

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Глава 1. Принципы и этапы конструирования печатных плат и узлов	4
1. Классификация методов конструирования печатных плат и узлов	4
2. Выбор метода изготовления печатных плат	11
3. Электрические параметры печатных плат	18
4. Нормы и требования по конструированию печатных плат	22
5. Паразитные связи на печатных платах	31
6. Установка и крепление навесных элементов на ПП	38
Глава 2. Резисторы	41
1. Типы резисторов	41
2. Конструктивные размеры и варианты установки резисторов	42
Глава 3. Конденсаторы	51
1. Типы конденсаторов	51
2. Конструктивные размеры и варианты установки конденсаторов	52
Глава 4. Трансформаторы и дроссели	164
1. Типы трансформаторов и дросселей	164
Глава 5. Полупроводниковые приборы	188
1. Система обозначения полупроводниковых приборов	188
2. Полупроводниковые диоды	190
3. Транзисторы	207
Глава 6. Интегральные микросхемы	230
1. Классификация ИС	230
2. Типы корпусов микросхем	230
Глава 7. Реле	252
1. Классификация реле	252
Глава 8. Элементы электрических соединений	258
1. Разъемы	258
2. Соединительные платы	277
3. Ленточные провода	278
Глава 9. Элементы крепления электрорадиоэлементов	293
1. Детали крепления резисторов, конденсаторов и полупроводниковых элементов	293
Глава 10. Материалы, применяемые для изготовления печатных узлов РЭА	293
1. Пластмассы	293
Алфавитно-цифровой указатель ЭРЭ, помещенных в справочнике	306

32.844я2 ·

Г70

УДК 621.37/39

Горобец А. И. и др.

Г70 Справочник по конструированию радиоэлектронной аппаратуры (печатные узлы)/А. И. Горобец, А. И. Степанецко, В. М. Коронкевич. — К.: Техніка, 1985. — 312 с., ил.

В пер.: 1 р. 30 к. 40000 экз. ·

В справочнике приведены основные данные по конструированию печатных плат и узлов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Содержатся справочные материалы по электро- радиоэлементам (ЭРЭ), а также установочные, соединительные и коммутационные размеры. Рассчитан на инженерно-технических работников, занимающихся проектированием РЭА, а также может быть полезен студентам вузов соответствующих специальностей.

Г $\frac{2401000000-с96}{М202(04)-85}$ 51.85

32.844я2

Рецензенты кандидаты техн. наук В. И. Барабашук, В. Ф. Лескин
Редакция литературы по энергетике, электронике, кибернетике и связи

Зав. редакцией З. В. Божко

Алексей Иванович Горобец,
Алексей Иванович Степаненко,
Владимир Михайлович Коронкевич

Справочник по конструированию радиоэлектронной аппаратуры (печатные узлы)

Редактор Н. М. Корнильева
Оформление художника В. С. Шапошникова
Художественные редакторы Л. А. Дикарев, В. С. Шапошников
Технический редактор С. В. Ивануц
Корректор М. Г. Гаркавенко

Информ. бланк № 1677

Сдано в набор 04.10.84. Подписано в печать 12.04.85. БФ 00013. Формат 60 × 90^{1/16}. Бумага типогр. № 3. Гари. лит. Печ. выс. Усл. печ. л. 19,5. Усл. кр. отт. 19,75. Уч.-изд. л. 21,72. Тираж 40000 экз. Зак. 4-902. Цена 1 р. 30 к.

Издательство «Техніка», 252601, Киев, 1, Крещатик, 5.

Книжная фабрика им. М. В. Фрунзе, 310057, Харьков-57, Донец-Захаржевского, 6/8.

© Издательство „Техніка“, 1985

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современный этап научно-технической революции характеризуется бурным развитием радиоэлектроники, открывающей широкие возможности использования последних достижений науки и техники в различных областях промышленности. Характерной тенденцией развития радиоэлектронной аппаратуры является микроминиатюризация и применение печатного монтажа для электрического соединения ее элементной базы. Печатный монтаж по сравнению с объемным имеет следующие преимущества: меньшую стоимость монтажно-сборочных работ, высокую производительность труда, возможности механизации и автоматизации сборки аппаратуры, уменьшение массы РЭА и др. Кроме того, печатный монтаж обеспечивает повторяемость параметров от образца к образцу за счет идентичности формы и размеров печатных проводников, при этом упрощается поиск неисправностей. Однако печатный монтаж имеет и недостатки, связанные с малой ремонтпригодностью ввиду ограничения числа перепаяк в отверстиях печатных плат (ПП), невозможности оперативного внесения изменений в монтаж готовой платы. В большинстве случаев на ВЧ и СВЧ диапазонах ПП не используют вследствие увеличения паразитных наводок.

Для печатного монтажа используют ПП различной конструкции и степени сложности: односторонние (ОПП) с проводящим рисунком на одной стороне, двусторонние (ДПП) с печатным рисунком на двух сторонах, многослойные (МПП), которые состоят из чередующихся слоев диэлектрика с проводящим рисунком на двух и более слоях, гибкие печатные платы (ГПП) и гибкие печатные кабели (ГПК), имеющие гибкие основания. Вследствие широкой номенклатуры печатных плат и узлов и большого разнообразия технологических процессов их изготовления необходимы стандартизация и автоматизация процесса их конструирования и производства. Поэтому улучшение качества и снижение трудоемкости производства выпускаемых изделий во многом зависят от совершенства конструкции и технологических процессов изготовления печатных плат и узлов.

По измененной терминологии печатные узлы принято называть электронными модулями первого уровня.

Отзывы и пожелания просим направлять по адресу: 252201, Киев, 1, Крестьян-тик, 5, издательство «Техніка».

Глава 1

ПРИНЦИПЫ И ЭТАПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ И УЗЛОВ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ И УЗЛОВ

При конструировании РЭА на печатных платах используют следующие методы. Моноосхемный применяют для несложной РЭА. В этом случае вся электрическая схема располагается на одной ПП. Моноосхемный метод имеет ограниченное применение, так как очень сложные ПП неудобны при настройке и ремонте РЭА.

Схемно-узловой метод применяют при производстве массовой и серийной РЭА. При этом методе часть электрической схемы, имеющая четкие входные и выходные цепи (каскады УВЧ, УПЧ, блоки разверток и т. п.), располагается на отдельной плате. Ремонтпригодность таких изделий больше. Недостаток — сложность системы соединительных проводов, связывающих отдельные платы.

Функционально-узловой метод применяют в РЭА с использованием микроэлектронных элементов. При этом ПП содержит проводники коммутации функциональных модулей в единую схему. На одной плате можно собрать очень сложную схему. Недостаток этого метода — резкое увеличение сложности ПП. В ряде случаев все проводники не могут быть расположены на одной и даже обеих сторонах платы. При этом используют многослойные печатные платы МПП, объединяющие в единую конструкцию несколько слоев печатных проводников, разделенных слоями диэлектрика.

В соответствии с ГОСТ 23751—79 различают три метода выполнения печатных плат: ручной, полуавтоматизированный и автоматизированный. Предпочтительными являются полуавтоматизированный и автоматизированный методы. При ручном методе размещение навесных элементов (компоновка) и разработка проводящего рисунка (трассировка) осуществляется вручную. При полуавтоматизированном методе конструирования возможны два варианта: 1) размещение навесных элементов на печатной плате с помощью ЭВМ, а разработка проводящего рисунка ПП ручным методом; 2) размещение навесных элементов на ПП ручным методом, а разработка проводящего рисунка с помощью ЭВМ. При автоматизированном методе конструирования размещение навесных элементов и разработка проводящего рисунка ПП выполняются с помощью ЭВМ. При этом возможны следующие операции: кодирование исходных данных; контроль закодированной информации и исправление ошибок; размещение навесных элементов на плате; трассировка печатных проводников с выдачей списка неразведенных соединений и эскиза проводящего рисунка платы; ручная доработка соединений печатных проводников; контроль спроектированного проводящего рисунка платы в соответствии с принципиальной электрической схемой; вывод перфолент для управления автоматическими устройствами, предназначенными для разработки конструкторской документации и управления технологическими и тестовыми автоматами; разработка конструкторской документации с использованием средств механизации и автоматизации. Отдельные этапы автоматизированного метода конструирования можно уточнять с учетом особенностей используемых систем автоматизированного проектирования.

Методы изготовления одно- и двусторонних печатных плат, гибких печатных плат и гибких печатных кабелей классифицируют по принципу получения проводящего рисунка, по методу получения проводящего рисунка и способу формирования изображения рисунка ПП. Для многослойных печатных плат (МПП) заготовки получают методами, аналогичными для одно- и двусторонних печатных плат, но в них дополнительно следует обеспечить межслойные соединения, которые в основном и характеризуют надежность функционирования. По способу реализации межслойных электрических соединений методы изготовления МПП

классифицируют на две группы: 1) с использованием гальвано-химической технологии (попарное прессование, послойное наращивание, металлизация сквозных отверстий); 2) с помощью механических деталей или элементов самой печатной платы (открытых контактных площадок, выступающих выводов).

Известны следующие методы получения проводящего рисунка ПП:

химического травления (химический), заключается в избирательном травлении участков проводящей фольги или другого проводящего материала, нанесенного на поверхности заготовки ПП;

механического удаления пробельных участков с заготовки ПП, имеющей рельефную поверхность с проводящим рисунком в основании платы;

гравирования (фрезерования) плакированной заготовки ПП;

аддитивный, заключающийся в осаждении на специально подготовленной поверхности основания ПП металлического проводящего покрытия за счет химического восстановления металла из раствора соли;

полуаддитивный (электрохимический), когда проводящий рисунок образуется за счет гальванического наращивания нижнего слоя металла на диэлектрическое основание, металлизированное химическим методом;

переноса, когда проводящий рисунок получают на временном основании, например, из нержавеющей стали, любым методом, при этом печатные проводники первоначально формируются электрохимическим методом, затем основание с проводниками прижимают к покрытому клеем диэлектрическому основанию. Под давлением и при подогреве печатные проводники переносятся на диэлектрическое основание;

вжигания токопроводящих паст в термостойкое основание, при этом на поверхность, например, керамической платы, наносят пасты или краски, содержащие углекислое серебро, затем их подвергают термическому обжигу при температуре более 600 °С. В результате серебро восстанавливается, образуя печатные проводники, имеющие высокое сцепление с основанием;

вакуумной металлизации или катодного распыления, когда проводящая пленка осаждается на диэлектрическое основание в условиях вакуума путем возгонки или воздействия электрического поля;

шоопирования, которое заключается в распылении воздухом или инертным газом частиц расплавленного металла, осаждаемых на основании ПП;

штамповка — проводящий рисунок наносится на диэлектрическое основание механическим способом, т. е. вырубка рельефным штампом фольги с односторонним врезанием кромок металла в основание;

металлизации с помощью металлических порошков;

комбинированные, представляющие сочетание перечисленных методов, например химического и электрохимического.

Проводящий рисунок ПП можно получить и другими методами, в частности, с помощью электрохимической или электрофизической обработки плакированного основания, путем взрыва металлической проволоки или внедрения металлических порошков на поверхность взрывной волной в специальных установках.

В производстве ПП широко применяют следующие способы формирования рисунка:

фотографический — использование различных видов актиничного излучения для экспонирования светочувствительных материалов, нанесенных на основание печатной платы;

офсетный (печатный) — изготовление офсетных форм и печатание с их помощью позитивного или негативного изображения рисунка на заготовке ПП;

сеткографический (трафаретной или сетчатой печати) — использование для печати позитивного или негативного изображения рисунка ПП сетчатого трафарета;

прессование (прессование) — создание рельефной поверхности основания ПП с утопленным в него проводящим рисунком;

штамповка — вырубка рисунка печатных проводников из листа фольги специальным штампом;

ксерографический — проецирование позитивного или негативного изображения рисунка ПП на пластину с полупроводниковым слоем, заряженным до определенного потенциала; скрытое изображение при этом проявляется электростатически с помощью заряженных пигментированных порошков, переносится на основание платы с помощью промежуточной подложки и оплачивается;

гравирование (фрезерование) — получение рисунка печатных проводников фрезерованием между ними канавок на поверхности фольгированных заготовок с помощью координатно-следающего устройства;

рисование — получение позитивного или негативного изображения рисунка ПП вручную с применением кисти, плакатного пера, пульверизатора, трафарета и т. д.

