковольтного плеча емкостного делителя импульсных напряжений.

В зависимости от материала корпуса конденсаторы изготовляются: с металлостеклянной оболочкой (В, КВ, ВВ, ВМ, К61-1, К61-3 — К61-5, К61-18);

с металлокерамической оболочкой (К61-9, К61-16).

Конденсаторы имеют цилиндрическую форму и изображены: К61-9, К61-16 — на рис. 4.110; К61-18 — на рис. 4.111

Численные значения параметров вакуумных конденсаторов постоянной емкости приведены в табл. 4.22.

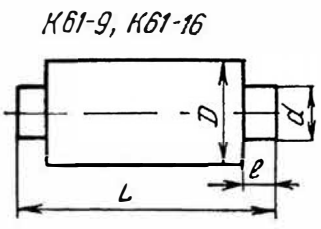


Рис. 4.110 К61-9, К61-16

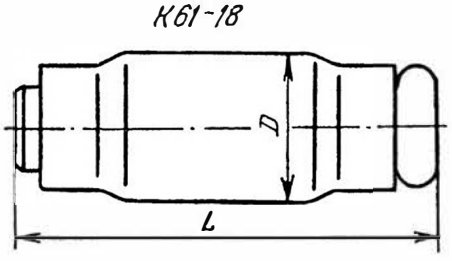


Рис. 4.111 К61-18

Таблица 4.22. **Параметры вакуумных конденсаторов постоянной емкости**

Тип конденсатора	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, кВ	Диаметр, D, мм	Длина, L, мм	Диаметр контактной поверхности, d, мм	Длина контактной поверхности, l, мм	Масса, г
В	25...300	15	65...85	140; 150	18	15	260...400
КВ	25...100	25	90	250	20	22; 23	350...420
ВВ	12,5...200	25	90; 128	145	24	16	330...700
ВМ	12,5...200	10	42...62	90	10	10	80...160
К61-1	10...300	25	76...135	170; 200	41,5	25	450...1450
К61-3	25...500	5	46; 58	95	22	—	200...340
К61-4	50...400	45	105...106	256	52	40	1150...2750
К61-5	50...400	25	118	205	80	40	1750...2100
К61-9	50...500	25	70...118	125; 162	41,5; 60	20; 28	800...2900
К61-16	12,5	3	25	55	16	9	90
	12,5	5					
	1000	3	111	111	52	18	2100
	2000	3					2500
К61-18	3	100	105	290	—	—	1800

Температура окружающей среды, °С:
В, КВ, К61-16 . . . . . —60...+70
ВВ, ВМ . . . . . —60...+85
К61-1, К61-3-К61-5 . . . . . —60...+125
К61-9 . . . . . —60...+200
К61-18 . . . . . —10...+85

Тангенс угла потерь:
К61-1, К61-3 — К61-5 . . . . . $0{,}1 \times 10^{4}$
К61-16, К61-9 . . . . . 1×10^{4}

Сопротивление изоляции, МОм:
К61-1, К61-3, К61-4, К61-5 . . . . . 10^{7}
К61-16, К61-9 . . . . . 10^{4}

Ток утечки, мкА:
К61-16 10
К61-18 20
ТКЕ $\times 10^{8}$, 1/°С
К61-1, К61-3, К61-4, К61-5 . . . . . 30 ± 10
К61-9 . . . . . 10...40
К61-16 45
К61-18 500

Сохраняемость, лет:
К, КВ, К61-9 12
К61-5 10
К61-1, К61-3, К61-4 8,5
К61-16, К61-18 8

4.5.2. Конденсаторы вакуумные переменной емкости

КП1-3, КП1-3М, КП1-4, КП1-6, КП1-7, КП1-8, КП1-9, КП1-10, КП1-11, КП1-12, КП1-12Т-01, КП1-13, КП1-16

Конденсаторы КП1-3, КП1-3М, КП1-4, КП1-6...КП1-8 предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока.

Конденсаторы КП1-9...КП1-13 предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока.

Конденсаторы КП-1-12Т-01, КП1-16 предназначены для работы в цепях переменного тока.

Конденсаторы изготовляются:

с металлостеклянной оболочкой (КП1-3, КП1-3М, КП1-4, КП1-6 — КП1-9, КП1-12, КП1-12Т-01, КП1-16);

с металлокерамической оболочкой (КП1-10, КП1-11, КП1-13).

Конденсаторы имеют цилиндрическую форму и изображены: КП1-3, КП1-3М, КП1-4, КП1-6 — на рис. 4.112; КП1-11 — на рис. 4.113.

Численные значения параметров вакуумных конденсаторов переменной емкости приведены в табл. 4.23.

КП1-3, КП1-3М, КП1-4, КП1-6

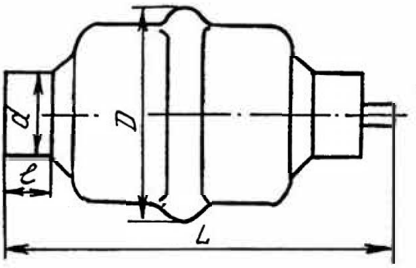


Рис. 4.112. КП1-3, КП1-3М, КП1-4, КП1-6

КП1-11

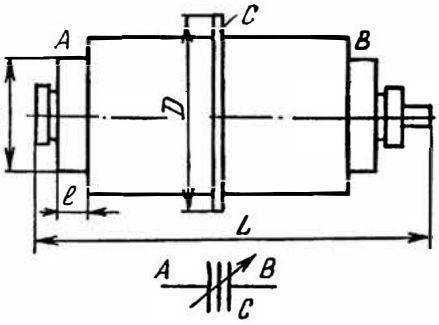


Рис. 4.113. КП1-11

Температура окружающей среды, °С:

КП1-3, КП1-3М, КП1-4, КП1-6 — КП1-8, КП1-12	−60...+125
КП1-12Т-01, КП1-16	−60...+70
КП1-10	−60...+200
КП1-11	−60...+85

Тангенс угла потерь:

КП1-7	1×10^{7}
КП1-9, КП1-10, КП1-11, КП1-12, КП1-13, КП1-16	1×10^{4}

Сопротивление изоляции, МОм:

КП1-7	10^{7}
КП1-9, КП1-10, КП1-11, КП1-12, КП1-13	10^{4}

Ток утечки, мкА:

КП1-4	60
КП1-12Т-01	20

ТКЕ $\times 10^{6}$, 1/°С

КП1-3, КП1-3М, КП1-6, КП1-7	30 ± 10
КП1-4	40
КП1-10, КП1-11	5...85
КП1-12, КП1-9, КП1-12Т-01, КП1-13, КП1-16	10. .80
КП1-8	100

Сохраняемость, лет:

КП1-3, КП1-3М, КП1-4	5
КП1-12, КП1-12Т-01, КП1-16	8
КП1-6	10
КП1-7	11
КП1-8 КП1-9, КП1-10, КП1-11, КП1-13	12

Таблица 4.23. **Параметры вакуумных конденсаторов переменной емкости.**

Тип конденсатора	Емкость, пФ		Номинальное напряжение, кВ	Диаметр, D, мм	Длина, L, мм	Диаметр контактной поверхности, d, мм	Длина контактной поверхности, l, мм	Масса, г
	минимальная	максимальная						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КП1-3 КП1-3М	5; 10; 15	100; 200; 350	25	120...180	285	80	44	2850...4400
КП1-4	3; 5	50; 100	25	75; 87	179; 191	52	29	1250
	7,5...20	350...1000	10	100...145	249...278	60	35	2300
КП1-6	15	250	45	185	433	105	47	6200
	30	400	45	220	429			7150
КП1-7	3	50	15	85	173	70	—	1050
	5	100		105				1250
	10	250		120	230	95		2250
	15	500		135				2850
	20	750		150				3150
КП1-8	4	100	5	68	125	—	2,5	550
	5	250		70	156	52	20	800
	7,5	350		84				900
	10	500		108	200	60		1900
	15	750						2000

Продолжение табл. 4.23

1	2	3	4	5	6	7	8	9
КП1-9	50	400	45	195	384	105	47	8000
КП1-10	10	100	25	81	259	60	28	2600
	15	250		111		80		3800
	20	400		131				4600
КП1-11	12,5	300	10	140	281	80	22	5500
КП1-12	10	1200	4	96	200	60	20	1800
КП1-12-01	10	250	5	96	188	60	20	1400
КП1-13	3	30	10	38	111	28	14	270
КП1-16	60	3000	3	110	278	65	20	3500

4.6. КОНДЕНСАТОРЫ НЕЛИНЕЙНЫЕ

4.6.1. Вариконды

ВК2, ВК4, КН1-5, КН1-6

Предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока; КН1-5 предназначен также для работы в диапазоне СВЧ до 200 МГц, КН1-6 — до 10 ГГц.

Вариконды выпускаются:

неизолированные (ВК2-1 — ВК2-4, ВК4-1 — ВК4-4, ВК2-Б, ВК4-Б, ВК2-3Ш, ВК2-БШ);

незащищенные (КН1-5, КН1-6).

Предельные электрические режимы

Предельные рабочие напряжения варикондов ВК2, ВК4, В:

постоянного тока 160

переменного тока с частотой не более 1000 Гц . 100

Вариконды изображены: ВК2-1 — ВК2-4, ВК4-1 — ВК4-4 — на рис. 4.114; ВК2-3Ш, ВК2-БШ — рис. 4.115; КН1-5, КН-6 — рис. 4.116.

Численные значения параметров варикондов приведены в табл. 4.24 и 4.25.

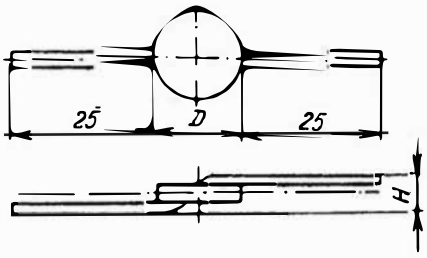


Рис. 4.114. ВК2-1 — ВК2-4, ВК4-1 — ВК4-4

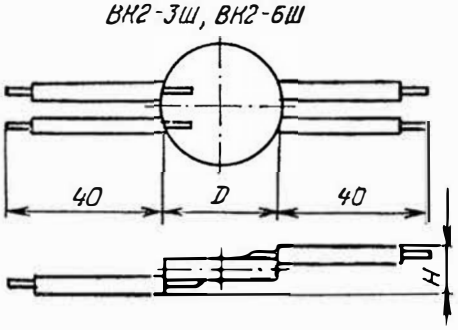


Рис. 4.115. ВК2-3Ш, ВК2-БШ

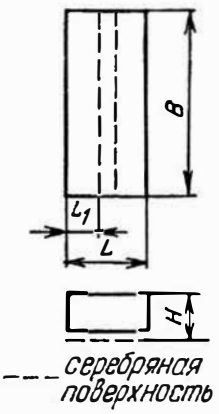


Рис. 4.116. КН1-5, КН1-6

Таблица 4.24. **Параметры варикондов неизолированных**

Тип конденсатора	Номинальная емкость	Размеры, мм		Масса, г
		D	*H*	
ВК2-1	470 пФ	4	2,5	1,0
ВК2-2	2200 пФ	9	2,5	1,0
ВК2-3	6800 пФ	18	2,5	1,5
ВК2-4	10 000 пФ	25	2,5	3,0
ВК2-3Ш	6800 пФ	18	5,0	4,0
ВК2-Б	0,15 мкФ	27	18	40,0
ВК2-БШ	0,15; 0,22 мкФ	27	18	40,0
ВК4-1	220 пФ	4	2,5	1,0
ВК4-2	1500 пФ	9	2,5	1,0
ВК4-3	4700 пФ	18	2,5	1,5
ВК4-4	6800 пФ	25	2,5	3,0
ВК4-Б	0,1 мкФ	27	18	40,0

Примечание. За номинальную емкость варикондов ВК2-Б, ВК2-БШ, ВК4-Б принимают емкость, измеренную при напряжении переменного тока 5В с частотой 50 Гц; для варикондов остальных типономиналов — емкость, измеренную при напряжении переменного тока 1,5...2 В с частотой 1000 Гц.

Таблица 4.25. **Параметры варикондов незащищенных**

Тип конденсатора	Номинальная емкость, пФ	Размеры, мм				Масса, г
		L	L_1	*B*	*H*	
КН1-5	2,2...47	3,2	1,5	7,1	1,2	0,2
КН1-6	4,7; 6,8; 10	2,7	1,3	5,7	0,5	0,2

Примечания: 1. За номинальную емкость варикондов КН1-5, КН1-6 принимают емкость, измеренную при напряжении переменного тока 0,05...3,2 В с частотой 0,1...1,0 МГц. 2. Промежуточные значения номинальных емкостей вариконда КН1-5 соответствуют ряду Е6.

Температура окружающей среды,°С:
ВК2 . . . . . —40...+60
ВК4 . . . . . —40...+85
КН1-5 . . . . . +1...+45
КН1-6 . . . . . +10...+55

Коэффициент нелинейности по напряжению* переменного тока, не менее:
ВК2-Б, ВК2-БШ, ВК4-Б 7
ВК2-1, ВК2-2, ВК2-3, ВК2-3Ш, ВК4-1, ВК4-2, ВК4-3, ВК4-2 . . . 8

Коэффициент управления по постоянному напряжению**, не менее:
КН1-5 емкостью 2,2; 3,3; 4,7 пФ, КН1-6 1,3
КН1-5 емкостью 6,8; 47 пФ . . . 1,5

Тангенс угла потерь:
ВК2-1...ВК2-4, ВК4 . . 0,04
КН1-5 0,008

КН1-6 0,005
ВК2-3Ш, ВК2-Б, ВК2-БШ 0,005
Сопротивление изоляции, МОм:
ВК2-1...ВК2-3, ВК4-1...ВК4-3 5000
ВК2-4, ВК4-4 1000
ВК2-3Ш, ВК2-Б, ВК2-БШ, ВК4-5 . . . 500
КН1-5, КН1-6 300
Срок сохраняемости, лет:
КН1-5, КН1-6 . . . . . 10 лет
ВК2, ВК4 . . . . . 12 лет

---

* Коэффициент нелинейности показывает, во сколько раз увеличивается емкость варикондов при изменении напряжения переменного тока частоты 50 Гц от 5 В до величины, при которой достигает максимального значения.

** Коэффициент управления варикондов показывает, во сколько раз уменьшается емкость вариконда при изменении постоянного напряжения от 0 до 200 В.

4.6.2. Термоконденсаторы

КН2-2

Предназначен для работы в качестве встроенных элементов аппаратуры и в кварцевых генераторах электронных часов, в цепях постоянного и переменного тока. Конструкция незащищенная. Масса 0,1 г.

Номинальная емкость, пФ	Контактная поверхность	Размеры, мм			
		L	L_1	B	H
47; 68	Серебреная	1,5	0,55	2,4	0,8
100	Луженая			2,6	1,0

Примечание. За номинальную емкость термоконденсаторы КН2-2 принимают емкость, измеренную при температуре $+27 \pm 0{,}5$ °С.

Технические данные

Температура окружающей среды*, °С . . . $+1...+40$
Допускаемое отклонение емкости . . . . . ± 10 %
Тангенс угла потерь 0,06
Сопротивление изоляции, МОм 300
Срок сохраняемости, лет 10

---

* При этом значение емкости КН2-2 при $+40$ °С должно составлять 70...90 %, а при $+1$ °С — 50...70 % номинальной, измеренной при $+27$ °С.

Раздел третий

ТРАНСФОРМАТОРЫ И ДРОССЕЛИ

Глава 5

ТРАНСФОРМАТОРЫ ПИТАНИЯ

5.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ

Трансформатором называется элемент РЭА, предназначенный для получения различных по амплитуде и мощности переменных напряжений.

В бытовой и радиолюбительской РЭА наибольшее распространение получили малогабаритные трансформаторы малой мощности с выходной мощностью до 4 кВ·А.

Малогабаритные трансформаторы (МТ) классифицируют по различным признакам.

По функциональному назначению МТ подразделяются на трансформаторы питания (силовые), согласующие и импульсные трансформаторы.

По рабочей частоте:

пониженной частоты (ниже 50 Гц);

промышленной частоты (50 Гц);

повышенной промышленной частоты (400, 1000 Гц);

повышенной частоты (до 10 000 Гц);

высокой частоты (свыше 10 000 Гц).

По электрическому напряжению МТ можно разделить на низковольтные, у которых напряжение любой обмотки не превышает 1000 В, и высоковольтные, у которых напряжение любой обмотки превышает 1000 В.

По количеству обмоток МТ делят на однообмоточные, двухобмоточные и многообмоточные. Однообмоточный трансформатор называется автотрансформатором, гальванической развязки между входной и выходной цепью у него нет. Двухобмоточный трансформатор имеет одну первичную и одну вторичную обмотки. У многообмоточных трансформаторов несколько вторичных обмоток.

По виду используемого магнитного сердечника различают трансформаторы с пластинчатым, ленточным и прессованным сердечниками.

Пластинчатый сердечник (рис. 5.1*а*) представляет собой набор штампованных (до 0,65 мм) одинаковых пластин. Ленточный с толщиной ленты до 0,1 мм — витую конструкцию

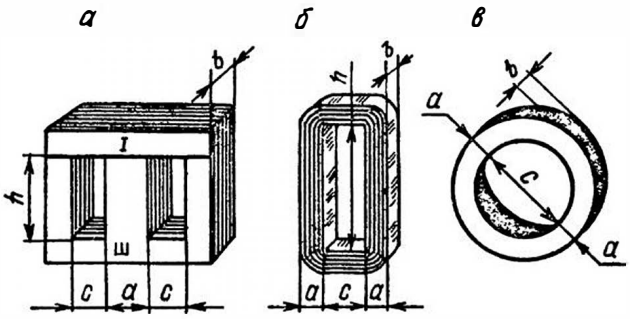


Рис. 5.1. Конструкция сердечников трансформаторов:
а — пластинчатый, *б* — ленточный, *в* — прессованный

(рис. 5.1*б*). Прессованный сердечник получают из магнитных порошков путем прессовки (рис. 5.1*в*).

В последнее время наибольшее применение получили ленточные и прессованные сердечники, позволяющие эффективнее использовать свойства магнитных материалов.

Ленточные сердечники имеют меньшие потери, а следовательно, позволяют получить больший коэффициент полезного действия трансформатора.

Прессованные сердечники дешевле пластинчатых и ленточных, в то же время они имеют свои недостатки: значительную зависимость индукции от температуры, пропитки и заливки обмоток, подверженность механическим воздействиям. Прессованные сердечники применяются на относительно высоких частотах (более 10 кГц).

По конструктивному исполнению трансформаторы подразделяются на броневые, стержневые и тороидальные (кольцевые).

Магнитопровод броневого трансформатора выполняется либо из Ш-образных пластин, либо из двух ленточных колец (рис. 5.2), все обмотки располагаются на среднем стержне.

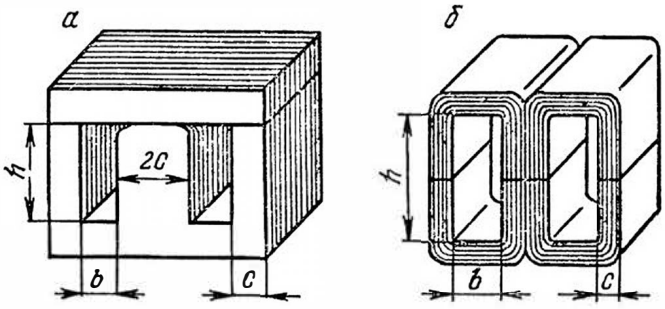


Рис. 5.2. Сердечники броневого трансформатора:
а — из штампованных пластин, *б* — из ленточных колец

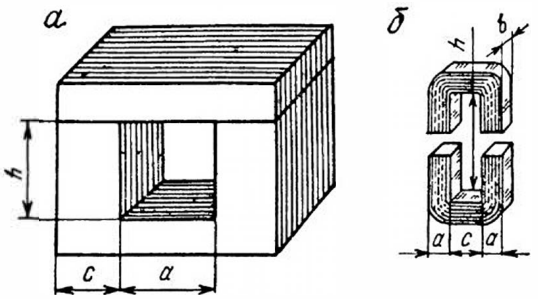


Рис. 5.3 Сердечники стержневого трансформатора:
а — из штампованных пластин, *б* — из двух половин ленточного кольца

Достоинствами этих трансформаторов являются: наличие одной катушки, более высокое заполнение окна магнитопровода, частичная защита катушки от механических повреждений.

Магнитопровод стержневого сердечника выполнен либо из П-образных пластин, либо из одного ленточного кольца (рис. 5.3). В этих трансформаторах катушки располагаются на обоих стержнях. При этом на каждом стержне помещается половина витков первичной и половина витков вторичной обмоток. Они соединяются между собой последовательно так, чтобы намагничивающие силы этих полуобмоток совпадали по направлению. Стержневые трансформаторы менее чувствительны к внешним магнитным полям. Недостатком их является наличие двух катушек.

Для надевания катушек на магнитопроводы броневых и стержневых сердечников последние делают разборными. Сборка магнитопроводов для трансформаторов осуществляется таким образом, чтобы магнитная цепь была замкнута (отсутствовал немагнитный зазор).

В системе обозначения трансформаторов различного назначения имеется только один общий элемент — это буква Т (трансформатор). Остальные элементы обозначения сугубо специфические.

Система обозначения трансформаторов питания включает следующие элементы: первый — буква Т, второй — буква или две буквы — указывает назначение трансформатора (А — трансформатор питания анодных цепей, Н — накальных цепей, АН — анодно-накальных цепей, ПП — для питания устройств на полупроводниках, С — силовой для питания бытовой аппаратуры), последующие элементы указывают: третий — число — порядковый номер разработки, четвертый — число — номинальное напряжение питания, пятый — число — рабочую частоту, шестой — буква или сочетание букв — вид исполнения (буква В — всеклиматического исполнения, буквы ТС и ТВ — тропического исполнения с сухим и влажным воздухом соответственно, три буквы УХЛ — для районов с умеренным и холодным климатом). Пример: ТА5-127/220-50-В — трансформатор для питания анодных

цепей, номер 5, на напряжение 127 и 220 В частоты 50 Гц, всеклиматического исполнения.

Система обозначения входных согласующих трансформаторов включает следующие элементы: первый — буква Т, второй — сочетание букв: ВТ — входной для транзисторных устройств, третий — число, указывающее порядковый номер разработки. Пример: ТВТ-1 — входной согласующий трансформатор для согласования устройств на транзисторах, номер разработки 1.

Межкаскадные согласующие трансформаторы обозначаются следующим образом: первый элемент обозначения — буква Т, второй элемент — буква М и число или только число. Буква М вводится для обозначения трансформаторов с мощностью до 10 мА·В (миниатюрные). Число после буквы М у миниатюрных трансформаторов указывает мощность в мА·В, число после буквы Т у других трансформаторов указывает мощность в В·А. Третий элемент обозначения межкаскадных согласующих трансформаторов — число указывает порядковый номер разработки. Примеры: ТМ10-50 — миниатюрный межкаскадный согласующий трансформатор мощностью 10 мА·В, порядковый номер разработки 50; Т25-10 — межкаскадный согласующий трансформатор мощностью 25 В·А, порядковый номер разработки — 10.

Система обозначения выходных согласующих трансформаторов имеет: первый элемент — буква Т, второй элемент — сочетание букв ОТ (оконечный для транзисторных устройств), третий элемент обозначения — число — порядковый номер разработки. Пример: ТОТ-1 — выходной согласующий трансформатор для транзисторных устройств, порядковый номер разработки — 1.

Для импульсных малогабаритных трансформаторов в системе обозначения: первый элемент — буква Т, второй элемент — буква И или ИМ. Буква И (импульсный) используется для обозначения трансформаторов на длительность импульсов от 0,5 мкс до 100 мкс, а буквы ИМ — на длительность импульсов от 0,02 мкс до 100 мкс, третий элемент обозначения — число — порядковый номер разработки. Пример: ТИ-6 — трансформатор импульсный на длительность импульсов от 0,5 до 100 мкс, порядковый номер разработки — 6; ТИМ-5 — трансформатор импульсный на длительность импульсов от 0,02 мкс до 100 мкс, порядковый номер 5.

5.2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ

В соответствии с ГОСТ 18685—73 «Трансформаторы тока и напряжения. Термины и определения», а также ГОСТ 20938—75 «Трансформаторы малой мощности. Термины и определения» и ГОСТ 17596—72 «Трансформаторы согласо-

вания низкочастотные до 25 В·А. Основные параметры» основными параметрами трансформаторов являются:

Для трансформаторов питания:

1. Номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора U_1.

2. Номинальный ток первичной обмотки трансформатора I_1.

3. Напряжение вторичной обмотки трансформатора U_2.

4. Ток вторичной обмотки трансформатора I_2.

5. Напряжение холостого хода трансформатора U_0 — напряжение на любой разомкнутой вторичной обмотке при номинальных частоте и напряжении на первичной обмотке.

6. Номинальная мощность трансформатора $P_н$ — сумма мощностей вторичных обмоток.

7. Коэффициент трансформации n — отношение напряжений на зажимах первичной и вторичной обмоток при холостом ходе.

8. Частота питающей сети.

На номинальную мощность $P_н$ и коэффициент трансформации n низкочастотных согласующих трансформаторов установлены ряды значений.

Номинальная мощность трансформатора $P_н$ выбирается из следующего ряда: 0,001; 0,002; 0,004; 0,008; 0,016; 0,032; 0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2; 4; 6,3; 10; 16; 25 В·А.

Коэффициент трансформации n выбирается из следующего ряда: 0,012; 0,018; 0,025; 0,035; 0,05; 0,07; 0,1; 0,12; 0,14; 0,17; 0,2; 0,24; 0,28; 0,34; 0,4; 0,48; 0,56; 0,67; 0,8; 0,85; 1,0; 1,05; 1,25; 1,5; 1,8; 2,1; 2,5; 3,0; 3,5; 4,2; 5,0; 6,0; 7,0; 8,5; 10,0; 14,0; 20,0; 28,0.

Для низкочастотных согласующих трансформаторов указывается также ряд значений номинального сопротивления нагрузки, на которые рассчитаны трансформаторы. Этот ряд имеет следующие сопротивления нагрузки: (2,0; 2,2; 3,2; 4,0; 6,3; 8,0; 9,0; 10,0; 12,5; 16,0; 18,0; 25,0; 30,0; 36,0; 50,0; 70,0; 100,0; 140,0; 200,0; 280,0; 400,0; 560,0; 600,0; 800,0) Ом; (1,1; 1,6; 2,2; 3,2; 4,5; 6,3; 9,0; 12,5; 18,0; 25,0; 36,0; 50,0; 70,0; 100,0; 140,0; 200,0; 280,0; 400,0; 560,0) кОм.

Допускаемые сочетания номинального сопротивления нагрузки и коэффициента трансформации установлены ГОСТ 17596—72. Общая характеристика этого сочетания такова: чем больше коэффициент трансформации, тем на большую величину нагрузки рассчитан трансформатор.

На согласующие трансформаторы вводятся дополнительные параметры:

1. Полоса воспроизводимых частот ΔF.

2. Входное и выходное сопротивления $R_{вх}$ и $R_{вых}$.

3. Индуктивность первичной обмотки L_1.

4. Сопротивления обмоток постоянному току.

5. Коэффициент нелинейных искажений на граничных частотах полосы пропускания $K_г$.

На согласующие трансформаторы, используемые в качестве выходных, дополнительно указывается коэффициент полезного действия η.

$$\eta = \frac{P_{н}}{P_{подв}},$$

где: $P_{н}$ — мощность, выделяемая на нагрузке, $P_{подв}$ — подводимая к трансформатору мощность от источника сигнала.

Ориентировочные средние значения η, обычно выбираемые при проектировании трансформаторов, указаны в таблице 5.1.

Таблица 5.1. **Ориентировочные средние значения КПД трансформаторов**

$P_{н}$, В·А	до 0,5	0,5...1,5	1,5...4	4...10	10... 100	100... 1000	более 1000
η	0,7	0,75	0,8	0,85	0,19	0,9...0,95	0,95... 0,98

Для импульсных трансформаторов основными параметрами являются:

1. Длительность импульса $\tau_{и}$.
2. Амплитуда импульса на первичной обмотке U_1.
3. Частота следования импульсов F.
4. Длительность фронта выходного импульса $t_{ф}$ и др.

Кроме электрических параметров трансформаторы характеризуются рядом эксплуатационных и других параметров. В частности, указываются габаритные размеры, масса, температура окружающей среды, требования к влагоустойчивости, линейные и ударные нагрузки, срок службы и др.

5.3. УНИФИЦИРОВАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ПИТАНИЯ

5.3.1. Общие сведения

Унифицированные трансформаторы питания (УТП) предназначены для получения различных по амплитуде и мощности переменных напряжений частоты 50 и 400 Гц, применяемых в следующих целях:

питание накальных цепей электровакуумных приборов (ЭВП) переменным током;

получение переменных напряжений, используемых после выпрямления для питания анодных цепей ЭВП;

получение переменных напряжений, используемых после выпрямлений для питания полупроводниковых приборов и интегральных микросхем (ИМС).

УТП предназначены для работы от сети при отклонении от номинального значения напряжения не более ±5 %. Если отклонения достигают ±20 %, то необходимо соответствующим образом изменить и ток нагрузки. С увеличением напряжения на первичной обмотке увеличивается индукция в магнитопроводе, что может привести к его насыщению и, как следствие, к резкому возрастанию потерь в трансформаторе и его перегреву. Поэтому, если напряжение сети выше номинального, следует соответственно уменьшить ток нагрузки, потребляемый от вторичных обмоток.

При эксплуатации трансформаторов, рассчитанных на частоту 50 Гц, в сети с частотой 400 Гц нагрузочный ток можно оставить без изменения.

УТП удовлетворяют жестким климатическим и механическим требованиям, обладают наименьшей для данной мощности массой. Сердечники УТП броневого или стержневого типа.

Параметрами УТП являются: число обмоток, напряжение на каждой обмотке, максимально допустимый ток через каждую обмотку, мощность, масса, тип используемого сердечника.

Наличие нескольких вторичных обмоток позволяет получить путем соответствующих соединений значительный ряд вторичных напряжений и тем самым расширить возможности УТП. В незначительных пределах изменять напряжения на вторичных обмотках можно, используя отводы первичной обмотки.

Наибольшее распространение получили трансформаторы следующих видов:

накальные (ТН);

анодно-накальные (ТАН);

анодные (ТА);

для питания устройств на полупроводниковых приборах (ТПП).

Условия эксплуатации УТП всех типов, за исключением универсальных, следующие:

Температура окружающей среды, °С	−60...+85
Относительная влажность воздуха при +40 °С	до 98 %
Атмосферное давление, мм. рт. ст.	400...700
Температура перегрева обмоток в нормальных условиях эксплуатации, °С	не более +55
Циклическое воздействие температур:	
для трансформаторов всеклиматического исполнения (В), °С	−60...+140
для трансформаторов для районов умеренного и холодного климата (УХЛ), °С	−60...+85
вибрации в диапазоне 5...1000 Гц с ускорением, g	до 7,5
одиночные удары с ускорением, g	до 500
многократные удары с ускорением, g	до 100
линейные нагрузки с ускорением, g	до 25
срок службы, тыс. ч	не менее 10

Габаритные и установочные размеры УТП зависят от типа сердечника, использования круглого провода или медной ленты, заливки в форму, климатического исполнения.

Наибольшее применение имеют броневые сердечники типа ШЛ и ШЛМ, они используются в анодных, накальных, анодно-накальных трансформаторах, а также в трансформаторах для питания аппаратуры на полупроводниковых приборах и интегральных схемах.

Стержневые сердечники типа ПЛ и ПЛМ используются в анодных и анодно-накальных трансформаторах.

Медная лента совместно с круглым проводом, а также только медная лента используются в анодных трансформаторах ТА со стержневыми сердечниками ПЛМ мощностью выше 100 В·А.

Заливаются в форму трансформаторы ТА и ТПП со стержневыми сердечниками ПЛМ, с обмотками из круглого провода.

Не имеют всеклиматического исполнения трансформаторы ТПП на броневых сердечниках ШЛМ, а также трансформаторы ТА, ТП, ТАН и ТПП на стержневых сердечниках ПЛ; отсутствует исполнение УХЛ у трансформаторов ТА на стержневых сердечниках ПЛМ, залитых в форму.

Габаритные и установочные размеры, а также масса трансформаторов приведены в табл. 5.2...5.10. У трансформаторов, имеющих один и тот же тип и размер сердечника, но разную конструкцию (заливка в форму, использование медной ленты и т. д.), установочные размеры одинаковые.

Конструктивное исполнение унифицированных трансформаторов питания показано на рис. 5.4...5.11.

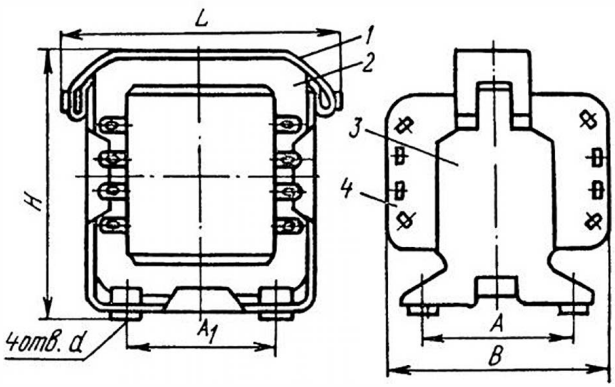


Рис 5.4. Конструкция трансформаторов ТА, ТН, ТАН и ТПП на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ, конструкция — с наименьшей массой, с резьбовыми втулками для крепления, исполнение УХЛ:
1 — лента, *2* — магнитопровод, *3* — обойма, *4* — катушка

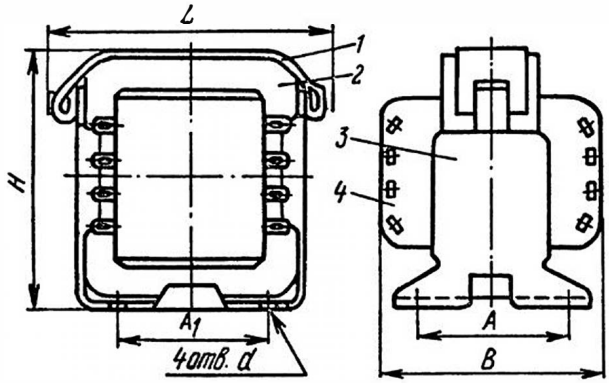


Рис. 5.5. Конструкция трансформаторов ТА, ТН, ТАН и ТПП на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ, конструкция — с наименьшей массой, с отверстиями для крепления, исполнение УХЛ:

1 — лента; *2* — магнитопровод, *3* — обойма, *4* — катушка

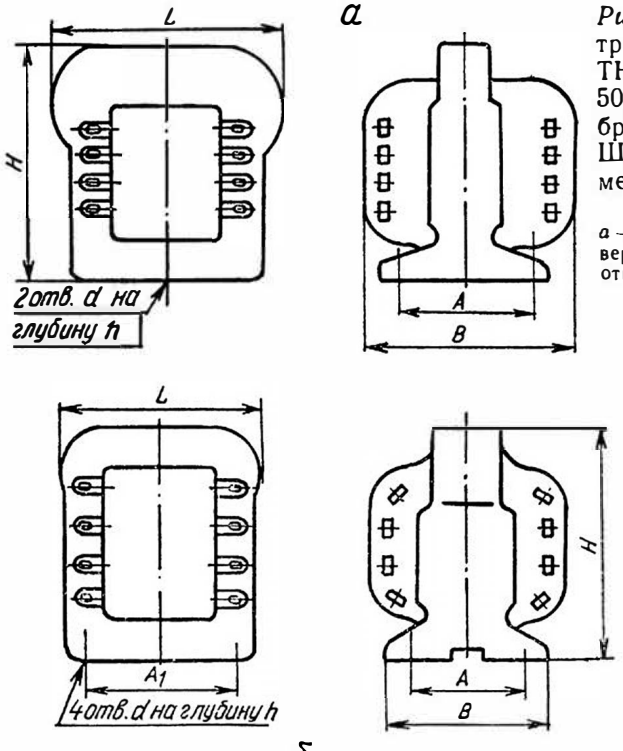


Рис. 5.6. Конструкция трансформаторов ТА, ТН, ТАН и ТПП на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ, конструкция наименьшей массы, исполнение В:

а — с двумя резьбовыми отверстиями, *б* — с четырьмя отверстиями для крепления

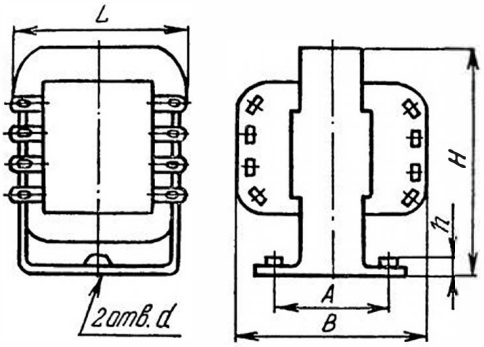


Рис. 5.7. Конструкция трансформаторов ТА, ТН, ТАН и ТПП на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛМ, конструкция — с уменьшенным расходом меди, с обмотками из круглого провода, исполнение УХЛ

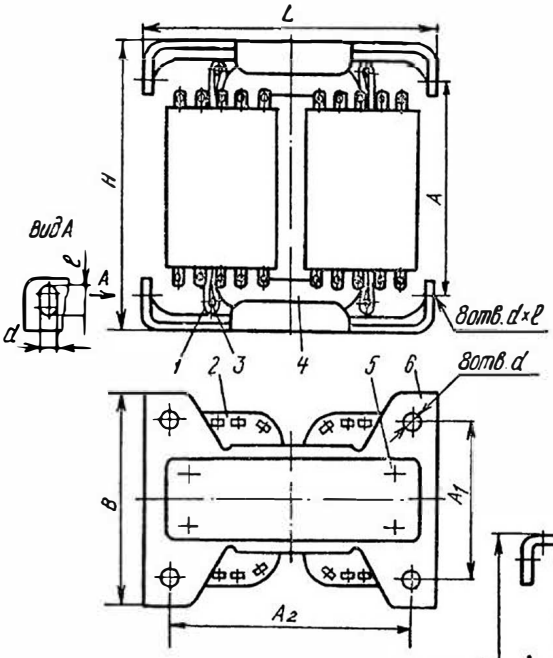


Рис. 5.8. Конструкция трансформаторов ТА и ТАН на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛ, конструкция с наименьшей массой, исполнение УХЛ:

1 — лента, *2* — катушка; *3* — шпилька, *4* — магнитопровод, *5* — винт; *6* — скоба

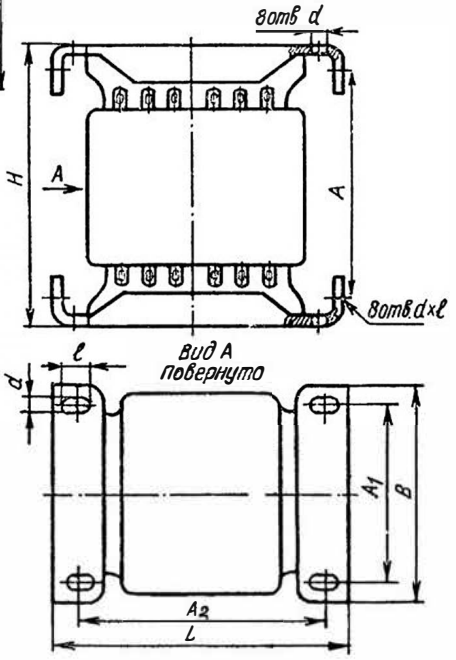


Рис. 5.9. Конструкция трансформаторов ТА на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛМ, конструкция — с уменьшенным расходом меди, с обмотками из круглого провода и медной ленты, исполнение В

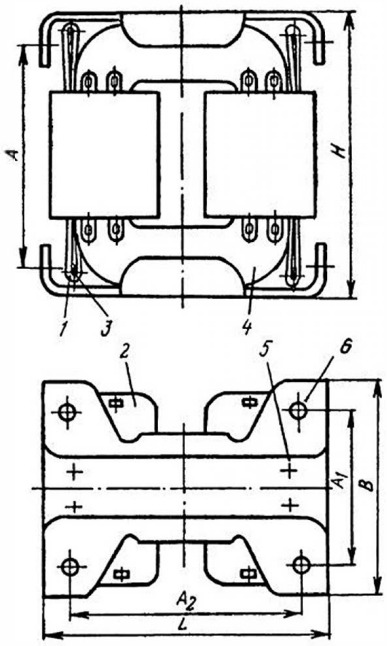


Рис. 5.10. Конструкция трансформаторов ТА на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛМ, конструкция — с уменьшенным расходом меди, с обмотками из круглого провода и медной ленты, исполнение УХЛ:

1 — лента, *2* — катушка, *3* — шпилька, *4* — магнитопровод, *5* — винт, *6* — скоба

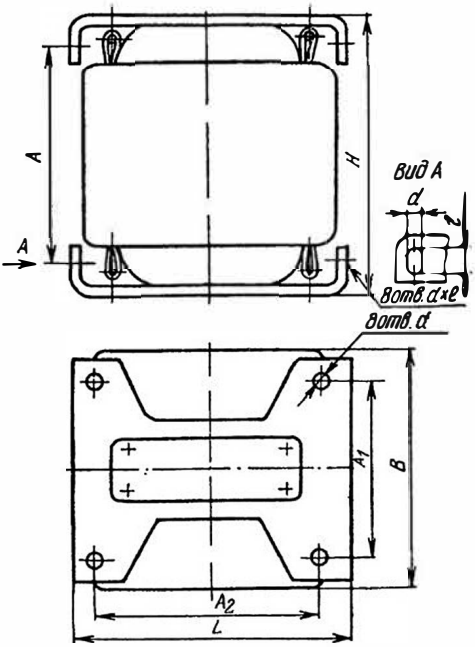


Рис. 5.11. Конструкция трансформаторов ТА и ТПП на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛМ, залитых в форму, с уменьшенным расходом меди, исполнение В: с обмотками из круглого провода и медной ленты

5.3.2. Унифицированные анодные трансформаторы ТА

Анодные трансформаторы ТА на 50 Гц имеют следующие типы сердечников, конструкций и исполнение:

Таблица 5.2. **Габаритные и установочные размеры, масса трансформаторов ТА, ТН, ТАН и ТПП на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ, конструкция — с наименьшей массой, исполнение УХЛ (рис. 5.4 и 5.5)**

Тип и размеры сердечника	Номер рисунка	Размеры, мм						Масса, г
		A	A_1	*B*	*H*	*L*	*d*	
ШЛ12×16	5.4	25	35	52	56	52	М3	365
ШЛ12×20		30		56				420
ШЛ12×25		35		62				490

Тип и размеры сердечника	Номер рисунка	Размеры, мм						Масса, г
		A	A_1	B	H	L	d	
ШЛ16×16		30						650
ШЛ16×20	5.4	35	46	65	72	68	М4	750
ШЛ16×25		40						850
ШЛ16×32		46						1000
ШЛ20×20		40		73				1200
ШЛ20×25	5.5	46	58	78	88	82	5,5	1450
ШЛ20×32		50		85				1700
ШЛ20×40		60		93				2100
ШЛ25×25		46		91				2300
ШЛ25×32	5.5	50	72	98	108	102	5,5	2750
ШЛ25×40		60		106				3300
ШЛ25×50		70		116				3700

Таблица 5.3. **Габаритные и установочные размеры, масса трансформаторов ТА, ТН, ТАН и ТПП на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ, конструкция — с наименьшей массой, исполнение В (рис. 5.6)**

Тип и размер сердечника	Номер рисунка	Размеры, мм							Масса, г
		A	A_1	B	H	h	L	d	
ШЛ12×16		25		58					410
ШЛ12×20	5.6	30	35	62	59	6,5	58	М3	480
ШЛ12×25		35		68					550

Таблица 5.4. **Габаритные и установочные размеры, масса трансформаторов ТА, ТН, ТАН и ТПП на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛМ, конструкция — с уменьшенным расходом меди, исполнение УХЛ (рис. 5.7)**

Тип и размер сердечника	Размеры, мм							Масса, г
	A	A_1	B	H	h	L	d	
ШЛМ20×20	35		57					750
ШЛМ20×25	40	46	62	72	6,5	68	М4	850
ШЛМ20×32	46		69					1000
ШЛМ25×25	46		68					1400
ШЛМ25×32	50	58	75	88	—	82	5,5	1700
ШЛМ25×40	60		83					2100

Таблица 5.5. **Габаритные и установочные размеры, масса трансформаторов ТА, ТН и ТАН на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛМ, конструкция — с уменьшенным расходом меди, исполнение В (рис. 5.6)**

Тип и размер сердечника	Размеры, мм							Масса, г
	A	A_1	B	H	h	L	d	
ШЛМ20×20	35	46	63	75	7,5	74	М4	850
ШЛМ20×25	40		68					950
ШЛМ20×32	46		75					1100
ШЛМ25×25	46	58	74	92	10	88	М5	1550
ШЛМ25×32	50		81					2100
ШЛМ25×40	60		89					2700

Таблица 5.6. **Габаритные и установочные размеры, масса анодных трансформаторов ТА на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛМ, конструкция — с уменьшенным расходом меди, с обмотками из круглого провода и медной ленты, исполнение В (рис. 5.9)**

Тип и размеры сердечника	Размеры, мм							Масса, г
	A	A_1	A_2	B	H	L	d	
ПЛМ22×32×46	81	50	68	71	113	106	5,5	2300
ПЛМ22×32×58	93					118		2550
ПЛМ27×40×36	77	60	85	81	137	107	6,5	3500
ПЛМ27×40×46	87					117		3800
ПЛМ27×40×58	99					129		4200
ПЛМ27×40×73	114					143		4600
ПЛМ34×50×46	102	75	110	97	159	131		6400
ПЛМ34×50×58	114					143		7000

Таблица 5.7. **Габаритные и установочные размеры, масса анодных трансформаторов ТА на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛМ, залитых в форму, конструкция — с уменьшенным расходом меди, с обмотками из медной ленты, исполнение В (рис. 5.11)**

Тип и размер сердечника	Размеры, мм								Масса, г
	A	A_1	A_2	B	H	L	l	d	
ПЛМ22×32×58	93	50	68	104	99	120	8,5	5,5	2800
ПЛМ27×40×36	77	60	110	110	137	110	9,0	6,5	4100
ПЛМ27×40×46	87					120			4300
ПЛМ27×40×58	99					132			4500

Таблица 5.8. **Габаритные и установочные размеры, масса анодных трансформаторов ТА на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛМ, конструкция — с уменьшенным расходом меди, с обмотками из круглого провода и медной ленты, исполнение УХЛ (рис. 5.10)**

Тип и размеры сердечника	Размеры, мм								Масса, г
	A	A_1	A_2	B	H	L	l	d	
ПЛМ22×32×46	81	50	68	67	91	106	8,0	5,5	1700
ПЛМ22×32×58	93					118			2150
ПЛМ27×40×36	77					107			2900
ПЛМ27×40×46	87	60	85	81	113	117			3400
ПЛМ27×40×58	99					129	9,0	6,5	3850
ПЛМ27×40×73	114					143			4400
ПЛМ34×50×46	101	75	110	97	139	131			5100
ПЛМ34×50×58	114					143			5700

Таблица 5.9. **Габаритные и установочные размеры, масса трансформаторов ТА и ТАН на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛ, конструкция — с наименьшей массой, исполнение УХЛ (рис. 5.8)**

Тип и размер сердечника	Размеры, мм							Масса, г
	A	A_1	A_2	B	H	L	d	
ПЛ16×32×65	85	50	68	70	91	111	5,5	2100
ПЛ16×32×80	100					126		2450
ПЛ20×40×50	74					105		2950
ПЛ20×40×60	84	60	85	85	113	115		3400
ПЛ20×40×80	104					135		3900
ПЛ20×40×100	124					155	6,5	4750
ПЛ25×50×65	99					130		5550
ПЛ25×50×80	114	75	110	103	139	145		6300
ПЛ25×25×100	134					165		7300

Таблица 5.10. **Габаритные и установочные размеры, масса трансформаторов ТА и ТПП на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛМ, залитых в форму, конструкция — с уменьшенным расходом меди, с обмотками из круглого провода, исполнение В (рис. 5.11)**

Тип и размеры сердечника	Размеры, мм								Масса, г
	A	A_1	A_2	B	H	L	l	d	
ПЛМ22×32×46	81	50	68	78	99	108	8,0	5,5	2600
ПЛМ22×32×58	93					120			
ПЛМ27×40×36	77					110			4100
ПЛМ27×40×46	87	60		88	137	120	9,0	6,5	4300
ПЛМ27×40×58	99					132			4500
ПЛМ27×40×73	114		110			147			5000
ПЛМ34×50×46	102	75		102	148	135	12	8,5	5600
ПЛМ34×50×58	114					147			6200

1. Броневой ленточный сердечник типа ШЛ, конструкция с наименьшей массой, исполнение — для умеренного и холодного климата (УХЛ) и всеклиматическое (В).

2. Стержневой ленточный сердечник типа ПЛ, конструкция с наименьшей массой, исполнение УХЛ.

3. Броневой ленточный сердечник типа ШЛМ, конструкция с уменьшенным расходом меди, исполнение УХЛ и В.

4. Стержневой ленточный сердечник типа ПЛМ, конструкция залитая в форму, с уменьшенным расходом меди, с обмотками из круглого провода, исполнение В.

5. Стержневой ленточный сердечник типа ПЛМ, конструкция залитая в форму, с уменьшенным расходом меди, обмотки из медной ленты, исполнение В.

6. Стержневой ленточный сердечник типа ПЛМ, конструкция с уменьшенным расходом меди, обмотки из круглого провода и медной ленты, исполнение УХЛ и В.

Тип и размеры сердечника, конструкция и климатическое исполнение определяют электрические параметры, габаритные и установочные размеры, а также массу трансформатора ТА.

Электрические параметры трансформаторов ТА приведены в табл. 5.11...5.14.

Габаритные и установочные размеры, а также масса трансформаторов ТА определяются по табл. 5.2...5.10.

Конструкция трансформаторов ТА показана на рис. 5.4... 5.11.

ТА на 50 Гц имеют четыре вида электрических принципиальных схем.

1. Электрическая принципиальная схема ТА на 50 Гц, 127/220 В с полным числом вторичных обмоток на броневых и стержневых сердечниках ШЛ, ШЛМ, ПЛ и ПЛМ (рис. 5.12).

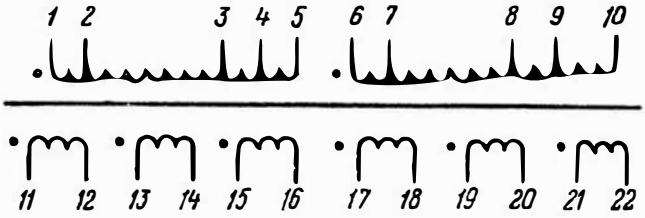


Рис. 5.12. Электрическая принципиальная схема анодных трансформаторов ТА на 50 Гц, 127/220 В с полным числом вторичных обмоток на броневых и стержневых сердечниках ШЛ, ШЛМ, ПЛ и ПЛМ

В ТА на броневых сердечниках ШЛ и ШЛМ все обмотки располагаются на среднем стержне сердечника, а в ТА на стержневых сердечниках ПЛ и ПЛМ — на боковых стерж-

нях. На одном боковом стержне располагаются обмотки *1—5, 11—12, 13—14, 15—16.* На другом стержне располагаются обмотки *6—10, 17—18, 19—20, 21—22.*

2. Электрическая принципиальная схема ТА на 50 Гц, 127/220 В с неполным числом вторичных обмоток на стержневых сердечниках ПЛ и ПЛМ (рис. 5.13). На одном боковом стержне располагаются обмотки *1—5, 11—12, 13—14,* на другом — *6—10, 15—16, 17—18.*

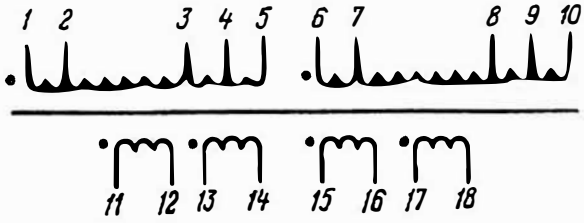


Рис. 5.13. Электрическая принципиальная схема анодных трансформаторов ТА на 50 Гц, 127/220 В с неполным числом вторичных обмоток на стержневых сердечниках ПЛ и ПЛМ

3. Электрическая принципиальная схема ТА на 50 Гц, 220 В на броневых сердечниках ШЛ и ШЛМ (рис. 5.14).

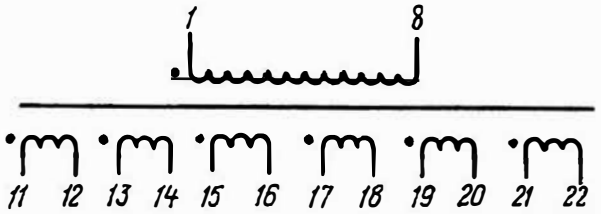


Рис. 5.14. Электрическая принципиальная схема анодных трансформаторов ТА на 50 Гц, 220 В на броневых сердечниках ШЛ и ШЛМ

4. Электрическая принципиальная схема ТА на 50 Гц, 220 В на стержневых сердечниках ПЛ и ПЛМ (рис. 5.15). На одном боковом стержне располагаются обмотки *1—2, 11—12, 13—14, 15—16,* на другом — *6—8, 17—18, 19—20, 21—22.*

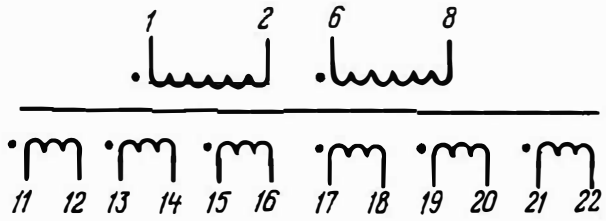


Рис. 5.15. Электрическая принципиальная схема анодных трансформаторов ТА на 50 Гц, 220 В на стержневых сердечниках ПЛ и ПЛМ

Трансформаторы ТА на 220 В выпускаются начиная с 1979 г., они имеют одну первичную обмотку и такую же нумерацию выводов, как у трансформаторов на 127/220 В. Электрические параметры, габаритные и установочные размеры, а также масса трансформаторов ТА на 220 В такие же, как

у соответствующих трансформаторов ТА на 127/220 В.

Напряжения на отводах первичных обмоток трансформаторов ТА на 127/220 В составляют:

между выводами *1* и *2, 6* и *7* — 110 В;

между выводами *2* и *3, 7* и *8* — 10 В;

между выводами *3* и *4, 8* и *9* — 7 В;

между выводами *4* и *5, 9* и *10* — 7 В.

Ряд напряжений вторичных обмоток включает: 6, 10, 12, 14, 20, 25, 28, 35, 40, 56, 80, 112, 125, 140, 160, 200, 224, 250, 280, 315 и 355 В.

Для всех приведенных типономиналов ТА напряжения на вторичных обмотках, а также допустимые токи обмоток указываются в табл. 5.11...5.14.

Ток первичной обмотки для трансформаторов ТА-127/220 В указывается для двух напряжений сети.

При использовании трансформаторов ТА-127/220 В с броневыми сердечниками ШЛ и ШЛМ на 127 В необходимо:

соединить выводы *1* и *6, 4* и *9,* при этом первичные обмотки *1—4* и *6—9* соединяются параллельно;

подать напряжение 127 В на выводы *1* и *4*.

При использовании трансформаторов ТА-127/220 В с броневыми сердечниками ШЛ и ШЛМ на 220 В необходимо:

соединить выводы *2* и *6*;

подать напряжение 220 В на выводы *1* и *8*.

При использовании трансформаторов ТА-127/220 В со стержневыми сердечниками ПЛ и ПЛМ на 127 В необходимо:

соединить выводы *1* и *9, 4* и *6*; при этом магнитные потоки первичных обмоток обоих стержней суммируются;

подать напряжение 127 В на выводы *1* и *4*.

При использовании трансформаторов ТА-127/220 В со стержневыми сердечниками ПЛ и ПЛМ на 220 В необходимо:

соединить выводы *2* и *8*;

подать напряжение питания 220 В на выводы *1* и *6*.

В трансформаторах ТА-220 В с броневыми сердечниками ШЛ и ШЛМ напряжение сети 220 В подается на выводы *1—8*.

В трансформаторах ТА-220 В со стержневыми сердечниками ПЛ и ПЛМ необходимо:

соединить выводы *2* и *8*;

подать напряжение сети 220 В на выводы *1* и *6*.

В трансформаторах ТА возможно последовательное и параллельное соединение вторичных обмоток. Последовательное включение различных вторичных обмоток (рис. 5.16) позволяет подобрать необходимое выходное напряжение, параллельное (рис. 5.17) — повысить мощность на выходных обмотках. При последовательном включении обмоток с разными допустимыми токами ток через обмотки не должен превышать минимально допустимого. Параллельное соединение допускается только тех обмоток, напряжения на зажимах которых одинаковы.

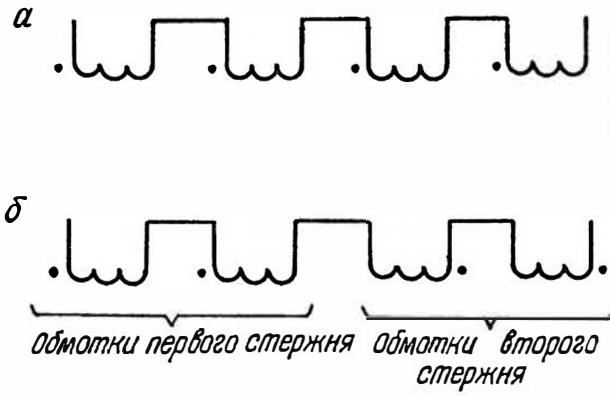


Рис. 5.16. Электрическая схема последовательного соединения обмоток трансформаторов ТА, ТН, ТАН и ТПП:
а — на броневых сердечниках; *б* — на стержневых сердечниках

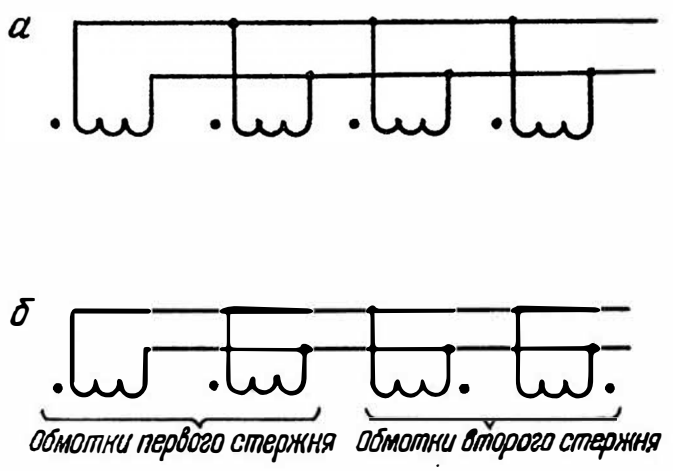


Рис. 5.17. Электрическая схема параллельного соединения обмоток трансформаторов ТА, ТН, ТАН и ТПП:
а — на броневых сердечниках; *б* — на стержневых сердечниках

Число типономиналов ТА с броневыми ленточными сердечниками ШЛ — 171 (ТА1, ТА2, ТА5, ТА7, ТА11...ТА177), значения мощности: 15, 26, 36, 40, 54, 68, 86 В·А.

Число типономиналов ТА с броневыми ленточными сердечниками ШЛМ с уменьшенным расходом меди — 124 (ТА1, ТА5, ТА7, ТА11, ТА13...ТА18, ТА20...ТА28, ТА31, ТА33... ТА54, ТА88...ТА90, ТА92...ТА96, ТА98...ТА123, ТА126, ТА128... ТА131, ТА133...ТА135, ТА137...ТА168, ТА170...ТА177), со значениями мощности: 15, 22, 34, 60, 70 и 86 В·А.

Число типономиналов ТА со стержневыми ленточными сердечниками ПЛ—85 (ТА178...ТА181, ТА183...ТА209, ТА236...ТА289), со значениями мощности: 110, 135, 170, 210, 260, 310, 390, 403, 450 и 510 В·А.

Число типономиналов ТА со стержневым ленточным сердечником ШЛМ с уменьшенным расходом меди — 80 (ТА178, ТА179, ТА181...ТА185, ТА187, ТА189...ТА209, ТА236...287),

со значениями мощности: 100, 124, 150, 180, 220, 270, 330 и 390 В·А.

Напряжения на соответствующих вторичных обмотках трансформаторов ТА одного и того же номера типономинала с разными модификациями сердечника (броневого ШЛ или ШЛМ, стержневого ПЛ или ПЛМ) одинаковые. Так как токи вторичных обмоток указанных трансформаторов различные, то заменять трансформаторы с сердечниками ШЛ (ПЛ) на трансформаторы с сердечниками ШЛМ (ПЛМ) можно лишь при условии того, что допустимые токи вторичных обмоток замененных трансформаторов не будут превышать токов в обмотках, определяемых подключенными нагрузками Кроме того, надо учитывать то обстоятельство, что установочные размеры трансформаторов с сердечниками ШЛМ (ПЛМ) отличаются от установочных размеров трансформаторов с сердечниками ШЛ (ПЛ).

Климатическое исполнение, заливка трансформатора в форму, использование провода или медной ленты для намотки обмоток определяют только габаритные и установочные размеры, а также массу трансформатора. Электрические параметры ТА определяются исключительно мощностью, размерами и типом сердечника. На мощность до 100 В·А используются броневые сердечники типа ШЛ и ШЛМ, на мощность выше 100 В·А — стержневые типа ПЛ и ПЛМ.

При одинаковой мощности трансформаторы ТА с уменьшенным расходом меди на современных броневых и стержневых сердечниках ШЛМ и ПЛМ имеют меньшие габаритные размеры, массу и стоимость.

В трансформаторах для всеклиматического исполнения (В) габаритные размеры несколько больше, чем в трансформаторах для умеренного и холодного климата (УХЛ). Электрические параметры трансформаторов с индексами «В» и «УХЛ» одинаковые.

Условия эксплуатации трансформаторов ТА указаны в параграфе 6.3.

Выбор трансформаторов ТА производят следующим образом. В качестве исходных величин берут выходные напряжения и токи, потребляемые нагрузками. Далее вычисляется мощность нагрузки $P_{н}$ вторичных обмоток по формуле

$$P_{н} = U_1 I_1 + U_2 I_2 + \ldots U_{n} I_{n},$$

где U_1, U_2, ... U_{n} — напряжения на вторичных обмотках, I_1, I_2, ... I_{n} — токи вторичных обмоток.

Трансформатор выбирают, используя таблицы 5.11...5.14 с таким расчетом, чтобы $P_{тр} \geqslant P_{н}$.

Использование трансформаторов с ленточным сердечником ШЛМ или ПЛМ с уменьшенным расходом меди предпочтительнее вследствие указанных выше достоинств. При выборе трансформаторов всеклиматического исполнения В (диапазон циклического воздействия температур $-60...+140$ °С)

с мощностью более 100 В·А на стержневых сердечниках ШЛМ предпочтение следует отдать трансформаторам, залитым в форму, из круглой проволоки. У этих трансформаторов масса несколько меньше, чем у трансформаторов из медной ленты. Трансформаторы исполнения УХЛ выбираются для диапазона циклического воздействия температур —60... +85 °С.

После выбора типа конструкции трансформатора на заданную мощность производят выбор конкретного типономинала с таким расчетом, чтобы нагрузочная способность вторичных обмоток использовалась по возможности более полно.

Таблица 5.11. **Электрические параметры анодных трансформаторов ТА на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ; конструкция — с наименьшей массой**

Номер типономинала	Мощность, В·А	Тип и размеры сердечника, мм	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Допустимые токи вторичных обмоток, А		
				11—12, 13—14	*15—16, 17—18*	*19—20*	*21—22*	*11—12, 13—14*	*15—16, 17—18*	*19—20, 20—21*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА1	15	ШЛ16×20	0,16/0,09	28	28	6	6	0,148	0,108	0,148
ТА2								0,056	0,176	0,176
ТА5				125	112	14	14	0,030	0,030	0,030
ТА7				180		20	20	0,023	0,026	0,026
ТА11	26	ШЛ16×25	0,28/0,16	28	28	6	6	0,260	0,210	—
ТА12								0,075	0,320	0,320
ТА13				56	56	12	12	0,104	0,104	0,104
ТА14					40		10	0,150	0,075	0,150
ТА15								0,100	0,145	0,145
ТА16					56		12	0,095	0,070	0,095
ТА17				80	80	20	20	0,075		0,075
ТА18					56		12		0,100	0,100
ТА19				125	112	14	14	0,055	0,048	0,055
ТА20								0,030	0,075	0,075
ТА21				180	112			0,055	0,025	0,055
ТА22						20	20	0,036	0,050	0,050
ТА23				160	140			0,040	0,040	0,040
ТА24				224	125	25	25	0,032	—	—
ТА25				200	180	20	20	0,032	0,032	0,032
ТА26				250	224	25	25	0,026	0,026	0,026
ТА27				315	125	35	35	0,022	0,035	0,035
ТА28	36	ШЛ16×32	0,35/0,20					0,330	0,240	0,330
ТА29				28	28	6	6	0,170	0,390	0,390
ТА30								0,080	0,460	0,460
ТА31					56		12	0,140	0,150	0,150
ТА32								0,080	0,200	0,200
ТА33				56	40	12	10	0,200	0,120	0,200

Продолжение табл. 5.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА34					40		10	0,140	0,200	0,200
ТА35								0,092	0,252	0,252
ТА36								0,135	0,094	0,135
ТА37				80	56	20	12	0,090	0,150	0,150
ТА38					80		20	0,120	0,075	0,120
ТА39								0,105	0,032	0,105
ТА40				125	112	14	14	0,079	0,063	0,079
ТА41				125				0,043	0,1000	0,100
ТА42								0,076	0,025	0,076
ТА43				180	112			0,056	0,060	0,060
ТА44								0,036	0,088	0,088
ТА45						20	20	0,079	0,031	0,079
ТА46				160	140			0,053	0,059	0,059
ТА47	36	ШЛ16×32	0,35/0,20					0,034	0,078	0,078
ТА48				224	125	25	25	0,057	0,030	0,057
ТА49								0,042	0,057	0,057
ТА50				200	180	20	20	0,043	0,047	0,047
ТА51				250	224	25	25	0,035	0,037	0,037
ТА52				315	125	35	35		0,044	0,044
ТА53					280			0,028	0,029	0,029
ТА54				355	200	40	40	0,029	0,032	0,032
ТА55				28	28	6	6	0,350	0,290	0,350
ТА56								0,200	0,430	0,430
ТА57				28	28	6	6	0,090	0,530	0,530
ТА58								0,170	0,150	0,170
ТА59					56		12	0,085	0,225	0,225
ТА60				56		12		0,250	0,090	0,250
ТА61					40		10	0,170	0,210	0,210
ТА62								0,094	0,340	0,340
ТА63						80	20	0,120	0,100	0,120
ТА64	40	ШЛ20×20	0,40/0,22	80	80		80	0,070	0,154	0,154
ТА65						20		0,164	0,080	0,164
ТА66					56		12	0,110	0,168	0,168
ТА67				125		14	14	0,124	0,029	0,124
ТА68								0,090	0,070	0,090
ТА69					112			0,040	0,121	0,121
ТА70				180				0,085	0,026	0,085
ТА71						20	20	0,065	0,065	0,065
ТА72								0,033	0,115	0,115
ТА73				160	140			0,090	0,030	0,090
ТА74				160	140			0,068	0,064	0,068
ТА75								0,030	0,095	0,095
ТА76								0,069	0,025	0,069
ТА77				224	125	25	25	0,045	0,070	0,070
ТА78								0,029	0,090	0,090
ТА79								0,070	0,027	0,070
ТА80				200	180	20	20	0,050	0,050	0,050
ТА81								0,028	0,070	0,070
ТА82				250	224	25	25	0,040	0,040	0,040
ТА83								0,020	0,060	0,060

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА84				315	125	35	35	0,042	0,040	0,042
ТА85								0,022	0,073	0,073
ТА86					280			0,032	0,032	0,032
ТА87				355	200	40	40	0,029	0,043	0,043
ТА88				28	28	6	6	0,480	0,380	0,480
ТА89				28	28	6	6	0,200	0,640	0,640
ТА90								0,230	0,200	0,230
ТА91					56		12	0,090	0,325	0,325
ТА92				56		12		0,340	0,109	0,340
ТА93					40		10	0,228	0,278	0,278
ТА94								0,080	0,440	0,440
ТА95					80		20	0,160	0,140	0,160
ТА96				80		20		0,075	0,210	0,210
ТА97	54	ШЛ20×25	0,50/0,29					0,220	0,103	0,220
ТА98					56		12	0,140	0,220	0,220
ТА99								0,060	0,310	0,310
ТА100								0,169	0,310	0,169
ТА101				125		14	14	0,118	0,096	0,118
ТА102					112			0,051	0,164	0,164
ТА103								0,118	0,030	0,118
ТА104				180		20	20	0,043	0,145	0,145
ТА105								0,088	0,083	0,088
ТА106				160	140			0,125	0,032	0,125
ТА107								0,084	0,084	0,084
ТА108				160	140			0,034	0,131	0,131
ТА109								0,093	0,031	0,093
ТА110				224	125	25	25	0,062	0,084	0,084
ТА111								0,027	0,140	0,140
ТА112								0,099	0,029	0,099
ТА113				200	180	20	20	0,069	0,069	0,069
ТА114								0,031	0,105	0,105
ТА115								0,080	0,024	0,080
ТА116				250	224	25	25	0,054	0,054	0,054
ТА117								0,260	0,080	0,080
ТА118					125			0,063	0,035	0,063
ТА119				315		35	35	0,040	0,090	0,090
ТА120					280			0,044	0,044	0,044
ТА121				355	200	40	40	0,054	0,028	0,054
ТА122				355	200	40	40	0,034	0,061	0,061
ТА123								0,600	0,480	0,600
ТА124				28	28	6	6	0,250	0,800	0,800
ТА125								0,100	0,920	0,920
ТА126								0,300	0,250	0,300
ТА127								0,120	0,400	0,400
ТА128				56	40	12	10	0,425	0,140	0,425
ТА129								0,300	0,340	0,340
ТА130	68	ШЛ20×32	0,625/0,35					0,130	0,610	0,610
ТА131								0,200	0,180	0,200
ТА132								0,100	0,260	0,260
ТА133				80	56	20	12	0,310	0,120	0,310
ТА134								0,200	0,250	0,250
ТА135								0,120	0,340	0,340

Продолжение табл. 5.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА136								0,200	0,050	0,200
ТА137				125		14	14	0,150	0,120	0,150
ТА138					112			0,070	0,200	0,200
ТА139				180				0,150	0,049	0,150
ТА140								0,120	0,120	0,120
ТА141				180	112			0,055	0,180	0,180
ТА142						20	20	0,160	0,036	0,160
ТА143				160	140			0,110	0,100	0,110
ТА144								0,050	0,160	0,160
ТА145								0,115	0,040	0,115
ТА146				224	125	25	25	0,080	0,110	0,110
ТА147	68	ШЛ20×32	0,625/0,35					0,040	0,165	0,165
ТА148								0,130	0,031	0,130
ТА149				200	180	20	20	0,080	0,090	0,090
ТА150								0,035	0,135	0,135
ТА151								0,100	0,029	0,100
ТА152				250	224	25	25	0,065	0,070	0,070
ТА153								0,026	0,110	0,110
ТА154								0,080	0,048	0,080
ТА155				315	125			0,050	0,115	0,115
ТА156								0,028	0,160	0,160
ТА157					125			0,075	0,027	0,075
ТА158						35	35	0,045	0,063	0,063
ТА159					280			0,022	0,086	0,086
ТА160								0,070	0,032	0,070
ТА161				355	200	40	40	0,025	0,105	0,105
ТА162								0,050	0,075	0,075
ТА163				28	28	6	6	0,680	0,710	0,710
ТА164					56		12	0,295	0,390	0,390
ТА165				56	40	12	10	0,320	0,490	0,490
ТА166				80	80	20	20	0,230	0,240	0,240
ТА167					56		12	0,230	0,340	0,340
ТА168	8(	ШЛ20×40	0,77/0,45					0,180	0,165	0,180
ТА169				125	112	14	14	0,032	0,310	0,310
ТА170				180				0,130	0,150	0,150
ТА171				160	140	20	20	0,100	0,140	0,140
ТА172				224	125	25	25	0,105	0,135	0,135
ТА173				200	180	20	20	0,130	0,110	0,110
ТА174				250	224	25	25	0,085	0,090	0,090
ТА175					125			0,065	0,140	0,140
ТА176				315	280	35	35	0,065	0,071	0,071
ТА177					200	40	40	0,060	0,090	0,090

Таблица 5.12. **Электрические параметры анодных трансформаторов ТА на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛ, конструкция — с наименьшей массой**

Номер типономинала	Мощность, В·А, тип и размеры сердечника, мм	Ток первичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Допустимые токи вторичных обмоток, А			
			11—12, 17—18	*13—14, 19—20*	*15—16*	*21—22*	*11—12, 17—18*	*13—14, 19—20*	*15—16*	*21—22*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА178			28	28	6	6	0,89	0,90	0,90	0,90
ТА179				56			0,39	0,49	0,49	0,49
ТА180			56		12	12	0,09	0,735	0,735	0,735
ТА181				40			0,49	0,55	0,55	0,55
ТА183			80	80	20	20	0,26	0,34	0,34	0,34
ТА184				56			0,38	0,35	0,38	0,38
ТА185			125	112	14	14	0,23	0,21	0,23	0,23
ТА186							0,05	0,39	0,39	0,39
ТА187	110	1,10/0,65	180	112			0,17	0,19	0,19	0,19
ТА188	ПЛ16×32×65				20	20	0,03	0,37	0,37	0,37
ТА189			160	140			0,03	0,31	0,31	0,31
ТА190			224	125	25	25	0,120	0,190	0,190	0,190
ТА191			200	180	20	20	0,135	0,140	0,140	0,140
ТА192			250	224	25	25	0,110	0,110	0,110	0,110
ТА193			315	125	35	35	0,080	0,185	0,185	0,185
ТА194				280			0,085	0,090	0,090	0,090
ТА195			355	200	40	40	0,075	0,120	0,120	0,120

Продолжение табл. 5 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА196			28	28	6	6	1,000	1,000	1,000	1,000
ТА197			56	56	12	12	0,470	0,615	0,615	0,620
ТА198				40			0,680	0,550	0,680	0,680
ТА199			80	80	20	20	0,340	0,400	0,400	0,400
ТА200			80	56	14	14	0,380	0,560	0,560	0,560
ТА201			125	112	14	14	0,260	0,260	0,260	0,260
ТА202			180		20	20	0,210	0,220	0,220	0,220
ТА203	135	1,27/0,715	160	140	20	20	0,208	0,218	0,218	0,218
ТА204	ПЛ16×32×80		224	125	25	25	0,175	0,190	0,190	0,190
ТА205			200	180	20	20	0,163	0,175	0,175	0,175
ТА206			250	224	25	25	0,130	0,140	0,140	0,140
ТА207			315	125	35	35	0,140	0,155	0,155	0,155
ТА208				280			0,100	0,115	0,115	0,115
ТА209			355	200	40	40	0,085	0,085	0,085	0,085
ТА236			56	56	12	12	0,680	0,690	0,690	0,690
ТА237	170	1,46/0,85		40			0,830	0,730	0,830	0,830
ТА238	ПЛ20×40×50			80	20	20	0,390	0,530	0,530	0,530
ТА239			80	56	14	14	0,550	0,570	0,570	0,570
ТА240			125	112			0,330	0,350	0,350	0,350
ТА241			180	112	20	20	0,285	0,285	0,285	0,285
ТА242			160	140			0,275	0,255	0,275	0,275
ТА243			224	125	25	25	0,230	0,230	0,220	0,230
ТА244			200	180	20	20	0,210	0,216	0,216	0,216
ТА245			250	224	25	25	0,172	0,178	0,178	0,178
ТА246			315	125	35	35	0,145	0,220	0,220	0,220
ТА247				280			0,130	0,143	0,143	0,143

Продолжение табл. 5.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА248			355	200	40	40	0,110	0,204	0,204	0,204
ТА249			56	56	12	12	0,840	0,850	0,850	0,850
ТА250			56	40	12	12	0,970	0,980	0,980	0,980
ТА251			80	80	20	20	0,520	0,630	0,630	0,630
ТА252	210	181/1,05		56	14	14	0,750	0,600	0,750	0,750
ТА253	ПЛ20×40×60		125	112			0,410	0,430	0,430	0,430
ТА254			180		20	20	0,340	0,330	0,340	0,340
ТА255			160	140	20	20	0,340	0,315	0,340	0,340
ТА256			224	125	25	25	0,300	0,250	0,300	0,300
ТА257			200	180	20	20	0,270	0,255	0,270	0,270
ТА258			250	224	25	25	0,200	0,220	0,220	0,220
ТА259			315	125	35	35	0,210	0,240	0,240	0,240
ТА260				280			0,160	0,170	0,170	0,170
ТА261			355	200	40	40	0,150	0,210	0,210	0,210
ТА262			56	56	12	12	1,050	1,050	1,050	1,050
ТА263			80	80	20	20	0,720	0,720	0,720	0,720
ТА264				56	14	14	0,890	0,810	0,890	0,890
ТА265			180	112	20	20	0,400	0,400	0,400	0,400
ТА266			160	140						
ТА267	260	2,30/1,30	224	125	25	25	0,360	0,335	0,360	0,360
ТА268	ПЛ20×40×80		280	180	20	20	0,330	0,315	0,330	0,330
ТА269			250	224	25	25	0,266	0,257	0,266	0,266
ТА270			315	125	35	35	0,280	0,240	0,280	0,280
ТА271				280			0,213	0,218	0,218	0,218
ТА272			355	200	40	40	0,216	0,218	0,218	0,218

Продолжение табл. 5.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА273	310 ПЛ20×40×100	2,68/1,54	80	80	20	20	0,860	0,855	0,860	0,860
ТА274			80	56	14	14	1,000	1,000	1,000	1,000
ТА275			224	125	25	25	0,400	0,400	0,400	0,400
ТА276			200	180	20	20	0,390	0,390	0,390	0,390
ТА277			250	224	25	25	0,315	0,310	0,315	0,315
ТА278			315	125	35	35	0,330	0,220	0,330	0,330
ТА279			315	280	35	35	0,260	0,235	0,260	0,260
ТА280			355	200	40	40	0,285	0,220	0,285	0,285
ТА281	390 ПЛ25×50×65	3,50/2,0	80	80	20	20	1,000	1,000	1,000	1,000
ТА282			250	224	25	25	0,400	0,400	0,400	0,400
ТА283			315	125	35	35	0,385	0,355	0,385	0,385
ТА284				280			0,320	0,308	0,320	0,320
ТА285			355	200	40	40	0,345	0,300	0,345	0,345
ТА286	450 ПЛ25×50×65	3,91/2,23	315	280	35	35	0,365	0,365	0,365	0,365
ТА287			355	200	40	40	0,370	0,390	0,390	0,390
ТА288	510	4,4/2,55	355	200	40	40	0,420	0,440	0,440	0,440
ТА289	403	3,6/2,1	355	200	—	—	0,420	0,440	—	—

Таблица 5.13. **Электрические параметры анодных трансформаторов ТА на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛМ; конструкция — с уменьшенным расходом меди**

Номер типономинала	Мощность, В·А	Тип и размеры сердечника, мм	Ток первичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, А				Допустимые токи вторичных обмоток, А		
				11—12, 13—14	*15—16, 17—18*	*19—20*	*21—22*	*11—12, 13—14*	*15—16, 17—18*	*19—20, 21—22*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА1	15	ШЛМ20×20	0,17/0,10	28	28	6	6	0,130	0,090	0,130
ТА5				125	112	14	14	0,028	0,028	0,028
ТА7				180	112	20	20	0,016	0,032	0,032
ТА11	22	ШЛМ20×25	0,24/0,14	28	28	6	6	0,197	0,140	0,197
ТА13					56			0,085	0,085	0,085
ТА14				56	40	12	10	0,120	0,060	0,120
ТА15								0,090	0,110	0,110
ТА16					56		12	0,070	0,070	0,070
ТА17				80	80	20	20	0,060	0,060	0,060
ТА18					56		12	0,080	0,050	0,080
ТА20				125	112	14	14	0,035	0,050	0,050
ТА21				180	112			0,043	0,018	0,043
ТА22						20	20	0,020	0,050	0,050
ТА23				160	140			0,033	0,033	0,033
ТА24				224	125	25	25	0,028	0,028	0,028
ТА25				200	180	20	20	0,026	0,026	0,026
ТА26				250	224	25	25	0,021	0,021	0,021
ТА27				315	125	35	35	0,022	0,022	0,022

Продолжение табл. 5 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА28	34	ШЛМ25×32	0,36/0,20	28	28	6	6	0,300	0,240	0,300
ТА31				56	56	12	12	0,140	0,140	0,140
ТА33								0,200	0,090	0,200
ТА34					40	12	10	0,160	0,160	0,160
ТА35								0,100	0,225	0,225
ТА36				80	56	20	12	0,125	0,090	0,125
ТА37								0,095	0,140	0,140
ТА38					80		20	0,110	0,075	0,110
ТА39								0,100	0,028	0,100
ТА40				125	112	14	14	0,084	0,050	0,084
ТА41								0,040	0,095	0,095
ТА42								0,068	0,033	0,068
ТА43				180		20	20	0,055	0,055	0,055
ТА44								0,036	0,080	0,080
ТА45				160	140			0,070	0,032	0,070
ТА46								0,053	0,053	0,053
ТА47								0,032	0,075	0,075
ТА48				224	125	25	25	0,052	0,033	0,052
ТА49								0,036	0,060	0,060
ТА50				200	180	20	20	0,043	0,043	0,043
ТА51				250	224	25	25	0,034	0,034	0,034
ТА52				315	125	35	35	0,036	0,036	0,036
ТА53					280			0,027	0,027	0,027
ТА54				355	200	40	40	0,023	0,023	0,023
ТА88				28	28	6	6	0,540	0420	0,540

Продолжение табл. 5.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TA89				28	28	6	6	0,690	0,220	0,690
TA90					56		12	0,300	0,170	0,300
TA92				56		12		0,360	0,141	0,360
TA93					40		10	0,276	0,276	0,276
TA94								0,141	0,430	0,430
TA95					80	20	20	0,197	0,128	0,197
TA97								0,240	0,120	0,240
TA98				80	56	20	12	0,195	0,195	0,195
TA99								0,120	0,280	0,280
TA100								0,165	0,060	0,165
TA101				125		14	14	0,120	0,120	0,120
TA102					112			0,060	0,180	0,180
TA103								0,120	0,050	0,120
TA104	60	ШЛМ25×25	0,60/0,34	180				0,039	0,176	0,176
TA105						20	20	0,097	0,097	0,097
TA106								0,130	0,045	0,130
TA107				160	140			0,094	0,094	0,094
TA108								0,045	0,145	0,145
TA109				224	125	25	25	0,100	0,040	0,100
TA110								0,081	0,081	0,081
TA111				224	125	25	25	0,042	0,140	0,140
TA112								0,105	0,038	0,105
TA113				200	180	20	20	0,075	0,075	0,075
TA114								0,040	0,110	0,110
TA115				250	224	25	25	0,086	0,030	0,086
TA116								0,060	0,060	0,060

Продолжение табл. 5.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TA117				250	224	25	25	0,030	0,090	0,090
TA118					125			0,070	0,045	0,070
TA119	60	ШЛМ25×25	0,60/0,34	315		35	35	0,050	0,090	0,090
TA120					280			0,048	0,048	0,048
TA121				355	200	40	40	0,060	0,030	0,060
TA122								0,044	0,060	0,060
TA123				28	28	6	6	0,600	0,480	0,600
TA126					56		12	0,300	0,250	0,300
TA128				56		12		0,410	0,190	0,410
TA129					40		10	0,325	0,325	0,325
TA130								0,170	0,500	0,500
TA131	70	ШЛМ25×32	0,68/0,39		80		20	0,200	0,200	0,200
TA133				80		20	12	0,280	0,140	0,280
TA134					56		20	0,230	0,230	0,230
TA135						12	12	0,120	0,340	0,340
TA137				125	112	14	14	0,200	0,050	0,200
TA138								0,070	0,200	0,200
TA139								0,150	0,040	0,150
TA140				180	112			0,110	0,110	0,110
TA141						20	20	0,063	0,180	0,180
TA142								0,160	0,036	0,160
TA143				160	140			0,110	0,110	0,110
TA144								0,062	0,156	0,156
TA145								0,117	0,048	0,117
TA146				224	125	25	25	0,094	0,094	0,094
TA147								0,040	0,165	0,165

Продолжение табл. 5 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА148								0,130	0,031	0,130
ТА149				200	180	20	20	0,088	0,088	0,088
ТА150								0,035	0,135	0,135
ТА151								0,100	0,029	0,100
ТА152				250	224	25	25	0,070	0,070	0,070
ТА153								0,026	0,110	0,110
ТА154								0,080	0,048	0,080
ТА155					125			0,073	0,073	0,073
ТА156				315		35	35	0,035	0,150	0,150
ТА157					280			0,075	0,027	0,075
ТА158								0,055	0,055	0,055
ТА159								0,022	0,086	0,086
ТА160	70	ШЛМ25×32	0,68/0,39					0,070	0,032	0,070
ТА161				355	200	40	40	0,025	0,105	0,105
ТА162								0,059	0,059	0,059
ТА163				28	28	6	6	0,690	0,690	0,690
ТА164				56	56	12	12	0,350	0,350	0,350
ТА165					40		10	0,400	0,400	0,400
ТА166				80	80	20	20	0,240	0,240	0,240
ТА167					56		12	0,280	0,280	0,280
ТА168				125	112	14	14	0,170	0,170	0,170
ТА170	86	ШЛМ25×40	0,82/0,47	180		20	20	0,140	0,140	0,140
ТА171				160	140			0,135	0,135	0,135
ТА172				224	125	25	25	0,114	0,114	0,114
ТА173				200	180	20	20	0,110	0,110	0,110

Продолжение табл. 5.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА174				250	224	25	25	0,087	0,087	0,087
ТА175	86	ШЛМ25×40	0,82/0,47	315	125	35	35	0,091	0,091	0,091
ТА176					280			0,069	0,069	0,069
ТА177				355	200	40	40	0,072	0,072	0,072

Таблица 5.14. **Электрические параметры анодных трансформаторов ТА на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛМ всех видов конструкций с уменьшенным расходом меди**

Номер типономинала	Мощность, В·А Тип и размеры сердечника, мм	Ток первичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Допустимые токи вторичных обмоток, А			
			11—12, 13—14	*15—16, 17—18*	*19—20*	*21—22*	*11—12, 13—14*	*15—16, 17—18*	*19—20*	*21—22*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА178			28	28	6	6	0,800	0,800	0,800	0,800
ТА179			56	56	12	12	0,140	0,140	0,140	0,140
ТА181			56	40	12	12	0,146	0,146	0,146	0,146
ТА183			80	80	20	20	0,128	0,128	0,128	0,128
ТА184			80	56	14	14	0,320	0,320	0,320	0,320
ТА185			125	112	14	14	0,200	0,190	0,200	0,200
ТА187	100,0	1,05/0,61	180	112	20	20	0,160	0,160	0,160	0,160
ТА189	ПЛМ22×32×58		160	140	20	20	0,160	0,150	0,160	0,160
ТА190			224	125	25	25	0,130	0,130	0,130	0,130
ТА191			200	180	20	20	0,130	0,120	0,130	0,130

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА192			250	224	25	25	0,100	0,100	0,100	0,100
ТА193			315	125	35	35	0,105	0,105	0,105	0,105
ТА194			315	280	35	35	0,079	0,079	0,079	0,079
ТА195			355	200	40	40	0,084	0,084	0,084	0,084
ТА196			28	28	6	6	1,000	1,000	1,000	1,000
ТА197			56	56	12	12	0,500	0,500	0,500	0,500
ТА198			56	40	12	12	0,570	0,570	0,570	0,570
ТА199			80	80	20	20	0,340	0,340	0,340	0,340
ТА200			80	56	14	14	0,410	0,410	0,410	0,410
ТА201			125	112	14	14	0,250	0,250	0,250	0,250
ТА202			180	112	20	20	0,200	0,190	0,200	0,200
ТА203	124,0	1,20/0,70	160	140	20	20	0,190	0,190	0,190	0,190
ТА204	ПЛМ27×40×36		224	125	25	25	0,170	0,160	0,170	0,170
ТА205			200	180	20	20	0,160	0,150	0,160	0,160
ТА206			250	224	25	25	0,124	0,124	0,124	0,124
ТА207			315	125	35	35	0,130	0,130	0,130	0,130
ТА208			315	280	35	35	0,098	0,098	0,098	0,098
ТА209			355	200	40	40	0,104	0,104	0,104	0,104
ТА236			56	56	12	12	0,600	0,600	0,600	0,600
ТА237			56	40	12	12	0,690	0,690	0,690	0,690
ТА238	150,0	1,61/0,92	80	80	20	20	0,420	0,410	0,420	0,420
ТА239	ПЛМ27×40×46		80	56	14	14	0,500	0,500	0,500	0,500
ТА240			125	112	14	14	0,300	0,290	0,300	0,300
ТА241			180	112	20	20	0,240	0,240	0,240	0,240
ТА242			160	140	20	20	0,240	0,230	0,240	0,240
ТА243			224	125	25	25	0,200	0,200	0,200	0,200
ТА244			200	180	20	20	0,190	0,180	0,190	0,190

Продолжение табл. 5 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТА245	150	1,61/0,92	250	224	25	25	0,150	0,150	0,150	0,150
ТА246	ПЛМ27×40×46		315	125	35	35	0,160	0,150	0,160	0,160
ТА247			315	280	35	35	0,190	0,190	0,190	0,190
ТА248			355	200	40	40	0,126	0,126	0,126	0,126
ТА249			56	56	12	12	0,720	0,720	0,720	0,720
ТА250			56	40	12	12	0,830	0,830	0,830	0,830
ТА251			80	80	20	20	0,500	0,500	0,500	0,500
ТА252			80	56	14	14	0,600	0,600	0,600	0,600
ТА253	180	1,95/1,13	125	112	14	14	0,360	0,350	0,360	0,360
ТА254	ПЛМ27×40×58		180	112	20	20	0,290	0,280	0,290	0,290
ТА255			160	140	20	20	0,280	0,280	0,280	0,280
ТА256			224	125	25	25	0,240	0,240	0,240	0,240
ТА257			200	180	20	20	0,220	0,820	0,220	0,220
ТА258			250	224	25	25	0,180	0,180	0,180	0,180
ТА259			315	125	35	35	0,190	0,180	0,190	0,190
ТА260			315	280	35	35	0,143	0,143	0,143	0,143
ТА261			355	200	40	40	0,150	0,150	0,150	0,150
ТА262			56	56	12	12	0,890	0,890	0,890	0,890
ТА263			80	80	20	20	0,610	0,610	0,610	0,610
ТА264			80	56	14	14	0,730	0,730	0,730	0,730
ТА265			180	112	20	20	0,350	0,350	0,350	0,350
ТА266	220	2,24/1,30	160	140	20	20	0,345	0,345	0,345	0,345
ТА267	ПЛМ27×40×73		224	124	25	25	0,294	0,294	0,294	0,294
ТА268			200	180	20	20	0,275	0,275	0,275	0,275
ТА269			250	224	25	25	0,220	0,220	0,220	0,220
ТА270			315	125	35	35	0,230	0,230	0,230	0,230
ТА271			315	280	35	35	0,174	0,174	0,174	0,174

Продолжение табл. 5.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TA272			355	200	40	40	0,185	0,185	0,185	0,185
TA273			80	80	20	20	0,750	0,750	0,750	0,750
TA274			80	56	14	14	1,000	1,000	1,000	1,000
TA275			224	125	25	25	0,400	0,400	0,400	0,400
TA276			200	180	20	20	0,390	0,390	0,390	0,390
TA277	270	2,76/1,60	250	224	25	25	0,315	0,310	0,315	0,315
TA278			315	125	35	35	0,330	0,320	0,330	0,330
TA279			315	280	35	35	0,260	0,235	0,260	0,260
TA280			355	200	40	40	0,285	0,220	0,285	0,285
TA281			80	80	20	20	1,000	1,000	1,000	1,000
TA282			250	224	25	25	0,400	0,400	0,400	0,400
TA283	330	3,46/2,00	315	125	35	35	0,385	0,355	0,385	0,385
TA284			315	280	35	35	0,320	0,308	0,320	0,320
TA285			355	200	40	40	0,345	0,300	0,345	0,345
TA286			315	280	35	35	0,365	0,365	0,365	0,365
TA287	390	3,97/2,30	355	200	40	40	0,370	0,390	0,370	0,370
TA288			355	200	40	40	0,420	0,440	0,440	0,440
TA289			355	200	—	—	0,420	0,420	—	—

5.3.3. Унифицированные накальные трансформаторы ТН

Унифицированные накальные трансформаторы ТН на 50 Гц имеют следующие типы сердечников, конструкций и исполнение:

1. Броневой ленточный сердечник типа ШЛ, конструкция с наименьшей массой, исполнение для умеренного и холодного климата (УХЛ) и всеклиматическое (В).