В одном классификационном названии объединить принцип и метод получения проводящего рисунка вместе со способом формирования его изображения очень сложно. Поэтому в настоящее время используется упрощенное, условное обозначение методов изготовления ПП, например, химический, электрохимический (полуаддитивный), комбинированный позитивный и т. д.

Термины и определения по конструированию и технологии печатных плат и узлов. В научно-технической литературе и производстве приняты термины и определения основных понятий печатных плат и узлов в соответствии с ГОСТ 20406—75.

Печатный узел — печатная плата с подсоединенными к ней электрическими и механическими элементами и (или) другими печатными платами и с выполненными всеми процессами обработки (пайка, покрытия и т. д.).

Печатная плата (ПП) — материал основания, вырезанный по размеру, содержащий необходимые отверстия и, по меньшей мере, один рисунок.

Рисунок печатной платы — конфигурация проводникового и (или) диэлектрического материалов на ПП.

Проводящий рисунок — рисунок ПП, образованный проводниковым материалом.

Основание печатной платы — элемент конструкции ПП, на поверхности или в объеме которого выполняется проводящий рисунок.

Материал основания печатной платы (материал основания) — материал, на котором выполняется рисунок ПП.

Заготовка печатной платы (заготовка) — материал основания печатной платы определенного размера, который подвергается обработке на всех производственных операциях.

Односторонняя печатная плата (ОПП) — печатная плата, на одной стороне которой выполнен проводящий рисунок.

Двусторонняя печатная плата (ДПП) — печатная плата, имеющая одно основание, на обеих сторонах которого выполнены проводящие рисунки и все требуемые соединения.

Многослойная печатная плата (МПП) — печатная плата, состоящая из чередующихся слоев изоляционного материала с проводящими рисунками на двух и более слоях, между которыми выполнены требуемые соединения.

Гибкая печатная плата (ГПП) — печатная плата, имеющая гибкое основание.

Объединительная печатная плата (объединительная плата) — печатная плата, предназначенная для электрического соединения двух или более печатных узлов.

Печатный проводник — одна проводящая полоска или площадка в проводящем рисунке.

Печатный монтаж — способ монтажа, при котором электрическое соединение элементов электронного узла, включая экраны, выполнено с помощью печатных проводников.

Печатный элемент — элемент, изготовленный с применением печати.

Печатная схема — схема, полученная путем печати и включающая печатные элементы, проводящий рисунок или их комбинацию, образованные в предварительной конструкции или подсоединенные к поверхности общего основания.

Сторона монтажа печатной платы (сторона монтажа) — сторона ПП, на которой устанавливаются навесные элементы.

Сторона пайки печатной платы (сторона пайки) — сторона ПП, на которой производится пайка выводов навесных элементов.

Проводящий слой печатной платы (слой) — проводящий рисунок, лежащий в одной плоскости.

Межслойное соединение — участок проводникового материала, входящий в рисунок ПП, предназначенный для электрического соединения проводящих рисунков на разных слоях или сторонах печатной платы.

Перемычка печатной платы (перемычка) — отрезок проводникового материала, не входящий в рисунок ПП и обеспечивающий электрическое соединение между двумя точками проводящего рисунка на одной стороне ПП.

Технологический печатный проводник — печатный проводник, соединяющий разобщенные участки проводящего рисунка ПП, разрываемый и (или) удаляемый после электрохимического осаждения.

Элементы печатной платы — проводники (в том числе технологические), контактные площадки, зенковки, экраны, вырезы в экранах, зазоры, отверстия, маркировка и т. п.

Ширина печатного проводника — поперечный размер печатного проводника в любой его точке.

Расстояние между проводниками печатной платы (расстояние между проводниками) — расстояние между краями соседних проводников на одном слое ПП.

Свободное место печатной платы (свободное место) — участок ПП, где элементы проводящего рисунка и расстояние между ними можно выполнить номинальной величины.

Узкое место печатной платы (узкое место) — участок печатной платы, где элементы проводящего рисунка и расстояния между ними выполнены только с минимально допустимыми значениями.

Контактная площадка печатной платы (контактная площадка) — часть проводящего рисунка, используемая для соединения или подсоединения элементов РЭА.

Гарантийный поясок контактной площадки (гарантийный поясок) — минимально допустимая ширина контактной площадки отверстия печатной платы в узком месте.

Печатный контакт — участок проводящего рисунка, служащий в качестве одной части контактной системы.

Металлизированное отверстие печатной платы (металлизированное отверстие) — отверстие в ПП с осажденным на стенках проводниковым материалом.

Монтажное отверстие печатной платы — отверстие, используемое для соединения выводов навесных элементов с печатной платой, а также для любого электрического подсоединения к проводящему рисунку.

Крепежное отверстие печатной платы (крепежное отверстие) — отверстие используемое для механического крепления ПП на шасси или для механического крепления элементов в печатной плате.

Фиксирующее отверстие печатной платы (фиксирующее отверстие) — отверстие в печатной плате, предназначенное для точного расположения ее в процессе обработки.

Ориентирующий паз печатной платы — паз на краю ПП, используемый для правильной установки и ориентации ее.

Толщина печатной платы (толщина платы) — толщина материала основания ПП, включая проводящий рисунок или рисунки.

Суммарная толщина печатной платы (суммарная толщина платы) — толщина печатной платы и дополнительное химическое или гальваническое покрытие, которые являются составной частью печатной платы.

Тест-купон — часть заготовки ПП, служащая для оценки качества изготовления печатной платы, прошедшая с ней все технологические операции и отделяемая перед испытаниями.

Оригинал рисунка печатной платы (оригинал) — изображение рисунка ПП, выполненное с необходимой точностью в заданном масштабе.

Фотошаблон рисунка печатной платы (фотошаблон) — инструмент, используемый для копирования имеющегося на нем изображения с помощью света.

Координатная сетка чертежа печатной платы (координатная сетка) — сетка, определяющая положение элементов рисунка ПП в прямоугольной или полярной системе координат.

Шаг координатной сетки — постоянная величина, определяющая расстояние между соседними линиями координатной сетки и кратность расстояний между монтажными отверстиями.

Узел координатной сетки — точка пересечения линий координатной сетки.

Групповой фотошаблон — фотошаблон рисунка ПП, на котором выполнено не менее двух рисунков печатной платы в масштабе 1 : 1.

Изгиб печатной платы (изгиб) — деформация, характеризующаяся цилиндрическим или сферическим искривлением основания печатной платы.

Маркировка печатной платы (маркировка) — совокупность знаков и символов на печатной плате.

Фольгированный материал — материал основания ПП, имеющий с одной или двух сторон проводящую фольгу.

Прокладочная стеклоткань (стеклоткань) — листовой материал, пропитанный смолой в стадии В.

Субтрактивный процесс — процесс получения проводящих рисунков, заключающийся в избирательном удалении участков проводящей фольги.

Аддитивный процесс — процесс получения проводящих рисунков, заключающийся в избирательном осаждении проводящего материала на нефольгированный материал основания.

Показатель травления — отношение глубины травления к боковому подтравливанию.

Осаждение — процесс, заключающийся в химическом или электрохимическом нанесении металла на всю или часть поверхности основания и (или) проводящего рисунка.

Травление диэлектрика — контролируемое химическое растворение материала основания.

Резист — покрытие, диэлектрическое или металлическое, используемое в качестве защиты при выполнении последующих операций.

Резистивная маска для облуживания — теплостойкое покрытие, наносимое избирательно для защиты отдельных участков печатной платы в процессе облуживания и пайки

Склеивающая прокладка — лист прокладочной стеклоткани или другого материала, обладающий соответствующими адгезионными свойствами и используемый для склеивания отдельных печатных плат при образовании многослойной печатной платы.

Проводящая фольга — листовой проводниковый материал, предназначенный для образования проводящего рисунка печатной платы.

Прочность на отрыв — усилие на единицу площади, перпендикулярное к поверхности печатной платы и необходимое для отделения контактной площадки или участка проводника от материала основания.

Прочность на отслаивание — усилие на единицу ширины, необходимое для отделения фольги или части проводящего рисунка от материала основания.

Сеткография — процесс переноса изображения на основание путем продавливания краски через сетчатый трафарет с помощью ракеля.

Совмещение — степень соответствия расположения рисунков на противоположных сторонах печатной платы или различных слоях.

Сличение — процесс, обеспечивающий проверку соответствия печатного рисунка координатной сетке.

Прочность на отрыв — сила, приходящаяся на единицу площади печатной платы, необходимая для отделения монтажной площадки или печатного проводника от основания.

Монтажная площадка — металлизированный участок вокруг монтажного отверстия или возле него, имеющий электрический контакт с печатным проводником и обеспечивающий возможность электрического соединения навесных элементов схемы с печатным монтажом

Соединение — средство обеспечения электрического контакта навесных элементов и деталей с печатными проводниками.

Переходное соединение — средство обеспечения электрического контакта между различными слоями или сторонами печатной платы.

Прорезь — прерывание проводящих площадей, вызываемое электрическими, конструктивными или технологическими требованиями.

Покрытие печатной платы — процесс осаждения металла, полупроводника или диэлектрика на всю печатную плату или на часть ее химическим, электрохимическим или любым другим способом.

Подтравливание — сужение поперечного сечения печатного проводника к основанию

Наплыв — увеличение ширины печатного проводника по сравнению с заданной, вызываемое нанесением металлического покрытия.

Электрическая прочность печатного блока — максимальное напряжение, достаточно долго выдерживаемое печатным блоком при нормальных условиях.

Рабочее, или допустимое, напряжение — напряжение, прикладываемое к печатной схеме или к ее компонентам и обеспечивающее нормальную работу схемы.

Испытательное напряжение — максимальное напряжение, воздействию которого компоненты схемы и платы должны подвергаться в течение небольшого промежутка времени.

Пробивное напряжение — минимальное напряжение, при котором наступает разрушение (пробой) изоляции.

Нормальные условия — температура окружающей среды от 15 до 35°C (288 до 308 K), относительная влажность 45—75 %, атмосферное давление 650—800 мм рт. ст. (0,06 10⁵ Па—1,06 10⁵ Па) при отсутствии пыли, газа, радиации и механических воздействий (ГОСТ 12252—77 и ГОСТ 22579—77).

Вибропрочность и ударопрочность — способность схемы противостоять разрушающему действию вибраций и ударов и сохранять работоспособность после их длительного воздействия; характеризуется относительным изменением параметров под воздействием вибраций (и ударов), оцениваемых величиной допустимых частот вибраций и вызываемых ею ускорений.

Краткую форму отдельных стандартизованных терминов разрешается применять в случаях, исключающих возможность их различного толкования. Приведенные определения можно при необходимости изменять по форме изложения, не допуская нарушения границ понятий.

Технические требования к печатным платам и гибким печатным кабелям (ГПК).

К печатным платам предъявляют требования по внешнему виду, электрическим параметрам, устойчивости при технологических, климатических и механических воздействиях и надежности. Особенно важным является требование к надежности.

По внешнему виду проводящий рисунок должен быть четким, без рваных краев, вздутий, отслоений, разрывов, протравов, темных пятен, загрязнений и окислов. На поверхности проводящего рисунка не должно быть технологических повреждений и посторонних включений. Сквозные металлизированные отверстия должны быть чистыми и свободными от включений любого рода, на стенках сквозных металлизированных отверстий не должно быть трещин по окружности и отслоений металла. Основание готовой МПП должно быть равномерно пропрессованным, однородным при просмотре на просвет, не должно иметь внутренних лузг, посторонних включений и расслоений, вскрытых волокон в виде белесых штрихов или рисок. Расстояние между элементами проводящего рисунка и краем платы, вырезом или металлизированным отверстием не должно быть менее 0,3 мм, а между краем контактной площадки и краем металлизированного отверстия не менее 0,05 мм. Металлическое покрытие на элементах проводящего рисунка должно иметь гладкую глянцевую или светло-матовую поверхность. Покрытие должно быть сплошным, без трещин, пор, крупнозернистости, посторонних игольчатых включений. Не допускаются на покрытии резко выраженные темные пятна, отслоения проводников, вспучивание и подгар подложки основания ПП, а также неровность припоя на контактных площадках и печатных проводниках в виде капель. Толщина слоя металлизации в отверстиях печатных плат не должна быть менее 25 мкм (по меди).

На изоляционном основании и покрытии ГПК не должно быть механических повреждений, складок, отслоений, растрескивания, непроклеенных мест, пузырьков воздуха, морщин, смещения проводников, трещин, царапин. Допускаются отклонения по внешнему виду, если не нарушаются размеры и допуски на печатные проводники и на расстояния между ними.

Величина изгиба ПП на жестком основании и МПП приведена в табл. 1. Требования к изгибу печатных плат толщиной менее 0,8 мм не регламентируются и оговариваются в чертеже при необходимости. Для безрамочных конструкций съемных ячеек устанавливают более жесткие требования по коробле-

1. Величина изгиба, мм, печатных плат на 100 мм длины

Соотношение сторон печатной платы	На основе стеклоткани		На основе бумаги
	ОПП и ДПП	МПП	
1 : 2	1,5	2	2
1 : 4	2	2,5	3

нию (не более 1,1 мм на 100 мм длины), которые также при необходимости оговариваются в требованиях. Гибкие ПП должны выдерживать 5-кратный цикл изгибов с радиусом, равным 10 мм, а ГПК — 150-кратный цикл изгибов с радиусом изгиба не более 3 мм на 90° в обе стороны от исходного положения.

Требования к электрическим параметрам. Элементы печатного монтажа должны обеспечивать правильность монтажных соединений (соответствие цепей технической документации, целостность электрических соединений, отсутствие коротких замыканий).

Требования к устойчивости при технологических воздействиях. Контактные площадки и металлизированные отверстия должны обладать паяемостью и способностью равномерно смачиваться припоем при воздействии его на плату в течение 3 с. Печатные платы и ГПК должны быть устойчивы к перепайке и выдерживать не менее трех циклов перепаяек в металлизированных отверстиях и двух циклов перепаяек на контактных площадках. Прочность сцепления печатных проводников и контактных площадок с основанием должна обеспечиваться соответствием материала требованиям ТУ и стандартов на фольгированные диэлектрики.

Требования к устойчивости при климатических воздействиях. Печатные платы и ГПК должны соответствовать требованиям ТУ в процессе и после воздействия на них климатических факторов, указанных в табл. 2.

2. Допустимые значения воздействующих климатических факторов

Воздействующий фактор	Материал основания	
	Гетинакс	Лавсан, стеклотекстолит, Фторопласт
Температура окружающей среды, °С:		
нижняя	-60	-60
верхняя	85	100
Повышенная влажность воздуха при температуре 40 °С	85	93
Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт. ст.)	46 700 (350)	

Требования по надежности. Печатные платы и ГПК должны сохранять конструкцию, внешний вид и электрические параметры в пределах норм, а также соответствовать техническим условиям на изделие в рабочем режиме в течение гарантированного срока службы. Надежность печатных схем влияет на надежность РЭА. Она проверяется в составе РЭА и определяется минимальным значением вероятности безотказной работы. Отказом считается полная или частичная утрата работоспособности ПП, нарушение печатного монтажа или отклонение любого электрического параметра печатной платы от нормы.

Каждая плата имеет маркировку с указанием индекса или чертежного номера платы, а также дату изготовления и штамп ОТК о приемке. Штамп ОТК ставится в любом месте платы так, чтобы он не закрывал маркировочные знаки (цифры и буквы). Готовые платы разделяют прокладками и упаковывают пачками в специальную тару, предохраняющую их от механических повреждений. Доставляют платы к месту сборки партиями с указанием в сопроводительном документе количества плат, штампа ОТК завода-изготовителя, номера чертежа и даты выпуска. Транспортировать платы можно любым видом транспорта в упаковке, защищающей от атмосферных и механических воздействий.

Хранятся печатные платы в складских помещениях при относительной влажности не выше 80 %, температуре от +5 до +39 °С, при отсутствии в воздухе кислотных и других агрессивных примесей.

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие плат техническим требованиям (ТУ) в составе изделия в течение технического ресурса, если соблюдены все нормы на сборку узлов, а эксплуатация изделий с печатным монтажом проводится в соответствии с нормами ТУ.

2. ВЫБОР МЕТОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Методы получения проводящего рисунка печатных плат. В настоящее время хорошо освоен *химический метод* производства ПП из фольгированных диэлектриков. Этот метод сочетается с фотографическим и сеткографическим способами получения изображения печатного рисунка и обеспечивает высокую разрешающую способность печатных проводников. Достоинствами химического метода являются: доступность механизации и автоматизации, возможность получения высокого качества печатных плат, которые обладают высокой адгезией печатных проводников к диэлектрическому основанию. Недостатками химического метода являются: наличие активного воздействия химических веществ на диэлектрическое основание ПП, повышенный расход травителей и стравливаемой меди, которая в большинстве случаев не регенерируется.

В промышленности в настоящее время широко внедряются химические методы получения проводящего рисунка печатных плат из фольгированных материалов с утонченной фольгой (5...10 мкм). В таких печатных платах удается получить узкие печатные проводники и повысить плотность печатного монтажа.

В *методе механического удаления пробельных участков* используют заготовки с рельефной поверхностью, которые получают из фольгированных (иногда плакированных) термопластичных материалов путем обработки специальными матрицами с выпуклым позитивным изображением проводящего рисунка печатной платы. Под давлением с подогревом участка фольги, соответствующие проводящему рисунку, вдавливаются матрицей в диэлектрическое основание платы. При использовании нефольгированных материалов, которые металлизуются после получения рельефа, для получения рельефных поверхностей применяют методы прессования и литья под давлением. Методы отличаются высокой производительностью, но проводящий рисунок имеет низкую разрешающую способность и, кроме того, требуется дорогостоящее оборудование и оснастка. Поэтому эти методы мало применяются и используются только в серийном и крупносерийном производстве.

Метод гравирования (фрезерования) основан на механическом избирательном удалении фольги торцевой фрезой с основания печатной платы. Достоинство метода — в возможности программирования движения фрезы. Для реализации метода не требуется больших производственных площадей, нет вредных химических процессов, отпадают операции нанесения временных защитных рисунков на фольгу, промывки, очистки и т. д.

Недостатки метода: низкая производительность и трудности получения узких проводников из-за деформаций, возникающих при фрезеровании, а также большая стоимость станков с числовым программным управлением. Поэтому метод пригоден только для одиночного и мелкосерийного производств и широко не используется.

Аддитивные и полуаддитивные методы изготовления печатных плат основаны на использовании нефольгированных материалов. Проводящее покрытие, как правило, из меди, наносится только на определенные участки заготовки, образуя проводящий рисунок печатной платы. Печатные проводники выполняются также из меди, содержащей не более 0,05 % примеси. Медь обладает высокой электропроводностью, но подвержена коррозии: проводники из меди требуют защитного покрытия. Значительную антикоррозионную стойкость и высокую электропроводность имеют печатные проводники из серебра. Однако высокая стоимость и ограниченность запасов серебра препятствуют его широкому применению для печатных плат.

В полуаддитивных методах осуществляется сплошная металлизация диэлектрического основания толщиной 5...7 мкм с последующим вытравливанием пробельных мест.

Использование аддитивных или полуаддитивных методов экономичнее субтрактивных вследствие более дешевых материалов и более простого технологического цикла изготовления ПП. Этими методами можно получить узкие печатные проводники и элементы, что сокращает расход меди. Печатные платы, изготовленные этими методами, допускают многократные перепайки. Недостаток этих методов — большая трудоемкость операций по подготовке поверхности заготовок для нанесения химического покрытия. Перед осаждением меди заготовки обрабатывают в растворе серебра или поочередно в двух растворах — двухлори-

стого олова с последующей промывкой водой и хлористого палладия. Двух-растворный способ подготовки поверхности сейчас получил основное распространение.

Процесс химического меднения основан на восстановлении ионов двухвалентной меди из ее солей. Продолжительность химического меднения зависит от концентрации раствора и составляет 20—30 мин при температуре 20—24 °С. За это время образуется слой меди толщиной 1—2 мкм. После меднения заготовки промывают в холодной и горячей воде. Полученный слой меди недостаточен для выполнения функций проводника ПП, поэтому его наращивают гальваническим методом. Перед наращиванием, в том случае, если ранее был нанесен рисунок монтажа, резист или краску смывают в растворах щелочей или кислот. Затем следуют операции промывки и просушки плат.

Для гальванического наращивания металлов все проводники печатной платы соединяют, т. е. выполняют технологические проводниковые соединения, которые впоследствии удаляют. Для гальванических покрытий используют медь и сплавы (олово—свинец или олово—никель).

Медь является основным материалом гальванических покрытий. Электрическое меднение выполняют в электролитах различного состава. Распространен электролит, состоящий из медного купороса (200—250 г/дм³) и этилового спирта (20—30 г/дм³). Температура электролита при меднении 18—25 °С, плотность тока 3—4 А/дм². При таком процессе слой меди толщиной 20 мкм осаждается за 30 мин. Для меднения отверстий в ПП наиболее эффективны цианистые и пиррофосфатные электролиты.

Покрытие сплавом олово—свинец (60 % олова и 40 % свинца) выполняют для улучшения пайки элементов и в качестве защитного слоя при травлении. Лужение выполняют групповым методом в ваннах. Завершающими операциями электрохимического метода получения печатного монтажа являются окончательная промывка, просушка и подготовка плат к хранению.

Для проведения электрохимических операций в промышленности разработан комплекс автоматических линий, выполненных по агрегатному принципу из унифицированных узлов: ванн, автооператоров, стоек, козырьков и т. д. Это позволяет создавать стандартные агрегаты по индивидуальным требованиям заказчиков. Электрооборудование линий объединено в крупные блоки, что облегчает переналадку и обеспечивает единый технологический комплекс для производства печатных плат.

Метод вакуумной металлизации обеспечивает тонкие равномерные покрытия, что позволяет реализовать проводящие рисунки с высокой разрешающей способностью и хорошей адгезией к диэлектрическому основанию. Метод применяется в основном для создания тонких проводящих подслоев (толщиной 1..2 мкм) на заготовках ПП, выполняемых электрохимическим методом. Недостаток метода — использование дорогостоящего вакуумного оборудования.

Метод металлизации с помощью металлических порошков, т. е. закрепление металлического порошка на поверхности изоляционного основания, или в процессе изготовления заготовки ПП, или путем металлизации готовых подложек. Во втором случае ПП получают путем напыления металлического порошка на покрытую клеевым составом поверхность подложки тиснением специальным пуансоном проводящего рисунка на основание с порошковым покрытием или путем введения порошка в полимерное связующее и нанесения его на подложку через трафарет. Указанные методы получения проводящего рисунка ПП отличаются высокой производительностью и возможностью механизации. Платы с металлическими порошками имеют малую стоимость. Применение этого метода ограничено вследствие низкой электропроводности печатных проводников и низкой разрешающей способности.

Метод штамповки основан на получении проводящего рисунка механическим способом. Он обеспечивает высокую стабильность диэлектрических характеристик материалов оснований ПП.

Помимо перечисленных, применяют методы *переноса и сжигания*.

Недостаток метода переноса — невозможность одновременной металлизации отверстий. Этот метод используют как часть комбинированного. Достоинством метода сжигания является его простота, возможность механизации и автоматизации, проводящий рисунок имеет высокую прочность сцепления с основанием. Недостатки метода в необходимости использования серебра, большая

длительность технологического процесса. Сейчас разработаны недорогие пасты для вжигания, что позволит расширить применение метода вжигания.

Комбинированные методы основаны на изготовлении ПП из фольгированных материалов. При этом проводящий рисунок получают, как правило, химическим методом, а металлизацию отверстий — химическим или электрохимическим осаждением. Сущность комбинированных методов состоит в получении печатных проводников путем травления фольгированного диэлектрика и металлизации отверстий электрохимическим способом. В зависимости от того, на каком этапе осуществляется травление (до металлизации отверстий или после металлизации), различают соответственно негативный и позитивный методы изготовления ПП.