2. Броневой ленточный сердечник типа ШЛМ, конструкция с уменьшенным расходом меди, исполнение УХЛ и В.

В зависимости от мощности, типа и размера сердечника, климатического исполнения накальные трансформаторы имеют различные электрические параметры, габаритные и установочные размеры, а также массу.

Электрические параметры трансформаторов ТН приведены в табл. 5.15...5.20.

Таблица 5.15. **Электрические параметры накальных трансформаторов ТН1...ТН11 на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ; конструкция — с наименьшей массой**

Номер типоочинала	Тип и размеры сердечника, мм	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Допустимые токи вторичных обмоток, А	
				7—8	*9—11*
ТН1	ШЛ16×16	8,8	0,11/0,06	0,60	0,80
ТН2	ШЛ16×20	13,3	0,15/0,09	0,10	2,00
ТН3				0,25	1,80
ТН4	ШЛ16×25	20	0,21/0,12	1,65	1,65
ТН5	ШЛ16×32	30	0,30/0,17	0,48	4,30
ТН6	ШЛ20×20	40	0,40/0,23	0,43	6,00
ТН7				3,30	3,30
ТН8	ШЛ20×25	58	0,53/0,32	4,60	4,60
ТН9				0,50	8,60
ТН10	ШЛ20×32	77	0,68/0,40	6,0	6,0
ТН11	ШЛ20×40	98	0,88/0,51	7,8	7,8

Таблица 5.16. **Электрические параметры накальных трансформаторов ТН12...ТН29 на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ; конструкция — с наименьшей массой**

Номер типономинала	Тип и размеры сердечника, мм	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Допустимые токи вторичных обмоток, А		
				7—8	*9—11*	*12—14*
ТН12	ШЛ16×16	8,8	0,11/0,06	0,37	0,51	0,51
ТН13	ШЛ16×20	13,3	0,15/0,09	0,71	0,71	0,71
ТН14				1,40	0,92	0,92
ТН15	ШЛ16×25	20,0	0,21/0,12	0,92	1,13	1,33

Продолжение табл. 5.16

Номер типономинала	Тип и размеры сердечника, мм	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Допустимые токи вторичных обмоток, А		
				7—8	*9—11*	*12—14*
ТН16				0,80	1,20	1,20
ТН17				0,80	2,00	2,00
ТН18	ШЛ16×32	30,0	0,3/0,17	3,30	0,80	0,80
ТН19				0,80	1,75	2,40
ТН20				0,90	2,80	2,80
ТН21	ШЛ20×20	40,0	0,4/0,23	0,90	1,00	4,50
ТН22				3,80	1,40	1,40
ТН23				1,40	3,90	3,90
ТН24	ШЛ20×25	58	0,53/0,32	6,30	1,40	1,40
ТН25				5,60	1,80	1,80
ТН26				1,60	2,70	2,70
ТН27	ШЛ20×32	77	0,68/0,40	0,73	3,70	7,80
ТН28				1,80	4,80	5,70
ТН29	ШЛ20×40	98	0,88/0,51	2,20	4,50	9,10

Таблица 5.17. **Электрические параметры накальных трансформаторов ТН30...ТН61 на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ; конструкция — с наименьшей массой**

Номер типономинала	Тип и размеры сердечника, мм	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Допустимые токи вторичных обмоток, А		
				7—8	*9—10*	*11—13, 14—16*
1	2	3	4	5	6	7
ТН30	ШЛ16×20	13,3	0,15/0,087	0,55	0,55	0,55
ТН31				2,80	0,13	0,13
ТН32	ШЛ16×25	20,0	0,21/0,12	0,65	0,65	1,00
ТН33				0,20	1,00	1,00
ТН34				2,40	0,80	0,80
ТН35	ШЛ16×32	30,0	0,30/0,17	1,00	2,00	0,80
ТН36				1,20	1,20	1,20
ТН37				4,00	0,85	0,85
ТН38	ШЛ20×20	40.0	0,4/0,23	0,85	2,80	1,40
ТН39				0,80	0,80	2,40
ТН40				2,80	1,20	1,20
ТН41				0,60	1,30	2,90
ТН42				1,40	2,60	2,60
ТН43				4,70	1,50	1,50
ТН44	ШЛ20×25	58,0	0,53/0,32	0,86	2,16	3,00
ТН45				2,64	2,16	0,95
ТН46				2,30	2,30	2,30
ТН47				0,92	3,50	2,40
ТН48				2,40	4,80	1,00
ТН49				1,43	4,90	2,90

Продолжение табл. 5.17

1	2	3	4	5	6	7
ТН50	ШЛ20×32	77,0	0,68/0,51	1,60	5,60	2,50
ТН51				1,50	1,50	4,70
ТН52				0,45	5,90	3,00
ТН53				0,82	3,20	5,70
ТН54				2,20	4,45	4,45
ТН55	ШЛ20×40	98,0	0,88/0,51	0,76	0,76	7,00
ТН56				5,40	3,40	3,40
ТН57				1,64	3,00	5,50
ТН58	ШЛ25×25	122	1,10/0,63	2,70	5,50	5,50
ТН59				1,80	4,30	6,60
ТН60	ШЛ25×32	152	1,50/0,85	5,90	5,90	6,10
ТН61	ШЛ25×40	190	1,66/0,95	6,10	8,00	8,00

Таблица 5.18. **Электрические параметры накальных трансформаторов ТН2...ТН11 на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛМ; конструкция — с уменьшенным расходом меди**

Номер типономинала	Тип и размеры сердечника, мм	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Допустимые токи вторичных обмоток, А	
				7—8	*9—11*
ТН2	ШЛМ20×20	14,5	0,20/0,12	1,14	1,14
ТН3				0,48	1,86
ТН4	ШЛМ20×25	21,0	0,27/0,16	1,82	1,50
ТН5	ШЛМ20×32	33,0	0,39/0,22	1,85	2,30
	ШЛМ25×25	60,0	0,62/0,36		
ТН9				0,52	9,00
ТН10	ШЛМ25×32	75	0,87/0,50	5,95	5,95
ТН11	ШЛМ25×40	110	1,09/0,63	8,70	8,70

Таблица 5.19. **Электрические параметры накальных трансформаторов ТН13...ТН28 на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛМ; конструкция — с уменьшенным расходом меди**

Номер типономинала	Тип и размеры сердечника, мм	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Допустимые токи вторичных обмоток, А		
				7—8	*9—11*	*12—14*
ТН13	ШЛМ20×20	14,5	0,20/0,12	0,78	0,78	0,78
ТН14						
ТН15	ШЛМ20×25	21,0	0,27/0,16	0,80	1,28	1,28
ТН16						
ТН17						
ТН18	ШЛМ20×32	33,0	0,39/0,22	1,00	1,85	2,30
ТН19						
ТН23				1,55	4,00	4,00
ТН24	ШЛМ25×25	60,0	0,62/0,036	6,30	1,60	1,60

Продолжение табл. 5.19

Номер типономинала	Тип и размеры сердечника, мм	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Допустимые токи вторичных обмоток, А		
				7—8	*9—11*	*12—14*
ТН25	ШЛМ25×32	75,0	0,87/0,50	5,60	2,00	2,00
ТН26				1,80	2,80	5,00
ТН27				1,04	3,65	7,25
ТН28				1,94	4,57	5,43

Таблица 5.20. **Электрические параметры накальных трансформаторов ТН30...ТН57 на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛМ; конструкция — с уменьшенным расходом меди**

Номер типономинала	Тип и размеры сердечника, мм	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Допустимые токи вторичных обмоток, А		
				7—8	*9—10*	*11—13, 14—16*
ТН30	ШЛМ20×20	14,5	0,20/0,12	0,58	0,58	0,58
ТН31				2,70	0,22	0,22
ТН32	ШЛМ20×25	21	0,27/0,16	0,68	0,65	1,00
ТН33				0,35	1,00	1,00
ТН34	ШЛМ20×32	33	0,39/0,22	2,50	0,92	0,92
ТН35				1,05	2,10	1,05
ТН36				1,30	1,30	1,30
ТН41	ШЛМ25×25	60	0,62/0,38	1,20	1,20	3,00
ТН42				1,45	2,70	2,70
ТН43				4,80	1,58	1,58
ТН44				1,00	2,90	3,00
ТН45				2,75	4,72	1,00
ТН46				2,38	2,38	2,38
ТН47				1,00	3,50	2,50
ТН48				2,50	4,80	1,15
ТН49	ШЛМ25×32	75	0,87/0,50	2,30	4,40	2,60
ТН50				1,80	5,10	2,50
ТН51				1,55	1,55	4,40
ТН52				0,60	5,30	3,00
ТН54				2,50	5,00	5,00
ТН55	ШЛМ25×40	110	1,09/0,63	0,75	0,75	8,00
ТН56				5,80	3,90	3,90
ТН57				2,0	3,85	5,80

Габаритные и установочные размеры, а также масса трансформаторов ТН приведены в табл. 5.2...5.4.

Конструкция трансформаторов ТН показана на рис. 5.4...5.7.

Накальные трансформаторы ТН на 50 Гц с броневыми ленточными сердечниками ШЛ и ШЛМ имеют шесть видов электрических принципиальных схем.

1. Электрическая принципиальная схема ТН1...ТН11 на 50 Гц, 127/220 В (рис. 5.18*а*).

2. Электрическая принципиальная схема ТН12...ТН29 на 50 Гц, 127/220 В (рис. 5.18*б*).

3. Электрическая принципиальная схема ТН30...ТН61 на 50 Гц, 127/220 В (рис. 5.18*в*).

4. Электрическая принципиальная схема ТН1...ТН11 на 50 Гц, 220 В (рис. 5.19*а*).

5. Электрическая принципиальная схема ТН12...ТН29 на 50 Гц, 220 В (рис. 5.19*б*).

6. Электрическая принципиальная схема ТН30...ТН61 на 50 Гц, 220 В (рис. 5.19*в*).

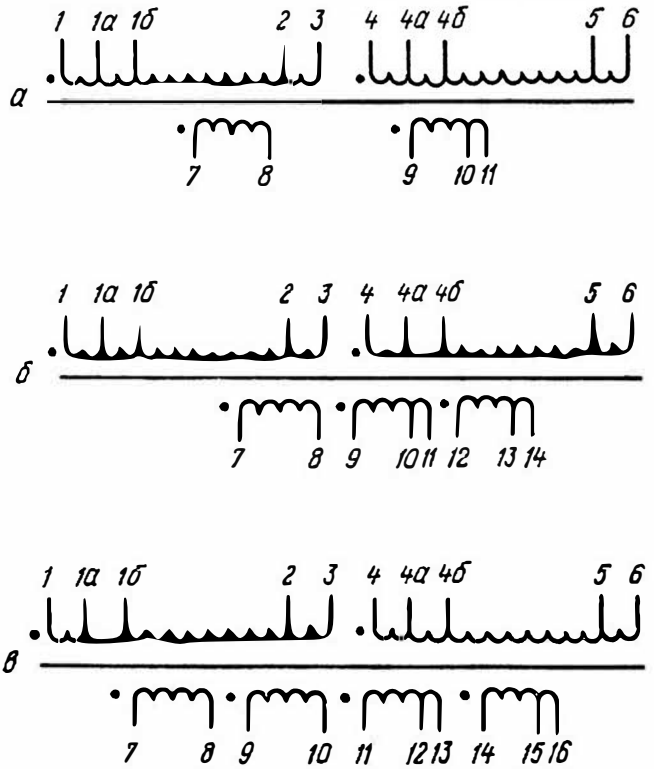


Рис. 5.18. Электрические принципиальные схемы накальных трансформаторов ТН на броневых сердечниках ШЛ и ШЛМ на 50 Гц, 127/220 В:
а — ТН1...ТН11, *б* — ТН12...ТН29, *в* — ТН30...ТН61

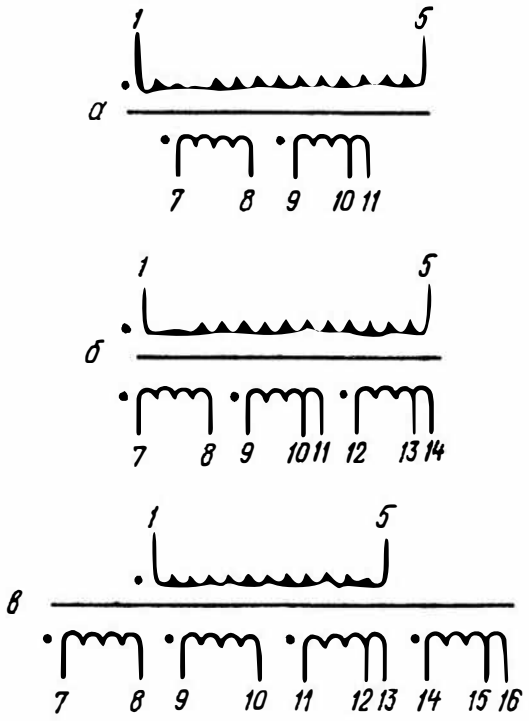


Рис. 5.19. Электрические принципиальные схемы накальных трансформаторов ТН на 50 Гц, 220 В на броневых сердечниках ШЛ и ШЛМ:
а — ТН1 . ТН11, *б* — ТН12 .ТН29;
в — ТН30.. ТН61

Трансформаторы ТН на 220 В выпускаются начиная с 1979 г., они имеют одну первичную обмотку и такую же нумерацию выводов, как и трансформаторы на 127/220 В.

Электрические параметры, габаритные и установочные размеры, а также масса трансформаторов ТН на 220 В такие же, как у соответствующих трансформаторов на 127/220 В.

Напряжения на отводах первичных обмоток трансформаторов на 127/220 В составляют:

между выводами *1* и *1а*, *4* и *4а* — 3,2 В;
между выводами *1* и *1б*, *4* и *4б* — 6,3 В;
между выводами *1* и *2*, *4* и *5* — 110 В;
между выводами *1* и *3*, *4* и *6* — 127 В.

Напряжения на вторичных обмотках трансформаторов ТН всех типов и исполнений составляют:

между выводами обмоток без отводов — 6,3 В;

между началом обмотки, обозначенной на схеме точкой, и отводом — 5 В;

между отводом и концом обмотки — 1,3 В.

Мощность, тип и размеры сердечника, допустимые токи первичной и вторичной обмоток трансформаторов указаны в таблицах 5.15...5.20. Ток первичной обмотки трансформаторов ТН-127/220 В указывается для двух значений напряжений сети.

При использовании трансформаторов ТН-127/220 В на 127 В необходимо:

соединить выводы *1* и *4*, а также *3* и *6*;

подать напряжение 127 В на выводы *1* и *3*.

При использовании трансформаторов ТН-127/220 В на 220 В необходимо:

соединить выводы *2* и *4*;

подать напряжение 220 В на выводы *1* и *5*.

В трансформаторах ТН-220 В напряжение 220 В подается на выводы *1* и *5*.

В трансформаторах ТН возможно параллельное согласное соединение вторичных обмоток для повышения их нагрузочной способности.

Накальные трансформаторы ТН можно использовать и не по прямому назначению (для получения накала электровакуумных приборов). Для получения выходных напряжений, больших чем 6,3 В, вторичные накальные обмотки можно соединять последовательно в согласном включении. При последовательном согласном включении обмоток с разными допустимыми токами ток через обмотки не должен превышать минимального допустимого тока.

Число типономиналов трансформаторов ТН с броневыми ленточными сердечниками ШЛ с наименьшей массой — 61 (ТН1...ТН61), со значениями мощности: 8,7; 13,3; 20; 30; 40; 58; 77; 98; 122; 152; 190 В·А.

Число типономиналов трансформаторов ТН с броневыми ленточными сердечниками ШЛМ с уменьшенным расходом меди — 44 (ТН2...ТН5, ТН8...ТН11, ТН13...ТН19, ТН23...ТН28, ТН30...ТН36, ТН41...ТН57), со значениями мощности: 14,5; 21; 33; 60; 75 и 110 В·А.

Заменять трансформаторы ТН с сердечниками ШЛ на более современные трансформаторы с сердечниками ШЛМ можно лишь при условии того, что допустимые токи вторичных обмоток замененных трансформаторов не будут превышать токов в обмотках, определяемых подключенными нагрузками. При замене трансформаторов ТН с сердечниками ШЛ на трансформаторы с сердечниками ШЛМ нужно учитывать, что установочные размеры трансформаторов с сердечниками ШЛМ отличаются от установочных размеров соответствующих трансформаторов на сердечниках ШЛ.

При одинаковой мощности трансформаторы ТН с уменьшенным расходом меди на броневых сердечниках ШЛМ имеют меньшие габаритные размеры, массу и стоимость, чем трансформаторы на сердечниках ШЛ.

Трансформаторы ТН-127/220 В и ТН-220 В полностью взаимозаменяемы.

Климатическое исполнение трансформаторов (УХЛ или В) определяет только габаритные и установочные размеры, а также массу трансформатора. Электрические параметры трансформаторов ТН определяются мощностью, типом и размерами сердечника. На одну и ту же мощность, с одним и тем же размером и типом сердечника изготавливаются несколько трансформаторов с разным набором допустимых токов вторичных обмоток.

В трансформаторах для всеклиматического исполнения (В) габаритные размеры несколько больше, чем у соответствующих трансформаторов для умеренного и холодного климата (УХЛ). Электрические параметры трансформаторов с индексами «В» и «УХЛ» одинаковые.

Условия эксплуатации трансформаторов ТН указаны в параграфе 5.2.

При выборе трансформатора ТН поступают следующим образом. В качестве исходной величины берут ток накала всех подключаемых электровакуумных приборов (ЭВП) с напряжением 5 В и 6,3 В, а затем подсчитывают мощность накала по формуле

$$P_н = 5(I_{н1} + I_{н2} + ... I_{нn}) + 6{,}3(I'_{н1} + I'_{н2} + ... I'_{нn}),$$

где $I_{н1}$, $I_{н2}$..$I_{нn}$ — ток накала ЭВП на 5 В; $I'_{н1}$ $I'_{н2}$..$I'_{нn}$ — ток накала ЭВП на 6,3 В.

Трансформатор выбирают, используя таблицы 5.15...5.20, с таким расчетом, чтобы $P_{тр} \geqslant P_н$. Использование трансформаторов с ленточным сердечником ШЛМ с уменьшенным расходом меди предпочтительнее вследствие указанных выше достоинств.

Если на одну и ту же мощность имеется несколько типономиналов трансформаторов, то выбирают такой, у которого нагрузочная способность обмоток используется максимально.

Климатическое исполнение трансформатора определяет диапазон температур при ее циклическом воздействии. При диапазоне --60...+85 °С, что соответствует районам умеренного и холодного климата, выбирают трансформатор исполнения УХЛ, при диапазоне —60...+140 °С — исполнения В.

5.3.4. Унифицированные анодно-накальные трансформаторы ТАН

Анодно-накальные трансформаторы ТАН на 50 Гц имеют следующие типы сердечников, конструкций и исполнение:

1. Броневой ленточный сердечник типа ШЛ, конструкция с наименьшей массой, исполнение УХЛ и В.

2. Стержневой ленточный сердечник ПЛ, конструкция с наименьшей массой, исполнение УХЛ.

3. Броневой ленточный сердечник типа ШЛМ, конструкция с уменьшенным расходом меди, исполнение УХЛ.

Тип и размеры сердечника, конструкция и климатическое исполнение определяют электрические параметры, габаритные и установочные размеры, а также массу трансформаторов ТАН.

Электрические параметры трансформаторов ТАН приведены в табл. 5.21...5.23.

Габаритные и установочные размеры, а также масса трансформаторов ТАН определяются по табл. 5.2...5.4 и 5.9.

Конструкция трансформаторов ТАН показана на рис. 5.4...5.8.

ТАН на 50 Гц имеет четыре вида принципиальных электрических схем.

1. Электрическая принципиальная схема ТАН на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ и ШЛМ (рис. 5.20) с расположением всех обмоток на среднем стержне сердечника.

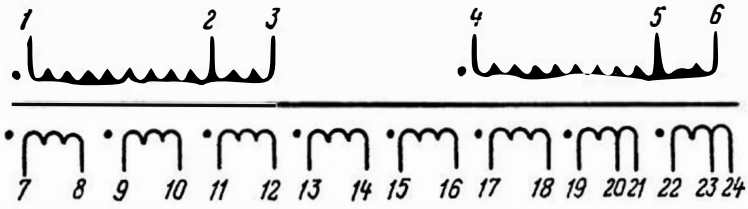


Рис. 5.20. Электрическая принципиальная схема трансформаторов ТАН на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ и ШЛМ

2. Электрическая принципиальная схема ТАН на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛ (рис. 5.21) с расположением обмоток на боковых стержнях. На одном боковом стержне располагаются обмотки 1—2—3, 7—8, 9—10, 11—12, 13—14—15, на другом — 4—5—6, 16—17, 18—19, 20—21, 22—23—24.

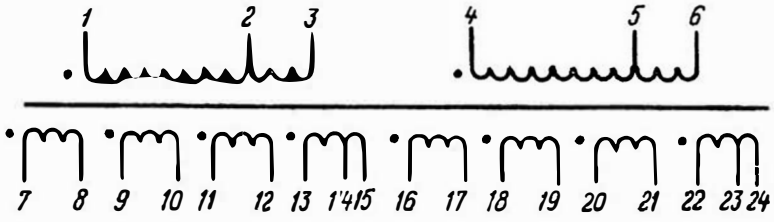


Рис. 5.21. Электрическая принципиальная схема трансформаторов ТАН на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛ

3. Электрическая принципиальная схема ТАН на 50 Гц, 220 В на броневых сердечниках ШЛ и ШЛМ (рис. 5.22) с расположением всех обмоток на среднем стержне сердечника.

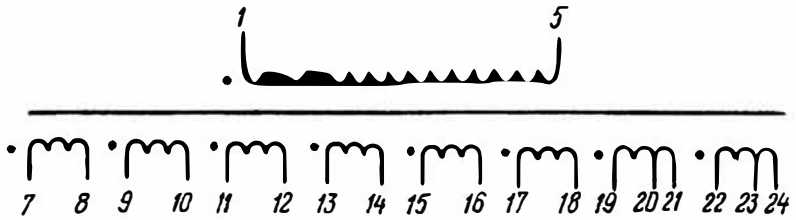


Рис. 5.22. Электрическая принципиальная схема трансформаторов ТАН на 50 Гц, 220 В на броневых сердечниках ШЛ и ШЛМ

4. Электрическая принципиальная схема ТАН на 50 Гц, 220 В на стержневых сердечниках ПЛ (рис. 5.23) с расположением обмоток на боковых стержнях. На одном боковом стержне располагаются обмотки 1—2, 7—8, 9—10, 11—12, 13—14, на другом — 4—5, 15—16, 17—18, 19—20—21, 22—23—24.

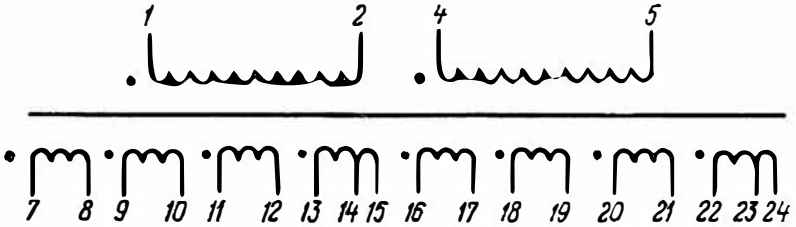


Рис. 5.23. Электрическая принципиальная схема трансформаторов ТАН на 50 Гц, 220 В на стержневых сердечниках ПЛ

Трансформаторы ТАН на 220 В выпускаются начиная с 1979 г., они имеют одну первичную обмотку и такую же нумерацию выводов, как у трансформаторов на 127/220 В.

Электрические параметры, габаритные и установочные размеры, а также масса трансформаторов ТАН на 220 В такие же, как у соответствующих трансформаторов ТАН на 127/220 В.

Напряжение на отводах первичных обмоток трансформаторов ТАН на 127/220 В:

между выводами *1* и *2*, *4* и *5* — 110 В;

между выводами *2* и *3*, *5* и *6* — 7 В.

Некоторые вторичные обмотки трансформаторов ТАН используются как накальные с напряжением накала 5 и 6,3 В, остальные — анодные.

Ряд напряжений на анодных вторичных обмотках составляет: 12,6; 13; 16; 20; 24; 25; 28; 35; 40; 56; 80; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280; 315; 355 В.

Для всех типономиналов ТАН напряжение на вторичных обмотках, а также максимально допустимый ток через обмотки указываются в табл. 5.21...5.23.

При использовании трансформаторов ТАН-127/220 В с броневыми сердечниками ШЛ и ШЛМ на 127 В необходимо:

соединить выводы *1* и *4*, *3* и *6*, при этом первичные обмотки *1—3* и *4—6* соединяются параллельно;

подать напряжение 127 В на выводы *1* и *3* или *4* и *6*.

При использовании трансформаторов ТАН-127/220 В с броневыми сердечниками ШЛ и ШЛМ на 220 В необходимо:

соединить выводы *2* и *4*;

подать напряжение 220 В на выводы *1* и *5*.

При использовании трансформаторов ТАН-127/220 В со стержневыми сердечниками ПЛ на 127 В необходимо:

соединить выводы *1* и *6*, *3* и *4*, при этом магнитные потоки первичных обмоток обоих стержней суммируются;

подать напряжение 127 В на выводы *1* и *3* или *4* и *6*.

При использовании трансформаторов ТАН-127/220 В со стержневыми сердечниками ПЛ на 220 В необходимо:

соединить выводы *2* и *5*;

подать напряжение 220 В на выводы *1* и *4*.

В трансформаторах ТАН-220 В с броневыми сердечниками ШЛ и ШЛМ напряжение 220 В подается на выводы *1* и *5*. При использовании трансформаторов ТАН 220 В со стержневыми сердечниками ПЛ необходимо:

соединить выводы *2* и *5*;

подать напряжение 220 В на выводы *1* и *4*.

В трансформаторах ТАН, так же, как в трансформаторах ТА, возможно последовательное и параллельное согласное соединение вторичных обмоток. Накальные обмотки можно соединять параллельно для увеличения тока накала.

Анодные обмотки можно соединять последовательно для получения необходимого выходного напряжения, а также параллельно для увеличения нагрузочной способности обмоток. При последовательном соединении обмоток с разными допустимыми токами нагрузочный ток не должен превышать минимального допустимого. Параллельное соединение может осуществляться тех анодных обмоток, напряжение на зажимах которых одинаковое.

Число типономиналов ТАН с броневым ленточным сердечником ШЛ—68 (ТАН1...ТАН68), значения мощности: 36, 50, 60, 78 и 100 В·А.

Число типономиналов ТАН со стержневым ленточным сердечником ПЛ—49 (ТАН69...ТАН82, ТАН104...ТАН138), значения мощности: 122, 153, 170, 280 и 440 В·А.

Число типономиналов ТАН с броневым ленточным сердечником ШЛМ с уменьшенным расходом меди — 40 (ТАН1...

ТАН26, ТАН41...ТАН54), значения мощности: 33, 54 и 78 В · А.

Напряжение на соответствующих вторичных обмотках трансформаторов ТАН одного и того номера типономинала с разными модификациями типа броневого сердечника ШЛ или ШЛМ одинаковое. Но так как токи вторичных обмоток и мощность подобных трансформаторов различны, то безусловная взаимозаменяемость их недопустима. Заменять трансформатор ТАН с сердечником ШЛ на трансформатор с более современным сердечником ШЛМ можно лишь при условии, что токи вторичных обмоток не будут превышать токов, определяемых нагрузками. Кроме того, надо учитывать то обстоятельство, что установочные размеры трансформаторов ТАН с сердечником ШЛМ отличаются от установочных размеров трансформаторов ТАН с сердечником ШЛ.

Климатическое исполнение определяет массу, а также габаритные и установочные размеры трансформатора.

Электрические параметры трансформаторов определяются мощностью, типом и размерами сердечника. На мощность до 100 В·А используются броневые сердечники типа ШЛ и ШЛМ, на мощность выше 100 В·А — стержневые типа ПЛ.

При одинаковой мощности трансформаторы ТАН с уменьшенным расходом меди на современных сердечниках ШЛМ имеют меньшие габариты, массу и стоимость.

В трансформаторах для всеклиматического исполнения (В) габаритные размеры несколько больше, чем в трансформаторах для умеренного и холодного климата (УХЛ). Электрические параметры трансформаторов с индексами «В» и «УХЛ» одинаковые.

Условия эксплуатации трансформаторов ТАН указаны в параграфе 5.2.

Выбор трансформаторов ТАН производят с учетом методик, изложенных для выбора анодных ТА и накальных ТН трансформаторов.

Таблица 5.21. **Электрические параметры анодно-накальных трансформаторов ТАН на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ; конструкция — с наименьшей массой**

Номер типономинала	Мощность, В·А Тип и размеры сердечника, мм	Ток первичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Допустимые токи вторичных обмоток, А			
			7—8, 9—10	*11—12, 13—14*	*15—16, 17—18*	*19—20 (21) 22—23 (24)*	*7—8, 9—10*	*11—12, 13—14*	*15—16, 17—18*	*19—21, 22—24*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТАН1			28	28	6,3		0,240	0,190	0,240	
ТАН2			56	40	16		0,095	0,140	0,140	
ТАН3			56	56	12,6		0,104	0,104	0,104	
ТАН4			80	80	20		0,075	0,070	0,075	
ТАН5			80	56	24		0,070	0,095	0,095	
ТАН6	36	0,37/0,215	125	112	13	5 (6,3)	0,055	0,048	0,055	0,80
ТАН7	ШЛ20×20		180	112	20		0,036	0,050	0,050	
ТАН8			160	140	20		0,040	0,040	0,040	
ТАН9			315	125	25		0,025	0,035	0,035	
ТАН10			200	180	20		0,032	0,032	0,032	
ТАН11			250	224	26		0,026	0,026	0,026	
ТАН12			224	125	25		0,032	0,040	0,040	
ТАН13	50		28	28	6,3		0,340	0,250	0,340	
ТАН14	ШЛ20×25	0,5/0,29	56	40	16	5 (6,3)	0,140	0,185	0,185	1,05
ТАН15			56	56	12,6		0,150	0,140	0,150	
ТАН16			80	56	24		0,09	0,150	0,150	
ТАН17			80	80	20		0,120	0,080	0,120	
ТАН18			125	112	13		0,080	0,063	0,080	
ТАН19			180	112	20		0,056	0,060	0,060	

Продолжение табл. 5.21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТАН20	50	0,5/0,29	160	140	20		0,053	0,060	0,060	
ТАН21	ШЛ20×25		200	180	20	5 (6,3)	0,047	0,045	0,047	1,05
ТАН22			224	125	25		0,043	0,057	0,057	
ТАН23			315	125	25		0,035	0,050	0,050	
ТАН24			250	224	26		0,035	0,038	0,038	
ТАН25			315	280	35		0,028	0,030	0,030	
ТАН26			355	200	25		0,030	0,034	0,034	
ТАН27			28	28	6,3		0,350	0,290	0,350	
ТАН28			56	40	16		0,160	0,200	0,200	
ТАН29			56	56	12,6		0,175	0,145	0,175	
ТАН30	60	0,6/0,35	80	56	24		0,100	0,150	0,150	
ТАН31	ШЛ20×32		80	80	20	5 (6,3)	0,100	0,100	0,120	1,60
ТАН32			125	112	13		0,087	0,073	0,087	
ТАН33			180	112	20		0,063	0,065	0,065	
ТАН34			160	140	20		0,065	0,060	0,065	
ТАН35			224	125	25		0,045	0,065	0,065	
ТАН36			200	180	20		0,050	0,050	0,050	
ТАН37			250	224	26		0,040	0,040	0,040	
ТАН38			315	125	25		0,043	0,040	0,043	
ТАН39			315	280	35		0,032	0,032	0,032	
ТАН40			355	200	25		0,029	0,043	0,043	
ТАН41	78	0,77/0,48	28	28	6,3		0,475	0,375	0,475	
ТАН42	ШЛ20×40		56	40	16		0,210	0,270	0,270	
ТАН43			56	56	12,6		0,230	0,200	0,230	

Продолжение табл. 5.21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТАН44			80	56	24		0,140	0,200	0,200	
ТАН45			80	80	20	5 (6,3)	0,160	0,140	0,160	
ТАН46			125	112	13		0,118	0,096	0,118	
ТАН47			180	20	20		0,088	0,083	0,088	
ТАН48			160	140	20		0,084	0,084	0,084	
ТАН49			224	125	25		0,062	0,085	0,085	
ТАН50	78 ШЛ20×40	0,77/0,48	200	180	20	5 (6,3)	0,065	0,070	0,070	1,90
ТАН51			250	224	26		0,054	0,054	0,054	
ТАН52			315	125	25		0,043	0,090	0,090	
ТАН53			315	280	35		0,043	0,043	0,043	
ТАН54			355	200	25		0,035	0,064	0,064	
ТАН55	100 ШЛ25×25	0,95/0,55	28	28	6,3	5 (6,3)	0,605	0,485	0,605	2,45
ТАН56			56	40	16		0,290	0,330	0,330	
ТАН57			56	56	12,6		0,300	0,250	0,300	
ТАН58			80	56	24		0,195	0,240	0,240	
ТАН59			80	80	20		0,200	0,180	0,200	
ТАН60			125	112	13		0,150	0,125	0,150	
ТАН61			180	112	20		0,100	0,125	0,125	
ТАН62			160	140	20		0,110	0,105	0,105	
ТАН63			224	125	25		0,080	0,110	0,110	
ТАН64			200	180	20		0,083	0,090	0,090	
ТАН65			250	224	25		0,065	0,073	0,073	
ТАН66			315	125	25		0,055	0,115	0,115	
ТАН67			315	280	35		0,045	0,065	0,065	
ТАН68			355	200	25		0,053	0,070	0,070	

Таблица 5.22. **Электрические параметры анодно-накальных трансформаторов ТАН на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛ, конструкция — с наименьшей массой**

Номер типономинала	Мощность, В·А. Тип и размеры сердечника, мм	Ток первичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Допустимые токи вторичных обмоток, А			
			7—8, 16—17	*9—10, 18—19*	*11—12, 20—21*	*13—14(15), 22—23(24)*	*7—8, 16—17*	*9—10, 18—19*	*11—12, 20—21*	*13—15, 22—24*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТАН69	122 ПЛ16×32×80	1,14/0,66	28	28	6,3	5 (6,3)	0,680	0,110	0,710	2,80
ТАН70			56	40	16		0,300	0,470	0,470	
ТАН71			56	56	12,6		0,295	0,390	0,390	
ТАН72			80	56	24		0,210	0,330	0,330	
ТАН73			80	80	20		0,240	0,240	0,240	
ТАН74			125	112	13		0,180	0,165	0,180	
ТАН75			180	112	20		0,130	0,150	0,150	
ТАН76			160	140	20		0,130	0,140	0,140	
ТАН77			224	125	25		0,100	0,130	0,130	
ТАН78			200	180	20		0,110	0,110	0,110	
ТАН79			250	224	26		0,085	0,088	0,088	
ТАН80			315	125	25		0,070	0,140	0,140	
ТАН81			315	280	35		0,065	0,072	0,072	
ТАН82			355	200	25		0.065	0,090	0,090	
ТАН104	153 ПЛ20×40×50	1,4/0,82	28	28	6,3		0,890	0,900	0,900	3,30
ТАН105			56	40	16		0,470	0,525	0,525	
ТАН106			56	56	12,6		0,400	0,490	0,490	
ТАН107			80	56	24		0,290	0,410	0,410	
ТАН108			80	80	20		0,260	0,350	0,350	
ТАН109			125	112	13		0,230	0,215	0,230	
ТАН110			180	112	20		0,170	0,190	0,190	

Продолжение табл. 5.22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТАН111			160	140	20		0,170	0,180	0,180	
ТАН112			224	125	25		0,120	0,190	0,190	
ТАН113			200	180	20		0,140	0,140	0,140	
ТАН114			250	224	26		0,110	0,115	0,115	
ТАН115			315	125	25		0,087	0,190	0,190	
ТАН116			315	280	35		0,085	0,092	0,092	
ТАН117			355	200	25		0,080	0,125	0,125	
ТАН118			125	112	13		0,260	0,280	0,280	
ТАН119			180	112	20		0,210	0,220	0,220	
ТАН120	190	1,74/1,0	160	140	20		0,205	0,218	0,218	4,35
ТАН121	ПЛ20×40×60		224	125	25		0,175	0,190	0,190	
ТАН122			200	180	20		0,163	0,175	0,175	
ТАН123			250	224	26		0,130	0,140	0,140	
ТАН124			315	125	25	5 (6,3)	0,140	0,155	0,155	
ТАН125			125	112	13		0,420	0,420	0,420	
ТАН126			180	112	20		0,335	0,370	0,370	
ТАН127			160	140	20		0,335	0,325	0,335	
ТАН128	280		224	125	25		0,310	0,240	0,310	
ТАН129	ПЛ20×40×100	2,5/1,45	200	180	20	5 (6,3)	0,270	0,255	0,270	5,00
ТАН130			315	280	35		0,165	0,180	0,180	
ТАН131			250	224	25		0,210	0,215	0,215	
ТАН132			315	125	25		0,215	0,255	0,255	
ТАН133			355	200	25		0,160	0,220	0,220	
ТАН134			200	180	20		0,400	0,400	0,400	
ТАН135			250	224	26		0,320	0,320	0,320	
ТАН136	440		280	315	35	5 (6,3)	0,240	0,265	0,265	10,0

Продолжение табл. 5 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТАН137	ПЛ25×50×80	3,9/2,3	315	125	25		0,400	0,200	0,400	
ТАН138			355	200	25		0,285	0,250	0,285	

Таблица 5.23. **Электрические параметры анодно-накальных трансформаторов ТАН на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛМ, конструкция — с уменьшенным расходом меди**

Номер типономинала	Мощность, В·А Тип и размеры сердечника, мм	Ток первичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Допустимые токи вторичных обмоток, А			
			7—8, 16—17	*9—10, 18—19*	*11—12, 20—21*	*13—14 (15), 22—23 (24)*	*7—8, 16—17*	*9—10, 18—19*	*11—12, 20—21*	*13—15, 22—24*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТАН1	33 ШЛМ20×32	0,39/0,23	28	28	6,3	5 (6,3)	0,197	0,140	0,197	0,89
ТАН2			56	40	16		0,090	0,110	0,110	
ТАН3			56	56	12,6		0,085	0,085	0,085	
ТАН4			80	80	20		0,060	0,060	0,060	
ТАН5			80	56	24		0,080	0,050	0,050	
ТАН6			125	112	13		0,035	0,050	0,050	
ТАН7			180	112	20		0,020	0,050	0,050	
ТАН8			160	140	20		0,033	0,033	0,033	
ТАН9			315	125	25		0,022	0,022	0,022	
ТАН10			200	180	20		0,026	0,026	0,026	
ТАН11			250	224	26		0,021	0,021	0,021	
ТАН12			224	125	25		0,028	0,028	0,028	
ТАН13			28	28	6,3		0,300	0,024	0,300	
ТАН14			56	40	16		0,160	0,160	0,160	

Продолжение табл. 5.23

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТАН15			56	56	12,6		0,140	0,140	0,140	
ТАН16			80	56	24		0,095	0,140	0,140	
ТАН17			80	80	20		0,110	0,075	0,110	
ТАН18			125	112	13		0,084	0,050	0,084	
ТАН19			180	112	20		0,084	0,050	0,084	
ТАН20	54		160	140	20		0,053	0,53	0,053	
ТАН21	ШЛМ25×25	0,56/0,32	200	180	20	5 (6,3)	0,043	0,043	0,043	1,59
ТАН22			224	125	25		0,036	0,060	0,060	
ТАН23			315	125	25		0,036	0,036	0,036	
ТАН24			250	224	26		0,034	0,034	0,034	
ТАН25			315	280	35		0,027	0,027	0,027	
ТАН26			355	200	20		0,029	0,029	0,029	
ТАН41			28	28	6,3		0,540	0,420	0,540	
ТАН42			56	40	16		0,276	0,276	0,276	
ТАН43			56	56	12,6		0,300	0,170	0,300	
ТАН44			80	56	24		0,195	0,195	0,195	
ТАН45			80	80	20		0,197	0,128	0,197	
ТАН46			125	112	13		0,120	0,120	0,120	
ТАН47			180	112	20		0,097	0,097	0,097	
ТАН48	78		160	140	20		0,094	0,094	0,094	
ТАН49	ШЛМ25×40	0,81/0,47	224	125	25	5 (6,3)	0,081	0,081	0,081	1,43
ТАН50			200	180	20		0,075	0,075	0,075	
ТАН51			250	224	26		0,060	0,060	0,060	
ТАН52			315	125	25		0,050	0,090	0,090	
ТАН53			315	280	35		0,048	0,048	0,048	
ТАН54			355	200	25		0,044	0,060	0,060	

5.3.5. Унифицированные трансформаторы ТПП для питания устройств на полупроводниковых приборах

Трансформаторы ТПП на 50 Гц имеют следующие типы сердечников, конструкций и исполнение:

1. Броневой ленточный сердечник типа ШЛ, конструкция с наименьшей массой, исполнение: для умеренного и холодного климата (УХЛ) и всеклиматическое (В).

2. Броневой ленточный сердечник типа ШЛМ, с уменьшенным расходом меди, исполнение УХЛ.

3. Стержневой ленточный сердечник типа ПЛМ, с уменьшенным расходом меди, с обмотками из круглого провода и медной ленты, исполнение В.

Тип и размеры сердечника, конструкция и климатическое исполнение определяют электрические параметры, габаритные и установочные размеры, а также массу трансформатора ТПП.

Электрические параметры трансформаторов ТПП приведены в табл. 5.24...5.25.

Таблица 5.24 **Электрические параметры трансформаторов ТПП на 50 Гц, 127/220 В на броневых сердечниках ШЛ, конструкция — с наименьшей массой на броневых сердечниках ШЛМ, конструкция — с уменьшенным расходом меди**

Номер типоминала	Мощность, В·А Тип и размеры сердечника, мм	Ток первичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В			Допустимый ток вторичных обмоток, А
			11—12, 13—14	*15—16, 17—18*	*19—20, 21—22*	
1	2	3	4	5	6	7
ТПП201	1,65 ШЛ12×16	0,030/0,017	1,25	1,25	0,35	0,290
ТПП202			1,24	2,48	0,65	0,188
ТПП203			2,53	2,51	0,65	0,146
ТПП204			2,5	5,0	1,3	0,094
ТПП205			2,5	10,0	0,65	0,063
ТПП206			5,0	5,0	1,32	0,073
ТПП207			5,0	20,0	1,30	0,031
ТПП208			10,0	10,0	2,6	0,037
ТПП209			10,0	20,0	5,0	0,024
ТПП210	3,25 ШЛ12×20	0,045/0,025	1,26	1,25	0,35	0,570
ТПП211			1,25	2,48	0,35	0,395
ТПП212			1,26	2,48	0,65	0,370
ТПП213			2,52	2,50	0,65	0,288
ТПП214			4,0	6,3	0,74	0,147
ТПП215			5,0	10,0	1,3	0,100
ТПП216			10,0	10,0	2,6	0,072
ТПП217			10,0	20,0	2,64	0,050
ТПП218			10,0	20,0	5,0	0,047
ТПП219			1,26	1,25	0,35	0,965
ТПП220			2,53	2,51	0,66	0,485

Продолжение табл. 5.24

1	2	3	4	5	6	7
ТПП221	5,50 ШЛ12×25	0,071/0,041	2,48	5,0	1,32	0,310
ТПП222			2,48	10,0	0,66	0,210
ТПП223			5,0	5,0	1,25	0,244
ТПП224			5,0	10,0	2,62	0,156
ТПП225			10,0	20,0	2,57	0,084
ТПП226			20,0	20,0	3,98	0,063
ТПП227	9,00 ШЛМ20×16	0,110/0,061	1,25	1,24	0,35	1,570
ТПП228			1,25	2,50	0,67	1,020
ТПП229			2,54	2,52	0,67	0,795
ТПП230			2,49	5,0	0,67	0,550
ТПП231			2,50	10,0	2,60	0,293
ТПП232			5,04	10,0	2,63	0,255
ТПП233			5,0	20,0	1,30	0,170
ТПП234			10,0	10,0	2,55	0,200
ТПП235	9,00 ШЛ12×25		10,0	20,0	2,57	0,138
ТПП236			10,0	20,0	5,0	0,128
ТПП237	14,5 ШЛМ20×20	0,175/0,110	4,97	10,0	1,3	0,445
ТПП238	9,00 ШЛМ20×16	0,110/0,061	20,0	20,0	4,0	0,102
ТПП239	14,5 ШЛМ20×20	0,175/0,100	1,24	1,23	0,34	2,550
ТПП240			1,24	2,50	0,34	1,770
ТПП241			2,5	2,5	0,62	1,280
ТПП242			2,47	5,0	1,29	0,825
ТПП243			2,47	10,0	0,68	0,552
ТПП244			3,95	6,27	0,73	0,655
ТПП245			5,05	10,0	2,61	0,415
ТПП246			4,97	20,0	5,04	0,242
ТПП247			10,0	20,0	2,58	0,223
ТПП248			20,0	20,0	4,0	0,165
ТПП249	22,0 ШЛМ20×25	0,250/0,145	1,25	2,52	0,35	2,560
ТПП250			2,50	5,0	0,63	1,350
ТПП251			2,50	10,0	2,58	0,730
ТПП252			5,05	5,03	1,32	0,970
ТПП253			5 05	10,0	2,58	0,610
ТПП254	31,0 ШЛМ25×32	0,340/0,190	2,5	5,0	1,34	1,760
ТПП255			2,5	10,0	0,72	1,180
ТПП256			4,0	6,3	0,72	1,400
ТПП257			5,0	5,0	1,35	1,370
ТПП258			5,0	10,0	2,6	0,880
ТПП259			5,0	20,0	1,34	0,590
ТПП260			10,0	10,0	2,5	0,690
ТПП261			10,0	20,0	2,6	0,475
ТПП262			20,0	20,0	4,1	0,352
ТПП263	57,0 ШЛМ25×25	0,615/0,360	1,27	1,26	0,36	10,0
ТПП264			2,47	2,45	0,70	5,05
ТПП265			2,45	5,0	0,69	3,50
ТПП266			2,48	10,0	2,57	1,89
ТПП267			5,0	4,97	1,31	2,52
ТПП268			4,95	10,0	2,56	1,62
ТПП269			4,98	20,0	1,34	1,080

Продолжение табл. 5.24

1	2	3	4	5	6	7
ТПП270	72,0 ШЛМ25×32	0,720/0,420	10,0	10,0	2,59	1,260
ТПП271			10,0	20,0	4,96	0,815
ТПП272			2,48	5,0	1,35	4,100
ТПП273			1,25	1,25	0,42	12,00
ТПП274			1,25	2,5	0,46	8,80
ТПП275			2,51	2,51	0,68	5,35
ТПП276			2,50	10,0	0,71	2,73
ТПП277			5,0	5,0	1,36	3,20
ТПП278			5,0	10,0	1,35	2,20
ТПП279			5,0	20,0	5,0	1,20
ТПП280			10,0	9,93	2,64	1,60
ТПП281			10,0	20,0	2,62	1,10
ТПП282			20,0	20,0	4,0	0,815
ТПП283	90,0 ШЛМ25×40	0,900/0,530	1,25	2,48	0,62	10,20
ТПП284			2,46	5,0	0,61	5,50
ТПП285			2,50	9,95	2,61	2,98
ТПП286			3,92	6,35	0,75	4,10
ТПП287			5,0	10,0	2,63	2,55
ТПП288			5,0	20,0	1,33	1,70
ТПП289			10,0	20,0	5,0	1,29

Таблица 5.25. **Электрические параметры трансформаторов ТПП на 50 Гц, 127/220 В на стержневых сердечниках ПЛМ, конструкция — с уменьшенным расходом меди**

Номер типоминала	Мощность, В·А Тип и размер сердечника, мм	Ток первичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В			Допустимый ток вторичных обмоток, А
			11—12, 17—18	*13—14, 19—20*	*15—16, 21—22*	
1	2	3	4	5	6	7
ТПП290	110,0 ПЛМ22×32×58	1,08/0,620	1,25	2,50	0,62	12,5
ТПП291			2,50	5,0	1,42	6,25
ТПП292			2,50	10,0	0,62	4,08
ТПП293			4,06	6,32	0,62	4,95
ТПП294			5,0	5,0	1,46	4,85
ТПП295			5,0	20,0	5,0	1,84
ТПП296			10,0	10,0	2,65	2,44
ТПП297			9,93	20,0	5,05	1,53
ТПП298	135 ПЛМ27×40×36	1,40/0,790	1,25	1,25	0,31	24,0
ТПП299			1,25	2,49	0,31	16,7
ТПП300			2,50	2,49	0,63	12,0
ТПП301			2,48	4,98	0,62	8,3
ТПП302			2,46	9,90	2,45	4,5
ТПП303			4,95	4,93	1,56	6,0
ТПП304			4,92	10,0	2,45	3,86
ТПП305			19,8	19,8	4,0	1,53
ТПП306			4,95	20,0	1,55	2,56
ТПП307			10,0	10,0	2,49	3,0

Продолжение табл. 5.25

1	2	3	4	5	6	7
ТПП308			10,0	20,0	2,48	2,07
ТПП309			1,28	2,56	0,64	18,2
ТПП310			2,53	5,05	1,28	9,15
ТПП311	160,0 ПЛМ27×40×36	1,53/0,830	2,5	10,0	2,5	5,35
ТПП312			10,1	20,2	5,05	2,29
ТПП313			4,1	6,3	0,63	7,25
ТПП314			5,0	10,0	1,28	4,92
ТПП315			5,05	5,05	5,05	2,67
ТПП316			1,25	2,5	0,31	25,6
ТПП317			2,5	2,49	0,62	18,6
ТПП318			2,48	5,0	0,62	12,9
ТПП319	200,0 ПЛМ27×40×58	2,03/1,15	2,5	10,0	0,63	8,0
ТПП320			5,0	5,0	1,25	9,3
ТПП321			5,0	20,0	1,26	4,0
ТПП322			10,0	20,0	2,48	3,2
ТПП323			20,0	20,0	4,07	2,4

Габаритные и установочные размеры, а также масса приведены в табл. 5.2...5.4 и 5.10.

Конструкция трансформаторов ТПП показана на рис. 5.5...5.7 и 5.11.

Трансформаторы ТПП имеют следующую нумерацию типономиналов: 2 (с модификациями 1, 2, 3, 4 и 5), 48, 67, 88, 201...323. Трансформаторы ТПП2 имеют пять видов электрических схем с различным числом вторичных обмоток (до двенадцати). У трансформаторов ТПП48, ТПП67, ТПП88, ТПП201...ТПП323 шесть вторичных обмоток. В справочнике приводятся данные и электрические схемы трансформаторов ТПП201...ТПП323. Трансформаторы ТПП2, ТПП48, ТПП67 и ТПП88 могут быть заменены другими типономиналами.

ТПП на 50 Гц с шестью вторичными обмотками имеют следующие электрические принципиальные схемы.

1. Электрическая принципиальная схема ТПП на броневых и стержневых ленточных сердечниках ШЛ, ШЛМ и ПЛМ на 50 Гц, 127/220 В (рис. 5.24). В трансформаторах на броневых ленточных сердечниках все обмотки располагаются на среднем стержне, в трансформаторах на стержневых сердечниках первичная обмотка *1—5* и три вторичные *11—12, 13—14, 15—16* располагаются на одном боковом стержне, первичная обмотка *6—10* и три вторичные *17—18, 19—20, 21—22* — на другом.

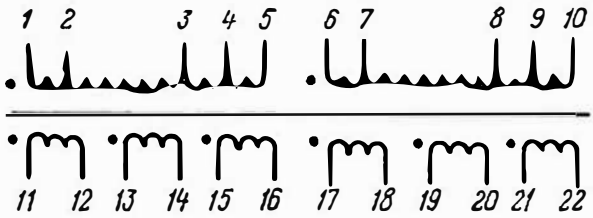


Рис. 5.24. Электрическая принципиальная схема трансформаторов ТПП на 50 Гц, 127/220 В на броневых и стержневых сердечниках ШЛ, ШЛМ и ПЛМ

2. Электрическая принципиальная схема ТПП на броневых ленточных сердечниках ШЛ и ШЛМ на 50 Гц, 220 В (рис. 5.25). Все обмотки трансформатора располагаются на среднем стержне.

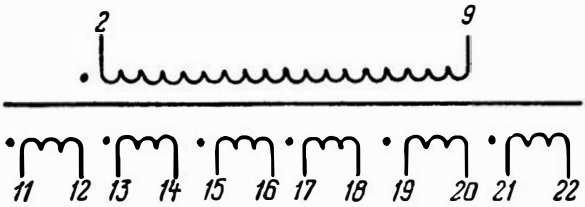


Рис. 5.25. Электрическая принципиальная схема трансформаторов ТПП на 50 Гц, 220 В на броневых сердечниках ШЛ и ШЛМ

3. Электрическая принципиальная схема ТПП на стержневых ленточных сердечниках ПЛМ на 50 Гц, 220 В (рис. 5.26). Первичная обмотка *2—3* и три вторичные обмотки *11—12, 13—14, 15—16* располагаются на одном боковом стержне, первичная обмотка *7—9* и три другие вторичные обмотки *17—18, 19—20, 21—22* — на другом.

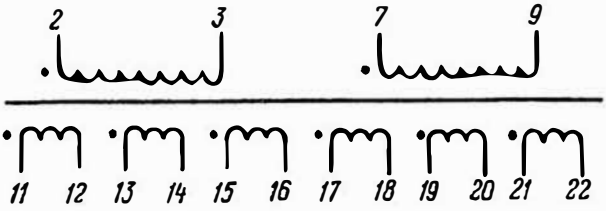


Рис. 5.26. Электрическая принципиальная схема трансформаторов ТПП на 50 Гц, 220 В на стержневых сердечниках ПЛМ

Трансформаторы ТПП на 220 В выпускаются начиная с 1979 г., они имеют одну первичную обмотку и такую же нумерацию выводов, как у трансформаторов на 127/220 В.

Электрические параметры, габаритные и установочные размеры, а также масса трансформаторов ТПП на 220 В такие же, как у соответствующих трансформаторов ТПП на 127/220 В.

Напряжения на отводах первичных обмоток трансформаторов ТПП на 127/220 В составляют:

между выводами *1* и *2*, *6* и *7* — 7 В;
между выводами *2* и *3*, *7* и *8* — 100 В;
между выводами *3* и *4*, *8* и *9* — 20 В;
между выводами *4* и *5*, *9* и *10* — 11 В.

При использовании трансформаторов ТПП-127/220 В на 127 В необходимо:

соединить выводы *1* и *6*, *4* и *9*, при этом первичные обмотки *1—4*, *6—9* соединяются последовательно;

подать напряжение 127 В на выводы *1* и *4* (*6* и *9*).

При использовании трансформаторов ТПП-127/220 В со стержневыми сердечниками ПЛМ на 127 В необходимо:

соединить выводы *1* и *9*, *4* и *6*, при этом магнитные потоки обоих стержней суммируются;

подать напряжение 127 В на выводы *1* и *4* (*6* и *9*).

При использовании трансформаторов ТПП-127/220 В с броневыми сердечниками ШЛ и ШЛМ на 220 В необходимо:

соединить выводы *3* и *7*,

подать напряжение 220 В на выводы *2* и *9* или соединить выводы *4* и *7*,

подать напряжение 220 В на выводы *2* и *8*.

При использовании трансформаторов ТПП-127/220 В со стержневыми сердечниками ПЛМ на 220 В необходимо:

соединить выводы *3* и *9* или *4* и *8*;

подать напряжение 220 В на выводы *2* и *7*.

При использовании трансформаторов ТПП-220 В со стержневыми сердечниками ПЛМ необходимо:

соединить выводы *2* и *9*;

подать напряжение 220 В на выводы *3* и *7*.

Напряжения на вторичных обмотках трансформаторов ТПП составляют ряд дискретных значений в диапазонах 0,34...0,75 В; 1,25...5,0 В; а также 10 В и 20 В.

Допустимые токи всех вторичных обмоток у одного и того же типономинала трансформатора ТПП одинаковые.

Напряжения на вторичных обмотках трансформаторов ТПП, допустимые токи в них, а также другие параметры приведены в табл. 5.24 и 5.25. Ток первичной обмотки трансформаторов ТПП-127/220 В указывается для двух значений напряжения сети.

В трансформаторах ТПП вторичные обмотки можно соединять последовательно при согласном включении. При этом надо иметь в виду то обстоятельство, что согласное вклю-

чение обмоток, находящихся на разных стержнях стержневого трансформатора, должно состоять в соединении конца обмотки на одном стержне с концом обмотки на другом.

Параллельное согласное включение может осуществляться только тех вторичных обмоток, напряжения которых одинаковы. Так как допустимые токи всех вторичных обмоток одинаковые, то параллельное соединение двух, трех, четырех вторичных обмоток увеличивает допустимый ток параллельно соединенных обмоток соответственно в два, три, четыре раза.

Число типономиналов ТПП с броневыми ленточными сердечниками ШЛ — 28 (ТПП201...ТПП226, ТПП235, ТПП236) со значениями мощности: 1,65; 3,25; 5,5 и 9,0 В·А.

Число типономиналов ТПП с броневыми ленточными сердечниками ШЛМ—61 (ТПП227...ТПП234, ТПП237...ТПП289) со значениями мощности: 9,0; 14,5; 22; 31; 57; 72 и 90 В·А.

Число типономиналов ТПП со стержневыми ленточными сердечниками ПЛМ—34 (ТПП290...ТПП323) со значениями мощности: 110, 135, 160 и 200 В·А.

Климатическое исполнение УХЛ или В ТПП с броневыми сердечниками определяет только габаритные и установочные размеры, а также массу трансформатора. Электрические параметры определяются мощностью, размерами и типом сердечника. На мощность до 100 В·А применяются броневые сердечники, свыше 100 В·А — стержневые.

Условия эксплуатации трансформаторов ТПП указаны в параграфе 5.2.

Выбор трансформаторов ТПП производят по той же методике, что и выбор трансформаторов ТА.

5.3.6. Рекомендации по проверке, монтажу и эксплуатации унифицированных трансформаторов питания (УТП)

Перед установкой в аппаратуру УТП подвергаются проверке. Вначале она производится без подключения к сети. С помощью омметра проверяются все обмотки на «разрыв», а также на отсутствие межобмоточных замыканий.

При проверке обмоток на «разрыв» омметр должен показывать определенное сопротивление, при этом большее сопротивление покажут обмотки с меньшей величиной допустимого тока $I_{доп}$ и большим напряжением U. Сопротивления обмоток должны быть во много раз меньше величины $U/I_{доб}$. Обмотки с одинаковыми напряжениями и допустимыми токами должны показывать примерно равные сопротивления.

Подключение омметра к различным обмоткам должно показывать большое (теоретически бесконечное) сопротивление. При наличии мегометра проверяется сопротивление изоляции между обмотками, а также сопротивление изоляции между обмотками и корпусом. Измеренные сопротивления не должны быть меньше 20 МОм. В качестве корпуса используют неокрашенные или удаленные от краски металлические части трансформатора.

Перед проверкой трансформатора «под током» делают соответствующие соединения первичных обмоток, если он рассчитан на два питающих напряжения: 127 и 220 В. Трансформатор подключают к сети обязательно через предохранитель на величину тока, несколько большую чем ток первичной обмотки. Измеренные напряжения на вторичных обмотках не должны быть меньше табличных значений. При подключении нагрузки, рассчитанной на допустимый ток, уменьшение напряжений на вторичных обмотках не должно превышать 5 %.

Установка УТП производится на шасси или плату толщиной тем большей, чем больше масса трансформатора. Место расположения трансформатора должно: обеспечивать хорошую конвекцию воздуха для меньшего нагрева, быть вдали от мощных источников тепла (мощных электронных приборов и других нагретых элементов аппаратуры). При заключении трансформатора в корпус отвод тепла от нагретого трансформатора должен обеспечиваться отверстиями в этом корпусе.

Для крепления к шасси УТП имеют либо резьбовые втулки, либо отверстия. При наличии резьбовых втулок крепление к шасси производится винтами с внутренней стороны шасси. Трансформаторы с отверстиями крепятся к шасси болтами или со стороны шасси, или со стороны трансформатора. Диаметры отверстия или резьбовых втулок указаны в табл. 5.2...5.10.

Для надежного крепления трансформаторов нужно применять фиксирующие элементы, предохраняющие винты и гайки от самоотвинчивания. Винты и головки болтов должны покрываться лаком или краской.

Для подключения трансформатора к сети и нагрузкам нужно использовать гибкие многожильные изолированные провода, диаметр жилы которых должен быть рассчитан на прохождение допустимых токов через обмотки. Не рекомендуется к выводу трансформатора подключать несколько проводников.

Перед запайкой проводники должны быть закреплены за выводы. Делается это путем пропускания проводников через отверстия в выводах, а затем их скручивания. После припайки на вывод и часть проводника надевается изоляционная трубка (кембрик).

Сопротивление нагрузки, подключаемой к вторичным обмоткам, не должно превышать величины $U/I_{доп}$. Для защиты вторичных обмоток от случайных перегрузок целесообразно использовать предохранители в каждой обмотке на величину тока, не превышающую значение $I_{доп}$.

В процессе работы трансформаторов необходимо следить за тем, чтобы условия их эксплуатации строго выдерживались. Особенно это относится к температуре нагрева, которая не должна превышать для всех типов УТП $+55$ °С.

Срок службы трансформаторов УТП составляет 10 тыс. ч, в случае выхода из строя ремонту УТП не подлежат.

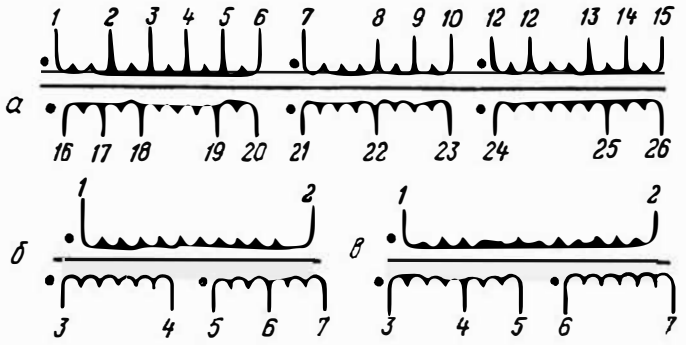
5.4. УНИФИЦИРОВАННЫЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ПИТАНИЯ

Унифицированные универсальные трансформаторы питания (УУТП) предназначены для питания радиоэлектронной аппаратуры широкого применения, аппаратуры средств связи, электронно-вычислительных машин и другой аппаратуры напряжением 127 или 220 В и частотой 50 Гц. Особенностью этих трансформаторов является широкий диапазон напряжений (от 0,85 до 220 В) и токов (от 0,035 до 2,12 А) при мощности от 1 до 210 В·А.

УУТП имеют несколько вторичных обмоток, рассчитанных на различные токи и напряжения, которые при последовательном и параллельном соединениях позволяют получать различные сочетания токов и напряжений для питания устройств различного функционального назначения.

УУТП изготавливаются в обычном климатическом исполнении с допустимой температурой окружающей среды в пределах 0...+65 °С. Циклическое воздействие температур возможно в пределах —50...+60 °С. Допустимые линейные нагрузки до 5 *g* и удары в пределах до 15 *g*. Срок службы трансформаторов не менее 500 ч.

В целом УУТП по многим эксплуатационным показателям уступают специализированным трансформаторам питания типа ТН, ТАН, ТА и ТПП. УУТП унифицированы по конструкции и имеют 19 типов магнитопроводов броневого типа ШЛМ. Электрические схемы УУТП представлены на рис. 5.27. Электрические параметры УУТП приведены в табл. 5.26, предельные значения температуры перегрева — в табл. 5.27. Габаритные и установочные размеры УУТП представлены в табл. 5.28, конструкция трансформаторов показана на рис. 5.28... 5.35.



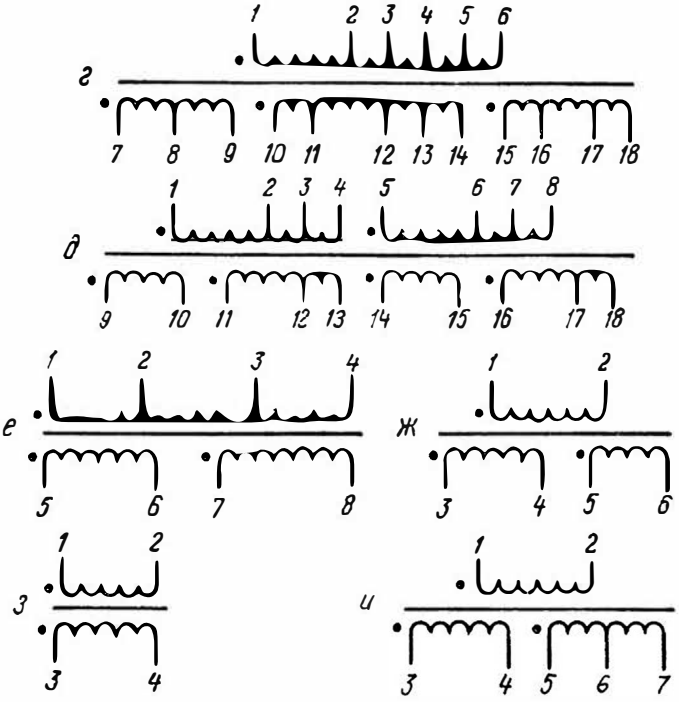


Рис. 5.27. Электрические принципиальные схемы трансформаторов типа Т:
а — Т1, *б* — Т2, Т18, Т19, *в* — Т6, *г* — Т3, *д* — Т4, *е* — Т5, *ж* — Т7, Т11, Т16, Т17; *з* — Т8, Т12, Т13, Т14, Т15, *и* — Т9, Т10

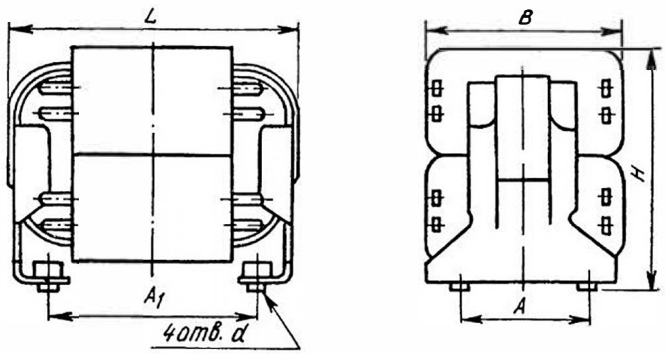
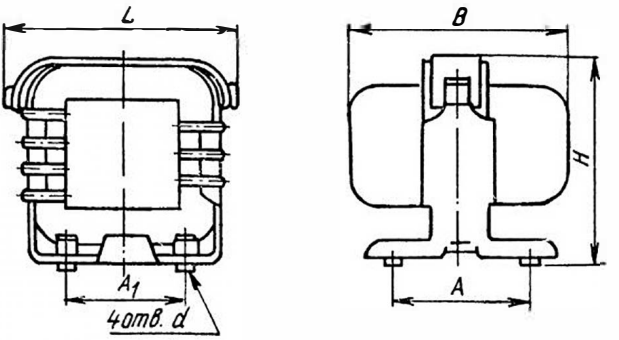


Рис. 5.28. Конструкция трансформаторов Т3 и Т4

Рис. 5.29. Конструкция трансформаторов Т5 и Т6



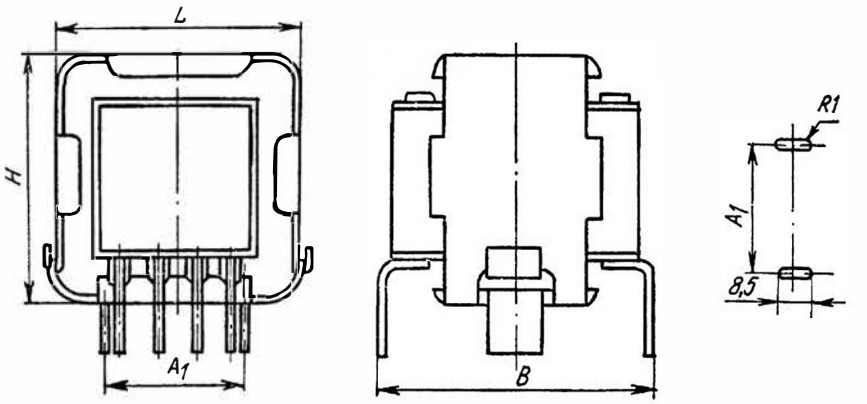
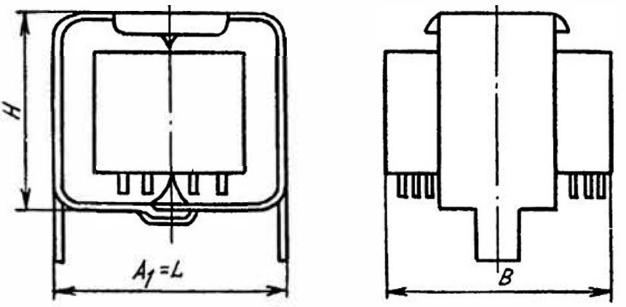


Рис. 5.30. Конструкция трансформаторов Т7, Т8, Т11, Т16, Т17, Т19



Разметка для крепления

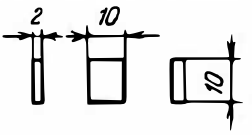


Рис. 5.31. Конструкция трансформатора Т9

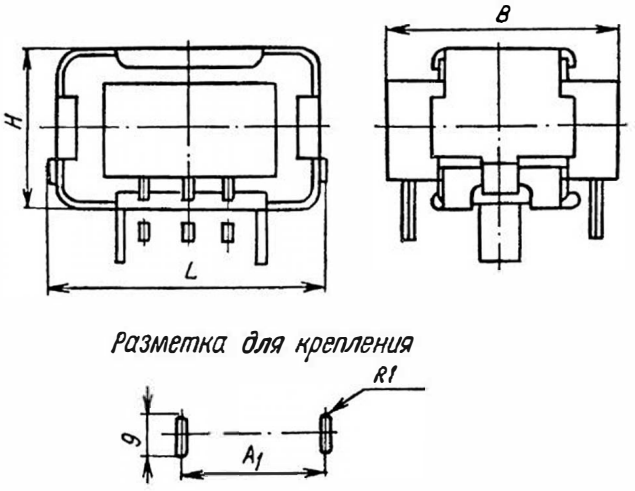


Рис. 5.32. Конструкция трансформатора Т10

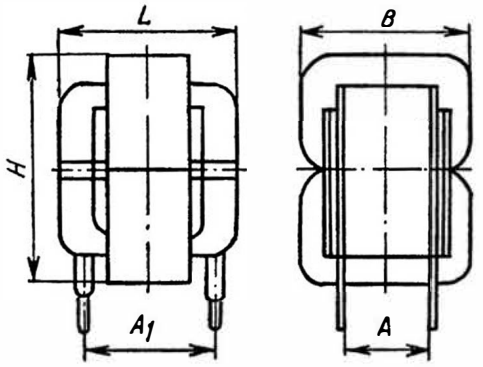


Рис. 5.33. Конструкция трансформатора Т12

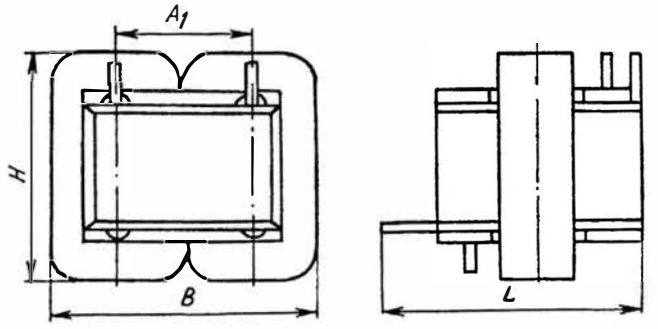


Рис. 5.34. Конструкция трансформаторов Т13, Т14, Т15

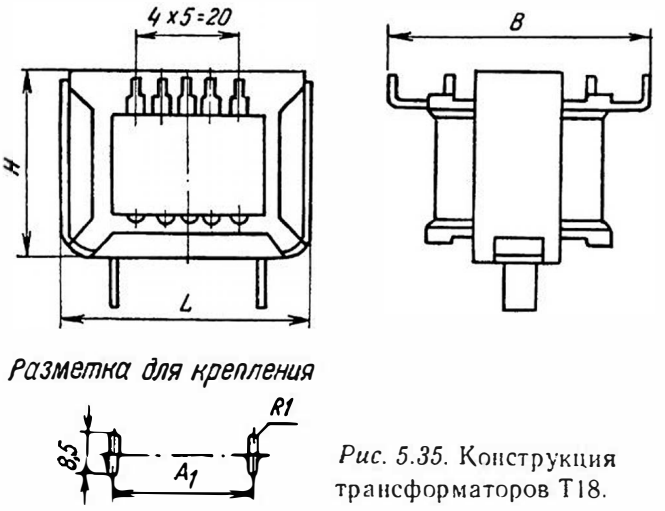


Рис. 5.35. Конструкция трансформаторов Т18.

Таблица 5.26. **Электрические параметры универсальных УТП**

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Первичная обмотка			Вторичная обмотка		
		Выводы обмоток	Напряжение, В	Ток, А	Выводы обмоток	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
1	2	3	4	5	6	7	8
Т1	ШЛМ25×25	1—2	200	0,125	7—8	160	0,025
		2—3	10		8—9	20	0,025
		3—4	10		9—10	20	0,025
		4—5	10		11—12	4,2	2,12
		5—6	10		12—13	9,9	2,12
					13—14	9,9	2,12
					14—15	4,2	2,12
					16—17	3,2	1,06
					17—18	6,5	1,06
					18—19	6,5	1,06
					19—20	3,2	1,06
					21—22	15	0,03
					22—23	3	0,03
					24—25	15	0,03
					25—26	3	0.03
Т2	ШЛМ25×25	1—2	220	0,26	3—4	190	0,1
					5—6	18	0,9
					6—7	16	0,9
Т3	ШЛМ20×32	1—2	209	0,26	7—8	11,5	1,35
		2—3	6		8—9	11,5	1,35
		3—4	6		10—11	1,7	0,23
		4—5	6		11—12	18,1	0,23
		5—6	6		12—13	18,1	0,23

Продолжение табл. 5.26

1	2	3	4	5	6	7	8
					13—14	1,7	0,23
					15—16	100	0,03
					16—17	80	0,03
					17—18	20	0,03
Т4	ШЛМ 20×32	1—2	104,5	0,20	9—10	8,5	1,2
		2—3	5,5		11—12	38	1,2
		3—4	5,5		12—13	4	1,2
		5—6	104,5		14—15	8,5	1,2
		6—7	5,5		16—17	38	0,05
		7—8	5,5		17—18	4	0,05
Т5	ШЛМ10×25	1—2	110	0,12	5—6	38	0,10
		2—3	17		7—8	7,0	0,06
		3—4	93				
Т6	ШЛМ10×25	1—2	220	0,028	3—4	34,2	0,07
					4—5	34,2	0,07
					6—7	0,35	0,45
Т7	ШЛМ10×20	1—2	220	0,03	3—4	38	0,08
					5—6	0,95	0,27
Т8	ШЛМ10×20	1—2	220	0,033	3—4	10	0,4
Т9	ШЛМ10×20	1—2	220	0,045	3—4	41	0,13
					5—6	2,5	0,1
					6—7	2,5	0,1
Т10	ШЛМ10×25	1—2	229	0,045	3—4	38	0,07
					5—6	1,9	0,2
					6—7	1,9	0,2
Т11	ШЛМ10×50	1—2	220	0,03	3—4	33,1	0,086
					5—6	1,05	0,42
Т12	ШЛМ12×12,5	1—2	220	0,016	3—4	5,6	0,175
Т13							
Т14	ШЛМ12×12,5	1—2	220	0,02	3—4	9,2	0,01
Т15	ШЛМ12×12,5	1—2	220	0,025	3—4	8,5	0,2
Т16	ШЛМ12×25	1—2	220	0,05	3—4	43,7	0,112
					5—6	0,85	0,85
Т17	ШЛМ12×25	1—2	220	0,056	3—4	38,5	0,142
					5—6	1,05	1,18
Т18	ШЛМ12×18	1—2	220	0,03	3—4	38	0,04
					5—6	1,6	0,2
					6—7	1,6	0,2
Т19	ШЛМ10×20	1—2	220	0,03	3—4	27	0,055
					5—6	2,5	0,1
					6—7	2,5	0,1

Таблица 5.27 **Предельные значения температуры перегрева универсальных УТП**

Т1, Т2	Т3	Т4 Т6	Т7 Т19
60 °С	45 °С	50 °С	40 °С

Таблица 5.28 **Габаритные и установочные размеры универсальных УТП**

Типономинал трансформатора	Номер рисунка	Размеры, мм						Масса, г
		A	A_1	*B*	*H*	*L*	*d*	
Т1	5.5	46	58	71	88	82	5,5	1400
Т2	5.5			65				
Т3	5.28	48	46	87	72	88	М4	950
Т4	5.28	35	58	52	62	77	М3	750
Т5	5.29	34	25	46	37	37	М2,5	210
Т6	5.29	34	25	46	37	37	М2,5	210
Т7	5.30	—	24,2	39,2	37,2	41,6	—	180
Т8	5.30	—	24,2	39,2	37,2	41,6	—	180
Т9	5.31	—	34,2	39,5	29	34,2	—	185
Т10	5.32	—	28,5	48	29,2	43,5	—	220
Т11	5.30	—	24,2	39,2	37,2	41,6	—	180
Т12	5.33	12	17,2	30,5	40	28,5	—	110
Т13		—					—	
Т14	5.34	—	20	42	30,5	46	—	110
Т15		—					—	
Т16	5.30	—	28,5	44	37,9	45	—	280
Т17	5.30	—	28,5	44	37,9	45	—	280
Т18	5.35	—	29,5	38	33	40	—	185
Т19	5.30	—	24,2	39,2	37,2	41,6	—	180

Глава 6.

СОГЛАСУЮЩИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

6.1. УНИФИЦИРОВАННЫЕ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ СОГЛАСУЮЩИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

6.1.1. Общие сведения

Унифицированные согласующие трансформаторы (УСТ) низкой частоты предназначены:

для согласования внутреннего сопротивления источника сигнала с входным сопротивлением каскада (входные согласующие трансформаторы);

для согласования сопротивлений промежуточных каскадов (межкаскадные согласующие трансформаторы);

для согласования внутреннего сопротивления оконечного каскада с нагрузкой (выходные согласующие трансформаторы).

УСТ используются в аппаратуре промышленного и бытового назначения на полупроводниковых приборах. Конструкция трансформаторов обеспечивает применение их как в аппаратуре с печатным монтажом (с проволочными выводами), так и с объемным монтажом (лепестковые выводы).

УСТ изготавливаются на броневых и стержневых магнитопроводах унифицированного ряда.

Конструкция трансформаторов способна противостоять механическим и климатическим воздействиям в условиях тропического климата, сохранять их работоспособность при повышенной влажности и при всех температурных воздействиях обеспечивает необходимый запас электрической прочности изоляции обмоток.

Условия эксплуатации трансформаторов следующие:

1. Температура окружающей среды, °С от —60 до +125
2. Относительная влажность воздуха при +40 °С, % до 98
3. Атмосферное давление, мм рт. ст. . . . . до 5
4. Вибрации в диапазоне 1...2500 Гц, g . . . . . до 30
5. Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс и ускорением, g . . . . . до 1000
6. Многократные удары длительностью 1...3 мс и ускорением, g . . . . . до 150
7. Линейные нагрузки с ускорением, g . . . . . до 150
8. Срок службы, тыс. ч . . . . . не менее 10

Первым элементом обозначения УСТ является набор букв или буква: ТВТ — входной согласующий трансформатор, ТМ и Т — межкаскадный согласующий трансформатор, ТОТ — выходной согласующий трансформатор. У трансформаторов типа ТМ во втором элементе обозначения указывается мощность в мВ·А, а у трансформаторов типа Т — в В·А.

6.1.2. Входные согласующие трансформаторы

Входные согласующие трансформаторы имеют принципиальные электрические схемы трех видов: у трансформаторов типа ТВТ1...ТВТ8 имеются две обмотки с отводами (рис. 6.1*а*), у трансформаторов типа ТВТ9 — две обмотки без отводов (рис. 6.1*б*), а у трансформаторов типа ТВТ10 — две обмотки, каждая из которых соединяется последовательно из двух полуобмоток (рис. 6.1*в*).

Трансформаторы ТВТ монтируются на печатной плате с помощью распайки выводов без дополнительного крепления. Выводы трансформаторов располагаются на боковой стороне в два ряда, нумерация выводов производится по часовой стрелке со стороны монтажа. Первый вывод располагается в левом верхнем углу и отмечается красной точкой.

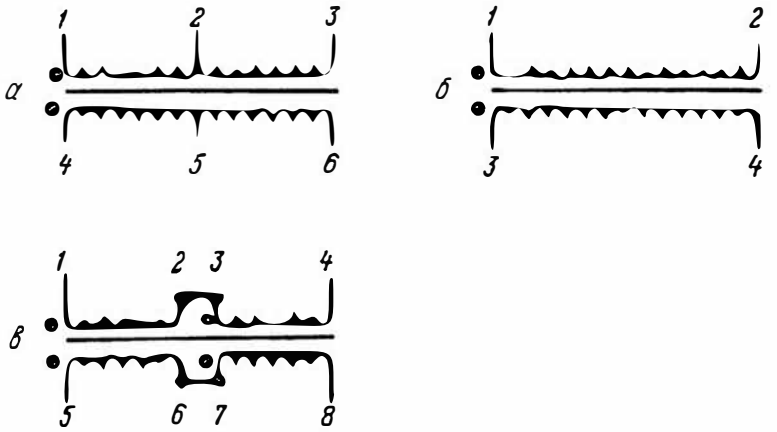


Рис. 6.1. Электрические схемы входных согласующих трансформаторов:
а — ТВ1.. ТВТ8; *б* — ТВТ9, *в* — ТВТ10

Трансформаторы ТВТ1...ТВТ9 имеют броневой сердечник ПБ2×4 из железоникелевого сплава 79НМ, обмотка располагается на одном из стержней броневого сердечника. Трансформатор ТВТ10 имеет броневой сердечник типа ПБ4×8 из того же сплава 79 НМ, однако обмотки его располагаются на обоих стержнях броневого сердечника.

Конструкция трансформаторов ТВТ1...ТВТ9 показана на рис. 6.2, а трансформатора ТВТ10 — на рис. 6.3. Габаритные и установочные размеры трансформаторов ТВТ приведены в табл. 6.1, типы сердечников и масса — в табл. 6.2.

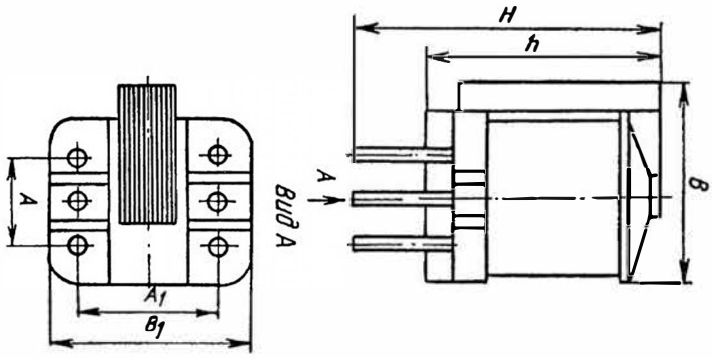


Рис. 6.2. Конструкция входных согласующих трансформаторов ТВТ1...ТВТ9

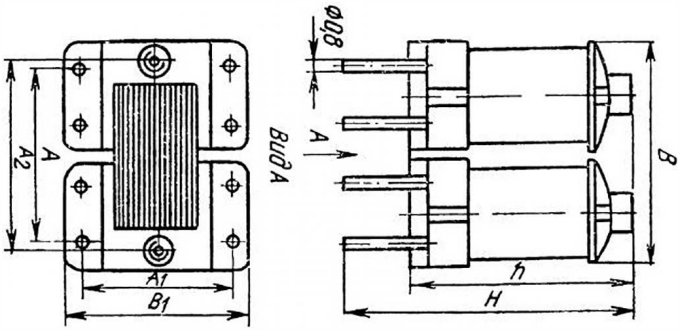


Рис 6 3. Конструкция входного согласующего трансформатора ТВТ10

Таблица 6 1. **Габаритные и установочные размеры трансформаторов ТВТ**

Типономинал трансформатора	Номер рисунка	Размеры, мм						
		A	A_1	A_2	B	B_1	H	h
ТВТ1 .ТВТ9	6 2	6	9	—	13	15	21.5	15
ТВТ10	6.3	18	15	21	27	19	33,5	27

Основными электрическими параметрами трансформаторов типа ТВТ являются: число витков в обмотках, входное сопротивление, сопротивление постоянному току обмоток, индуктивность первичной обмотки и рассеивания, рекомендуемое сопротивление нагрузки, представляющее собой входное сопротивление подключаемого к трансформатору каскада, диапазон эффективно воспроизводимых частот и др.

Общими параметрами для всех ТВТ являются:

1. Диапазон эффективно воспроизводимых частот, Гц . . . . . 300.. 10 000
2. Коэффициент нелинейных искажений на граничных частотах, % не более 5
3. Коэффициент амплитудно-частотных искажений в диапазоне частот 300...10 000 Гц, дБ . . . . . не более ±2
4. Максимальная амплитуда входного напряжения, В . . . . . не более 1
5. Согласование сопротивления осуществляется в диапазоне, Ом . . 50...5000
6. Допускаемое отклонение сопротивлений постоянному току при +20 °С, % . . . . . в пределах ±30
7. Сопротивление изоляции между обмотками и корпусом, а также между любыми обмотками в нормальных климатических условиях, МОм . . . . . более 100

Значения электрических параметров различных трансформаторов типа ТВТ представлены в табл. 6.3 и 6.4.

Таблица 6.2 **Типы сердечников и масса входных согласующих трансформаторов ТВТ**

Типономинал трансформатора	Тип и размеры сердечника	Масса трансформатора, г
ТВТ1 . ТВТ9	ПБ2×4	6
ТВТ10	ПБ4×8	35

Таблица 6.3. **Электрические параметры трансформаторов ТВТ9 и ТВТ10**

Типономинал трансформатора	Число витков в обмотках		Входное сопротивление, кОм	Сопротивление обмоток постоянному току, Ом		Индуктивность, Гн		Сопротивление нагрузки, Ом
	первичной	вторичной		первичной	вторичной	первичной	рассеивания	
ТВТ9	6300	700	50	4300	100	17,5	1,2	500
ТВТ10	10 000×2	350×2	500	6500×2	97×2	175	12	500

6.1.3. Межкаскадные согласующие трансформаторы

Трансформаторы типа ТМ2-1...ТМ2-14, ТМ5-1...ТМ5-54 имеют две одинаковые первичные обмотки 1—2, 3—4 и две одинаковые вторичные обмотки 5—6, 7—8 (рис. 6.4*а*), трансформаторы типа ТМ10-1...ТМ10-69, Т0,5-1...Т0,5-59, Т0,7-1...Т0,7-69, Т2-1...Т2-59, Т3-1...Т3-45, Т4-1...Т4-19, Т6-1...Т6-30 имеют две одинаковые первичные обмотки 1—2—3, 4—5 и две одинаковые вторичные обмотки 6—7—8, 9—10 (рис. 6.4*б*), трансформаторы типа Т25-1...Т25-10 имеют две одинаковые первичные обмотки 1—2—3, 4—5, две одинаковые вторичные обмотки 6—7—8, 9—10 и обмотку обратной связи 11—12 (рис. 6.4*в*).

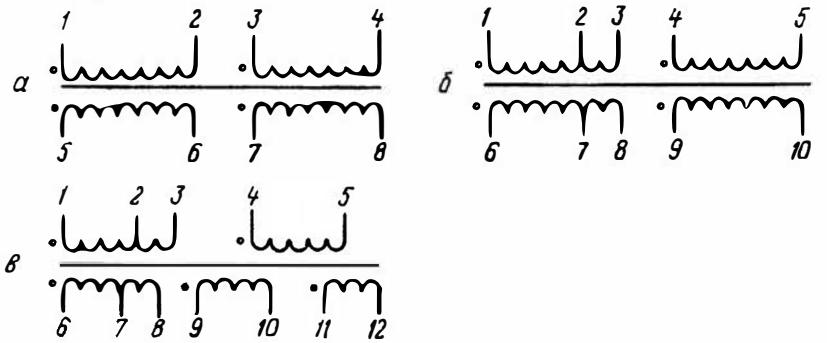


Рис. 6.4. Принципиальные электрические схемы межкаскадных согласующих трансформаторов:
а — ТМ2-1 ТМ2-14, ТМ5-1 ТМ5-54, *б* — ТМ10-1 ТМ10-69, Т0,5-1 Т0,5-59, Т0,7-1 Т0,7-69, Т2-1 Т2-59, Т2-1 Т2-59, Т3-1 Т3-45, Т4-1 .Т4-19, Т6-1 .. Т6-30, *в* — Т25-1 Т25-10

Таблица 6.4. **Электрические параметры трансформаторов ТВТ1—ТВТ8**

Типономинал трансформатора	Число витков в обмотках				Входное сопротивление обмоток, Ом		Сопротивление постоянному току обмоток, Ом		Индуктивность, мГн		Сопротивление нагрузки, Ом	
	1—2	2—3	4—5	5—6	1—2	1—3	1—3	4—6	1—3	рассеивания	4—5	4—6
ТВТ1	200	90	490	210	50	100	10,9	130	35	3	250	500
ТВТ2	400	180	490	210	200	400	44,0	130	140	10	250	500
ТВТ3	700	300	490	210	600	1200	125,0	130	420	40	250	500
ТВТ4	1400	600	490	210	2500	5000	485,0	130	1750	120	250	500
ТВТ5	200	90	980	420	50	100	10,9	520	35	3	1000	2000
ТВТ6	400	180	980	420	200	400	44,0	520	140	10	1000	2000
ТВТ7	700	300	980	420	600	1200	125,0	520	420	40	1000	2000
ТВТ8	1400	600	980	420	2500	5000	485,0	520	1750	120	1000	2000

Трансформаторы ТМ2 и ТМ5 крепятся на печатных платах за счет распайки выводов. Трансформаторы типа ТМ10, Т, Т2, Т3, Т4 и Т6 имеют дополнительные отверстия для крепления винтами М3. Трансформаторы Т25 крепятся винтами М4.

Выводы трансформаторов располагаются на боковой поверхности с двух сторон от сердечника в один или два ряда. Нумерация выводов производится в таком же порядке, как у всех согласующих трансформаторов.

Конструктивное исполнение межкаскадных согласующих трансформаторов показано на рис. 6.5...6.9, габаритные и установочные размеры приведены в табл. 6.5.

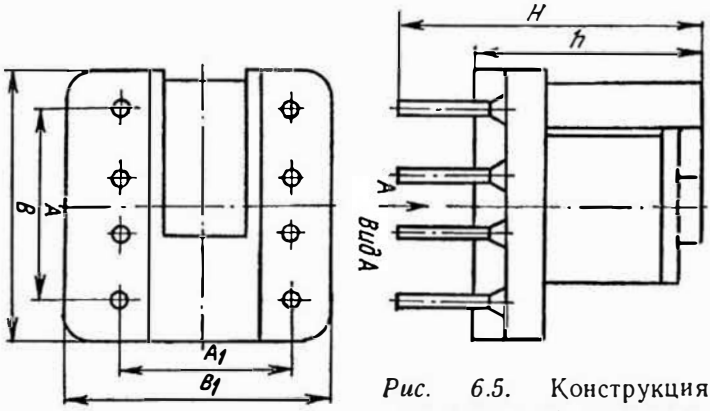


Рис. 6.5. Конструкция межкаскадных согласующих трансформаторов ТМ2-1...ТМ2-14

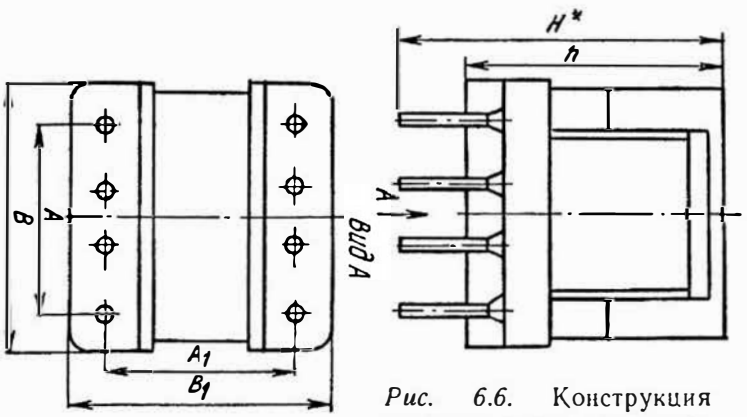


Рис. 6.6. Конструкция межкаскадных согласующих трансформаторов ТМ5-1...ТМ5-54

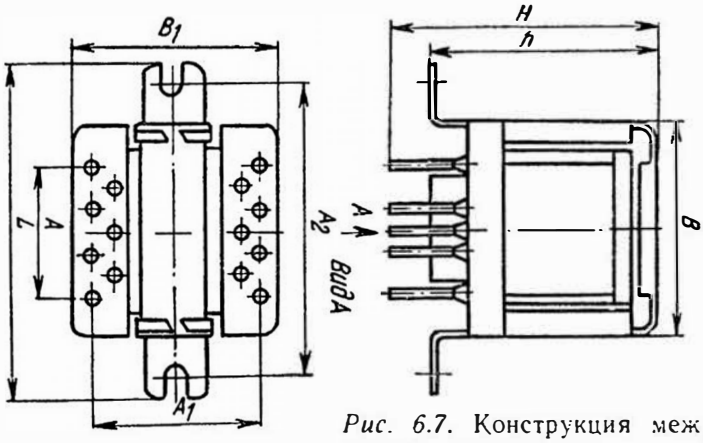


Рис. 6.7. Конструкция межкаскадных согласующих трансформаторов ТМ10-1...ТМ10-69; ТО, 5-1...ТО,5-59, ТО,7-1...ТО,7-69

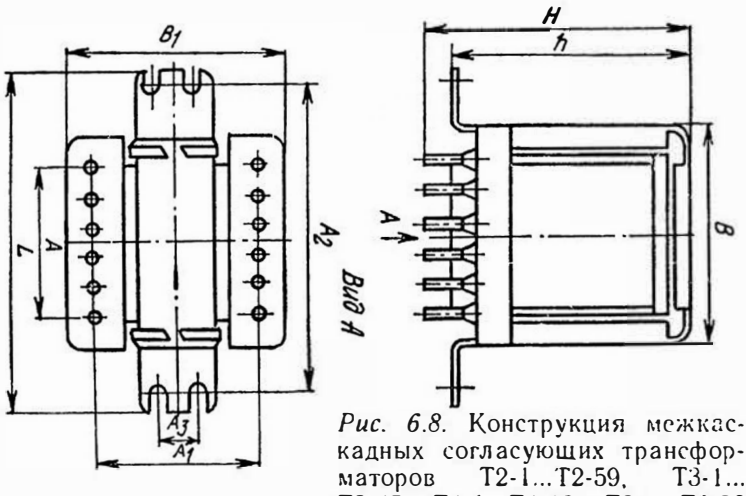


Рис. 6.8. Конструкция межкаскадных согласующих трансформаторов Т2-1...Т2-59, Т3-1... Т3-45, Т4-1...Т4-19, Т6-1...Т6-30

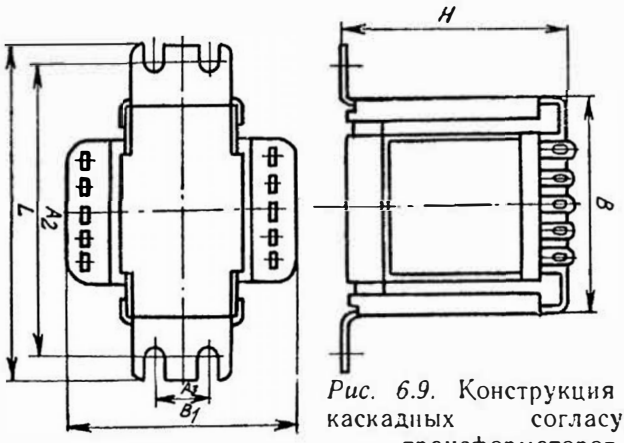


Рис. 6.9. Конструкция межкаскадных согласующих трансформаторов Т25-1...Т25-10

Таблица 6.5. **Габаритные и установочные размеры межкаскадных согласующих трансформаторов**

Типономинал трансформатора	Номер рисунка	Размеры, мм								
		A	A_1	A_2	A_3	B	B_1	L	H	h
ТМ2-1...ТМ2-14	6.5	12,5	10	—	—	16	16	—	22	16
ТМ5-1...ТМ5-54	6.6	12,5	12,5	—	—	16	17	—	22	16
ТМ10-1...ТМ10-69	6.7	15	20	30	—	22	25	37	25,5	20
Т0,5-1...Т0,5-59	6 7	15	22,5	30	—	23	27	37	28,5	23
Т0,7-1...Т0,7-69	6.7	15	22,5	35	—	27	29	42	31,5	26
Т2-1...Т2-59	6.8	25	30	45	7,5	36	39	52	39	34
Т3-1...Т3-45	6.8	25	35	50	10	44	46	57	46	41
Т4-1...Т4-19	6.8	25	40	60	15	52	56	67	53	47
Т6-1...Т6-30	6.8	25	40	60	15	52	56	67	65	—
Т25-1...Т25-10	6.9	—	—	84	15	69	75	101	65	—

Электрическими параметрами межкаскадных трансформаторов являются: номинальная мощность, коэффициент трансформации, входное и выходное сопротивление, индуктивность первичной обмотки, сопротивление обмоток постоянному току, диапазон эффективно воспроизводимых частот, коэффициент частотных искажений и др.

Общими для всех типов межкаскадных трансформаторов параметрами являются:

1. Диапазон эффективно воспроизводимых частот, Гц . . . . . 100 ..10 000
2. Коэффициент трансформации обмотки обратной связи . . . . . не менее 0,02
3. Коэффициент трансформации на отводах обмоток . . . . . не менее 0,8
4. Коэффициент нелинейных искажений на границах воспроизводимого диапазона частот, % . . . . . не более 3
5. Коэффициент частотных искажений на границах воспроизводимого диапазона частот, дБ . . . . . ± 3
6. Допустимое отклонение сопротивления обмоток постоянному току при $+20$ °С, % . . . . . ± 30
7. Сопротивление изоляции между обмотками и корпусом, а также между любыми обмотками в нормальных климатических условиях, МОм более 100

Другие электрические параметры межкаскадных согласующих трансформаторов представлены в табл. 6.6.

Таблица 6.6. **Электрические параметры межкаскадных согласующих трансформаторов типа ТМ**

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Сопротивление, Ом		Первичная обмотка		Коэффициент трансформации	Сопротивление обмоток постоянному току, Ом	
		входное	выходное	индуктивность, Гн	напряжение, В		первичной	вторичной
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТМ2-1		200	12,5	0,16	0,2	0,27	1,5×2	0,7×2
ТМ2-2			25			0,39		1,4×2
ТМ2-3			12,5			0,19		0,7×2
ТМ2-4		400	25	0,32	0,3	0,27	14×2	1,4×2
ТМ2-5			200			0,77		11×2
ТМ2-6			12,5			0,07		0,7×2
ТМ2-7	0,002	3200	25	2,6	0,8	0,10	130×2	1,4×2
ТМ2-8			200			0,27		11×2
ТМ2-9			400			0,39		30×2
ТМ2-10			12,5			0,05		0,7×2
ТМ2-11		6400	25	5,1	1,2	0,07	280×2	1,4×2
ТМ2-12			200			0,19		11×2
ТМ2-13			400			0,27		30×2
ТМ2-14			3200			0,77		220×2
ТМ5-1			12,5			0,29		1,4×2
ТМ5-2		200	17,5	0,16	1,0	0,34	12×2	1,6×2
ТМ5-3			25			0,41		2,5×2
ТМ5-4			35			0,48		3,5×2
ТМ5-5			12,5			0,24		1,4×2
ТМ5-6			17,5			0,29		1,6×2
ТМ5-7		282	25	0,22	1,2	0,34	20×2	2,5×2
ТМ5-8			35			0,41		3,5×2
ТМ5-9			200			0,97		19×2
ТМ5-10			12,0			0,20		1,4×2
ТМ5-11			17,5			0,24		1,6×2
ТМ5-12	0,005	400	25	0,32	1,4	0,29	25×2	2,5×2
ТМ5-13			35			0,34		3,5×2
ТМ5-14			200			0,81		19×2
ТМ5-15			282			0,97		32×2
ТМ5-16			12,5			0,17		1,4×2
ТМ5-17			17,5			0,20		1,6×2
ТМ5-18			25			0,24		2,5×2
ТМ5-19		564	35	0,45	1,7	0,29	35×2	3,5×2
ТМ5-20			200			0,69		19×2
ТМ5-21			282			0,81		32×2
ТМ5-22			400			0,97		39×2
ТМ5-23			12,5			0,070		1,4×2
ТМ5-24			17,5			0,086		1,6×2
ТМ5-25			25			0,100		2,5×2
ТМ5-26		3200	35	2,6	4,0	0,120	240×2	3,5×2
ТМ5-27			200			0,290		19×2
ТМ5-28			282			0,340		32×2

Продолжение табл. 6.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТМ5-29			400			0,410		39×2
ТМ5-30			564			0,480		55×2
ТМ5-31			12,5			0,060		1,4×2
ТМ5-32			17,5			0,070		1,6×2
ТМ5-33			25			0,086		2,5×2
ТМ5-34		4512	35	3,6	4,8	0.100	280	3,5×2
ТМ5-35			200			0,240		19×2
ТМ5-36			282			0,290		32×2
ТМ5-37			400			0.340		39×2
ТМ5-38			564			0,410		55×2
ТМ5-39			12,5			0,040		1,4×2
ТМ5-40			17,5			0,050		1,6×2
ТМ5-41			25			0,070		2,5×2
ТМ5-42		6400	35	5,1	5,7	0,086	340×2	3,5×2
ТМ5-43			200			0.200		19×2
ТМ5-44			282			0,240		32×2
ТМ5-45			400			0,290		39×2
ТМ5-46			564			0,340		55×2
ТМ5-47	0,005		12,5			0,040		1,4×2
ТМ5-48			17,5			0,050		1,6×2
ТМ5-49			25			0,060		2,5×2
ТМ5-50		9024	35	7,2	6,7	0,070	700×2	3,5×2
ТМ5-51			200			0,170		19×2
ТМ5-52			282			0,200		32×2
ТМ5-53			400			0,240		39×2
ТМ5-54			564			0,290		55×2
ТМ10-1			17,5			0,27		0,7×2
ТМ10-2		282	35	0,22	1,7	0,38	7,5×2	1,4×2
ТМ10-3			70			0,54		3,0×2
ТМ10-4			141			0,76		6,5×2
ТМ10-5			17,5			0,19		0,7×2
ТМ10-6			35			0,27		1,4×2
ТМ10-7	0,010	564	70,5	0,45	2,4	0,38	19×2	3,0×2
ТМ10-8			141			0,54		6,5×2
ТМ10-9			282			0,76		13×2
ТМ10-10			17,5			0,135		0,7×2
ТМ10-11			35			0,190		1,4×2
ТМ10-12		1128	70,5	0,90	3,4	0,270	40×2	30×2
ТМ10-13			141			0,38		6,5×2
ТМ10-14			282			0,54		13×2
ТМ10-15			564			0,76		24×2
ТМ10-16			17,5			0,095		0,7×2
ТМ10-17			35			0.135		1,4×2
ТМ10-18			70			0,190		3,0×2
ТМ10-19		2256	141	1,8	4,8	0,270	88×2	6,5×2
ТМ10-20			282			0,380		13×2
ТМ10-21			564			0,540		24×2
ТМ10-22			1128			0,760		60×2
ТМ10-23			17,5			0,067		0,7×2
ТМ10-24			35			0,095		1,4×2
ТМ10-25			70			0,135		3,0×2
ТМ10-26		4512	141	3,6	6,8	0,190	170×2	6,5×2

Продолжение табл. 6.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТМ10-27			282			0,270		13×2
ТМ10-28			564			0,380		24×2
ТМ10-29			1128			0,540		60×2
ТМ10-30			2256			0,760		145×2
ТМ10-31			17,5			0,050		0,70×2
ТМ10-32			35			0,067		1,4×2
ТМ10-33			70			0,095		3,0×2
ТМ10-34			141			0,135		6,5×2
ТМ10-35		9024	282	7,2	9,6	0,190	520×2	13×2
ТМ10-36			564			0,270		24×2
ТМ10-37			1128			0,380		60×2
ТМ10-38			2256			0,540		145×2
ТМ10-39			4512			0,760		285×2
ТМ10-40			17,5			0,034		0,7×2
ТМ10-41			35			0,050		1,4×2
ТМ10-42			70			0,067		3,0×2
ТМ10-43			141			0,095		6,5×2
ТМ10-44			282			0,135		13×2
ТМ10-45	0,010	18 048	564	14,3	13,6	0,190	750×2	24×2
ТМ10-46			1128			0,270		60×2
ТМ10-47			2256			0,380		145×2
ТМ10-48			4512			0,540		285×2
ТМ10-49			9024			0,760		800×2
ТМ10-50			17,5			0,024		0,7×2
ТМ10-51			35			0,034		1,4×2
ТМ10-52			70			0,050		3,0×2
ТМ10-53			141			0,067		6,5×2
ТМ10-54			282			0,095		13×2
ТМ10-55		36 096	564	28,6	14,2	0,135	1800×2	24×2
ТМ10-56			1128			0,190		60×2
ТМ10-57			2256			0,270		145×2
ТМ10-58			4512			0,380		285×2
ТМ10-59			9024			0,540		800×2
ТМ10-60			17,5			0,017		0,7×2
ТМ10-61			35			0,024		1,4×2
ТМ10-62			70			0,034		3,0×2
ТМ10-63			141			0,050		6,5×2
ТМ10-64		72 190	282	57,3	27,0	0,067	2600×2	13×2
ТМ10-65			564			0,095		24×2
ТМ10-66			1128			0,135		60×2
ТМ10-67			2256			0,190		145×2
ТМ10-68			4512			0,270		285×2
ТМ10-69			9024			0,380		800×2
Т0,5-1			9,0			0,28		1,7×2
Т0,5-2		141	17,5	0,11	10	0,40	14×2	3,0×2
Т0,5-3			35			0,56		6,0×2
Т0,5-4	0,5		70,5			0,79		11×2
Т0,5-5			9,0			0,20		1,7×2
Т0,5-6			17,5			0,28		3,0×2
Т0,5-7		282	35	0,22	15	0,40	29×2	6,0×2
Т0,5-8			70,5			0,56		11×2
Т0,5-9			141			0,79		23×2

Продолжение табл. 6.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Т0,5-10			9,0			0,14		1,7×2
Т0,5-11			17,5			0,20		3×2
Т0,5-12		564	35	0,45	21	0,28	56×2	6×2
Т0,5-13			70,5			0,40		11×2
Т0,5-14			141			0,56		23×2
Т0,5-15		———	282	———		0,79	———	45×2
Т0,5-16			9,0			0,10		1,7×2
Т0,5-17			17,5			0,14		3×2
Т0,5-18			35			0,20		6×2
Т0,5-19		1128	70,5	0,90	30	0,28	102×2	11×2
Т0,5-20			141			0,40		23×2
Т0,5-21			282			0,56		45×2
Т0,5-22		———	564	———		0,79	———	90×2
Т0,5-23			9,0			0,07		1,7×2
Т0,5-24			17,5			0,10		3×2
Т0,5-25			35			0,14		6×2
Т0,5-26	0,5	2256	70,5	1,8	42	0,20	250×2	11×2
Т0,5-27			141			0,28		23×2
Т0,5-28			282			0,40		45×2
Т0,5-29			564			0,56		90×2
Т0,5-30		———	1128	———		0,79	———	220×2
Т0,5-31			9,0			0,05		1,7×2
Т0,5-32			17,5			0,07		3×2
Т0,5-33			35			0,10		6×2
Т0,5-34			70,5			0,14		11×2
Т0,5-35		4512	141	3,6	60	0,20	520×2	23×2
Т0,5-36			282			0,28		45×2
Т0,5-37			564			0,40		90×2
Т0,5-38			1128			0,56		220×2
Т0,5-39		———	2256	———		0,79	———	510×2
Т0,5-40			9,0			0,035		1,7×2
Т0,5-41			17,5			0,05		3×2
Т0,5-42			35			0,07		6×2
Т0,5-43			70,5			0,10		11×2
Т0,5-44		9024	141	7,2	84	0,14	1150×2	23×2
Т0,5-45			282			0,20		45×2
Т0,5-46			564			0,28		90×2
Т0,5-47			1128			0,40		220×2
Т0,5-48			2256			0,56		510×2
Т0,5-49		———	4512	———		0,79	———	1140×2
Т0,5-50			90			0,025		1,7×2
Т0,5-51			17,5			0,035		3×2
Т0,5-52			35			0,05		6×2
Т0,5-53			70,5			0,07		11×2
Т0,5-54		18 048	141	14,3	120	0,10	1630×2	23×2
Т0,5-55			282			0,14		45×2
Т0,5-56			564			0,20		90×2
Т0,5-57			1128			0,28		220×2
Т0,5-58			2256			0,40		510×2
Т0,5-59	———		4512	———		0,56	———	1140×2
Т0,7-1			9,0			0,28		1,7×2
Т0,7-2		141	17,5	0,11	13	0,39	12×2	2,5×2

Продолжение табл. 6.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Т0,7-3			35			0,55		5×2
Т0,7-4			70,5			0,78		10×2
Т0,7-5			9,0			0,20		1,7×2
Т0,7-6			17,5			0,28		2,5×2
Т0,7-7		282	35	0,22	18	0,39	24×2	5×2
Т0,7-8			70,5			0,55		10×2
Т0,7-9			141			0,78		23×2
Т0,7-10			9,0			0,14		1,7×2
Т0,7-11			17,5			0,20		2,5×2
Т0,7-12		564	35	0,45	25	0,28	48×2	5×2
Т0,7-13			70,5			0,39		10×2
Т0,7-14			141			0,55		23×2
Т0,7-15			282			0,78		45×2
Т0,7-16			9,0			0,10		1,7×2
Т0,7-17			17,5			0,14		2,5×2
Т0,7-18			35			0,20		5×2
Т0,7-19		1128	70,5	0,90	35	0,28	100×2	10×2
Т0,7-20			141			0,39		23×2
Т0,7-21			282			0,55		45×2
Т0,7-22			564			0,78		90×2
Т0,7-23			9,0			0,07		1,7×2
Т0,7-24			17,5			0,10		2,5×2
Т0,7-25			35			0,14		5×2
Т0,7-26		2256	70,5	1,8	50	0,20	230×2	10×2
Т0,7-27			141			0,28		23×2
Т0,7-28			282			0,39		45×2
Т0,7-29			564			0,55		90×2
Т0,7-30			1128			0,78		165×2
Т0,7-31			9,0			0,05		1,7×2
Т0,7-32			17,5			0,07		2,5×2
Т0,7-33			35			0,10		5×2
Т0,7-34			70,5			0,14		10×2
Т0,7-35		4512	141	3,6	70	0,20	630×2	23×2
Т0,7-36			282			0,28		45×2
Т0,7-37			564			0,39		90×2
Т0,7-38			1128			0,55		165×2
Т0,7-39			2256			0,76		330×2
Т0,7-40	0,7		9,0			0,035		1,7×2
Т0,7-41			17,5			0,05		2,5×2
Т0,7-42			35			0,07		5×2
Т0,7-43			70,5			0,10		10×2
Т0,7-44		9024	141	7,2	100	0,14	1300×2	23×2
Т0,7-45			282			0,20		45×2
Т0,7-46			564			0,28		90×2
Т0,7-47			1128			0,39		165×2
Т0,7-48			2256			0,55		330×2
Т0,7-49			4512			0,78		860×2
Т0,7-50			9,0			0,025		1,7×2
Т0,7-51			17,5			0,035		2,5×2
Т0,7-52			35			0,05		5×2
Т0,7-53			70,5			0,07		10×2
Т0,7-54		18 048	141	14,3	140	0,10	1900×2	23×2

Продолжение табл. 6.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
T0,7-55			282			0,14		45×2
T0,7-56			564			0,20		90×2
T0,7-57	0,7		1128			0,28		165×2
T0,7-58			2256			0,39		330×2
T0,7-59			4512			0,55		860×2
T0,7-60			9,0			0,017		1,7×2
T0,7-61			17,5			0,025		2,5×2
T0,7-62			35			0,035		5×2
T0,7-63			70,5			0,05		10×2
T0,7-64		36 096	141	20	200	0,07	2500×2	23×2
T0,7-65			282			0,10		45×2
T0,7-66			564			0,14		90×2
T0,7-67			1128			0,20		165×2
T0,7-68			2256			0,28		330×2
T0,7-69			4512			0,29		860×2
T2-1			9,0			0,27		0,5×2
T2-2		141	17,5	0,11	17	0,37	6×2	1×2
T2-3			35			0,53		2,3×2
T2-4			70,5			0,75		4,3×2
T2-5			9,0			0,19		0,5×2
T2-6			17,5			0,27		1×2
T2-7		282	35	0,22	24	0,37	10×2	2,3×2
T2-8			70,5			0,53		4,3×2
T2-9			141			0,75		9×2
T2-10	2,0		9,0			0,13		0,5×2
T2-11			17,5			0,19		1×2
T2-12		564	35	0,45	34	0,27	22×2	2,3×2
T2-13			70,5			0,37		4,3×2
T2-14			141			0,53		9×2
T2-15			282			0,75		18×2
T2-16			9,0			0,10		0,5×2
T2-17			17,5			0,13		1×2
T2-18			35			0,19		2,3×2
T2-19			70,5	0,9	48	0,27	44×2	4,3×2
T2-20		1128	141			0,37		9×2
T2-21			282			0,53		18×2
T2-22			564			0,75		35×2
T2-23			9			0,07		0,5×2
T2-24			17,5			0,10		1×2
T2-25			35			0,13		2,3×2
T2-26		2256	70,5	1,8	68	0,19	90×2	4,3×2
T2-27			141			0,27		9×2
T2-28			282			0,37		18×2
T2-29			564			0,53		35×2
T2-30			1128			0,75		71×2
T2-31			9,0			0,05		0,5×2
T2-32			17,5			0,07		1×2
T2-33			35			0,10		2,3×2
T2-34			70,5			0,13		4,3×2
T2-35		4512	141	3,6	96	0,19	180×2	9×2
T2-36			282			0,27		18×2
T2-37			564			0,37		35×2

Продолжение табл. 6 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
T2-38			1128			0,53		71×2
T2-39			2250			0,75		143×2
T2-40			9,0			0,035		0,5×2
T2-41			17,5			0,05		1×2
T2-42			35			0,07		2,3×2
T2-43			70,5			0,10		4,3×2
T2-44			141			0,13		9×2
T2-45		9024	282	7,2	136	0,19	400×2	18×2
T2-46			564			0,27		35×2
T2-47			1128			0,37		71×2
T2-48			2256			0,53		143×2
T2-49			4512			0,75		310×2
T2-50			9,0			0,025		0,5×2
T2-51			17,5			0,035		1×2
T2-52			35			0,05		2,3×2
T2-53			70,5			0,07		4,3×2
T2-54	2,0	18 048	141	14,3	192	0,10	820×2	9×2
T2-55			282			0,13		18×2
T2-56			564			0,19		35×2
T2-57			1128			0,27		71×2
T2-58			2256			0,37		143×2
T2-59			4512			0,53		310×2
T3-1			9,0			0,18		0,3×2
T3-2			17,5			0,25		0,5×2
T3-3		282	35	0,22	29	0,36	5×2	1,3×2
T3-4			70,5			0,51		2,8×2
T3-5			141			0,73		4,5×2
T3-6			9			0,13		0,3×2
T3-7			17,5			0,18		0,5×2
T3-8		564	35	0,45	41	0,25	10×2	1,3×2
T3-9			70,5			0,36		2,8×2
T3-10			141			0,51		4,5×2
T3-11			282			0,73		10×2
T3-12			9			0,09		0,3×2
T3-13			17,5			0,13		0,5×2
T3-14			35			0,18		1,3×2
T3-15		1128	70,5	0,9	58	0,25	23×2	2,8×2
T3-16			141			0,36		4,5×2
T3-17			282			0,51		10×2
T3-18			564			0,73		18×2
T3-19	3,0		9			0,065		0,3×2
T3-20			17,5			0,09		0,5×2
T3-21			35			0,13		1,3×2
T3-22		2256	70,5	1,8	82	0,18	45×2	2,8×2
T3-23			141			0,25		4,5×2
T3-24			282			0,36		10×2
T3-25			564			0,51		18×2
T3-26			1128			0,73		36×2
T3-27			9			0,045		0,3×2
T3-28			17,5			0,065		0,5×2
T3-29		4512	35	3,6	116	0,09	92×2	1,3×2

Продолжение табл 6 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Т3-30			70,5			0,13		2,8×2
Т3-31			141			0,18		4,5×2
Т3-32		4512	282	3,6	116	0,25	92×2	10×2
Т3-33			564			0,36		18×2
Т3-34			1128			0,51		36×2
Т3-35			2256			0,73		60×2
Т3-36	3,0		9			0,03		0,3×2
Т3-37			17,5			0,045		0,5×2
Т3-38			35			0,065		1,3×2
Т3-39			70,5			0,09		2,8×2
Т3-40		9024	141	7,2	164	0,13	183×2	4,5×2
Т3-41			282			0,18		10×2
Т3-42			564			0,25		18×2
Т3-43			1128			0,36		36×2
Т3-44			2256			0,51		60×2
Т3-45			4512			0,73		105×2
Т4-1			9			0,05		0,3×2
Т4-2			17,5			0,06		0,5×2
Т4-3			35			0,09		0,8×2
Т4-4			70,5			0,13		1,6×2
Т4-5	4,0	4512	141	3,6	125	0,18	100×2	3,5×2
Т4-6			282			0,26		6,5×2
Т4-7			564			0,36		14×2
Т4-8			1128			0,52		28×2
Т4-9			2256			0,72		60×2
Т4-10			9			0,03		0,3×2
Т4-11			17,5			0,05		0,5×2
Т4-12			35			0,06		0,8×2
Т4-13			70,5			0,09		1,6×2
Т4-14			141			0,13		3,5×2
Т4-15		9024	282	7,2	17,5	0,18	180×2	6,5×2
Т4-16			564			0,26		14×2
Т4-17			1128			0,36		28×2
Т4-18			2256			0,52		60×2
Т4-19			4512			0,72		120×2
Т6-1			9			0,25		0,3×2
Т6-2		141	17,5	0,11	34	0,36	2,6×2	0,5×2
Т6-3			35			0,50		0,9×2
Т6-4			70,5			0,71		1,8×2
Т6-5			9			0,18		0,3×2
Т6-6			17,5			0,25		0,5×2
Т6-7	6,0	282	35	0,22	50	0,36	5×2	0,9×2
Т6-8			70,5			0,50		1,8×2
Т6-9			141			0,71		3,6×2
Т6-10			9,0			0,13		0,3×2
Т6-11			17,5			0,18		0,5×2
Т6-12			35			0,25		0,9×2
Т6-13			70,5			0,36		1,8×2
Т6-14		574	141	0,45	68	0,50	10×2	3,6×2
Т6-15			282			0,71		7×2
Т6-16		1128	9	0,9	100	0,09	22×2	0,3×2

Продолжение табл. 6.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Т6-17			17,5			0,13		0,5×2
Т6-18		1128	35	0,9	100	0,18	22×2	0,9×2
Т6-19			70,5			0,25		1,8×2
Т6-20			141			0,36		3,6×2
Т6-21			282			0,50	22×2	7×2
Т6-22			564			0,71		14×2
Т6-23			9			0,06		0.3×2
Т6-24			17,5			0,09		0,5×2
Т6-25			35			0,13		0,9×2
Т6-26	6,0	2256	70,5	1,8	136	0,18	40×2	1,8×2
Т6-27			141			0,25		3,6×2
Т6-28			282			0,36		7×2
Т6-29			564			0,50		14×2
Т6-30			1128			0,71		28×2
Т25-1			17,5			0,21		0,2×2
Т25-2			35			0,30		0,4×2
Т25-3			70,5			0,42		0.8×2
Т25-4			141			0,60		1,7×2
Т25-5	25,0	400	282	0,32	100	0,84	2,8×2	3,4×2
Т25-6			564			1,20		6,9×2
Т25 7			1128			1,70		15×2
Т25-8			2256			2,40		28×2
Т25-9			4512			3,40		71×2
Т25-10			9024			4,80		121×2

6.1.4. Выходные согласующие трансформаторы

Выходные согласующие трансформаторы имеют три вида принципиальных схем.

Трансформаторы ТОТ1...ТОТ35 имеют электрическую схему, представленную на рис. 6.10*а*. Эти трансформаторы имеют первичную (выводы *1—3*) и вторичную (выводы *4—6*) обмотки, каждая из которых состоит из двух одинаковых полуобмоток (*1—2, 2—3* и *4—5, 5—6*).

Трансформаторы ТОТ1...ТОТ35 рассчитаны на подключение четырнадцати значений нагрузки: семь — к одной полуобмотке (выводы *4—5*) и семь — к целой обмотке (выводы *4—6*). Значения сопротивлений подключаемой нагрузки лежат в пределах от 4 до 4000 Ом.

35 трансформаторов поделены на 5 серий по 7 трансформаторов в каждой. Каждая серия имеет следующие общие электрические параметры: входное сопротивление, сопротивление постоянному току первичной обмотки, индуктивность первичной обмотки и рассеивания, максимальное напряжение первичной обмотки. Внутри серии различными являются число витков и сопротивления постоянному току вторичной обмотки, а также сопротивления подключаемой нагрузки.

Таблица 6.7. **Типы сердечников и масса выходных согласующих трансформаторов ТОТ**

Типономинал трансформатора	Тип и размеры сердечника, мм	Масса трансформатора, г
ТОТ1...ТОТ35	ШВ3×4	9
ТОТ36...ТОТ60	ШВ4×4	18
ТОТ61...ТОТ85	ШВ4×8	27
ТОТ86...ТОТ129	ША6×8	45
ТОТ130...ТОТ153	ША8×10	100
ТОТ154...ТОТ189	ША10×10	280

Трансформаторы ТОТ36...ТОТ105 имеют электрическую схему, приведенную на рис. 6.10*б*. Обмотки 1—2 и 2—4 имеют одинаковое число витков, при этом обмотка *2—4*, в свою очередь, поделена выводом *3* также пополам. Аналогично выполнена вторичная обмотка.

Трансформаторы ТОТ36...ТОТ105 рассчитаны на подключение пятнадцати значений нагрузки (по пять к выводам *5—6*; *5—7* и *5—8*) от 4 до 4000 Ом. 70 трансформаторов поделены на 14 серий, по 5 трансформаторов в серии.

Трансформаторы ТОТ106...ТОТ189 имеют ту же электрическую схему, что и трансформаторы ТОТ36...ТОТ105, однако соотношение витков обмоток у них другое. Если обозначить число витков обмотки 1—2 через n_{1-2}, то $n_{1-3} = 1{,}5\ n_{1-2}$; $n_{1-4} = 2\ n_{1-2}$. Соответственно для вторичной обмотки имеем $n_{5-6} = 1{,}4\ n_{1-2}$; $n_{6-7} = 0{,}3\ n_{1-2}$; $n_{7-8} = 0{,}3\ n_{1-2}$.

Трансформаторы ТОТ106...ТОТ189 рассчитаны на подключение восемнадцати значений нагрузки (по шесть к выводам *5—6*, *5—7* и *5—8*) в диапазоне от 4 до 1440 Ом. 84 трансформатора поделены также на 14 серий, но по 6 трансформаторов в серии.

Каждая серия трансформаторов ТОТ36...ТОТ189 имеет те же, что и у трансформаторов ТОТ1...ТОТ35, общие электрические параметры. Дополнительно для ряда серий трансформаторов ТОТ36...ТОТ189 указывается допустимая постоянная составляющая тока обмоток (ток подмагничивания). Внутри серии различными являются число витков и сопротивления постоянному току вторичной обмотки, а также сопротивления подключаемой нагрузки.

Трансформаторы ТОТ202...ТОТ219 имеют электрическую схему, приведенную на рис. 6.10*в*. У этих трансформаторов первичная обмотка состоит из двух одинаковых полуобмоток, а число витков вторичной обмотки распределено таким образом, что $n_{5-6} = 0{,}7\ n_{1-2}$, $n_{6-7} = 0{,}14\ n_{1-2}$; $n_{7-8} = 0{,}26\ n_{1-2}$. Трансформаторы ТОТ202...ТОТ219 рассчитаны на подключение восемнадцати значений нагрузки (по шесть к выводам *5—6*, *5—7* и *5—8*) в диапазоне от 4 до 1440 Ом.

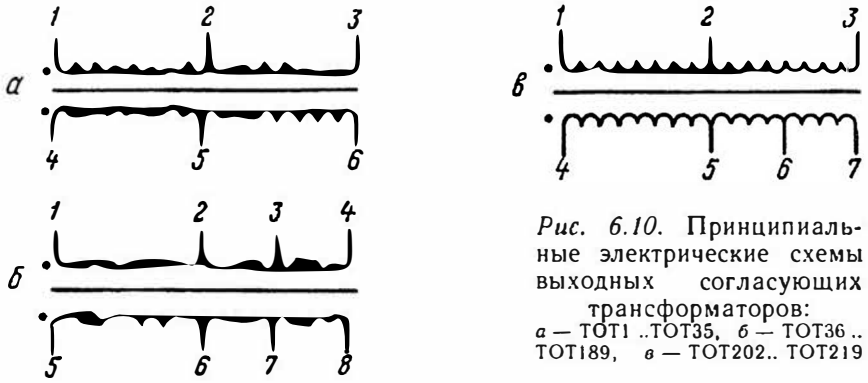


Рис. 6.10. Принципиальные электрические схемы выходных согласующих трансформаторов:
а — ТОТ1 ..ТОТ35, *б* — ТОТ36 .. ТОТ189, *в* — ТОТ202.. ТОТ219

Трансформаторы ТОТ202...ТОТ219 выпускаются тремя сериями, по 6 трансформаторов в серии. Каждая серия имеет те же общие электрические параметры, что и трансформаторы ТОТ36...ТОТ189. У различных трансформаторов одной серии ТОТ202...ТОТ219 различными являются число витков и сопротивления постоянному току вторичной обмотки, а также сопротивления подключаемой нагрузки.

Трансформаторы ТОТ1...ТОТ35 монтируются на печатной плате с помощью распайки выводов без дополнительного крепления. Трансформаторы ТОТ36...ТОТ60 дополнительно крепятся двумя винтами М2×10. Остальные трансформаторы имеют дополнительные отверстия для крепления к печатной плате.

Расположение выводов трансформаторов ТОТ такое, как у трансформаторов ТВТ. Выводы трансформатора располагаются на боковой поверхности, первый вывод маркируется красной точкой и располагается в левом верхнем углу. Нумерация остальных выводов производится по часовой стрелке со стороны монтажа.

Трансформаторы ТОТ имеют магнитопроводы броневой конструкции из железоникелевого сплава 50Н.

Конструктивное исполнение выходных трансформаторов ТОТ показано на рис. 6.11...6.13, а габаритные и установочные размеры приведены в табл. 6.8.

Общими параметрами для всех 207 типономиналов трансформаторов ТОТ являются:

1. Диапазон мощностей, В·А . . . . . 0,025...25
2. Коэффициент полезного действия, % . 85
3. Диапазон эффективно воспроизводимых частот по уровню ±2 дБ, Гц . . . 300...10 000
4. Коэффициент нелинейных искажений в пределах полосы 300...10 000 Гц, % . не более 5

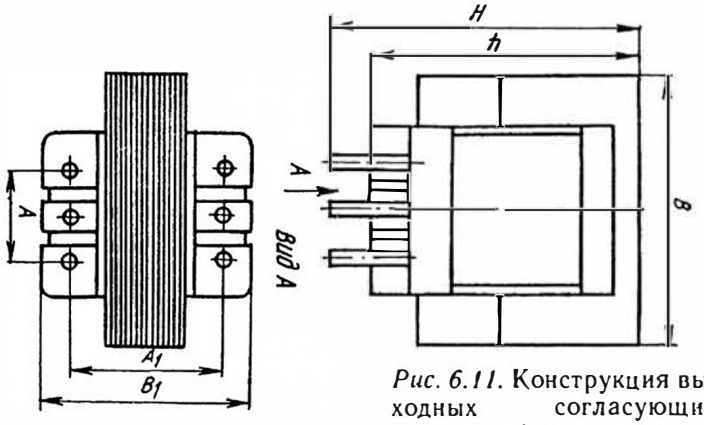


Рис. 6.11. Конструкция выходных согласующих трансформаторов ТОТ1...ТОТ35

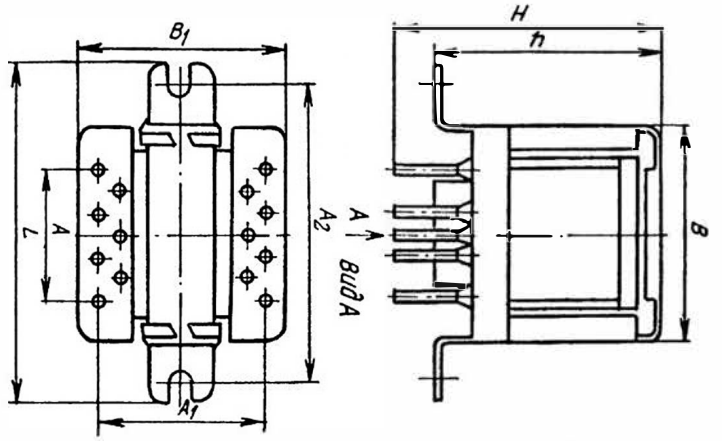


Рис. 6.12. Конструкция выходных согласующих трансформаторов ТОТ36...ТОТ153

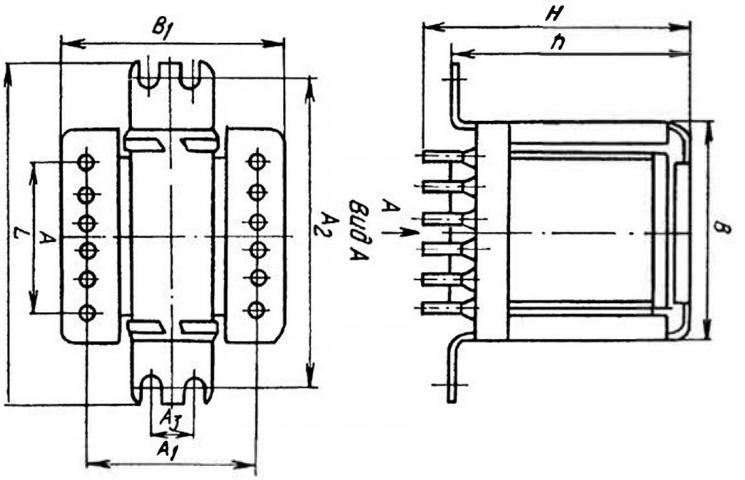


Рис. 6.13. Конструкция выходных согласующих трансформаторов ТОТ154...ТОТ189, ТОТ202...ТОТ219

Таблица 6.8. **Габаритные и установочные размеры выходных согласующих трансформаторов ТОТ**

Типономинал трансформатора	Номер рисунка	Размеры, мм								
		A	A_1	A_2	A_3	*B*	B_1	*L*	*H*	*h*
ТОТ1...ТОТ35	6.11	6	9	—	—	15	14	—	22	15
ТОТ36...ТОТ60	6.7	9	12	25	—	22	17	30	22,5	19
ТОТ61...ТОТ85	6.7	9	15	25	—	22	21	30	25,5	19
ТОТ86...ТОТ129	6.7	9	18	34	—	27	23	40	32,5	26
ТОТ130...ТОТ153	6.7	18	24	42	—	36	31	48	39,5	33
ТОТ154...ТОТ189	6.8	24	36	52	10	46	43	56	47	40
ТОТ202...ТОТ219	6.8	27	45	58	12	52	52	66	54,5	48

5 Максимальная амплитуда переменного входного сигнала, В . . . . . не более 140
6 Асимметрия напряжений на обмотках с одинаковым числом витков, % . . . не более 3
7. Диапазон входных сопротивлений, Ом . 13...22 000
8. Диапазон сопротивлений подключаемых нагрузок, Ом . . . . . 4...4000
9. Сопротивление изоляции между обмотками, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом, МОм . . . . . не менее 100

Электрические параметры для отдельных серий и типономиналов трансформаторов ТОТ приведены в табл. 6.9...6.11.

Таблица 6.9 **Основные электрические и конструкционные параметры выходных трансформаторов ТОТ1...ТОТ35**

Типономинал трансформатора	Входное сопротивление, Ом		Сопротивление нагрузки, Ом		Сопротивление обмоток постоянному току, Ом		Индуктивность, Гн		Максимальное напряжение первичной обмотки, В	Число витков первичной обмотки	Коэффициент трансформации
	Выводы обмоток										
	1—2	1—3	4—5	4—6	первичной	вторичной	первичной	рассеивания			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТОТ1			4	16		0,8×2					0,12
ТОТ2			8	32		1,4×2					0,17
ТОТ3			64	256		13×2					0,48
ТОТ4	360	1440	125	500	70×2	27×2	0,5	0,034	3×2	380×2	0,68
ТОТ5			250	1000		63×2					0,96
ТОТ6			500	2000		120×2					1,35
ТОТ7			1000	4000		273×2					1,90
ТОТ8			4	16		0,8×2					0,085
ТОТ9			8	32		1,4×2					0,12
ТОТ10			64	256		13×2					0,34
ТОТ11	720	2880	125	500	143×2	27,2	1,0	0,07	4,2×2	535	0,48
ТОТ12			250	1000		63×2					0,68
ТОТ13			500	2000		120×2					0,96
ТОТ14			1000	4000		273×2					1,35
ТОТ15			4	16		0,8×2					0,061
ТОТ16			8	32		1,4×2					0,087
ТОТ17			64	256		13×2					0,240
ТОТ18	1400	5600	125	500	312×2	27×2	2,0	0,13	5,7×2	750×2	0,340
ТОТ19			250	1000		63×2					0,480
ТОТ20			500	2000		120×2					0,680

Продолжение табл. 6.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТОТ21			1000	4000		273×2					0,960
ТОТ22			4	16		0,8×2					0,043
ТОТ23			8	32		1,4×2					0,061
ТОТ24			64	256		13×2					0,170
ТОТ25	2800	11 200	125	500	440×2	27×2	3,8	0,25	8×2	1060×2	0,240
ТОТ26			250	1000		63×2					0,340
ТОТ27			500	2000		120×2					0,480
ТОТ28			1000	4000		273×2					0,680
ТОТ29			4	16		0,8×2					0,030
ТОТ30			8	32		1,4×2					0,043
ТОТ31			64	256		13×2					0,120
ТОТ32	5600	22 400	125	500	1100×2	27×2	7,8	0,50	11×2	1500×2	0,170
ТОТ33			250	1000		63×2					0,240
ТОТ34			500	2000		120×2					0,340
ТОТ35			1000	4000		273×2					0,48

Таблица 6.10. **Основные электрические и конструкционные параметры выходных трансформаторов ТОТ36...ТОТ189**

Типономинал трансформатора	Входное сопротивление, Ом			Сопротивление нагрузки, Ом			Сопротивление обмоток постоянному току, Ом		Индуктивность обмоток, Гн		Первичная обмотка		Коэффициент трансформации
	Выводы обмоток						первичной	вторичной	первичной	рассеивания	максимальное напряжение, В	Число витков	
	1—2	1—3	1—4	5—6	5—7	5—8							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТОТ36				4	9	16		0,6×2					0,107
ТОТ37				32	72	128		4,5×2					0,300
ТОТ38	425	950	1700	64	142	256	34×2	8,4×2	0,50	0,034	6,5×2	420×2	0,420
ТОТ39				512	1125	2000		71×2					1,20
ТОТ40				1020	2250	4000		162×2					1,60
ТОТ41				4	9	16		0,6×2					0,090
ТОТ42				32	72	128		4,5×2					0,250
ТОТ43	590	1350	2400	64	142	256	65×2	8,4×2	0,70	0,05	7,5×2	500×2	0,350
ТОТ44				512	1125	2000		71×2					1,00
ТОТ45				1020	2250	4000		162×2					1,30
ТОТ46				4	9	16		0,6×2					0.075
ТОТ47				32	72	128		4,5×2					0,210
ТОТ48	835	1900	3300	64	142	256	104×2	8,4×2	1,0	0,07	9×2	600	0,290
ТОТ49				512	1125	2000		71×2					0,830
ТОТ50				1020	2250	4000		162×2					1 10
ТОТ51				4	9	16		0,6×2					0,062
ТОТ52				32	72	128		4,5×2					0,175
ТОТ53	1200	2760	4600	64	142	256	169×2	8,4×2	1,40	0,10	10×2	720×2	0,240
ТОТ54				512	1125	2000		71×2					0,70
ТОТ55				1020	2250	4000		162×2					0,92

Продолжение табл. 6.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТОТ56				4	9	16		0,6×2					0,052
ТОТ57				32	72	128		4,5×2					0,145
ТОТ58	17 000	3800	6500	64	142	256	286×2	8,4×2	2,00	0,13	12×2	860×2	0,204
ТОТ59				512	1125	2000		71×2					0,508
ТОТ60				1020	2250	4000		162×2					0,770
ТОТ61				4	9	16		0,4×2					0,105
ТОТ62				32	72	128		3×2					0,300
ТОТ63	425	950	1700	64	142	256	35×2	6×2	0,50	0,034	10×2	330×2	0,420
ТОТ64				512	1125	2000		60×2					1,20
ТОТ65				1020	2250	4000		123×2					1,60
ТОТ66				4	9	16		0,4×2					0,090
ТОТ67				32	72	128		3×2					0,250
ТОТ68	590	1350	2400	64	142	256	58×2	6×2	0,7	0,05	12×2	400×2	0,350
ТОТ69				512	1125	2000		60×2					1,00
ТОТ70				1020	2250	4000		123×2					1,30
ТОТ71				4	9	16		0,4×2					0,075
ТОТ72				32	72	128		3×2					0,210
ТОТ73	835	1900	3300	64	142	256	103×2	6×2	1,0	0,07	14×2	480×2	0,290
ТОТ74				512	1125	2000		60×2					0,830
ТОТ75				1020	2250	4000		123×2					1,10
ТОТ76				4	9	16		0,4×2					0,068
ТОТ77				32	72	128		3×2					0,170
ТОТ78	1200	2700	4600	64	142	256	202×2	6×2	1,4	0,10	17×2	580×2	0,240
ТОТ79				512	1125	2000		60×2					0,690
ТОТ80				1020	2250	4000		123×2					0,900
ТОТ81				4	9	16		0,4×2					0,050
ТОТ82				32	72	128		3×2					0,145

Продолжение табл. 6.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТОТ83	1700	3800	6500	64	142	256	423×2	6×2	2,0	0,13	21×2	700×2	0,200
ТОТ84				512	1125	2000		60×2					0,570
ТОТ85				1020	2250	4000		123×2					0,760
ТОТ86				4	9	16		0,45×2					0,106
ТОТ87				32	72	128		4×2					0,300
ТОТ88	425	950	1700	64	142	256	50×2	8×2	0,60	0,034	16×2	530×2	0,420
ТОТ89				512	1125	2000		65×2					1,10
ТОТ90				1020	2250	4000		130×2					1,60
ТОТ91				4	9	16		0,45×2					0,90
ТОТ92				32	72	128		4×2					0,250
ТОТ93	590	1350	2400	64	142	256	70×2	8×2	0,85	0,05	19×2	630×2	0,350
ТОТ94				512	1125	2000		65×2					1,00
ТОТ95				1020	2250	4000		130×2					1,40
ТОТ96				4	9	16		0,45×2					0,075
ТОТ97				32	72	128		4×2					0,210
ТОТ98	835	1900	3300	64	142	256	105×2	8×2	1,15	0,07	22×2	736×2	0,290
ТОТ99				512	1125	2000		65×2					0,830
ТОТ100				1020	2250	4000		130×2					1,16
ТОТ101				4	9	16		0,45×2					0,062
ТОТ102				32	72	128		4×2					0,175
ТОТ103	1200	2750	4600	64	142	256	150×2	8×2	1,6	0,10	27×2	870×2	0,240
ТОТ104				512	1125	2000		65×2					0,690
ТОТ105				1020	2250	4000		130×2					0,960
ТОТ106				4	5,6	8		0,65					0,130
ТОТ107				11,2	16	22,4		1,8					0,210
ТОТ108	150	330	590	32	45	64	18×2	5	0,22	0,012	12×2	350×2	0,350
ТОТ109				90	126	180		14,5					0,600

Продолжение табл. 6.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TOT110				256	360	512		48					1,00
TOT111				720	1020	1440		125					1,70
TOT112				4	5,6	8		0,65					0,108
TOT113				11,2	16	22,4		1,8					0,175
TOT114	210	475	850	32	45	64	23×2	5	0,30	0,017	14×2	400×2	0,300
TOT115				90	126	180		14,5					0,500
TOT116				256	360	512		48					0,860
TOT117				720	1020	1440		125					1,40
TOT118				4	5,6	8		0,65					0,09
TOT119	300	600	1175	11,2	16	22,4	30×2	1,8	0,41	0,024	17×2	450×2	0,150
TOT120				32	45	64		5					0,250
TOT121				90	126	180		14,5					0,420
TOT122				256	360	512		48					0.720
TOT123				720	1020	1440		125					1.20
TOT124				4	5,6	8		0,65					0.076
TOT125				11,2	16	22,4		1,8					0,120
TOT126	425	950	1700	32	45	64	45×2	5	0,60	0,034	21×2	550×2	0,210
TOT127				90	126	180		14,5					0:360
TOT128				256	360	512		48					0,600
TOT129				720	1020	1440		125					1,000
TOT130				4	5,6	8		0,3					0.150
TOT131				11,2	16	22,4		0,85					0,244
TOT132	106	240	425	32	45	64	6×2	2,5	0,13	0,008	16×2	230×2	0,430
TOT133				90	126	180		6,7					0,720
TOT134				256	360	512		19,5					1,22
TOT135				720	1020	1440		57					2,07
TOT136				4	5,6	8		0,3					0,123

Продолжение табл. 6.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТОТ137				11,2	16	22,4		0,85					0,200
ТОТ138	150	330	590	32	45	64	10,2×2	2,5	0,18	0,012	19×2	280×2	0,350
ТОТ139				90	126	180		6,7					0,590
ТОТ140				256	360	512		19,5					1,00
ТОТ141				720	1020	1440		57					1,70
ТОТ142				4	5,6	8		0,3					0,105
ТОТ143				11,2	16	22,4		0,85					0,170
ТОТ144	210	475	850	32	45	64	14,6×2	2,5	0,25	0,017	22×2	330×2	0,300
ТОТ145				90	126	180		6,7					0,500
ТОТ146				256	360	512		19,5					0,850
ТОТ147				720	1020	1440		57					1 44
ТОТ148				4	5,6	8		0,3					0,087
ТОТ149				11,2	16	22,4		0,85					0,114
ТОТ150	300	660	1175	32	45	64	22×2	2,5	0,35	0,024	27×2	400×2	0,224
ТОТ151				90	126	180		6,7					0,410
ТОТ152				256	360	512		19.5					0,700
ТОТ153				720	1020	1440		57					1 19
ТОТ154				4	5,6	8		0,3					0,250
ТОТ155				11,2	16	22,4		0,86					0,420
ТОТ156	38	85	150	32	45	64	1,2×2	2,5	0,045	0,034	19×2	130×2	0,690
ТОТ157				90	126	180		6,7					1 15
ТОТ158				256	360	512		20,8					2,00
ТОТ159				720	1020	1440		65					3,30
ТОТ160				4	5,6	8		0,3					0,208
ТОТ161				11,2	16	22,4		0,86					0,305
ТОТ162	53	118	210	32	45	64	1 7×2	2,5	0,06	0,0045	22×2	156×2	0,580
ТОТ163				90	126	180		6,7					0 970

Продолжение табл. 6 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТОТ164				256	360	512		20,8					1,67
ТОТ165				720	1020	1440		65					2,76
ТОТ166				4	5,6	8		0,3					0,175
ТОТ167				11,2	16	22,4		0,86					0,300
ТОТ168	74	167	296	32	45	64	2,1×2	2,5	0,09	0,006	27×2	186×2	0,480
ТОТ169				90	126	180		6,7					0,810
ТОТ170				256	360	512		20,8					1,40
ТОТ171				720	1020	1440		65					2,30
ТОТ172				4	5,6	8		0,3					0,145
ТОТ173				11,2	16	22,4		0,86					0,246
ТОТ174	106	240	425	32	45	64	3,6×2	2,5	0,13	0,080	32×2	224×2	0,400
ТОТ175				90	126	180		6,7					0,670
ТОТ176				256	360	512		20,8					1,16
ТОТ177				720	1020	1440		65					1,90
ТОТ178				4	5,6	8		0,3					0,122
ТОТ179				11,2	16	22,4		0,86					0,204
ТОТ180	150	330	590	32	45	64	5,6×2	2,5	0,18	0,012	40×2	270×2	0,330
ТОТ181				90	126	180		6,7					0,560
ТОТ182				256	360	512		20,8					0,960
ТОТ183				720	1020	1440		65					1,60
ТОТ184				4	5,6	8		0,3					0,100
ТОТ185				11,2	16	22,4		0,86					0,170
ТОТ186	210	475	850	32	45	64	7,8×2	2,5	0,18	0,017	48×2	325×2	0,276
ТОТ187				90	126	180		6,7					0,460
ТОТ188				256	360	512		20,8					0,800
ТОТ189				720	1020	1440		65					1,32

Таблица 6.11. **Основные электрические и конструкционные параметры выходных трансформаторов ТОТ202...ТОТ219**

Типономинал трансформатора	Входное сопротивление, Ом		Сопротивление нагрузки, Ом			Сопротивление обмоток постоянному току, Ом		Индуктивность, Гн		Максимальное напряжение первичной обмотки, В	Число витков первичной обмотки	Коэффициент трансформации
	Выводы обмоток					первичной	вторичной	первичной	рассеивания			
	1—2	1—3	4—5	4—6	4—7							
ТОТ202			4	5,6	8		0,23					0,42
ТОТ203			11,2	16	22,4		0,6					0,70
ТОТ204	13	53	32	45	64	0,34×2	1,7	0,017	0,0017	19×2	75×2	1,20
ТОТ205			90	126	180		5,6					2,00
ТОТ206			256	360	512		17					3,40
ТОТ207			720	1020	1440		49					5,78
ТОТ208			4	5,6	8		0,23					0,35
ТОТ209			11,2	16	22,4		0,6					0,60
ТОТ210	19	75	32	45	64	0,5×2	1,7	0,025	0,0025	22×2	90×2	1,00
ТОТ211			90	126	180		5,6					1,70
ТОТ212			256	360	512		17					2,84
ТОТ213			720	1020	1440		49					4,80
ТОТ214			4	5,6	8		0,23					0,30
ТОТ215			11,2	16	22,4		0,6					0,50
ТОТ216	26,5	106	32	45	64	0,8×2	1,7	0,035	0,0035	27×2	110×2	0,85
ТОТ217			90	126	180		5,6					1,42
ТОТ218			256	360	512		17					2,40
ТОТ219			720	1020	1440		49					4,00

6.2. МАЛОГАБАРИТНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ДЛЯ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА

6.2.1. Общие сведения

Малогабаритные импульсные трансформаторы предназначены для работы в импульсных устройствах радиоэлектронной аппаратуры. В справочнике приводятся сведения об импульсных трансформаторах двух типов: ТИ и ТИМ.

Трансформаторы типа ТИ работают с импульсами длительностью от 0,5 мкс до 100 мкс и амплитудой до 50 В, а трансформаторы типа ТИМ — с импульсами длительностью 0,02... 100 мкс и амплитудой до 30 В.

Трансформаторы унифицированы по конструкции и составляют параметрический ряд, в который входят 350 типономиналов трансформаторов ТИ и 252 типономинала трансформаторов ТИМ.

Импульсные трансформаторы ТИ и ТИМ изготавливаются промышленностью в исполнении, пригодном для эксплуатации во всех климатических районах.

Конструкция трансформаторов разработана специально для печатного монтажа. Выводы трансформаторов пропускают в отверстия печатной платы, подгибают вдоль печатных проводников на 1,5...3 мм и припаивают. Расположены выводы трансформаторов по окружности (как у ламп), имеется ключ в виде удлиненного на 2 мм первого вывода и дополнительная маркировка этого вывода. Отчет выводов производится по часовой стрелке со стороны монтажа. Общее число выводов восемь. Максимальное число обмоток четыре.

Сердечниками импульсных трансформаторов являются пермаллоевые и ферритовые кольца.

Конструкция трансформаторов цилиндрическая, корпус — металлический (рис. 6.14). Габаритные размеры и масса трансформаторов увеличивается с ростом номера типономинала.

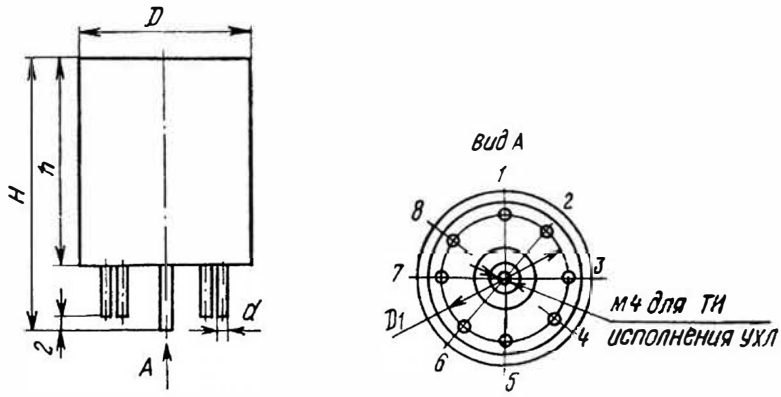


Рис. 6.14. Конструкция малогабаритных импульсных трансформаторов ТИ и ТИМ

В зависимости от числа вторичных обмоток различают три вида трансформаторов: с одной, двумя и тремя вторичными обмотками. У трансформаторов одного и того же вида соотношение числа витков между обмотками различное. Электрические схемы трансформаторов с нумерацией выводов приведены на рис. 6.15.

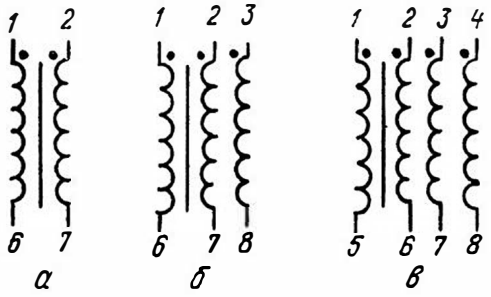


Рис. 6.15. Принципиальные электрические схемы малогабаритных импульсных трансформаторов ТИ и ТИМ:
а — с одной вторичной обмоткой 2—7, *б* — с двумя вторичными обмотками 2—7 и 3—8; *в* — с тремя вторичными обмотками 2—6, 3—7 и 4—8

В конструкторской документации обозначение трансформатора включает: слово «трансформатор», его тип (ТИ или ТИМ) и порядковый номер.

Для трансформаторов типа ТИМ указывается буква В, обозначающая всеклиматическое исполнение. Пример условного обозначения трансформаторов: «Трансформатор ТИ50» или «Трансформатор ТИМ50В». На корпусе трансформатора слово «трансформатор» не пишется.

Электрическими параметрами трансформаторов являются: длительность входного импульса, длительность фронта выходного импульса, частота следования входных импульсов, максимальная амплитуда входного импульса по напряжению, наибольшее значение тока подмагничивания.

Условия эксплуатации импульсных трансформаторов следующие:

1. Температура окружающей среды, °С . . . . . −60 .. +85
2. Относительная влажность воздуха при +40 °С, % . . . . . до 98
3. Атмосферное давление, мм рт. ст.:
   повышенное . . . . . до 2200
   пониженное:
   для трансформаторов ТИ . . . до 5
   для трансформаторов ТИМ . . . до 10^{-6}
4. Циклическое воздействие температур, °С . . . . . −60 .. +85
5. Вибрации в диапазоне частот 5 .. 5000 Гц с ускорением, g . . . . до 40
6. Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс с ускорением, g . . . . до 1000
7. Многократные удары длительностью 1...3 мс с ускорением, g . . . . . до 150
8. Линейные нагрузки с ускорением, g . до 150
9. Срок службы, тыс. ч. . . . . не менее 10

10. Сопротивление изоляции между обмотками в нормальных климатических условиях, МОм:
для трансформаторов ТИМ . . . . . не менее 25
для трансформаторов ТИ . . . . . не менее 50

6.2.2. Импульсные трансформаторы типа ТИ

Импульсные трансформаторы типа ТИ выпускаются сериями на определенную длительность импульса. Каждая серия имеет определенный типоразмер. Всего таких типоразмеров четырнадцать. Три серии отведены на длительность импульса 0,5 мкс, каждая из остальных 11 серий рассчитана на одну длительность импульса. Таким образом, трансформаторы ТИ рассчитаны на 12 значений длительности импульса.

Серия трансформаторов включает 25 типономиналов. Первые 6 имеют одну вторичную обмотку, следующие 10 — две и 9 последних — три вторичные обмотки. Соотношение числа витков первичной и вторичной обмоток у различных типономиналов серии различное.

Трансформаторы, имеющие одинаковое соотношение числа витков между обмотками, но рассчитанные на различную длительность импульса, составляют ряд. Нумерация трансформаторов в рядах производится в соответствии с выражением $a + 25(b - 1)$, где a — номер типономинала трансформатора в серии (от 1 до 25) и b — номер серии (от 1 до 14).

В трансформаторах ТИ используются пермаллоевые сердечники без дополнительного крепления (ТИ1...ТИ200) и с дополнительным креплением винтом М4 (ТИ201...ТИ350).

Основные параметры трансформаторов ТИ приводятся в трех таблицах. В табл. 6.12 приведены габаритные и установочные размеры трансформаторов, в табл. 6.13 — соотношение числа витков между обмотками и в табл. 6.14 — основные электрические параметры.

Таблица 6.12. **Габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТИ**

Типономинал трансформатора	Число вторичных обмоток	Размеры, мм					Масса, г
		D	D_1	d	H	h	
1	2	3	4	5	6	7	8
ТИ1...ТИ6	1	10,6	5	0,6	18,8	8,8	2,0
ТИ7...ТИ16	2						
ТИ17...ТИ25	3						
ТИ26...ТИ31	1				20,3	10,3	2,5
ТИ32...ТИ41	2						
ТИ42...ТИ50	3						
ТИ51...ТИ56	1				19,8	9,8	2,5
ТИ57...ТИ66	2						

Продолжение табл. 6.12

1	2	3	4	5	6	7	8
ТИ67.. ТИ75	3	12,6	7,5	0,8			
ТИ76 ..ТИ81	1						
ТИ82...ТИ91	2				22,0	12,0	4,0
ТИ92...ТИ100	3						
ТИ101...ТИ106	1						
ТИ107...ТИ111	2				23,5	13,5	7,0
ТИ117...ТИ125	3	15,3	7,5	0,8			
ТИ126...ТИ131	1						
ТИ132...ТИ141	2				26,5	16,5	10,0
ТИ142 . ТИ150	3						
ТИ151...ТИ156	1						
ТИ157 .ТИ166	2				25,0	15,0	11,0
ТИ167...ТИ175	3	17,6	10,0	0,8			
ТИ176...ТИ181	1						
ТИ182 ..ТИ191	2				29,0	19,0	20,0
ТИ192...ТИ200	3						
ТИ201...ТИ206	1						
ТИ207...ТИ216	2				32,5	20,5	25,0
ТИ217...ТИ225	3	21,9	15,0	1,0			
ТИ226...ТИ231	1						
ТИ232...ТИ241	2				34,5	22,5	30,0
ТИ242...ТИ250	3						
ТИ251...ТИ256	1						
ТИ257...ТИ266	2				35,7	23,7	35,0
ТИ267...ТИ275	3	26,8	20,0	1,0			
ТИ276...ТИ281	1						
ТИ282...ТИ291	2				41,7	29,7	65,0
ТИ292...ТИ300	3						
ТИ301...ТИ306	1						
ТИ307...ТИ316	2				37,8	25,8	65,0
ТИ317...ТИ325	3	31,3	25,0	1,0			
ТИ326...ТИ331	1						
ТИ332...ТИ341	2				41,8	29,8	75,0
ТИ342...ТИ350	3						

Таблица 6.13. **Соотношение числа витков обмоток трансформаторов ТИ**

Номер ряда	Номер серии														Соотношение числа витков обмоток
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	1	26	51	76	101	126	151	176	201	226	251	276	301	326	1 1
2	2	27	52	77	102	127	152	177	202	227	252	277	302	327	2 1
3	3	28	53	78	103	128	153	178	203	228	253	278	303	328	3 1
4	4	29	54	79	104	129	154	179	204	229	254	279	304	329	5 1
5	5	30	55	80	105	130	155	180	205	230	255	280	305	330	5:2
6	6	31	56	81	106	131	156	181	206	231	256	281	306	331	5 3
7	7	32	57	82	107	132	157	182	207	232	257	282	307	332	1 1 1
8	8	33	58	83	108	133	158	183	208	233	258	283	308	333	2 1 1
9	9	34	59	84	109	134	159	184	209	234	259	284	309	334	2:2 1
10	10	35	60	85	110	135	160	185	210	235	260	285	310	335	3 1 1
11	11	36	61	86	111	136	161	186	211	236	261	286	311	336	3:2 1
12	12	37	62	87	112	137	162	187	212	237	262	287	312	337	3:3·1
13	13	38	63	88	113	138	163	188	213	238	263	288	313	338	5 1 1
14	14	39	64	89	114	139	164	189	214	239	264	289	314	339	5:2 1
15	15	40	65	90	115	140	165	190	215	240	265	290	315	340	5:3 1
16	16	41	66	91	116	141	166	191	216	241	266	291	316	341	5:5 1
17	17	42	67	92	117	142	167	192	217	242	267	292	317	342	1 1 1 1
18	18	43	68	93	118	143	168	193	218	243	268	293	318	343	2:2·1 1
19	19	44	69	94	119	144	169	194	219	244	269	294	319	344	3 1 1 1
20	20	45	70	95	120	145	170	195	220	245	270	295	320	345	3:3 1 1
21	21	46	71	96	121	146	171	196	221	246	271	296	321	346	3:3:3 1
22	22	47	72	97	122	147	172	197	222	247	272	297	322	347	5:2:2 1
23	23	48	73	98	123	148	173	198	223	248	273	298	323	348	5:3:3 1
24	24	49	74	99	124	149	174	199	224	249	274	299	324	249	5:3:3:2
25	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	5:5:2:2

Таблица 6.14. **Электрические параметры импульсных трансформаторов типа ТИ**

Типономинал трансформатора	Длительность импульса, мкс	Амплитуда импульса на первичной обмотке, В	Частота следования импульсов, кГц	Длительность фронта выходного импульса, мкс	Ток намагничивания, не более, мА
ТИ1.. ТИ25	0,5	20	30	0,10	80
ТИ26 ..ТИ50					60
ТИ51...ТИ75	1,0	30	100	0,12	30
ТИ76.. ТИ100				0,15	
ТИ101...ТИ125	2,0		50	0,20	
ТИ126...ТИ150	3,0		30	0,25	
ТИ151 ..ТИ175	5,0		20	0,30	
ТИ176 ..ТИ200	10		10	0,80	
ТИ201...ТИ225	16		6,0		
ТИ226...ТИ250	20		5,0	1,2	
ТИ251...ТИ275	40		2,5	1,5	
ТИ276...ТИ300	60		2,0		
ТИ301...ТИ325	80		1,0	1,8	
ТИ326...ТИ350	100			2,0	

6.2.3. Импульсные трансформаторы типа ТИМ

Импульсные трансформаторы ТИМ выпускаются сериями на определенную длительность импульса. Каждая серия имеет определенный типоразмер, всего таких типоразмеров девять. Трансформаторы рассчитаны на 12 значений длительности импульса от 0,02 мкс до 100 мкс.