При негативном методе травление выполняют на ранних этапах технологического процесса. В результате диэлектрическое основание на пробельных участках подвергается длительному воздействию растворов и электролитов, что ухудшает сцепление диэлектрика с фольгой. При позитивном методе диэлектрическое основание находится в более благоприятных условиях, так как фольга предохраняет его от воздействия электролитов. Однако в этом случае при травлении фольги поверхность металлизированных отверстий покрывается слоем окислов и солей, что затрудняет процесс лужения отверстий припоем. Электрохимические операции металлизации отверстий при комбинированном методе выполняют на высокопроизводительных автоматических линиях (например, АГ-38). Позитивный комбинированный метод более перспективен, чем негативный вследствие следующих преимуществ: исключение возможностей срыва контактных площадок при сверлении отверстий, не требуется специальная оснастка для проведения металлизации отверстий, улучшаются электрические характеристики ПП из-за уменьшения вредного действия химических реактивов на диэлектрическое основание и на прочность сцепления фольги с этим основанием.

Способы формирования изображения рисунка печатных плат. Наиболее широко применяются сеткографический и фотографический способы. Ранее применяли способ *офсетной печати*, сущность которого — в переносе краски с формы, имеющей определенный рисунок, на поверхность основания с помощью эластичной резины, натянутой на валик. Способ весьма производителен, но имеет недостатки: недостаточная толщина наносимого слоя краски, малая разрешающая способность и сложность необходимого оборудования.

Сеткографический способ называют шелкографическим вследствие использования шелковых сеток в производстве печатных плат.

Для реализации этого способа в промышленности имеется высокопроизводительное оборудование для нанесения через сетчатый трафарет резистов, красок и паст, разработаны для трафаретов специальные сетки из металлических и синтетических нитей и волокон, специальные материалы для слоя, образующего трафарет, способы изготовления тиражестойких и малоусадочных трафаретов и специальные конструкции рамок для трафаретов.

Недостаток сеткографии — в неизбежных дефектах при формировании рисунка печатной платы, которые устраняются путем ручной ретушевки.

Использование сеткографического способа формирования изображения снижается за счет применения фотографического способа, обеспечивающего более высокую разрешающую способность.

Фотографический способ формирования изображения рисунка печатных плат основан на использовании специальных фоточувствительных материалов, наносимых на основание. Получение рисунка чаще всего достигается с помощью фотошаблонов методом контактной печати, который находит все более широкое распространение, особенно с налаживанием производства сухого пленочного фоторезиста и успехами в совершенствовании специального оборудования для проведения печати.

Недостатком контактного метода является ограниченная разрешающая способность из-за неравномерности прилегания фотошаблона к плате, линейных искажений фотошаблона ввиду его деформации, неравномерности засветки больших полей пучком параллельных световых лучей.

Поэтому ведутся поиски эффективных методов проекционного переноса изображения на плату, что позволит исключить один из главных недостатков контактной печати — износ шаблонов.

Метод изготовления печатных плат существенно влияет на их схемно-конструкторские и эксплуатационно-экономические характеристики.

Метод изготовления ПП выбирают в зависимости от сложности принципиальной электрической схемы, конструктивно-технологических требований к разрабатываемому изделию и оснащенности предприятия-изготовителя необходимым оборудованием и оснасткой. Методы изготовления печатных плат отличаются по способу нанесения изображения печатных проводников и способу получения проводящего рисунка.

При химическом методе, основанном на травлении фольгированного диэлектрика, отверстия не металлизуются (рис. 1,а). Этот метод простой и обеспечивает высокую разрешающую способность и плотность монтажа, но малая надежность паяных соединений в неметаллизированных отверстиях не позволяет применять его для изделий, используемых в жестких условиях эксплуатации. При химическом методе нельзя получить двустороннюю печатную плату (ДПП) без использования пустотелых заклепок, других соединительных деталей, которые в целом снижают надежность изделий.

При комбинированном методе сочетается травление фольгированного диэлектрика с электрохимической металлизацией отверстий (рис. 1,б). Метод дорогой, но обеспечивает надежную пайку элементов. Его используют для изготовления ДПП, когда переходы с одной стороны платы на другую осуществляются за счет переходных металлизированных отверстий, получающихся непосредственно в процессе технологического цикла изготовления плат. Комбинированный позитивный метод обеспечивает высокую надежность.

Во избежание отслаивания контактных площадок при действии механических нагрузок при химическом методе изготовления все элементы должны быть установлены вплотную к плате без зазора (рис. 2,а). При комбинированном методе изготовления возможна установка элементов с зазором (рис. 2,б). Установка элементов с зазором в большинстве случаев более предпочтительна, так как исключается возможность скопления влаги и пыли в местах соприкосновения эле-

3. Сравнительная характеристика методов изготовления МПП

Показатель	Металлизация сквозных отверстий	Попарного прессования	Открытых контактных площадок	Послойного наращивания	Выступающих выводов
Надежность соединений	Хорошая	Малая	Отличная	Отличная	Отличная
Число слоев (максимальное)	20	4	8	5	15
Стойкость к внешним воздействиям	Без покрытия (средняя)	Удовлетворительная	Удовлетворительная	Хорошая	Хорошая
Число производственных операций	Среднее	Среднее	Малое	Большое	Малое
Межслойное соединение	Электроосаждение	Электроосаждение	Проволочная перемычка	Электроосаждение	Пайка или сварка выводов
Плотность монтажа	Высокая	Средняя	Низкая	Высокая	Средняя
Изменяемость конструкции	Трудная	Трудная	Простая	Трудная	Трудная
Ремонтопригодность	Плохая	Плохая	Плохая	Плохая	Средняя
Длительность цикла изготовления	Средняя	Средняя	Малая	Большая	Средняя
Стоимость	Низкая	Низкая	Низкая	Высокая	Высокая
Вид устанавливаемых выводов микросхем	Штырьковые, планарные	Штырьковые, планарные	Планарные	Планарные	Планарные

4. Сравнительная характеристика методов изготовления печатных плат

Метод	Разрешающая способность, мм	Преимущества	Недостатки
Субтрактивный	0,2—0,3	Наличие оснащения для всех типов производства Высокая адгезия и пластичность проводников	Расход меди и травителей Большой диаметр металлизированных отверстий ($k^* \geq 1:2$)
Полуаддитивный: на фольгированном диэлектрике	0,15—0,2	Высокая адгезия проводников без использования адгезивов	Большой диаметр металлизированных отверстий ($k^* \geq 1:2$)
с химической металлизацией поверхности	0,1—0,2	Использование нефольгированного материала	Сохранение операции травления Необходимость активации и частичной металлизации Большой диаметр отверстий ($k^* \geq 1:2$)
Аддитивный	0,1—0,15	Использование недорогостоящего материала Исключение травлений меди Высокая однородность структуры и чистота осаждения меди Высокая производительность и выход годных плат Малый диаметр металлизированных отверстий ($k^* \geq 1:5$)	Низкая скорость осаждения меди и сложность контроля за процессом металлизации Непригодность для мелкосерийного производства
Аддитивный безрезистный (типа «фотоформ»)	0,075—0,125	Те же, что у аддитивного, а также: Исключение фоторезистов Уменьшение трудоемкости Возможность полной автоматизации Наивысшая плотность рисунка	Те же, что у аддитивного

* k^* — отношение диаметра к толщине платы.

ментов с платой, а при использовании ДПП отпадает необходимость в специальных изоляционных прокладках под элементы. Установку элементов с зазором или без зазора следует проводить только после анализа механической устойчивости конструкции к действию вибраций и ударов.

Многослойные печатные платы (МПП) используются для получения большей плотности монтажа в малогабаритной РЭА. Сравнительная характеристика методов изготовления МПП приведена в табл. 3.

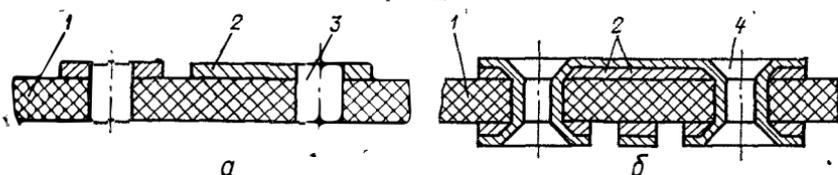


Рис.1. Печатная плата, изготовленная: а — химическим методом; б — комбинированным (двухсторонняя); 1 — основание платы; 2 — проводник или контактная площадка; 3 — отверстие неметаллизированное; 4 — отверстие металлизированное

Выбор метода изготовления ПП проводится на этапе эскизной компоновки, в процессе которой определяются габаритные размеры, плотность монтажа, а также тип платы (ОПП, ДПП, МПП). При выборе метода следует учитывать электрические параметры схемы (паразитные связи, токонесущую способность проводников и т. д.), условия эксплуатации (климатические и механические воздействия), технологические возможности конкретного производства и эконо-

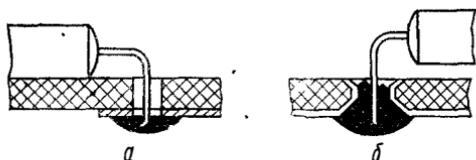


Рис.2. Распайка выводов навесного элемента:

а — в неметаллизированном отверстии; б — в металлизированном отверстии ПП с зазором

мические факторы. В настоящее время используют субтрактивные процессы изготовления, которые хорошо освоены в отечественной промышленности. В некоторых отраслях промышленности освоены и полуаддитивные методы изготовления ДПП по 3-му классу плотности монтажа. Сравнительная характеристика методов изготовления печатных плат приведена в табл. 4.

б. Сопротивление изоляции, МОм, в различных климатических условиях

Материал основания	Контроль при нормальных условиях		Влажность воздуха при температуре 40° С				При повышенной температуре	
	автоматизированный	ручной	85 %		93 %		85° С 100° С	
			2 сут	4 сут	10 сут	21 сут	2 ч	2 ч
Гетинакс	100	5000	1	—	—	—	20	—
Текстолит* (стеклотекстолит)	100	10 000 (1000)	—	20 (1)	5 (1)	1 (0,5)	—	200 (10)
Лавсан, фторопласт	100	10 000	—	20	5	1	—	200

Примечание: В скобках указано сопротивление изоляции между цепями питания в МПП. При повышенной влажности для МПП с размерами более 170×240 мм допускается уменьшение сопротивления изоляции между цепями питания до 0,1 МОм. Испытания на воздействие повышенной влажности 93 % при температуре 40 °С в течение 10 и 21 сут проводятся, если такие испытания предусмотрены в технических требованиях (ТТ) или в технических условиях (ТУ) на аппаратуру.

6. Испытательное напряжение, В, печатных плат и ГПК

Расстояние между элементами проводящего рисунка, мм	Материал основания						
	Гетинакс			Лавсан, стеклотекстолит, фторопласт			
	при нормальных условиях	после воздействия повышенной влажности 85 % и температуры 40° С в течение 2 сут	при понижении давления до 46 700 Па (350 мм рт. ст.)	при нормальных условиях	после воздействия повышенной влажности 93 % и температуры 40° С в течение 4 сут	При понижении давления	
46 700 Па (350 мм рт. ст.)						666 Па (5 мм рт. ст.)	
0,15	—	—	—	150	50	45	30
0,2	—	—	—	200	100	75	50
0,25	150	100	50	250	125	100	75
0,3	200	150	75	350	150	125	100
0,4	350	200	100	500	200	150	125
0,5	500	250	150	700	300	200	150
0,6	550	300	200	800	400	250	200
0,7	600	350	250	900	500	300	250
0,8	650	400	300	1000	600	400	300
0,9	700	450	350	1100	700	500	350
1	800	500	400	1200	800	600	400
1,2	900	600	450	1500	900	700	450
1,5	1200	700	500	1800	1100	800	600
2,5	1500	900	600	2100	1300	1000	750

Примечание. Электрическая прочность после воздействия повышенной влажности 85 или 93 % и температуры 40° С в условиях пониженного давления 666 Па (5 мм рт. ст.) проверяется при наличии дополнительного требования в ТТ на аппаратуру.