Серия трансформаторов ТИМ включает 21 типономинал, из которых первые 4 типономинала имеют одну вторичную обмотку, следующие 9 типономиналов — две и последние 8 типономиналов — три вторичные обмотки. Соотношение числа витков первичной и вторичных обмоток у различных типономиналов серии различное.

Трансформаторы, имеющие одинаковое соотношение числа витков между обмотками, но рассчитанные на различную длительность импульса, составляют ряд. Нумерация трансформаторов ТИМ в рядах имеет особенности. Трансформаторы ТИМ1...ТИМ105 включают 5 серий, и их нумерация производится в соответствии с выражением $a + 21\,(b - 1)$, где a — номер типономинала в серии (от 1 до 21) и b — номер серии (от 1 до 6). Трансформаторы ТИМ111...ТИМ257 включают 7 серий, и их нумерация производится в соответствии с выражением $a + 21\,(b - 6)$, где a — номер типономинала в шестой серии (от 111 до 131), а b — номер серии (от 6 до 12).

В трансформаторах типа ТИМ используются ферритовые

(ТИМ1...ТИМ105) и пермаллоевые сердечники (ТИМ111. ТИМ257).

Основные параметры трансформаторов типа ТИМ приводятся в трех таблицах. В табл. 6.15 приводятся габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТИМ, в табл. 6.16 — соотношение числа витков обмоток, в табл. 6.17 — основные электрические параметры.

Таблица 6.15. **Габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТИМ**

Типономинал трансформаторов	Число вторичных обмоток	Размеры, мм					Масса, г
		D	D_1	*d*	*H*	*h*	
1	2	3	4	5	6	7	8
ТИМ1...ТИМ4	1						
ТИМ5...ТИМ13	2						
ТИМ14...ТИМ21	3						
ТИМ22...ТИМ25	1						
ТИМ26...ТИМ34	2						
ТИМ35...ТИМ42	3						
ТИМ43...ТИМ46	1						
ТИМ47...ТИМ55	2	9,6	7,0	0,5	7,4	5,1	0,8
ТИМ56...ТИМ63	3						
ТИМ64...ТИМ67	1						
ТИМ68...ТИМ76	2						
ТИМ77...ТИМ84	3						
ТИМ85...ТИМ88	1				7,9	6,5	1,2
ТИМ89...ТИМ97	2						
ТИМ98 ..ТИМ105	3						
ТИМ111...ТИМ114	1						
ТИМ115...ТИМ123	2						
ТИМ124...ТИМ131	3	12,4	9,5	0,5	7,4	5,6	1,7
ТИМ132...ТИМ135	1						
ТИМ136...ТИМ144	2						
ТИМ145...ТИМ152	3						
ТИМ153...ТИМ156	1						
ТИМ157...ТИМ165	2					5,6	1,7
ТИМ166...ТИМ173	3						
ТИМ174...ТИМ177	1						
ТИМ178...ТИМ186	2					7,2	2,2
ТИМ187...ТИМ194	3						
ТИМ195...ТИМ198	1						
ТИМ199...ТИМ207	2	15,0	12,0	0,6	8,4	8,7	4,0
ТИМ208...ТИМ215	3						
ТИМ216...ТИМ219	1					10,4	
ТИМ220...ТИМ228	2					11,6	
ТИМ229...ТИМ236	3						
ТИМ237...ТИМ240	1	17,7	14,5	0,8	8,4	10,4	8,0
ТИМ241...ТИМ249	2					11,6	
ТИМ250...ТИМ257	3						

Таблица 6.16. **Соотношение числа витков обмоток трансформаторов ТИМ**

Номер ряда	Номер серии												Соотношение числа витков обмоток
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	22	43	64	85	111	132	153	174	195	216	237	1:1
2	2	23	44	65	86	112	133	154	175	196	217	238	2:1
3	3	24	45	66	87	113	134	155	176	197	218	239	3:1
4	4	25	46	67	88	114	135	156	177	198	219	240	5:1
5	5	26	47	68	89	115	136	157	178	199	220	241	1:1:1
6	6	27	48	69	90	116	137	158	179	200	221	242	2:1:1
7	7	28	49	70	91	117	138	159	180	201	222	243	3:1:1
8	8	29	50	71	92	118	139	160	181	202	223	244	5:1:1
9	9	30	51	72	93	119	140	161	182	203	224	245	2:2:1
10	10	31	52	73	94	120	141	162	183	204	225	246	3:3:1
11	11	32	53	74	95	121	142	163	184	205	226	247	5:5:1
12	12	33	54	75	96	122	143	164	185	206	227	248	3:2:1
13	13	34	55	76	97	123	144	165	186	207	228	249	5:2:1
14	14	35	56	77	98	124	145	166	187	208	229	250	1:1:1:1
15	15	36	57	78	99	125	146	167	188	209	230	251	2:2:1:1
16	16	37	58	79	100	126	147	168	189	210	231	252	3:1:1:1
17	17	38	59	80	101	127	148	169	190	211	232	253	3:3:3:1
18	18	39	60	81	102	128	149	170	191	212	233	254	3:3:1:1
19	19	40	61	82	103	129	150	171	192	213	234	255	5:2:2:1
20	20	41	62	83	104	130	151	172	193	214	235	256	5:3:3:1
21	21	42	63	84	105	131	152	173	194	215	236	257	5:3:3:2

Примечание. Буквы ТИМ перед номерами типономиналов трансформаторов опущены.

Таблица 6.17. **Электрические параметры трансформаторов типа ТИМ**

Номер серии	Типономинал трансформаторов	Длительность импульса, мкс	Амплитуда импульсов на первичной обмотке, В	Частота следования импульсов, кГц	Длительность фронта импульса на вторичных обмотках при различных соотношениях витков, мкс					Ток намагничивания, не более, мА
					1:1	3:2 5:3	2:1	3:1 5:2	5:1	
1	ТИМ1...ТИМ21	0,2			0,004	0,006	0,008	0,010	0,020	
2	ТИМ22...ТИМ42	0,05			0,006	0,008	0,010	0,015	0,020	
3	ТИМ43...ТИМ63	0,10	10	100	0,012	0,015	0,020	0,020	0,030	15
4	ТИМ64...ТИМ84	0,20			0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	
5	ТИМ85...ТИМ105	0,50			0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	
6	ТИМ111...ТИМ131	1,0		30	0,040	0,050	0,080	0,100	0,150	
7	ТИМ132...ТИМ152	2,0		20	0,050	0,060	0,080	0,100	0,150	
8	ТИМ153...ТИМ173	5,0		6,0	0,100	0,120	0,120	0,150	0,250	
9	ТИМ174...ТИМ194	10	15	3,0	0,200	0,200	0,200	0,300	0,300	20

Продолжение табл. 6.17

Номер серии	Типономинал трансформаторов	Длительность импульса, мкс	Амплитуда импульсов на первичной обмотке, В	Частота следования импульсов, кГц	Длительность фронта импульса на вторичных обмотках при различных соотношениях витков, мкс					Ток намагничивания, не более, мА
					1:1	3:2 5:3	2:1	3:1 5:2	5:1	
10	ТИМ195...ТИМ215	20		2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
11	ТИМ216...ТИМ236	50		0,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
12	ТИМ237...ТИМ257	100		0,3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	

6.3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ, ПРОВЕРКЕ И МОНТАЖУ СОГЛАСУЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Низкочастотные согласующие трансформаторы предназначены для обеспечения определенных условий передачи мощности от непосредственного источника сигнала к входному каскаду (входные согласующие трансформаторы), между каскадами (межкаскадные согласующие трансформаторы) и от оконечного каскада к нагрузке (выходные согласующие трансформаторы).

По отношению к последующему каскаду предыдущий можно считать источником сигнала, по отношению к предыдущему последующий каскад — нагрузкой. В каждом звене передачи мощности источник сигнала имеет определенное значение электродвижущей силы $E_и$ и внутреннего сопротивления $R_и$. Упрощенная схема передачи мощности от источника к нагрузке показана на рис. 6.16, где r_1 и r_2 — активные сопротивления первичной и вторичной обмоток трансформатора.

К процессу передачи мощности могут предъявляться различные требования, такие, как получение на нагрузке максимальных токов, напряжений, мощности; достижение максимального отношения сигнал — шум, достижение наименьших потерь мощности и т. д. Указанные требования выполняются либо при вполне определенном сопротивлении источника $R_и$, либо при определенном соотношении сопротивлений $R_и$ и $R_н$. При заданных значениях $E_и$, $R_и$ и $R_н$ трансформатор обеспечивает выполнение этих требований благодаря его свойству трансформировать токи и напряжения, а следовательно, и сопротивления. На рис. 6.16 показаны два варианта эквивалентных схем передачи мощности: на одной из них (рис. 6.16*а*) элементы вторичной обмотки пересчитаны в первичную, на другой (рис. 6.16*б*) — элементы первичной обмотки пересчитаны во вторичную. Обе эквивалентные схемы равноценны. Из эквивалентных схем видно, что с помощью согласующего

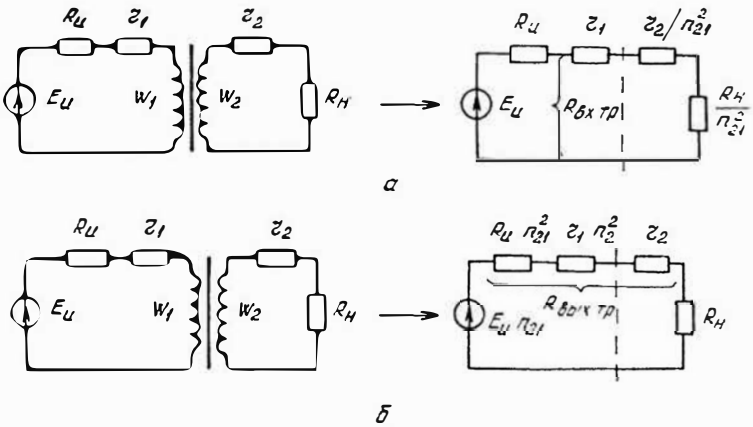


Рис. 6.16. Эквивалентные схемы передачи мощности с помощью трансформатора:
а — элементы вторичной обмотки пересчитаны в первичную; *б* — элементы первичной обмотки пересчитаны во вторичную

трансформатора отношение сопротивлений $R_и$ и $R_н$ получается равным $(R_и + r_1)/(R_н + r_2) = n_{21}^2$, где $n_{21} = W_2/W_1$ — коэффициент трансформации, определяемый отношением числа витков вторичной и первичной обмоток. Коэффициент трансформации n_{21} определяет также и величину требуемого сопротивления источника $R'_и = n_{21}^2 \cdot R_н$. Обеспечение требуемых значений $R'_и$ и отношения $R_н/R_и$ называется согласованием.

Входные согласующие трансформаторы применяются в основном в следующих случаях:

для получения максимального сквозного коэффициента усиления по напряжению $K_и = U_{вых}/E_и$, где $U_{вых}$ — выходное напряжение трансформатора; $E_и$ — электродвижущая сила источника сигнала;

для обеспечения максимального отношения сигнал — шум (минимума коэффициента шума);

для получения максимального коэффициента передачи по мощности.

Выходные согласующие трансформаторы обеспечивают получение максимальной мощности в нагрузке.

Межкаскадные согласующие трансформаторы используются для получения нескольких (обычно двух противофазных) усиленных напряжений при максимальных коэффициентах усиления по напряжению или мощности.

Максимальный сквозной коэффициент усиления по напряжению получается при вполне определенном значении коэффициента трансформации [13], определяемого выражением

$$n_{21} = \sqrt{\frac{R_и + r_2}{R_и + r_1}}.$$

Если соблюдаются неравенства $R_и >> r_2$ и $R_и >> r_1$, то $n_{21} \approx \sqrt{R_и/R_и}$ и максимальный сквозной коэффициент усиления по напряжению будет равен $K_{и\,max} \approx 0{,}5\sqrt{R_и/R_и}$.

В высокочувствительных усилителях одним из важнейших требований, предъявляемых ко входному каскаду, является низкий уровень шума по отношению к номинальному уровню сигнала. Это обеспечивается выбором активных элементов с малым коэффициентом шума, а также согласованием по максимуму отношения сигнал — шум.

Для каждого активного элемента максимальное значение отношения сигнал — шум обеспечивается при вполне определенном оптимальном сопротивлении источника сигнала $R_{и\,опт}$. Сопротивление $R_{и\,опт}$ указывается в справочниках, оно может быть также рассчитано по формулам при известных параметрах активных элементов входного каскада.

На практике обычно внутреннее сопротивление источника сигнала $R_и$ отличается от оптимального значения $R_{и\,опт}$ и отношение сигнал — шум не является максимальным. Входной согласующий трансформатор позволяет это отношение сделать максимальным, если коэффициент трансформации будет иметь значение

$$n_{21} = \sqrt{\frac{R_{и\,опт} - r_2}{R_и + r_1}}; \quad _{опт}$$

Максимальный коэффициент передачи по мощности входной цепи получается при $R_и = R_{вх\,тр} = r_1 + (r_2 + R_н)/n_{21}^2$. При этом условие согласования обеспечивается, если

$$n_{21} = \sqrt{\frac{R_и + r_2}{R_и - r_1}}.$$

При $R_и >> r_2$ и $R_и >> r_1$ $n_{21} \approx \sqrt{R_н/R_и}$, и тогда условия получения максимума мощности и максимального значения сквозного коэффициента усиления по напряжению совпадают.

Для выбора низкочастотных согласующих трансформаторов необходимо подготовить исходные данные, на основе которых сформулировать требования к электрическим и эксплуатационным параметрам.

Исходными данными являются: частота или диапазон усиливаемых частот, внутреннее сопротивление источника сигнала $R_и$, сопротивление нагрузки $R_н$, требуемое оптимальное внутреннее сопротивление источника $R_{и\,опт}$ (для входных согласующих трансформаторов, предназначенных для получения минимума коэффициента шума), способ согласования сопротивлений $R_и$ и $R_н$, напряжение на первичной обмотке, мощность, условия эксплуатации и др.

Частота или диапазон усиливаемых частот сигнала позволяет определить возможности использования низкочастотных согласующих трансформаторов по их частотным свой-

ствам. Как уже указывалось, диапазон эффективно воспроизводимых частот низкочастотными согласующими трансформаторами составляет: для входных и выходных согласующих трансформаторов — 300...10 тыс. Гц, для межкаскадных согласующих трансформаторов — 100...10 тыс. Гц.

Внутреннее сопротивление источника сигнала и сопротивление нагрузки дают возможность определить необходимый коэффициент трансформации для заданного способа согласования.

Сопротивление нагрузки оконечного каскада задается или рассчитывается исходя из требуемой на нагрузке мощности $P_н$ при заданной амплитуде переменного напряжения $U_{тн}$ по формуле $R_н = U^2_{тн}/2P_н$. Сопротивление нагрузки предыдущих каскадов при наличии согласующих трансформаторов равно входному сопротивлению трансформатора, рассчитываемому по формуле $R_{вх\,тр} = r_1 + (r_2 + R_н)/n^2_{21}$, где $R_н$ — входное сопротивление усилительного каскада без трансформатора.

Внутреннее сопротивление непосредственно источника сигнала на входе усилителя задается или измеряется как отношение амплитуды переменного напряжения на входе (без подключения нагрузки) к амплитуде переменного тока при $E_н = 0$. Внутреннее сопротивление промежуточных и выходных каскадов при наличии на их выходах согласующих трансформаторов равно выходному сопротивлению трансформаторов, определяемому выражением $R_{вых\,тр} = (R_и + r_1)n^2_{21} + r_2$, где $R_и$ — внутреннее сопротивление каскада без трансформатора.

Входное и выходное сопротивления межкаскадных и выходных трансформаторов для заданной мощности трансформатора и амплитуды переменного напряжения на первичной обмотке являются параметрами трансформатора и приводятся в справочных таблицах.

До выбора трансформатора, когда неизвестны величины сопротивлений r_1 и r_2, входное и выходное сопротивления трансформатора, указанные в справочнике, используются для ориентировочного расчета коэффициента трансформации. Так как при $r_1 << R_и$ и $r_2 << R_н$ $R_{вх\,тр} \approx R_н/n^2_{21}$, то $n_{21} = \sqrt{R_н/R_{вх\,тр}}$ или $n_{21} = \sqrt{R_{вых}/R_н}$.

Требуемый коэффициент трансформации обеспечивает только определенный способ согласования. Для выбора конкретного типономинала трансформатора необходимо знать еще мощность на нагрузке. При известных величинах сопротивления нагрузки $R_н$ и напряжения на ней $U_н$ мощность на нагрузке определяется по формуле $P_н = U^2_н/R_н$, где $U_н$ — действующее напряжение на нагрузке. Мощность измеряется в вольт-амперах (В · А). Мощность выбираемого трансформатора должна быть больше мощности нагрузки с учетом коэффициента полезного действия трансформатора, приведенного в табл. 5.1. При использовании нескольких вторичных

обмоток суммарная мощность нагрузки равна $P_{н} = P_{н_1} + P_{н_2} + \ldots P_{н_n}$.

Выбранный трансформатор на требуемую мощность будет иметь вполне определенные напряжения на всех обмотках, в том числе и первичной. Для первичной обмотки указывается максимальное напряжение, при котором не будет пробоя ни в одной из обмоток. При выборе трансформатора необходимо соблюдать условие $U_1 \leqslant U_{1\,max}$, где U_1 — напряжение на первичной обмотке трансформатора.

Перед выбором трансформатора по коэффициенту трансформации нужно иметь в виду следующее обстоятельство. Для межкаскадных и выходных трансформаторов на заданную мощность и входное сопротивление имеется несколько типономиналов трансформаторов с различными значениями коэффициентов трансформации. Для входных согласующих трансформаторов дискретный ряд значений коэффициентов трансформации получается за счет наличия нескольких первичных и нескольких вторичных обмоток. Так, при наличии четырех — шести обмоток во входных согласующих трансформаторах получается от восьми до двадцати одного значения коэффициента трансформации.

Для надежной работы согласующих трансформаторов, предотвращения их выхода из строя необходимо соблюдать требования на условия эксплуатации.

Рекомендации по проверке и монтажу низкочастотных трансформаторов заключаются в следующем. Перед установкой в аппаратуру трансформаторы подвергаются проверке на «обрыв» в обмотках. Омметр, подключенный к выводам обмотки, должен показывать сопротивление, указываемое в справочнике с допустимым отклонением ± 30 %. Сопротивление изоляции между обмотками, а также обмоткой и корпусом, измеренное мегометром, не должно быть меньше 100 МОм. Место расположения выходных согласующих трансформаторов большой мощности должно обеспечивать хорошую конвекцию воздуха. Крепление согласующих трансформаторов производится так же, как крепление трансформаторов питания.

Выбор импульсных трансформаторов начинается с выбора серии на заданную длительность, частоту следования и длительность фронта импульса. У выбранной серии напряжение на первичной обмотке не должно превышать паспортного значения. При выборе конкретного типономинала трансформатора в данной серии исходят из того, сколько и каких по амплитуде необходимо иметь вторичных напряжений.

Глава 7.

УНИФИЦИРОВАННЫЕ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ДРОССЕЛИ

7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Унифицированные низкочастотные дроссели используются в основном в фильтрах выпрямителей.

Основными электрическими параметрами дросселей являются индуктивность и сопротивление постоянному току обмотки (обмоток), максимальное значение тока подмагничивания, максимальное значение переменного напряжения.

Промышленность выпускает 26 типоразмеров, 222 типономинала дросселей броневой конструкции на магнитопроводах типа ШЛ и ШЛМ.

Конструктивно дроссель состоит из магнитопровода, катушки, обоймы и устройства крепления. Катушка дросселя выполнена методом бескаркасной намотки и включает в себя гильзу, намоточный провод, ленту с лепестками для подпайки отводов намоточного провода и ленту изоляционную.

Дроссели, приведенные в настоящем справочнике, имеют индуктивности в пределах от 150 мкГ до 40 Гн при токах подмагничивания от 20 мА до 50 А.

Для дросселей с порядковыми номерами 1...69 и 101...179 в конструкторской документации приводится полное условное обозначение, которое состоит из слова «дроссель», сокращенного обозначения в виде буквы Д, порядкового номера, числа, указывающего индуктивность обмотки при номинальном токе в генри, и числа, указывающего номинальный ток подмагничивания в амперах. Пример условного обозначения указанных дросселей: дроссель Д8-0, 08-0,56.

Дроссели Д1...Д69 и Д101...Д179 изготавливаются в двух климатических исполнениях: всеклиматическом (условное обозначение — буква «В») и для умеренного и холодного климата (условное обозначение — сочетание букв «УХЛ»).

Дроссели с порядковыми номерами Д201...Д274 в полном условном обозначении не имеют чисел, указывающих индуктивность обмотки и ток подмагничивания. Необходимые данные для этих трансформаторов указываются в сопроводительной документации. Вместе с этим для указанных дросселей в обозначение вводится буква Т, обозначающая некоторые повышенные требования к условиям эксплуатации, пониженный срок службы и т. д. Пример условного обозначения дросселей Д201...Д274: дроссель Д201Т.

Дроссели имеют различные электрические схемы (рис. 7.1). Дроссели Д201...Д179 имеют одну обмотку, дроссели Д201Т...Д274Т — две одинаковые обмотки, дроссель Д60 имеет три одинаковые обмотки, дроссели Д1...Д69 имеют две обмотки: основную (выводы 1—2) и компенсационную (выводы 3—4—5—6).

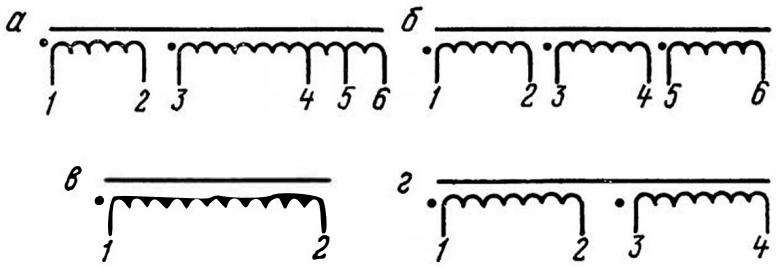


Рис. 7.1. Электрические принципиальные схемы дросселей: *а* — Д1 Д59, Д61 ..Д69; *б* — Д-60; *в* — Д101...Д179; *г* — Д201Т...274Т

Компенсационная и другие обмотки могут соединяться последовательно с основной, чтобы направления их намагничивающих сил совпадали (согласное соединение) или были направлены встречно (несогласное соединение). При согласном соединении индуктивность дросселя увеличивается, при несогласном — уменьшается. Обмотки дросселей могут соединяться также и параллельно. При этом индуктивность и сопротивление постоянному току обмоток пропорционально уменьшаются, а допустимый ток подмагничивания увеличивается.

Условия эксплуатации дросселей следующие:

1. Температура окружающей среды, °С . —60...+85
2. Относительная влажность воздуха при +40 °С, % . . . . . до 98
3. Атмосферное давление, мм рт. ст. . до 5
4. Диапазон рабочих частот, Гц . . . . 50...5000
5. Циклическое воздействие температур,°С:
   для исполнения УХЛ . . . . . —60...+85
   для исполнения В . . . . . —60...+145
   для исполнения Т . . . . . —60...+30
6. Вибрации с ускорением:
   Д1...Д179 в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц, g . . . . . до 20
   Д201...Д274 в диапазоне частот от 5 до 5000 Гц, g . . . . . до 40
7. Одиночные удары длительностью 0,2...3 мс с ускорением, g:
   Д1...Д179 . . . . . до 500
   Д201...Д274 . . . . . до 1000
8. Многократные удары длительностью 1...3 мс с ускорением, g:
   Д1...Д179 . . . . . до 100
   Д201...Д274 . . . . . до 150
9. Уровень звукового давления, дБ . . до 140
10. Срок службы, тыс. ч:
    Д1...Д179 20
    Д201...Д274 10

Конструктивные параметры включают типоразмер магнитопровода, габаритные и установочные размеры, массу, кли-

матическое исполнение. Типоразмер магнитопровода, номер рисунка, поясняющего конструкцию, климатическое исполнение и масса приводятся в табл. 7.1, а габаритные и установочные размеры — в табл. 7.2. Конструктивное исполнение дросселей показано на рис. 7.2...7.15.

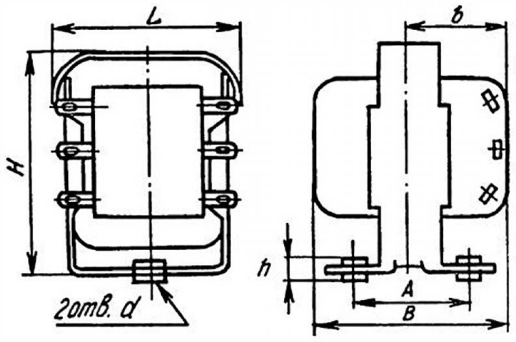


Рис. 7.2. Конструкция дросселей Д1.. Д7, Д55, Д63...Д65, Д67, Д68, исполнение УХЛ

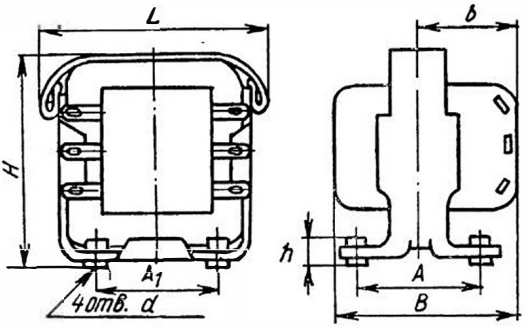


Рис. 7.3. Конструкция дросселей Д8...Д15, Д54, исполнение УХЛ

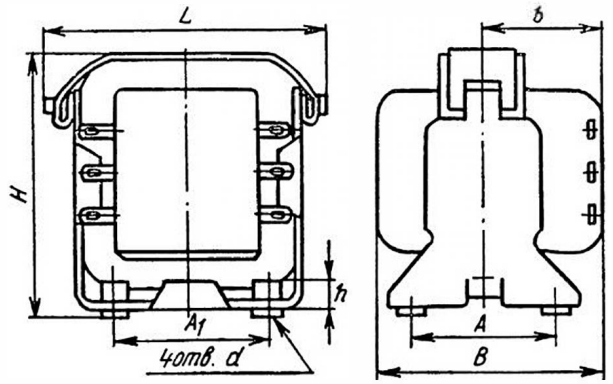


Рис. 7.4. Конструкция дросселей Д16...Д42, Д56, Д58...Д61, Д66, Д66, Д69, исполнение УХЛ

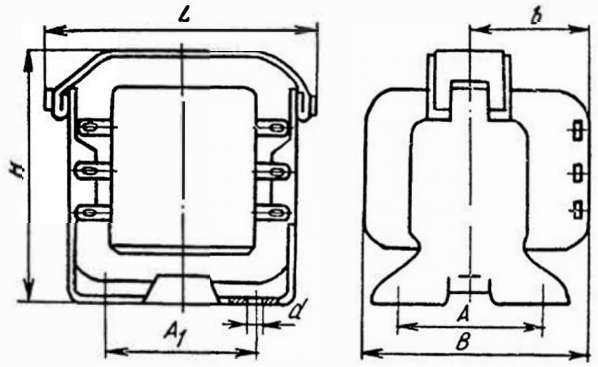


Рис 7.5. Конструкция дросселей Д43...Д53, Д57, Д62, исполнение УХЛ

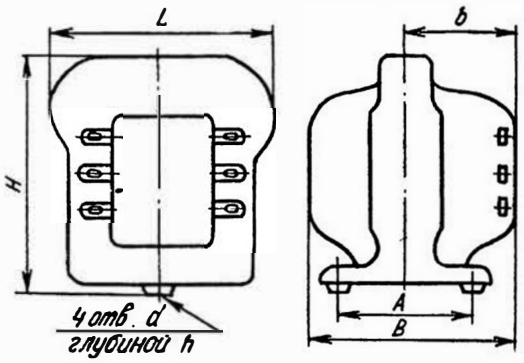


Рис. 7.6. Конструкция дросселей Д1...Д7, Д55, Д63...Д65, Д67, Д68, исполнение В

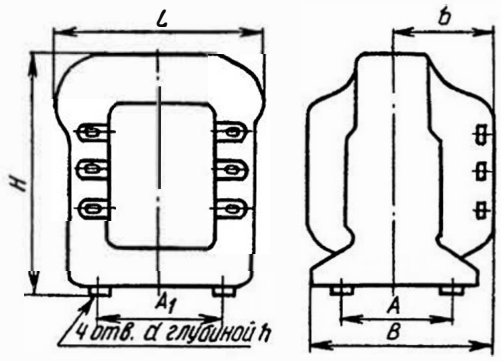


Рис. 7.7. Конструкция дросселей Д8...Д54, Д56... Д62, Д66, Д69, исполнение В

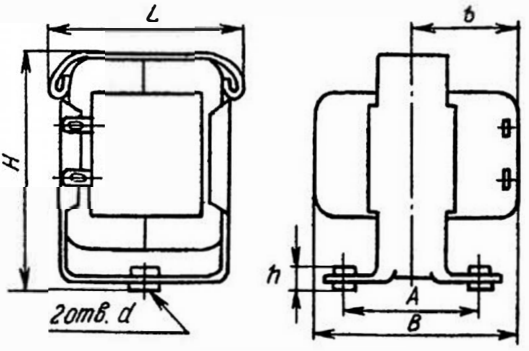
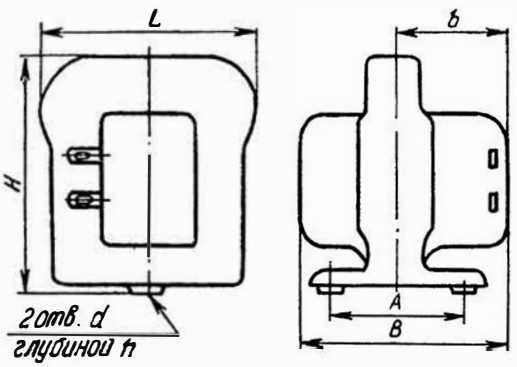


Рис. 7.8. Конструкция дросселей Д101...Д108, исполнение УХЛ

Рис. 7.9. Конструкция дросселей Д101...Д108, исполнение В



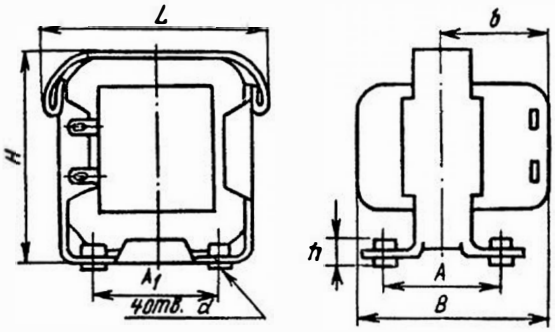
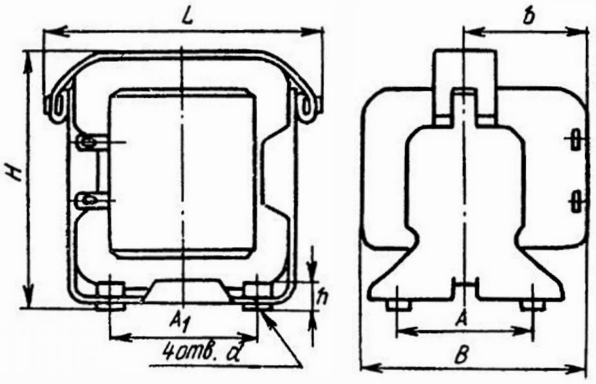


Рис. 7.10. Конструкция дросселей Д109...Д123, исполнение УХЛ

Рис. 7.11. Конструкция дросселей Д124.. Д161, Д179, исполнение УХЛ



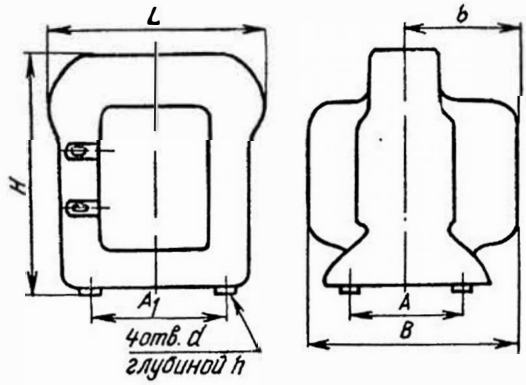


Рис. 7.12. Конструкция дросселей Д109...Д179, исполнение В

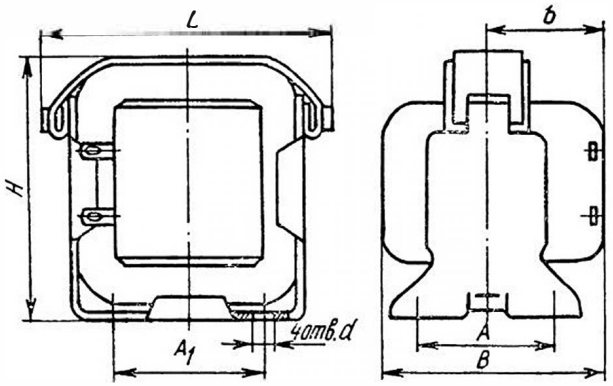
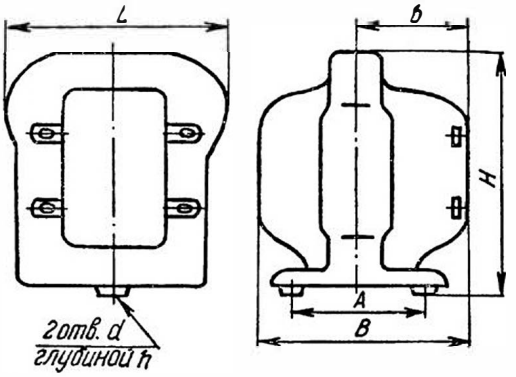


Рис. 7.13. Конструкция дросселей Д162...Д178, исполнение УХЛ

Рис. 7.14. Конструкция дросселей Д201Т...Д227Т



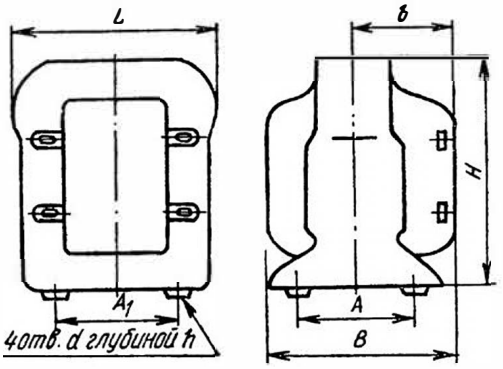


Рис. 7.15. Конструкция дросселей Д228Т.. Д274Т

7.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДРОССЕЛЕЙ

К электрическим параметрам дросселей относятся индуктивность при номинальном токе, номинальный ток подмагничивания, максимальное значение переменного напряжения, а также сопротивление обмоток. Ввиду важности первых двух параметров их величины в генри и амперах указываются в условном обозначении дросселей Д1...Д69 и Д101...Д179. Электрические параметры дросселей представлены в табл. 7.3...7.5.

Таблица 7.1. **Магнитопроводы, климатическое исполнение и масса дросселей**

Типономинал дросселя	Типоразмер магнитопровода	Номер рисунка	Климатическое исполнение	Масса, г
1	2	3	4	5
Д1...Д7, Д67, Д68	ШЛ6×12,5	7.6	В	75
		7.2	УХЛ	60
Д8...Д15, Д54	ШЛ8×16	7.7	В	190
		7.3	УХЛ	160
Д16...Д24, Д58	ШЛ10×20	7.7	В	360
		7.4	УХЛ	300
Д25...Д33, Д56	ШЛ12×25	7.7	В	540
		7.4	УХЛ	480
Д34...Д42, Д61, Д69	ШЛ16×16	7.7	В	740
		7.4	УХЛ	650
Д43...Д51, Д53	ШЛ20×20	7.5	В, УХЛ	1200
Д52	ШЛ25×40	7.5	В, УХЛ	3200
Д55, Д63...Д65	ШЛ6×6,5	7.6	В	50
		7.2	УХЛ	40
Д57	ШЛ20×40	7.7	В, УХЛ	2100
Д59	ШЛ12×16	7.7	В	395
		7.4	УХЛ	350
Д60	ШЛ16×20	7.7	В	850
		7.4	УХЛ	750
Д62	ШЛ32×40	7.7	В	5650
		7.5	УХЛ	5000
Д66	ШЛ10×40	7.7	В	270
		7.4	УХЛ	180
Д101...Д103	ШЛ6×6,5	7.12	В	50
		7.8	УХЛ	40
Д104...Д108	ШЛ6×8	7.12	В	60
		7.8	УХЛ	50
Д109...Д115	ШЛ8×8	7.13	В	100
		7.9	УХЛ	90
Д116...Д123	ШЛ8×12,5	7.13	В	155
		7.9	УХЛ	130
Д124...Д132	ШЛ10×12,5	7.13	В	220
		7.10	УХЛ	200
Д133...Д143	ШЛ10×20	7.13	В	360
		7.10	УХЛ	300

Продолжение табл. 7.1

1	2	3	4	5
Д144.. Д156, Д179	ШЛ12×25	7.13	В	550
		7.10	УХЛ	490
Д157...Д168	ШЛМ20×25	7.13	В	1050
		7.10	УХЛ	880
Д169 Д178	ШЛМ25×25	7.13	В	1650
		7.11	УХЛ	1450
Д201 Д209	ШЛ5×5			40
Д210 ..Д214	ШЛ5×8			42
Д215 Д219	ШЛ5×10	7.14		46
Д220 Д223	ШЛМ8×10			76
Д224..Д227	ШЛМ8×12,5			86
Д228 Д231	ШЛМ10×10			134
Д232 Д235	ШЛМ10×12,5		Т	153
Д236 Д237	ШЛМ10×20			210
Д238. Д243	ШЛМ12×12,5	7.15		254
Д244 Д247	ШЛМ12×16			310
Д248 Д251	ШЛМ16×16			460
Д252 Д255	ШЛМ16×25			660
Д256 .Д259	ШЛМ16×32			735
Д260.. Д263	ШЛМ20×25			1156
Д264 . Д267	ШЛМ20×32			1290
Д268 Д271	ШЛМ25×32			2270
Д272..Д274	ШЛМ25×40			2686

Таблица 7.2. **Габаритные и установочные размеры дросселей**

Дроссель	Климатическое исполнение	Размеры, мм							
		A	A_1	B	b	H	h	L	d
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Д1...Д7, Д67, Д68	В	18		40	22	33	4	35	М2,5
	УХЛ			34	19	30		29	
Д8...Д15, Д54	В	25	22	48	26	41	4	42	2,5
	УХЛ			42	23	38		36	М3
Д16...Д24, Д58 Д133...Д143	В	30	28	56	30	50	6,5	51	М3
	УХЛ			50	27	47	5,5	45	М3
Д25...Д33, Д56	В	35	35	66	35	59	6,5	58	М3
	УХЛ			60	32	56	5,5	52	
Д34.. Д42, Д61, Д69	В	30	46	65	34,5	75	7,5	74	М4
	УХЛ			59	31,5	72	6,5	68	
Д43...Д51, Д53	В, УХЛ	40	58	71	37,5	88	—	82	М5,5
Д52	В, УХЛ	60	72	100	52	108	—	102	М5,5

Продолжение табл. 7.2

1		2				3	4		5
Д55, Д63...Д65	В	12	—	34	19	33	4	35	М2,5
Д101...Д103	УХЛ			28	16	30		29	
Д57	В, УХЛ	60	58	91	47,5	88	—	82	М5,5
Д59	В	25	35	56	30	59	6,5	58	М3
	УХЛ			50	27	56	5,5	52	
Д60	В	35	46		36,5	75	7,5	74	М4
	УХЛ			63	33,5	72	6,5	68	
Д62	В	70	92	122	66	144	—	135	М6
	УХЛ			116	63	140	—	129	М6,5
Д66	В	20	28	46	25	50	6,5	51	М3
	УХЛ			40	22	47	5,5	45	
Д101...Д103	В	12	—	34	19	33	4	35	М2,5
	УХЛ		—	28	16	30		29	
Д104...Д108	В	14	—	36	20	33	4	35	М2,5
	УХЛ		—	30	17	30		29	
Д109...Д115	В	18	22	40	22	41	4	35	М2,5
	УХЛ			34	19	38		29	
Д116...Д123	В	22	22	44	24	41	4	42	М2,5
	УХЛ			38	21	38		36	
Д124...Д132	В	22	28	48	26	47	5,5	45	М3
	УХЛ			42	23				
Д144...Д156,	В	35	35	66	35	59	6,5	58	М3
Д179	УХЛ			60	32	56	5,5	52	
Д157.. Д168	В	40	46	66	35	75	7,5	74	М4
	УХЛ			60	32	72	6,5	68	
Д169...Д178	В	46	58	72	38	92	10	88	М5
	УХЛ			66	35	88		82	
Д201...Д209		12	—	25	14				
Д210...Д214		14	—	28	15,5	27,5		29	
Д215...Д219		16	—	30	16,5				
Д220...Д223			—			33,5		33	
Д224...Д227		18	—	32	18	33,5	4		М2,5
Д228...Д231		17	—						
Д232...Д235		19,5	—	35	19,5	41		41	
Д236...Д237		27	—	42	23				
Д238...Д243	Т	22	—	40	21				
Д244...Д247		25	—	43	23	51	7	50	М3
Д248...Д251		25		46	25				
Д252...Д255		35	31	56	30	62	7	59	

Продолжение табл. 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Д256...Д259		42		62	33				М4
Д260...Д263		40	43			77	8	75	
Д264...Д267		46		68	36				
Д268...Д271		50	55	76	40	94	10	89	М5
Д272...Д274		60		84	44				

Таблица 7.3. **Электрические параметры дросселей Д1...Д69**

Сокращенное условное обозначение дросселя	Индуктивность при номинальном токе, Гн	Номинальный ток намагничивания, А	Максимальное значение переменного напряжения, В	Сопротивления обмоток, Ом	
				Выводы	
				1—2	3—6
1	2	3	4	5	6
Д1-0,08-0,32	0,08	0,320	1	19,0	0,95
Д2-0,16-0,22	0,16	0,220	3	35,5	1,50
Д3-0,3-0,16	0,30	0,160	4	63,5	3,50
Д4-0,6-0,12	0,60	0,120	5	120	6,50
Д5-1,2-0,075	1,2	0,075	8	300	16,5
Д6-2,5-0,06	2,5	0,060	11	455	24,0
Д7-5-0,04	5,0	0,040	14	1023	133
Д8-0,08-0,56	0,08	0,56	1	8,60	0,48
Д9-0,16-0,4	0,16	0,40	3	19,0	1,00
Д10-0,3-0,28	0,30	0,28	4	33,0	3,00
Д11-0,6-0,2	0,60	0,20	5	80,0	4,00
Д12-1,2-0,14	1,2	0,14	8	132	7,00
Д13-2,5-0,1	2,5	0,10	11	220	10,0
Д14-5-0,07	5,0	0,07	14	535	54,0
Д15-10-0,05	10,0	0,05	20	1100	120
Д16-0,08-0,8	0,08	0,8	2	4,65	0,26
Д17-0,16-0,56	0,16	0,56	3	10,6	0,56
Д18-0,3-0,4	0,30	0,40	4	19,0	1,26
Д19-0,6-0,28	0,60	0,28	5	36,0	3,00
Д20-1,2-0,2	1,2	0,20	8	63,0	3,5
Д21-2,5-0,14	2,5	0,14	11	152	8,2
Д22-5-0,1	5,0	0,10	14	290	36
Д23-10-0,07	10,0	0,07	20	628	84
Д24-20-0,05	20,0	0,05	35	1056	141
Д25-0,08-1,1	0,08	1,10	2	4,00	0,15
Д26-0,16-0,8	0,16	0,80	3	7,00	0,35
Д27-0,3-0,56	0,30	0,56	4	14,0	0,70
Д28-0,6-0,4	0,60	0,40	5	28,0	1,50
Д29-1,2-0,28	1,2	0,28	8	57,5	3,00
Д30-2,5-0,2	2,5	0,20	11	139	7,0
Д31-5-0,14	5,0	0,14	14	200	23,5
Д32-10-0,1	10,0	0,10	20	410	56,0
Д33-20-0,07	20,0	0,07	35	800	100

Продолжение табл. 7.3

1	2	3	4	5	6
Д34-0,08-1,4	0,08	1,40	2	2,60	0,15
Д35-0,16-1	0,16	1,00	3	5,30	0,30
Д36-0,3-0,8	0,30	0,80	4	10,5	0,60
Д37-0,6-0,51	0,60	0,51	5	22,0	1,25
Д38-1,2-0,4	1,20	0,40	8	39,0	2,20
Д39-2,5-0,26	2,50	0,26	11	85,0	5,00
Д40-5-0,18	5,0	0,18	14	185	26,0
Д41-10-0,13	10,0	0,13	20	350	50,0
Д42-20-0,09	20,0	0,09	35	675	95,0
Д43-0,08-2,2	0,08	2,20	2	1,85	0,076
Д44-0,16-1,6	0,16	1,60	3	3,70	0,22
Д45-0,3-1,1	0,30	1,10	4	7,0	0,35
Д46-0,6-0,8	0,60	0,80	5	15,0	0,89
Д47-1,2-0,56	1,20	0,56	8	37,0	1,69
Д48-2,5-0,4	2,50	0,40	11	51,0	2,70
Д49-5-0,28	5,0	0,28	14	130	13,0
Д50-10-0,2	10,0	0,20	20	200	20,0
Д51-20-0,14	20,0	0,14	35	440	49,0
Д52-0,01-12,5	0,01	12,5	2	0,086	—
Д53-0,02-4,4	0,02	4,40	2	0,35	0,02
Д54-0,02-1,1	0,02	1,10	0,5	2,08	0,10
Д55-0,02-0,56	0,02	0,56	0,25	4,20	0,20
Д56-0,0005-16,5	0,0005	16,5	0,25	0,017	—
Д57-1,2-0,8	1,2	0,80	20	26	2,60
Д58-40,0-0,035	40,0	0,035	35	3000	300
Д59-0,0043-2,9	0,0043	2,90	0,5	0,30	—
Д60-0,0005-10	0,0005	10,0	0,25	0,015	0,015
Д61-0,02-0,3	0,02	0,30	3	0,60	0,085
Д62-0,05-2,5	0,05	2,50	8	0,55	—
Д63-0,00125-0,56	0,00125	0,56	0,1	0,12	—
Д64-0,08-0,1	0,08	0,10	0,1	12,0	—
Д65-0,025-0,56	0,025	0,56	0,5	0,36	—
Д66-0,05-0,02	0,05	0,02	0,5	1,10	—
Д67-0,02-2	0,02	2,00	0,1	0,40	—
Д68-0,08-1	0,08	1,00	0,25	1,10	—
Д69-0,005-5,6	0,005	5,60	1,0	0,17	—

Примечания: 1. Значения индуктивностей дросселей Д1..Д61 даны при согласном соединении всех обмоток.

2. Дроссель Д60-0,0005-10 имеет три обмотки, каждая из них имеет сопротивление 0,015 Ом.

Таблица 7.4. **Электрические параметры дросселей Д101...Д179**

Сокращенное условное обозначение дросселя	Индуктивность при номинальном токе, Гн	Номинальный ток намагничивания, А	Максимальное переменное напряжение, В	Сопротивление обмотки, Ом
1	2	3	4	5
Д101-0,01-0,4	0,01	0,40	12	1,7
Д102-0,02-0,28	0,02	0,28	16	3,17
Д103-0,04-0,2	0,04	0,20	24	5,90
Д104-0,005-0,8	0,005	0,80	12	1,02
Д105-0,01-0,56	0,01	0,56	16	1,77
Д106-0,02-0,4	0,02	0,40	24	3,70
Д107-0,04-0,28	0,04	0,28	32	8,20
Д108-0,08-0,2	0,08	0,20	44	15,3
Д109-0,00025-1,6	0,0025	1,60	12	0,30
Д110-0,005-1,1	0,005	1,10	16	0,52
Д111-0,01-0,8	0,01	0,80	24	1,32
Д112-0,02-0,56	0,02	0,56	32	2,37
Д113-0,04-0,4	0,04	0,40	50	5,9
Д114-0,08-0,28	0,08	0,28	72	12,3
Д115-0,16-0,2	0,16	0 20	84	21,9
Д116-0,0012-3,2	0,0012	3,20	12	0,115
Д117-0,0025-2,2	0,0025	2,20	16	0,234
Д118-0,005-1,6	0,005	1,60	24	0,484
Д119-0,01-1,1	0,01	1,10	32	0,825
Д120-0,02-0,8	0,02	0,80	44	2,00
Д121-0,04-0,56	0,04	0,56	58	3,80
Д122-0,08-0,4	0,08	0,40	82	8,15
Д123-0,16-0,28	0,16	0,28	100	14,16
Д124-0,32-0,2	0,32	0,20	10	17,8
Д125-0,0006-6,3	0,0006	6,30	12	0,04
Д126-0,0012-4,3	0,0012	4,30	20	0,083
Д127-0,025-3,2	0,0025	3,20	28	0,179
Д128-0,005-2,2	0,005	2,20	40	0,336
Д129-0,01-1,6	0,01	1,60	60	0,643
Д130-0,02-1,1	0,02	1,10	78	1,57
Д131-0,04-0,8	0,04	0,80	78	2,78
Д132-0,08-0,56	0,08	0,56	100	5,63
Д133-0,16-0,4	0,16	0,40	100	6,60
Д134-0,32-0,28	0,32	0,28	100	13,4
Д135-0,65-0,2	0,65	0,20	100	28,7
Д136-0,0003-12,5	0,0003	12,5	90	0,012
Д137-0,0006-9	0,0006	9,00	12	0,032
Д138-0,0012-6,3	0,0012	6,30	16	0,07
Д139-0,0025-4,5	0,0025	4,50	24	0,152
Д140-0,05-3,2	0,05	3,20	32	0,284
Д141-0,01-2,2	0,01	2,20	50	0,54
Д142-0,02-1,6	0,02	1,60	82	1,20
Д143-0,04-1,1	0,04	1,10	100	2,26
Д144-0,08-0,8	0,08	0,80	100	2,14
Д145-0,16-0,56	0,16	0,56	100	4,09
Д146-0,32-0,4	0,32	0,40	100	8,20

Продолжение табл. 7.4

1	2	3	4	5
Д147-0,65-0,28	0,65	0,28	100	19,2
Д148-1,3-0,2	1,3	0,20	100	34,5
Д149-0,00015-25	0,00015	25,0	8	0,0024
Д150-0,0003-18	0,0003	18,0	12	0,0075
Д151-0,0006-12,5	0,0006	12,5	16	0,017
Д152-0,012-9	0,012	9,00	24	0,038
Д153-0,0025-6,3	0,0025	6,3	32	0,096
Д154-0,005-4,5	0,005	4,5	50	0,184
Д155-0,01-3,2	0,01	3,2	60	0,338
Д156-0,02-2,2	0,02	2,2	100	0,715
Д157-0,04-1,6	0,04	1,6	100	0,68
Д158-0,08-1,1	0,08	1,1	100	1,35
Д159-0,16-0,8	0,16	0,8	100	2,85
Д160-0,32-0,56	0,32	0,56	100	6,15
Д161-0,65-0,4	0,65	0,4	100	11,9
Д162-1,3-0,28	1,3	0,28	100	22,4
Д163-0,0003-25	0,0003	25	10	0.0053
Д164-0,0006-18	0,0006	18	12	0,01
Д165-0,0012-12,5	0,0012	12,5	20	0,212
Д166-0,0025-9	0,0025	9	28	0,05
Д167-0,005-6,3	0,005	6,3	40	0,12
Д168-0,01-4,5	0,01	4,5	60	0,25
Д169-0,02-3,2	0,02	3,2	80	0,5
Д170-0,04-2,2	0,04	2,2	100	0,28
Д171-0,08-1,6	0,08	1,6	100	1,02
Д172-0,16-1,1	0,16	1,1	100	1.94
Д173-0,32-0,8	0,32	0,8	100	4,52
Д174-0,65-0,56	0,65	0,56	100	8,50
Д175-0,0006-25	0,0006	25	20	0,0075
Д176-0,0012-18	0,0012	18	28	0,02
Д177-0,0025-12,5	0,0025	12,5	40	0.053
Д178-0,005-9	0,005	9	50	0.085
Д179-0,01-6,3	0,01	6,3	100	1,48

Таблица 7.5. **Электрические параметры дросселей Д201Т...Д274Т при последовательном включении обмоток**

Сокращенное условное обозначение дросселя	Индуктивность при номинальном токе, Гн	Номинальный ток намагничивания, А	Максимальное переменное напряжение, В	Сопротивление обмоток, Ом
1	2	3	4	5
Д201Т	0,00015	3,2	0,0126	0,017
Д202Т	0,0003	2,2	0,0168	0,029
Д203Т	0,0025	0.80	0,0487	0,325
Д204Т	0,005	0,56	0,068	0,765
Д205Т	0,04	0,20	0,196	6,2
Д206Т	0,08	0,14	0,277	11,6
Д207Т	0,00015	4,5	0,155	0,023

Продолжение табл. 7.5

1	2	3	4	5
Д208Т	0,0003	3,2	0,210	0,04
Д209Т	0,0025	1,1	0,061	0,0545
Д210Т	0,005	0,8	0,0912	0,84
Д211Т	0,04	0,28	0,258	6,75
Д212Т	0,08	0,2	0,364	12,4
Д213Т	0,00015	6,3	0,019	0,016
Д214Т	0,0003	4,5	0,0286	0,035
Д215Т	0,0025	1,6	0,910	0,38
Д216Т	0,005	1,1	0,124	0,7
Д217Т	0,04	0,48	0,355	6,43
Д218Т	0,08	0,2	0,50	13,4
Д219Т	0,06	0,1	1,34	110
Д220Т	0,00015	9,0	0,03	0,013
Д221Т	0,0003	6,3	0,041	0,028
Д222Т	0,0025	2,2	0,121	0,268
Д223Т	0,005	1,16	0,168	0,55
Д224Т	0,04	0,56	0,51	4,1
Д225Т	0,08	0,40	0,73	8,8
Д226Т	0,6	0,14	1,91	68
Д227Т	1,2	0,1	2,5	137
Д228Т	0,00015	12,5	0,039	0,008
Д229Т	0,0003	9,0	0,058	0,02
Д230Т	0,0025	3,2	0,169	0,174
Д231Т	0,005	2,2	0,209	0,288
Д232Т	0,04	0,8	0,7	3,04
Д233Т	0,08	0,56	0,933	5,9
Д234Т	0,6	0,2	2,6	42,3
Д235Т	1,2	0,14	3,65	96,5
Д236	0,00015	18	0,058	0,006
Д237	0,0003	12,5	0,079	0,011
Д238	0,0025	4,5	0,244	0,137
Д239	0,005	3,2	0,331	0,203
Д240	0,04	1,1	0,912	1,96
Д241	0,08	0,8	1,35	4,25
Д242	0,6	0,28	3,41	33,2
Д243	1,2	0,2	4,79	64,5
Д244	0,00015	25	0,1	0,0066
Д245	0,0003	18	0,180	0,0137
Д246	0,0025	6,3	0,33	0,115
Д247	0,0045	4,5	0,446	0,232
Д248	0,04	1,6	1,31	1,30
Д249	0,08	1,1	1,86	2,57
Д250	0,6	0,4	5,06	25,8
Д251	1,2	0,28	7,09	44
Д252	0,00015	35	0,108	0,0029
Д253	0,0003	25	0,151	0,0062
Д254	0,0025	9,0	0,47	0,055
Д255	0,005	6,3	0,648	0,109
Д256	0,04	2,2	1,77	0,77
Д257	0,08	1,6	2,72	1,84
Д258	0,6	0,56	7,09	14,6
Д259	1,2	0,4	9,65	27,5

Продолжение табл. 7.5

1	2	3	4	5
Д260	0,00015	50	0,144	0,0019
Д261	0,0003	35	0,216	0,0043
Д262	0,0025	12,5	0,632	0,04
Д263	0,005	9,0	0,915	0,077
Д264	0,04	3,2	2,65	0,6
Д265	0,08	2,2	3,68	1,25
Д266	0,6	0,8	9,92	11,3
Д267	1,2	0,56	13,9	20,1
Д268	0,0003	50	0,302	0,0024
Д269	0,0006	35	0,432	0,0052
Д270	0,005	12,5	1,2	0,0372
Д271	0,01	90	1,75	0,081
Д272	0,08	3,2	5,41	0,73
Д273	0,16	2,2	7,45	1,52
Д274	1,2	0,8	18,7	10,6

Раздел четвертый

КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Глава 8

КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА С МАГНИТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

8.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОММУТАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВАХ

Коммутационные устройства (КУ) представляют собой изделия РЭА, обладающие свойством замыкать (размыкать) электрические цепи за счет изменения электрического сопротивления контактов. В замкнутом состоянии контакты имеют очень малое сопротивление (близкое к нулю), в разомкнутом — большое (десятки — сотни МОм).

КУ предназначены для замыкания (размыкания) электрических цепей в устройствах автоматики и телемеханики, сигнализации, контроля и защиты, распределения энергии, в системах связи и передачи информации, в бытовой радиоаппаратуре и в других многочисленных системах и устройствах.

КУ можно разделить на два больших класса: с магнитным и механическим управлением.

К КУ с магнитным управлением относятся электромагнитные реле и магнитоуправляемые герметические контакты (герконы).

К КУ с механическим управлением отнесены микропереключатели и коммутационные изделия с ручным управлением.

К КУ с ручным управлением относятся кнопки и переключатели.

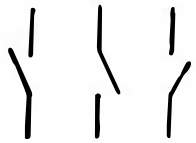
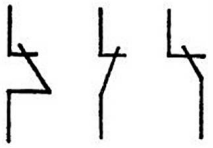
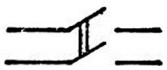
Общими параметрами КУ являются: чувствительность (минимальная величина энергии, при которой происходит скачкообразное изменение сопротивления контактов); время срабатывания; коммутируемые мощность, напряжение и ток; электрическое сопротивление контактов; максимальное число коммутаций; диапазон внешних условий (температура, влажность, давление); масса, габаритные размеры и др.

С энергетической точки зрения КУ являются более экономичными изделиями по сравнению с трансформаторами, дросселями, резисторами. Основные потери энергии в КУ обусловлены наличием не нулевого сопротивления замкнутых контактов и не бесконечного сопротивления разомкнутых

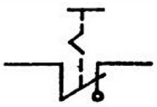
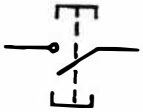
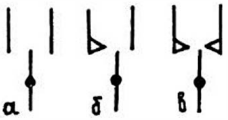
контактов. Другой отличительной особенностью КУ (исключая реле) является ненормированное время включения (выключения). И последнее, КУ, имея механические перемещения деталей, по показателям надежности и сроку службы значительно уступают всем остальным пассивным элементам.

КУ имеют различного типа контакты и их совокупность; система обозначения их имеет много особенностей, тем более имеются в употреблении КУ со старой системой обозначения. Учитывая это обстоятельство, в табл. 8.1 приведены обозначения по ЕСКД отдельных элементов КУ.

Таблица 8.1. **Обозначения по ЕСКД контактов**

Тип контакта, кнопки переключателя	Обозначение по ЕСКД
1	2
Ручной привод (нажатие на кнопку)	
Фиксация нажатого состояния	
Замыкающие контакты	
Размыкающие контакты	
Контакты, соединенные механической связью: а) замыкающие	
б) замыкающий и размыкающий	
Контакт не фиксируется в замкнутом состоянии	
Контакт не фиксируется в разомкнутом состоянии	

Продолжение табл. 8.1

1	2
Размыкающий контакт. Размыкается от повторного нажатия	
Замыкающий контакт. Размыкается от нажатия специальной кнопки «сброс»	
Переключающий контакт. Фиксируется в обоих крайних положениях	
Подвижный контакт фиксируется: а) не только в крайних, но и в среднем положении; б) только в среднем и правом крайнем положении; в) только в среднем положении	

8.2. МАЛОГАБАРИТНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РЕЛЕ

8.2.1. Классификация и основные параметры

Электромагнитными реле (ЭМР) называются элементы РЭА, предназначенные для скачкообразного управления электрическими цепями.

ЭМР состоят из трех основных частей (рис. 8.1):

электромагнита (катушки с сердечником), преобразующего энергию электрического поля в энергию магнитного поля;

якоря с противодействующей пружиной для преобразования энергии магнитного поля в механическую энергию перемещения якоря и подвижных контактов;

электрических контактов, осуществляющих включение (выключение) электрических цепей.

Основными параметрами ЭМР являются:

1. Ток (напряжение) срабатывания $I_{ср}(U_{ср})$ — минимальный ток (напряжение), поданный в катушку ЭМР, при котором происходит замыкание (размыкание) его контактов.

2. Ток (напряжение) отпускания $I_{отп}(U_{отп})$ — максимальный ток (напряжение) в катушке ЭМР, при котором происходит возвращение контактов в исходное положение.

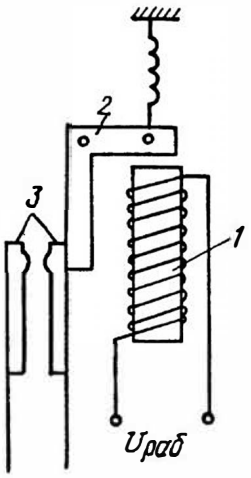


Рис. 8.1. Устройство электромагнитного реле:
1 — катушка с сердечником; *2* — якорь; *3* — контакты

Ток (напряжение) отпускания меньше тока (напряжения) срабатывания.

3. Рабочий ток (напряжение) $I_{раб}$ ($U_{раб}$) — ток (напряжение) в обмотке реле, при котором происходит надежное удержание контактов после срабатывания при изменении условий эксплуатации в заданных пределах.

Рабочий ток (напряжение) больше тока (напряжения) срабатывания.

4. Время срабатывания $t_{ср}$ — промежуток времени от момента подачи напряжения на обмотку реле до первого касания замыкающим контактом неподвижного контакта.

5. Время отпускания $t_{отп}$ — промежуток времени от момента снятия напряжения с обмотки реле до момента полного отпадания якоря электромагнита и первого касания (замыкания) размыкающего контакта.

6. Сопротивление обмотки реле постоянному току $R_{обм}$.

7. Сопротивление электрических контактов $R_к$.

8. Максимальная коммутируемая мощность.

9. Диапазон коммутируемых токов.

10. Диапазон коммутируемых напряжений.

11. Диапазон частот коммутируемых напряжений ΔF.

12. Максимальное число коммутаций.

13. Время непрерывного нахождения обмотки реле под током.

14. Интервал температур, атмосферного давления, относительная влажность.

15. Вибропрочность и виброустойчивость — способность реле выдерживать вибрации в определенном диапазоне частот с определенной амплитудой и ускорением.

16. Ударная прочность — способность реле выдерживать одиночные и многократные удары с определенным ускорением.

17. Срок службы и хранения.

Классификация реле производится по назначению, мощности управления, по времени срабатывания и другим признакам.

По назначению различают:

пусковое реле, которое включается обычно с пультов управления с помощью кнопок;

максимальное реле, предназначенное для отключения управляемой цепи при превышении напряжения (тока) в этой цепи больше заданного значения;

минимальное реле, предназначенное для отключения управляемой цепи при уменьшении напряжения (тока) в этой цепи ниже заданного значения;

реле времени, предназначенное для создания необходимой выдержки времени, после истечения которой должно происходить включение (выключение) управляемой цепи.

По мощности коммутации различают реле:

малой мощности — $P_{\text{к}} \leqslant 1$ Вт;

средней мощности — $P_{\text{к}} = (1...10)$ Вт;

большой мощности — $P_{\text{к}} \geqslant 10$ Вт.

По времени срабатывания классификация реле следующая:

безынерционное — $t_{\text{ср}} < 1$ мс;

быстродействующее — $t_{\text{ср}} = (5...50)$ мс;

нормальное — $t_{\text{ср}} = (50...150)$ мс;

замедленное — $t_{\text{ср}} = (150...1000)$ мс.

По принципу действия различают реле постоянного тока, срабатывание которого не зависит от направления тока в обмотке, и поляризованное реле, для срабатывания которого ток через обмотку должен протекать в определенном направлении.

Реле постоянного тока двухпозиционные. Поляризованные реле могут быть как двухпозиционными, так и трехпозиционными. У некоторых двухпозиционных поляризованных реле подвижный контакт после снятия напряжения с обмотки может остаться в безразличном положении, у других — в определенном положении. В трехпозиционных поляризованных реле подвижный контакт после снятия напряжения с обмотки остается в нейтральном положении.

Реле может быть одностабильным и двухстабильным. Одностабильное реле, изменив свое состояние после подачи напряжения на обмотку, возвращается в прежнее положение при снятии напряжения. Двухстабильное реле, изменив свое состояние после отключения напряжения, не возвращается в прежнее положение.

По числу обмоток различают реле с одной, двумя или бо́льшим числом обмоток.

По числу контактов и контактных групп различают реле с одной, двумя или большим числом групп.

По виду контактов реле классифицируют следующим образом: с замыкающими, размыкающими и переключающими контактами, а также с сочетанием размыкающих, замыкающих и переключающих контактов.

Конструктивное исполнение реле может быть следующим: завальцованное, герметичное, негерметичное, открытое, зачехленное, пылебрызгозащищенное, с герметизированными контактами, герконовое (с герметичными контактами).

К малогабаритным реле относятся реле, приспособленные для крепления на печатных платах, имеющие малый вес и габариты. В справочник включены реле, у которых

геометрические размеры не превышают 50 мм, рабочее напряжение менее 60 В и масса меньше 100 г.

Параметры реле указываются в паспорте. Номера паспортов включают несколько групп знаков (букв и цифр). Первая группа включает набор букв или букв и цифр (например, РФ0, РС4, КЩ4, ДЛТ4 и т. д.), вторая и третья группы включают трехзначное число. Пример паспорта реле — РС4.590.059. У некоторых реле имеется четвертая группа знаков, состоящая из двух цифр (например, РС4.590.059-01).

Каждый тип реле имеет ряд типономиналов, отличающихся друг от друга электрическими параметрами. Что касается условий эксплуатации, конструктивного исполнения и массы, то у одного и того же типа реле они одинаковые. Способы крепления реле одного и того же типа могут быть различными.

На корпусе реле указывается тип реле, номер паспорта, год изготовления, схема контактной группы.

8.2.2. Пояснения к справочным таблицам и рекомендации по выбору реле

В справочные таблицы включены слаботочные малогабаритные реле, серийно выпускаемые промышленностью. Приводимые в таблицах параметры реле соответствуют технической документации.

Все реле сведены в следующие группы: реле постоянного тока; поляризованные реле, включая реле-переключатели; реле с герметическими контактами (герконовое реле).

На каждую группу реле отведены три таблицы: основные электрические параметры, основные коммутационные параметры и основные эксплуатационные и конструктивные параметры.

В качестве основных электрических параметров в таблицах приводятся: рабочее напряжение, электрическое сопротивление обмотки (обмоток), токи (напряжения) срабатывания и отпускания, время срабатывания и отпускания, а также сопротивление электрических контактов.

Для рабочего напряжения $U_{раб}$ указывается номинальное значение и допуск. Номинальная величина $U_{раб}$ соответствует нормальным условиям эксплуатации реле при температуре окружающей среды $+20$ °С и атмосферном давлении 10^5 Па (760 мм рт. ст.).

Изменения температуры окружающей среды и атмосферного давления приводят к изменениям электрических параметров реле. При этом изменяются такие величины, как сопротивление обмотки и изоляции, диэлектрические потери, сопротивление электрических контактов. Возможны появление обледенения контактов при очень низких температурах,

конденсация влаги. При очень низких давлениях возможна ионизация воздушного промежутка и его пробой.

Для обеспечения надежной работы реле на крайних значениях диапазонов температур и давления необходима корректировка величины рабочего напряжения. Наиболее неблагоприятными условиями работы реле являются низкие температуры и атмосферное давление. Рабочее напряжение для таких условий должно быть наибольшим.

При выборе реле исходят из того, чтобы рабочее напряжение для данных климатических условий соответствовало напряжению источника питания. Если для заданной величины напряжения источника питания $E_п$ не удается подобрать реле, у которого бы $U_{раб} = E_п$, то выбирают реле с несколько меньшим значением $U_{раб}$, а излишнее напряжение $E_п - U_{раб}$ «гасят» на дополнительном резисторе R, включенном последовательно с обмоткой реле. Сопротивление гасящего резистора выбирается из выражения: $R = (E_п - U_{раб})/I_{раб} = (E_п - U_{раб}) \cdot R_{обм}/U_{раб}$.

Электрическое сопротивление обмотки (обмоток) измерено на постоянном токе при нормальной температуре окружающей среды. Технологический разброс сопротивления обмотки (обмоток) для различных реле различный и составляет от ± 10 до ± 20 %.

Знание электрического сопротивления обмотки (обмоток) позволяет выбрать величину сопротивления гасящего резистора при $E_п > U_{раб}$.

Рабочее напряжение и электрическое сопротивление обмотки позволяют также определить мощность, выделяемую в обмотке: $P_{обм} = U^2_{раб}/R_{обм}$. Для приведенных в справочнике реле мощность в обмотке лежит в пределах от долей до нескольких Вт. У реле с одинаковой мощностью в обмотке рабочее напряжение пропорционально корню квадратному из сопротивления обмотки.

Сопротивление обмотки для приведенных в справочнике реле колеблется в широких пределах: от нескольких Ом до нескольких десятков кОм. Минимальное рабочее напряжение составляет 3 В, набор реле для справочника ограничен максимальным рабочим напряжением, равным 60 В.

Ток (напряжение) срабатывания определяет чувствительность реле — способность срабатывать при определенном значении мощности, подаваемой в обмотку. При этом токе (напряжении) реле должно переключать все контакты. Однако для удержания контактов в этом положении нужно подавать в обмотку рабочий ток (напряжение).

Для реле постоянного тока ток (напряжение) срабатывания меньше рабочего тока (напряжения) на 30...50 %, для поляризованных реле — в десятки раз.

По току (напряжению) отпускания судят о способности реле к возвращению в исходное состояние. Для реле постоянного тока ток (напряжение) отпускания в несколько раз

меньше тока (напряжения) срабатывания. У поляризованных реле для возвращения их в исходное состояние используется аналогичная обмотка, как и для включения («отбойная» обмотка), поэтому такой параметр, как ток (напряжение) отпускания, для поляризованных реле не имеет того смысла, что для реле постоянного тока. Для поляризованных реле с одинаковыми сопротивлениями прямой и отбойной обмоток напряжения прямого и обратного срабатывания одинаковы.

Время срабатывания и отпускания являются одними из важнейших параметров реле. Эти два параметра характеризуют быстродействие реле, т. е. способность в короткое время включать (выключать) электрические цепи. По быстродействию реле значительно уступают электронным переключателям, однако в тех случаях, когда быстродействие не имеет существенного значения, применение реле дает существенные преимущества. Сюда нужно отнести такие достоинства, как одновременное переключение нескольких цепей, переключение цепей переменного тока, дистанционное управление цепями и др.

С увеличением числа витков, а значит и сопротивления обмотки, магнитодвижущая сила срабатывания увеличивается, чувствительность реле повышается и, как следствие, уменьшается время срабатывания.

Время срабатывания приводимых в справочнике реле колеблется в пределах 3...20 мс.

Для поляризованных реле указывается только время срабатывания. У этих реле, как уже указывалось, перевод в исходное состояние осуществляется с помощью аналогичной обмотки, через которую пропускается ток в противоположном направлении.

Сопротивление электрических контактов как параметр имеет то практическое значение, что при значительных токах, протекающих через них, происходит их нагрев и снижение механической прочности материала контактов. Для уменьшения сопротивления контактов, их меньшего износа контактирующие поверхности покрываются специальными материалами. Для коммутации токов свыше 100 мА применяются реле с контактами из материалов: ПЛИ-10, Ср999, СрМгН-99, СМгНСрКд86-14, СрМгНЦр-99, ПДЦРХР-1 (буквы кода материалов указывают наличие в нем определенных химических элементов: ПЛ — палладий, Ср — серебро, Мг — марганец, Н — никель, Кд — кадмий, Хр — хром и т. д.). Наименьшее сопротивление и износ имеют контакты из золота и сплавов из него.

Различные экземпляры одного и того же типа реле могут иметь контакты из различных материалов, а следовательно, иметь и различное электрическое сопротивление.

При выборе реле стремятся найти такое, у которого сопротивление контактов наименьшее, особенно это важно при

значительных коммутирующих токах (малых нагрузках) в коммутируемой цепи.

В качестве основных коммутационных параметров в таблицах приводятся такие параметры, как допускаемый коммутируемый постоянный и переменный ток, допускаемое коммутируемое постоянное и переменное напряжение и соответствующее этим величинам максимальное число коммутаций. Указанные три параметра характеризуют коммутационные способности реле.

При одном и том же максимальном числе коммутаций, что определяется коммутируемой мощностью, с ростом допускаемых коммутируемых токов допускаемое коммутируемое напряжение меньше. С ростом же коммутируемой мощности максимальное число коммутаций уменьшается, что обусловлено усилением эрозии контактов.

При одинаковом значении тока максимальное число коммутаций контактов, работающих в цепи переменного тока, выше, чем у контактов, работающих в цепи постоянного тока. Это объясняется тем, что переменный ток меняет полярность с определенной частотой, и поэтому дуга, возникающая в процессе коммутации с такой же частотой, гаснет и снова возникает, и тем самым создаются более благоприятные условия для коммутации.

Различные экземпляры или группы одного и того же типа реле могут иметь различные коммутируемые токи и напряжения при одном и том же максимальном числе коммутаций. Например, максимальное число коммутаций 10^5 имеют: 5 реле РЭС22 (РФ4.523.023-00...РФ4.523.023-04) при допускаемом коммутируемом постоянном токе 0,1...0,3 А и допускаемом коммутируемом постоянном напряжении 6...220 В и 3 реле этого же типа (РФ4.523.023-09...РФ4.523.023-11) при допускаемом коммутируемом постоянном токе 5×10^{-5}... 2×10^{-1} А и допускаемом коммутируемом постоянном напряжении 0,5...30 В. Остальные 4 экземпляра реле РЭС22 имеют свои коммутируемые токи и напряжения, но уже при другом максимальном числе коммутаций. Это нужно учитывать при выборе реле. Имея заданное максимальное число коммутаций, вначале рассматривают все коммутационные способности одного типа реле, а уже затем переходят к следующему.

Выбор реле по коммутационным способностям производится таким образом, чтобы удовлетворялись одновременно три требования: коммутируемый ток должен находиться в диапазоне допускаемых коммутируемых токов, коммутируемое напряжение должно находиться в диапазоне допускаемых коммутируемых напряжений и максимальное число коммутаций должно быть не меньше заданной величины.

При выборе реле возможны случаи, когда указанным трем требованиям удовлетворяют многие типы реле. Очевидно,

что наилучшим вариантом будет тот, когда максимальное число коммутаций будет наибольшим.

Перед выбором реле по коммутационным параметрам полезно иметь общую информацию, приведенную в данном справочнике по этому вопросу. Ниже приведены сведения о диапазонах коммутируемых токов, напряжений и числе коммутаций:

диапазон допускаемых коммутируемых постоянных токов $(5 \times 10^{-6}...6)$ А;

диапазон допускаемых коммутируемых постоянных напряжений (0,05...220) В;

диапазон допускаемых коммутируемых переменных токов — $(5 \times 10^{-6}...5)$ А;

диапазон допускаемых коммутируемых переменных напряжений — (0,05...220) В;

максимальное число коммутаций в пределах $10^3...5 \times 10^6$.

Приведенные в таблицах цифры максимального числа коммутаций для соответствующих диапазонов коммутируемых токов и напряжений реле относятся к случаю использования резистивной нагрузки в коммутируемой цепи. Но коммутируемая цепь может содержать и индуктивную нагрузку, например обмотку аналогичного или другого реле. Существенно то, что условия работы реле, главным образом контактов, при такой нагрузке ухудшаются. Электрическая эрозия контактов при индуктивной нагрузке значительно больше, чем при резистивной, особенно сильно сказывается это явление при больших токах и напряжениях. В связи с этим для одинаковых значений диапазонов коммутируемых токов и напряжений при индуктивной нагрузке максимальное число коммутаций значительно (в несколько и даже в десятки раз) меньше, чем при резистивной нагрузке.

Изменение условий эксплуатации реле приводит к изменению их коммутационных способностей. В частности, с ростом температуры максимальное число коммутаций уменьшается. При максимальной температуре окружающей среды максимальное число коммутаций уменьшается в несколько раз по сравнению с нормальной температурой. В таблицах максимальное число коммутаций указано для температуры окружающей среды $+20$ °С.

В таблицах справочника приводится время непрерывной работы реле под нагрузкой. Указанный параметр определяет продолжительность работы реле при включенной обмотке. Для реле постоянного тока время непрерывного нахождения обмотки под нагрузкой составляет порядка нескольких сотен часов. Для поляризованных реле типа РПС18 и РПС58 этот параметр равен 500 ч. Что же касается остальных поляризованных реле, используемых как реле-переключатели (ранее называемых дистанционными переключателями), то непрерывное время нахождения обмоток этих реле под нагрузкой не превышает нескольких десятков секунд. Столь резкое

отличие объясняется следующим. Реле постоянного тока остается во включенном состоянии до тех пор, пока через его обмотку протекает ток. Реле-переключатель включается пропусканием через обмотку включения тока на время не менее времени срабатывания, после этого оно остается включенным независимо от наличия тока в обмотке включения. Для повышения экономичности реле-переключателей после их включения отключают напряжение с обмотки включения.

Отклонение параметров окружающей среды от номинальных значений существенно влияет на время непрерывного нахождения обмотки под нагрузкой. С ростом температуры и уменьшением атмосферного давления время непрерывного нахождения обмотки под нагрузкой должно быть меньше. В справочных таблицах «Основные коммутационные параметры реле» время непрерывной работы обмотки под током указывается для нормального атмосферного давления и максимальной температуры. Время непрерывного нахождения обмотки под нагрузкой для низких атмосферных давлений в справочнике не приводится.

При выборе реле по времени непрерывной работы обмотки под нагрузкой руководствуются условиями работы реле в конкретной аппаратуре.

Непрерывное нахождение обмотки реле под нагрузкой в течение длительного времени (несколько часов) не является характерным. Для коммутации цепей, которые остаются включенными длительное время, более экономичными являются другие коммутационные устройства, в частности механические включатели и переключатели. Более вероятным режимом работы реле является повторно-кратковременный режим, при котором реле короткое время находится во включенном состоянии и длительное время в выключенном. Очевидно, что продолжительность работы реле в повторно-кратковременном режиме больше, чем в непрерывном режиме. Из изложенного следует, что если реле выбрано таким образом, что время постоянного включения его меньше времени непрерывной работы, взятого из справочника, то при повторно-кратковременном режиме условия работы будут более легкими.

Для большинства реле постоянного тока время непрерывного нахождения обмотки под нагрузкой при максимальной температуре составляет порядка 100 ч. Этого времени вполне достаточно, если учесть то, что непрерывное включение реле, а значит и аппаратуры, в которой оно установлено, в течение 4 суток мало вероятно.

Что же касается общей продолжительности работы реле (срока службы), то она определяется максимальным числом и частотой коммутаций. Срок службы реле может колебаться в широких пределах. Например, при частоте коммутаций один раз в минуту общее число часов работы реле при максимальном числе коммутаций 10^6 составит 10^6 минут, или

порядка 16,6 тыс. ч, а при числе коммутаций один раз в секунду это время будет в 60 раз меньше — 277 ч.

Для реле-переключателей режим работы обмоток под нагрузкой имеет существенные особенности. Во-первых, обмотки под током находятся попеременно. Во-вторых, продолжительность нахождения каждой обмотки под нагрузкой мала. И наконец, как после включения реле, так и после его выключения обмотки реле обесточены. Учитывая изложенное, для реле-переключателей время непрерывного нахождения обмоток под нагрузкой указывают при определенной скважности. Под скважностью понимают отношение времени нахождения обмотки под нагрузкой и следующего за ним времени обесточенного состояния (продолжительности периода) ко времени включения. Очевидно, что чем больше скважность, тем условия работы реле-переключателя легче и время непрерывного нахождения обмоток под нагрузкой может быть увеличено.

Для приведенных в справочнике реле-переключателей время непрерывного нахождения обмоток под током колеблется в широких пределах: от 0,05 до 60 секунд. Это время во всех случаях и условиях работы должно быть больше времени включения (выключения) реле. При очень малых допустимых величинах времени непрерывного нахождения обмоток под нагрузкой (десятки — сотни миллисекунд) обычно включение производят импульсами напряжения, получаемыми электронными генераторами. При больших допустимых величинах времени непрерывного нахождения обмоток под нагрузкой допустимо включение реле механическими коммутационными устройствами.

В таблицах «Основные эксплуатационные и конструктивные параметры реле» приводятся четыре параметра.

Диапазон окружающей температуры указывает тот интервал температур, в пределах которого основные электрические и коммутационные параметры сохраняют свои значения с учетом допусков. Для большинства реле диапазон окружающей температуры, внутри которого нормально функционируют реле, составляет порядка $-60...+(80...100)\,^{\circ}C$. Для отдельных экземпляров реле нижняя температура ограничена значением $+1\,^{\circ}C$, некоторые экземпляры допускают максимальную температуру $+125\,^{\circ}C$.

Очевидно, что за пределами указанного в справочнике диапазона температур эксплуатация реле недопустима.

Использование реле вне пределов диапазона атмосферного давления также должно быть исключено. Все реле, приведенные в справочнике, нормально функционируют при нормальном атмосферном давлении в 10^5 Па. Для большинства реле возможна работа их при очень низких давлениях (порядка $10^{-4}...10^{-6}$ Па), некоторые реле, особенно герконовые, выдерживают давление, в 2...3 раза превышающее нормальное атмосферное. Как уже указывалось, если реле эксплуати-

руется в условиях низкого давления, то допустимое время непрерывного нахождения обмотки под током резко сокращается.

Габаритные размеры реле указаны с учетом длины выводов. У некоторых типов реле имеются разные способы крепления, в справочных таблицах модификации реле по этому признаку обозначаются буквами А и Б. Габаритные размеры, расположение выводов и их нумерация приводятся на рисунках. Как уже указывалось, в справочнике приведены параметры только тех реле, любой габаритный размер которых не превышает 50 мм.

Масса реле, приведенных в справочнике, колеблется от 2 до 100 г.

Все реле нормально функционируют при относительной влажности, не превышающей 98 % при температуре +35 °С.

В справочнике приведена значительная, наиболее важная часть параметров реле из технических условий, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 16121—79. Ряд параметров, не имеющих существенного значения для практики, не приводятся из-за ограниченного объема справочника. К таким параметрам относятся вибропрочность и виброустойчивость, ударная прочность и ударная устойчивость, сроки хранения в различных условиях, сопротивление изоляции и другие. При необходимости сведения по указанным параметрам можно получить в [4].

8.2.3. Реле постоянного тока

Реле постоянного тока представлены следующим набором: РЭС6, РЭС9, РЭС10, РЭС15, РЭС22, РЭС32, РЭС34, РЭС47, РЭС48, РЭС49, РЭС53, РЭС54, РЭС59, РЭС60, РЭС79, РЭС80. Общее число типономиналов всех реле — 210. Все реле постоянного тока являются одностабильными, двухпозиционными. Реле РЭС49 может коммутировать цепи только постоянного тока, остальные реле могут коммутировать цепи как постоянного, так и переменного тока. Максимальная частота коммутируемого переменного напряжения для различных реле различная и колеблется в пределах от 400 Гц до 10 кГц. Минимальное время срабатывания составляет 3 мс. Четыре переключающих контакта имеют реле РЭС22, РЭС32, РЭС53, остальные реле имеют один или два.

Основные электрические параметры реле постоянного тока приведены в табл. 8.2, основные коммутационные параметры — в табл. 8.3, основные эксплуатационные и конструктивные параметры — в табл. 8.4. Габаритные размеры, расположение выводов и принципиальные схемы реле показаны на рис. 8.2...8.17.

Реле постоянного тока являются простыми коммутационными устройствами. Они могут применяться в качестве максимальных, минимальных и пусковых реле.

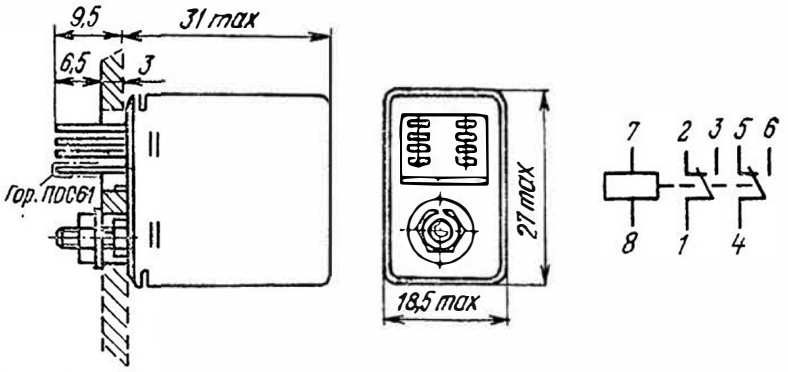


Рис. 8 2. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС6.

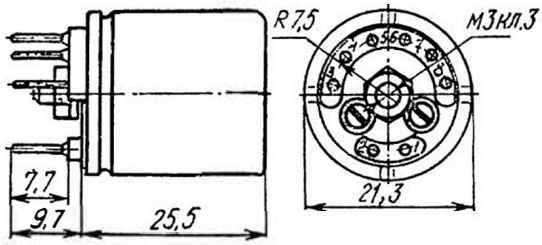
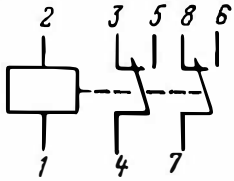
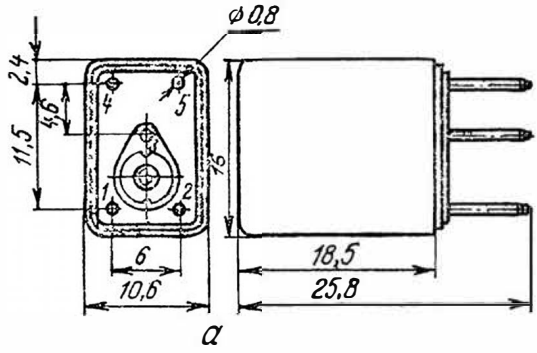


Рис. 8.3. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС9.





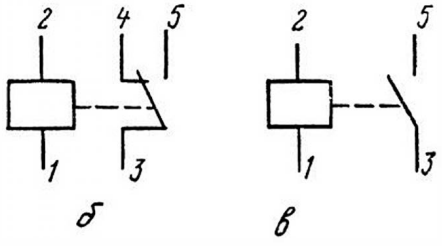


Рис. 8.4. Реле постоянного тока РЭС10:
а — конструктивные данные; *б* — электрическая схема с контактами на переключение, *в* — электрическая схема с контактами на замыкание.

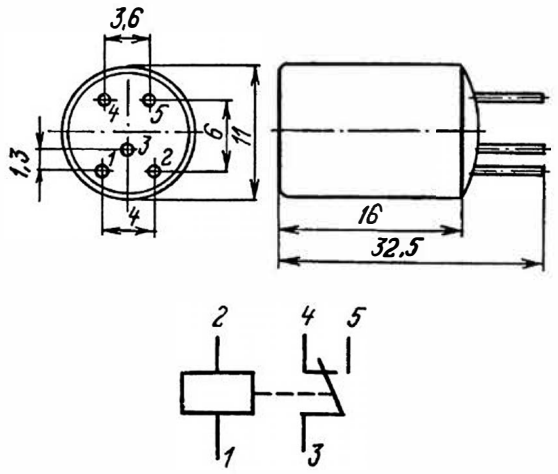


Рис. 8.5. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС15.

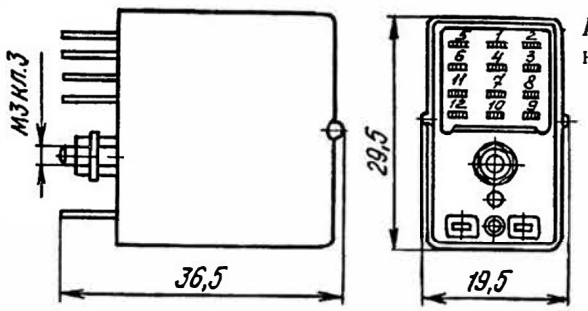
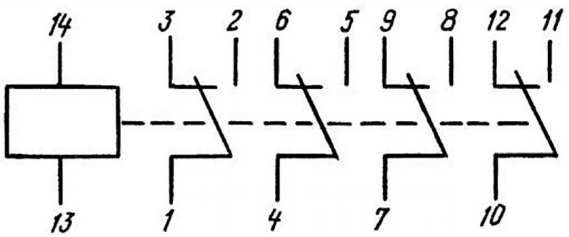


Рис. 8.6. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС22.



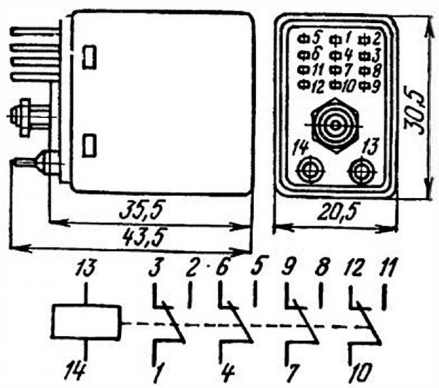


Рис. 8.7. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС32.

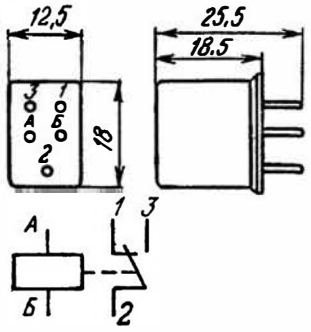


Рис. 8.8. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС34.

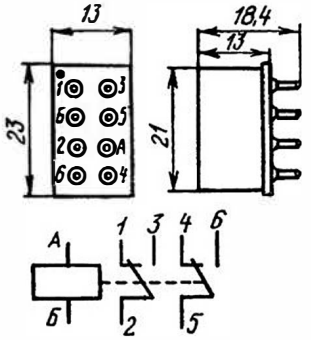


Рис. 8.9. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС47.

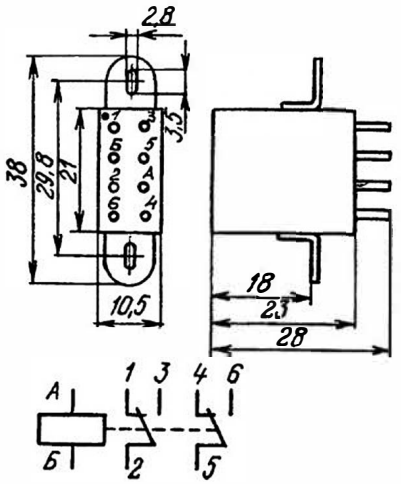


Рис. 8.10. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС48.

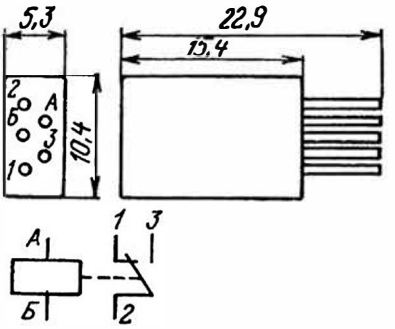


Рис. 8.11. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС49.

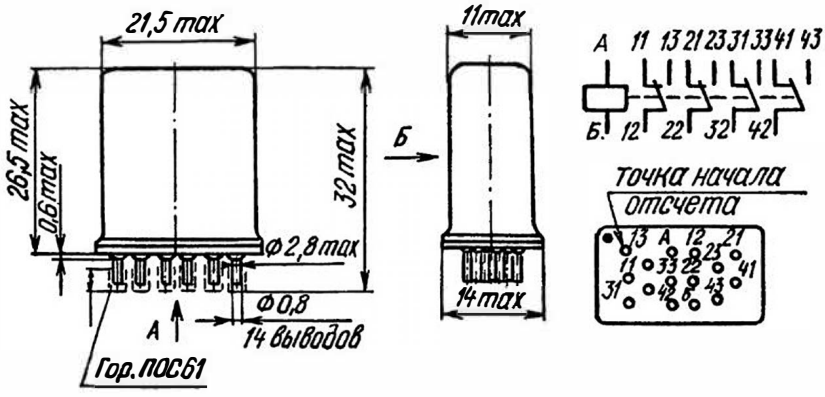


Рис. 8.12. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС53.

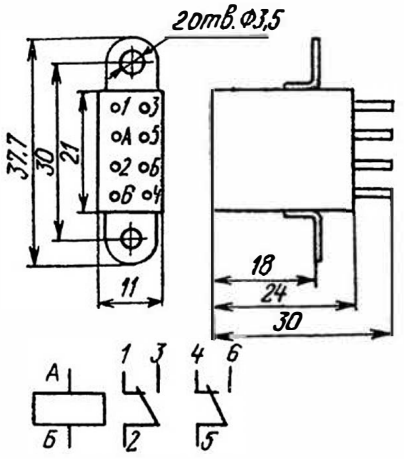


Рис. 8.13. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС54Б.

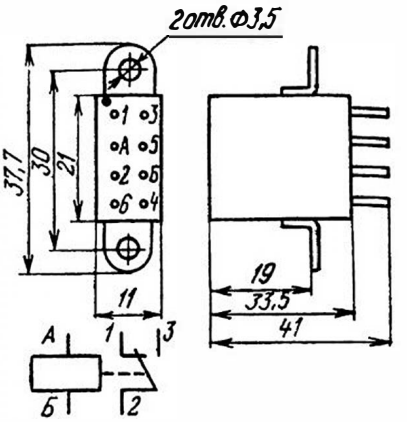


Рис. 8.14. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС59Б.

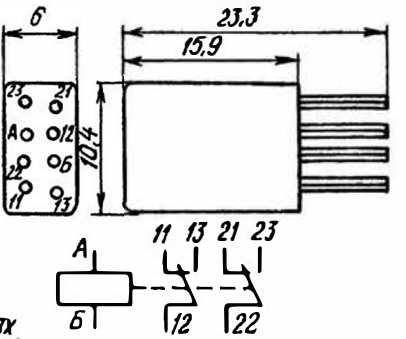


Рис. 8.15. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС60.

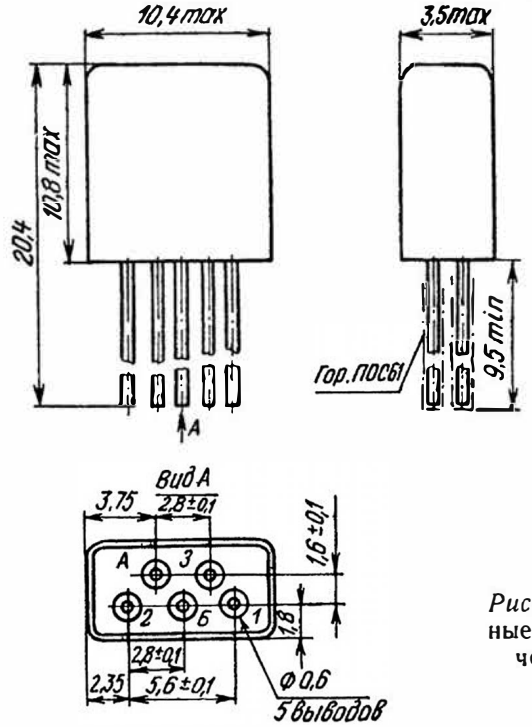


Рис. 8.16. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС79.

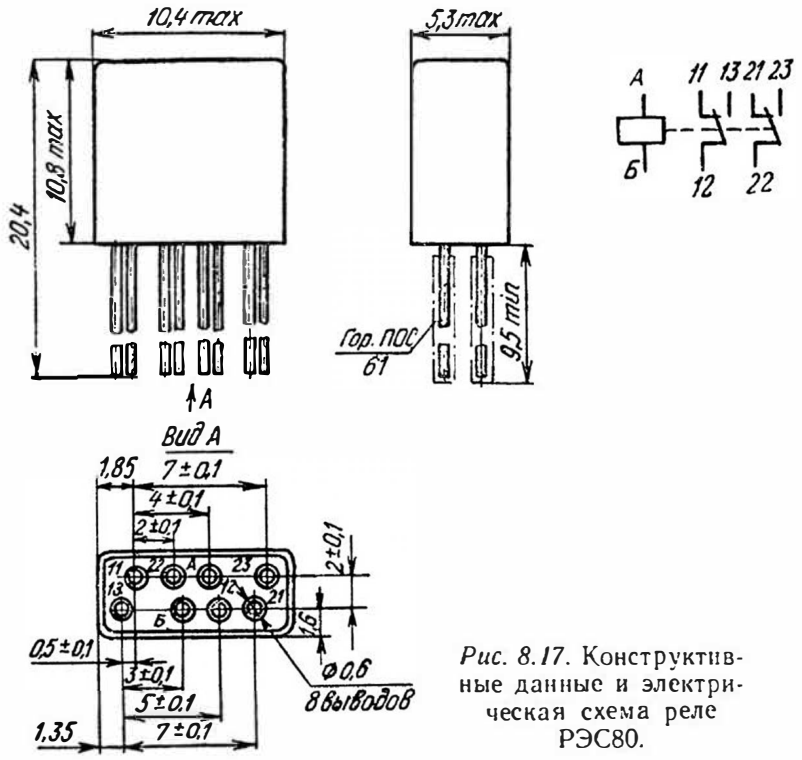


Рис. 8.17. Конструктивные данные и электрическая схема реле РЭС80.

Таблица 8.2. **Основные электрические параметры реле постоянного тока**

Тип реле	Номер паспорта	Рабочее напряжение, В	Сопротивление обмотки, Ом	Ток, мА		Время, мс		Сопротивление контактов, Ом
				срабатывания	отпускания	срабатывания	отпускания	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
РЭС6 завальцованное, одностабильное, двухпозиционное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой 50...1000 Гц	РФ0.452.100	50±7	2500±250	20	3	20	8	0,6
	РФ0.452.101	34±5	1250±125	26	5			
	РФ0.452.102	27±3	850±85	32	6			
	РФ0.452.103	22±3	550±55	35	8			
	РФ0.452.104	18±2	300±30	50	10			
	РФ0.452.105	14±2	200±20	65	15			
	РФ0.452.106	24±3	125±12,5	70	18			
	РФ0.452.107	7,8±0,9	60±6	100	20			
	РФ0.452.109	5±0,5	30±3	130	25			
	РФ0.452.110	50±7	2500±250	15	2			
	РФ0.452.111	34±5	1250±125	21	4			
	РФ0.452.112	27±3	850±85	25	5			
	РФ0.452.113	22±3	550±55	30	6			
	РФ0.452.114	18±2	300±30	42	8			
	РФ0.452.115	14±2	200±20	55	9			
	РФ0.452.116		125±12,5	62	10			
	РФ0.452.120	50±7	2500±250	15	2			
	РФ0.452.121	34±5	1250±125	21	4			
	РФ0.452.122	27±3	850±85	25	5			

Продолжение табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
РЭС6	РФ0.452.123	22±3	550±55	30	6	20	8	0,6
	РФ0.452.124	18±2	300±30	42	8			
	РФ0.452.125	14±2	200±20	55	9			
	РФ0.452.126	14±2	125±12,5	62	10			
	РФ0.452.130	50±7	2500±250	15	2			
	РФ0.452.131	34±5	1250±125	21	3			
	РФ0.452.132	27±3	850±85	25	4			
	РФ0.452.133	22±3	550±55	30	5			
	РФ0.452.134	18±2	300±30	42	6			
	РФ0.452.135	14±2	200±20	55	8			
	РФ0.452.136	24±3	125±12,5	62	9			
	РФ0.452.140	50±7	2500±250	5	3			
	РФ0.452.141	33±4	1250±1250	20	4			
	РФ0.452.142	27±3	850±85	25	5			
	РФ0.452.143	20±2,5	550±55	28	6			
	РФ0.452.144	13±2	300±30	35	3			
	РФ0.452.145	12±2	200±20	50	12			
	РФ0.452.146	12±2	125±12,5	60	15			
РЭС9 завальцованное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой 50...1100 Гц	РС4.529.029-00	27 (−4+5)	500±50	30	5	11		0,6
	РС4.529.029-01							1,5
	РС4.529.029-02	12 (−2+6)	72±7,2	80	13	9		
	РС4.529.029-03	6±1	30±3	108	18			
	РС4.529.029-07	27 (−4+5)	500±50	30	5	11		0,6
	РС4.529.029-08	32 (−6+11)	980±98	23	3	9		
	РС4.529.029-09	27 (−4+5)	500±50	30	5	11		0,3
	РС4.529.029-10	6±1	36±3,6	95	15		7	0,6

Продолжение табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	РС4.529.029-11	12 (−2+6)	72±7,2	80	13			0,3
	РС4.529.029-12		30±3	108	18			
	РС4.529.029-15	6±1	36±3,6	95	18—25	9		0,6
	РС4.529.029-16		30±3	108	18			
	РС4.529.029-18	32 (−6+11)	980±98	23	3			1,5
	РС4.529.029-19	6±1	36±3,6	95	15			
РЭС10 негерметичное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой 50...1100 Гц	РС4.529.031-01	43 (−9+24)	4500±675	6	0,8	8	2,5	1,5
	РС4.529.031-02	50 (−7+17)		8	1,1			
	РС4.529.031-03	29 (−5+11)	630±95	22	3	6	4,5	
	РС4.529.031-04	14 (−3+7)	120±12	50	7			
	РС4.529.031-05	7,5 (−2+4)	45±4,5	70	11	8	2,5	
	РС4.529.031-06	24 (−5+11)	1600±240	10	1,3			
	РС4.529.031-07	11 (−4+7)	120±12	35	5	5		
	РС4.529.031-08							
	РС4.529.031-09	14 (−3+7)	120±12	50	7	6	4,5	0,5
	РС4.529.031-10	50 (−7+17)	4500±675	8	1,1	8		
	РС4.529.031-11	29 (−5+11)	630±95	22	3	6		
	РС4.529.031-12	7,5 (−2+4)	45±4,5	70	11			
	РС4.529.031-13	24 (−5+11)	1600±240	10	1,3	8	2,5	1,5
	РС4.529.031-16	43 (−9+24)	4500±675	6	0,8			
	РС4.529.031-17	50 (−7+17)		8	1,1	6	4,5	
	РС4.529.031-18	29 (−5+11)	630±95	22	3			
	РС4.529.031-19	14 (−3+7)	120±12	50	7			
	РС4.529.031-20	7,5 (−2+4)	45±4,5	70	11	8	2,5	
	РС4.529.031-21	24 (−5+11)	1600±240	10	1,5			
	РС4.529.031-22	11 (−4+7)	12±1,2	35	5	6,5	4,5	
	РС4.529.031-23	3,15±0,63	21±2,1	125	15			

Продолжение табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
РЭС15 пылебрызгозащищенное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой 50 400 Гц	РС4 591.001	27 (−3+4)	2200±330	8,5	2	8	5	1,0
	РС4.591.002	6,8 (−0,5+0,4)	160±24	30	7			
	РС4.591.003	10 (−1,1+1,2)	330±50	21	5			
	РС4.591.004	14,7 (−1,1+4,2)	720±108	14,5	3,5			
	РС4.591.005	28 (−2,1+4)	36±3,6	60	14			
	РС4.591 006	14 (−2,3+3)	500±75	20	3			
	РС4.591.007	27 (−4+7)	1200±180	13	2,5			—
	РС4.591.008	27 (−3+4)	2200±330	8,5	2			
	РС4.591.009	6,8 (−0,5+0,4)	160±24	30	7			
	РС4.591 010	10 (−1,1+1,2)	330±50	21	5			
	РС4.591.011	14,7 (−1,1+1,2)	720±108	14,5	3,5			0,8
	РС4.591.012	28 (−2,1+4,0)	36±3,6	60	14			
	РС4.591.013	14 (−2,3+3)	500±75	20	3			
	РС4.591.014	27 (−3+7)	1200±180	13	2,5			
РЭС22 зачехленное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой 50 1000 Гц	РФ4 523.023.00	24±2,4	650 (−65+97)	19	6	12	5	0,6
	РФ4.523.023-01	12±1,2	175 (−17+26)	36	11			
	РФ4.523.023-02	48±4,8	2500 (−250+375)	10,5	3,5			
	РФ4.523.023-03	60±6	2800 (−420+280)	11	2			
	РФ4.523.023-04							
	РФ4.523.023-05	12±1,2	175 (−17+35)	36	8	15	8	—
	РФ4.523.023-06	48±4,8	2500 (−250+375)	10,5	2,5			
	РФ4.523.023-07	24±2,4	650 (−65+97)	20	4			
	РФ4.523.023-08	30±3	700±105	21	3			0,3
	РФ4.523.023-09	24±2,4	650 (−65+97)	19	6			
	РФ4.523.023-10	30±3	700±105	21	3			
	РФ4.523.023-11	12±1,2	175 (−17+35)	36	8			

Продолжение табл 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
РЭС32 пылебрызгозащищенное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой 50...1000 Гц	РФ4.530.335-01	12±1,2	175 (−17+35)	36	8			
	РФ4.530.335-02	24±2,4	650 (−97+130)	20	4			
	РФ4.530.335-03	30±3	700±105	21	3			0,6
	РФ4.530.335-04	48±4,8	2500 (−250+375)	10,5	2,5	15	8	
	РФ4.530.335-05	60±6	2800 (−420+280)	11	2			
	РФ4.530.335-06	24±2,4	650 (−65+97)	19	6			0,3
	РФ4.530.335-07	30±3	700±105	21	3			
РЭС34 герметичное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой 50...1100 Гц	РС4.524.370-00	42±2,1	4200±840	8	1,2	7,5		
	РС4.524.370-01	27±3	630±95	21	3,2			1,0
	РС4.524.370-02	10 (−1+2)	120±18	47	7	6,3		
	РС4.524.370-03	6±0,6	45±6,75	75	11,5			
	РС4.524.370-04	42±2,1	4200±840	8	1,2	7,5		
	РС4.524.370-05	27±3	630±95	21	3,2		2	0,5
	РС4.524.370-06	6±0,6	45±6,75	75	11,5	6,3		
	РС4.524.370-07	10 (−1+2)	120±18	47	7			
	РС4.524.370-08	27 (−0,4+1,0)	1600±240	13,5	2	7,5		
	РС4.524.370-09							1,0
	РС4.524.370-10	27±3	630±95	22,5	4,5	6,3		0,5
РЭС47 герметичное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей	РФ4.500.407-00	27±3	650 (−65+97)	23	3			
	РФ4.500.407-01	12±1,2	165 (−8+16)	42	4			
	РФ4.500.407-02	27 (−5,5+7,0)	650±65	21,5	2,5	5	1,5	0,6
	РФ4.500.407-03	12 (−1,2+4,0)	165 (−8+16)	42	4			
	РФ4.500.407-04	6 (0,6+2,0)	40 (−2+4)	86	12			

Продолжение табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
постоянного и переменного тока частотой 50...2500 Гц	РФ4.500.407-05	12 ± 1,2	165 (−8 +16)	42	4	5	1,5	0,6
	РФ4.500.407-06	12 (−1,2 +4,0)						
	РФ4.500.407-07	27 ± 3	650 ± 65	23	3			
	РФ4.500.407-08	27 (−5,5 +7,0)		21,5	2,5			
	РФ4.500.407-09	6 (−0,6 +2,0)	40 (−2 +4)	86	12			
РЭС48 герметичное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 1000 Гц	РС4.590.201 РС4.590.201-01	27 ± 2,7	600 ± 60	23	3	10	5	1,5
	РС4.520.202 РС4.520.202-01	12 ± 1,2	100 ± 15	52	6,8			
	РС4.520.203 РС4.520.203-01	18 ± 1,8 22 ± 2,2	350 (−52 +17)	30	4			
	РС4.520.204 РС4.520.204-01	6 (−1 +3)	42 ± 4,2	79,5	10,4			
	РС4.520.205 РС4.520.206-01	48 (−10 +7)	1250 (−120 +180)	15,2	2			
	РС4.520.207 РС4.520.207-01	27 ± 2,7	600 ± 60	24,8				
	РС4.520.213 РС4.520.213-01	27 (−7 +9)		23				0,4
	РС4.520.214 РС4.520.214-01	12 ± 1,2	100 ± 15	52	6,8			

Продолжение табл 8 2

1	2	3	4	5	6		8	9
	РС4.520.215 РС4.520.215-01	18±1,8	350 (−52+17)	30	4	10	5	0 4
	РС4.520.216 РС4.520.216-01	6 (−1+3)	42±4,2	79,5	10,4			
	РС4.520.218 РС4.520.218-01	27±2,7	600±60	24,8	2			
РЭС49 герметичное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного тока	РС4 569.421-00	27 (−5+9)	1900 (−380+285)	8	1,6	3,0	2,0	1 4
	РС4.569.421-01	18±2	800±160	12	2,2			
	РС4.569.421-02	12 (−2+4)	270±40	22	4			
	РС4.569.421-03	6 (−1+2)	65 (−10+6)	50	10			
	РС4.569 421-04 РС4.569.421-05	27 (−5+9)	1900 (−380+285)	8	1,2			—
	РС4.569.421-06	18±2	800±160	12	2,2			0 5
	РС4.569.421-07	27 (−5+9)	1900 (−380+285)	8	1,2			
	РС4.569.421-08	12 (−2+4)	270±40	22	4	3,0	2,0	0,5
	РС4.569.421-09	6 (−1+2)	65 (−10+6)	50	10			
	РС4.569.421-10 РС4.569.421-11	27±3	1900 (−380+285)	8,3	0,8			2,0 1 0
РЭС53 герметичное, двух-	РС4.500.410-01 РС4.500.410-02	27±3	380 (−38+57)	38	2			1 0 0 4

Продолжение табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
позиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой 50.. 1100 Гц	РС4.500.410-03 РС4.500.410-04	24 ± 2,4	300 (−30 +45)	42	3	10	5	1,0 0,4
	РС4.500.410-05 РС4.500.410-06	12 ± 1,2	76 ± 7,6	81	4			1,0 0,4
	РС4 500.410-07 РС4 500.410-08	6 ± 0,6	20 ± 2,0	164	9			1,0 0,4
РЭС54Б герметичное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой от 50 до 1100 Гц	ХП15.500.010-01 ХП15 500 010-02	27 ± 5		3,0	0,3			
	ХП15.500.011-01 ХП15 500.011-02 ХП15.500 012-01 ХП15.500 012-02	27 (−3 +5)	4000 ± 600	3,6	0,4	12	8	0,5
	ХП15.500.013-01 ХП15 500.013-02	27 ± 5		3,0	0,3			
	ХП4.500.035-01 ХП4.500.035-02 ХП4.500.036-01 ХП4.500.036-02	27 (−3 +5)	400 (−600 +400)	4,2	0,4			
РЭС59Б герметичное, двухпозиционное, од	ХП4.500.020 ХП4.500.021 ХП4 500.022	10 ± 1 2,4 ± 0,3 10 ± 1	2000 ± 300 130 ± 20 2000 ± 300	2,5 11,0 2,5	0,4 1,4 0,4	20	12	0,4

Продолжение табл 8 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой от 50 до 1100 Гц	ХП4.500.023 ХП4.500.024	2,4 ± 0,3	130 ± 20 80 ± 8	11,0 $U_{ср}$ = 1,6 В	1,4 $U_{отп}$ = 0,2 В			
	ХП4.500.025	27 ± 5	8000 ± 1200	1,7	0,15			
РЭС60 герметичное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой 50...1100 Гц	РС4.569.435-00	27 (−4 +7)	1700 ± 225	8,4	1,8			
	РС4.569.435-01	18 ± 2	800 ± 120	12,4	2,6			
	РС4.569.435-02	12 (−2 +4)	270 ± 40	22,5	4,8			
	РС4.569.435-03	6 (−1 +2)	65 (−10 +6)	51	11			
	РС4.569.435-04	4 ± 0,5	36 ± 3,6	60	13			
	РС4.569.435-05	27 (−4 +7)	1700 ± 225	8,4	1,8			
	РС4.569.435-06	18 ± 2	800 ± 120	12,4	2,6			
	РС4.569.435-07	12 (−2 +4)	270 ± 40	22,5	4,8	3,5	1,5	1,4
	РС4.569.435-08	6 (−1 +2)	65 (−10 +6)	51	11			
	РС4.569.435-09	4 ± 0,5	36 ± 3,6	60	13			
РЭС79 герметичное, двухпозиционное, одностабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой 50...10 000 Гц	ДЛТ4.555.011	27 ± 2,7	1700 (−170 +225)	7,5	1			
	ДЛТ4.555.011-01	15 ± 1,5	610 ± 61	13	1,8			
	ДЛТ4.555.011-02	6,3 ± 0,63	105 ± 10,5	30	4			0,5
	ДЛТ4.555.011-03	4 ± 0,4	55 ± 5,5	40	5,4			
	ДЛТ4.555.011-04	3 ± 0,3	30 ± 3	53	7			
	ДЛТ4.555.011-05	27 ± 2,7	1700 (−170 +225)	7,5	1	5	3	
	ДЛТ4.555.011-06	15 ± 1,5	610 ± 61	13	1,8			
	ДЛТ4.555.011-07	6,3 ± 0,63	105 ± 10,5	30	4			0,25
	ДЛТ4.555.011-08	4 ± 0,4	55 ± 5,5	30	4			

Продолжение табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ДЛТ4.555.011-09	3±0,3	30±3	53	7			—
	ДЛТ4.555.011-10	27±2,7	1700 (−170+215)	7,5	1			0,5
	ДЛТ4.555.011-11	15±1,5	610±61	13	8			
РЭС80	ДЛТ4.555.014	27±2,7	1700 (−170+255)	7,5	1,8			
герметичное, од-	ДЛТ4.555.014-01	15±1,5	610±61	13	3,2			
ностабильное,	ДЛТ4.555.014-02	6,3±6,3	105±10,5	30	7			0,5
двухпозиционное,	ДЛТ4.555.014-03	4±0,4	55±5,5	40	10			
для коммутации	ДЛТ4.555.014-04	3±0,3	30±3	53	13	5	3	
цепей постоянного	ДЛТ4.555.014-05	27±2,7	1700 (−170+255)	7,5	1,8			
и переменного тока	ДЛТ4.555.014-06	15±1,5	610±61	13	3,2			
частотой	ДЛТ4.555.014-07	6,3±0,63	105±10,5	30	7			0,25
50...10 000 Гц	ДЛТ4.555.014-08	4±0,4	55±5,5	40	10			
	ДЛТ4.555.014-09	3±0,3	30±3	53	13			

Таблица 8.3. **Основные коммутационные параметры реле постоянного тока**

Тип реле	Номер паспорта	Допускаемый коммутируемый ток, А		Допускаемое коммутируемое напряжение, В		Максимальное число коммутаций	Максимальная частота срабатывания, Гц
		постоянный	переменный	постоянное	переменное		
		0,1...0,3		6...30		10^6	
	РФ0.452.100...РФ0.452.116	0,1...0,3		6...300		$(0,25...0,5)\cdot 10^6$	

Продолжение табл 8 3

1	2	3	4	5	6	7	8
РЭС6	РФ0.452.120...РФ0.452.126	0,3:..2,0		6 ..30		(1,5...3,0)·10⁵	
	РФ0.452.130...РФ0.452.136		0,1...1,0		6...115	5·10⁴	
	РФ0.452.140...РФ0.452.146	2,0...3,0 3,0...6,0		6...30		10⁴ 5·10³	
РЭС9	РС4.529.029-00, РС4.529.029-03 РС4.529.029-08, РС4.529.029-10	0,1...0,8 0,1...0,3 0,8...2,0	 0,2...0,5	6...30 6...250 6...30	 6...115	2·10⁵ 1,5·10⁵ 10⁵	5
	РС4.529.029-01, РС4.529.029-16 РС4.529.029-18, РС4.529.029-19	0,1...0,5 0,5...0,8		6...30		10⁶ 5×10⁵	
			0,2...0,5		6...115	10⁵	
	РС4.529.029-07	0,1...3,0	0,1...0,25	6...30	6...115	10⁴ 4·10⁴	
	РС4.529.029-02	0,1...0,5 0,5...0,8		6...30		10⁶ 5·10⁵	
	РС4.529.029-09 ..РС4.529.029-12	0,8...2,0 5·10⁻⁶...10⁻³ 10⁻³...10⁻² 10⁻²...10⁻¹ 10⁻³...5·10⁻²		12...30 0,05...2 1...34 6...34 1...60		2,5·10⁴ 10⁵ 5·10⁴	

Продолжение табл. 8.3

1	2	3	4	5	6	7	8
	РС4.529.029-15	0,1...0,3		5...7		10^4	
РЭС10	РС4.529.031-01...РС4.529.031-07, РС4.529.031-16...РС4.529.031-23	0,1...0,5 0,1..0,3 0,5...1,0 1,0...2,2	0,2...0,5	6...30 6...250 6...30	6...115	10^5 $5 \cdot 10^4$ $2{,}5 \cdot 10^4$	5
			0,8...1,0		60	$2 \cdot 10^4$	
	РС4.529.031-08...РС4.529.031-13	$5 \cdot 10^{-6}...10^{-5}$ $10^{-5}...2 \cdot 10^{-4}$ $2 \cdot 10^{-4}...5 \cdot 10^{-3}$		0,05...34 1...34		10^5	
РЭС15	РС4.591.001...РС4.591.007	0,01...0,015	0,01...0,13	12...150	30...127	10^5	10
		0,1...0,2		6...30			
	РС4.521.008...РС4.521.014	$10^{-6}...5 \cdot 10^{-3}$		0,05...10			
РЭС22	РФ4.523.023-00...РФ4.523.023-04	0,03...0,05 0,1...0,3 0,05...0,1 0,1...0,3	0,1...0,3 0,05...0,1	6...60 6...30 6...300 6...220	5...115 6...220	10^6 $3...10^5$ 10^5	5
		0,3...1,0		6...30		$2 \cdot 10^5$	
		1,0...2,0				10^4	

Продолжение табл. 8.3

1	2	3	4	5	6	7	8
РЭС22	РФ4.523.023-05...РФ4.523.023-08*	0,1...0,3	0,3...0,5	6...30	6...115	$2,5 \cdot 10^{4}$**	5
		0,3...0,5				10^{4}***	
	РФ4.523.023-09...РФ4.523.023-11	$5 \cdot 10^{-6}$...10^{-2}		0,05...30		$2 \cdot 10^{5}$	
		$5 \cdot 10^{-5}$...$2 \cdot 10^{-1}$		0,5...30		10^{5}	
		0,1...0,5		1...15		10^{4}	
РЭС32	РФ4.500.335-01...РФ4.500.335-05	0,03...0,05	0,1...0,3	30...60	12...115	10^{6}	5
		0,05...0,1				$5 \cdot 10^{5}$	
		0,1...0,3		12...60		$3 \cdot 10^{5}$	
		0,1...0,3		60...220		10^{5}	
		0,3...1,0					
		1,0...2,0		12...30		10^{4}	
		2,0...3,0				$5 \cdot 10^{3}$	
	РФ4.500.335-06...РФ4.500.335-07	$5 \cdot 10^{-6}$...10^{-2}		0,05...30		$2 \cdot 10^{5}$	
		$5 \cdot 10^{-3}$...$2 \cdot 10^{-1}$		0,5...30		10^{5}	
		0,1...0,5		1...15		10^{4}	
		0,01...0,1		20...34		10^{5}	7
РЭС34	РС4.524.370-00...РС4.524.370-03	0,1...0,2	0,2...0,5	6...30	6...115	10^{6}	7
	РС4.524.370-09	0,1...0,3		6...250			
		0,1...2,0		6...34		10^{4}	
			0,2...5,5		6...115	$5 \cdot 10^{4}$	

Продолжение табл. 8.3

1	2	3	4	5	6	7	8
	PC4.524.370-04. .PC4.524.370-08 PC4.524.370-10	$10^{-6}...10^{-3}$ $10^{-3}...5\cdot10^{-2}$ $5\cdot10^{-2}...0,1$ 0,1...0,2		0,01...5 2...10 6...34		$5\cdot10^{6}$ 10^{6} 10^{5} 10^{4}	
РЭС47	РФ4.500.407-00...РФ4.500.407-04	0,01...0,5 0,5...1,0 0,05...0,3 1,0...1,5 1,5...2,0	0,05...0,3	5...34 12...150 5...34	12...115	10^{5} $5\cdot10^{4}$ $2\cdot10^{4}$ $1,5\cdot10^{4}$ $5\cdot10^{3}$	1
	РФ4.500.407-05...РФ4.500.407-09	$10^{-6}...10^{-2}$ $10^{-3}...10^{-1}$		0,05...10 0,05...34		10^{5} 10^{4}	7
РЭС48	PC4.590.201...PC4.590.207 PC4.590.201-01...PC4.590.207-01	0,1...2,0 2,0...3,0 0,1...0,3 0,1...0,3	0,5...1,5	6...30 6...36 30...220 12...150	45	10^{5} 10^{4} $2\cdot10^{4}$ $1,5\cdot10^{4}$	8 2
	PC4.590.213...PC4.590.218 PC4.590.213-01...PC4.590.218-01	$10^{-6}...10^{-3}$ $10^{-3}...10^{-2}$ $10^{-2}...2\cdot10^{-1}$		0,05...5 2...10 6...36		10^{5} $2\cdot10^{5}$ 10^{5}	7
	PC4 569.421-00. PC4.569.421-04	$10^{-3}...0,1$ 0,1...1,0		6...150 6...36		10^{5}	

Продолжение табл. 8.3

1	2	3	4	5	6	7	8
РЭС49	РС4.569.421-05...РС4.569.421-09	$10^{-6}...10^{-3}$		0,05.. 10		10^5	10
	РС4.569.421-11	$10^{-3}...10^{-1}$		6...34		$2{,}5 \cdot 10^4$	
	РС4.569.421-10	$5 \cdot 10^{-2}...10^{-1}$		12...150		10^5	
		0,1...1,0		12...36			
РЭС53	РФ4.500.410-01, РФ4.500.410-03	0,1...0,5				$5 \cdot 10^1$	5
	РФ4.500.410-05, РФ4.500.410-07	0,5...1,0	0,02...0,05	6...30	6.. 140	$2{,}5 \cdot 10^1$	
		1,0...2,0	0,05...0,1			10^4	3
	РФ4.500.410-02, РФ4.500.410-04	$5 \cdot 10^{-6}...0{,}01$		0,05...10		$5 \cdot 10^4$	7
	РФ4.500.410-06, РФ4.500.410-08	$5 \cdot 10^{-3}...0{,}1$		0,5...36		10^4	
РЭС54Б	ХП4.500.010-01, ХП4.500.010-02	0,01...0,1	0,01...0,1	6 ..30	6...30	10^5	5
	ХП4.500.011-01, ХП4.500.011-02	0,1...2,0				$5 \cdot 10^4$	2
	ХП4.500.035-01, ХП4.500.035-02	0,05...0,1	0,05...0,1	30...220	30...220	10^4	5
			0,1...0,2		12...120		
		$10^{-6}...10^{-3}$		0,05...10		$2 \cdot 10^5$	10
		$10^{-5}...10^{-1}$	$10^{-5}...10^{-3}$	0,05...220	1...36	10^4	5
		$10^{-1}...5 \cdot 10^{-1}$		6...30		10^4	5
	ХП4.500.020, ХП4.500.021	0,01...0,1	0,01...0,1	6...32	6...32	10^6	5
	ХП4 500.024, ХП4.500.025	0,1...1,0	0,1...1,0			10^5	3

Продолжение табл 8 3

1	2	3	4	5	6	7	8
РЭС59Б	ХП4 500.022, ХП4.500.023	$10^{-6}...10^{-3}$ $10^{-5}..10^{-1}$	$10^{-6}..10^{-3}$ 0,1 .0,5	0,05. 10 0,05...220	1 .36 6. .30	$2\cdot10^{5}$ 10^{5}	10 5
РЭС60	РС4.569.435-00...РС4 569.435-04	0,01 .0,25 0,25...0,50 0,5...1,0	0,01 ..0,15	6. 30	6. 120	10^{5} $5\cdot10^{4}$ 10^{4}	10 3
	РС4.569.435-05...РС4 569.435-09	$10^{-6}..10^{-3}$ $10^{-3}..5\cdot10^{-2}$		0,05. 10 3. .36		$1,5\ 10^{5}$ 10^{4}	
РЭС79	ДЛТ4 555.011-00...ДЛТ4.555.011-04	0,01 ..0,25 0,25...0,5	0,01 .0,25 0,25...0,5	6. .36	6. 60 6 44	10^{5}	10
	ДЛТ4.555.011 10, ДЛТ4.555.011 13	0,5.. 1,0 $5\cdot10^{-6}\ 10^{-2}$ $10^{-3}\ 10^{-1}$		0.05. 10 0,05. .36		2.5 10^{4} $1,5\ 10^{5}$ 10^{5}	1 10
РЭС80	ДЛТ4.555.014-00...ДЛТ4.555.014-04	0,01 ..0,25 0,25...0,5 0,5.. 1,0	0,01...0,15	6 .36	6 60	10^{5} $5\ 10^{4}$ 10^{4}	10 1
	ДЛТ4.555.014-05..ДЛТ4.555.014-09	$5\ 10^{-6}\ 10^{-2}$ 0,01 0,1	$5\cdot10^{-6}$ $..10^{-2}$ 0,01 0,1	0,05. 10 0,05. 36	0,05 10 0,05 10	$1,5\ 10^{5}$ 10^{5}	0

Таблица 8 4 **Основные эксплуатационные и конструктивные параметры реле постоянного тока**

Тип реле	Номер паспорта	Диапазон окружающей температуры, °С	Диапазон атмосферного давления, Па	Габаритные размеры, мм	Масса, г
1	2	3	4	5	6
РЭС6	РФ0.452.110 ..РФ0.452.116 РФ0.452.120...РФ0.452.126 РФ0.452.130...РФ0.452.136 РФ0.452.140...РФ0.452.146	−60... +85		18,5×27×40,5	34
РЭС9	РС4.529.029-08, РС4.529.029-18	−60... +85	666...1,04 · 10^5	∅21,3×36	20
	РС4.529.029-00, РС4.529.029-01 РС4.529.029-02, РС4.529.029-07 РС4.529.029-09, РС4.529.029-11	−60... +80			
	РС4.529.029-03, РС4.529.029-10 РС4.529.029-16, РС4.529.029-19	−50... +50			
	РС4.529.029-12	−60... +50			
	РС4.529.029-15	−40... +50			
РЭС10	РС4.529.031-01, РС4.529.031-16 РС4.529.031-03...РС4.529.031-09 РС4.529.031-11...РС4.529.031-13 РС4.529.031-18...РС4.529.031-22	−60 .. +100		26,5×16,7×11,2	7,5
	РС4.529.031-02, РС4.529.031-10 РС4 529.031-17,	−60... +85 −60 .. +80		26,5×16,7×11,2	7,5

Продолжение табл 8 4

1	2	3	4	5	6
	РС4.529.031-23	−60... +55			
РЭС15	РС4.591.001...РС4.591.005 РС4.591.008...РС4.591.012 РС4.591.006, РС4.591.013 РС4.591.007, РС4.591.014	−60... +100 −60... +50 −60... +70	666...1,04 · 10^5	∅ 11,2×33	3,7
РЭС22	РФ4.523.023-00...РФ4.523.023-08 РФ4.523.023-09...РФ4.523.023-11	−60... +85 +1... +85		39,2×30×20	36
РЭС32	РФ4.500.335-01...РФ4.500.335-05 РФ4.500.335-06, РФ4.500.335-07	−60... +85 +1... +85		43,5×30,5×20,5	38
РЭС34	РС4.524.370-00, РС4.524.370-04 РС4.524.370-01...РС4.524.370-03 РС4.524.370.05...РС4.524.370-10	−60... +100 −60... +85	1,3 · 10^4...2,13 · 10^5	25,5×18×12,5	11,5
РЭС47	РФ4.500.407-00, РФ4.500.407-01 РФ4.500.407-05, РФ4.500.407-07	−60... +85	1,33 · 10^{-6}...3,04 · 10^5	23×18,4×13	9
	РФ4.500.407.02...РФ4.500.407.04 РФ4.500.407-06, РФ4.500.407-08 РФ4.500.407-08	−60... +75			
РЭС48	РС4.590.201...РС4.590.204 РС4.590.204-01...РС4.590.204-01 РС4.590.206, РС4.590.206-01 РС4.590.207, РС4.590.207-01 РС4.590.213, РС4.590.213-01	−60... +85	1,3 · 10 ^{4} .3,04 · 10^5	А. 28×21×10,5 Б 28×38×10,5	15,5 17

Продолжение табл. 8.4

	2	3	4	5	6
	РС4.590.214, РС4.590.214-01 РС4.590 216, РС4.590.216-01 РС4.590.218, РС4.590.218-01				
	РС4.590.215, РС4.590.215-01	−60...+125			
РЭС49	РС4.569 421-00, РС4.569.421-01 РС4.569 421-04. .РС4.569.421-07	−60...+85	$1{,}33 \cdot 10^{6}$.$2{,}13 \cdot 10^{5}$	22,9×10,4×5,3	3,5
	РС4.569.421-02, РС4.569.421-08 РС4.569 421-10, РС4.569.421-11	−60...+70			
	РС4.569.421-03, РС4.569.421-09	−60...+60			
РЭС53	РФ4.500.410-01 ..РФ4.500.410-08	−60...+100		32×21,5×11	21
РЭС54Б	ХП4 500 010-01, ХП4.500.010-02 ХП4.500.011-01, ХП4.500.011-02 ХП4.500.012-01, ХП4.500.012-02 ХП4.500 013-01, ХП4.500.013-02	−60...+125		А.21,5×30×11,5 Б.37,7×30×11,5	21 22
	ХП4.500.035-01, ХП4.500.035-02 ХП4.500.036-01, ХП4.500.036-02	−60...+85	$1{,}3 \cdot 10^{-4}$ 2,97·10		
РЭС59Б	ХП4 500.020 .ХП4.500.023	−60...+125		А.41×21,5×11,5 Б.41×37,7×11,5	35 35
	ХП4.500 024, ХП4 500.025	−60...+100		В.41×39,8×39,8	60

Продолжение табл. 8.4

1	2	3	4	5	6
РЭС60	РС4.569.435-00, РС4.569.435-01 РС4.569.435-04 ..РС.569.435-06 РС4.569.435-09	−60...+85	$1{,}33\cdot10^{-6}...2{,}13\cdot10^{5}$	23,5×10,8×5,7	3,5
	РС4.569.435-02, РС4.569.435-03 РС4 569.435-07	−60...+70			
	РС4.569.435-08	−60...+60			
РЭС79	ДЛТ4.555.011, ДЛТ4.555.011-02 ДЛТ4.555.011-05, ДЛТ4.555.011-07 ДЛТ4.555.011-10, ДЛТ4.555.011-12	−60..+100	$1{,}33\cdot10^{-6}...3{,}04\cdot10^{5}$	20,4×10,4×5,3	2
	ДЛТ4.555.011-01, ДЛТ4 555.011-03 ДЛТ4.555.011-04, ДЛТ4.555.011-0,6	−60...+85			
	ДЛТ4 555.011-08, ДЛТ4.555.011-09 ДЛТ4 555.011 11, ДЛТ4.555.011-13	−60 . +85		20,4×10,4×5,3	2
РЭС80	ДЛТ4.555.014, ДЛТ4.555 014-02 ДЛТ4.555.014-05, ДЛТ4.555.014-07	−60. +100	$1{,}33\cdot10^{-6}$ .3,04·10⁵		
	ДЛТ4.555.014-01, ДЛТ4.555 014-03 ДЛТ4 555.014-04, ДЛТ4.555.014-06 ДЛТ4 555 011-08, ДЛТ4.555 014-09	−60.. +85		20,4×10,4×5,3	2

8.2.4. Поляризованные реле

В справочнике в основном представлены поляризованные реле, используемые как переключатели. Реле-переключатели представляют собой модификацию поляризованных реле, имеющих как минимум две управляющие обмотки, одну для прямого включения, другую для отбоя, и контактную группу с двумя устойчивыми состояниями.

Управление реле-переключателей происходит кратковременными импульсами 25...100 мс, что существенно сокращает потребление энергии и обеспечивает тепловые условия работы обмоток.

Особенностью реле-переключателей является не притягивание, а отталкивание якоря реле от сердечника при подаче рабочего напряжения нужной полярности. Такая конструкция делает недопустимым превышение номинальных значений рабочего напряжения, так как при его увеличении примерно вдвое якорь начнет притягиваться к полюсному наконечнику, что нарушает нормальную работу переключателя. Значение напряжения срабатывания при работе якоря на отталкивание и притяжение значительно отличаются одно от другого, поэтому недопустимо одновременно подавать рабочие напряжения на прямую и «отбойную» обмотки. Появляющийся при этом разностный магнитный поток оказывается достаточным для отрыва якоря от наконечника, но слишком слабым для его фиксации в одном из рабочих положений.

Реле-переключатели не рассчитаны на работу с включением обмоток через собственные контакты. При включении обмотки через свой контакт якорь не всегда успевает приобрести запас кинетической энергии, необходимый для перехода в другое положение, и зависает в неопределенном положении. Зависание якоря возможно и при недостаточно крутых фронтах управляющих импульсов напряжения. Для надежной работы реле-переключателей пульсации импульсных напряжений, подаваемых на обмотки, не должны превышать 5 %.

В справочнике приведены параметры следующих реле-переключателей: РПС20, РПС32, РПС34, РПС36, РПС42, РПС43, РПС45, РПС47, РПС48. Всего типономиналов — 118. Все реле-переключатели являются двухпозиционными и двухстабильными. РПС-20 — негерметичный, остальные переключатели герметичные. Все типономиналы реле-переключателя РПС34, а также ряд типономиналов РПС36 имеют 4 обмотки, остальные реле-переключатели имеют две обмотки. Сопротивления всех обмоток одинаковые. При наличии двух пар обмоток в каждой паре обмотки соединяются параллельно. Параллельное соединение обмоток увеличивает магнитодвижущую силу в реле-переключателях со значительным числом переключающих контактов.

Отсутствие магнитной экранировки у реле-переключателей

приводит к увеличению напряжения срабатывания при установке их вплотную один к другому из-за взаимного влияния. В связи с этим не следует располагать переключатели на панели из магнитного материала и вблизи элементов, создающих магнитные поля.

Два элемента переключения имеют РПС20, РПС32, РПС42, РПС43, РПС45 и РПС48, четыре — РПС34 и РПС47, шесть — РПС36.

Время срабатывания реле-переключателей лежит в диапазоне 5...15 мс.

Кроме реле-переключателей в справочнике приведены параметры двух поляризованных реле: РПС18 и РПС58.

Реле РПС18 имеет три модификации. Особенностью этого реле является возможность регулировки контактной системы. В связи с этим реле не герметичное, разборное. Предназначено реле для коммутации цепей только постоянного тока. Особенностью модификации реле РПС18/5 является то, что оно трехпозиционное, остальные две модификации: РПС18/4 и РПС18/7 — двухпозиционные. Некоторые типономиналы реле РПС18/5 имеют одну обмотку, остальные — две. У реле РПС18/7 имеются типономиналы с одной, двумя и тремя обмотками.

Особенностью поляризованного реле РПС58 является то, что оно рассчитано на работу с включением обмоток через собственные контакты. После срабатывания реле контакты, через которые подавалось напряжение на обмотку, разрываются и происходит отключение обмотки, несмотря на наличие рабочего напряжения.

Поляризованные реле являются экономичными коммутационными устройствами, однако для управления ими необходимо иметь импульсы напряжения, формируемые специальными устройствами. Основное применение поляризованных реле — для коммутирования сигналов значительной мощности практически без затрат мощности.

Основные параметры поляризованных реле приведены в четырех таблицах: «Основные электрические параметры поляризованных реле» — в табл. 8.5 и 8.8, «Основные коммутационные параметры поляризованных реле» — в табл. 8.6, «Основные эксплуатационные и конструктивные параметры поляризованных реле» — в табл. 8.7.

Габаритные размеры, расположение выводов и принципиальные схемы поляризованных реле приведены на рис 8.18...8.29.

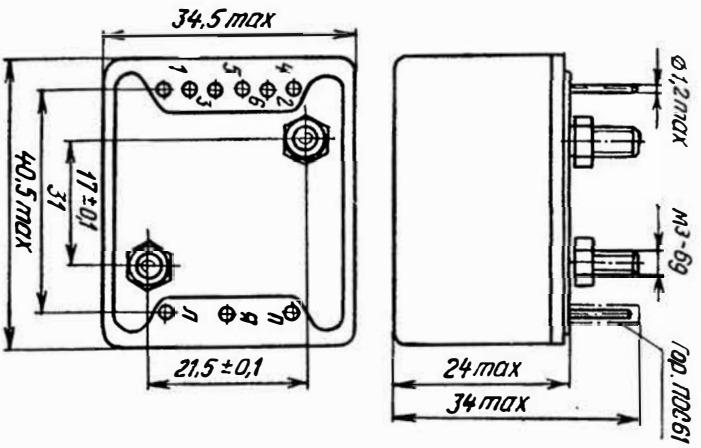


Рис. 8.18 Конструктивные данные реле РПС18

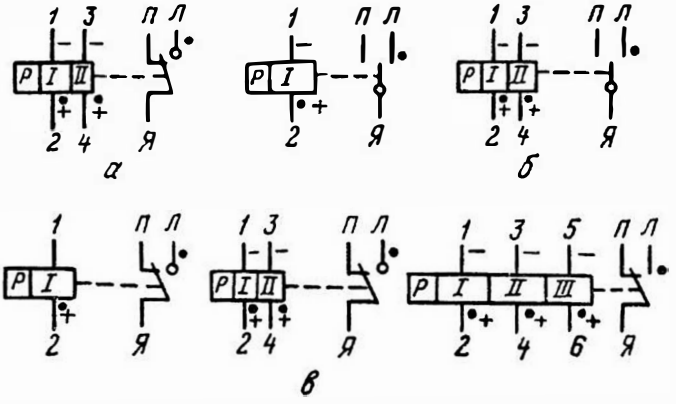


Рис. 8.19 Электрические схемы реле РПС18: *а* — электрическая схема реле РПС18/4, *б* — электрические схемы реле РПС18/5 с одной и двумя обмотками, *в* — электрические схемы реле РПС18/7 с одной, двумя и тремя обмотками

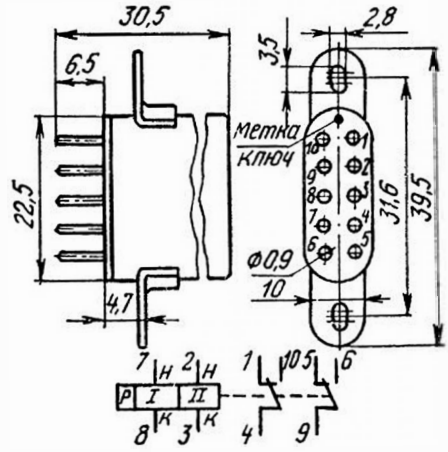


Рис. 8.20. Конструктивные данные и электрическая схема реле РПС20.

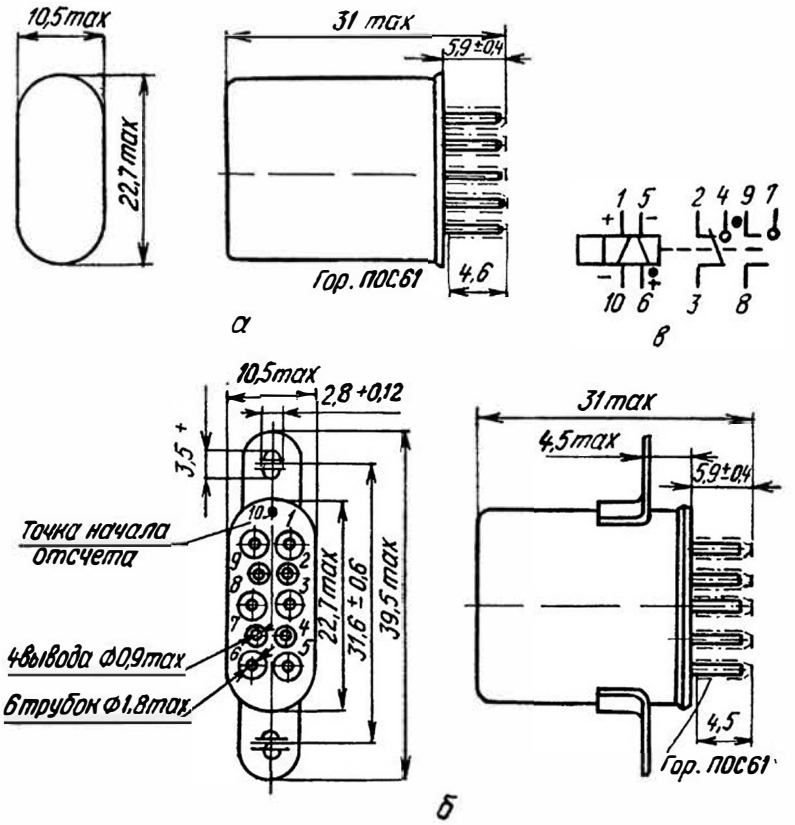


Рис. 8.21. Конструктивные данные и электрическая схема реле РПС32:

а — конструктивные данные реле РПС32А, *б* — конструктивные данные реле РПС32Б, *в* — электрическая схема реле РПС32А и РПС32Б

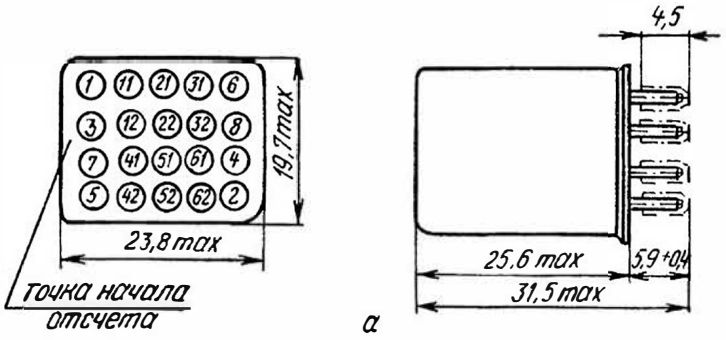
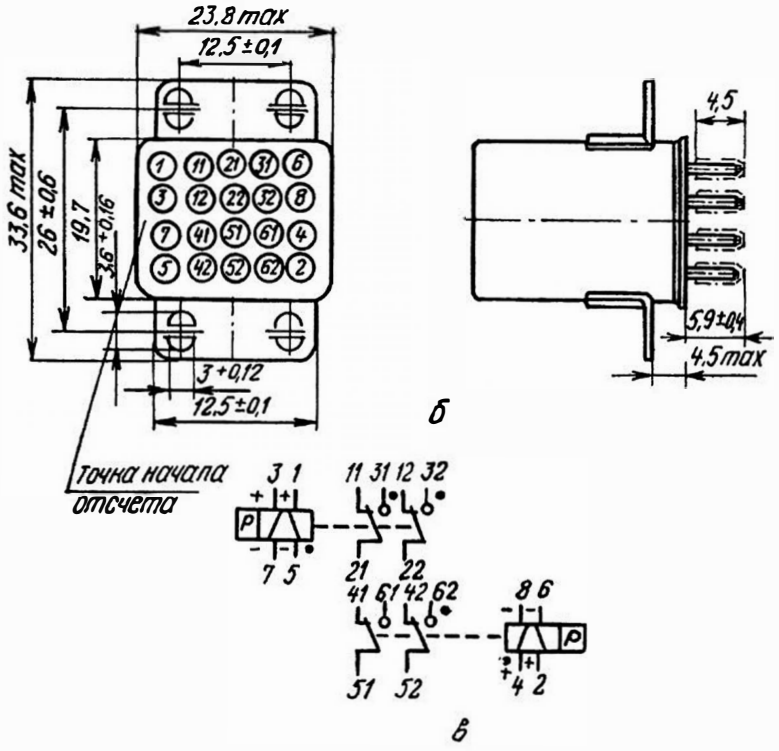


Рис. 8.22. Конструктивные данные и электрическая схема реле РПС34:



а — конструктивные данные реле РПС34А, *б* — конструктивные данные реле РПС34Б, *в* — электрическая схема реле РПС34А и РПС34Б

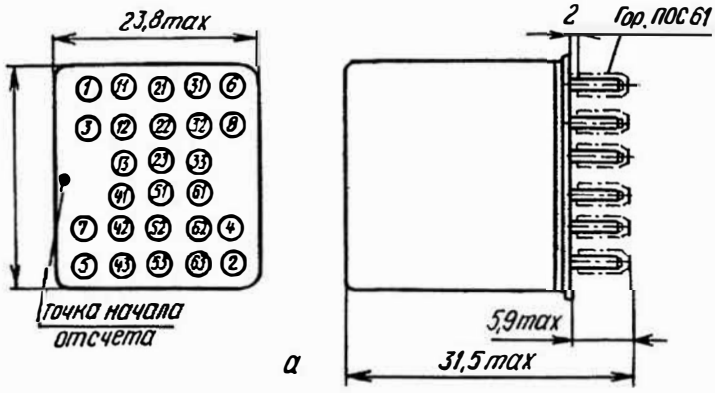
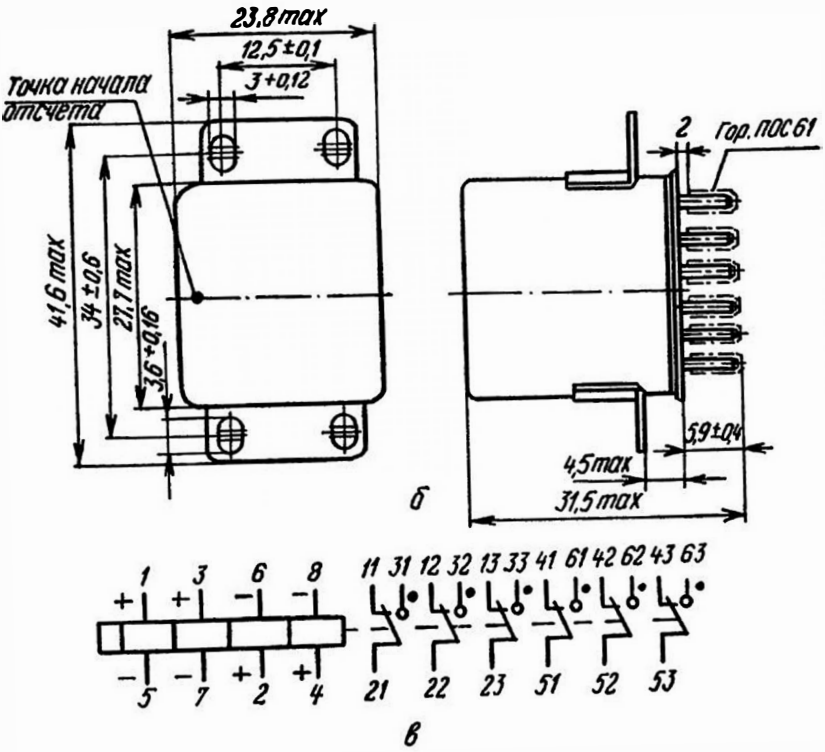


Рис 8.23. Конструктивные данные и электрическая схема реле РПС36:



а — конструктивные данные реле РПС36А, *б* — конструктивные данные реле РПС36Б, *в* — электрическая схема реле РПС36А и РПС36Б.

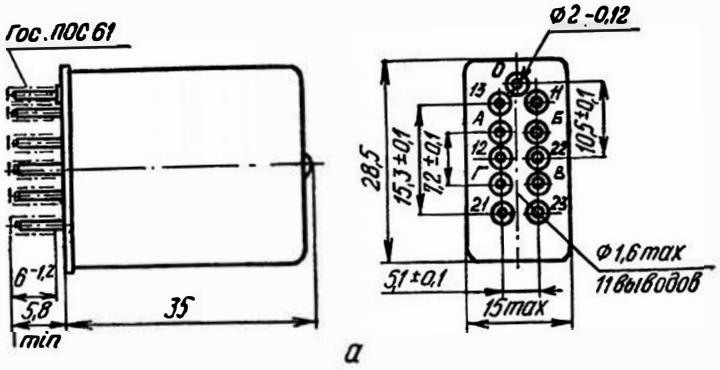
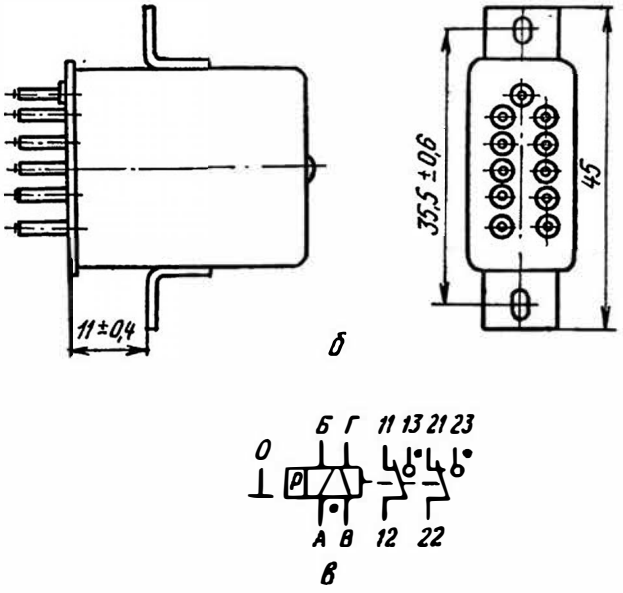


Рис. 8.24. Конструктивные данные и электрическая схема реле РПС42:

а — конструктивные данные реле РПС42А,



б — конструктивные данные реле РПС42Б, *в* — электрическая схема реле РПС42А и РПС42Б.

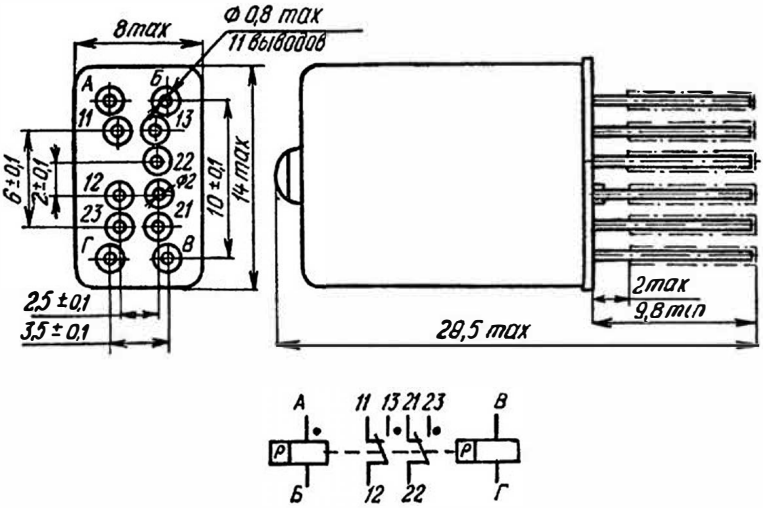


Рис. 8.25. Конструктивные данные и электрическая схема реле РПС43.

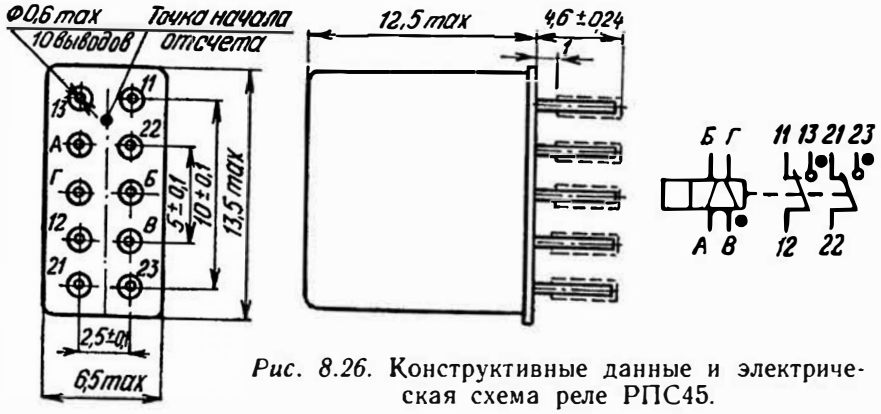


Рис. 8.26. Конструктивные данные и электрическая схема реле РПС45.

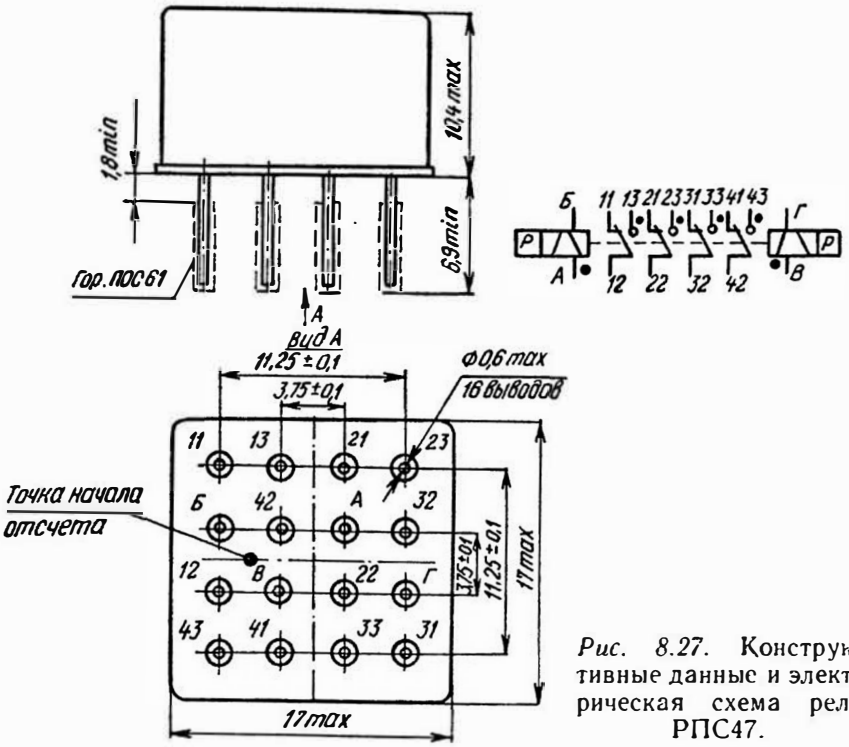
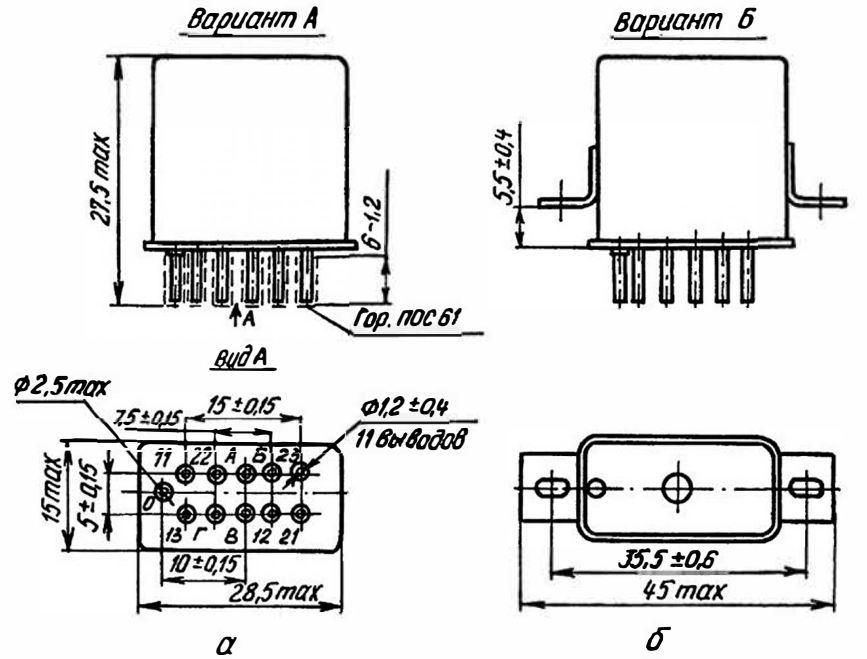


Рис. 8.27. Конструктивные данные и электрическая схема реле РПС47.



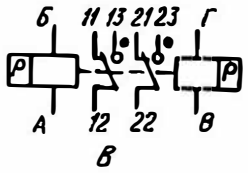
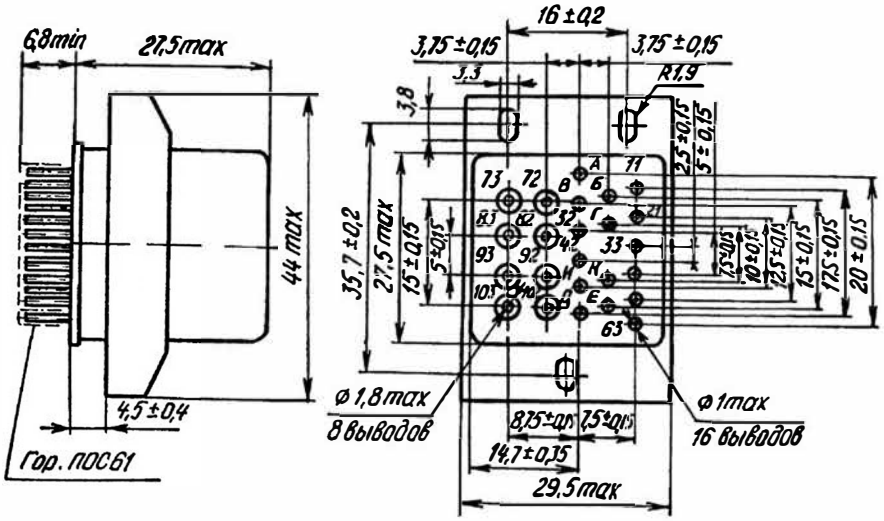


Рис. 8.28. Конструктивные данные и электрическая схема реле РПС48:
а — конструктивные данные реле РПС48А, *б* — конструктивные данные реле РПС48Б, *в* — электрическая схема реле РПС48А и РПС48Б.



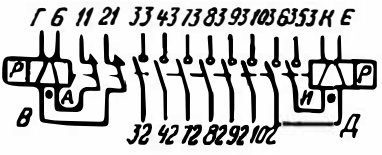


Рис. 8.29. Конструктивные данные и электрическая схема реле РПС58.

Таблица 8.5. **Основные электрические параметры поляризованных реле**

Тип реле	Номер паспорта	Обмотка		Рабочее напряжение, В	Напряжение срабатывания, В	Время срабатывания, мс	Сопротивление контактов, Ом
		номер	сопротивление, Ом				
1	2	3	4	5	6	7	8
РПС18 зачехленные, поляризованные, для коммутации цепей постоянного тока	РПС18/4						
	РС4.521.853	I, II	2500 ± 500	4...6	1...2	10	
	РС4.521.855		275 ± 5	1,1...1,65	0,33...0,66		
	РПС18/5						
	РС4.521.852	I	6 ± 1,2	0,16...0,2	0,036...0,084	5	
	РС4.521.854		2500 ± 500	6,75...8,25	1,5...3,5		
	РС4.521.859	I, II	275 ± 55	1,76...2,64	0,275...0,55	10	
РПС18/4 двухпозиционное, двухстабильное	РС4.521.860		12 000 ± 2400	19,2...28,8	3,6...10,8		1,5
	РПС18/7						
РПС18/5 трехпозиционное, одностабильное	РС4.521.851	I, II	12 000 ± 2400	15,6...28,8	0,6...0,9	12	
		III	4500 ± 900	23,4...43,2	2,4...3,6		
РПС18/7 двухпозиционное, одностабильное	РС4.521.856	I, II	2500 ± 500	7,25...10,5	0,6...1,8	10	
	РС4.521.857		275 ± 55	2,2...3,3	0,2...0,5		
	РС4.521.858	I, II	12 000 ± 2400	19,2...28,8	0,6. 1		
		III	4500 ± 900	28,8...43,2	2,4.. 4	12	
	РС4.521.861	I	1600 ± 320	5,12...7,68	1,2. 2		
	РС4.521.862	I	24 000 ± 4800	38,4.. 57,6	0,6.. 1	35	

Продолжение табл. 8.5

1	2	3	4	5	6	7	8
РПС20 негерметичное, поляризованное, двухпозиционное, для коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока частотой 50 400 Гц	РС4.521 751	I, II	30±3	6 (−0,6+1,2)	3,6	10	1,0
	РС4.521.752		130±19,5	12 (−1,2+2,0)	7,8		
	РС4.521.753		175±25	15 (−1,5+3,0)	10		
	РС4.521.754		660±132	27 (−3+5)	18		
	РС4.521 755						0,25
	РС4 521 756		500±75	27 (−5+7)	16		
	РС4.521 757		310±46,5	20±2	13		1,0
	РС4.521 758		18±1,8	4,6±0,6	2,8		
	РС4.521 759		500±75	27 (−5+7)	16		
	РС4.521 760		175±26	15 (−1,5±3,0)	10		0,25
	РС4.521 761		30±3	6 (−0,6±1,2)	3,6		
	РС4.521.762		130±19,5	12 (−1,2±2,0)	7,8		
	РС4.521 763		660±132	27 (−3+5)	18		
РПС32 герметичное, поляризованное, двухпозиционное, двухстабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 10 кГц	РС4.520.201	I, II	5±0,5	2,4 (−0,2+0,5)	0,6...1,2	5	1,5
	РС4.520.202		15±1,5	4 (−0,4+0,8)	1 ..2,2		
	РС4 520.203		25±2,5	6 (−0,6+1,2)	1,6...3,2		
	РС4.520.204		75±11,25	10 (−1+2)	2..5		
	РС4.520.205		110±16,5	12 (−1,2+2,0)	3,2...6,4		
	РС4 520.206		175±26,5	15 (−1,5+3,0)	3,7 ..7,5		
	РС4.520.207		310±46,5	20 (−2+4)	6...12		
	РС4.520.208		500±75	27 (−3+5)	8...16		
	РС4.520.209		5±0,5	2,4 (−0,2+0,5)	0,6 ..1,2		0,25
	РС4.520.210		15±1,5	4 (−0,4+0,8)	1...2,2		
	РС4.520.211		25±2,5	6 (−0,6+1,2)	1,6 ..3,2		
	РС4 520.212		75±11,25	10 (−1+2)	2 . 5		
	РС4 520.213		110±16,5	12 (−1,2+2,0)	3,2 64		
	РС4 520.214		175±26,5	15 (−1,5+3,0)	3,7. 7,5		

Продолжение табл. 8 э

1	2	3	4	5	6		8
РПС32	РС4.520.215	I, II	310±46,5	20 (−2+4)	6	12	—
	РС4.520.216		500±75	27 (−3+5)	8	16	
	РС4 520.217		5±0,5	2,4 (−0,2+0,5)	0,6	1,2	
	РС4.520.218		15±1,5	4 (−0,4+0,8)	1	2,2	
	РС4.520.219		25±2,5	6 (−0,6+1,2)	1 6	3,2	
	РС4.520.220		75±11,25	10 (−1+2)	2	5	
	РС4.520.221		110±16,5	12 (−1,2+2,0)	3,2	6,4	1 0
	РС4.520.222		175±26,25	15 (−1,5+3,0)	3,7	7,5	
	РС4.520.223		310±46,5	20 (−2+4)	6	12	
	РС4.520.224		500±75	27 (−3+5)	8	16	
	РС4.520.290		5±0,5	2,4 (−0,2+0,5)	0,6	1,2	
	РС4 520.291		15±0,5	4 (−0,4+0,8)	1	2,2	
	РС4.520.292		25±2,5	6 (−0,6+1,2)	1 6	3,2	
	РС4.520.293		75±11,25	10 (−1+2)	2	5	
	РС4.520.294		110±16,5	12 (−1,2+2,0)	3,2	6,4	5
	РС4.520.295		175±26,25	15 (−1,5+3,0)	3,7	7,5	
	РС4.520.296		310±46,5	20 (−2+4)	6	12	
	РС4.520.297		500±75	27 (−3+5,0)	8	16	
РПС34 герметичное, поляризованное, двухстабильное, двухпозиционное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 10 кГц	РС4.520.231	I, II	26±2,6	6 (−0,6+1,2)	1,8	3,6	1 5
	РС4.520.232		100±15	12 (−1,2+2,0)	4	8	
	РС4.520.233		370±55	27 (−3+5)	8	16	
	РС4.520.234		26±2,6	6 (−0,6+1,2)	1,8	3,6	
	РС4.520.235		100±15	12 (−1,2+2,0)	4	8	0,25
	РС4 520.236		370±55	27 (−3+5)	8	16	—
	РС4.520.237	III, IV	26±2,6	6 (−0,6+1,2)	1,8	3,6	1 0
	РС4.520.238		100±15	12 (−1,2+2,0)	4	8	5 —

Продолжение табл. 8.5

1	2	3	4	5	6	7	8
	РС4.520.239		370 ± 55	27 (−3+5)	8...16		0,25
	РС4.520.240						1,0
	РС4.520.241		200 ± 30	12 (−1,2+2,0)	3,4...6,8		0,25
	РС4.520.242						
	РС4.520.243		1000 ± 150	27 (−3+5)	8. 16		10
	РС4.520.244						0,25
	РС4.520.245						
	РС4.520.246		26 ± 2,6	6 (−0,6+1,2)	1,8...3,6		1,0
	РС4.520.247		100 ± 15	12 (−1,2+2,0)	4...8		
РПС34	РС4.520.248	I, II III, IV	370 ± 55	27 (−3+5)	8...16	5	
	РС4.520.281		26 ± 2,6	6 (−1,2+2,0)	1,8.. 3,6		
	РС4.520.282		100 ± 15	12 (−1,2+2,0)	4...8		
	РС4.520.283		370 ± 55	27 (−3+5)	8...16		0,25
	РС4.520.284		200 ± 30	12 (−3+2)	3,4...6,8		
	РС4.520.285		1000 ± 150	27 (−3+5)	8...16		
РПС36	РС4.520.251		26 ± 2,6	6 (−0,6+1,2)	1,8...3,6		
герметичное, поляризованное, двухстабильное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 1100 Гц	РС4.520.252		100 ± 15	12 (−1,2+2,0)	4...8		1,5
	РС4.520.253	I, II	370 ± 55	27 (−5+7)	8...16	5	
	РС4.520.254	III, IV	26 ± 2,6	6 (−1,2+2,0)	1,8...3,6		
	РС4.520.255		100 ± 15	12 (−1,2+2,0)	4...8		0,25
	РС4.520.256		370 ± 55	27 (−3+5)	8...16		
	РС4.520.257		26 ± 2,6	6 (−0,6+1,2)	1,8...3,6		
	РС4.520.258	I, II III, IV	100 ± 15	12 (−1,2+2,0)	4...8		1,0
	РС4.520.259		370 ± 55	27 (−3+5)	8...16		

Продолжение табл. 8.5

1	2	3	4	5	6	7	8
	РС4.520.260 РС4.520.261 РС4.520.262	I, II I, II, III, IV	200±30	12 (−1,2+2,0)	3,4...6,8	5	0,25
	РС4.520.263 РС4.520.264 РС4.520.265*	I, II	1000±150	27 (−3+5)	8...16		1,0 0,25
	РС4.520.266	I, II, III, IV	26±2,6	6 (−0,6+1,2)	1,8...3,6		1,0
	РС4.520.267		100±15	12 (−1,2+2,0)	4...8		
	РС4.520.268		370±55	27 (−3+5)	8...16		
	РС4.520.276		26±2,6	6 (−0,6+1,2)	1,8...3,6		0,25
	РС4.520.277		100±15	12 (−1,2+2,0)	4...8		
	РС4.520.278		370±55	27 (−3+5)	8...16		
	РС4.520.279	I, II	200±30	12 (−1,2+2,0)	3,4...6,8		
	РС4.520.280		1000±150	27 (−3+5)	8...16		
РПС42 герметичное, поляризованное, двухстабильное, двухпозиционное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 10 кГц	РС4.520.720-01 РС4.520.720-03	I, II	460±60	27 (−7+9)	7,6...11,4	15	0,38
	РС4.520.720 РС4.520.720-02	I, II	650±97	27±2,7	9,5...14,5		
РПС43 герметичное, поляризованное, двухстабильное, двух-	РС4.520.735-01 РС4.520.735-02	I, II	320±64	27±2,7	8...15	5	0,5 0,25

Продолжение табл 8 5

1	2	3	4	5	6	7	8
позиционное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 1100 Гц							
РПС45 герметичное, поляризованное, с двухпозиционной регулировкой, для коммутации цепей постоянного тока с частотой до 10 кГц	РС4.520.755	I, II	150±23	12±1,2	3,6.. 6,6	5	0,25
	РС4.520.755-01		9±1,35	3±0,3	0,95...1,55		
	РС4 520.755-02		17±2,55	4±0,4	1,35...2,1		
	РС4.520.755-03		43±8,6	6,3±0,63	2,25. .3,5		
	РС4.520.755-04		220±44	15±15	5...8,2		
	РС4.520.755-05		800±160	27±2,7	9 . 15		
	РС4.520.755-06		9±1,35	3±0,3	0,95.. 1,55		0,5
	РС4.520.755-07		17±2,55	4±0,4	1,35 ..2,1		
	РС4.520.755-08		43±8,6	6,3±0,63	2,25...3,5		
	РС4.520.755-0,9		220±44	15±1,5	5...8,2		
	РС4.520.755-10		800±44	27±27	9 ..15		
	РС4 520.755-21		150±23	12±12	3,6 ..6,6		
РПС47 герметичное, поляризованное, с двухпозиционной регулировкой, для коммутации цепей постоянного и переменного тока с частотой до 10 кГц	РС4 520.764	I, II	200±40	15±1,5	4,3 .7,5	5	0,25
	РС4.520.764-01		400±80	27 (−7+9)	6,2 .11		
	РС4.520.764-02		740±148	27±27	8,5 . 13,5		
	РС4.520.764-03		200±40	15±1,5	4,3.. 7,5		
	РС4 520 764-04		400±80	27 (−7+9)	6,2 .11		

Продолжение табл 8 5

1	2	3	4	5	6	7	8
РПС48, РПС58 герметичные, поляризованные, двухпозиционные, двухстабильные, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 10 кГц	РПС48						
	ЯЛ4.520.001	I, II	270±40	27±2,7	9...13,5	10	0,5
	ЯЛ4.520.001-01		100±15	15±1,5	5,4...8		
	ЯЛ4.520.001-02		270±40	27±2,7	9.. 13,5		
	ЯЛ4.520.001-03						
	РПС58						
	ЯЛ4.520.005	I, II, III, IV	155±23	27 (−5+7)	9...15	15	0,25

* Реле РС4.520.265 отличается от реле РС4.520.263 материалом контакта.