7. Сопротивления печатных проводников, Ом, длиной 1 м

Толщина фольги, мкм	Метод изготовления ПП или слоев МПП	Ширина проводника, мм												
		0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,5	2	3
20	Химический	6,6	5	4	3,3	2,5	2	1,66	1,45	1,25	1	0,66	0,5	0,33
35		3,8	2,85	2,29	1,9	1,42	1,1	0,95	0,81	0,71	0,57	0,38	0,28	0,19
50		2,66	2	1,6	1,33	1	0,8	0,66	0,57	0,5	0,4	0,26	0,2	0,13
20	Комбинированный позитивный	4,1	3,1	2,46	1,9	1,5	1,2	0,9	0,9	1,1	0,6	0,7	0,3	0,18
35		2,8	2,1	1,63	1,4	1,05	0,8	0,7	0,55	0,6	0,4	0,28	0,27	0,14
50		2,14	1,6	1,28	1,1	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	0,32	0,2	0,16	0,1
—	Электрохимический*	10,66	8	6,4	5,33	4	3,2	2,66	2,28	2	1,6	1,06	0,8	0,53

* Минимальная толщина печатного проводника 35 мкм.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Основные требования к электрическим параметрам печатных плат сформулированы в ГОСТ 23751—79 и отраслевых стандартах.

Сопrotивление изоляции между разобшенными элементами проводящего рисунка при минимальном расстоянии между ними приведено в табл. 5.

Электрическая прочность изоляции между электрически несвязанными элементами проводящего рисунка должна быть такой, чтобы не было пробоев и поверхностных перекрытий при действии в течение 1 мин испытательных напряжений (табл. 6).

8. Нормы допустимых рабочих электрических напряжений, В

Материал основания	Расстояние между проводниками, мм													
	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,5	2,5
Гетинакс	—	—	30	50	75	100	125	150	175	200	250	300	400	450
Стеклотекстолит	20	25	30	50	75	100	125	150	175	200	250	300	400	450

Плотность электрического тока в печатном проводнике не должна превышать $20 \cdot 10^6$ А/м² для односторонних, двусторонних печатных плат и наружных слоев МПП и $15 \cdot 10^6$ А/м²— для внутренних слоев МПП.

Сопrotивление печатных проводников зависит от метода изготовления плат, толщины и ширины печатных проводников (табл. 7).

Нормы допустимых рабочих электрических напряжений между печатными проводниками, расположенными в одной плоскости, независимо от защиты электроизоляционным лаком, приведены в табл. 8. Для схем с напряжением свыше 250 В нельзя применять МПП. Если напряжение в схеме выше указанных в табл. 8, не рекомендуется применять ПП.

Допустимый ток для печатных проводников приведен в табл. 9.

Электрические параметры ПП регламентируются как в условиях эксплуатации, так и после транспортировки и хранения в определенных условиях.

В многослойных печатных платах печатные проводники проходят на близком расстоянии друг от друга и имеют малые размеры сечения. Поэтому для МПП

9. Допустимый ток, А, для печатных проводников

Толщина фольги, мкм	Минимальная толщина печатного проводника, мкм	Метод изготовления	Ширина проводника,						
			0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6
20	—	Химический: внутренние слои МПП	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12	0,15	0,18
35			0,08	0,1	0,13	0,16	0,21	0,26	0,32
50			0,11	0,15	0,19	0,23	0,3	0,37	0,45
20	—	наружные слои ОПП, ДПП	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,24
35			0,11	0,14	0,18	0,21	0,28	0,35	0,42
50			0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6
20	75	Комбинированный позитивный	0,23	0,3	0,38	0,45	0,6	0,75	0,9
35	80		0,24	0,32	0,4	0,48	0,64	0,8	0,96
50	95		0,29	0,38	0,48	0,57	0,76	0,95	1,14
—	35	Электрохимический	0,11	0,14	0,18	0,21	0,28	0,35	0,42

важно учитывать влияние отдельных печатных элементов схемы друг на друга (паразитные емкости, взаимондуктивности и т.д.). Эти взаимосвязи обязательно учитывают при проектировании аппаратуры на микросхемах. В такой аппаратуре, обладающей большой плотностью компоновки, время переключения элементов составляет единицы наносекунд.

Электрические параметры МПП аналогичны электрическим параметрам ОПП. К электрическим параметрам МПП относятся: омическое сопротивление сквозных соединительных отверстий, их токонесущая способность и сопротивление стыка между металлизированным отверстием и внутренним слоем МПП. Электрические параметры МПП зависят от большого числа факторов, поэтому их

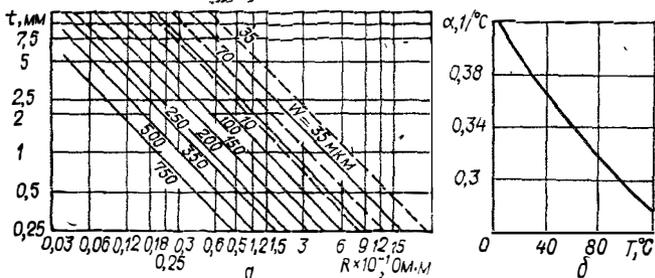


Рис.3. Зависимость сопротивления печатных проводников от ширины при различной толщине (а) и зависимость температурного коэффициента изменения сопротивления от температуры (б): — — — $T = 20^\circ\text{C}$; - - - - $T = 125^\circ\text{C}$

расчет весьма сложен. Для оценки электрических характеристик МПП используют упрощенные методы расчета, позволяющие получить параметры, которые уточняются на этапе изготовления опытной партии ПП.

Постоянный ток распределяется в печатных проводниках равномерно, поэтому сопротивление печатного проводника постоянному току $R = \rho l t \omega$, где ρ — удельное сопротивление материала проводника, Ом · м; l — длина проводника, мм; t — ширина проводника, мм; ω — толщина проводника, мкм.

При этом предполагается, что материал проводника однороден и не имеет включений других веществ. Следует учитывать, что удельное сопротивление печатных проводников зависит от технологии изготовления. Например, для медной катаной фольги удельное сопротивление в нормальных условиях $0,0175 \cdot 10^{-6}$ Ом · м, а для медных проводников, полученных электрохимическим методом, оно составляет $0,05 \cdot 10^{-6}$ Ом · м, т. е. в 2—3 раза больше.

Для расчета омического сопротивления печатных проводников используют графические зависимости сопротивления от ширины t и толщины ω печатного проводника (рис. 3,а). Сопротивление проводника при любой температуре T_2 , если известно сопротивление R_{T1} при температуре T_1 ,

$$R_{T_2} = R_{T_1} [1 + \alpha (T_2 - T_1)],$$

где α — температурный коэффициент изменения сопротивления. Зависи-

мм						
	0,7	0,8	1	1,5	2	3
	0,21	0,24	0,3	0,45	0,6	0,9
	0,37	0,42	0,53	0,79	1,05	1,58
	0,53	0,6	0,75	1,13	1,5	2,25
	0,28	0,32	0,4	0,6	0,8	1,2
	0,49	0,56	0,7	1,05	1,4	2,1
	0,7	0,8	1	1,5	2	3
	1,05	1,2	1,5	2,25	3	4,5
	1,12	1,28	1,6	2,4	3,2	4,8
	1,33	1,52	1,9	2,85	3,8	5,7
	0,49	0,56	0,7	1,05	1,4	2,1

мость температурного коэффициента меди от температуры показана на рис. 3,б.

Переменный ток (в отличие от постоянного) распределяется в печатных проводниках неравномерно, что обусловлено возникновением поверхностного эффекта. При протекании по проводнику высокочастотного переменного тока внутри его образуется магнитное поле, вызывающее возникновение индуктивного

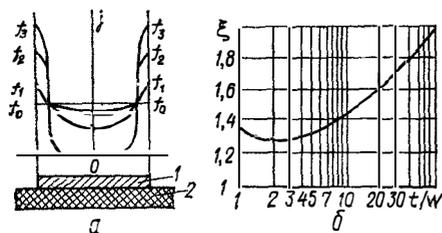


Рис.4. Распределение плотности тока по сечению печатного проводника (а) и зависимость коэффициента концентрации тока на углах сечения проводника от отношения t/w (б):

1 — печатный проводник; 2 — диэлектрическое основание ПП ($j_3 > j_2 > j_1 > j_0$)

шается. С увеличением частоты поверхностный эффект проявляется сильнее и во внутренних слоях проводника ток практически отсутствует (рис. 4,а). Оценивается поверхностный эффект эффективной глубиной проникновения тока $d_{эф} = 0,5 \sqrt{\rho/\bar{f}} = \psi/\sqrt{\bar{f}}$, где \bar{f} — частота переменного тока, МГц; $\psi = 0,5 \sqrt{\rho}$ — коэффициент, зависящий от свойств токопроводящего материала и

10. Коэффициенты ψ и θ для оценки поверхностного эффекта

Материал проводника	ψ	$\theta \times 10^{-4}$
Медь	0,066	2,65
Серебро	0,064	2,54
Алюминий	0,084	3,34
Золото	0,077	3,08

тока. В результате происходит перераспределение тока по сечению проводника. Ближе к наружной поверхности проводника плотность тока возрастает, а ближе к центру уменьшается.

С увеличением частоты поверхностный эффект проявляется сильнее и во внутренних слоях проводника ток практически отсутствует (рис. 4,а). Оценивается поверхностный эффект эффективной глубиной проникновения тока $d_{эф} = 0,5 \sqrt{\rho/\bar{f}} = \psi/\sqrt{\bar{f}}$, где \bar{f} — частота переменного тока, МГц; $\psi = 0,5 \sqrt{\rho}$ — коэффициент, зависящий от свойств токопроводящего материала и

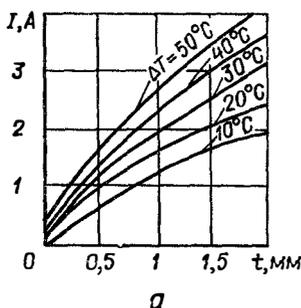
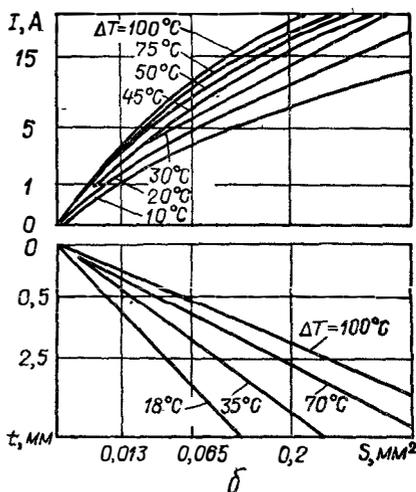


Рис.5. График зависимости тока печатных проводников, расположенных на внутренних (а) и наружных (б) слоях, полученных методом травления фольги, от размеров t и s



покрытия. Значения ψ для разных проводящих материалов приведены в табл. 10. При расчете сопротивления печатного проводника переменному току используют понятие удельного поверхностного сопротивления, это сопротивление квадратной площадки проводника со стороной 1 см: $\rho_s = \theta \sqrt{\bar{f}}$, где $\theta = 20 \cdot \sqrt{\rho} \cdot 10^{-4}$ — коэф-

коэффициент, значения которого приведены в табл. 10. В итоге сопротивление печатного проводника на высоких частотах $R_f = 10^3 \rho_s l / (tw)$, для плоских медных проводников $R_{fm} = 0,013 \xi \sqrt{l} / (tw)$, где ξ — коэффициент концентрации тока на углах сечения проводника, зависимость ξ от отношения ширины плоского проводника к его толщине показана на рис. 4, б. Если медный проводник покрывают другим

11. Максимально допустимый ток, А, печатных проводников

Размеры проводника			Температура окружающей среды, °С				
Ширина, мм	Толщина, мкм	Поперечное сечение, мм ²	10	20	30	40	60
0,625	35	0,022	0,8	1,2	1,4	1,7	1,8
1,25	35	0,044	1,4	1,9	2,2	2,6	3
1,875	35	0,066	1,8	2,4	3	3,6	4,1
2,5	35	0,088	2,1	3	3,3	4,4	5,3
0,625	70	0,044	1,4	1,9	2,2	2,6	3
1,25	70	0,088	2,1	3	3,7	4,4	5,7
1,875	70	0,132	2,9	4	5	5,8	6,8
2,5	70	0,176	3,4	5	6,3	7,4	8

Примечание. Значения тока для создания запаса по надежности уменьшены вдвое по сравнению с максимально допустимыми.