Таблица 8.6 **Основные коммутационные параметры поляризованных реле**

Тип реле	Номер паспорта	Допускаемый коммутируемый ток, А		Допускаемое коммутируемое напряжение, В		Максимальное число коммутаций	Максимальная частота срабатывания, Гц
		постоянный	переменный	постоянное	переменное		
1	2	3	4	5	6	7	8
РПС18/4	РС4.521.853, РС4 521 855	0,2 03		6.. 34		$5 \cdot 10^5$	10
РПС18/5	РС4.521.852, РС4.521.854 РС4.521.859, РС4 521 860						

Продолжение табл. 8.6

1	2	3	4	5	6	7	8
РПС18/7	РС4.521.851 РС4.521.856...РС4.521.858 РС4.521.861, РС4.521.862	0,2...0,3		6...34		$5 \cdot 10^5$	10
РПС20	РС4.521 751...РС4.521.755 РС4.521.757...РС4.521.759	0,08—2 2—3	0,5...1,0 0,05...0,5	6...34 6...27	12...115		
	РС4.521.756	$5 \cdot 10^{-6}$...0,001	$5 \cdot 10^{-6}$...0,001	0,05...10	0,05...10	10^4	3
	РС4.521.760...РС4.521.763	0,001...0,01 0,01...0,1	0.001.. 0,05	3...32 10...32	5...115		
РПС-32	РС4.520.201...РС4.520.208	0,2...0,5 0,5...2 2...3 0,005...0,01	0,1...1,0 0.1...0.5	6...34 100...220	12...127 12. .220	10^6 10^5 10^4 10^6	5
	РС4.520.209...РС4.520.216	$5 \cdot 10^{-6}$...0,01 0,001...0,01	$5 \cdot 10^{-6}$...0,01	0,05.. 10 3...34	0.05...10	10^6	
		0,001...0,01	0,01...0,1	10...34	5...115	10^5	
	РС4.520.217...РС4.520.224 РС4.520.290...РС4.520.297	0,08...0,25 0,005...0,01 0.25...2 2...3	0,1...1 0,1...0,5	6...34 100...220 6...34	12...127 12...220	10^6 10^5 10^4	

Продолжение табл. 8.6

1	2	3	4	5	6	7	8
РПС34	РС4.520.231. .РС4.520.233	0,2.. 0,5 0,005...0,01 0,5...2 2...3	0,1...1,0 0,1...0,5	6...34 100...220 6 34	12...127 12.. 220	10^6 10^5 10^4	5
	РС4.520.238, РС4.520.239 РС4.520.242, РС4 520.245	0,08...0,25 0,005...0,01 0,25...2 2...3	0,1...1 0,1...0.5	6 . 34 100...220 6 ..34	12 ..127 12 .220	10^6 10^5 10^4	
	РС4.520.234...РС4.520.237 РС4.520.241, РС4.520.244 РС4.520.282...РС4.520.285	$5 \cdot 10^{-6}$ 0,01 0.001 ..0,01 0.01. .0,1	$5 \cdot 10^{-6}$...0,01 0,01...0,1	0,05...10 3.. 34 10. .34	0,05...10 5 .115	10^6 10^5	
	РС4.520 246 ..РС4.520 248	0,005 .0,01 1 2 2 ..3	0,1...1,0 0,1...0,5	100...220 6. .34	12. .127 12 ..220	10^6 10^5 10^4 10^4	
	РС4.520.240, РС4.520.243	0,08...1,0		6...34		10^6	
РПС36	РС4 520 251. РС4 520 253	0,08...0,25 0,005... 0,01 0,25...2 2...3	0,1 .1,0 0,1 0,5	6...34 100...220 6...34	12...127 12 220	10^6 10^5 10^4	

Продолжение табл. 8.6

1	2	3	4	5	6	7	8
РПС36	РС4.520.254...РС4.520.256 РС4 520.261, РС4.520.264	$5 \cdot 10^{-6}$. .0,001 0,001...0,01 0,01...0,1	$5 \cdot 10^{-6}$...0,001 0,01.. 0,1	0,05 ..10 3. 34 10...34	0,05...10 5...115	10^6 10^5	5
	РС4 520 257...РС4.520 259 РС4.520.262, РС4 520.265	0,08...0,25 0,005 .0,01 0,25. 2 2 3	0,1. .1.0 0,1 ..0,5	6 . 34 110. 220 6 34	12...127 12...220	10^6 10^5 10^4	
	РС4.520 260, РС4 520.263	0,08.. 1,0 0,005...0,01		6...34 100 ..220		10^6	
	РС4 520.260, РС4.520.263 РС4 520.266...РС4 520.268	1...2 2 3	0,1...1,0 0,1. .0,5	6...34	12...127 12...220	10^4	
		0 , 0 8 . . . 0 , 2 5 0,25...1,0 0,001...0,02 0,01...0,08 0,1...1 0,1...0,5	$5 \cdot 10^{-6}$.. 0,25 0,01. .0,1 0,1.. 1 0,1...0,5	6 ..34 3.. 220 10 34 6...34	0,05. .10 5...115 12 .127 12. .220	$2 \cdot 10^6$ 10^6 10^5 10^4	5
РПС42	РС4.520 720, РС4.520.720-01 РС4.520.720-02, РС4.520.720-03	0,01. 5 5...10	0,5...2 0,01.. 0,5 2 5	6 .36 6 ..36	6.. 50 6 ..220 6. .50	10^5 10^4	1

Продолжение табл. 8.6

1	2	3	4	5	6	7	8
РПС43	РС4.520.735-01	0,01...0,5 0,5...1,0 1...2	0,1...0,3	6...36	6...127	10^5 10^4 $2{,}5 \cdot 10^3$	10 3
	РС4.520.735-02	10^{-6}...0,001 0,001...0,2		0,05.. 10 2...36		10^4	10
РПС45	РС4.520.755 РС4.520.755-01...РС4.520.755-0,5	$5 \cdot 10^{-6}$...0,01 0,01...0,1	$5 \cdot 10^{-6}$..0,001	0,05...10 0,5...36	0,05...10	10^5	5
	РС4.520.755-06...РС4.520.755-10 РС4.520.755-21	0,05...0,5 0,01...0,06 0,5...1,0		0,5...36 6 .36		10^5 10^4	
		0,01...0,15	0,01...0,15	6...60	6...60	$5 \cdot 10^3$	3
		$5 \cdot 10^{-6}$...0,001 0,001...0,1 0,1. 1	$5 \cdot 10^{-6}$...0,001	0,05...10 0,5...36 6...36	0,05...10	10^5	5
			0,01...0,15		1,2...60	$5 \cdot 10^3$	3
РПС47	РС4.520.764, РС4.520.764-01 ..РС4.520.764-04	$5 \cdot 10^{-6}$...0,001 0,001—0,1 0,1—1	$5 \cdot 10^{-6}$—0,001	0,05—10 0,5—36 6—36	0,05—10	10^5	5
			0,01—0,15		1,2—60	$5 \cdot 10^3$	3

Продолжение табл. 8.6

1	2	3	4	5	6	7	8
РПС48	ЯЛ4.520.001 ЯЛ4.520.001-01...ЯЛ4.520.001-03	0,1...2 2...5 5...10	0,1...0,5 2...5	6...34	6...127 6...34	10^5 $5 \cdot 10^4$ 10^3	1 0,1
РПС58	ЯЛ4.520.005	0,01...1 0,1...5 0,5...2 5...10 2...5 10...20 20...40	0,5...2 1...2,5	3...36 6...36 6...50 6...36 6...50 6...36 6...36	6...50 6...50	10^5 $0,5 \cdot 10^5$ 10^4 10^3 10	1 0,1

Таблица 8.7. **Основные эксплуатационные и конструктивные параметры поляризованных реле**

Тип реле	Номер паспорта	Диапазон окружающей температуры, °С	Диапазон атмосферного давления, пА	Габаритные размеры, мм	Масса, г
1	2	3	4	5	6
РПС18/4	РС4.521.853, РС4.521.855	−50...+80	660 $2{,}02 \cdot 10^6$	34,5×40,5×34	80
РПС18/5	РС4.521.852, РС4.521.854 РС4.521.859, РС4.521.860	−50...+80			

Продолжение табл. 8.7

1	2	3	4	5	6
РПС18/7	РС4.521.851, РС4.521.856 РС4.521.857, РС4.521.858 РС4.521.861, РС4.521.862	−60...+85			
РПС20	РС4.521.751...РС4.521.763	−60...+60	$1{,}3\cdot10^{-4}...2{,}02\cdot10^{5}$	39,5×30,5×10	20
РПС32	РС4.520.201...РС4.521.224 РС4.520.290...РС4.520.297	−60..+100		А.10,5×22,7×31 Б.10,5×39,5×31	19,5 20
РПС34	РС4.520.231...РС4.520.248 РС4.520.281...РС4.520.285		$1{,}33\cdot10^{-6}...3{,}06\cdot10^{5}$	А.19,7×23,8×31,5 Б.33,6×23,8×31,5	43 45
РПС36	РС4.520.251...РС4.520.268 РС4.520.276...РС4.520.279	−60...+100		А.27,7×23,8×31,5 Б.41,6×23,8×31,5	50 52
	РС4.520.280	−60...+85			
РПС42	РС4.520.720-01, РС4.520.720-03	−60...+70		А.15×28,5×40,8	35
	РС4.520.720, РС4.520.720-02	−60...+125	$1{,}33\cdot10^{-6}...3{,}06\cdot10^{5}$	Б.15×45×40,8	38
РПС43	РС4.520.735-01, РС4.520.735-02	−60...+100		8×14×29,5	8
РПС45	РС4.520.755-00...РС4.520.755-10 РС4.520.755-21		$1{,}33\cdot10^{-6}...2{,}97\cdot10^{5}$	6,5×13,5×17,1	3,5
РПС47	РС4.520.764-00 .РС4.520.764-04	−60..+125	$1{,}3\cdot10^{-4}...2{,}97\cdot10^{5}$	17×7×17,3	12
РПС48	ЯЛ4.520.001-00...ЯЛ4.520.001-03		$1{,}3\cdot10^{-4}...2{,}97\cdot10^{5}$	15×34,3×45	34
РПС58	ЯЛ4.520.005	−60...+85	$1{,}3\cdot10^{-4}...9{,}6\cdot10^{4}$	29,5×34,3×44	85

Таблица 8.8. **Время непрерывного нахождения обмоток под нагрузкой поляризованных реле-дистанционных переключателей**

Тип реле	Диапазон окружающей температуры, °С	Скважность	Время непрерывного нахождения под током, с
РПС20	—60...0 0...+60	5	60 900
РПС32	—60...0 0...+60 +60...+100	5	60 900 30
РПС34	—60...+60 +60...+100	10	60 0,1
РПС36	—60...+60 +60...+100	5 10	60 0,1
РПС42	—60...+60 +60...+100	5 10	60 0,1
РПС43	—60...+70 +70...+100	100 20	0,625.. 0,2 0,025...1
РПС45	—60...+100 +100...+125	10 50	1 0,025

Для реле исполнения РС4.521.759 в диапазоне температур —60...+60 °С время непрерывного нахождения обмоток под нагрузкой составляет 0,1...5 с.

8.2.5. Реле с герметическими контактами

Герметические контакты (герконы) представляют собой магнитоуправляемые герметизированные контакты с ферромагнитными пружинами. Этим контактам свойственны следующие преимущества:

высокая надежность коммутации, достигнутая запайкой контактной системы в герметичную колбу и полной изоляцией ее от окружающей среды;

длительный срок службы. Магнитоуправляемые контакты обеспечивают до 10^8 срабатываний при величине коммутируемой мощности от 6 Вт и 10^9 срабатываний при коммутации микротоков;

стойкость к кратковременным электрическим перегрузкам;

высокая стабильность контактного сопротивления;

значительное сопротивление изоляции;

высокая максимальная частота коммутаций (до 100 Гц) и др.

Основными элементами геркона являются стеклянная колба и контактные ферромагнитные пружины. В качестве наполнителя колбы используются инертные газы, азот, водород и др.

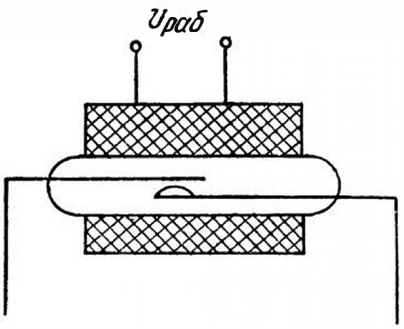


Рис. 8.30. Упрощенная конструкция герконового реле.

Герконовое реле (рис. 8.30) кроме геркона имеет катушку. Геркон располагается внутри катушки, через которую пропускается постоянный ток, создающий определенной величины магнитодвижущую силу. Под действием магнитного потока контакты реле замыкаются (размыкаются).

У герконовых реле постоянного тока (нейтральных реле) направление магнитного управляющего потока может быть произвольным.

В справочнике представлены следующие герконовые реле постоянного тока: РЭС42, РЭС43, РЭС44, РЭС55, РЭС64, РЭС81, РЭС82, РЭС83, РЭС84, РЭС85 и РЭС86. Всего 59 типономиналов.

Все герконовые реле постоянного тока одностабильные, контакты у реле только замыкающие. Число замыкающих контактов у разных реле различное:

РЭС42, РЭС55, РЭС64, РЭС81 — один замыкающий контакт;

РЭС43, РЭС82 — два замыкающих контакта;

РЭС44 — три замыкающих контакта;

РЭС85 — три замыкающих контакта и диод;

РЭС83 — четыре замыкающих контакта;

РЭС86 — пять замыкающих контактов и диод;

РЭС84 — шесть замыкающих контактов.

Реле РЭС43 и РЭС44 двухобмоточные. Обмотки можно соединять последовательно и параллельно. При последовательном соединении обмоток и том же рабочем напряжении время срабатывания увеличивается примерно на 30 %. При параллельном соединении обмоток напряжение срабатывания и отпускания уменьшается примерно в два раза. При этом время срабатывания не изменяется, а время отпускания возрастает примерно на 60 %. В справочных таблицах приводятся параметры реле РЭС43 и РЭС44 при использовании одной обмотки.

Герконовое реле постоянного тока в сочетании с постоянным магнитом представляет собой двухстабильное поляризованное реле (рис. 8.31). При подаче импульса в рабочую обмотку контакт замыкается. Постоянный магнит подбирается так, чтобы его магнитный поток был недостаточным для

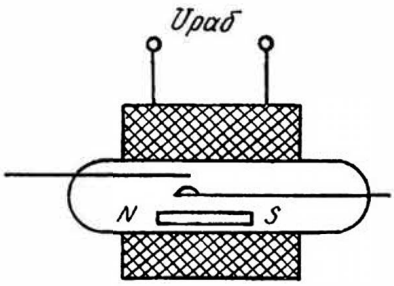


Рис. 8.31. Упрощенная конструкция поляризованного герконового реле.

замыкания геркона, но мог удержать его в замкнутом состоянии длительное время. При подаче импульса перемагничивания геркон размыкается.

Герконовые поляризованные реле могут быть двухобмоточными с одинаковыми сопротивлениями обмоток и симметричным расположением их относительно контактов. В таких реле импульс перемагничивания может подаваться на другую обмотку. В двухобмоточных реле возможно последовательное включение обмоток, при этом время срабатывания реле увеличивается в два раза. Параллельное включение обмоток в герконовых поляризованных реле недопустимо.

В двухстабильных герконовых поляризованных реле длительность импульса рабочего напряжения должна быть больше времени срабатывания. Максимальное значение длительности импульса включения не ограничивается, поскольку время непрерывного нахождения обмотки под нагрузкой велико (сотни часов).

В одностабильных герконовых поляризованных реле замыкание (размыкание) герконов осуществляется на все время подачи рабочего напряжения. Преимуществом таких реле перед герконовыми реле постоянного тока является повышенная чувствительность.

Основным недостатком герконовых поляризованных реле является относительно невысокий диапазон температур окружающей среды ($-10...+70$ °С). Для отдельных типономиналов реле верхний предел температур ограничен значением $+55$ °С.

В справочнике приведены параметры одностабильных герконовых поляризованных реле РПС49, РПС51, РПС53 и РПС55, а также двухстабильных реле — РПС50, РПС52, РПС54 и РПС56. Всего 113 типономиналов.

Реле РПС49 и РПС50 имеет два геркона, РПС51 и РПС52 — четыре, РПС53 и РПС54 — шесть, РПС55 и РПС56 — восемь.

Разные типономиналы одного и того же типа реле имеют различные комбинации замыкающих и размыкающих контактов.

Все герконовые поляризованные реле, приведенные в справочнике, нормально работают при атмосферном давлении от

$5{,}3\times10^4$ до $2{,}03\times10^5$ Па, при относительной влажности до 98 % и температуре +35 °С.

Максимальная частота срабатывания одностабильных герконовых поляризованных реле составляет:

реле РПС49: РС4.569.900-01 — 5 Гц, РС4.569.900-00, РС4.569.900-06, РС4.569.900-07, РС4.569.900-11, РС4.569.900-12 — 10 Гц, для остальных исполнений реле РПС49 — 25 Гц;

реле РПС51: РС4.569.902-01 — 5 Гц, для остальных исполнений — 10 Гц;

реле РПС53: РС4.569.904-16, РС4.569.904-16; РС4.569.904-17 — 5 Гц, для остальных исполнений — 10 Гц,

реле РПС55: РС4.569.906-06, РС4.569.906-12 — 5 Гц, для остальных исполнений — 10 Гц.

При последовательном соединении обмоток двухобмоточных реле максимальная частота срабатывания уменьшается примерно в 2 раза.

Параметры реле постоянного тока с герметическими контактами приведены в табл. 8.9...8.11, а поляризованных реле с герметическими контактами — в табл. 8.12...8.14.

На рис. 8.32...8.47 представлены электрические схемы и конструктивные размеры реле с герметическими контактами.

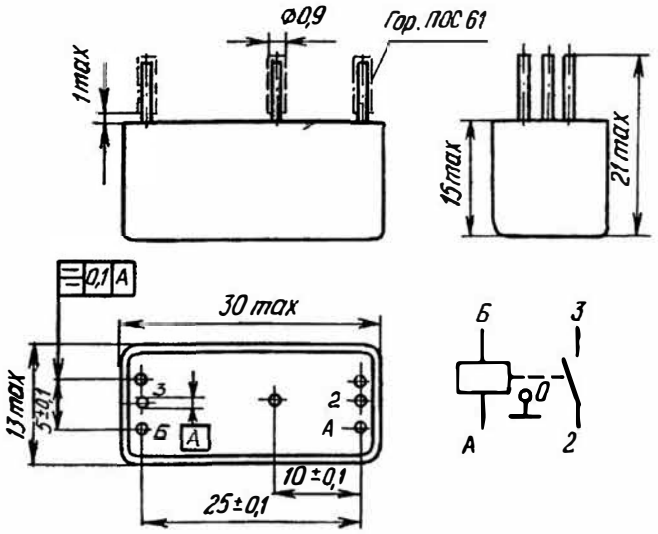


Рис. 8.32. Конструктивные данные и электрическая схема герконового реле РЭС42

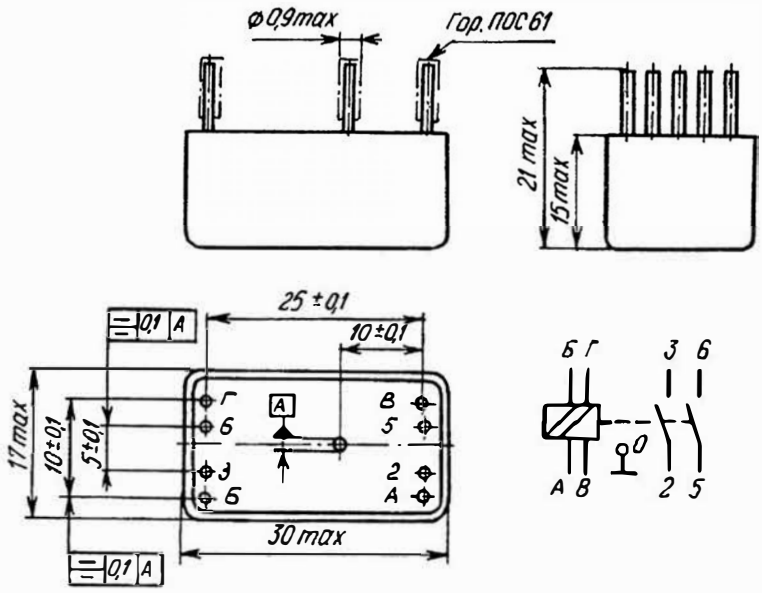


Рис 8.33 Конструктивные данные и электрическая схема реле герконового реле РЭС43.

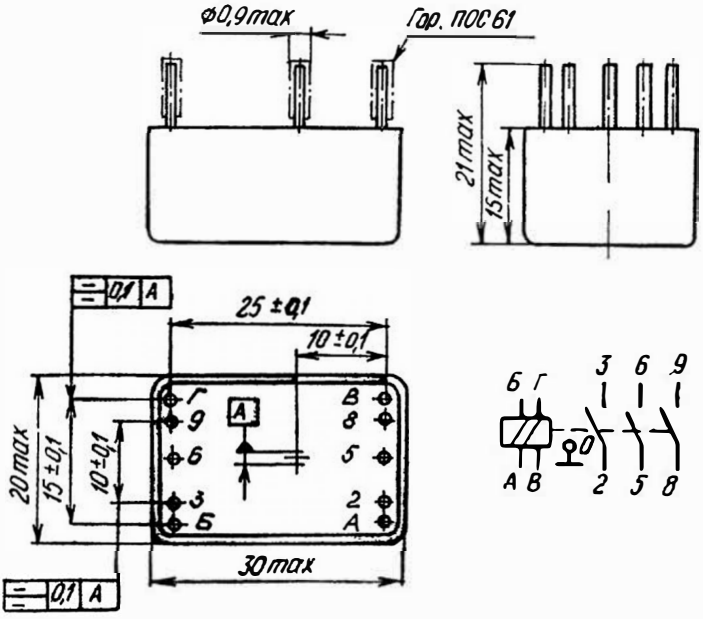


Рис. 8.34. Конструктивные данные и электрическая схема герконового реле РЭС44.

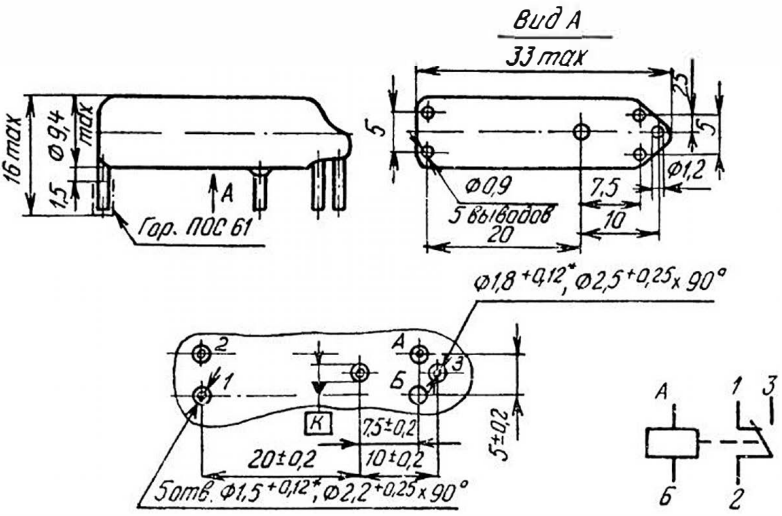


Рис. 8.35. Конструктивные данные и электрическая схема герконового реле РЭС55А.

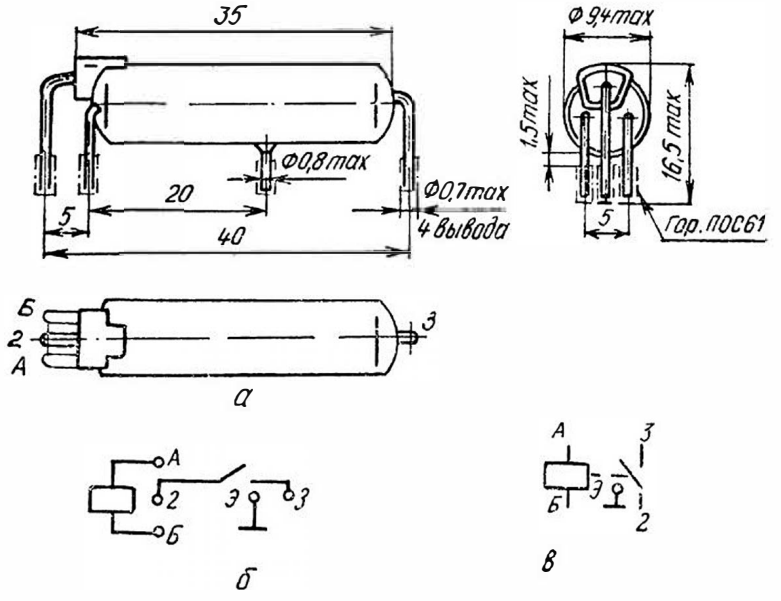


Рис. 8.36. Конструктивные данные и электрические схемы герконового реле РЭС64А.

а — конструктивные данные, *б* — электрическая схема (вид со стороны монтажа), *в* — электрическая схема

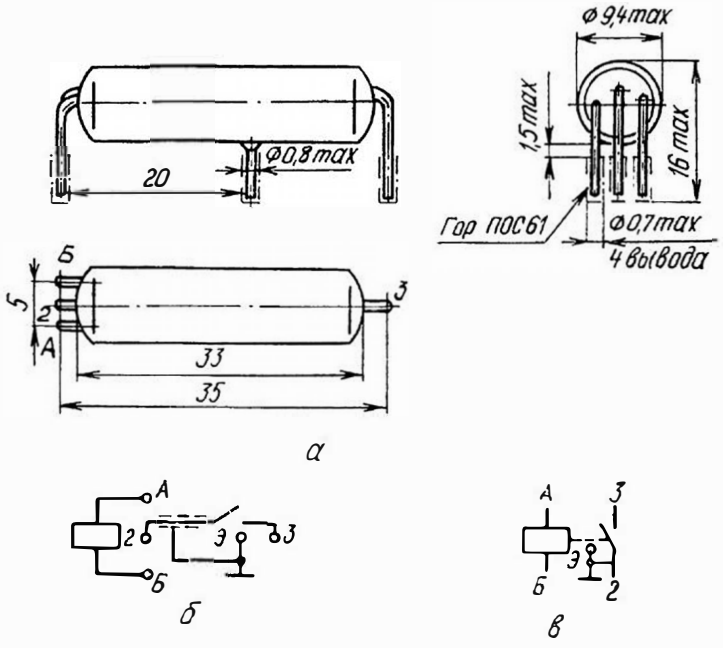


Рис 8.37 Конструктивные данные и электрические схемы герконового реле РЭС64Б

а — конструктивные данные, *б* — электрическая схема (вид со стороны монтажа), *в* — электрическая схема

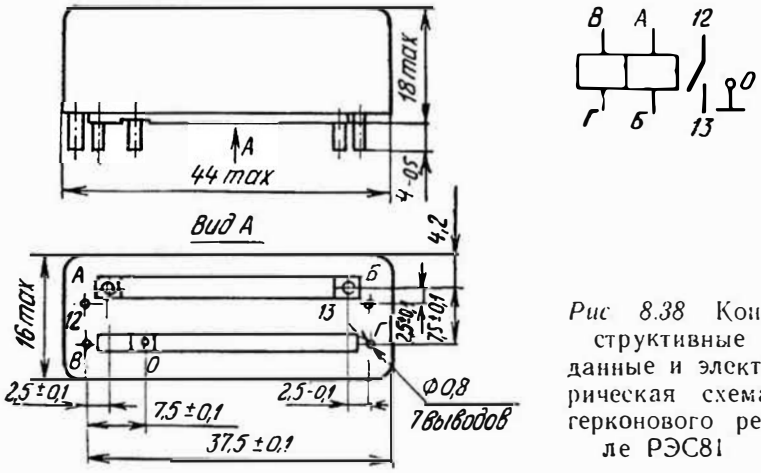
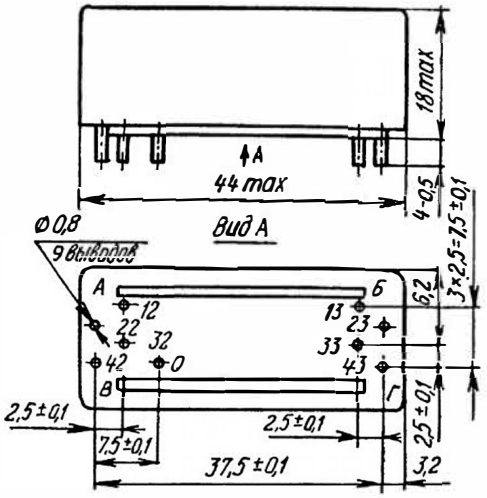


Рис 8.38 Конструктивные данные и электрическая схема герконового реле РЭС81



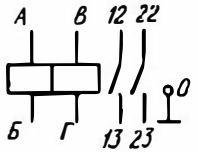
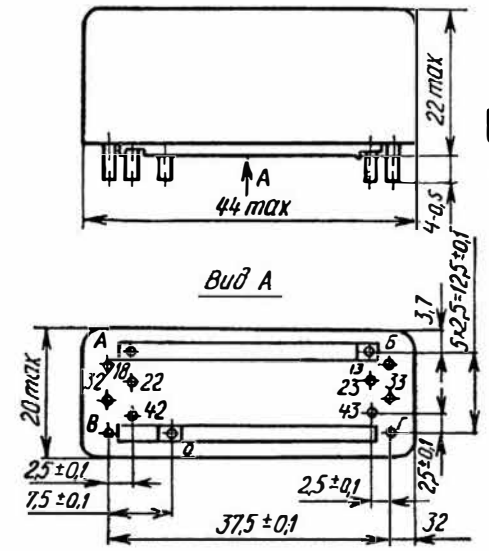


Рис. 8.39 Конструктивные данные и электрическая схема герконового реле РЭС82.



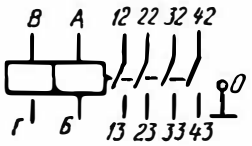


Рис. 8.40. Конструктивные данные и электрическая схема герконового реле РЭС83.

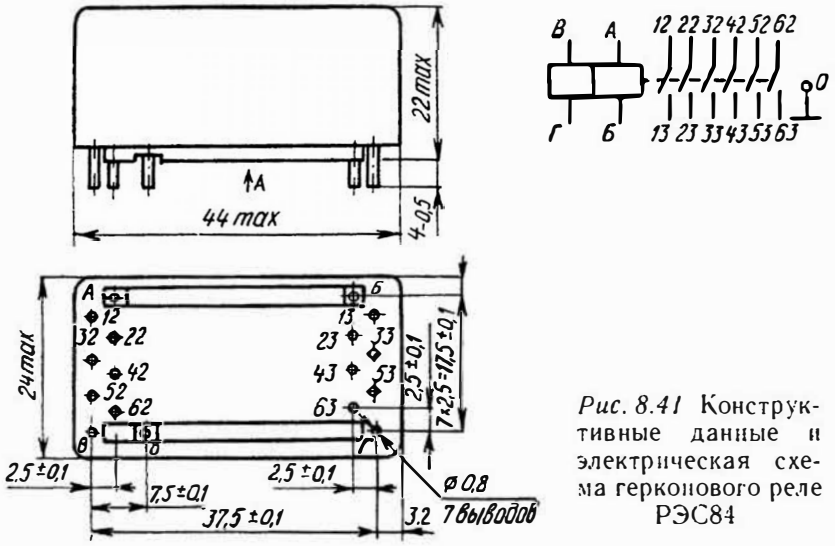


Рис. 8.41 Конструктивные данные и электрическая схема герконового реле РЭС84

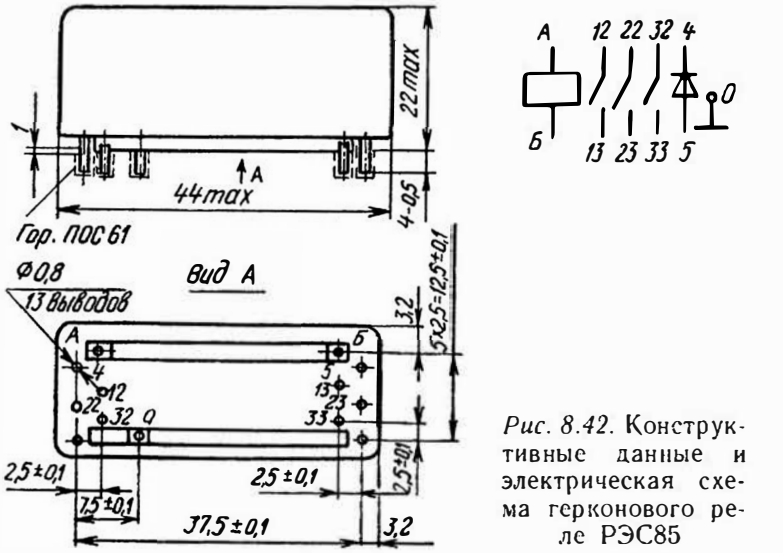


Рис. 8.42. Конструктивные данные и электрическая схема герконового реле РЭС85

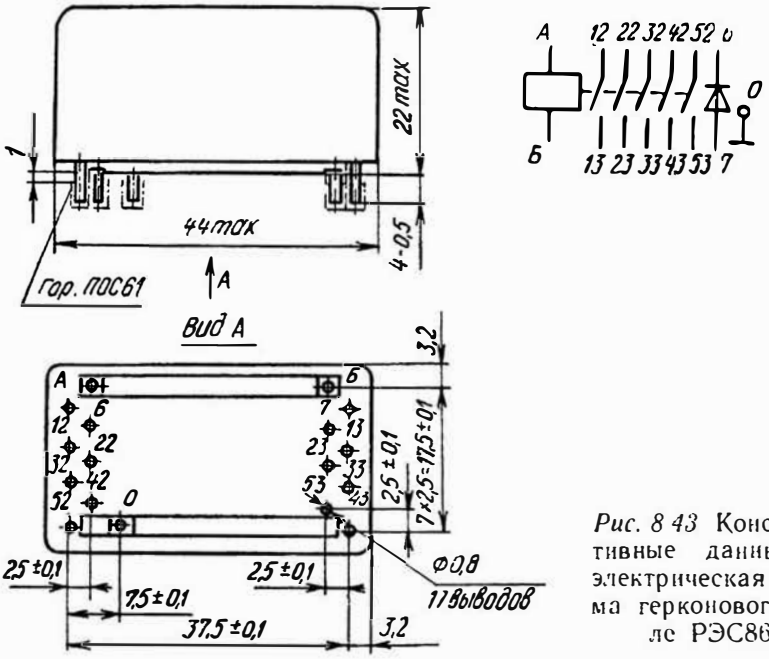


Рис. 8.43 Конструктивные данные и электрическая схема герконового реле РЭС86.

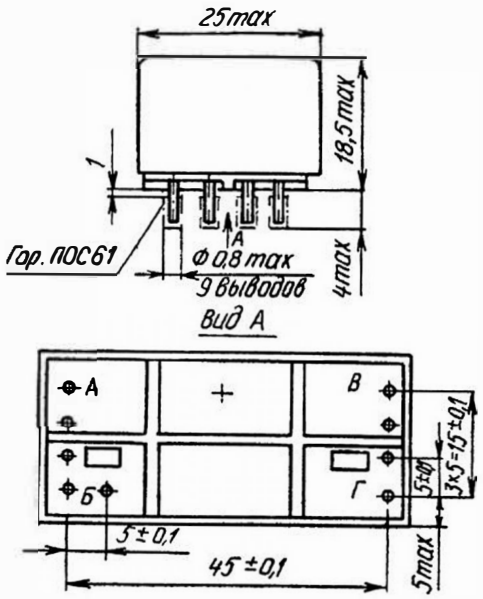


Рис. 8.44. Конструктивные данные герконовых реле РПС49, РПС50.

Рис. 8.45. Конструктивные данные герконовых реле РПС51, РПС52.

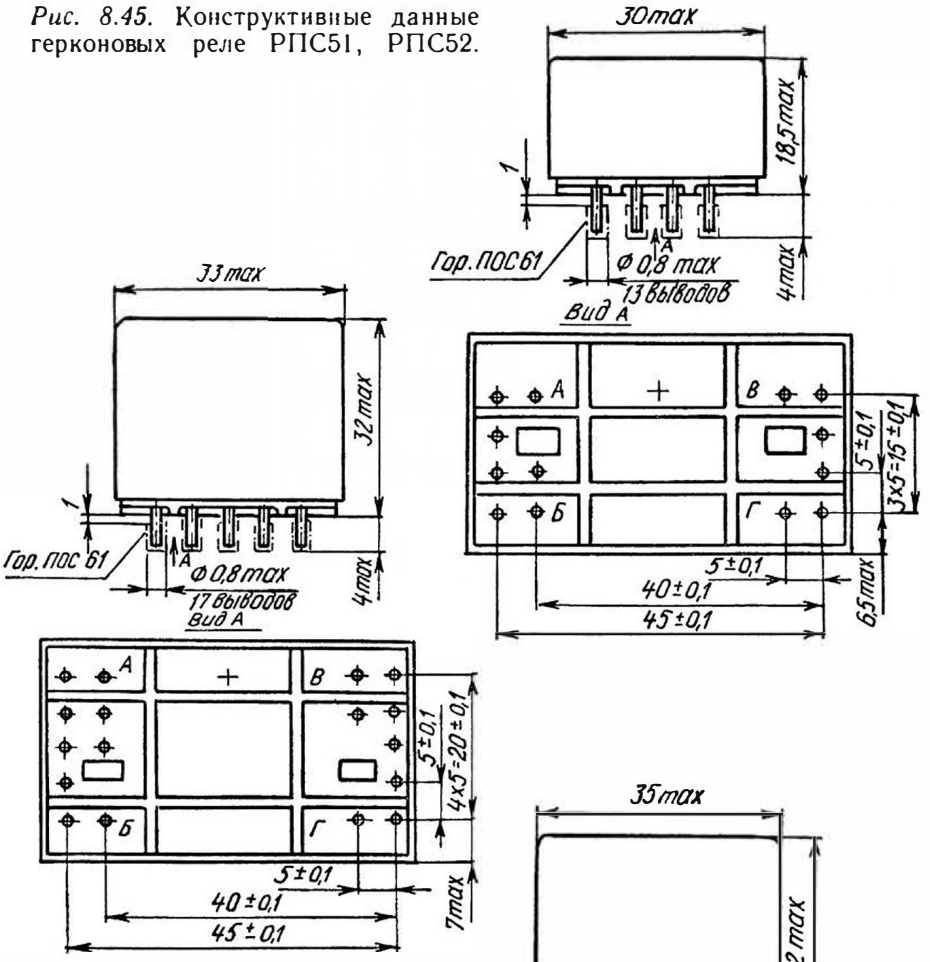


Рис. 8.46. Конструктивные данные герконовых реле РПС53, РПС54.

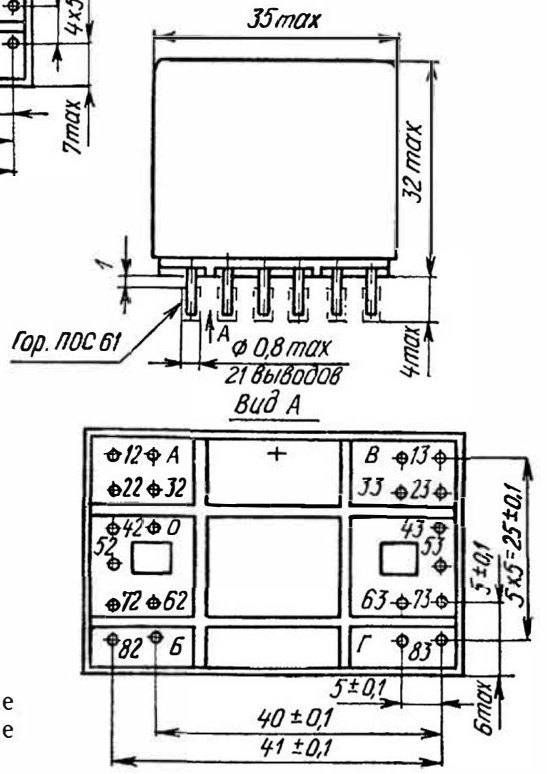


Рис. 8.47. Конструктивные данные герконовых реле РПС55, РПС56.

Таблица 8.9. **Основные электрические параметры реле постоянного тока с герметическими контактами**

Тип реле	Номер паспорта	Рабочее напряжение, В	Сопротивление обмотки, Ом	Напряжение, В		Время, мс		Сопротивление контактов, Ом
				срабатывания	отпускания	срабатывания	отпускания	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
РЭС42, РЭС43, РЭС44 пылебрызгозащищенные, одностабильные, двухпозиционные, герконовые, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 10 кГц	РЭС42					1,0	0,3	0,2
	РС4.569.151	12 ± 1,2	820 ± 123	6,5	1,2			
	РС4.569.152	27 ± 3	4000 ± 80	14	3			
	РЭС43							
	РС4.569.201	12 (−1,2 +2,0)	230 ± 35	5,5	1			
	РС4.569.202	27 (−4 +5)	1200 ± 180	11,5	3			
	РС4.569.203	10 ± 1	760 ± 114	5,6	1,1			
	РС4.569.204	48 ± 5	7500 ± 1500	23	3			
	РЭС44							
	РС4.569.251	12 (−1,2 +2,0)	190 ± 28	6	1			
	РС4.569.252	27 (−4 +5)	900 ± 135	15	2,5			
	РС4.569.253	48 ± 5	3800 ± 760	22	3			
	РС4.569.600-00	27 ± 2,7	1800 ± 282	16,2	1,8	1,5	2,3	0,18
	РС4.569.600-01	12,6 ± 1,26	377 ± 57	7,3	0,85			
	РС4.569.600-02	6 ± 0,6	95 ± 14	3,25	0,35			
	РС4.500.600-03	5 ± 0,5	67 ± 10	2,5	0,3			
РЭС55А пылебрызгозащищенное, одностабильное, двухпозиционное, герконовое, для коммутации цепей	РС4.569.600-04	3 ± 0,3	35 ± 3,5	1,72	0,2			
	РС4.569.600-05	27 ± 2,7	1800 ± 282	14,7	1,6			
	РС4.569.600-06	12,6 ± 1,26	377 ± 57	6,3	0,75			
	РС4.569.600-07	6 ± 0,6	95 ± 14	2,75	0,8			
	РС4.569.600-08	5 ± 0,5	67 ± 10	2,12	0,25			

Продолжение табл. 8.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
постоянного и переменного тока частотой до 10 КГц	РС4.569 600-09	3 ± 0,3	35 ± 3,5	1,46	0,18			
	РС4.569.600-10	10 ± 1	377 ± 57	5,9	0,9	1,5	2,3	0,18
	РС4.569.600-11	5 ± 0,5	95 ± 14	2,6	0,4			
	РС1.569 600-12	48 ± 4,8	4400 ± 820	24	3,5			
	РС4.569.600-13	27 ± 2,7	1800 ± 282	16,2	1,8			
	РС4.569.600-14	12,6 ± 1,26	377 ± 57	7,3	0,85			
	РС4.569.600-15	6 ± 0,6	95 ± 14	3,25	0,35			
	РС4.569.600-16	5 ± 0,5	67 ± 10	2,5	0,8			
	РС4.569.600-17	3 ± 0,3	35 ± 3,5	1,72	0,2			
РЭС64 пылебрызгозащищенное, одностабильное, двухпозиционное, герконовое, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 10 000 Гц.	РС4.569.724							
	РС4 569.724-01	5 (−0,5 +2,0)	480 ± 72	2,9	0,35			
	РС4.569.725							
	РС4.569.725-01	6,3 ± 0,7	970 ± 145	4,1	0,5	0,3...1,2	0,3	0,2
	РС4.569.726							
	РС4.569.726-01	10 ± 1	2000 ± 300	6,2	0,8			
	РС4 569.727							
	РС4 569.727-01	27 ± 3	9700 ± 1940	16,5	2			
РЭС81, РЭС82, РЭС83, РЭС84 пылебрызгозащищенные, одностабильные, двухпозиционные, герконовые, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 100 кГц			РЭС81					
	РС4.569 790	24 ± 2,4	130 ± 13	13,6	1,6			
	РС4.569 790-01	5 (−0,1 +0,5)	345 ± 52	2,3	0,25	2,5		
	РС4.569 790-02	12,6 (−3,4 +1,3)	1200 ± 180	4,5	0,5		0,5	0,25
	РС4.569.790-03	27 (−11 +3)	3800 ± 760	9	0,9	2,0		
	РС4 569.790-04	36 ± 4	12 500 ± 2500	19	1,9			
	РС4.569 790-05	10 (−2 +1)	540 ± 81	4,8	0,55	1.5		
			РЭС82					
	РС4.569.791	4 ± 0,4	175 ± 18	1,9	0,19	3		

Продолжение табл. 8.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	РС4.569.791-01	5 (−1,1+0,5)	320±32	2,5	0,26	4	0,8	0,25
	РС4.569.791-02	6,3±1	200±30	3,3	0,3	2		
	РС4.569.791-03	12,6±1,3	1600±240	6,5	0,6	3		
	РС4.569.791-04	12,6 (−5,3+1,3)	1000±150	5	0,45	3,5		
	РС4.569.791-05	27 (−11+3)	2600±390	9	0,8	2,5		
			РЭС83					
	РС4.569.792	5 (−1,4+0,5)	200±21	2,3	0,21	6	1	0,25
	РС4.569.792-01	12,6 (−5,3+1,3)	800±120	5	0,4			
	РС4.569.792-02	15±1,5	2000±300	8,5	0,7	4,5	1,7	
	РС4.569.792-03	27 (−11+3)	3000±450	10,5	0,9	4	1	
	РС4.569.792-04		2000±300		0,85			
			РЭС84					
	РС4.569.793	5 (−1,4+0,5)	145±15	2,2	0,13	6	1	0,25
	РС4.569.793-01	12,6 (−5,3+1,3)	650±65	5	0,3	7		
	РС4.569.793-02	27 (−11+3)	2300±345	10,5	0,56	6		
	РС4.569.793-03	36±4	1500±230	18	1,1	3,5		
РЭС85, РЭС86 пылебрызгозащищенные, одностабильные, двухпозиционные, герконовые, для коммутации цепей постоянного тока частотой до 100 кГц			РЭС85					
	РС4.569.794	5 (−1,4+0,5)	210±21	2,3	0,21	4	1	0,25
	РС4.569.794-01	27 (−14+3)	3000±450	10,5	0,9	4,5		
			РЭС86					
	РС4.569.795	5 (−1,4+0,5)	145±15	2,2	0,13	5,5	1	0,25

Таблица 8.10. **Основные коммутационные параметры реле постоянного тока с герметическими контактами**

Тип реле	Номер паспорта	Допускаемый коммутируемый ток, А		Допускаемое коммутируемое напряжение, В		Максимальное число коммутаций	Максимальная частота срабатывания, Гц
		постоянный	переменный	постоянное	переменное		
1	2	3	4	5	6	7	8
РЭС42 РЭС43 РЭС44	РС4.569.151, РС4.569.152 РС4.569.201...РС4.569.204 РС4.569.521...РС4.569.523	$5\cdot10^{-6}...10^{-3}$ $10^{-3}...10^{-2}$ $10^{-2}...0{,}1$ 0,1...0,25 0,02...0,03	$5\cdot10^{-6}...10^{-3}$ $10^{-3}...10^{-2}$ $10^{-2}...0{,}1$ 0,1...0,25 0,02...0,03	$5\cdot10^{-2}...30$ 150...180	$5\cdot10^{-2}...30$ $5\cdot10^{-2}...130$	10^8 10^7 10^6	100
РЭС55А	РС4.569.600-00...РС4.569.600-04	$5\cdot10^{-6}...10^{-2}$ $10^{-2}...6\cdot10^{-2}$ $10^{-2}...0{,}25$ 0,25...0,5	$5\cdot10^{-6}...10^{-2}$ $10^{-2}...6\cdot10^{-2}$ $10^{-2}...0{,}25$ 0,25...0,5	0,05...30 6...127 6..36	0,05...30 6...127 6...36	2×10^6 10^6 10^4	50 10
	РС4.569.600-05...РС4.569.600-12	$5\cdot10^{-6}...10^{-2}$ 0,01...0,25 0,25...0,5	$5\cdot10^{-6}...10^{-2}$ 0,01...0,25 0,25...0,5	0,05. .6 6..36	0,05 ..6 6...36	$2\cdot10^6$ 10^6 10^4	50 10
	РС4.569.600-13...РС4.569.600-17	0,5—1,0	0,5...1,0	6 ..36	6. 36	10^3	1
РЭС64	РС4.569.724...РС4.569.727 РС4.569.724-01...РС4.569.727-01	$5\cdot10^{-6}...10^{-3}$ $10^{-3}..10^{-2}$ $10^{-2}...10^{-1}$	$5\cdot10^{-6}...10^{-3}$ $10^{-3}...10^{-2}$ $10^{-2}..10^{-1}$	0,05 30	0,05...30	10^8 10	100

Продолжение табл. 8.10

1	2	3	4	5	6	7	8
		0,1...0,25 0,02...0,03	0,1...0,25 0,02...0,03	150...180	150...180	10^6	
РЭС81... РЭС84	РС4.569.790-00...РС4.569.790-05	0,1	0,1	30	30		
	РС4.569.791-00...РС4.569.791-05	0,025	0,025			4×10^6	25
	РС4.569.792-00...РС4.569.792-04	0,08	0,08	60	60		
	РС4.569.793-00...РС4.569.793-03	0,2	0,2			$1,6\times10^5$	
РЭС85 РЭС86	РС4.569.794	0,1	0,1	30	30		
	РС4.569.794-01	0,025	0,025			4×10^6	25
	РС4.569.795	0,08	0,08	60	60		
		0,2	0,2			$1,6\times10^5$	

Таблица 8.11. **Основные эксплуатационные параметры реле постоянного тока с герметическими контактами**

Тип реле	Номер паспорта	Диапазон окружающей температуры, °С	Диапазон атмосферного давления, Па	Габаритные размеры, мм	Масса, г
1	2	3	4	5	6
РЭС42	РС4.569.151, РС4.569.152	−60...+100	$1,33\times10^{-4}-2,13\times10^5$	$13\times21\times30$	12
РЭС43	РС4.569.201, РС4.569.202	−60...+100		$17\times21\times30$	15
	РС4.569.203, РС4.569.204	−60...+85			
РЭС44	РС4.569.521, РС4.569.522	−60...+100		$21\times20\times30$	18
	РС4.569.523	−60...+85			

Продолжение табл. 8.11

1	2	3	4	5	6
РЭС55А	РС4.569.600-00—РС4.569.600-11 РС4.569.600-13—РС4.569.600-17	−60... +85	666 — 3,04 × 10^5	9,4 × 16 × 33	6
	РС4.569.600-12	−60... +70			
РЭС64	РС4.569.724, РС4.569.724-01 РС4.569.726, РС4.569.726-01 РС4.569.727, РС4.569.727-01 РС4.569.725, РС4.569.725-01	−60... +85	1,3 × 10^{-6} — 3,04 × 10^5	16 × 9,4 × 35	6
РЭС81	РС4.569.790 РС4.569.790-01—РС4.569.790-05	−60... +70		16 × 22 × 44	
РЭС82	РС4.569.791 РС4.569.791-02—РС4.569.791-05			20 × 22 × 44	35
	РС4.569.791-01	−60... +55			
РЭС83	РС4.569.792 РС4.569.792-01—РС4.569.792-03	−60... +70		20 × 26 × 44	45
	РС4.569.792-04	−60... +55			
РЭС84	РС4.569.793, РС4.569.793-01 РС4.569.793-02	−60... +70	2,67 × 10^4 — 2,02 × 10^5	24 × 26 × 44	55
	РС4.569.793-03	−60... +55			
РЭС85	РС4.569.794, РС4.569.794-01	−60... +70		20 × 26 × 44	45
РЭС86	РС4.569.795			24 × 26 × 44	55

Таблица 8.12. **Основные электрические параметры поляризованных реле с герметическими контактами**

Тип реле	Номер паспорта	Рабочее напряжение, В	Обмотка		Напряжение, В		Время, мс		Число и тип контактов
			сопротивление, Ом	число	срабатывания	отпускания	срабатывания	отпускания	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
РПС49 пылебрызгозащищенное, герконовое, поляризованное, одностабильное, двухпозиционное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 100 кГц	РС4.569.900	5 (−1,4+0,5)	90±9	1	2,2	0,27	11,5		2 з
	РС4.569.900-01				2,5	0,25	15	2,5	2 р
	РС4.569.900-02		68±7		2,2	0,21	12,5		1 з, 1 р
	РС4.569.900-03	12,6 (−2,5+1,3)	200±30	2	5,5	0,58	4	1,5	2 з
	РС4.569.900-04				6,2	0,57	5		2 р
	РС4.569.900-05								1 з, 1 р
	РС4.569.900-06	12,6 (−5,4+1,3)	305±30	1	4,8	0,48	12	2,5	2 р
	РС4.569.900-07	10 (−3,0+1,0)	214±21		4,2	0,39	10,5		2 р
	РС4.569.900-08	27 (−7,0+3,0)	790±118	2	11,7	1,2	4	1,5	2 з
	РС4.569.900-09	27 (−5,4+3,0)			13,8	1,25	5		2 р
	РС4.569.900-10	27 (−4,0+3,0)			13,5	1,25	4		1 з, 1 р

Продолжение табл. 8.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	РС4.569.900-11	27 (−11,0+3,0)	1100±165	1	9	0,95	8,6	2,5	2 з
	РС4.569.900-12				10,3	0,9	10,5		2 р
	РС4.569.900-13				10		10		1 з, 1 р
РПС50 пылебрызгозащищенное, герконовое, поляризованное, двухстабильное, двухпозиционное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 100 кГц	РС4.569.901					—		—	2 з
	РС4.569.901-01	12,6 (−1,9+1,3)	95±9,5		8,8	—		—	2 р
	РС4.569.901-02					—		—	1 з, 1 р
	РС4.569.901-03	12,6 (−5,4+1,3)	39±4		5,8	—		—	2 з
	РС4.569.901-04	5 (−1,4+0,5)	9,8±1	2	3	—	4	—	2 з
	РС4.569.901-05	27 (−4,5+3,0)	305±46		18	—		—	2 з
	РС4.569.901-06					—		—	1 з, 1 р
	РС4.569.901-07					–		—	2 з
	РС4.569.901-08	27 (−11,0+3,0)	136±20		11,7	—		—	2 р
	РС4.569.901-09					—		—	1 з, 1 р
РПС51 пылебрызгозащищенное, герконовое, поляризованное, одностабильное, двухпозиционное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 100 кГц	РС4.569.902	5 (−1,4+0,5)	90±9	1	2,2	0,27	18	2,5	4 з
	РС4.569.902-01				2,5	0,25	21		4 р
	РС4.569.902-02	12,6 (−1,9+3,0)	200±30	2	6,2	0,57	7,5	1,5	3 з, 1 р
	РС4.569.902-03								1 з, 3 зр
	РС4.569.902-04	5 (−1,4+0,5)	68±7	1	2,2	0,21	18	2,5	2 з, 2 р
	РС4.569.902-05	12,6 (−2,5+1,3)	200±30	2	5,5	0,58	7		4 з
	РС4.569.902-06				6,2	0,57	8	1,5	4 р
	РС4.569.902-07	12,6 (−1,9+3,0)					8,5		2 з, 2 р
	РС4.569.902-08	12,6 (−5,1+1,3)	214±21	1	4,2	0,39	18	2,5	2 з, 2 р
	РС4.569.902-09	27 (−7,0+3,0)	790±118	2	11,8	1,2	6,5	1,5	4 з

Продолжение табл. 8.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
РПС51	РС4.569.902-10	27 (−5,4+3,0)			13,8	1,2	6,5		4 р
	РС4.569.902-11								3 з, 1 р
	РС4.569.902-12	27 (−4,0+3,0)	790±118	2	13,5	1,25	7,5	1,5	1 з, 3 р
	РС4.569.902-13								2 з, 2 р
	РС4.569.902-14				9	0,95	15		4 з
	РС4.569.902-15	27 (−11,0+3,0)	1100±165	1	10,3	0,9	18	2,5	4 р
	РС4.569.902-16				10		17		2 з, 2 р
РПС52 пылебрызгозащищенное, герконовое, поляризованное, двухстабильное, двухпозиционное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 100 кГц	РС4.569.903					—		—	4 з
	РС4.569.903-01					—		—	4 р
	РС4.569.903-02	12,6 (−1,9+1,3)	95±9,5	2	8,9	—	6	—	3 з, 1 р
	РС4.569.903-03					—		—	1 з, 3 р
	РС4.569.903-04					—		—	2 з, 2 р
	РС4.569.903-05	12,6 (−5,4+1,3)	39±4		5,6	—	5,5	—	4 з
	РС4.569.903-06					—		—	2 з, 2 р
	РС4.569.903-07	5 (−1,4+0,5)	9,8±1		2,9	—	5,5	—	4 з
	РС4.569.903-08					—		—	2 з, 2 р
	РС4.569.903-09	27 (−11,0+3,0)	136±20	2	12	—	5	—	4 з
	РС4.569.903-10					—		—	4 р
	РС4.569.903-11	27 (−11,0+3,0)	136±20		12	—	5	—	3 з, 1 р
	РС4.569.903-12								2 з, 2 р

Продолжение табл. 8 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
РПС53 пылебрызгозащищенное, герконовое, поляризованное, одностабильное, двухпозиционное, для коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 100 кГц	РС4.596.904	12,6 (−4,0+1,6)	175±17,5	2	5,1	0,4	9	2,5	6 з
	РС4.596.904-01	12,6 (−2,5+1,3)			5,8	0,32			6 р
	РС4.596.904-02	5 (−1,4±0,5)	58±6	1	2,1	0,12	18	3,5	5 з, 2 р
	РС4.596.904-03								1 з, 2 р
	РС4.596.904-04	12,6 (−2,5+1,3)	175±17,5	2	5,7	0,32	9	2,5	4 з, 2 р
	РС4.596.904-05								2 з, 4 р
	РС4.596.904-06								3 з, 3 р
	РС4.596.904-07	5 (−1,4+0,5)	58±6	1	2,1	0,12	18	3,5	2 з, 4 р
	РС4.596.904-08								3 з, 3 р
	РС4.596.904-09	27 (−9,0+3,0)	555±83	2	10,4	0,83	9	2,5	6 з
	РС4.596.904-10						10,5		6 р
	РС4.596.904-11				11,5	0,57	9		5 з, 1 р
	РС4.596.904-12								4 з, 2 р
	РС4.596.904-13	27 (−7,0+3,0)							2 з, 4 р
	РС4.596.904-14								3 з, 3 р
	РС4.596.904-15	27 (−11,0+3,0)	1200+180	1	9,8	0,85	18	3,5	6 з
	РС4.596.904-16		790±118		9,1	0,46	19		4 з, 2 р
	РС4.596.904-17								3 з, 3 р
РПС54 пылебрызгозащищенное, герконовое, поляризованное, двухстабильное, двухпозиционное, для коммутации цепей постоянного и переменного	РС4.569.905	12,6 (−2,5+1,3)	95±9,5	2	8,5	—	8,5	—	6 з
	РС4.569.905-01								6 р
	РС4.569.905-02								5 з, 1 р
	РС4.569.905-03								1 з, 5 р
	РС4.569.905-04								4 з, 2 р
	РС4.569.905-05								2 з, 4 р
	РС4.569.905-06								3 з, 4 р
									6 з

Продолжение табл. 8.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
тока частотой до 10 кГц	РС4.569.905-07					—		—	6 р
	РС4.569.905-08	27 (−4,5+3,0)	364±55		18,5	—	7,5	—	4 з, 2 р
	РС4.569.905-09					—		—	3 з, 4 р
	РС4.569.905-10					—		—	
	РС4.569.905-11	27 (−11,0+3,0)	175±17,5		12	—	7	—	6 з
	РС4.569.905-12	27 (−11,0+3,0)	175±17,5	2	12	—	7	—	2 з, 4 р
	РС4.569.905-13					—		—	3 з, 4 р
РПС55	РС4.569.906					0,46			8 з
пылебрызгозащищенное,	РС4.569.906-02	12,6 (−1,9+1,3)	175±17,5	2	6	0,32	9	2,5	4 з, 4 р
герконовое, поляризованное,	РС4.569.906-05					0,32			6 з, 2 р
двухпозиционное,	РС4.569.906-06	27 (−11,0+3,0)	790±118	1	9,5	0,46	25	3,5	2 з, 6 р
одностабильное, для	РС4.569.906-09					0,82			8 з
коммутации цепей постоянного и переменного тока частотой до 100 кГц	РС4.569.906-10	24 (−3,6+2,4)	555±83	2	11,9	0,57	10	2,5	6 з, 2 р
	РС4.569.906-11								4 з, 4 р
	РС4.569.906-12					0,65	18		8 з
	РС4.569.906-13	27 (−11,0+3,0)	790±118	1	9,5	0,46	25	3,5	4 з, 4 р
	РС4.569.906-14								5 з, 3 р
РПС56	РС4.569.907								8 з
пылебрызгозащищенное,	РС4.569.907-01								8 р
герконовое, поляризованное,	РС4.569.907-02								4 з, 4 р
	РС4.569.907-03								7 з, 1 р
двухстабильное, для	РС4.569.907-04	12,6 (−2,5+1,3)	95±9,5	2	8,5	—	9,5	—	1 з, 7 р
коммутации цепей по-	РС4.569.907-05								6 з, 2 р

Продолжение табл. 8.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
стоянного и переменного тока частотой до 100 кГц	РС4.569.907-06								2 з, 6 р
	РС4.569.907-07								5 з, 3 р
	РС4.569.907-08								3 з, 5 р
	РС4.569.907-09								8 з
	РС4.569.901-10	27 (−11,0+3,0)	175±17,5	2	12	—	8	—	4 з, 4 р
	РС4.569 907-11								2 з, 6 р

Таблица 8.13. **Основные коммутационные параметры поляризованных реле с герметическими контактами**

Тип реле	Допускаемый коммутируемый ток, А		Допускаемое коммутируемое напряжение, В		Максимальное число коммутации
	постоянный	переменный	постоянное	переменное	
РПС49... РПС56	0,02...0,1	0,02...0,1	0,001.. 60	0,001...60	2×10^6
	0,001...0,025	0,001...0,025			
	0,1...0,2	0,1...0,2			$7,5\times10^4$
	0,15...0,35	0,15 ..0,35	0,001...30	0,001...30	$0,4\times10^6$

Таблица 8.14. **Основные конструктивные параметры поляризованных реле с герметическими контактами**

Тип реле	Габаритные размеры, мм	Масса, г	Сопротивление электрических контактов, Ом
РПС49, РПС50	$45\times25\times24,5$	45	0,25
РПС51, РПС52	$45\times30\times25,5$	50	
РПС53, РПС54	$45\times36\times33$	75	
РПС55, РПС56	$45\times36\times35$	80	

8.2.6. Рекомендации по проверке, монтажу и эксплуатации реле

Перед установкой реле в аппаратуру производится их проверка. Вначале она производится без подключения к источнику тока. С помощью омметра проверяются сопротивления всех обмоток на постоянном токе. Измеренные сопротивления обмоток должны находиться в пределах допусков, указанных в таблицах. Подключение омметра к различным изолированным обмоткам должно показывать большое (теоретически бесконечное) сопротивление. При наличии мегометра проверяются сопротивления изоляции между токоведущими элементами, между токоведущими элементами и корпусом. Указанные сопротивления должны быть не менее 200 МОм (для реле РЭС47 — 500 МОм, реле РЭС59 — 1000 МОм).

Проверка реле на срабатывание производится путем подключения обмотки к источнику напряжения. При подаче постоянного напряжения на реле постоянного тока должно происходить его срабатывание, при этом соответствующие контакты должны замыкаться или размыкаться. При снятии постоянного напряжения с обмотки должен происходить возврат контактов в исходное состояние. Для срабатывания поляризованных реле постоянное напряжение нужно подавать на управляющую обмотку прямого включения в соответствую-

щей полярности на очень короткое время. Сразу же после срабатывания реле необходимо снять напряжение с обмотки. При этом реле должно остаться во включенном состоянии. Чтобы вернуть реле в исходное состояние, постоянное напряжение нужно подавать на другую отбойную обмотку.

Монтаж реле производится либо с помощью специальных крепежных деталей (винты «под гайку», отверстия для болтов, специальные проволочные скобы и т. д.), либо непосредственно на печатную плату.

При групповом расположении реле устанавливаются параллельно в ряды с минимальными расстояниями между реле в ряду и между рядами 2 мм.

Реле не должно располагаться вблизи источников электромагнитных полей (трансформаторов, дросселей).

При монтаже реле «под гайку» нельзя допускать срывов резьбы. Необходимо применять фиксирующие элементы, предохраняющие винты и гайки от самоотвинчивания. Винты и головки болтов должны покрываться специальным лаком.

Монтировать в аппаратуру допускается только те реле, гарантийный срок хранения которых не истек. Поэтому перед монтажом целесообразно проверить дату изготовления — она указывается в паспорте и на корпусе реле. Пайку следует производить на расстоянии 1,5...2 мм от поверхности платы реле. Мощность паяльника должна быть достаточной для разогрева, но не более 100 Вт. В качестве флюса лучше использовать раствор канифоли в спирте. Допустимо использование только канифоли. Для электрического монтажа необходимо использовать гибкий многожильный провод. При пайке проводов к выводам надо следить за тем, чтобы на плату реле с выводами не попадали флюс и припой, так как это может снизить сопротивление изоляции между токоведущими элементами. Наплывы оставшегося флюса рекомендуется удалять тампоном из неворсистого материала. Тампон пропитывается спиртом. При удалении остатков флюса реле целесообразно держать наклонно вниз.

При прогреве и пайке одного из выводов реле недопустимо касание паяльником других выводов. Нежелательно на выводы реле подсоединять несколько проводов, делая выводы общей точкой соединения монтажных проводников. На выводы реле должны быть надеты изоляционные трубки (кембрик).

При выпайке реле с печатной платы необходимо использовать специальный паяльник, одновременно разогревающий все припаянные контакты.

В процессе работы реле необходимо следить за тем, чтобы условия их эксплуатации строго выдерживались. Особенно это относится к температуре окружающей среды и относительной влажности.

В случае выхода реле из строя ремонту оно не подлежит.

Если реле временно не используется, то хранить его ре-

комендуется в отапливаемом помещении при температуре от +5 °С до +35 °С.

8.3. МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ ГЕРМЕТИЧЕСКИЕ КОНТАКТЫ

Магнитоуправляемые герметические контакты (герконы) в настоящее время в РЭА находят широкое применение. Они используются при конструировании реле, логических элементов, различных датчиков неэлектрических величин, тумблеров, концевых выключателей и клавишных переключателей.

Благодаря герметизации контактов повысилась надежность коммутации и стабильность сопротивления контактов. Малые размеры подвижных частей (отсутствие якоря и массивного магнитного сердечника) позволили повысить примерно на порядок максимальную частоту коммутации. Время срабатывания герконов не превышает 2 мс, а максимальное число срабатываний достигает 10^9. В процессе эксплуатации герконы не требуют дополнительной настройки и регулировки.

По типу контактов различают герконы замыкающие (рис. 8.48) и переключающие (рис. 8.49), по состоянию поверхности контактов — сухие и жидкостные. Внутри баллона сухих герконов находятся газы: инертные газы, азот, водород и др. Контакты представляют собой ферромагнитные пружины.

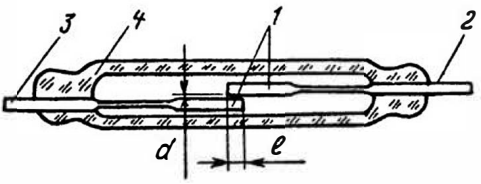


Рис. 8.48. Конструкция замыкающего геркона:
1 — контакт-детали; *2* и *3* — выводы, *4* — баллон, *l* — перекрытие контакт-деталей, *d* — контактный зазор

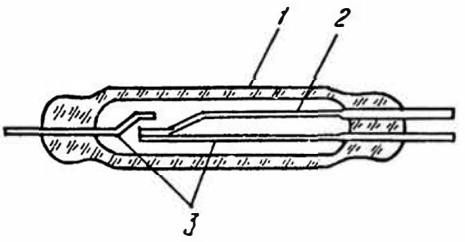


Рис. 8.49. Конструкция переключающего геркона:
1 — баллон, *2* — подвижный контакт, *3* — неподвижные контакт-детали

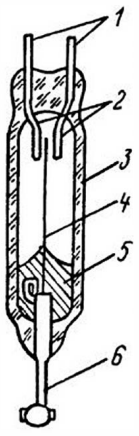


Рис. 8.50. Конструкция ртутного геркона:
1 — выводы, *2* — неподвижные контакты, *3* — баллон, *4* — якорь; *5* — ртуть; *6* — вывод подвижного контакта

В отличие от сухих герконов, в баллоне ртутных герконов (рис 8.50) имеется капля ртути, которая, поднимаясь по капиллярам, смачивает рабочие поверхности контактов, что обеспечивает малое и стабильное сопротивление. Внутренний объем таких герконов, как правило, заполняется водородом под высоким давлением. К недостаткам ртутных герконов можно отнести сравнительно высокую стоимость, а также то, что они рассчитаны на работу в определенном, чаще всего вертикальном положении (отклонение допустимо не более 20...30°). Минимальная температура окружающей среды для геркона не должна быть меньше 39 °С (температура замерзания ртути).

По конструкции герконы представляют собой баллон (капсулу) с выводами. Габаритными размерами геркона являются: длина и диаметр баллона, общая длина с выводами. В зависимости от длины баллона различают: стандартные герконы — длина баллона 50 мм, промежуточные — 36 мм, миниатюрные — 20 мм, сверхминиатюрные — 10 мм.

Герконы подразделяются также на маломощные (коммутируемая мощность до 60 Вт) и повышенной мощности (до 1000 Вт), низкочастотные и высокочастотные, низковольтные (коммутируемое напряжение до 250 В) и высоковольтные (свыше 250 В), имеются герконы с «памятью» и специальные.

Условное обозначение герконов включает шесть элементов:

первый элемент — система букв — определяет условное наименование геркона. МК — магнитоуправляемый контакт герметизированный, КЭМ — контакт электромагнитный, КМГ — магнитоуправляемый контакт с повышенным контактным нажатием (для коммутации больших токов — более 5 А);

второй элемент указывает на систему коммутации геркона: А — замыкающий, В — размыкающий, С — перекидной, Д — переходной;

третий элемент — буква Р — присутствует только в ртутных герконах;

четвертый элемент — двузначное число показывает длину баллона в миллиметрах;

пятый элемент указывает на функциональное назначение геркона: 1 — малой и средней мощности, 2 — повышенной мощности, 3 — мощные, 4 — высоковольтные, 5 — высокочастотные, 6 — «с памятью», 7 — специальные (с повышенной устойчивостью к внешним факторам и характеру нагрузки), 8 — измерительные. В обозначении пятого элемента могут указываться один или два признака, например, повышенной мощности (цифра 2) и измерительные (цифра 8). В этом случае цифры располагаются в порядке возрастания (28). Герконы, характеризующиеся одним признаком, обозначаются цифрой, после которой добавляется ноль; последний элемент обозначения — порядковый номер разработки. Пример: МКА — 20101 — геркон замыкающий, сухой, с длиной балло-

на 20 мм, малой и средней мощности, порядковый номер разработки 1.

Основными параметрами герконов являются:

1. Магнитодвижущая сила срабатывания.
2. Время срабатывания.
3. Допускаемый коммутируемый ток, напряжение и мощность.
4. Электрическое сопротивление контактов.
5. Электрическая прочность.
6. Максимальное число срабатываний.
7. Максимальная частота коммутации.
8. Диапазон температур окружающей среды.
9. Габаритные размеры, масса и др.

Магнитодвижущая сила (МДС) срабатывания зависит от конструктивных особенностей контактного зазора, механических и магнитных свойств контактных деталей, толщины контактного покрытия и т. д. Магнитодвижущая сила срабатывания для сверхминиатюрных герконов лежит в пределах 10...30 А (ампер-витков), для мощных герконов эта величина составляет несколько сотен А. Значение магнитодвижущей силы срабатывания позволяет выбрать число витков катушки электромагнита, надеваемой на геркон. Так как МДС$=IW$, (W — число витков), то $W=$ МДС$/I$.

Время срабатывания геркона складывается из времени замыкания, составляющего порядка 0,2...1,8 мс, и времени вибрации порядка 0,1...1,2 мс. Время срабатывания приведенных в справочнике герконов составляет: 0,8...3,0 мс для маломощных герконов и до 8 мс — для мощных герконов.

Время отпускания герконов обычно лежит в пределах 0,1...0,7 мс.

Максимальная коммутируемая герконом мощность P_{max} определяется допустимой температурой нагрева контактов, числом коммутаций и условиями окружающей среды. Для приведенных в справочнике маломощных герконов P_{max} находится в пределах 1...50 Вт, у геркона повышенной мощности — до 250 Вт.

Верхние значения величин коммутируемых напряжений и токов также ограничиваются. Максимальный коммутируемый ток, длительное время пропускаемый через контакты, не должен приводить к слипанию контактов и другим отказам. В то же время допускается пропускание импульсного тока, в несколько раз превышающего максимальный коммутируемый постоянный ток. Максимальное коммутируемое напряжение ограничивается явлением электрического пробоя разомкнутых контактов.

При выборе геркона по коммутационным параметрам можно идти двумя путями:

выбрать геркон по напряжению, а величину допустимого тока рассчитать по формуле: $I_{доп}=P_{max}/U$;

выбрать геркон по току, а допустимое напряжение вычислить по выражению $U_{доп} = P_{max}/I$.

Использование герконов одновременно с максимальными значениями коммутируемых токов и напряжений недопустимо, так как при этом коммутируемая мощность во много раз превышает максимально допустимую. Так, например, при максимальном коммутируемом токе 1 А геркона МКС-27102 и максимальном коммутируемом напряжении 150 В коммутируемая мощность составит 150 Вт, что в 5 раз больше максимально допустимой коммутируемой мощности 30 Вт.

Электрическое сопротивление контактов состоит из сопротивления контакт — контакт и переходного сопротивления контактов. Достоинством герметических контактов является высокая стабильность сопротивления, что обусловлено герметизацией. Значение электрического сопротивления для приводимых в справочнике герконов лежит в пределах 0,07... 0,3 Ом. Выбор геркона производят таким образом, чтобы при выполнении всех других требований электрическое сопротивление контактов было наименьшим.

Электрическая прочность изоляции геркона — это максимальное значение электрического напряжения, которое может быть приложено к электрическим контактам, не вызывая газового пробоя или поверхностного перекрытия. Электрическая прочность изоляции зависит от расстояния между контактами, их формы, материала, состояния поверхности баллона, а также состава наполняющего газа и его давления. Электрическая прочность в несколько раз больше максимального коммутируемого напряжения. Из последнего следует: импульсное коммутируемое напряжение может быть больше постоянного, но в то же время не должно превышать по величине электрическую прочность.

Максимальное число срабатываний (коммутаций) ограничивается появлением необратимых процессов на поверхности контактов, других деталей, на стекле баллона, спае стекла с выводами и т. п. Указанные процессы приводят к отклонению параметров геркона от паспортных значений. Возможны и внезапные отказы, среди них чаще всего — залипание контактов.

Максимальное число срабатываний является средней величиной с большим разбросом.

Максимальное число срабатываний в значительной степени зависит от вида нагрузок в коммутируемой цепи. При индуктивной нагрузке, особенно в режиме размыкания, возникают значительные перенапряжения, в результате чего между контактами образуются разряды, значительно снижающие износоустойчивость герконов. Емкостная нагрузка, особенно в режиме замыкания, дает большие «броски» токов, часто приводящие к слипанию контактов. Броски токов характерны также при коммутации ламп накаливания.

На параметр — максимальное число срабатываний оказывает также значительное влияние температура окружающей среды. При различной температуре скорость протекания физико-химических процессов в зоне соприкосновения контактов и внутри баллона различная. По этой причине износостойкость геркона меняется.

Для работы РЭА, особенно в режиме значительной частоты срабатывания, герконы надо выбирать с максимально возможным числом коммутаций.

Частота коммутаций герконов определяет предельные возможности переключений в последовательном коммутационном цикле (замыкание — размыкание) и зависит в основном от времени срабатывания. Чем меньше время срабатывания, а следовательно, и отпускания, тем больше частота коммутаций. Для приведенных в справочнике герконов верхний предел частоты коммутаций колеблется в пределах от 20 до 100 Гц. Невысокую частоту коммутации (до 50 Гц) имеют ртутные герконы, некоторые замыкающие герконы больших размеров имеют еще меньшую величину частоты коммутаций (20 Гц).

При известной частоте коммутационных циклов можно вычислить срок службы геркона. При непрерывной работе геркона в режиме переключений сигнала с частотой F срок службы геркона в часах составит число, полученное от деления максимального числа коммутаций на 3600 F. Так, например, при максимальном числе коммутаций 10^6 и частоте коммутации 50 Гц срок службы геркона составит несколько более 5 ч. Из изложенного следует: последовательный коммутационный цикл замыкание — размыкание, тем более с большой частотой переключений, резко сокращает срок службы геркона. Более благоприятным режимом работы герконов является повторно-кратковременный с большой паузой (на короткое время контакты геркона замкнуты, длительное время разомкнуты).

В справочных таблицах герконов приводятся два параметра, характеризующие вибрационные нагрузки: диапазон частот вибраций и их максимальное ускорение. При установке герконов в РЭА, подверженной тряске (переносимой; установленной на автомобиле, мотоцикле, в ручных инструментах и т. д.), необходимо указанные параметры в обязательном порядке принимать во внимание, чтобы исключить сбой в работе герконов.

Температура окружающей среды оказывает влияние на геометрические размеры деталей геркона, а также на механические характеристики, магнитные и электрические свойства этих деталей. Все это в итоге приводит к уменьшению надежности герконов, в частности приводит к уменьшению его главного показателя — максимального числа коммутаций. Для большинства герконов диапазон температур, в котором нормально функционируют герконы, составляет —60...

+ 125 °С. Для ртутных герконов нижний предел диапазона температур ограничен температурой замерзания ртути (— 39 °С).

Из других параметров герконов (тех, что не приведены в справочнике) нужно отметить такой, как время непрерывного нахождения геркона в замкнутом состоянии. Результаты экспериментальных исследований показывают, что это время является функцией многих других параметров, а потому может колебаться в больших пределах. Обычно время непрерывного нахождения геркона в замкнутом состоянии составляет несколько тысяч часов.

Управление герконами можно осуществлять с помощью постоянных магнитов, катушек возбуждения или их комбинаций.

Постоянный магнит располагается параллельно оси геркона, он может быть плоским и кольцевым. При продольном перемещении постоянного магнита контакты геркона замыкаются. Системой геркон — магнит можно управлять подвижным экраном, помещаемым между герконом и магнитом. Этот способ используется для размыкания контакта. Управление герконами с помощью катушек возбуждения производится за счет образования магнитных потоков в этих катушках при протекании через них тока. Катушка одевается на баллон геркона и экранируется. Наряду с магнитным полем, создаваемым катушкой возбуждения, используются дополнительные магнитные поля постоянных магнитов, встроенных в катушку.

Рекомендации по обращению с герконами следующие. При эксплуатации и монтаже герконов необходимо осторожное обращение. Изгибать выводы следует на расстоянии от баллона не менее одного см, изгиб вывода допускается не более чем на 90°, отрезать выводы надо аккуратно, так, чтобы не произошло растрескивание стеклянного баллона.

При использовании ртутного геркона необходимо строго выдерживать рекомендуемое установочное положение, нужно также осторожно обращаться с капсулой, наполненной ртутью.

Если при неаккуратном обращении разобьется капсула с ртутью, то ртуть надо тщательно выбрать и захоронить.

Основные параметры магнитоуправляемых герметических герконов приведены в табл. 8.15...8.21.

Таблица 8.15. **Основные характеристики переключающих и измерительных герконов**

Параметры	МКС-27102	КЭМ-3	МКС-15101	МКА-52181	МКА-27801
Магнитодвижущая сила срабатывания, А	50...74	30...100	30...45	80	30...100
Время срабатывания, мс	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
Максимальная коммутируемая мощность, Вт	30	30	0,36	1,5	1,0
Максимальное коммутируемое напряжение, В	150	127	36	36	300
Максимальный коммутируемый ток, А	1,0	1,0	0,01	0,1	0,01
Сопротивление электрических контактов, Ом	0,15	0,3	0,15	0,08	0,1
Максимальное число коммутаций	$10^4...10^8$	$10^4...2\cdot10^6$	$2\times10^6...10^6$	$5\times10^5...10^6$	$5\times10^5...10^7$
Максимальная частота коммутаций, Гц	50	100	100	100	50
Температура окружающей среды, °С	−60...+125	−60...+125	−60...+125	−60...+85	−60...+85
Вибрационные нагрузки:					
диапазон частот, Гц	1...2000	1...2000	1...2000	1...600	5...600
максимальное ускорение, м/с^2	98	245	196	49	98
Диаметр баллона, общая длина, мм	27/67	18/54	15/50	53/79,5	28/52,3

Примечание. Герконы МКС-27102, КЭМ-3, МКС-15101 — переключающие, МКА-52181, МКА-27801 — измерительные.

Таблица 8.16. **Основные параметры замыкающих герконов миниатюрного и сверхминиатюрного типов**

Параметры	Миниатюрные			Сверхминиатюрные	
	МУК-1-1А-1	КЭМ-2	МК-16-3	МК-10-3	МКА-10113
Магнитодвижущая сила срабатывания, А	35...90	21...64	35	13...40	14...25
Время срабатывания, мс	2,0	1,0	1,0	0,8	0,8
Максимальная коммутируемая мощность, Вт	15	7,5	0,3	3,6	1 (ВА)
Максимальное коммутируемое напряжение, В	115	180	30	36	36

Продолжение табл. 8.16

Параметры	Миниатюрные			Сверхминиатюрные	
	МУК-1-1А-1	КЭМ-2	МК-16-3	МК 10-3	МКА-10113
Максимальный коммутируемый ток, А	0,5	0,25	10^{-2}	0,1	0,1
Сопротивление электрических контактов, Ом	0,3	0,15	0,15	0,3	0,3
Максимальное число коммутаций	10^6... 5×10^7	5×10^4...10^8	$1{,}5\times10^6$	10^6...2×10^7	5×10^5...10^7
Максимальная частота коммутаций, Гц	100	100	100	10...10	100
Температура окружающей среды, °С	−60...+125	−60...+125	−45...+70	−60...+125	−60...+125
Вибрационные нагрузки:					
диапазон частот, Гц	2000	1...2000	1...600	3000	1...3000
максимальное ускорение, м/с^2	196	196	49	98	196
Диаметр баллона, общая длина, мм	21,5/40	20/46	16/—	10,5/30,5	10/42,5

Примечание. Геркон МК-16-3 предназначен для клавишных контактных устройств, остальные — общего применения.