металлом, то R_f определяют с учетом поправочного коэффициента $\beta = \sqrt{\rho_n / \rho_m}$, где ρ_n и ρ_m — удельное сопротивление соответственно материала покрытия и меди.

Токонесущая способность печатного проводника определяется с учетом допустимого перегрева его относительно температуры окружающей среды, которая зависит от назначения аппаратуры. Это значит, что токонесущая способность задается для конкретных конструкций и заданных условий эксплуатации.

Максимально допустимый ток печатных проводников на внутренних слоях МПП приведен в табл. 11 и на рис. 5, а. Допустимый ток проводников на наружных слоях определяется по рис. 5, б. Максимально допустимый ток в печатных проводниках с учетом допустимой плотности тока $I_{\text{доп}} I_{\text{макдоп}} = 10^{-3} I_{\text{доп}} tw$.

Необходимую для надежной работы ширину проводника t выбирают из условия $t \geq 10^3 l / j_{\text{доп}} \omega$, где l — ток, протекающий в проводнике; ω — толщина проводника.

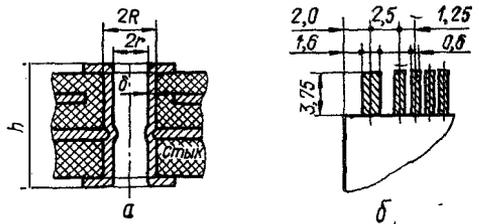


Рис. 6. Продольное сечение сквозного металлизированного отверстия МПП (а) и расположение контактных лепестков ГПК (б)

При разработке МПП учитывают конечную проводимость и токонесущую способность металлизированных отверстий, а также неоднородности, вносимые ими в цепи высокочастотных сигналов. От постоянства сопротивления металлизированных отверстий зависит надежность функционирования МПП. Общее сопротивление сквозного металлизированного отверстия (рис. 6, а) складывается из сквозного сопротивления $R_{\text{скв}}$ металлизированного покрытия между слоями и сопротивления стыка $R_{\text{ст}}$ между переходным отверстием и торцом внутреннего слоя. Сквозные отверстия металлизуются химическим и гальваническим наращиванием меди на стенки отверстий. Такие покрытия имеют удельное сопротивление $\rho' = 52 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, втрое большее удельного сопротивления медной катаной фольги ($\rho = 17,3 \text{ Ом} \cdot \text{м}$). Сопротивление покрытия переходного отверстия $R_{\text{скв}} = \rho' h / \pi (R^2 - r^2) = \rho' h / \pi (2\pi R s - \rho^2)$, где h — высота отверстия; $2R$ — внешний диаметр отверстия; $2r$ — внутренний диаметр отверстий; s — толщина металлизации.

Удельное сопротивление покрытия в отверстии (сопротивление на 1 мм толщины многослойной платы) $R'_{\text{скв}} = \rho'/\pi (2Rs - s^2)$. Однако $s \ll R$, тогда $R'_{\text{скв}} = \rho'/2\pi Rs$. Сопротивление переходных отверстий составляет единицы миллиома, а сопротивление контактного перехода между отверстием и внутренним слоем МПП — доли миллиома. Так как сквозное металлизированное отверстие находится внутри платы, то его токонесущая способность меньше токонесущей способности печатных проводников. Если рассчитать максимально допустимый ток через металлизированное отверстие, то этот ток приблизительно равен максимально допустимому току через печатный проводник.

4. НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Конструирование печатных плат состоит из следующих основных этапов: изучение технического задания на разработку изделия, блока, ячейки и т. д.; определение конфигурации и габаритных размеров ПП; определение рационального взаимного положения навесных элементов на ПП; трассировка соединений на плате; проверка проводящего рисунка печатной платы; разработка конструкторской документации в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и указанных выше нормативных документов.

Конфигурация и габаритные размеры ПП зависят от габаритных размеров разрабатываемого изделия, электрической схемы, применяемых навесных элементов, эксплуатационных требований, предъявляемых к изделию, технико-экономических показателей. Предпочтительной является прямоугольная форма ПП.

Навесные элементы необходимо размещать с учетом электрических связей и теплового режима с обеспечением минимальных значений длины электрических связей, количества переходов печатных проводников со слоя на слой, паразитных связей между навесными элементами, необходимо также стремиться к возможно равномерному распределению масс навесных элементов по поверхности платы с установкой элементов с большой массой вблизи мест механического крепления платы. Установочные размеры и варианты установки навесных элементов выбирают в соответствии с действующими стандартами на установку навесных элементов.

Наиболее трудоемким этапом технического проектирования ПП является трассировка соединений. Трассировка заключается в соединении между собой контактов каждого из элементов или из комплексов.

Основными ограничениями при трассировке являются недопустимость пересечения в одном слое проводников различных цепей и метрические ограничения, связанные с ограниченным объемом монтажного пространства и размерами проводящих соединений. При трассировке учитываются следующие параметры: суммарная длина соединений, число межслойных переходов, число углов в соединениях, взаимные наводки трасс различных цепей, число слоев проводящих соединений. Трассировка соединений после компоновки элементов должна выполняться так, чтобы обеспечивались заданные электрические параметры изделия. Для этого нужно выделить на схеме цепи сигнала, питания и корпуса («земли»), чтобы определить необходимые требования по трассировке проводников для каждой из этих цепей. Следует учитывать функциональное назначение узлов РЭА, размещаемых на ПП.

Например, для разнообразных логических ячеек, цифровых устройств (триггеров, мультивибраторов, дешифраторов и др.) наиболее важным требованием при их реализации является быстрдействие схемы. Это ограничивает общую суммарную длину всех проводников и в первую очередь цепей сигнала, поскольку длина соединений влияет на время распространения сигнала. В симметричных схемах (триггер, мультивибратор и т. п.) симметрия должна соблюдаться в конструкции ПП, т. е. необходима симметричная трассировка проводников на плате. В таком случае вносимая в схему монтажная емкость приблизительно одинаковая и не нарушает процесса правильного переброса схемы из одного состояния в другое и обратно.

Наиболее критичными к взаимовлиянию цепей являются различного рода усилительные схемы, в которых наводки часто приводят к самовозбуждению схемы. Для уменьшения наводок требуется разносить входные и выходные цепи

по возможности дальше друг от друга, для чего часто используется расположение каскадов в «линейку».

Наряду с обеспечением заданных электрических параметров изделия трассировка должна обеспечивать проведение наибольшего числа соединений при ограниченных размерах монтажного пространства.

Проводящий рисунок печатной платы, разработанный в результате трассировки соединений, должен удовлетворять следующим требованиям: соответствовать принципиальной электрической схеме; всем конструктивным, технологическим и электрическим требованиям; обеспечивать нормальную работу схемы при соответствующих условиях эксплуатации и удобство сборочно-монтажных и регулировочных работ.

Печатные платы по плотности проводящего рисунка подразделяются на три класса: 1-й характеризуется наименьшей плотностью проводящего рисунка, а 2-й и 3-й — повышенной и высокой плотностью.

12. Размеры элементов проводящего рисунка, мм

Параметр	Класс		
	1	2	3
Ширина проводника	0,5	0,25	0,15
Расстояние между проводниками, контактными площадками, проводником и контактной площадкой или проводником и металлизированным отверстием от края просверленного отверстия до края контактной площадки данного отверстия	0,5	0,25	0,15
Отношение минимального диаметра металлизированного отверстия к толщине платы	0,05; 0,15*	0,035	0,025
	0,4	0,33	0,33

* Применяют при выполнении отверстий штамповкой.

Зависимость расстояния между проводниками и размерами элементов проводящего рисунка приведена в табл. 12. При наличии элементов проводящего рисунка разных классов плату следует относить к более высокому классу. Для МПП и ДПП, изготовляемых химическим методом, 3-й класс плотности не применяют. Для любых плат предпочтительным является 1-й класс плотности проводящего рисунка, 2-й класс не рекомендуется использовать на платах с размерами более 240 × 240 мм, а 3-й класс — на платах с размерами более 170 × 170 мм.

Плотность проводящего рисунка ГПК определяется шагом расположения печатных проводников, который выбирается равным 1,25 и 2,5 мм. Для МПП предпочтительной конструкцией является плата, у которой наружные слои имеют только контактные площадки.

При конструировании ПП ширина проводников и расстояний между ними в свободных местах не должны быть менее: 0,7 мм — для 1-го класса плотности, 0,4 мм — для 2-го, 0,25 мм — для 3-го.

Радиус изгиба ГПП не должен быть менее 10 мм, а для ГПК — менее 3 мм. При конструировании ГПК применяют 1-й или 2-й класс плотности, ГПК окаичиваются контактными лепестками, которые выполняют с шириной меньше на 0,2 мм ширины контактных площадок на плате, к которым их подсоединяют. Расстояние от края ГПК до проводника не должно быть менее 1 мм. Рекомендуемое расположение контактных лепестков ГПК показано на рис. 6.6. Чертежи на ПП и ГПК выполняют в соответствии с требованиями ЕСКД (ГОСТ 2. 417—78).

Требования к основным размерам. Применение плат больших размеров и сложной геометрической формы не рекомендуется из-за малой механической прочности, сложности обработки и главным образом из-за возникновения значительного коробления, образующегося в процессе технологического цикла изготовления. Допустимая величина коробления приведена в табл. 13.

Основные размеры и шаг координатной сетки должны соответствовать ГОСТ 10317—79: шаг координатной сетки 2,5; 1,25; 0,5*мм; размер каждой стороны печатной платы должен быть кратным 2,5 при длине до 100 мм, 5 при длине до

350 мм, 10 при длине более 350 мм. Максимальный размер любой из сторон должен быть не более 470 мм, а допуски на линейные размеры сторон выбирают согласно СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 145—75. Соотношение линейных размеров сторон ПП должно быть не более 3 : 1. Отклонение от прямоугольности ПП не должно быть более 0,2 мм на 100 мм длины.

13. Допустимое значение коробления платы, мм

Наименьший размер заготовки, мм	Платы	
	без экранов	с экраном
50	2	3
100	4	5
200	5	6
250	6	7
300	7	8
450	8	9

Максимальные размеры ГПК определяются конструкцией изделия и технологическими возможностями их производства.

Толщина ОПП и ДПП определяется толщиной выбранного материала. Толщина ГПП выбирается в пределах 0,1—0,5 мм, а ГПК — в пределах 0,06—0,3 мм, толщина МПП $H_{расч}$ зависит от толщины материала, числа слоев, толщины прокладок (по стеклоткани) между слоями и их количества, технологии склеивания

$$H_{расч} = \sum H_c + (0,5...1) \sum H_{пр},$$

где H_c — номинальная толщина материала слоя печатной платы, мм; $H_{пр}$ — номинальная толщина прокладки по стеклоткани, мм.

Толщина склеивающих прокладок между смежными слоями должна быть не менее двух толщин проводников, располагающихся на внутренних слоях, между которыми рассчитывают число прокладок. Рекомендуемые толщины плат 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 мм. Предельные отклонения суммарной толщины ОПП, ДПП, МПП и ГПК определяются допуском на толщину материала платы и допуском на толщину гальванических покрытий, а предельные отклонения на толщину ГПК определяются допуском на толщину материала.

Требования к расположению и размерам отверстий. Центры всех отверстий на печатной плате, включая крепежные, должны располагаться в узлах координатной сетки. Центры отверстий, предназначенных под выводы многовыводных навесных элементов (микросхемы, разъемы, реле и т. д., которые из-за кон-

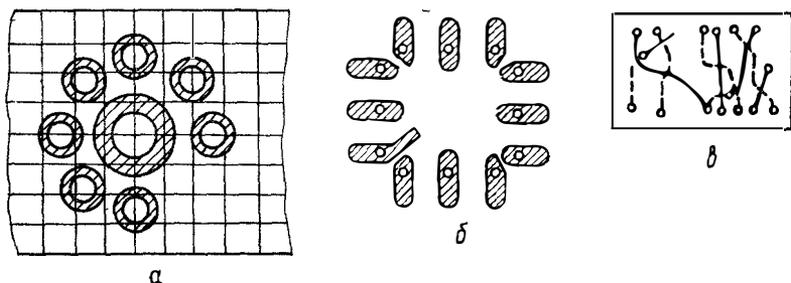


Рис. 7. Расположение отверстий для многовыводного элемента (а), форма контактной площадки под начальный вывод многоконтактного элемента (б) и размещение скрещивающихся проводников на ПП (в):

— на лицевой стороне платы; - - - - на противоположной

структивных особенностей элемента не попадают в узлы координатной сетки), располагаются в соответствии с размерами, указанными в нормативной документации на эти элементы (ГОСТ, ТУ, чертежи и т. д.). Центр отверстия, принятого за основное, должен располагаться в узле сетки, остальные отверстия для этого элемента следует по возможности располагать на вертикальных или горизонтальных линиях координатной сетки (рис. 7, а).

* Шаг координатной сетки 0,5 мм не распространяется на присоединительные размеры любых навесных элементов, устанавливаемых на ПП.

Для избежания возникновения трещин в плате не следует применять отверстий сложной формы с углами меньше 90° , а также узких, длинных прямоугольных отверстий. Выбор размеров отверстий связан с толщиной платы, от которой зависит качество металлизации в отверстиях, а также сохранение целостности структуры материала платы при механической обработке. От соотношения диаметра отверстия к толщине платы зависит качество механической обработки, которая во многом определяет надежность ПП. Установлено, что чем толще плата, тем шире зона частичного (даже полного) разрушения материала, а при одинаковой толщине платы зоны разрушения больше у отверстий с малыми диаметрами. Например, у гетинакса толщиной 1,5 мм при диаметре отверстия $d = 1,3$ мм ширина зоны разрушения 0,95 мм. Оптимальное соотношение между диаметром отверстия и толщиной платы: для гетинакса $d \geq 0,6h$, для стеклотекстолита $d \geq 0,4h$ (для плат с наиболее распространенной толщиной материалов от 0,5 мм до 3 мм).

Размеры и конфигурацию крепежных и других конструктивных и технологических отверстий следует выбрать по ГОСТ 11284—75 в зависимости от требований к конструкции и технологии изготовления изделия. Центры этих отверстий рекомендуется также располагать в узлах координатной сетки. Максимальные отклонения расстояний между центрами отверстий не должны быть более $\pm 0,2$ мм для плат 1-го класса, $\pm 0,1$ мм для плат 2-го и 3-го классов.

Диаметры монтажных и переходных металлизированных и неметаллизированных отверстий приведены в табл. 14.

Допускается по ГОСТ 10317—79 использование диаметров монтажных переходных и металлизированных отверстий из ряда: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 2; 2,1; 2,2; 2,4; 2,5; 2,6; 2,7; 2,8; 3 мм. Для других диаметров металлизированных отверстий по ГОСТ 10317—79 (не указанных в табл. 14) разница между диаметром металлизированного отверстия и диаметром вывода должна быть не более: 0,4 мм для выводов диаметром 0,4—0,8 мм; 0,6 мм для выводов диаметром свыше 0,8 мм. Монтажные отверстия для плоских выводов следует выбирать аналогично, как и для круглых, образуемых диаметром окружности, описанной вокруг сечения вывода. Допуски на обработки отверстий следующие: $\pm 0,05$ мм для отверстий диаметром до 0,4 мм; $\pm 0,1$ мм для отверстий диаметром 0,4—0,8 мм; $\pm 0,12$ мм для отверстий диаметром свыше 0,8 мм.

Шероховатость поверхностей монтажных неметаллизированных отверстий и торцов ПП должна соответствовать ГОСТ 2789—73 $R_z \leq 80$, а для металлизированных поверхностей $R_z \leq 40$. Металлизированные отверстия следует выполнять без зенкерования.

Отверстия, соединенные печатными проводниками, и отверстия под выводы навесных элементов, а также металлизированные отверстия на наружных слоях ДПП и МПП со стороны фольги должны иметь контактные площадки. На внутренних слоях МПП контактные площадки должны быть у отверстий на тех слоях, по которым к ним подходят проводники. Для повышения надежности предусматриваются контактные площадки на внутренних слоях МПП у металлизированных отверстий, электрически не связанных с этими слоями. Контактные площадки служат переходным звеном от отверстия, в которое впаивается вывод устанавливаемого элемента, к печатному проводнику. Контактные площадки выполняют прямоугольной, круглой или близкой к ним форме. Контактную площадку со специфическим назначением, например, обозначением первого вывода многовыводного навесного элемента, выполняют по форме, отличной от формы других контактных площадок (рис. 7,б).

Размеры контактных площадок выбирают с учетом механических нагрузок и массы устанавливаемых элементов. Поскольку имеются ограничения по массе устанавливаемых элементов на ПП и в изделиях РЭА, то в большинстве случаев

14. Диаметры отверстий в ПП, мм

Номинальный диаметр монтажного отверстия		Максимальный диаметр вывода навесного элемента
неметаллизированного	переходного металлизированного с учетом металлизации	
0,5	0,4	—
0,7	0,6	До 0,4
0,9	0,8	0,4—0,6
1,1	1,0	0,6—0,8
1,6	1,5	0,8—1,3
2,1	2,0	1,3—1,7

необходимая виброизоляция обеспечивается. Эти факторы при выборе размеров контактных площадок учитываются редко.

При увеличении площади контактных площадок улучшается качество паяных соединений, уменьшается возможность их отрыва от основания платы как при изготовлении, так и в эксплуатации (сила сцепления фольги с основанием 25—30 кг/см²).

При конструировании и изготовлении ДПП и ОПП химическим методом возможно занижение контактной площадки с одной или двух сторон. Площадь оставшейся части контактной площадки, за вычетом площади отверстия, должна составлять не менее 2,5 мм² для печатных плат 1-го класса плотности и не менее 1,6 мм² для печатных плат 2-го класса плотности. На платах, в которых отверстия выполняются штамповкой, площадь оставшейся части контактной площадки без учета площади отверстия должна составлять не менее 5 мм².

Зависимость минимального диаметра контактной площадки от диаметра отверстия приведена в табл. 15 (по данным, рекомендованным Международной электротехнической комиссией (МЭК)).

15. Диаметры контактных площадок и отверстий, мм

Минимальный диаметр: отверстия	0,6	0,8	1	1,3	1,5	2
контактных площадок	1,8	2,3	2,5	2,8	3	3,5

Требования к размерам и расположению проводников. Важнейшим параметром для печатных проводников является их ширина, которая зависит от допустимой плотности тока, допустимой температуры нагрева при максимальной допустимой токовой нагрузке, от толщины слоя фольги, разрешающей способности технологического оборудования. Минимально допустимая ширина проводников и расстояний между ними приведены в табл. 12.

Вследствие того, что печатные проводники имеют хороший тепловой контакт со средой и диэлектрическим основанием, они выдерживают значительно большую плотность тока по сравнению с объемными проводниками. Например, плотность тока мгновенного сгорания для печатного проводника, полученного травлением, составляет 60 А/мм², а для объемного медного проводника — 15 А/мм². Допустимая плотность тока для объемных проводников не более 5 А/мм².

Для наиболее распространенных в промышленности фольгированных диэлектриков толщина фольги составляет 35 и 50 мкм. Для прохождения тока 0,5 А ширина печатного проводника должна быть 0,5 мм (толщина фольги 50 мкм), для сохранения того же тока при толщине фольги 35 мкм следует увеличить ширину проводника до 0,17 мм. При большой ширине проводников (более 5 мм) возникают затруднения с пайкой, но и слишком узкие проводники нежелательны, так как всегда существует вероятность подтравливания при химической обработке платы, что может привести к обрыву проводника. Целесообразная ширина проводника 1—1,5 мм. Ширину проводников обязательно рассчитывают для цепи питания и накала.

При расчете расстояния между проводниками следует учитывать допустимую напряженность поля, которая равна 1 кВ/мм.

Для предотвращения образования остатков припоя из-за натекания при пайке, что может привести к закорачиванию проводников, рекомендуется по возможности выдерживать зазор 1—1,5 мм между проводниками, а также между проводником и контактной площадкой. Печатные проводники выполняют одинаковой ширины на всем их протяжении. В узких местах (при ручном проектировании) следует сужать проводник до минимально допустимой его ширины на возможно меньшей длине.

Проводники располагают равномерно по всей площади печатной платы, а также на соседних и противоположных слоях печатной платы во взаимно перпендикулярных направлениях. Расстояния между проводниками и другими элементами проводящего рисунка, если возможно, увеличивают.

При прокладке длинных проводников шириной 0,25 мм и менее предусматривают местные расширения проводников в виде контактной площадки любой формы площадью не менее 1 мм². Расстояние между расширениями или между расширением и металлизированным отверстием (контактной площадкой) должно быть не более 100 мм. Элементы проводящего рисунка следует располагать от края печатной платы, паза, выреза, неметаллизированного отверстия (диаметром свыше 1,5 мм) на расстоянии, равном номинальной толщине печатной платы с учетом допуска на линейный размер печатной платы. Для ПП толщиной менее 1 мм и для ГПК это расстояние должно быть не менее 1 мм. Элементы проводящего рисунка следует располагать от края неметаллизированного отверстия с диаметром до 1,5 мм на расстоянии не менее 0,5 мм. Проводники шириной более 3 мм, расположенные на печатной плате со стороны шейки и на внутренних слоях МПП, выполняют аналогично экранам.

При конструировании ПП допускается использование навесных перемычек в случае невозможности реализации связей схемы печатными проводниками, но количество этих перемычек не должно превышать 5 % числа связей. Допускается применение объемных экранированных проводов, когда их количество указано в техническом задании на разработку.

При трассировке проводников на ПП необходимо учитывать электрические параметры схемы. Форма, длина и взаимное расположение проводников существенно влияют на электрические параметры схемы. Поэтому при разводке следует стремиться к минимальной длине проводников, особенно связанных с цепями передачи сигналов, поскольку увеличение длины проводников снижает быстродействие схемы. Входные цепи выполняют возможно короче для предотвращения подавления слабых сигналов шумами, а выходные — для уменьшения наводок. Проводники, связанные с входными и выходными цепями, размещают как можно дальше друг от друга и по возможности разделяют экранирующими участками фольги. Эффективность экранирования увеличивается с расширением зонь экрана. Для снижения наводок в ДПП и МПП проводники на разных сторонах платы следует располагать так, чтобы в местах скрещивания они были взаимно перпендикулярны (рис. 7, в). Взаимное ортогональное расположение проводников желательно и в соседних слоях МПП. Следует избегать сложных форм проводников, так как это приводит к увеличению паразитной индуктивности и емкости. Распределенная емкость параллельных проводников влияет на работу схемы, например, для платы толщиной 2,5 мм и толщиной фольги 50 мкм эта емкость равна нескольким единицам пикофард.

Зависимость емкости печатного монтажа от ширины проводника при параллельном расположении проводников приведена в табл. 16.

16. Зависимость емкости печатного монтажа от ширины проводника при параллельном расположении проводников

Параметр	Проводники с двухсторон	Проводники на одной стороне платы с расстоянием между ними 1 мм	Проводники и плоский экран на другой стороне платы
Ширина проводника, мм	1,5	1	1,5
Паразитная емкость, пФ, на 1 см длины проводника	1	0,5	2

С увеличением частотного диапазона необходимо более тщательно выполнять указанные требования. Для обеспечения технологичности ПП при разводке проводников следует по возможности ограничивать количество узких мест и уменьшать длину проводников в этих местах, располагать проводники по линиям координатной сетки, использовать свободные отверстия многвыводных навесных элементов (кроме микросхем) для прокладки проводников под этими элементами (рис. 8, а), избегать острых и резких перегибов проводника, а также проводников длиной более 100 мм. Если необходим длинный проводник (более 100 мм),

следует предусмотреть дополнительные свободные монтажные отверстия с контактными площадками (рис. 8, б). Переходы при разветвлении проводника или изменении его ширины, при сопряжении проводника с контактными площадками должны быть плавными с радиусами не менее 1 мм. В широких проводниках (более 3 мм) следует предусматривать вырезы в форме щели (рис. 9, а).