Таблица 8.17 **Основные параметры замыкающих герконов стандартного и промежуточного типов**

	Стандартные		Промежуточные	
	КЭМ-1	КЭМ-6	МК-36701	МКА-27101
Магнитодвижущая сила, А	55...110	38...50	50...80	30...60
Время срабатывания, мс	3,0	2,0	2,0	1,5
Максимальная коммутируемая мощность, Вт	30	12	21	12
Максимальное коммутируемое напряжение, В	220	150	100	110
Максимальный коммутируемый ток, А	1,0	0,25	0,35	0,35

Продолжение табл. 8.17

	Стандартные		Промежуточные	
	КЭМ-1	КЭМ-6	МК-36701	МКА-27101
Электрическая прочность, В	500	500	—	500
Сопротивление электрических контактов, Ом	0,08	0,1	0,07	0,12
Максимальное число коммутаций	$5\times10^3...10^8$	$10^6...2{,}5\times10^7$	$2\times10^6...5\times10^7$	$2\times10^5...10^8$
Максимальная частота коммутаций, Гц	100	20	50	100
Температура окружающей среды, °С	−60...+125	−60...+125	−60...+100	−60...+100
Вибрационные нагрузки:				
диапазон частот, Гц	1...600	1...50	1...600	1...600
максимальное ускорение, м/с^2	98	98	98	98
Диаметр баллона, общая длина, мм	50/80	36/63,5	36/63,5	27/45,6

Примечание. Герконы КЭМ-1, КЭМ-6 — широкого применения; МК-36701 — импульсный, МКА-27101 — телефонный.

Таблица 8.18. **Основные параметры высоковольтных герконов и герконов повышенной мощности**

Параметры	Высоковольтные		Повышенной мощности
	МКА-52141	МКА-52142	МКА-52202
Магнитодвижущая сила срабатывания, А	100...200	300	180...300
Время срабатывания, мс	3,0	3,0	8,0
Максимальная коммутируемая мощность, Вт	50	50	250
Максимальное коммутируемое напряжение, В	5000	10 000	380
Максимальный коммутируемый ток, А	3,0	3,0	4,0

Продолжение табл. 8.18

Параметры	Высоковольтные		Повышенной мощности
	МКА-52141	МКА-52142	МКА-52202
Электрическая прочность, В	10 000	15 000	800
Сопротивление электрических контактов, Ом	0,1	0,1	0,3
Сопротивление изоляции, МОм	10^4	10^6	—
Максимальное число коммутаций	10^6	$10^3...10^6$	$2\times10^6...2{,}5\times10^6$
Температура окружающей среды, °С	−40...+85	−60...+100	−45...+60
Вибрационные нагрузки:			
диапазон частот, Гц	1...600	1...60	10...10
Длина и диаметр баллона, общая длина, мм	53/5,4/80	52/5,5/90	52/7,0/0

Таблица 8.19. **Основные параметры ртутных герконов**

Параметры	МКАР-15101	МКДР-45281
Магнитодвижущая сила срабатывания, А	45...65	100...200
Время срабатывания, мс	2,5	7
Максимальная коммутируемая мощность, Вт	50	250
Максимальное коммутируемое напряжение, В	250	600
Максимальный коммутируемый ток, А	2	5
Электрическая прочность, В	750	1500
Сопротивление электрических контактов, Ом	0,05	0,025
Максимальное число коммутаций	$5\times10^6...10^9$	$10^7...10^9$
Максимальная частота коммутаций, Гц	50	15...50
Температура окружающей среды, °С	более —39°С	более —39 °С
Отклонение от вертикали	±15 %	±30 %
Вибрационные нагрузки:		
диапазон частот, Гц	1...60	1...60
максимальное ускорение, м/с^2	9,8	9,8
Длина и диаметр баллона, мм	15/3,3	45/8,5
Общая длина, мм	38	65

Таблица 8.20. **Основные характеристики высокочастотных герконов**

Параметры	МК-17	МКА-10501	МКА-10701
Магнитодвижущая сила срабатывания, А	30...80	16...35	18...45
Максимальная частота коммутаций, Гц	100	100	2000
Максимальная коммутируемая мощность, Вт	7,5	5	2
Максимальное коммутируемое напряжение, В	80	90	10
Полное сопротивление электрических контактов (затухание), Ом	0,2	0,3	—
Емкость между контактами, пФ	0,6	0,3	0,2
Максимальное число коммутаций	$5\times10^4...10^7$	2×10^6	$5\times10^5...10^6$
Температура окружающей среды, °С	−60...+100	−60...+100	−60...+125
Вибрационные нагрузки:			
диапазон частот, Гц	2000	2000	5...3000
максимальное ускорение, м/с^2	98	144	196
Длина и диаметр баллона, мм	20/3,1	10/2,3	10/1,8
Общая длина с выводами, мм	45,6	40,75	25

Таблица 8.21. **Основные параметры запоминающих герконов**

	МКА-27601	МКА-20601
Мощность импульса управления, Вт	—	1,2
Длительность импульса управления, мс	1,0	1,0
Максимальная коммутируемая мощность, Вт	1,5	7,5
Максимальный пропускаемый ток, А	0,35	0,25
Максимальное коммутируемое напряжение, В	110	36
Минимальный коммутируемый ток, А	10^{-6}	10^{-6}

Продолжение табл. 8.21

	МКА-27601	МКА-20601
Максимальный коммутируемый ток, А	0,1	0,25
Максимальное число коммутаций	4×10^6	$5 \times 10^4 ... 4 \times 10^6$
Температура окружающей среды, °С	$-60 ... +70$	$-60 ... +125$
Вибрационные нагрузки:		
диапазон частот, Гц	1...600	1...3000
максимальное ускорение, м/с^2	49	196
Длина и диаметр баллона, общая длина, мм	27/3/42	20/3/42
Масса геркона, г	0,6	0,5

Глава 9.

КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА С МЕХАНИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ

9.1. МИКРОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

9.1.1. Устройство и основные параметры

Микропереключатель представляет собой коммутационное устройство с механическим приводом. Он используется в качестве исполнительных устройств дистанционного управления, а также в качестве базового элемента для ряда коммутирующих изделий: кнопок, кнопочных, клавишных и других переключателей. Микропереключатели также используются в качестве концевых выключателей, отключая поступательно движущиеся или поворотные механизмы в конце их хода или поворота.

Отличительная особенность микропереключателей заключается в конструкции механизма, обеспечивающего быстрое переключение контактов независимо от скорости перемещения приводного элемента. На рис. 9.1 показана контактная группа микропереключателя с приводным элементом в двух состояниях. В исходном состоянии контакты *3* и *4* замкнуты под действием результирующей силы пружин *2* и *6*. При действии на пружину внешней силы с помощью приводного элемента *1* пружина *6* начинает изгибаться. Одновременно изгибается жестко связанная с ней на одном конце пружина *2*. Когда прогиб пружины *2* достигает некоторого значения, пружина *6* мгновенно изменяет свое положение. В результате этого сила, действующая на контакт, изменяет свое направление.

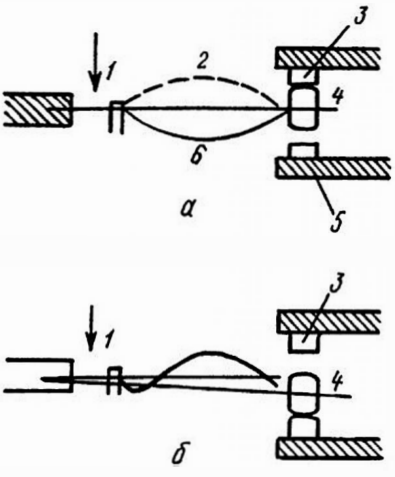


Рис. 9.1. Контактная группа микропереключателя:
а — контакты *3* и *4* замкнуты; *б* — контакты *3* и *4* разомкнуты

Основными параметрами микропереключателей являются:

усилие прямого срабатывания (чувствительность микропереключателя) — это минимальное значение внешней силы, которая должна быть приложена к приводному элементу, чтобы произошло срабатывание (переброс подвижного контакта);

усилие обратного срабатывания — максимально допустимое значение внешней силы на приводном элементе, при котором исполнительная (контактная) система микропереключателя возвращается в исходное состояние;

рабочий ход приводного элемента — максимальное значение хода приводного элемента от начального (исходного положения) до положения прямого срабатывания;

дополнительный ход — предельно допустимое значение хода приводного элемента из положения прямого срабатывания в конечное;

дифференциальный ход — минимально допустимая величина хода приводного элемента от положения прямого срабатывания до положения обратного срабатывания.

Указанные параметры связаны с приводным элементом. По конструкции приводной элемент может быть выполнен в виде штока, кнопки, рычага, ролика.

Микропереключатели имеют следующие коммутационные параметры:

максимальное коммутируемое напряжение;

максимальный коммутируемый ток;

мощность коммутации;

максимальное число переключений (коммутаций).

Эксплуатационные параметры микропереключателей включают:

диапазон температур окружающей среды;

диапазон атмосферного давления;

максимальную относительную влажность и др.

К конструктивным параметрам относят габариты, способы крепления, тип приводного элемента и др.

9.1.2. Классификация и система обозначенний

По принципу действия микропереключатели делятся на обычные и с магнитоуправляемыми контактами, по схеме коммутации — на переключатели и выключатели.

В зависимости от числа контактов различают однополюсные и двухполюсные микропереключатели. По конструктивному исполнению они классифицируются на микроминиатюрные, миниатюрные, малогабаритные и нормальных габаритов.

Микропереключатели могут быть герметичными и негерметичными. Система обозначения микропереключателей включает следующие элементы:

первый элемент — буква — указывает схему коммутации: П — переключатель, В — выключатель;

второй элемент — буква М — означает «микро»;

третий элемент — две буквы — вводится для некоторых микропереключателей при обозначении типа контакта (МК — с магнитоуправляемыми контактами) или конструктивного исполнения (МГ — малогабаритный);

четвертый элемент — число — порядковый номер разработки;

пятый элемент — число — указывает номер типономинала данной разработки.

Для некоторых микропереключателей указывается шестой элемент обозначения — буква В — всеклиматическое исполнение.

При записи обозначения микропереключателя для отделения четвертого и пятого элементов обозначения ставится дефис. Пример обозначения: ПМ2-1В — микропереключатель, порядковый номер разработки 2, номер типономинала 1, всеклиматического исполнения. Для микропереключателей ранних выпусков первые два элемента обозначения имели сочетание букв — МП.

9.1.3. Пояснения к справочным таблицам и рекомендации по выбору микропереключателей

В справочных таблицах приведены основные механические и коммутационные параметры микропереключателей. Пояснения к этим параметрам, разъяснение их сущности приводятся ниже.

Механические параметры (усилия прямого и обратного срабатывания) определяют силы механического воздействия, переводящие контакты переключателя из одного положения в другое и обратно. Прямое усилие для всех микропереключателей в несколько раз больше обратного. Это обусловлено неодинаковой жесткостью пружин при прямом и обратном включениях. При прямом включении пружины находятся под большим механическим напряжением. Поскольку это ведет к уменьшению их упругих свойств, рекомендуется, чтобы в процессе эксплуатации состояние прямого включения было значительно меньше состояния «выключено». В режиме хранения микропереключатели должны находиться только в состоянии «выключено».

Рабочий, дополнительный, дифференциальный ходы приводного элемента, а также скорость перемещения этого элемента должны строго учитываться на практике для конструирования привода с минимальной механической износоустойчивостью. В частности, для надежной работы микровыключателя предусматривается некоторый выбег толкающего устройства после срабатывания примерно на одну треть дополнительного хода, что уменьшает механическую износоустойчивость. Поскольку большинство воздействующих на микропереключатель кинематических устройств имеет инер-

ционный выбег, который в процессе эксплуатации может увеличиваться, надо предусмотреть ограничение хода толкающего устройства. Обычно в этих случаях устанавливаются жесткие регулирующие упоры.

Механическая износоустойчивость зависит и от других факторов. Чтобы действие этих факторов устранить или свести к минимуму, необходимо следующее:

шток толкающего устройства должен перемещаться строго по оси движения приводного механизма;

толкающее устройство в месте соприкосновения с приводным элементом должно иметь плоскость с высокой чистотой поверхности, желательно полированной;

плоскость толкающего устройства по своим размерам должна перекрывать плоскость приводного элемента.

Что касается коммутационных возможностей микропереключателей, то они несколько выше, чем у магнитоуправляемых контактов. Максимальные токи коммутации составляют несколько ампер (до 10 А), максимальное переменное коммутируемое напряжение у всех микропереключателей достигает 250 В. Микропереключатель ПМ33 позволяет коммутировать мощность переменного сигнала до 1 кВ·А.

По максимальному числу переключений микропереключатели уступают магнитоуправляемым контактам примерно на порядок (в десять раз), максимальное число переключений для большинства микропереключателей составляет $10^4...10^6$.

Отличительной особенностью микропереключателей является наличие только одной группы переключающих контактов. Электрическое сопротивление контактов не более 0,05 Ом.

Условия эксплуатации микропереключателей не жесткие По температуре: нижний предел температуры окружающей среды для большинства микропереключателей составляет —60 °С, для микропереключателей типа МП12, ПМ3, П1М10, ПМ21 — (—100 °С); верхний предел температуры +125°

Наличие вибраций, ускорений, ударов приводит к снижению износоустойчивости микропереключателей.

Минимальная допустимая скорость перемещения приводного элемента в зоне дифференциального хода зависит от внешних механических воздействий на месте крепления. При отсутствии вибраций, линейных ускорений или ударов скорость перемещения приводного элемента должна быть не менее 0,1 мм/с. При вибрациях, линейных ускорениях и ударах скорость перемещения следует увеличивать. В этом случае путь, пройденный приводным элементом в секунду, должен быть не менее величины дифференциального хода. С другой стороны, слишком большую скорость перемещения приводного элемента также не следует допускать, так как это может вызвать поломку микровыключателя. Максимальную скорость

перемещения приводного элемента нужно ограничивать значением 200 мм/с на всем пути его движения.

Максимальное ускорение при вибрациях для большинства микропереключателей допустимо до 10 *g*, а для отдельных — больше: ПМ3 — 15 *g*, МП12, П1М9, П1М10, ПМ21, ПМ25 — 20 *g*; ПМ2-1В — 40 *g*.

Линейные ускорения для большинства микропереключателей допустимы до 100 *g*, для отдельных — они меньше (ПМ23, ПМ33 — 25 *g*, ПМ22 — 50 *g*) или больше (П1М10, ПМ21, ПМ25 — 200 *g*).

Микропереключатели нормально функционируют при атмосферном давлении в пределах 0,6...104 кПа. Относительная влажность при температуре +40 °С для всех микропереключателей не должна превышать 98 %.

Масса приведенных в справочнике микропереключателей не превышает 12 г.

Рекомендации по выбору микропереключателей сводятся к следующему. В первую очередь их нужно использовать в качестве исполнительных элементов перемещающихся механизмов. В конце хода или поворота механизма специальное нажимное устройство давит на приводной элемент микропереключателя и отключает электрическую цепь питания этого механизма, включая систему сигнализации этого состояния. В других случаях, наоборот, эта сигнализация включается при прекращении давления на приводной механизм микропереключателя. В радиолюбительской практике микропереключатели широко используются в устройствах, фиксирующих открывание (закрывание) люков, дверей, крышек, перемещение одних объектов (изделий) относительно других.

Рекомендации по проверке, монтажу и эксплуатации микропереключателей сводятся к следующему. В первую очередь проверяется действие приводного элемента на надежность срабатывания от нажатия пальцем руки. После снятия усилия микропереключатель должен возвращаться в исходное положение. Затем омметром проверяются сопротивления контактов в замкнутом и разомкнутом состоянии. В замкнутом состоянии сопротивления контактов должны быть близкими к нулю, в разомкнутом — сопротивления между контактами должны быть большими (до 100 МОм).

Установка микропереключателей должна производиться на точно вымеренном месте относительного внешнего приводного механизма, при этом строго выдержаны расстояния, обеспечивающие рабочий, дополнительный и дифференциальные ходы приводного элемента. Для надежной работы микропереключателя необходимо предусмотреть выбег толкающего устройства после срабатывания примерно на одну треть дополнительного хода приводного элемента. Рекомендуется между тонким толкающим элементом и приводным ставить упругую пластину для лучшей передачи усилия. Пластина

ставится и в том случае, если есть некоторая несоосность в приложении усилия.

Крепление микропереключателей должно быть произведено тщательно к ровной, не смещаемой относительно толкающего элемента поверхности. Для предотвращения деформаций пластмассового корпуса микропереключателя при затяжке винтов следует прокладывать металлическую пластину между корпусом и гайкой (головкой винта).

Пайка проводов осуществляется по тем же рекомендациям, что и электромагнитных реле.

В процессе эксплуатации необходимо периодически проверять крепление микропереключателя, следить за надежностью подсоединения проводов и периодически осуществлять регулировку толкающего устройства. Необходимо также следить за тем, чтобы условия эксплуатации микропереключателей строго выдерживались.

При выходе из строя микропереключатели ремонту не подлежат.

При выборе конкретного типа микропереключателя следует исходить из того, чтобы его параметры удовлетворяли всем предъявляемым требованиям, и в первую очередь это относится к максимальным значениям коммутируемых токов и напряжений.

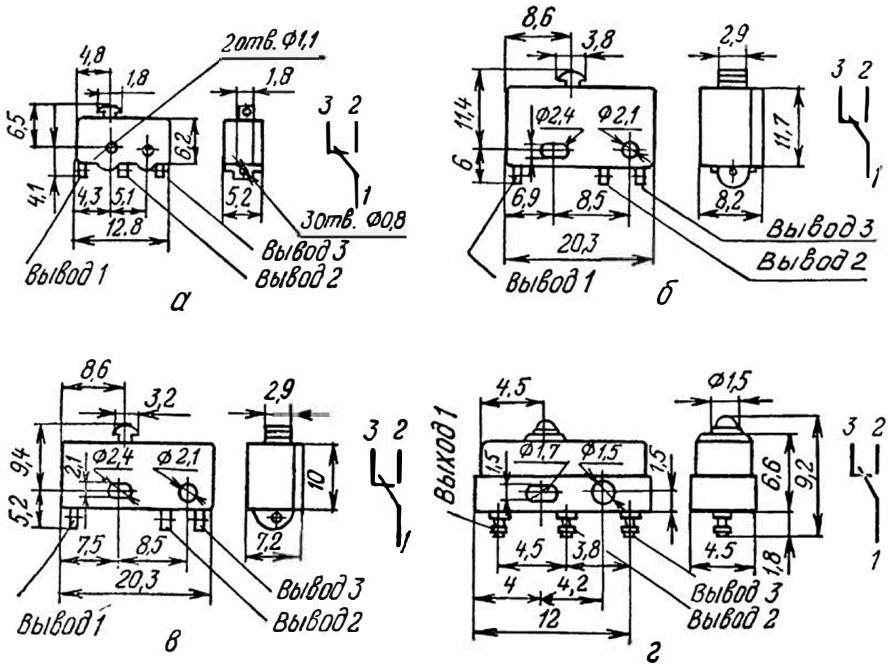


Рис. 9.2. Конструктивные данные и электрические схемы микропереключателей:
а — МП7 *б* МП1 1, МП3-1, МП5, *в* МП9, МП10, МП11 *г* МП12, *д* П1М9

Если коммутацию заданных напряжений и токов могут осуществить несколько типов микропереключателей, то, естественно, выбирается тот, у которого число переключений больше, а нажимное усилие меньше.

Основные механические и коммутационные параметры микропереключателей приведены в табл. 9.1, конструктивные данные показаны на рис. 9.2.

9.2. КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ

9.2.1. Классификация, основные параметры, условные обозначения

Коммутационные устройства ручного управления предназначены для коммутации электрических цепей с помощью ручного привода.

В зависимости от способа управления приводным механизмом коммутационные устройства ручного управления подразделяются на следующие группы: нажимные (кнопочные), перекидные (тумблеры), поворотные (галетные и барабанные) и движковые.

Каждый из способов управления имеет свои преимущества и недостатки. Например, с точки зрения оперативности (быстродействия) и удобства работы оператора предпочтение отдается нажимному способу управления. Однако при этом способе управления усложняются устройства надежной фиксации кнопок в определенных положениях. В настоящее время более или менее четкая фиксация обеспечивается не более чем в двух положениях, что является недостатком нажимного управления. Кроме того, для индикации фиксированного положения кнопок нужны специальные индикаторы и защита от случайного нажатия кнопок.

Таблица 9.1. **Основные механические и коммутационные параметры микропереключателей**

Тип	Мощность, Вт/В·А	Усилие срабатывания, Нс		Диапазон коммутируемых токов, А		Диапазон коммутируемых напряжений, В		Максимальное число переключений
		прямое	обратное	постоянный	переменный	постоянное	переменное	
МП1-1	30/250	1...2,3	0,4	$2\cdot10^{-4}$...1	$2\cdot10^{-4}$...2	0,2...30	0,2...250	$2{,}5\cdot10^{4}$..$5\cdot10^{4}$
МП3-1	70/300	1...2,9		$2\cdot10^{-4}$...4	$2\cdot10^{-4}$...3			$3\cdot10^{4}$...10^{5}
МП5								$1{,}5\cdot10^{4}$...10^{5}
МП7	15/75	1...2,3	0,3	$5\cdot10^{-4}$...0,5	$5\cdot10^{-4}$...0,5	0,5...30	0,5...250	$7{,}5\cdot10^{3}$..10^{4}
МП9	30/250			$2\cdot10^{-4}$...1	$2\cdot10^{-4}$...2			$2{,}5\cdot10^{4}$..$5\cdot10^{4}$
МП10	70/300		0,4	$2\cdot10^{-4}$...4	$2\cdot10^{-4}$...3	0,2...30	0,2...250	$5\cdot10^{4}$..$5\cdot10^{4}$
МП11								$1{,}5\cdot10^{4}$...10^{5}
МП12	18/—	9	0,3	10^{-6}...$5\cdot10^{-1}$	—	0,5...36	—	10^{4}
ПМ3	—		0,5	10^{-5}...3	10^{-5}...2		0,5...250	$1{,}5\cdot10^{4}$...$5\cdot10^{4}$
ПМ2-1В	75/250	1...5	0,4	10^{-6}...4	$2\cdot10^{-4}$...2	10^{-3}...220	0,1...250	10^{4}...10^{5}
П1М9	—	8,5	0,5	$5\cdot10^{-4}$...5	10^{-2}...5	10^{-2}...250	1,6...250	$2{,}5\cdot10^{4}$ .10^{6}
П1М10	180/635	1...4	0,3	10^{-4}...5		0,1...110		$2{,}5\cdot10^{4}$ 10^{5}
ПМ23	—	7	0,4	0,2...1	0,2...1	6...36	6...250	$5\cdot10^{4}$
ПМ21	—/75	2		10^{-6}...0,5	10^{-6}...0,5			$3\cdot10^{4}$
ПМ22	70/300	0,8...2,5	0,3	10^{-6}...4	10^{-6}...6	10^{-4}...36	10^{-4}...250	$2{,}5\cdot10^{4}$..10^{5}
ПМ25		2,5			10^{-6}...4			
ПМ33	200/1000	8,5	0,5	0,1...6	0,1...10	1...36	3...250	$5\cdot10^{4}$...$2\cdot10^{5}$

При перекидном способе управления в тумблерах обеспечивается более надежная фиксация положения приводного механизма, а индикация состояния определяется положением рычага. Недостатками перекидного способа являются значительные усилия на рычаг для перевода тумблера из одного положения в другое, а также малое число положений (полюсов) при переключении (не более трех).

Наибольшая многополюсность (множество положений) реализуется при поворотном способе управления. Благодаря особенностям конструкции в поворотных переключателях обеспечивается малое и стабильное сопротивление контактов.

При движковом способе управления надежная фиксация переключателя обеспечивается в двух положениях. Применяются движковые переключатели в аппаратуре, у которой выступающая часть приводного механизма должна быть малой.

Коммутационные устройства ручного управления могут быть как мгновенного действия, когда скорость их перехода из одного состояния в другое практически не зависит от скорости перемещения привода, так и обычного действия.

К коммутационным устройствам мгновенного действия относятся кнопки и микротумблеры на базе микропереключателей.

В зависимости от степени защищенности от окружающей среды коммутационные устройства ручного управления бывают: пылебрызгозащищенные, герметические, с применением герконов и др.

Коммутационные устройства ручного управления подразделяются также на низкочастотные и высокочастотные.

Основными параметрами коммутационных устройств ручного управления являются:

усилие или момент переключения;
число положений переключения;
способ фиксации;
диапазон коммутируемых напряжений;
диапазон коммутируемых токов;
максимальная коммутируемая мощность;
сопротивление электрических контактов;
максимальное число переключений;
сопротивление изоляции;
электрическая прочность изоляции;
емкость между соседними контактами;
диапазон окружающей температуры;
диапазон атмосферного давления;
вибро- и удароустойчивость;
габаритные размеры, масса и др.

Система условных обозначений коммутационных устройств с ручным управлением включает следующие элементы:

первый элемент — буква: В — выключатель, П — переключатель;

второй элемент — буква или две буквы — указывает тип коммутирующего устройства по способу управления: Кн — кнопка, Т — тумблер, ГГ — поворотный галетный переключатель с гетинаксовыми платами, ГК — поворотный галетный переключатель с керамическими платами, Д — движковый и т. д.;

третий элемент — порядковый номер разработки;

четвертый элемент — номер типономинала конструктивного исполнения.

Для некоторых типов переключателей имеются особенности в обозначении, они указаны при подробном рассмотрении этих типов в последующих параграфах.

9.2.2. Кнопки и кнопочные переключатели

Кнопки и кнопочные переключатели срабатывают под действием усилия (нажатия) непосредственно на кнопку. Кнопки представляют собой коммутирующие элементы, замыкающие (размыкающие) контакты лишь на время нажатия на кнопку. При снятии усилия под действием возвратного механизма кнопка возвращается в исходное состояние. Таким образом, кнопки имеют одно фиксированное положение.

Размеры кнопок делаются соизмеримыми с пальцами (фалангой) руки. По форме кнопки бывают круглые и прямоугольные, с плоской или несколько вогнутой поверхностью. Они используются как одиночно, так и в виде линейки (набора).

Кнопки бывают малогабаритные, коммутационные и командные.

Простейший кнопочный переключатель представляет собой кнопку с двумя фиксированными положениями. Возвращение переключателя в исходное состояние может производиться путем повторного нажатия кнопки или специальным механизмом нажимного действия. Часто в качестве возвратного механизма используется аналогичный кнопочный переключатель. Система из двух таких рядом расположенных и механически связанных кнопочных переключателей работает по принципу взаимовыключения.

Набор кнопочных переключателей в «линейку» позволяет создать переключатели с большим (до десяти) числом положений и различными возможностями группового функционирования. В одних кнопочных «линейках» может быть предусмотрен механизм взаимовыключения включенной кнопки при нажатии на любую другую невключенную кнопку, в других — механизм блокировки, т. е. нажатая кнопка фиксируется во включенном состоянии и для ее отключения требуется повторное нажатие, в третьих — оба механизма одновременно. Имеются кнопочные «линейки», в которых исключается одновременное нажатие любых рядом расположенных кнопок.

Одиночный кнопочный переключатель без фиксации может использоваться в качестве кнопки. Однако если он приспособлен для сборки в «линейку», то его к кнопкам не относят.

Кнопки для кнопочных переключателей изготавливаются обычно из пластмассы. Цвета кнопок могут быть различные.

В обозначении кнопок нет единой системы. Некоторые из них обозначаются как переключатели, другие — как реле, третьи — имеют свою систему обозначения. У кнопочных переключателей система обозначения более совершенная. Первым элементом обозначения является буква П (переключатель), вторым — буквы Кн (кнопка). Третий элемент обозначения — число — порядковый номер разработки.

Малогабаритные кнопки и переключатели КМ

Малогабаритные кнопки и переключатели КМ выполнены на базе микропереключателей. Две малогабаритные кнопки КМ1-I и КМ2-I выполнены на базе микропереключателя МП3-1, а малогабаритный переключатель КМА1-IV — на базе микропереключателя МП10. Кнопка КМ1-I и переключатель КМА1-IV имеют один микропереключатель, кнопка КМ2-I — два. Крепление кнопок и переключателя производится на панели «под гайку».

Конструктивные размеры и электрические схемы кнопок и переключателя приведены на рис. 9.3. Обозначение кнопок:

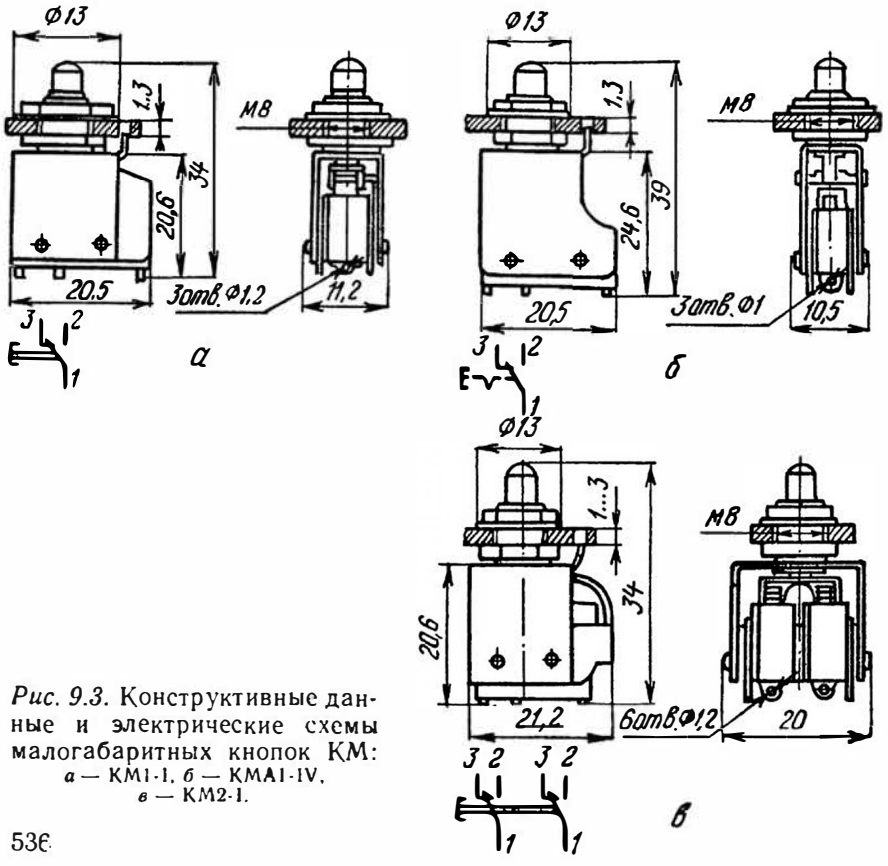


Рис. 9.3. Конструктивные данные и электрические схемы малогабаритных кнопок КМ: *а* — КМ1-1, *б* — КМА1-IV, *в* — КМ2-1.

буквы КМ — для обозначения слов «кнопка малогабаритная», следующий элемент обозначения — буква А — для обозначения переключателей (кнопок с двумя фиксированными положениями), далее, буква Д — для обозначения декоративных кнопок, цифра 1 или 2 — для обозначения числа базовых микропереключателей, римская цифра I — для обозначения конструкции, выполненной с использованием микропереключателя МП3-1, и цифра IV — для обозначения конструкции с использованием микропереключателя МП10.

Декоративные кнопки отличаются лишь формой кнопочного толкателя и гайкой крепления. Основные размеры, в том числе и габаритные, декоративных кнопок не отличаются от недекоративных. Последние на чертежах не показываются. Электрические и коммутационные параметры кнопок имеют следующие значения:

1. Сопротивление изоляции, МОм, не менее:
   при нормальных климатических условиях 1000
   в условиях повышенной влажности . 3
   при максимальной температуре . . . 100
2. Электрическая прочность изоляции при нормальных климатических условиях, В 1100
3. Сопротивление электрических контактов, Ом 0,05
4. Диапазон коммутируемых напряжений, В:
   постоянных . . . . . 0,5...30
   переменных . . . . . 0,5...250
5. Диапазон коммутируемых токов, А:
   постоянных . . . . . 5×10^{-4}...4
   переменных . . . . . 5×10^{-4}...3
6. Максимальное число переключений . 10^4
7. Температура окружающей среды, °С . $-60...+100$
8. Атмосферное давление, кПа . . . . 0,6...104
9. Относительная влажность при $+35$ °С . . . . . до 98 %
10. Масса, г . . . . . 11...17

Коммутационные кнопки

Коммутационные кнопки предназначены для коммутации цепей с относительно большими значениями токов и напряжений, в частности, они широко используются для коммутации сетевого напряжения.

Коммутационные кнопки бывают однополюсного и двухполюсного включения, однополюсного выключения, а также комбинированные: однополюсного включения-выключения и однополюсного выключения-включения.

Коммутационные кнопки имеют значительные размеры (до 40 мм высотой) и массу (до 32 г). Крепятся они на панелях «под гайку». Конструкция четырех типов кнопок показана на рис. 9.4.

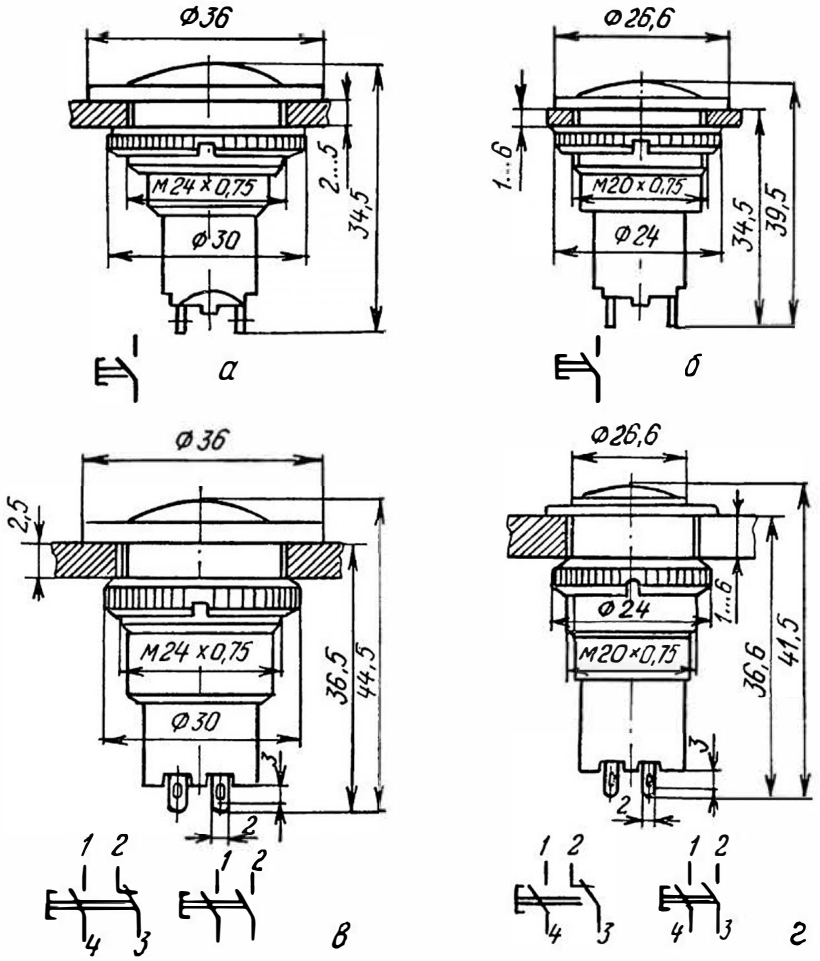


Рис. 9.4. Коммутационные кнопки:
а — НАЗ.604 006 НАЗ 604.009, *б* — НАЗ.604 014 НАЗ 604 017,
в — НАЗ 604 010 НАЗ.604 013, *г* — НАЗ.604.018 НАЗ 604.021

Система обозначения кнопок подобна системе обозначения реле: девять знаков (букв и цифр), распределенных по трем одинаковым группам. Первые две группы знаков одинаковые (НАЗ.604), последняя группа — число, указывает номер исполнения кнопки. Например: НАЗ.604.010.

Электрические и коммутационные параметры у всех типов кнопок и их конкретного исполнения одинаковые:

1. Сопротивление изоляции, МОм, не менее:
при нормальных климатических условиях . 1000
в условиях повышенной влажности . . . 50
при максимальной температуре 100
2. Электрическая прочность изоляции при
нормальных климатических условиях, В . 1500

3. Сопротивление электрических контактов, Ом 0,01
4. Максимальное значение коммутируемых постоянных и переменных напряжений, В . . . . . до 220
постоянных и переменных токов, А . . . до 4
5. Максимальная коммутируемая мощность, Вт 220
6. Максимальное число коммутаций . . 10^4
7. Диапазон окружающей температуры, °С . . . . . $-60...+85$
8. Диапазон атмосферного давления, кПа 12...104
9. Относительная влажность при +35 °С до 98 %

Схемы включения, масса, другие параметры коммутационных кнопок приведены в табл. 9.2.

Таблица 9.2. **Основные характеристики коммутационных кнопок**

Тип кнопки	Номер паспорта	Наличие протектора	Цвет кнопки (протектора)	Масса, г	Номер рисунка
Однополюсного включения	НАЗ.604.006	Да	Черный	30	9.4*а*
	НАЗ.604.007		Красный	32	
	НАЗ.604.014	Нет	Черный	21	9.4.*б*
	НАЗ.604.015		Красный		
Однополюсного выключения	НАЗ.604.008	Да	Черный	32	9.4.*а*
	НАЗ.604.009		Красный	30	
	НАЗ.604.016	Нет	Черный	21	9.4*б*
	НАЗ.604.017		Красный		
Однополюсного выключения-включения	НАЗ.604.010	Да	Черный	30	9.4*в*
	НАЗ.604.011		Красный		
Двухполюсного включения	НАЗ.604.012	Да	Черный	30	9.4*в*
	НАЗ.604.013		Красный		
Однополюсного выключения-включения	НАЗ.604.018	Нет	Черный	23	9.4*г*
	НАЗ.604.019		Красный		
Двухполюсного включения	НАЗ.604.020	Нет	Черный	21	9.4*г*
	НАЗ.604.021		Красный		

Командные кнопки

Командные кнопки предназначены для однополюсного или двухполюсного включения (выключения) электрических цепей с напряжением не более 50 В. Конструктивные данные кнопки КН-1 однополюсного включения приведены на рис. 9.5*а*, а кнопок КН-2 двухполюсного включения и КН-П однополюсного включения-выключения — на рис. 9.5*б*.

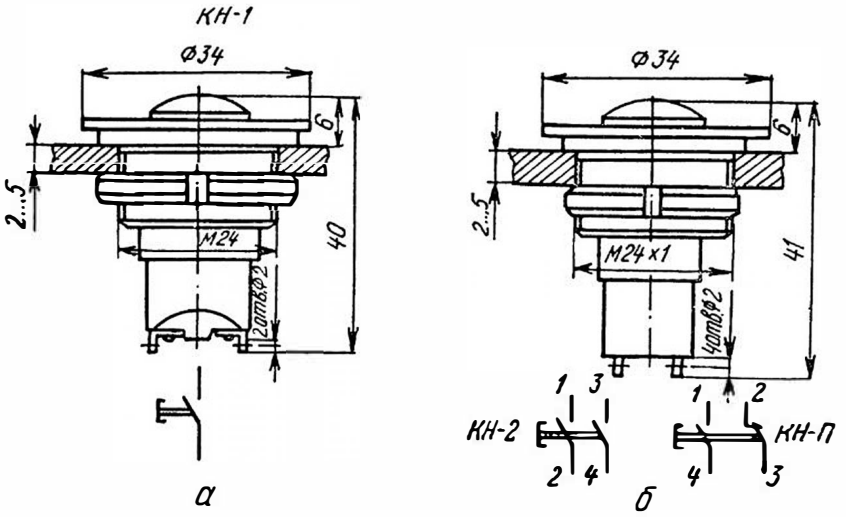


Рис. 9.5. Конструктивные данные и электрические схемы командных кнопок:
а — КН1, *б* — КН-2 и КН-П

Кнопки крепятся на панелях «под гайку».

Электрические и коммутационные параметры кнопок КН-1, КН-2 и КН-П:

1. Сопротивление изоляции, МОм, не менее:	
при нормальных климатических условиях	1000
в условиях повышенной влажности	3
при максимальной температуре	100
2. Электрическая прочность изоляции при нормальных климатических условиях, В	1000
3. Сопротивление электрических контактов, Ом	0,01
4. Диапазон коммутируемого напряжения, В	10...50
5. Диапазон коммутируемых токов, А	0,05...1,5
6. Максимальное число коммутаций	15 000
7. Масса кнопок, г	40...45
8. Температура окружающей среды, °С	—60...+70
9. Атмосферное давление, кПа	0,6...104
10. Относительная влажность при +25 °С	до 98 %

Кнопки типа КП

Кнопки типа КП предназначены для коммутации сетевого напряжения с максимальной мощностью до 660 В·А (3 А при 220 В или 5 А при 127 В). Кнопки используются в основном для создания переключателей, срабатывающих от нажимного механизма (специального ручного механизма с фиксацией, при открывании двери шкафов, блоков, находящихся под током, и т. д.).

Способ крепления кнопок на панелях «под гайку».

Конструктивные данные кнопок однополюсного включения КП-1 и однополюсного выключения КП-2, а также двухполюсного переключения КП-3 представлены на рис. 9.6.

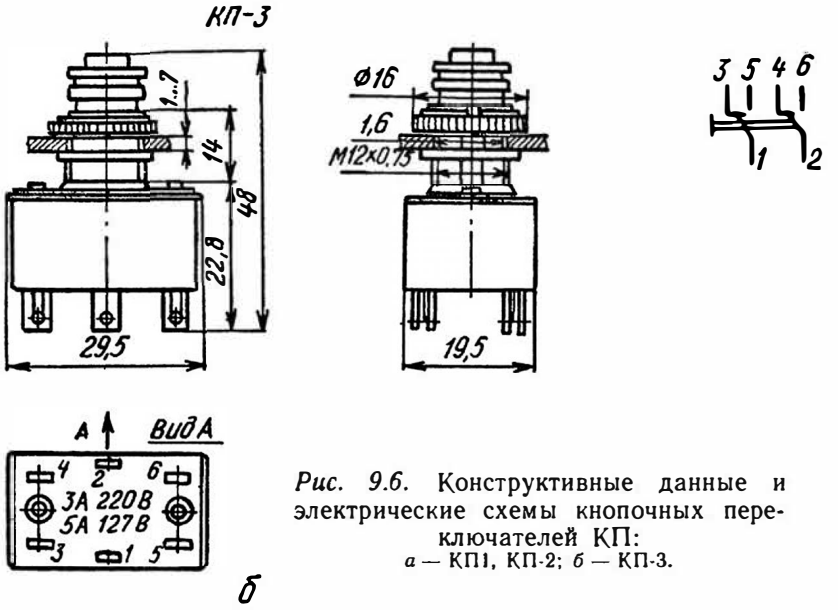


Рис. 9.6. Конструктивные данные и электрические схемы кнопочных переключателей КП:
а — КП1, КП-2; *б* — КП-3.

Электрические и коммутационные параметры кнопочных переключателей КП:

1. Сопротивление изоляции, при нормальных климатических условиях, МОм, не менее	1000
в условиях повышенной влажности	2
при максимальной температуре	100
2. Электрическая прочность изоляции при нормальных климатических условиях, В	1100
3. Сопротивление электрических контактов, Ом	0,02
4. Диапазон коммутируемых токов, А	0,2...3
5. Диапазон коммутируемых напряжений, В	127...220
6. Диапазон коммутируемой мощности, В·А	25...660
7. Максимальное число коммутаций	10^4
8. Масса переключателей, г	23...28
9. Температура окружающей среды, °С	−60...+70
10. Атмосферное давление, кПа	2...104
11. Относительная влажность при +35 °С	до 98 %

Кнопки и кнопочные переключатели с магнитоуправляемыми контактами типа КПМ8

Использование магнитоуправляемых контактов, срабатывающих при перемещении постоянного магнита, позволяет

упростить и тем самым повысить надежность подвижного механизма кнопки или переключателя.

Магнитоуправляемый контакт применяется в кнопке КПМ8 и переключателе КПМ8А. Электрические схемы пяти вариантов исполнения кнопки и переключателя представлены на рис 9.7, конструктивные данные — на рис. 9.8.

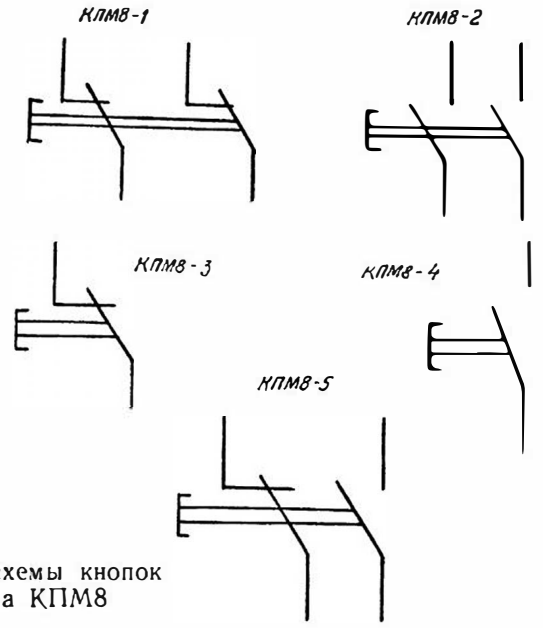


Рис 9.7 Электрические схемы кнопок и переключателей типа КПМ8

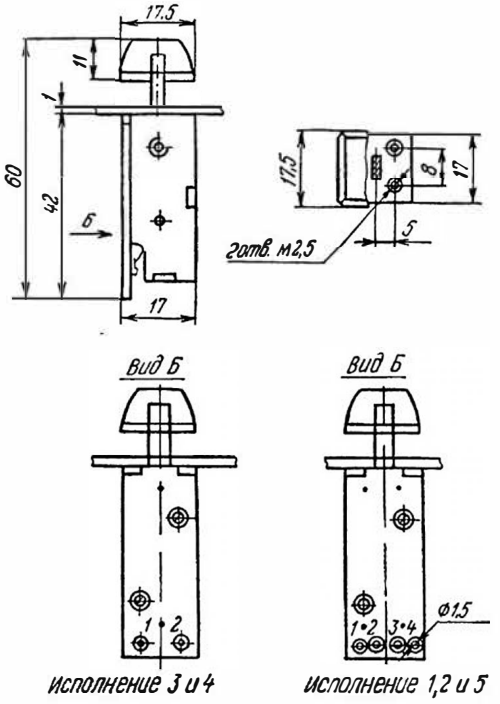


Рис 9.8. Конструктивные данные кнопок и переключателей типа КПМ8

Электрические и коммутационные параметры КП8М и КП8МА:

1 Сопротивление изоляции, МОм, не менее:	
при нормальных климатических условиях	500
в условиях повышенной влажности	1
при максимальной температуре	100
2. Электрическая прочность изоляции при нормальных климатических условиях, В	127
3. Сопротивление электрических контактов, Ом	0,3
4. Диапазон коммутируемых напряжений, В	0,05...30
5. Диапазон коммутируемых токов, А	10^{-5}...0,2
6. Максимальное число коммутаций	2×10^4
7. Масса, г	25
8. Температура окружающей среды, °С	−40 ..+60
9. Атмосферное давление, кПа	90...106
10. Относительная влажность при +25 °С	до 98 %

Кнопочные переключатели типа ПКн2 и ПКн4

Кнопочные переключатели типа ПКн2 и ПКн4 предна значены для коммутации цепей в большом интервале комму тируемых токов и напряжений. Переключатели типа ПКн2 – 1Т имеют один замыкающий контакт (рис. 9.9*а*), ПКн4-Т – два замыкающих контакта (рис. 9.9*б*). Крепление переключателя на панели «под гайку».

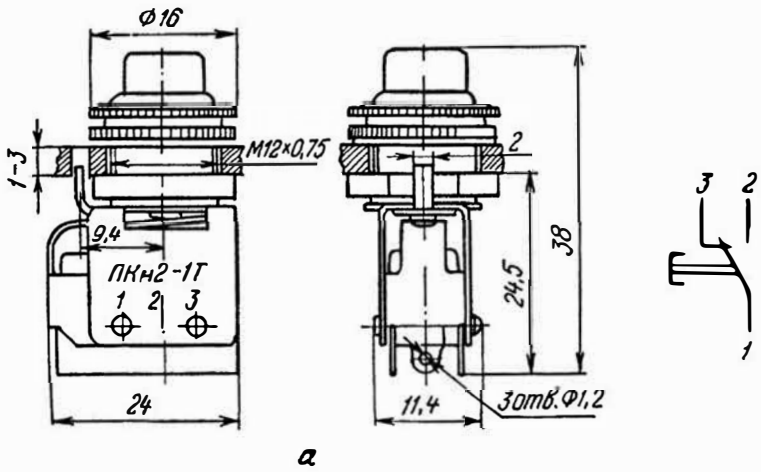
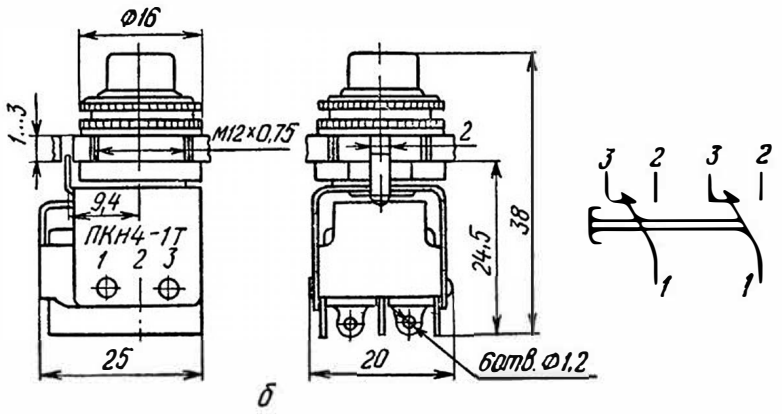


Рис. 9.9. Конструктивные данные и электрические схемы кнопочных переключателей ПКн:

а — ПКн2-2Т, *в* — ПКн4-1Т



Сопротивление изоляции, электрическая прочность ее, электрическое сопротивление контактов переключателей ПКн2 и ПКн4 такие же, как и у переключателей КП. Коммутационные параметры приведены в табл. 9.3.

Таблица 9.3. **Коммутационные параметры переключателей ПКн2 и ПКн4**

Коммутируемое напряжение, В		Коммутируемый ток, А		Максимальная коммутируемая мощность	
постоянное	переменное	постоянный	переменный	постоянного тока, Вт	переменного тока, В·А
10^{-3}...36 36...110 110...220	0,1...250	2×10^{-4}...1 0,5...1 0,1...0,5	2×10^{-4}...2	75	250

Максимальное число коммутаций переключателей ПКн2 и ПКн4 составляет 2,5...10^4, масса — 18...23 г. Переключатели способны надежно работать в диапазоне температур окружающей среды от −60 до +125 °С и атмосферного давления от 0,13 до 106 кПа.

Кнопочные переключатели П2К

Кнопочные переключатели П2К предназначены для коммутации цепей с максимальной мощностью на постоянном токе до 25 Вт и 50 В·А на переменном. Допустимый постоянный ток через контакты при активной нагрузке — 0,1 А при напряжении 250 В и 1 А при напряжении 12 В. Допустимые значения токов при переменном токе 50 Гц составляют 0,2 А при напряжении 250 В и 1,5 А при напряжении 12 В.

Кнопочные переключатели П2К составляются из отдельных ячеек (модулей) с различным числом контактных групп. Имеется пять типов ячеек с числом контактных групп на переключение: 2, 4, 6 и 8, а также нулевая (без контактов), предназначенная для одновременного возврата всех включенных ячеек в исходное положение. Все ячейки имеют одинаковые размеры, за исключением длины (рис. 9.10*а*). Ширина и высота ячеек равняются 10 мм и 8 мм. Ячейки собираются на двух (передней и задней) металлических скрепках (рис. 9.10*б*), длина которых зависит от числа применяемых ячеек.

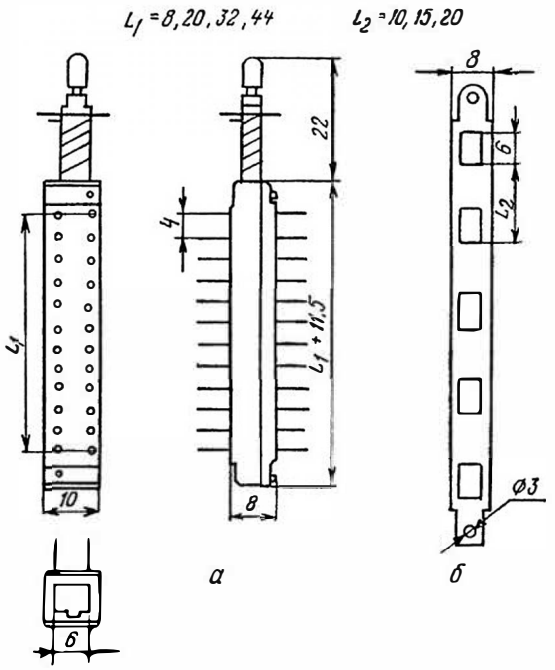


Рис. 9.10. Конструкция ячейки кнопочного переключателя П2К.
а — контактная группа со штоком, *б* — крепежная линейка

Ячейки располагаются в линию вплотную или с определенным шагом: 5, 10, 15 и 20 мм Переключатель П2К может включать как одну отдельную ячейку, так и значительное количество (до 19) с различным шагом. Кнопки ячейки могут иметь, а могут и не иметь фиксации включенного положения. У одних кнопок возврат в исходное положение производится путем повторного нажатия, у других — от нажатия на нулевую (без контактов) или на любую другую кнопку. Если в переключателе П2К необходимо иметь кнопки с разным способом возврата в исходное положение, то планка

возвратного механизма устанавливается такой длины, чтобы она не участвовала в работе кнопок от повторного нажатия. В связи с этим кнопки с повторным нажатием устанавливаются отдельно, и чередование кнопок с разным способом возврата не делают.

Контактная группа одной ячейки включает три контакта (рис. 9.10*а*) на переключение. В одном положении переключателя оказывается замкнутым средний контакт с одним крайним, в другом — со вторым крайним контактом.

Контакты переключателя располагаются с двух сторон корпуса ячейки, что позволяет в случае необходимости к одному контакту подсоединять два провода. Переключатели П2К могут быть установлены на печатной плате. В этом случае длина ячеек может быть разной. Вследствие жесткого крепления ячеек к плате задняя металлическая скрепка может не ставиться.

Пластмассовые наконечники нажимных штоков имеют прямоугольную форму, они свободно надеваются на штоки и удерживаются за счет сил трения. Минимальный размер наконечников $10\times9\times5$ мм, что позволяет устанавливать их на нажимные штоки при расположении ячеек вплотную. При расположении ячеек с определенным шагом могут устанавливаться наконечники больших размеров.

Крепление переключателей П2К на панели и платы производится с помощью болтов, между отверстиями для крепления делается прорез на ширину наконечников и соответствующую длину.

Хранить переключатели П2К необходимо при ненажатых кнопках, в том числе и нулевой, служащей для отжатия всех других кнопок. Этого следует придерживаться и после окончания работы на аппаратуре.

Кнопочные переключатели ПКн41

Кнопочные переключатели ПКн41 предназначены для коммутации переменного напряжения до 250 В. Допустимый ток через контакты — 1 А. Особенностью переключателя является быстрое, не зависимое от перемещения штока переключение контактов, что предохраняет их от подгорания.

Переключатель имеет две контактные группы на замыкание, фиксацию кнопки в двух положениях. Возврат кнопки в исходное положение («выключено») производится путем повторного нажатия на нее с последующим отпусканием. Выводы переключателя (их шесть) расположены с одной стороны, диаметр выводов — около одного миллиметра. Габаритные размеры переключателя показаны на рис. 9.11.

Переключатель ПКн41 может использоваться как самостоятельно, так и в «линейке» переключателей П2К. Учитывая широкое распространение переключателя в бытовой радиоаппаратуре, радиолюбительских конструкциях, он выделен из остальной группы кнопочных переключателей типа ПКн.

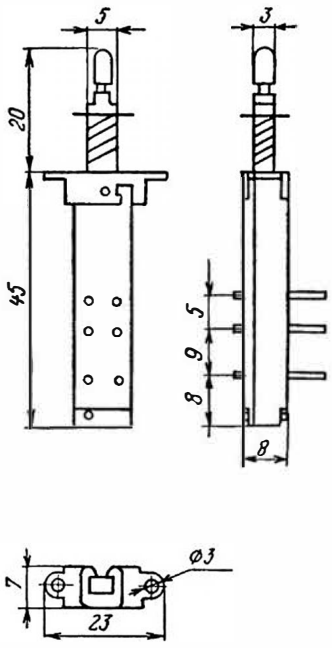


Рис. 9.11. Конструкция ячейки кнопочного переключателя ПКн41

Кнопочные переключатели ПКн и ПК

Кнопочные переключатели ПКн и ПК предназначены для коммутации постоянных и переменных напряжений в значительных диапазонах. Некоторые переключатели этих типов используются как одиночные, другие — как набор в «линейку» (до десяти переключателей). У отдельных переключателей имеется индикация положения кнопок. Кнопки имеют фиксацию включенного положения и два способа их возврата в исходное положение: от повторного нажатия и от нажатия на любую другую кнопку. Имеются линейки, в которых исключается одновременное включение двух рядом расположенных кнопок. Переключатели ПКн и ПК применяются в аппаратуре программного управления, компьютерной технике, а также в бытовой аппаратуре. Основные параметры кнопочных переключателей ПКн и ПК приведены в табл. 9.4. и 9.5.

9.2.3. Перекидные переключатели (тумблеры)

Перекидные переключатели предназначены для коммутации цепей постоянного и переменного тока с коммутируемой мощностью 25...600 В·А. По своей конструкции все перекидные переключатели примерно одинаковы, приводной элемент переключения у них связан с рычагом (ручкой). Рычаг предназначен не только для переключения (перекидывания из одного положения в другое), но и для зрительного контроля за рабочим состоянием переключателя («включе-

но», «выключено»). Для более надежного контроля, особенно в условиях недостаточной видимости, ручки переключателей могут иметь световую индикацию.

Ручки переключателей в большинстве случаев цилиндрические и конусообразные, угол между их положениями — 35°...50°.

Перекидные переключатели могут иметь два или три фиксированных положения. Ряд переключателей имеет самовозврат в исходное или нейтральное положение, рычаги некоторых из них снабжаются протектором.

Перекидные переключатели могут быть двух-, трех- и четырехполюсными. Число схем коммутации определяется как сочетание числа полюсов в данном типе переключателя и числа видов фиксации его ручки.

Таблица 9.4. **Основные схемотехнические и конструктивные параметры кнопочных переключателей ПКн и ПК**

Тип переключателя	Число полюсов	Способ фиксации	Геометрические размеры (с выводами), мм	Масса, г
ПК9, 10, 16, 17	4	БФ	38,2×25×25	20...32
ПК23...ПК30	1; 2	БФ	43×∅19	20
ПКн	1; 2	БФ, БФ	38×(24; 25)××(11,4; 20)	18...23
ПКн8... ПКн18	2; 3; 4; 5; 10	Ф, Б	46×23×103	14...50
ПКн19	2	БФ	50×19×19	26
ПКн21	4	БФ, Б, Ф, В	62×(60...297)×20,5	80...405
ПКн23	4	БФ, Б, Ф, В	62×(60...207)×21	84...405
ПКн27	2	БФ	57×16×16	23
ПКн35	2	Б, БФ, Б, Ф, Н	62×(51...187)×12	75...330
ПКн43	2, 4, 6, 8	БФ, Ф	(53; 65; 77; 89)××12×12	41...59
11ПКнМ49	2	Ф, БФ	73×34×19	40
ПКн105	1; 2	БФ	29,8×14,5×(7,5; 13)	8...11
ПКн107	1; 2	Ф, БФ	39×16,5×13	14
ПКн113, ПКн115	2	БФ	50×15,8×15,8	23; 25

Обозначения: БФ — без фиксации; Ф — с фиксацией включенной кнопки; Б — с блокировкой, исключающей одновременное включение двух рядом расположенных кнопок; В — взаимовыключение, т. е. выключение включенной кнопки путем нажатия на любую другую или две расположенные рядом кнопки; Н — выключение кнопки от повторного нажатия.

Таблица 9.5. **Основные электрические параметры кнопочных переключателей ПК и ПКн**

Тип переключателя	Допускаемый коммутируемый ток, А		Допускаемое коммутируемое напряжение, В		Мощность коммутации Вт/В·А	Сопротивление контактов, Ом	Максимальное число коммутаций
	постоянный	переменный	постоянное	переменное			
ПК9, 10, 16, 17	10^{-6}...1,0	10^{-6}...1,0	10^{-4}...36	10^{-4}...250	65/200	0,05	$5\cdot10^4\cdot10^4$
ПК23...ПК30	10^{-6}...1,0	10^{-6}...1,0	10^{-4}...36	10^{-4}...250	36/36	0,01	$1,5\cdot10^5$...$5\cdot10^3$
ПКн	10^{-5}...4,0	$2\cdot10^{-4}$...2,0	10^{-3}...220	0,1...250	7,5/250	0,02	$3\cdot10^4$
ПКн8...ПКн18	10^{-6}...0,5	10^{-6}...0,5	10^{-3}...60	10^{-3}...60	—	0,05	$2,5\cdot10^4$...$5\cdot10^3$
ПКн19	10^{-6}...1,0	10^{-6}...1,0	10^{-4}...36	10^{-4}...250	—/36	0,05	$5\cdot10^4$...$1,5\cdot10^4$
ПКн21...ПКн27	$5\cdot10^{-6}$...0,25	$5\cdot10^{-6}$...0,25	$5\cdot10^{-2}$...110	$5\cdot10^{-2}$...127	7,5/—	0,2	$5\cdot10^4$
ПКн35	$5\cdot10^{-6}$...0,25	$5\cdot10^{-6}$...0,25	$5\cdot10^{-2}$...250	$5\cdot10^{-2}$...127	7,5/—	0,2	$5\cdot10^4$
ПКн43	10^{-6}...1,0	10^{-6}...1,0	$5\cdot10^{-2}$...127	$5\cdot10^{-2}$...250	3,6...30	0,02	$3\cdot10^4$
11ПКнМ49	$5\cdot10^{-6}$...0,25	$5\cdot10^{-6}$...0,25	10^{-4}...36	$5\cdot10^{-2}$...127	7,5/—	0,15	$5\cdot10^4$
ПКн105, ПКн107	10^{-6}...4,0	10^{-6}...4,0	10^{-4}...36	10^{-4}...250	70/300	0,05	10^5...$2,5\cdot10^4$
ПКн113, 115, 117	10^{-6}...4,0	10^{-6}...4,0	10^{-4}...36	10^{-4}...250	70/300	0,05	10^5...$2,5\cdot10^4$

Переключатели ПТ55 рассчитаны под печатный монтаж, остальные — под навесной.

Переключатели типа МТ изготавливаются на базе микропереключателя МП3-1. Переключатели типа МТД изготавливаются в декоративном исполнении.

Перекидные переключатели имеют широкий диапазон коммутируемых токов (10^{-3}...5 А) и напряжений (0,5...200 В), мощность коммутируемых сигналов может достигать 600 В·А.

Основные электрические, коммутационные и эксплуатационные параметры перекидных переключателей приведены в табл. 9.6 и 9.7. Диапазон атмосферного давления для переключателей типов ТВ и Т составляет 2...104 кПа, для переключателей типа П1Т, П2Т, МТ и ПТ — 0,6...104 кПа. Относительная влажность при +35 °С — до 98 %.

Конструкция переключателей показана на рис. 9.12...9.22.

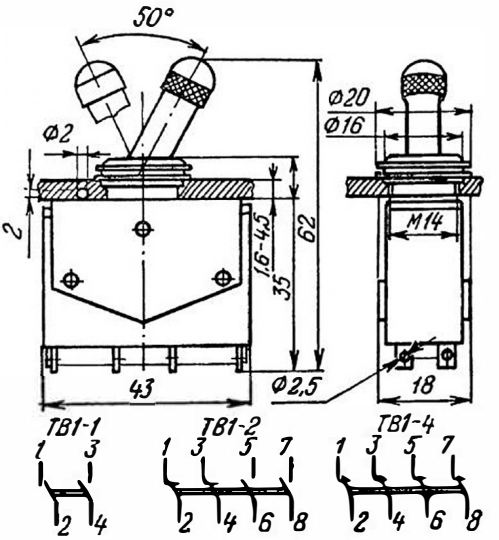


Рис. 9.12. Перекидные переключатели типа ТВ1

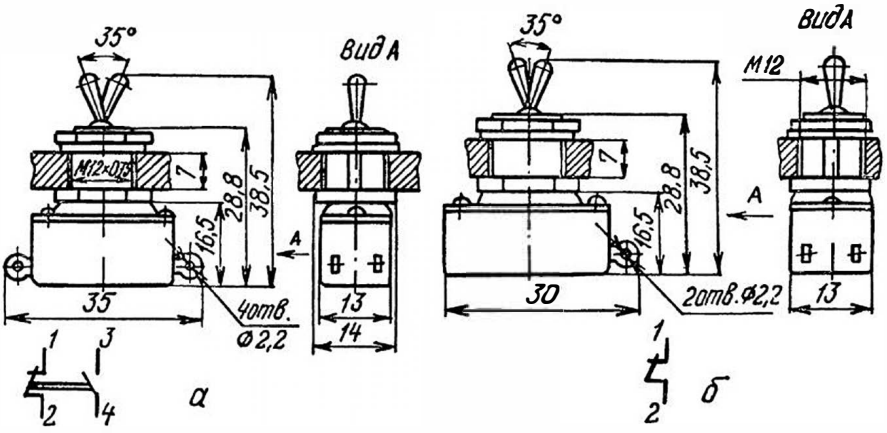


Рис. 9.13. Перекидные переключатели типа ТВ2:

а — ТВ2-1, *б* — ТВ2-1-2

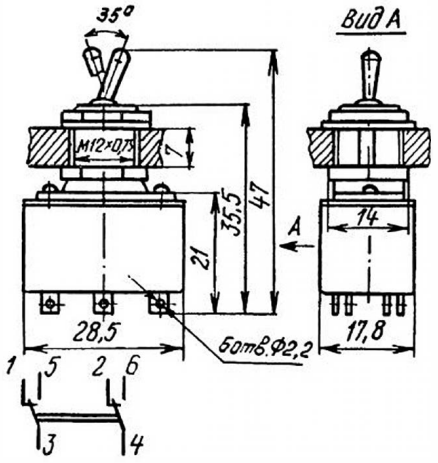


Рис. 9.14. Перекидной переключатель типа ТП1

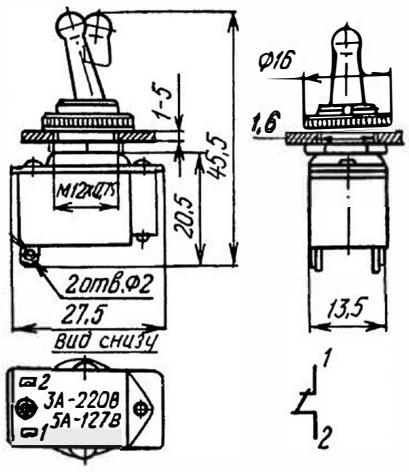


Рис. 9.15. Перекидной переключатель типа Т1

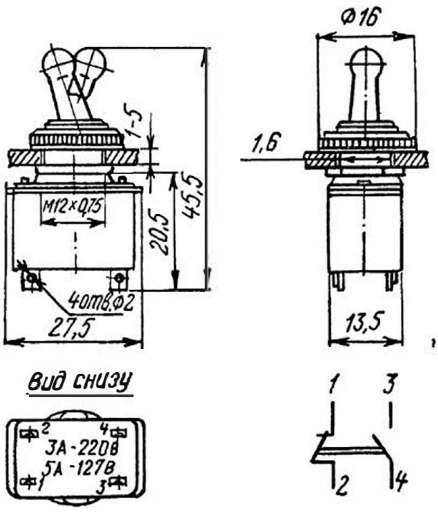


Рис. 9.16. Перекидной переключатель типа Т2

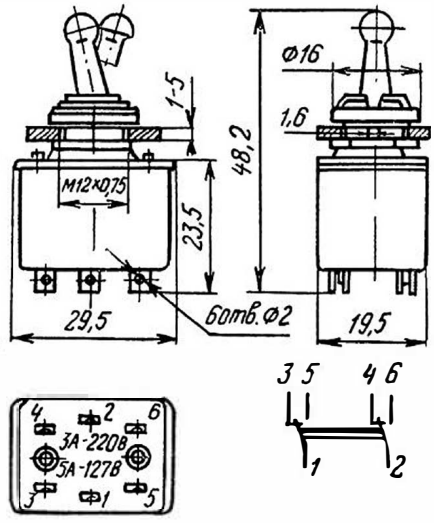


Рис. 9.17. Перекидной переключатель типа Т3

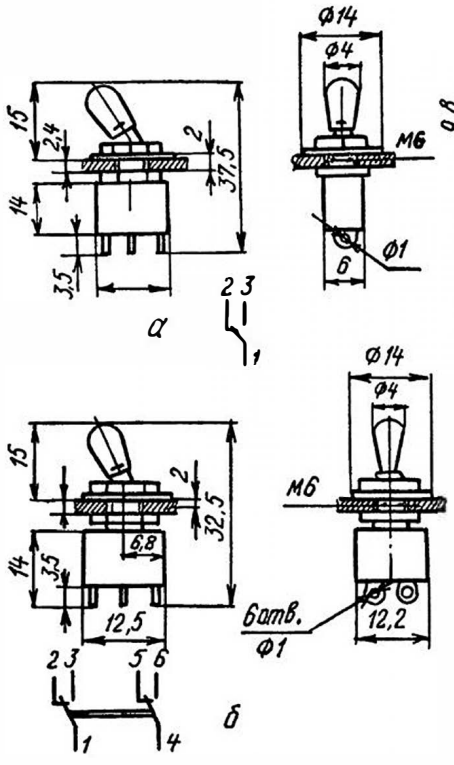


Рис. 9.18. Конструктивные данные и электрические схемы переключателей П1Т и П2Т:
а — П1Т-1-1, *б* — П2Т-1-1.

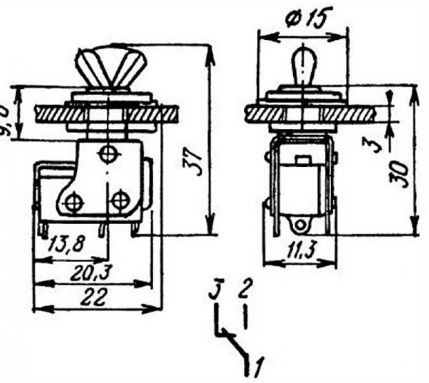


Рис. 9.19. Перекидной микропереключатель типа МТ1

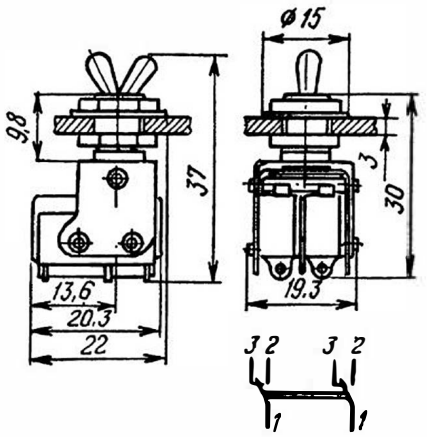


Рис. 9.20. Перекидной микропереключатель типа МТ3

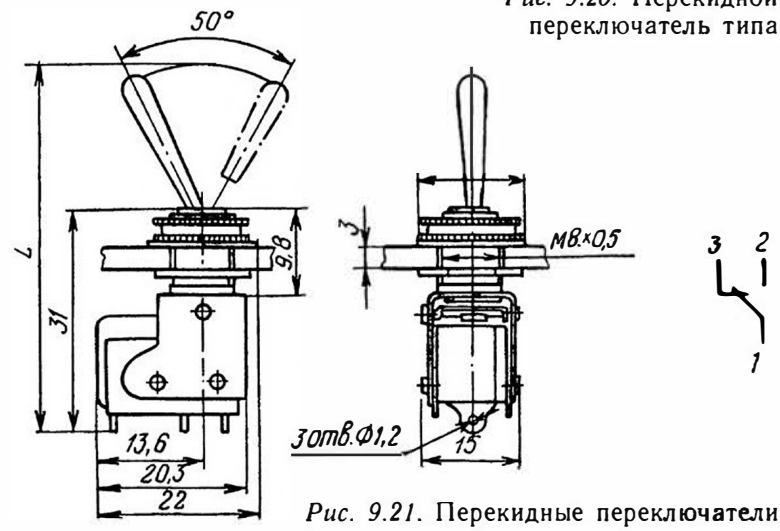


Рис. 9.21. Перекидные переключатели ПТ8-1...ПТ8-6

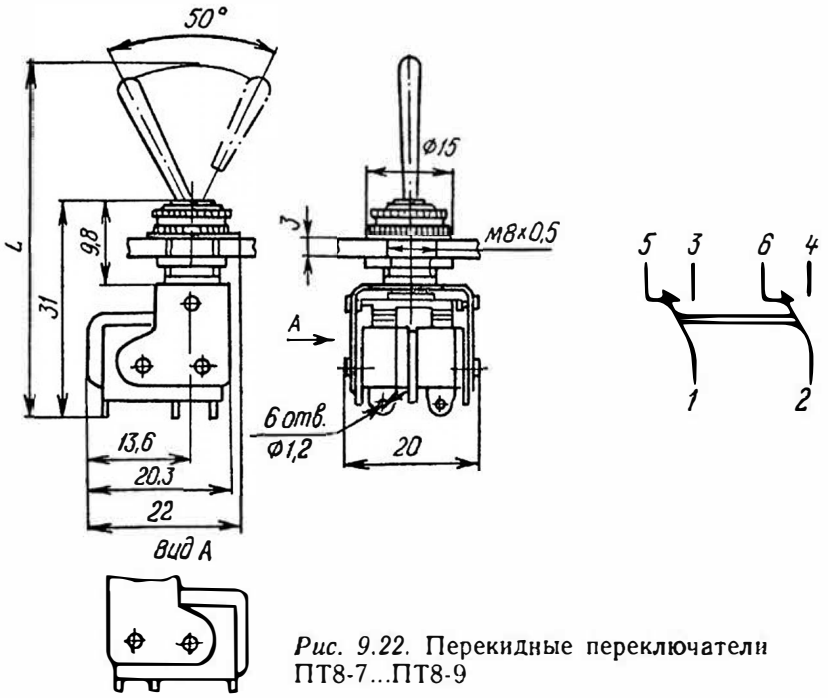


Рис. 9.22. Перекидные переключатели ПТ8-7...ПТ8-9

9.2.4. Поворотные (галетные) переключатели

Особенностью поворотных переключателей является скользящий контакт, который обеспечивает более высокую стабильность переходного сопротивления и надежность коммутации по сравнению с разрывными контактами. Однако у скользящих контактов активней протекают процессы износа, в связи с чем число переключений у поворотных переключателей примерно на порядок меньше, чем у перекидных и кнопочных.

Достоинством поворотных переключателей является их большая коммутационная способность. Она обеспечивается значительным числом положений и направлений переключателя. Число направлений переключателя определяется числом одновременных переключений при повороте на одно положение.

Таблица 9.6. **Коммутационные параметры перекидных переключателей**

Тип переключателя	Коммутируемая мощность Вт/В·А	Диапазон коммутируемых токов, А		Диапазон коммутируемых напряжений, В		Максимальное число коммутаций	Сопротивление электрических контактов, Ом
		постоянный	переменный	постоянное	переменное		
1	2	3	4	5	6	7	8
ТВ-1, ТВ1-2, ТВ1-4	250	10^{-3}...5	10^{-3}...5				0,01
ТВ2-1, ТВ2-1-2	120	10^{-3}...1	10^{-3}...1	1,6...220	1,6...220		
ТП1-2	220	10^{-3}...2	10^{-3}...2				
Т1							0,02
Т2	25...600	0,2...3	0,2...3	127...220	127...220		
Т3						10^4	
П1Т1-1	—	0,5...5	—	3...30	—		0,01
П2Т1-1	—	—	0,5...4	—	3...220		
МТ1	—						
МТ3	—	$5\cdot10^{-4}$...4	$5\cdot10^{-4}$...3	0,5...30	0,5...250		0,05
МТД1	—						
МТД3	—						
ПТ1, ПТ2, ПТ3	450/1900	10^{-2}...16	10^{-2}...16	3...30	3...380	$1{,}5\times10^4$	0,02
ПТ61, ПТ618	150/150	10^{-4}...4	10^{-4}...4	1,6...220	1,6...250		0,01
ПТ8-1...ПТ8-12	75/250	10^{-6}...2	10^{-6}...2	10^{-3}...70	10^{-3}...250	10^4...$2{,}5\times10^4$	0,02
ПТ9, ПТ11, ПТ13	75/250	10^{-6}...3	0,25...1,0	10^{-4}...36	3...250		0,05
ПТ10, ПТ12, ПТ14	65/220	10^{-2}...2	10^{-2}...2	0,1...220	0,1...250	10^4...$1{,}5\times10^4$	0,02

Продолжение табл. 9.6

1	2	3	4	5	6	7	8
ПТ19, ПТ21, ПТ23, ПТ25 ПТ27, ПТ29	65/200	10^{-6}...2	10^{-6}...2	10^{-4}...60	10^{-4}...250	(2...3)$\times 10^4$	0,05
ПТ24	120/120	10^{-3}...1	10^{-3}...1	1,6...250	1,6...250		0,01
ПТ26	125/400	10^{-3}...5	10^{-3}...5	0,1...220	0,1...250	(1...2,5)$\times 10^4$	
ПТ41	70/300	10^{-6}...4	10^{-6}...4	10^{-4}...36		(2,5...5)$\times 10^4$	
ПТ43, ПТ45, ПТ47	160/660		10^{-6}...6	10^{-4}...127	10^{-4}...250	(1...6,5)$\times 10^4$	0,05
ПТ55	—	10^{-6}...5	10^{-6}...5	10^{-4}...250		(2...5)$\times 10^4$	
П1Т3	—	10^{-5}...1	10^{-5}...1	0,1...36	0,1...250	(2...2,5)$\times 10^4$	

Примечание. Переключатели типа Т могут иметь светящуюся ручку. В этом случае в обозначение вводится буква С (Т1-С, Т2-С, Т3-С).

Таблица 9.7. **Основные конструктивные параметры перекидных переключателей**

Тип переключателя	Число полюсов	Вид фиксации ручки	Габаритные размеры, мм	Масса, г
1	2	3	4	5
ТВ1-1	2	П	62×43×20	40
ТВ1-2	4			
ТВ1-4				
ТВ2-1	2		36×38,5×14	22
ТВ2-1-2	1		38,5×30×13	23
Т1			45,5×27,5×13,6	19
Т2	2			21
Т3			48,2×29,5×19,5	26
П1Т1-1	1		32,5×12,5×14	7,5
П2Т1-1	2			9
МТ1	1		37×22×15	13
МТ3	2		37×22×19,3	18
МТД1	1		45×22×15	15
МТД3	2		45×22×19,3	19
ПТ1	1	ПН	70×34×24	55
ПТ2	2	ПСН	70×48×24	70
ПТ3	3	СН	70×42×30	
ПТ6-1	2	СН, ПСН, ПН	40,3×20,3×16,5	16,5
ПТ8-1	1	П	50×22×12	15,5
ПТ8-2			45×22×12	15
ПТ8-3			41×22×12	
ПТ8-4			52×22×12	16
ПТ8-5			47×22×12	15,5
ПТ8-6			43×22×12	15
ПТ8-7			50×22×20	19,5
ПТ8-8	2		45×22×20	19
ПТ8-9			41×22×20	
ПТ9	4	П	47×28,5×15	27
ПТ10	1	ПН	52×23×17	25
ПТ11	4	СН	47×28,5×15	27
ПТ12	2		52×23×20	33
ПТ13	4	ПН	47×28,5×15	27
ПТ14	3		52×23×25	38
ПТ19	1	П, СН, ПН	47×15×14	15
ПТ21				
ПТ23		П, ПН, СН		
ПТ24		П	38,5×35×13	23
ПТ25	2	П, СН, ПН	47×15×15	20
ПТ26	4	П	58×39×18	41
ПТ27	2	П, СН, ПН	47×15×15	20
ПТ29		П, ПН, СН		
ПТ41	1	П	44×14,5×7,5	10
	2		44×14,5×13,5	12
ПТ43	1		48×15×9,5	13

Продолжение табл. 9.7

1	2	3	4	5
ПТ45	2	П, ПН, ПСН	48×15×14	15
ПТ47	3		48×15×20	25
ПТ55	1,2	П, ПН, ПСН, СН, С	32×11×8	10
П1Т3	1	П	42 ∅ 9	7,5

Примечание. Вид фиксации ручки означает: П — двухпозиционный переключатель, ПН — трехпозиционный с нейтралью, ПСН — перекидной с самовозвратом и нейтралью, С — с самовозвратом, СН — с самовозвратом и нейтралью.

По конструкции поворотные переключатели представляют набор плат (галет), насаженных на ось (рис. 9.23). При повороте оси подвижные контакты последовательно замыкаются с очередными неподвижными. Замыкание с очередным контактом может происходить после полного размыкания с предыдущим.

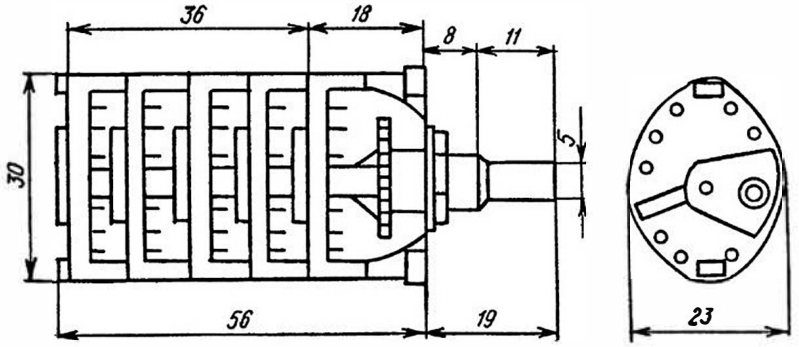


Рис. 9.23. Конструкция поворотного переключателя

Разновидностью поворотного переключателя является щеточный переключатель (рис. 9.24). Его нажимная щетка при переключении на короткое время замыкает два соседних контакта. Если такое явление неприемлемо, например замыкание двух выводов обмотки трансформатора, то коммутируемые цепи подключаются не ко всем контактам, а через один. В некоторых модификациях щеточных переключателей заранее предусмотрена фиксация положений через один контакт. В других случаях замыкание двух соседних контактов является желательным, например, при переключении токов

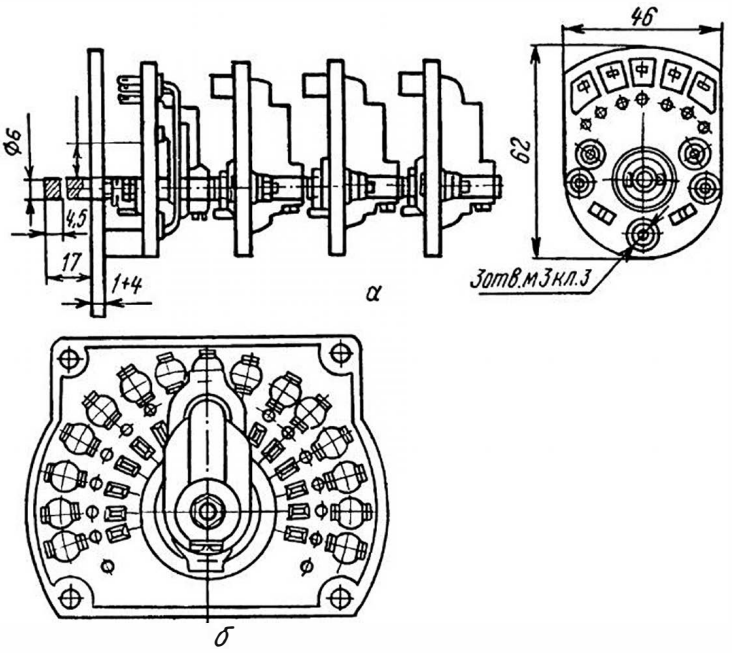


Рис. 9.24. Конструкция щеточного переключателя:
а — на 5 направлений; *б* — на 15 направлений

стрелочных приборов, что позволяет избежать ненужного перемещения стрелки на нулевое деление.

Управление поворотными переключателями может осуществляться как с помощью ручки, так и подвижного лимба. При использовании ручки выбор положения переключателя осуществляется по надписям, соответствующим каждому положению. В программных поворотных переключателях вместо оси с ручкой используется подвижный лимб с нумерацией его положений. Каждому положению лимба соответствует определенная схема коммутации, т. е. каждое число, нанесенное на лимб, имеет свой код, который выбирается оператором путем поворота лимба.

Поворотные переключатели имеют либо керамические, либо гетинаксовые платы. Керамические платы используются для коммутации высокочастотных цепей.

Число положений современных поворотных переключателей доходит до 24, а направлений — до 40.

Недостатком поворотных переключателей перед кнопочными является: а) неизбежность коммутирования промежуточных цепей при переходе из одного положения в другое; б) большое усилие, прикладываемое к механизму переключения.

Коммутационные возможности поворотных переключателей очень широки. Они способны коммутировать очень ма-

лые токи (до 10^{-14} А) и напряжения (до 10^{-9} В). Что касается коммутируемой мощности, то она недостаточно высокая (до 25 В·А). В этом отношении поворотные переключатели уступают другим переключателям.

Ранее принятая система обозначения поворотных переключателей имела следующие элементы: первый элемент — буква П — означает переключатель (для малогабаритных переключателей используется буква М перед буквой П); второй элемент — буква: Г — галетный, Р — щеточный, П — программный; третий элемент — порядковый номер разработки. В соответствии с ныне действующей системой обозначение поворотных переключателей более конкретное. Первые два элемента обозначения остаются прежними, третий элемент — буква: К — с керамическими платами, Г — с гетинаксовыми; четвертый элемент — сочетание четырех цифр и букв: первое сочетание включает цифру, означающую число рабочих положений, и букву П (положение), второе сочетание — цифра — число направлений, и буква Н (направление); пятый элемент — число — указывает расстояние между платами в мм (отсутствие цифры означает наличие одной платы); шестой — буква А — для переключателей, имеющих коническую лыску на оси. Пример обозначения: ПГК-11П3Н-15-А — переключатель галетный с керамическими платами на 11 положений и 3 направления, с расстояниями между платами 15 мм, с конической лыской на оси.

Основные коммутационные параметры поворотных переключателей приведены в табл. 9.8, основные механические и конструктивные параметры — в табл. 9.9...9.12. На рис 9.25...9.28 показана конструкция поворотных переключателей ПГ3, ПГ2, П2Г-3 и ПГК, ПГГ. Для остальных переключателей, конструкция которых примерно аналогичная, приведены лишь габаритные размеры (табл. 9.13).

Переключатель ПГ3 относится к разряду малогабаритных, максимальная длина его при пяти платах составляет $L = 83$ мм. С уменьшением числа плат длина его уменьшается на 8 мм на каждую плату. Длина выступающей части над панелью (без ручки) составляет 25 мм. Конструктивные размеры и масса переключателя приведены в табл. 9.9.

Переключатель ПГ2 имеет меньшую массу и размеры по сравнению с ПГ3 (табл. 9.10). Максимальная длина его при четырех платах составляет $L_2 = 72$ мм, расстояние между платами — 7 мм. В переключателях могут использоваться два типа ручек (типа К и Р).

Таблица 9.8. **Основные коммутационные параметры поворотных (галетных) переключателей**

Тип переключателя	Коммутируемый ток, А		Коммутируемое напряжение, В		Коммутируемая мощность, Вт/В·А	Сопротивление контактов, Ом	Максимальное число переключений
	постоянный	переменный	постоянное	переменное			
ПГ3	10^{-4}...0,5	10^{-4}... 0,5	$5\cdot10^{-2}$... 250	$5\cdot10^{-2}$... 250	25/25	0,02	$1{,}25\times10^4$
ПГ5	10^{-6}...0,5	10^{-6}... 0,5	10^{-4}...36	10^{-4}... 127	15/15	0,025	$7{,}5\times10^3$
ПГ7						0,03	
ПГ11	10^{-14}... 0,5	10^{-4}... 0,5	10^{-9}... 400	10^{-9}... 400	10/10	0,05	3×10^4
ПГ23	10^{-6}...0,5	10^{-6}... 0,5	10^{-6}...36			0,03	
ПГ39			10^{-6}... 127	10^{-6}... 127		0,05	(3... 7,5)$\times10^3$
ПГ43	10^{-6}... 0,25	10^{-6}... 0,25				0,06	3×10^4
ПП6-11	$5\cdot10^{-5}$... 0,05	—	0,1...36	—	—	0,1	$2{,}5\times10^3$
ПП9	10^{-6}...0,1	—	10^{-4}...36	—	—	0,075	$1{,}5\times10^3$
ПП11		10^{-6}... 0,1		10^{-4}... 127	—/15	0,1	2×10^4
ПГК ПГГ	$5\cdot10^{-3}$... 350	10^{-4}... 3	$5\cdot10^{-3}$... 350	10^{-4}...3	70	0,02	5×10^4

Таблица 9.9. **Конструктивные размеры и масса поворотного переключателя ПГ3**

Число плат	Размеры, мм		Масса, г
	L_1	L_2	
1	25	51	36
2	33	59	40
3	41	67	44
4	49	75	48
5	57	83	52

Таблица 9.10. **Конструктивные размеры и масса поворотного переключателя ПГ2**

Число плат	Размеры, мм			Масса, г
	l	L_1	L_2	
1	24,5	45	51	25
2	31,5	52	58	27
3	38,5	59	65	29
4	44,5	66	72	31

Таблица 9.11. **Конструктивные размеры длины секций поворотного переключателя П2Г-3**

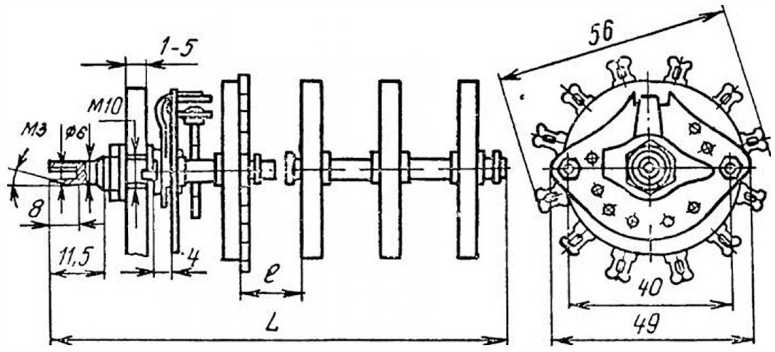
Число секций	Длина L, мм	Масса, г
1	34	35
2	46	43
3	58	52
4	70	62

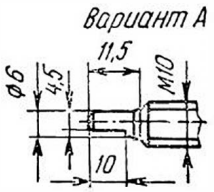
Таблица 9.12. **Конструктивные размеры и масса поворотных переключателей ПГК и ПГГ**

Число плат	Расстояние между платами, мм	Вариант оси	Размер L, мм		Масса, г	
			ПГК	ПГГ	ПГК	ПГГ
1	—	—	53	53	61	48
	—	А	49	49		
2	6,8	—	68	59	90	60
		А	64	55		
	15	—	75	65	92	63
		А	71	61		
3	6,8	—	75	65	115	70
		А	71	61		
	15	—	95	84	118	72
		А	91	80		
4	6	—	89	74	139	81
		А	85	70		
	8	—	95	79	—	—
		А	91	75		
	15	—	85	99	145	84
		А	111	95		

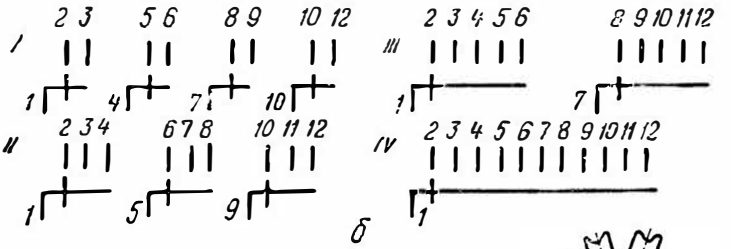
Таблица 9.13 **Основные механические и конструктивные параметры поворотных (галетных) переключателей**

Тип переключателя	Момент переключения, Нм	Число положений	Число направлений	Число типономиналов	Масса, г	Геометрические размеры, мм
ПГ3	0,15.. 0,7	2, 3, 5, 11	1. 20	20	36 .52	(51.. 83) × 31
ПГ5	0,01 ..0,04	5, 8, 10, 16, 20	1 ..5	54	35...50	(48.. 76) × 22
ПГ7	4,9..29					
ПГ11	0,02...0,3	3, 5, 11, 12, 24	1...15	30	100 . 300	(64. .17) × 63
ПГ23	0,05...0,3	10	—	1	50	58 × 59
ПГ39		2. .12	1.. 4	3	21; 24	(41; 46) × ∅ 13,6
ПГ43	0,05.. 0,25		1...16	103	20.. 35	(52...82) × 30
ПП16-11	0,05 ..0,3	10	—	1	65	54 × 52,5
ПП9	0,06. 0,4		—		50	58 × 59
ПП11	0,06...0,35		—			
ПГК	—	2, 3, 5, 11	1...4; 6; 8; 9; 12; 16	80	61...145	(53 . 111) × ∅ 56
ПГГ	—					



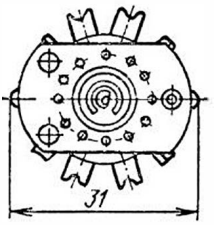


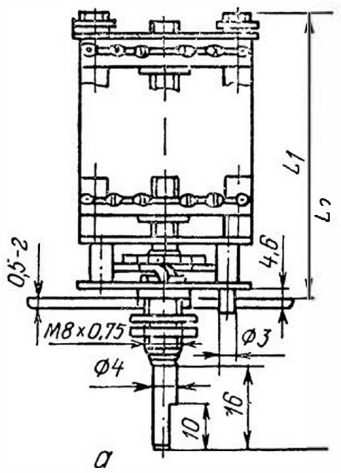
а



б

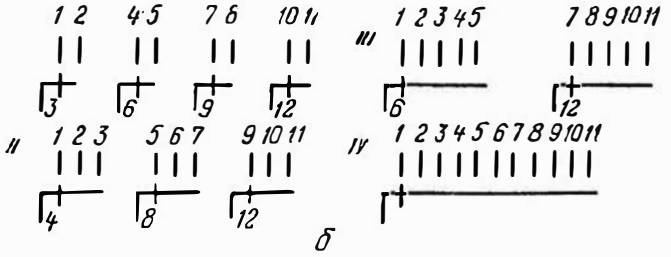
Рис. 9.25. Поворотные переключатели ПГК, ПГГ:
а — конструкция; *б* — электрическая схема



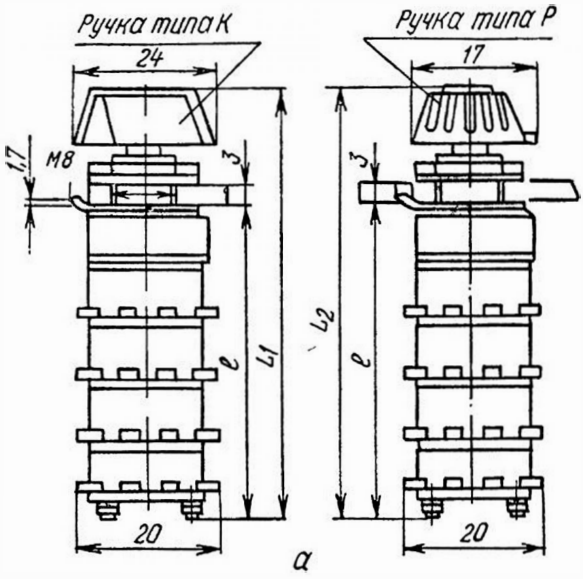


а

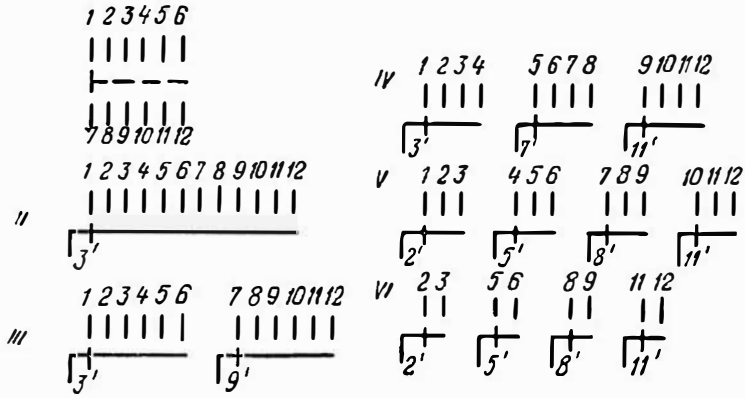
Рис. 9.26. Малогабаритный поворотный переключатель ПГЗ
а — конструкция, *б* — электрическая схема



б

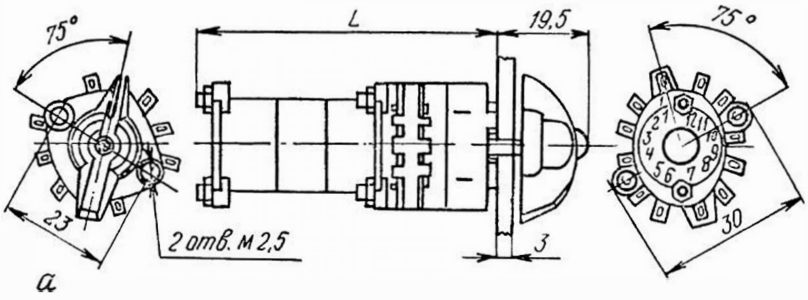


а



б

Рис. 9.27. Поворотный переключатель ПГ2:
а — конструкция; *б* — электрическая схема



б

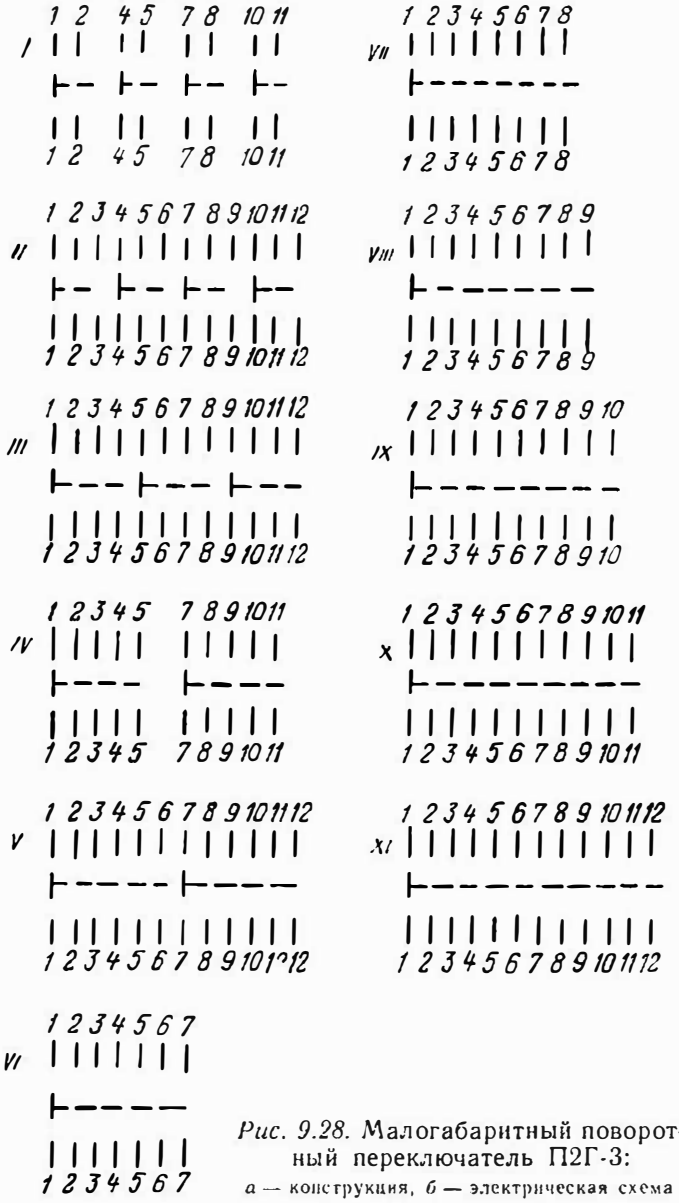


Рис. 9.28. Малогабаритный поворотный переключатель П2Г-3:
а — конструкция, *б* — электрическая схема

Как показано на электрической схеме, переключатели ПГ2 на 6 положений имеют два вида коммутаций контактов.

Высокочастотный переключатель П2Г-3 также относится к разряду малогабаритных. Максимальная длина его при четырех секциях — 70 мм. Конструктивные размеры и масса переключателей при разном числе секций приведены в табл. 9.11 Каждая секция имеет 12 контактных выводов. Характерной особенностью переключателя является то, что его 44 типономинала включают полный набор положений от 2 до 12. Число направлений составляет следующий ряд: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16. Галета переключателя состоит из двух секций, при переключении происходит замыкание одноименных контактов в соответствии с электрической схемой (рис. 9.28).

Переключатели ПГК и ПГГ имеют максимальное число плат — 4, конструктивные размеры и масса — в соответствии с табл. 9.12. При установке переключателей на панель штырь упора в переключателях на 11 положений — отгибается, на 5 положений — устанавливается в четвертое отверстие, на 3 положения — во второе отверстие, на 2 положения — в первое отверстие. В переключателях на 3, 5, 11 положений допускается в результате перестановки упора использовать меньшее число положений. При этом упор вставляется в отверстие основания на единицу меньше числа используемых положений.

Электрические схемы приведены для одной платы (секции).

Условия эксплуатации поворотных переключателей следующие: температура окружающей среды от $-40°$ до $+85$ °С, для высокочастотного переключателя П2Г-3 — от -40 до $+155$ °С; атмосферное давление от 0,66 до 106,6 кПа; относительная влажность до 98 % при $+20$ °С для переключателей ПГК, для остальных — до 98 % при $+35$ °С.

Поворотный микропереключатель МПВ-1-1

Поворотный микропереключатель МПВ-1-1 предназначен для выключения (включения) приводных механизмов при достижении ими упора (снятия с упора).

Параметры микропереключателя:

момент переключения, Нм	0,02...0,13
число положений	2, 3, 4, 8
число направлений	1...5
число типономиналов	4
масса, г	4
геометрические размеры, мм	$15{,}2\times16$
диапазон коммутируемых токов, А:	
постоянного	5×10^{-3}...0,2
переменного	5×10^{-3}...0,3
диапазон коммутируемых напряжений, В:	
постоянного	1,5...30
переменного	1,5...100

сопротивление электрических контактов, Ом	0,015
максимальное число переключений	5×10^4
диапазон окружающей температуры, °С	−60... +100

9.2.5. Движковые переключатели

Движковые переключатели обладают тем достоинством перед поворотными и кнопочными, что имеют единственный маловыступающий над панелью рычаг (движок). Однако их применение ограничено из-за того, что при большом числе контактов на рычаг нужно прикладывать значительные усилия, к тому же они используются в основном для редких коммутаций слаботочных цепей с фиксацией в двух положениях.

Наибольшее применение в радиолюбительской практике находят движковые переключатели, сконструированные на базе микропереключателей МП3-1 и МП7, их обозначение состоит из набора букв и цифр. ПДМ1, ПДМ2 означает: П — переключатель, Д — движковый, М — на базе микропереключателя, цифра 1 или 2 показывает число используемых микропереключателей. Тип используемого микропереключателя указывается дополнительной цифрой.

Все параметры переключателей ПДМ определяются параметрами микропереключателей. В конструкции переключателей ПДМ предусмотрен пластмассовый движок, при перемещении которого вдоль верхней грани происходит нажатие на шток микропереключателя.

Габаритные и установочные размеры движковых переключателей показаны на рис. 9.29 *а, б*.

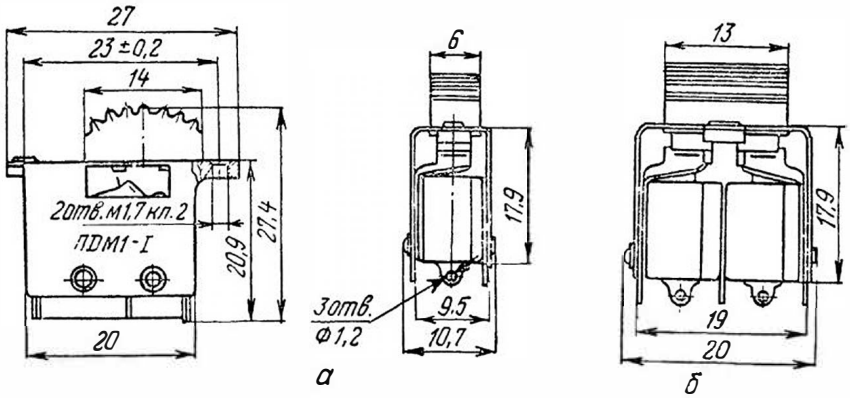


Рис. 9.29. Конструктивные данные движковых переключателей: *а* — ПДМ1-1, *б* — ПДМ2-1

9.2.6. Рекомендации по проверке, монтажу и эксплуатации коммутационных устройств.

Перед установкой в аппаратуру коммутационные устройства (КУ) проверяются на работоспособность. Проверяются надежность фиксации положений, отсутствие заеданий при переводе из одного положения в другое, качество резьбовых соединений, сопротивление контактов и изоляции. Механические свойства проверяются путем многократного (до 10...15 раз) перевода КУ из одного положения в другое, производится внешний осмотр на отсутствие вмятин, трещин, повреждения изоляции. Для кнопочных переключателей в «линейку» тщательно проверяется система самовозврата и возврата кнопок в исходное положение.

Электрические качества проверяются омметром. Замкнутый контакт должен показывать малое, близкое к нулю сопротивление; разомкнутый — «разрыв» цепи. При наличии мегометра проверяется сопротивление изоляции между токоведущими элементами и корпусом. Для подавляющего большинства изделий коммутации это сопротивление должно быть не менее 1000 МОм, а при максимальной температуре — не менее 100 МОм.

При монтаже КУ «под гайку» необходимо обязательно использовать элементы, предотвращающие самопроизвольное отвинчивание. Для переключателей значительной длины (поворотные и др.) нужно предусматривать еще одну точку крепления.

Кнопочные, движковые и другие переключатели устанавливаются в специально выполненные прорези, крепятся болтами.

Если на панели расположено несколько однотипных коммутационных изделий, то они должны различаться по форме, размерам, цвету приводных элементов. Начальное положение таких элементов должно быть одинаково ориентированным. Для лучшей ориентации необходимо широко использовать графические обозначения и надписи, указывающие положение, коммутируемые напряжения, диапазон длины волн и др.

Приводные элементы КУ (кнопки, ручки тумблеров и переключателей) должны быть изолированы от корпуса, особенно это важно для КУ с коммутируемыми напряжениями свыше 36 В.

Монтажные провода должны быть гибкими, многожильными и не иметь натяжения. Рекомендации по пайке проводников те же, что и для электромагнитных реле. Для облегчения разводки проводников многоконтактных изделий на изоляционных трубках (кембриках) необходимо делать надписи номеров контактов. С этой же целью целесообразно использовать проводники разного цвета.

В процессе работы на аппаратуре с КУ необходимо следить за тем, чтобы условия эксплуатации строго выдержи-

вались. Следует иметь в виду, что повышение относительной влажности в значительной степени понижает сопротивление изоляции (до 1 МОм).

При работе с КУ не допускается искусственное торможение привода, так как это может привести к увеличению времени горения «дуги» и преждевременному износу контактов. Проверка КУ под током, особенно с большим числом контактов и малыми расстояниями между ними, производится аккуратно, с соблюдением мер предосторожности от случайных замыканий.

Переключатели П2К и ПКн, собранные в «линейку», в случае выхода из строя одной ячейки могут быть разобраны и отремонтированы. Сами ячейки КУ ремонту не подлежат. Могут быть отремонтированы также и разборные поворотные переключатели путем замены галеты.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ПАССИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПОМЕЩЕННЫХ В СПРАВОЧНИКЕ

Резисторы

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр	Типо-номинал	Стр	Типо-номинал	Стр.
БЛП	36	РП1-54	104	С5-44	57	СП3-44	79
БЛПа	36	РП1-55	104	С5-53В	60	СП3-45б	85
ВСа, ВС	25	РП1-56	105	С5-53Ф	65	СП4-1	86
КВМ	42	РП1-57	105	С5-54В	60	СП4-2Мб	87
КИМ	43	РП1-60	80	С5-55	61	СП4-3	87
КЛМ	43	С1-4	25	С5-58	62	СП5-1В	108
КМТ-1	121	С2-6	18	С5-60	63	СП5-1В1	108
КМТ-4	121	С2-11	19	С5-61	67	СП5-2	111
КМТ-8	121	С2-29В	33	С5-62	67	СП5-2В	111
КМТ-10	121	С2-31	34	СН1-1-1	139	СП5-2ВА	111
КТМ-11	121	С2-34	37	СН1-1-2	139	СП5-2ВБ	111
КМТ-12	121	С2-33Н	20	СН1-2-1	139	СП5-3	111
КМТ-14	121	С2-33И	20	СН1-2-2	139	СП5-3В	111
КМТ-17	121	С2-36	35	СН1-6	139	СП5-3ВА	111
КЭВ	47	С2-50	22	СН1-8	139	СП5-4В	108
МЛТ	17	С3-5	47	СН1-9	139	СП5-4В1	108
ММТ-1	121	С3-9	45	СН1-10	139	СП5-14	108
ММТ-4	121	С3-12	45	СН1-11	139	СП5-15	108
ММТ-6	121	С3-13	41	СН1-12	139	СП5-16ВА	109
ММТ-8	121	С3-14	41,	СН2-2А	139	СП5-16ВБ	109
ММТ-9	121		46	СН2-2Б	139	СП5-16ВВ	109
ММТ-12	121	С4-2	28	СН2-2В	139	СП5-16ВГ	109
ММТ-13	121	С5-5	52	СН2-2Г	139	СП5-22	108
МОУ	39	С5-5В	52	СН2-2Д	139	СП5-24	108
МОУ-Ш	40	С5-14В	53	СП	71,	СП5-35	113
МТ	18	С5-14В11	53		90	СП5-39	115
ОМЛТ	17	С5-16В	54	СП2-2	88	СП5-40А	113
ПКВ	58	С5-16МВ	54	СП2-2А	70	СП5-44	115
ПКВТ	58	С5-17В	53	СП2-3	75	СТ1-17	122
ПТМН	57	С5-25В	52	СП3-3	92	СТ1-18	122
ПЭВ	48	С5-25В1	52	СП3-9	74,	СТ1-19	122
Р1-4	23	С5-25Ф	65		97	СТ3-17	122
Р1-7	24	С5-35В	50	СП3-16	75	СТ3-18	122
Р2-67	68	С5-36В	50	СП3-19	79	СТ3-19	122
РП1-46	86	С5-37	51	СП3-23	99	СТ3-22	122
РП1-48	83	С5-37В	51	СП3-24	76	СТ3-23	122
РП1-50		С5-41	66	СП3-39	83	СФ2-1	132
РП1-53	82	С5-42	55	СП3-41	96	СФ2-2	132

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр	Типо-номинал	стр.
СФ2-5	132	СФ3-4Б	134	ФСД-1	136	ФСК-2а	135
СФ2-6	132	СФ3-7А	134	ФСД-1а	136	ФСК-5	135
СФ2-12	132	СФ3-7Б	134	ФСД-Г1	136	ФСК-6	135
СФ2-16	132	СФ3-9А	134	ФСД-Г2	136	ФСК-7а	135
СФ2-19	135	СФ3-9Б	134	ФСК-1	135	ФСК-7б	135
СФ3-1	134	СФ3-11	134	ФСК-1а	135	ФСК-Г1	135
СФ3-2А	134	СФ3-12	134	ФСК-1б	135	ФСК-Г2	135
СФ3-2Б	134	СФ3-16	134	ФСК-2	135	ФСК-Г7	135
СФ3-4А	134	ТВО	28				

Конденсаторы

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.
БГТ	210	КПВМ	288	КТ2	288	К10-60	162
БМ-2	210	КПК-2	283	КТ4-21	283	К15У-1	193
БМТ-2	210	КПК-3	283	КТ4-23	283	К15У-2	193
Б7-1	208	КПК-МН	283	КТ4-25	283	К15У-3	193
Б7-2	208	КПК-МП	283	КТ4-27	283	К15-4	193
Б14	208	КПК-МТ	283	КТ4-28	283	К15-5	193
Б23	208	КП1-3	293	КТ4-29	283	К15-9	193
Б4-1	245	КП1-3М	293	К10П-4	200	К15-10	193
Б23А	208	КП1-4	293	К10У-1	200	К15-11	193
В	291	КП1-6	293	К10У-5	173	К15-12	193
ВВ	291	КП1-7	293	К10-7В	173	К15-13	193
ВК2	297	КП1-8	293	К10-17	162	К15-14	193
ВК4	297	КП1-9	293	К10-18	173	К21-5	178
ВМ	291	КП1-10	293	К10-19	173	К21-8	178
ЗБ	247	КП1-11	293	К10-23	162	К21-9	178
КБГ-МН	210	КП1-12	293	К10-25	173	К22У-1	178
КБГ-МП	210	КП1-12-01	293	К10-27	162	К22-4	178
КБГ-И	210	КП1-13	293	К10-28	162	К22-5	178
КБГ-П	232	КП1-16	293	К10-29	173	К31П-4а	187
КБП	247	КСГ-2	187	К10-36	162	К31П-4б	187
КБПС-Ф	247	КСО-1	187	К10-38	173	К31П-5-2	187
КВ	291	КСО-2	187	К10-42	162	К31П-5-4	187
КДО	200	КСО-5	187	К10-43	162	К31П-5-5	187
КЗ	247	КСО-11	187	К10-44	200	К31У-ЗБ	187
КМБП	221	КСО-13	187	К10-45	173	К31-10	187
КН1-5	297	КСОТ-1	187	К10-47	162	К31-11	187
КН1-6	297	КСОТ-2	187	К10-49	162	К40П-2	210
КН2-2	299	КСОТ-5	187	К10-50	162	К40У-5	210
КО	200	КТП	200	К10-51	200	К40У-9	210
КПВ	288	КТПМ-1	200	К10-52	162	К40-11	210

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр
К41-1	232	К52-9	272	К72-8	245	К75-41	253
К41И-7	241	К52-10	272	К72-9	226	К75-42	253
К42И-1	241	К53-1	273	К72-11	226	К75-43	253
К42П-5	221	К53-1А	273	К72-11А	226	К75-44	245
К42У-2	221	К53-4	275	К73П-2	223	К75-45	239
К42Ч-6	221	К53-4А	275	К73П-3	223	К75-46	245
К42-4	221	К53-6А	273	К73-5	223	К75-47	239
К42-13	241	К53-7	277	К73-9	223	К75-48	245
К42-18	221	К53-10	273	К73-11	223	К75-50	239
К42-19	221	К53-14	274	К73-12	239	К75-51	239
К50И-1	280	К53-14А	274	К73-13	239	К76П-1	225
К50И-8	280	К53-15	273	К73-14	239	К76-3	225
К50-3А	254	К53-15А	273	К73-15	223	К76-4	225
К50-3Б	254	К53-16	273	К73-16	223	К76-5	225
К50-3И	280	К53-16А	273	К73-17	223	К77-1	225
К50-3Ф	280	К53-17	282	К73-18	252	К77-2	225
К50-6	254	К53-18	273	К73-20	223	К77-3	225
К50-6*	275	К53-19	275	К73-21	252	К77-4	225
К50-7	254	К53-21	275	К73-22	223	К77-6	225
К50-9	254	К53-22	273	К73-24	223	К78-2	226
К50-12	254	К53-25	277	К73-26	223	К78-3	226
К50-13	280	К53-26	275	К74-6	239	К78-4	225
К50-15	254	К53-27	280	К74-7	239	К78-5	239
К50-15*	275	К53-28	277	К75П-4	253	МБГВ	241
К50-16	254	К53-30	273	К75-10	224	МБГН	221
К50-17	280	К61-1	291	К75-11	245	МБГО	221
К50-18	254	К61-3	291	К75-12	224	МБГП	221
К50-19	282	К61-4	291	К75-14	245	МБГТ	221
К50-20	254	К61-5	291	К75-15	239	МБГЦ-1	221
К50-21	280	К61-9	291	К75-17	245	МБГЦ-2	221
К50-22	254	К61-16	291	К75-18	245	МБМ	221
К50-23	280	К61-18	291	К75-19	245	МБП	247
К50-24	254	К70-4	226	К75-20	245	МПГ-П	226
К50-26	254	К70-6	226	К75-22А	239	МПГ-Ц	226
К50-27	254	К70-7	226	К75-22Б	239	МПГО	226
К50-28	254	К70-8	226	К75-24	224	МПО	226
К50-29	254	К71-4	226	К75-25	245	ОБПТ	247
К50-31	254	К71-5	226	К75-27	245	ОКБГ-И	210
К50-32	254	К71-6	226	К75-28	245	ОКБГ-М	210
К50-33	277	К71-7	226	К75-29А	237	ОКБГ-МП	210
К52-1	272	К71-8	226	К75-29Б	239	ОКБГ-МН	210
К52-1Б	272	К72-1	245	К75-30	245	ОКБП	247
К52-2	272	К72П-3	252	К75-37	253	ОКП	247
К52-5	272	К72П-5	226	К75-38	224	ОППТ	252
К52-7А	272	К72П-6	226	К75-39	245	ПКГИ	245
К52-8	277	К72-4	245	К75-40	245	ПКГТ-И	239

* Неполярные.

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.
ПКГТ-П	239	ПОВ	233	СГМ-4	187	ФТ-2	226
ПМ-1	226	СГМ-1	187	СГО	187	ФТ-3	226
ПМ-2	226	СГМ-2	187	ФГТИ	233	Ф4	226
ПО	226	СГМ-3	187	ФТ-1	226		

УНИФИЦИРОВАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ПИТАНИЯ

Трансформаторы анодные ТА на броневых сердечниках ШЛ (электрические параметры)

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.
ТА1	319	ТА41	320	ТА75	320	ТА109	321
ТА2	319	ТА42	320	ТА76	320	ТА110	321
ТА5	319	ТА43	320	ТА77	320	ТА111	321
ТА7	319	ТА44	320	ТА78	320	ТА112	321
ТА11	319	ТА45	320	ТА79	320	ТА113	321
ТА12	319	ТА46	320	ТА80	320	ТА114	321
ТА13	319	ТА47	320	ТА81	320	ТА115	321
ТА14	319	ТА48	320	ТА82	320	ТА116	321
ТА15	319	ТА49	320	ТА83	320	ТА117	321
ТА16	319	ТА50	320	ТА84	321	ТА118	321
ТА17	319	ТА51	320	ТА85	321	ТА119	321
ТА18	319	ТА52	320	ТА86	321	ТА120	321
ТА19	319	ТА53	320	ТА87	321	ТА121	321
ТА20	319	ТА54	320	ТА88	321	ТА122	321
ТА21	319	ТА55	320	ТА89	321	ТА123	321
ТА22	319	ТА56	320	ТА90	321	ТА124	321
ТА23	319	ТА57	320	ТА91	321	ТА125	321
ТА24	319	ТА58	320	ТА92	321	ТА126	321
ТА25	319	ТА59	320	ТА93	321	ТА127	321
ТА26	319	ТА60	320	ТА94	321	ТА128	321
ТА27	319	ТА61	320	ТА95	321	ТА129	321
ТА28	319	ТА62	320	ТА96	321	ТА130	321
ТА29	319	ТА63	320	ТА97	321	ТА131	321
ТА30	319	ТА64	320	ТА98	321	ТА132	321
ТА31	319	ТА65	320	ТА99	321	ТА133	321
ТА32	319	ТА66	320	ТА100	321	ТА134	321
ТА33	319	ТА67	320	ТА101	321	ТА135	321
ТА34	320	ТА68	320	ТА102	321	ТА136	322
ТА35	320	ТА69	320	ТА103	321	ТА137	322
ТА36	320	ТА70	320	ТА104	321	ТА138	322
ТА37	320	ТА71	320	ТА105	321	ТА139	322
ТА38	320	ТА72	320	ТА106	321	ТА140	322
ТА39	320	ТА73	320	ТА107	321	ТА141	322
ТА40	320	ТА74	320	ТА108	321	ТА142	322

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.
TA143	322	TA152	322	TA161	322	TA170	322
TA144	322	TA153	322	TA162	322	TA171	322
TA145	322	TA154	322	TA163	322	TA172	322
TA146	322	TA155	322	TA164	322	TA173	322
TA147	322	TA156	322	TA165	322	TA174	322
TA148	322	TA157	322	TA166	322	TA175	322
TA149	322	TA158	322	TA167	322	TA176	322
TA150	322	TA159	322	TA168	322	TA176	322
TA151	322	TA160	322	TA169	322	TA177	322

Трансформаторы анодные ТА на стержневых сердечниках ПЛ (электрические параметры)

TA178	323	TA200	324	TA248	325	TA269	325
TA179	323	TA201	324	TA249	325	TA270	325
TA180	323	TA202	324	TA250	325	TA271	325
TA181	323	TA203	324	TA251	325	TA272	325
TA182	323	TA204	324	TA252	325	TA273	326
TA183	323	TA205	324	TA253	325	TA274	326
TA184	323	TA206	324	TA254	325	TA275	326
TA185	323	TA207	324	TA255	325	TA276	326
TA186	323	TA208	324	TA256	325	TA277	326
TA187	323	TA209	324	TA257	325	TA278	326
TA188	323	TA236	324	TA258	325	TA279	326
TA189	323	TA237	324	TA259	325	TA280	326
TA190	323	TA238	324	TA260	325	TA281	326
TA191	323	TA239	324	TA261	325	TA282	326
TA192	323	TA240	324	TA262	325	TA283	326
TA193	323	TA241	324	TA263	325	TA284	326
TA194	323	TA242	324	TA264	325	TA285	326
TA195	323	TA243	324	TA265	325	TA286	326
TA196	324	TA244	324	TA266	325	TA287	326
TA197	324	TA245	324	TA267	325	TA288	326
TA198	324	TA246	324	TA268	325	TA289	326
TA199	324	TA247	325				

Трансформаторы анодные ТА на броневых сердечниках ШЛМ (электрические параметры)

TA1	327	TA17	327	TA26	327	TA37	328
TA5	327	TA18	327	TA27	327	TA38	328
TA7	327	TA20	327	TA28	328	TA39	328
TA11	327	TA21	327	TA31	328	TA40	328
TA13	327	TA22	327	TA33	328	TA41	328
TA14	327	TA23	327	TA34	328	TA42	328
TA15	327	TA24	327	TA35	328	TA43	328
TA16	327	TA25	327	TA36	328	TA44	328

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр
TA45	328	TA105	329	TA130	330	TA154	331
TA46	328	TA106	329	TA131	330	TA155	331
TA47	328	TA107	329	TA132	330	TA156	331
TA48	328	TA108	329	TA133	330	TA157	331
TA49	328	TA109	329	TA134	330	TA158	331
TA50	328	TA110	329	TA135	330	TA159	331
TA51	328	TA111	329	TA136	330	TA160	331
TA52	328	TA112	329	TA137	330	TA161	331
TA53	328	TA113	329	TA138	330	TA162	331
TA54	328	TA114	329	TA139	330	TA163	331
TA88	328	TA115	329	TA140	330	TA164	331
TA89	329	TA116	329	TA141	330	TA165	331
TA90	329	TA117	330	TA142	330	TA166	331
TA92	329	TA118	330	TA143	330	TA167	331
TA93	329	TA119	330	TA144	330	TA168	331
TA94	329	TA120	330	TA145	330	TA169	331
TA95	329	TA121	330	TA146	330	TA170	331
TA97	329	TA122	330	TA147	330	TA171	331
TA98	329	TA123	330	TA148	331	TA172	331
TA99	329	TA124	330	TA149	331	TA173	331
TA100	329	TA125	330	TA150	331	TA174	332
TA101	329	TA126	330	TA151	331	TA175	332
TA102	329	TA127	330	TA152	331	TA176	332
TA103	329	TA128	330	TA153	331	TA177	332
TA104	329	TA129	330				

Трансформаторы анодные ТА на стержневых сердечниках ПЛМ (электрические параметры)

TA178	332	TA200	333	TA244	333	TA262	334
TA179	332	TA201	333	TA245	334	TA263	334
TA181	332	TA202	333	TA246	334	TA264	334
TA183	332	TA203	333	TA247	334	TA265	334
TA184	332	TA204	333	TA248	334	TA266	334
TA185	332	TA205	333	TA249	334	TA267	334
TA187	332	TA206	333	TA250	334	TA268	334
TA189	332	TA207	333	TA251	334	TA269	344
TA190	332	TA208	333	TA252	334	TA270	344
TA191	332	TA209	333	TA253	334	TA271	334
TA192	333	TA236	333	TA254	334	TA272	335
TA193	333	TA237	333	TA255	334	TA273	335
TA194	333	TA238	333	TA256	334	TA274	335
TA195	333	TA239	333	TA257	334	TA275	335
TA196	333	TA240	333	TA258	334	TA276	335
TA197	333	TA241	333	TA259	334	TA277	335
TA198	333	TA242	333	TA260	334	TA278	335
TA199	333	TA243	333	TA261	334	TA279	335

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.
ТА280	335	ТА283	335	ТА286	335	ТА288	335
ТА281	335	ТА284	335	ТА287	335	ТА289	335
ТА282	335	ТА285	335				

Трансформаторы накальные ТН на броневых сердечниках ШЛ (электрические параметры)

ТН1	336	ТН16	337	ТН30	337	ТН48	337
ТН2	336	ТН17	337	ТН31	337	ТН49	337
ТН3	336	ТН18	337	ТН32	337	ТН50	338
ТН4	336	ТН19	337	ТН33	337	ТН51	338
ТН5	336	ТН20	337	ТН34	337	ТН52	338
ТН6	336	ТН21	337	ТН35	337	ТН53	338
ТН7	336	ТН22	337	ТН36	337	ТН54	338
ТН8	336	ТН23	337	ТН41	337	ТН55	338
ТН9	336	ТН24	337	ТН42	337	ТН56	338
ТН10	336	ТН25	337	ТН43	337	ТН57	338
ТН11	336	ТН26	337	ТН44	337	ТН58	338
ТН12	336	ТН27	337	ТН45	337	ТН59	338
ТН13	336	ТН28	337	ТН46	337	ТН60	338
ТН14	336	ТН29	337	ТН47	337	ТН61	338
ТН15	336						

Трансформаторы накальные ТН на броневых сердечниках ШЛМ (электрические параметры)

ТН2	338	ТН17	338	ТН32	339	ТН47	339
ТН3	338	ТН18	338	ТН33	339	ТН48	339
ТН4	338	ТН19	338	ТН34	339	ТН49	339
ТН5	338	ТН23	338	ТН35	339	ТН50	339
ТН8	338	ТН24	338	ТН36	339	ТН51	339
ТН9	338	ТН25	339	ТН41	339	ТН52	339
ТН10	338	ТН26	339	ТН42	339	ТН53	339
ТН11	338	ТН27	339	ТН43	339	ТН54	339
ТН13	338	ТН28	339	ТН44	339	ТН55	339
ТН14	338	ТН30	339	ТН45	339	ТН56	339
ТН15	338	ТН31	339	ТН46	339	ТН57	339
ТН16	338						

Трансформаторы анодно-накальные ТАН на броневых сердечниках ШЛ (электрические параметры)

ТАН1	348	ТАН8	348	ТАН15	348	ТАН22	349
ТАН2	348	ТАН9	348	ТАН16	348	ТАН23	349
ТАН3	348	ТАН10	348	ТАН17	348	ТАН24	349
ТАН4	348	ТАН11	348	ТАН18	348	ТАН25	349
ТАН5	348	ТАН12	348	ТАН19	348	ТАН26	349
ТАН6	348	ТАН13	348	ТАН20	349	ТАН27	349
ТАН7	348	ТАН14	348	ТАН21	349	ТАН28	349

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.
ТАН29	349	ТАН39	349	ТАН49	350	ТАН59	350
ТАН30	349	ТАН40	349	ТАН50	350	ТАН60	350
ТАН31	349	ТАН41	349	ТАН51	350	ТАН61	350
ТАН32	349	ТАН42	349	ТАН52	350	ТАН62	350
ТАН33	349	ТАН43	349	ТАН53	350	ТАН63	350
ТАН34	349	ТАН44	350	ТАН54	350	ТАН64	350
ТАН35	349	ТАН45	350	ТАН55	350	ТАН65	350
ТАН36	349	ТАН46	350	ТАН56	350	ТАН66	350
ТАН37	349	ТАН47	350	ТАН57	350	ТАН67	350
ТАН38	349	ТАН48	350	ТАН58	350	ТАН68	350

Трансформаторы анодно-накальные ТАН на стержневых сердечниках ПЛ (электрические параметры)

ТАН69	351	ТАН82	351	ТАН115	352	ТАН127	352
ТАН70	351	ТАН104	351	ТАН116	352	ТАН128	352
ТАН71	351	ТАН105	351	ТАН117	352	ТАН129	352
ТАН72	351	ТАН106	351	ТАН118	352	ТАН130	352
ТАН73	351	ТАН107	351	ТАН119	352	ТАН131	352
ТАН74	351	ТАН108	351	ТАН120	352	ТАН132	352
ТАН75	351	ТАН109	351	ТАН121	352	ТАН133	352
ТАН76	351	ТАН110	351	ТАН122	352	ТАН134	352
ТАН77	351	ТАН111	352	ТАН123	352	ТАН135	352
ТАН78	351	ТАН112	352	ТАН124	352	ТАН136	353
ТАН79	351	ТАН113	352	ТАН125	352	ТАН137	353
ТАН80	351	ТАН114	352	ТАН126	352	ТАН138	353
ТАН81	351						

Трансформаторы анодно-накальные ТАН на броневых сердечниках ШЛМ (электрические параметры)

ТАН1	353	ТАН11	353	ТАН21	354	ТАН45	354
ТАН2	353	ТАН12	353	ТАН22	354	ТАН46	354
ТАН3	353	ТАН13	354	ТАН23	354	ТАН47	354
ТАН4	353	ТАН14	354	ТАН24	354	ТАН48	354
ТАН5	353	ТАН15	354	ТАН25	354	ТАН43	354
ТАН6	353	ТАН16	354	ТАН26	354	ТАН50	354
ТАН7	353	ТАН17	354	ТАН41	354	ТАН51	354
ТАН8	353	ТАН18	354	ТАН42	354	ТАН52	354
ТАН9	353	ТАН19	354	ТАН43	354	ТАН53	354
ТАН10	353	ТАН20	354	ТАН44	354	ТАН54	354

Трансформаторы для питания устройств на полупроводниковых приборах ТПП на броневых сердечниках ШЛ (электрические параметры)

ТПП201	355	ТПП204	355	ТПП207	355	ТПП210	355
ТПП202	355	ТПП205	355	ТПП208	355	ТПП211	355
ТПП203	355	ТПП206	355	ТПП209	355	ТПП212	355

Типо-номинал	Стр	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.
ТПП213	355	ТПП217	355	ТПП221	356	ТПП224	356
ТПП214	355	ТПП218	355	ТПП222	356	ТПП225	356
ТПП215	355	ТПП219	355	ТПП223	356	ТПП226	356
ТПП216	355.	ТПП220	355				

Трансформаторы для питания устройств на полупроводниковых приборах ТПП на броневых сердечниках ШЛМ (электрические параметры)

ТПП227	356	ТПП243	356	ТПП259	356	ТПП275	357
ТПП228	356	ТПП244	356	ТПП260	356	ТПП276	357
ТПП229	356	ТПП245	356	ТПП261	356	ТПП277	357
ТПП230	356	ТПП246	356	ТПП262	356	ТПП278	357
ТПП231	356	ТПП247	356	ТПП263	356	ТПП279	357
ТПП232	356	ТПП248	356	ТПП264	356	ТПП280	357
ТПП233	356	ТПП249	356	ТПП265	356	ТПП281	357
ТПП234	356	ТПП250	356	ТПП266	356	ТПП282	357
ТПП235	356	ТПП251	356	ТПП267	356	ТПП283	357
ТПП236	356	ТПП252	356	ТПП268	356	ТПП284	357
ТПП237	356	ТПП253	356	ТПП269	356	ТПП285	357
ТПП238	356	ТПП254	356	ТПП270	357	ТПП286	357
ТПП239	356	ТПП255	356	ТПП271	357	ТПП287	357
ТПП240	356	ТПП256	356	ТПП272	357	ТПП288	357
ТПП241	356	ТПП257	356	ТПП273	357	ТПП289	357
ТПП242	356	ТПП258	356	ТПП274	357		

Трансформаторы для питания устройств на полупроводниковых приборах ТПП на стержневых сердечниках ПЛМ (электрические параметры)

ТПП290	357	ТПП299	357	ТПП308	358	ТПП316	358
ТПП291	357	ТПП300	357	ТПП309	358	ТПП317	358
ТПП292	357	ТПП301	357	ТПП310	358	ТПП318	358
ТПП293	357	ТПП302	357	ТПП311	358	ТПП319	358
ТПП294	357	ТПП303	357	ТПП312	358	ТПП320	358
ТПП295	357	ТПП304	357	ТПП313	358	ТПП321	358
ТПП296	357	ТПП305	357	ТПП314	358	ТПП322	358
ТПП297	357	ТПП306	357	ТПП315	358	ТПП323	358
ТПП298	357	ТПП307	357				

Унифицированные универсальные трансформаторы питания УУТП (электрические параметры)

Т1	367	Т6	368	Т11	368	Т16	368
Т2	367	Т7	368	Т12	368	Т17	368
Т3	367	Т8	368	Т13	368	Т18	368
Т4	368	Т9	368	Т14	368	Т19	368
Т5	368	Т10	368	Т15	368		

УНИФИЦИРОВАННЫЕ СОГЛАСУЮЩИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Входные унифицированные согласующие трансформаторы

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.
ТВТ1	374	ТВТ4	374	ТВТ7	374	ТВТ9	373
ТВТ2	374	ТВТ5	374	ТВТ8	374	ТВТ10	373
ТВТ3	374	ТВТ6	374				

Межкаскадные унифицированные согласующие трансформаторы (электрические параметры)

ТМ2-1	378	ТМ5-22	378	ТМ10-3	379	ТМ10-38	380
ТМ2-2	378	ТМ5-23	378	ТМ10-4	379	ТМ10-39	380
ТМ2-3	378	ТМ5-24	378	ТМ10-5	379	ТМ10-40	380
ТМ2-4	378	ТМ5-25	378	ТМ10-6	379	ТМ10-41	380
ТМ2-5	378	ТМ5-26	378	ТМ10-7	379	ТМ10-42	380
ТМ2-6	378	ТМ5-27	378	ТМ10-8	379	ТМ10-43	380
ТМ2-7	378	ТМ5-28	378	ТМ10-9	379	ТМ10-44	380
ТМ2-8	378	ТМ5-29	379	ТМ10-10	379	ТМ10-45	380
ТМ2-9	378	ТМ5-30	379	ТМ10-11	379	ТМ10-46	380
ТМ2-10	378	ТМ5-31	379	ТМ10-12	379	ТМ10-47	380
ТМ2-11	378	ТМ5-32	379	ТМ10-13	379	ТМ10-48	380
ТМ2-12	378	ТМ5-33	379	ТМ10-14	379	ТМ10-49	380
ТМ2-13	378	ТМ5-34	379	ТМ10-15	379	ТМ10-50	380
ТМ2-14	378	ТМ5-35	379	ТМ10-16	379	ТМ10-51	380
ТМ5-1	378	ТМ5-36	379	ТМ10-17	379	ТМ10-52	380
ТМ5-2	378	ТМ5-37	379	ТМ10-18	379	ТМ10-53	380
ТМ5-3	378	ТМ5-38	379	ТМ10-19	379	ТМ10-54	380
ТМ5-4	378	ТМ5-39	379	ТМ10-20	379	ТМ10-55	380
ТМ5-5	378	ТМ5-40	379	ТМ10-21	379	ТМ10-56	380
ТМ5-6	378	ТМ5-41	379	ТМ10-22	379	ТМ10-57	380
ТМ5-7	378	ТМ5-42	379	ТМ10-23	379	ТМ10-58	380
ТМ5-8	378	ТМ5-43	379	ТМ10-24	379	ТМ10-59	380
ТМ5-9	378	ТМ5-44	379	ТМ10-25	379	ТМ10-60	380
ТМ5-10	378	ТМ5-45	379	ТМ10-26	379	ТМ10-61	380
ТМ5-11	378	ТМ5-46	379	ТМ10-27	380	ТМ10-62	380
ТМ5-12	378	ТМ5-47	379	ТМ10-28	380	ТМ10-63	380
ТМ5-13	378	ТМ5-48	379	ТМ10-29	380	ТМ10-64	380
ТМ5-14	378	ТМ5-49	379	ТМ10-30	380	ТМ10-65	380
ТМ5-15	378	ТМ5-50	379	ТМ10-31	380	ТМ10-66	380
ТМ5-16	378	ТМ5-51	379	ТМ10-32	380	ТМ10-67	380
ТМ5-17	378	ТМ5-52	379	ТМ10-33	380	ТМ10-68	380
ТМ5-18	378	ТМ5-53	379	ТМ10-34	380	ТМ10-69	380
ТМ5-19	378	ТМ5-54	379	ТМ10-35	380	Т0,5-1	380
ТМ5-20	378	ТМ10-1	379	ТМ10-36	380	Т0,5-2	380
ТМ5-21	378	ТМ10-2	379	ТМ10-37	380	Т0,5-3	380

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр
Т0,5-4	380	Т0,5-50	381	Т0,7-36	382	Т2-12	383
Т0,5-5	380	Т0,5-51	381	Т0,7-37	382	Т2-13	383
Т0,5-6	380	Т0,5-52	381	Т0,7-38	382	Т2-14	383
Т0,5-7	380	Т0,5-53	381	Т0,7-39	382	Т2-15	383
Т0,5-8	380	Т0,5-54	381	Т0,7-40	382	Т2-16	383
Т0,5-9	380	Т0,5-55	381	Т0,7-41	382	Т2-17	383
Т0,5-10	381	Т0,5-56	381	Т0,7-42	382	Т2-18	383
Т0,5-11	381	Т0,5-57	381	Т0,7-43	382	Т2-19	383
Т0,5-12	381	Т0,5-58	381	Т0,7-44	382	Т2-20	383
Т0,5-13	381	Т0,5-59	381	Т0,7-45	382		
Т0,5-14	381			Т0,7-46	382	Т2-21	383
Т0,5-15	381	Т0,7-1	381	Т0,7-47	382	Т2-22	383
Т0,5-16	381	Т0,7-2	381	Т0,7-48	382	Т2-23	383
Т0,5-17	381	Т0,7-3	382	Т0,7-49	382	Т2-24	383
Т0,5-18	381	Т0,7-4	382	Т0,7-50	382	Т2-25	383
Т0,5-19	381	Т0,7-5	382	Т0,7-51	382	Т2-26	383
Т0,5-20	381	Т0,7-6	382	Т0,7-52	382	Т2-27	383
Т0,5-21	381	Т0,7-7	382	Т0,7-53	382	Т2-28	383
Т0,5-22	381	Т0,7-8	382	Т0,7-54	382	Т2-29	383
Т0,5-23	381	Т0,7-9	382	Т0,7-55	383	Т2-30	383
Т0,5-24	381	Т0,7-10	382	Т0,7-56	383	Т2-31	383
Т0,5-25	381	Т0,7-11	382	Т0,7-57	383	Т2-32	383
Т0,5-26	381	Т0,7-12	382	Т0,7-58	383	Т2-33	383
Т0,5-27	381	Т0,7-13	382	Т0,7-59	383	Т2-34	383
Т0,5-28	381	Т0,7-14	382	Т0,7-60	383	Т2-35	383
Т0,5-29	381	Т0,7-15	382	Т0,7-61	383	Т2-36	383
Т0,5-30	381	Т0,7-16	382	Т0,7-62	383	Т2-37	383
Т0,5-31	381	Т0,7-17	382	Т0,7-63	383	Т2-38	384
Т0,5-32	381	Т0,7-18	382	Т0,7-64	383	Т2-39	384
Т0,5-33	381	Т0,7-19	382	Т0,7-65	383	Т2-40	384
Т0,5-34	381	Т0,7-20	382	Т0,7-66	383	Т2-41	384
Т0,5-35	381	Т0,7-21	382	Т0,7-67	383	Т2-42	384
Т0,5-36	381	Т0,7-22	382	Т0,7-68	383	Т2-43	384
Т0,5-37	381	Т0,7-23	382	Т0,7-69		Т2-44	384
Т0,5-38	381	Т0,7-24	382		383	Т2-45	384
Т0,5-39	381	Т0,7-25	382	Т2-1	383	Т2-46	384
Т0,5-40	381	Т0,7-26	382	Т2-2	383	Т2-47	384
Т0,5-41	381	Т0,7-27	382	Т2-3	383	Т2-48	384
Т0,5-42	381	Т0,7-28	382	Т2-4	383	Т2-49	384
Т0,5-43	381	Т0,7-29	382	Т2-5	383	Т2-50	384
Т0,5-44	381	Т0,7-30	382	Т2-6	383	Т2-51	384
Т0,5-45	381	Т0,7-31	382	Т2-7	383	Т2-52	384
Т0,5-46	381	Т0,7-32	382	Т2-8	383	Т2-53	384
Т0,5-47	381	Т0,7-33	382	Т2-9	383	Т2-54	384
Т0,5-48	381	Т0,7-34	382	Т2-10	383	Т2-55	384
Т0,5-49	381	Т0,7-35	382	Т2-11	383	Т2-56	384

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.
Т2-57	384	Т3-25	384	Т4-7	385	Т6-15	385
Т2-58	384	Т3-26	384	Т4-8	385	Т6-16	385
Т2-59	384	Т3-27	384	Т4-9	385	Т6-17	386
Т3-1	384	Т3-28	384	Т4-10	385	Т6-18	386
Т3-2	384	Т3-29	384	Т4-11	385	Т6-19	386
Т3-3	384	Т3-30	385	Т4-12	385	Т6-20	386
Т3-4	384	Т3-31	385	Т4-13	385	Т6-21	386
Т3-5	384	Т3-32	385	Т4-14	385	Т6-22	386
Т3-6	384	Т3-33	385	Т4-15	385	Т6-23	386
Т3-7	384	Т3-34	385	Т4-16	385	Т6-24	386
Т3-8	384	Т3-35	385	Т4-17	385	Т6-25	386
Т3-9	384	Т3-36	385	Т4-18	385	Т6-26	386
Т3-10	384	Т3-37	385	Т4-19	385	Т6-27	386
Т3-11	384	Т3-38	385	Т6-1	385	Т6-28	386
Т3-12	384	Т3-39	385	Т6-2	385	Т6-29	386
Т3-13	384	Т3-40	385	Т6-3	385	Т6-30	386
Т3-14	384	Т3-41	385	Т6-4	385	Т25-1	386
Т3-15	384	Т3-42	385	Т6-5	385	Т25-2	386
Т3-16	384	Т3-43	385	Т6-6	385	Т25-3	386
Т3-17	384	Т3-44	385	Т6-7	385	Т25-4	386
Т3-18	384	Т3-45	385	Т6-8	385	Т25-5	386
Т3-19	384	Т4-1	385	Т6-9	385	Т25-6	386
Т3-20	384	Т4-2	385	Т6-10	385	Т25-7	386
Т3-21	384	Т4-3	385	Т6-11	385	Т25-8	386
Т3-22	384	Т4-4	385	Т6-12	385	Т25-9	386
Т3-23	384	Т4-5	385	Т6-13	385	Т25-10	386
Т3-24	384	Т4-6	385	Т6-14	385		

Выходные унифицированные трансформаторы (электрические параметры)

ТОТ1	391	ТОТ17	391	ТОТ33	392	ТОТ49	393
ТОТ2	391	ТОТ18	391	ТОТ34	392	ТОТ50	393
ТОТ3	391	ТОТ19	391	ТОТ35	392	ТОТ51	393
ТОТ4	391	ТОТ20	391	ТОТ36	393	ТОТ52	393
ТОТ5	391	ТОТ21	392	ТОТ37	393	ТОТ53	393
ТОТ6	391	ТОТ22	392	ТОТ38	393	ТОТ54	393
ТОТ7	391	ТОТ23	392	ТОТ39	393	ТОТ55	393
ТОТ8	391	ТОТ24	392	ТОТ40	393	ТОТ56	394
ТОТ9	391	ТОТ25	392	ТОТ41	393	ТОТ57	394
ТОТ10	391	ТОТ26	392	ТОТ42	393	ТОТ58	394
ТОТ11	391	ТОТ27	392	ТОТ43	393	ТОТ59	394
ТОТ12	391	ТОТ28	392	ТОТ44	393	ТОТ60	394
ТОТ13	391	ТОТ29	392	ТОТ45	393	ТОТ61	394
ТОТ14	391	ТОТ30	392	ТОТ46	393	ТОТ62	394
ТОТ15	391	ТОТ31	392	ТОТ47	393	ТОТ63	394
ТОТ16	391	ТОТ32	392	ТОТ48	393	ТОТ64	394

Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.	Типо-номинал	Стр.
ТОТ65	394	ТОТ101	395	ТОТ137	397	ТОТ173	398
ТОТ66	394	ТОТ102	395	ТОТ138	397	ТОТ174	398
ТОТ67	394	ТОТ103	395	ТОТ139	397	ТОТ175	398
ТОТ68	394	ТОТ104	395	ТОТ140	397	ТОТ176	398
ТОТ69	394	ТОТ105	395	ТОТ141	397	ТОТ177	398
ТОТ70	394	ТОТ106	395	ТОТ142	397	ТОТ178	398
ТОТ71	394	ТОТ107	395	ТОТ143	397	ТОТ179	398
ТОТ72	394	ТОТ108	395	ТОТ144	397	ТОТ180	398
ТОТ73	394	ТОТ109	395	ТОТ145	397	ТОТ181	398
ТОТ74	394	ТОТ110	396	ТОТ146	397	ТОТ182	398
ТОТ75	394	ТОТ111	396	ТОТ147	397	ТОТ183	398
ТОТ76	394	ТОТ112	396	ТОТ148	397	ТОТ184	398
ТОТ77	394	ТОТ113	396	ТОТ149	397	ТОТ185	398
ТОТ78	394	ТОТ114	396	ТОТ150	397	ТОТ186	398
ТОТ79	394	ТОТ115	396	ТОТ151	397	ТОТ187	398
ТОТ80	394	ТОТ116	396	ТОТ152	397	ТОТ188	398
ТОТ81	394	ТОТ117	396	ТОТ153	397	ТОТ189	398
ТОТ82	394	ТОТ118	396	ТОТ154	397	ТОТ202	399
ТОТ83	395	ТОТ119	396	ТОТ155	397	ТОТ203	399
ТОТ84	395	ТОТ120	396	ТОТ156	397	ТОТ204	399
ТОТ85	395	ТОТ121	396	ТОТ157	397	ТОТ205	399
ТОТ86	395	ТОТ122	396	ТОТ158	397	ТОТ206	399
ТОТ87	395	ТОТ123	396	ТОТ159	397	ТОТ207	399
ТОТ88	395	ТОТ124	396	ТОТ160	397	ТОТ208	399
ТОТ89	395	ТОТ125	396	ТОТ161	397	ТОТ209	399
ТОТ90	395	ТОТ126	396	ТОТ162	397	ТОТ210	399
ТОТ91	395	ТОТ127	396	ТОТ163	397	ТОТ211	399
ТОТ92	395	ТОТ128	396	ТОТ164	398	ТОТ212	399
ТОТ93	395	ТОТ129	396	ТОТ165	398	ТОТ213	399
ТОТ94	395	ТОТ130	396	ТОТ166	398	ТОТ214	399
ТОТ95	395	ТОТ131	396	ТОТ167	398	ТОТ215	399
ТОТ96	395	ТОТ132	396	ТОТ168	398	ТОТ216	399
ТОТ97	395	ТОТ133	396	ТОТ169	398	ТОТ217	399
ТОТ98	395	ТОТ134	396	ТОТ170	398	ТОТ218	399
ТОТ99	395	ТОТ135	396	ТОТ171	398	ТОТ219	399
ТОТ100	395	ТОТ136	396	ТОТ172	398		

ИМПУЛЬСНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Импульсные трансформаторы типа ТИ

Типономинал	Стр.	Типономинал	Стр.	Типономинал	Стр.
ТИ1...ТИ25	405	ТИ75...ТИ100	405	ТИ151...ТИ175	405
ТИ26...ТИ50	405	ТИ101...ТИ125	405	ТИ176...ТИ200	405
ТИ51...ТИ75	405	ТИ126...ТИ150	405	ТИ201...ТИ225	405

Типономинал	Стр	Типономинал	Стр.	Типономинал	Стр.
ТИ226...ТИ250	405	ТИ276...ТИ300	405	ТИ326...ТИ350	405
ТИ251 ..ТИ275	405	ТИ300...ТИ325	405		

Импульсные трансформаторы типа ТИМ

ТИМ1 . ТИМ21	407	ТИМ85. .ТИМ105	407	ТИМ174...ТИМ194	407
ТИМ22...ТИМ42	407	ТИМ111...ТИМ131	407	ТИМ195...ТИМ215	408
ТИМ43 . ТИМ63	407	ТИМ132...ТИМ152	407	ТИМ216...ТИМ236	408
ТИМ64...ТИМ84	407	ТИМ153 .ТИМ173	407	ТИМ237...ТИМ257	408

НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ДРОССЕЛИ

(электрические параметры)

Обозначение дросселя	Стр.	Обозначение дросселя	Стр	Обозначение дросселя	Стр.
Д1-0,08-0,32	422	Д36-0,3-0,8	423	Д102-0,02-0,28	424
Д2-0,16-0,22	422	Д37-0,6-0,51	423	Д103-0,04-0,2	424
Д3-0,3-0,16	422	Д38-1,2-0,4	423	Д104-0,005-0,8	424
Д4-0,6-0,12	422	Д39-2,5-0,26	423	Д105-0,01-0,56	424
Д5-1,2-0,075	422	Д40-5-0,18	423	Д106-0,02-0,4	424
Д6-2,5-0,06	422	Д41-10-0,13	423	Д107-0,04-0,28	424
Д7-5-0,04	422	Д42-20-0,09	423	Д108-0,08-0,2	424
Д8-0,08-0,56	422	Д43-0,08-2,2	423	Д109-0,00025-1,6	424
Д9-0,16-0,4	422	Д44-0,16-1,6	423	Д110-0,005-1,1	424
Д10-0,3-0,28	422	Д45-0,3-1,1	423	Д111-0,01-0,8	424
Д11-0,6-0,2	422	Д46-0,6-0,8	423	Д112-0,02-0,56	424
Д12-1,2-0,14	422	Д47-1,2-0,56	423	Д113-0,04-0,4	424
Д13-2,5-0,1	422	Д48-2,5-0,4	423	Д114-0,08-0,28	424
Д14-5-0,07	422	Д49-5-0,28	423	Д115-0,16-0,2	424
Д15-10-0,05	422	Д50-10-0,2	423	Д116-0,0012-3,2	424
Д16-0,08-0,8	422	Д51-20-0,14	423	Д117-0,0025-2,2	424
Д17-0,16-0,56	422	Д52-0,01-12,5	423	Д118-0,005-1,6	424
Д18-0,3-0,4	422	Д53-0,02-4,4	423	Д119-0,01-1,1	424
Д19-0,6-0,28	422	Д54-0,02-1,1	423	Д120-0,02-0,8	424
Д20-1,2-0,2	422	Д55-0,02-0,56	423	Д121-0,04-0,56	424
Д21-2,5-0,14	422	Д56-0,0005-16,5	423	Д122-0,08-0,4	424
Д22-5-0,1	422	Д57-1,2-0,8	423	Д123-0,16-0,28	424
Д23-10-0,07	422	Д58-40,0-0,035	423	Д124-0,32-0,2	424
Д24-20-0,005	422	Д59-0,0043-2,0	423	Д125-0,006-0,3	424
Д25-0,08-1,1	422	Д60-0,0005-10	423	Д126-0,0012-4,3	424
Д26-0,16-0,8	422	Д61-0,02-0,3	423	Д127-0,025-3,2	424
Д27-0,3-0,56	422	Д62-0,05-2,5	423	Д128-0,005-2,2	424
Д28-0,6-0,4	422	Д63-0,00125-0,56	423	Д129-0,01-1,6	424
Д29-1,2-0,28	422	Д64-0,08-0,1	423	Д130-0,02-1,1	424
Д30-2,5-0,2	422	Д65-0,025-0,56	423	Д131-0,04-0,8	424
Д31-5-0,14	422	Д66-0,05-0,02	423	Д132-0,08-0,56	424
Д32-10-0,1	422	Д67-0,02-2	423	Д133-0,16-0,4	424
Д33-20-0,07	422	Д68-0,08-1	423	Д134-0,32-0,28	424
Д34-0,08-1,4	423	Д69-0,005-5,6	423	Д135-0,65-0,2	424
Д35-0,16-1	423	Д101-0,01-0,4	424	Д136-0,0003-12,5	424

Обозначение дросселя	Стр	Обозначение дросселя	Стр.	Обозначение дросселя	Стр.
Д137-0,0006-9	424	Д176-0,0012-18	425	Д236	426
Д138-0,0012-6,3	424	Д177-0,0025-12,5	425	Д237	426
Д139-0,0025-4,5	424	Д178-0,005-9	425	Д238	426
Д140-0,05-3,2	424	Д179-0,01-6,3	425	Д239	426
Д141-0,01-2,2	424	Д201Т	425	Д240	426
Д142-0,02-1,6	424	Д202Т	425	Д241	426
Д143-0,04-1,1	424	Д203Т	425	Д242	426
Д144-0,08-0,8	424	Д204Т	425	Д243	426
Д145-0,16-0,56	424	Д205Т	425	Д244	426
Д146-0,32-0,4	424	Д206Т	425	Д245	426
Д147-0,65-0,28	425	Д207Т	425	Д246	426
Д148-1,3-0,2	425	Д208Т	426	Д247	426
Д149-0,00015-25	425	Д209Т	426	Д248	426
Д150-0,0003-18	425	Д210Т	426	Д249	426
Д151-0,0006-12,5	425	Д211Т	426	Д250	426
Д152-0,012-9	425	Д212Т	426	Д251	426
Д153-0,0025-6,3	425	Д213Т	426	Д252	426
Д154-0,005-4,5	425	Д214Т	426	Д253	426
Д155-0,01-3,2	425	Д215Т	426	Д254	426
Д156-0,02-2,2	425	Д216Т	426	Д255	426
Д157-0,04-1,6	425	Д217Т	426	Д256	426
Д158-0,08-1,1	425	Д218Т	426	Д257	426
Д159-0,16-0,8	425	Д219Т	426	Д258	426
Д160-0,32-0,56	425	Д220Т	426	Д259	426
Д161-0,65-0,4	425	Д221Т	426	Д260	427
Д162-1,3-0,28	425	Д222Т	426	Д261	427
Д163-0,0003-25	425	Д223Т	426	Д262	427
Д164-0,0006-18	425	Д224Т	426	Д263	427
Д165-0,0012-12,5	425	Д225Т	426	Д264	427
Д166-0,0025-9	425	Д226Т	426	Д265	427
Д167-0,005-6,3	425	Д227Т	426	Д266Т	427
Д168-0,01-4,5	425	Д228Т	426	Д267Т	427
Д169-0,02-3,2	425	Д229Т	426	Д268Т	427
Д170-0,04-2,2	425	Д230Т	426	Д269Т	427
Д171-0,08-1,6	425	Д231Т	426	Д270Т	427
Д172-0,16-1,1	425	Д232Т	426	Д271Т	427
Д173-0,32-0,8	425	Д233Т	426	Д272Т	427
Д174-0,65-0,56	425	Д234Т	426	Д273Т	427
Д175-0,0006-25	425	Д235Т	426	Д274Т	427

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РЕЛЕ

Реле постоянного тока (электрические параметры)

Обозначение реле	Стр.	Обозначение реле	Стр.	Обозначение реле	Стр.	Обозначение реле	Стр.
РЭС6	446	РЭС22	449	РЭС48	451	РЭС59Б	453
РЭС9	447	РЭС32	450	РЭС49	452	РЭС60	454
РЭС10	448	РЭС34	450	РЭС53	452	РЭС79	454
РЭС15	449	РЭС47	450	РЭС54Б	453	РЭС80	455

Поляризованные реле (электрические параметры)

Обозначение реле	Стр.	Обозначение реле	Стр.	Обозначение реле	Стр.	Обозначение реле	Стр.
РПС18/4	475	РПС32	476	РПС42	479	РПС47	480
РПС18/5	475	РПС34	477	РПС43	479	РПС48	481
РПС18/7	475	РПС36	478	РПС45	480	РПС58	481
РПС20	476						

Реле постоянного тока с герметическими контактами (электрические параметры)

РЭС42	499	РЭС55А	499	РЭС82	500	РЭС85	501
РЭС43	499	РЭС64	500	РЭС83	501	РЭС86	501
РЭС44	499	РЭС81	500	РЭС84	501		

Поляризованные реле с герметическими контактами (электрические параметры)

РПС49	505	РПС51	506	РПС53	508	РПС55	509
РПС50	506	РПС52	507	РПС54	508	РПС56	509

Магнитоуправляемые герметические контакты (герконы)

Обозначение геркона	Стр.	Обозначение геркона	Стр.	Обозначение геркона	Стр.
КЭМ-1	520	МКА-10113	519	МКА-52142	521
КЭМ-2	519	МКА-10501	524	МКА-52181	519
КЭМ-3	519	МКА-10701	524	МКА-52202	521
КЭМ-6	520	МКА-20601	524	МКАР-1501	523
МП-10-3	519	МКА-27101	520	МКДР-45281	523
МК-16-3	519	МКА-27601	524	МУК-1-IA-1	519
МК-17	524	МКА-27801	519	МКС-15101	519
МК-36701	520	МКА-52141	521	МКС-27102	519

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Микропереключатели

Обозначение	Стр.	Обозначение	Стр.	Обозначение	Стр.
МП1-1	533	МП11	533	ПМ21	533
МП3-1	533	МП12	533	ПМ22	533
МП5	533	ПМ3	533	ПМ25	533
МП7	533	П1М9	533	ПМ33	533
МП9	533	П1М10	533	ПМ2-1В	533
МП10	533	ПМ23	533		

Кнопки и кнопочные переключатели

Обозначение	Стр.	Обозначение	Стр.	Обозначение	Стр.
КМ1-1	537	НАЗ.604.013	539	ПКН4-1т	543
КМ2-1	537	НАЗ.604.014	539	ПКн8	549
КМА1-IV	537	НАЗ.604.015	539	ПКн9	549
КП-1	540	НАЗ.604.016	539	ПКн10	549
КП-2	540	НАЗ.604.017	539	ПКн11	549
КП-3	540	НАЗ.604.018	539	ПКн12	549
КПМ8-1	541	НАЗ.604.019	539	ПКн13	549
КПМ8-2	541	НАЗ.604.020	539	ПКн14	549
КПМ8-3	541	П2К	544	ПКн15	549
КПМ8-4	541	ПК9	547	ПКн16	549
КПМ8-5	541	ПК10	547	ПКн17	549
КПМ8А-1	541	ПК16	547	ПКн18	549
КПМ8А-2	541	ПК17	547	ПКн19	549
КПМ8А-3	541	ПК23	547	ПКн21	549
КПМ8А-4	541	ПМ24	547	ПКн23	549
КПМ8А-5	541	ПК25	547	ПКн27	549
НАЗ.604.006	539	ПК26	547	ПКн35	549
НАЗ.604.007	539	ПК27	547	ПКн43	549
НАЗ.604.008	539	ПК28	547	ПКн105	549
НАЗ.604.009	539	ПК29	547	ПКн107	549
НАЗ.604.010	539	ПК30	547	ПКн113	549
НАЗ.604.011	539	ПКн	547	ПКн115	549
НАЗ.604.012	539	ПКн2-1т	543	11ПКнМ49	549

Перекидные, галетные и движковые переключатели

МТ1	554	ПТ1	554	ПТ19	555
МТ3	554	ПТ2	554	ПТ21	555
МТД1	554	ПТ3	554	ПТ23	555
МТД3	554	ПТ8-1	554	ПТ24	555
ПІТ1-1	554	ПТ8-2	554	ПТ25	555
ПІТ3	555	ПТ8-3	554	ПТ26	555
П2Т1-1	554	ПТ8-4	554	ПТ27	555
ПГ3	560	ПТ8-5	554	ПТ29	555
ПГ5	560	ПТ8-6	554	ПТ41	555
ПГ7	560	ПТ8-7	554	ПТ43	555
ПГ11	560	ПТ8-8	554	ПТ45	555
ПГ23	560	ПТ8-9	554	ПТ47	555
ПГ39	560	ПТ8-10	554	ПТ55	555
ПГ43	560	ПТ8-11	554	ПТ68	—
ПГГ	560	ПТ8-12	554	Т1	554
ПГК	560	ПТ9	554	Т2	554
ПДМ1	567	ПТ10	554	Т3	554
ПДМ2	567	ПТ11	554	ТВ1-1	554
ПП6-11	560	ПТ12	554	ТВ1-2	554
ПП9	560	ПТ13	554	ТВ1-4	554
ПП11	560	ПТ14	554	ТВ2-1	554

Использованная литература

1 Резисторы: Справ./Под ред. И И Четверткова, В. М. Терехова. М., 1991

2. Справочник по электрическим конденсаторам/Под ред. И. И. Четверткова, В. Ф. Смирнова. М., 1983.

3. Малогабаритные трансформаторы и дроссели: Справ./ И. Н. Сидоров и др. М., 1985.

4. Игловский И. Г., Владимиров В. Г. Справочник по электромагнитным реле. Л., 1990.

5. Рабкин А. Н., Евгенова И. Н. Магнитоуправляемые герметизированные контакты. М., 1976.

6. Ройзен В. З. Миниатюрные герметичные реле. Л., 1976.

7. Хазаров К. И. Реле с магнитоуправляемыми контактами. М., 1971.

8. Коммутационные устройства РЭА/Под ред. И. И. Рыбина. М., 1985.

9. Томас Р. К. Коммутационные устройства: Справ. М., 1989.

10. Головин О. В., Кубицкий А. А. Электронные усилители. М., 1983.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Раздел первый. **Резисторы**

Глава 1. **Резисторы постоянного и переменного сопротивления** 5

1.1. Классификация и система условных обозначений резисторов 5
1.2. Основные электрические параметры резисторов . . 13
1.3. Резисторы постоянные непроволочные 16
1.3.1. Резисторы общего назначения 16
1.3.2. Прецизионные резисторы 30
1.3.3. Резисторы с подавленной реактивностью (высокочастотные) 37
1.3.4. Высокомегаомные и высоковольтные резисторы 40
1.4. Резисторы постоянные проволочные и металлофольговые 48
1.4.1. Нагрузочные резисторы 48
1.4.2. Прецизионные проволочные резисторы . . 52
1.4.3. Прецизионные металлофольговые резисторы 65
1.5. Резисторы переменные непроволочные 70
1.5.1. Подстроечные резисторы 70
1.5.2. Регулировочные резисторы 88
1.6. Резисторы переменные проволочные 106
1.6.1. Подстроечные резисторы 106
1.6.2. Регулировочные резисторы 113

Глава 2. **Полупроводниковые резисторы** . . . 117

2.1. Полупроводниковые терморезисторы 117
2.2. Полупроводниковые фоторезисторы 122
2.3. Полупроводниковые варисторы 137

Раздел второй. **Конденсаторы** 140

Глава 3. **Общие сведения** 140

3.1. Классификация 140
3.2. Основные электрические параметры и характеристики 142
3.3. Система условных обозначений 149

3.4. Маркировка 151
3.5 Характеристики групп и типов конденсаторов 153

Глава 4 **Электрические и конструктивные параметры конденсаторов** 162

4 1 Конденсаторы с неорганическим диэлектриком . 162
4.1.1 Низковольтные конденсаторы 162
4.1.2. Высоковольтные конденсаторы 193
4.1.3. Помехоподавляющие конденсаторы 200
4.2. Конденсаторы с органическим диэлектриком . . . 210
4.2.1. Низковольтные низкочастотные конденсаторы 210
4.2.2. Низковольтные высокочастотные конденсаторы 226
4.2.3. Высоковольтные конденсаторы постоянного напряжения 232
4.2.4. Высоковольтные импульсные конденсаторы 241
4.2.5. Дозиметрические конденсаторы 245
4.2.6. Помехоподавляющие конденсаторы 247
4.3. Конденсаторы с оксидным диэлектриком 254
4.3.1. Конденсаторы общего назначения 254
4.3.2. Конденсаторы неполярные 275
4.3.3. Конденсаторы высокочастотные 277
4.3.4. Конденсаторы импульсные 280
4.3.5. Конденсаторы пусковые 282
4.3.6. Конденсаторы помехоподавляющие 282
4.4. Конденсаторы подстроечные 283
4.4.1. Конденсаторы с твердым диэлектриком . . 283
4.4.2. Конденсаторы с воздушным диэлектриком 288
4.5. Конденсаторы вакуумные 291
4.5.1. Конденсаторы вакуумные постоянной емкости 291
4.5.2. Конденсаторы вакуумные переменной емкости 293
4.6. Конденсаторы нелинейные 297
4.6.1. Вариконды 297
4.6.2. Термоконденсаторы 299

Раздел третий. Трансформаторы и дроссели

Глава 5. **Трансформаторы питания** 300
5.1. Классификация и система обозначения 300
5.2. Основные параметры трансформаторов 303
5.3. Унифицированные трансформаторы питания . . . 305
5.3.1. Общие сведения 305
5.3.2. Унифицированные анодные трансформаторы ТА 310
5.3.3. Унифицированные накальные трансформаторы ТН 336

5.3.4. Унифицированные анодно-накальные трансформаторы ТАН 343
5.3.5. Унифицированные трансформаторы ТПП для питания устройств на полупроводниковых приборах 355
5.3.6. Рекомендации по проверке, монтажу и эксплуатации унифицированных трансформаторов питания (УТП) 361
5.4. Унифицированные универсальные трансформаторы питания 363

Глава 6. **Согласующие трансформаторы** . . . 369

6.1. Унифицированные низкочастотные согласующие трансформаторы 369
6.1.1. Общие сведения 369
6.1.2. Входные согласующие трансформаторы . . 370
6.1.3. Межкаскадные согласующие трансформаторы 373
6.1.4. Выходные согласующие трансформаторы 386
6.2. Малогабаритные импульсные трансформаторы для печатного монтажа 400
6.2.1. Общие сведения 400
6.2.2. Импульсные трансформаторы типа ТИ . . . 402
6.2.3. Импульсные трансформаторы типа ТИМ . . 405
6.3. Рекомендации по выбору, проверке и монтажу согласующих трансформаторов 408

Глава 7. **Унифицированные низкочастотные дроссели** 413
7.1. Общие сведения 413
7.2. Электрические параметры дросселей 419

Раздел четвертый. Коммутационные устройства 428

Глава 8. **Коммутационные устройства с магнитным управлением** 428
8.1. Общие сведения о коммутационных устройствах . 428
8.2. Малогабаритные электромагнитные реле 430
8.2.1. Классификация и основные параметры . . 430
8.2.2. Пояснения к справочным таблицам и рекомендации по выбору реле 433
8.2.3. Реле постоянного тока 440
8.2.4. Поляризованные реле 466
8.2.5. Реле с герметическими контактами 488
8.2.6. Рекомендации по проверке, монтажу и эксплуатации реле 511
8.3. Магнитоуправляемые герметические контакты . 513

Глава 9. **Коммутационные устройства с механическим управлением** 526

9.1. Микропереключатели 526
9.1.1. Устройство и основные параметры . . . 526
9.1.2. Классификация и система обозначений . . 527
9.1.3. Пояснения к справочным таблицам и рекомендации по выбору микропереключателей . . 528
9.2. Коммутационные устройства ручного управления 532
9.2.1. Классификация, основные параметры, условные обозначения 532
9.2.2. Кнопки и кнопочные переключатели 535
9.2.3. Перекидные переключатели (тумблеры) . . 547
9.2.4. Поворотные (галетные) переключатели . . 553
9.2.5. Движковые переключатели 567
9.2.6. Рекомендации по проверке, монтажу и эксплуатации коммутационных устройств . . . 568

Предметный указатель 570

Использованная литература 587