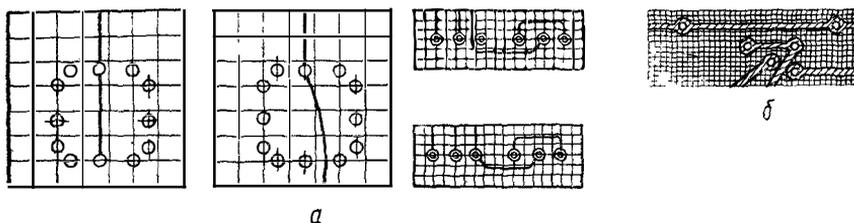


Рис. 8. Схемы прокладки проводников, использующие свободные монтажные отверстия (а) и дополнительные монтажные отверстия в углах резких перегибов проводника и в сверхдлинных проводниках (б)

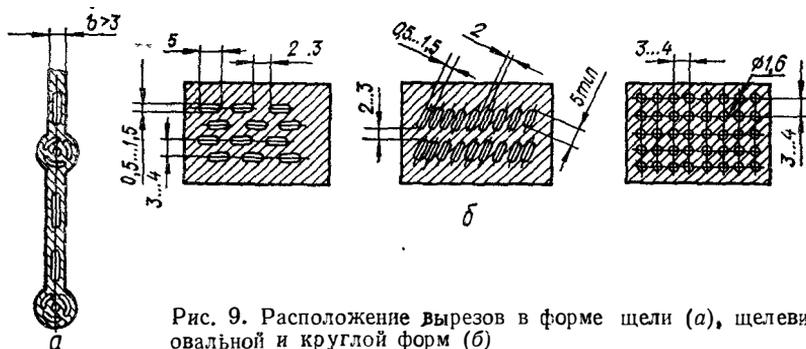


Рис. 9. Расположение вырезов в форме щели (а), щелевидной овальной и круглой форм (б)

При температурных воздействиях в процессе пайки возможно отслаивание проводников или их разрыв. Это происходит вследствие разных коэффициентов линейного расширения покрывающей (плакирующей) фольги и диэлектрического основания, а также выделения летучих газообразных веществ — продуктов полимеризации синтетического клея, крепящего медную фольгу. Плавные

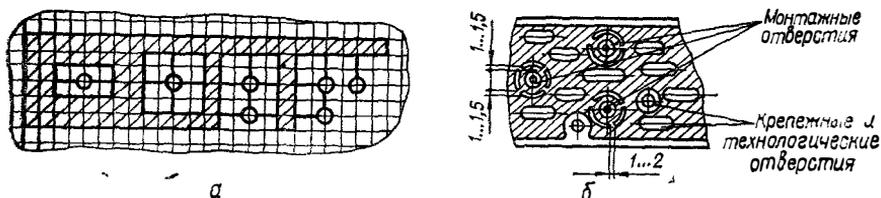


Рис. 10. Размещение в зоне экрана отверстий, электрически связанных с экраном, (а) и сегментных вырезов в фольге вокруг монтажных отверстий (б)

переходы проводников и вырезы в фольге устраняют местные температурные деформации, вызывающие появление указанных дефектов. Рациональное размещение проводников предусматривает комплексный учет схмотехнических, конструктивных и технологических требований.

Для уменьшения наводок за счет паразитной емкости между печатными проводниками иногда используют печатные экраны. Эти экраны следует выполнять не сплошными, а с вырезами. Вырезы могут иметь щелевидную, овальную или

круглую формы (рис. 9, б). Они предохраняют экран от вспучивания и отслаивания. Площадь вырезов в экранах внутренних слоев МПП должна быть не менее 50 % общей площади экрана в слое. Вырезы следует располагать равномерно по площади экрана.

При попадании в зону экрана отверстия, электрически с ним не связанного, следует вокруг него предусмотреть кольцевой или прямоугольный вырез шириной не менее 0,5 мм. При попадании в зону экрана отверстия, электрически связанного с экраном, его следует выполнять, как показано на рис. 10, а. При попадании в зону экрана переходного отверстия, электрически связанного с экраном, вырезы вокруг отверстия можно не предусматривать.

Для внутренних слоев МПП предпочтительны вырезы в экранах в форме сетки. При попадании монтажных отверстий в зону экрана около каждого отверстия, на расстоянии 1—1,5 мм от кромок отверстия, необходимо в фольге делать 2—4 сегментных выреза шириной 1—1,5 мм с расстоянием между ними 1—2 мм (рис. 10, б).

Специфические требования к конструированию МПП. Для повышения надежности микроминиатурной РЭА необходимо обеспечить минимальное число паяных соединений при уменьшении габаритных размеров изделий. Это требование выполняется в МПП, в которых удается расположить значительно большее число элементов на той же площади по сравнению с ОПП и ДПП, так как все соединения выполняются в некотором объеме. Выбор типа печатных плат (ДПП или МПП) зависит от требований к быстродействию РЭА, серийности, технологической оснащенности, сроков проектирования и изготовления. МПП, сохраняя свойства обычных печатных плат, имеют следующие особенности: более высокую плотность монтажа (увеличение плотности монтажа достигается добавлением слоев без существенного увеличения габаритных размеров); размещение монтажа в однородной диэлектрической среде, что повышает устойчивость к климатическим и механическим воздействиям; расположение внутри МПП экранирующих («земляных») слоев, что улучшает электрические параметры изделий и позволяет интенсифицировать теплоотвод; сокращение длины соединений между навесными элементами, что расширяет возможности использования МПП в диапазоне высоких частот. Скорость прохождения электрического сигнала в обычной МПП 15—20 см/нс. Современные интегральные логические схемы имеют задержку сигнала на каскад с длительностью перепада уровней сигнала 3—4 нс. Это значит, что печатные проводники начинают вести себя как «длинные линии» при длине 10—50 см, так как время прохождения сигнала в межсоединении оказывается одного порядка с временем прохождения сигнала через каскад микросхем.

Однако МПП обладают и недостатками: низкой ремонтопригодностью, высокой стоимостью, трудоемкостью разработки и технологическими трудностями (жесткие допуски на параметры печатного монтажа по сравнению с обычным), необходимостью использования специального прецизионного технологического оборудования, увеличением длительности технологического цикла изготовления плат с ужесточением контрольных операций. При выборе МПП необходимо учитывать число слоев, распределение участков соединений по слоям и последовательность размещения слоев в плате.

Суммарную толщину МПП выбирают с учетом требований механической прочности и условий качественной металлизации сквозных отверстий. Номинальная толщина МПП: 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; предельные отклонения толщины следующие: $\pm 0,15$ мм при толщине МПП до 1 мм включительно, $\pm 0,2$ мм при толщине МПП 1—2 мм, $\pm 0,3$ мм при толщине МПП 2—3 мм включительно.

Число слоев является важнейшим параметром МПП. Чем больше слоев, тем компактней печатный узел и короче соединительные печатные проводники, однако при этом усложняется и удорожается разрабатываемое изделие. Применяя существующие фольгированные пластики и склеивающие прокладки, можно изготовить платы с числом слоев более 20. Поскольку получение надежных межслойных соединений в основном определяет качество и надежность плат, число слоев следует ограничивать. Толщину диэлектрических слоев выбирают с учетом требований электрической прочности и допустимой межслойной емкости, при этом экономичность разработки повышается при использовании изолирующих слоев одинаковой толщины. Рекомендуется, чтобы толщина слоев была вдвое больше толщины проводников, а из технологических соображений она должна быть не менее 0,15—0,2 мм.

Общее число слоев МПП зависит от сложности электрической схемы. Например, для реализации межсоединений 25 микросхем достаточно 3—4 слоя, для соединений 50—60 микросхем — 5—6 слоев, а для соединения 450 микросхем — 12 слоев для стандартных размеров ПП. Число слоев платы зависит от количества проводников, которые можно располагать в любом слое. Поэтому необходимо проанализировать варианты размещения проводников в каждом слое и выбрать тот, при котором обеспечивается наименьшая суммарная длина проводников. Для большинства схем удобно выделять функциональные цепи (цепи питания, цепь нулевого потенциала, сигнальные цепи и т. п.) и каждую из них размещать в отдельном слое. Особенно важно в одном или двух отдельных слоях располагать цепи питания, поскольку они образуют сложные разветвления и затрудняют трассировку проводников других участков схемы. Цепи питания (или потенциальные цепи) для подвода постоянных напряжений служат также высокочастотным экраном для цепей сигнала. Их рассчитывают на достаточно большие токи (несколько ампер) и они должны иметь малую индуктивность. В слое МПП можно выполнить разводку проводников для подачи одного или нескольких

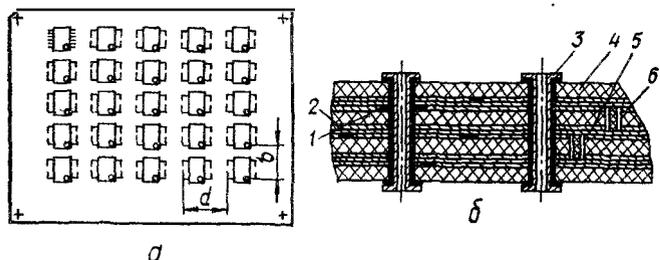


Рис. 11. Размещение интегральных микросхем на ПП (а) и конструкция МПП, изготовленной методом металлизации сквозных отверстий с внутренними межслойными переходами (б):

1 — отверстие металлизированное сквозное, 2 — проводник, 3 — площадка контактная, 4 — диэлектрик, 5 — стеклоткань прокладочная; 6 — отверстие металлизированное переходное

постоянных напряжений. Печатный рисунок цепей представляет собой ортогональную сетку проводников с шагом 1,25 мм или сплошной металлизированный слой с перфорированными окнами (диаметром порядка 2 мм) в узлах координатной сетки.

МПП имеют один или несколько экранирующих (или заземленных) слоев, представляющих собой протяженные участки медной фольги, в которых в местах прохождения отверстий (не относящихся к этой цепи) вытравливают кружки. Для улучшения теплоотвода эти слои делают иногда из более толстой фольги и приклеивают к наружному слою. Для уменьшения взаимных помех проводники передачи сигналов прокладывают в так называемых сигнальных слоях во взаимно перпендикулярных направлениях. Если два соседних сигнальных слоя имеют проводники разных направлений, то возникает опасность появления «теневых» проводников, находящихся в разных слоях, но идущих в одном направлении. Поскольку «теневые» проводники создают дополнительные взаимные наводки, то их длину строго ограничивают.

Наружные слои МПП выполняют без печатных проводников, на них рекомендуется располагать только контактные площадки для получения паяных или сварных соединений. Обычно контактные площадки наружных слоев больше, чем внутренние. Слои, например для типичной восьмислойной платы, располагают следующим образом: в центральной части слои цепей заземления и питающих напряжений, с каждой из сторон центральной части располагают три слоя, два из которых содержат сигнальные проводники, а передний (внешний) служит для подсоединения навесных элементов.

Интегральные микросхемы на плате располагают по системе рядов и колонок (рис. 11, а). Все микросхемы ориентируют строго в одном направлении, это позволяет выделить базовые (постоянные) слои питания и «земли» (нулевого потенциала) и исключает ошибки при монтаже. Направление ориентации корпуса микросхемы на плате относительно разъема выбирают так, чтобы число проводников, идущих к разъему, было больше, чем в перпендикулярном направлении.

Рекомендуется, чтобы конструкция МПП имела не более 20 % (от общего количества отверстий) точек для внешних подсоединений. Существующая в настоя-

шее время тенденция увеличения количества микросхем на плате способствует этому. Внешние контакты должны располагаться по одной из сторон платы, обычно их выполняют в виде печатных разъемов. От типа корпуса микросхем зависит плотность их компоновки на плате.

Разрез МПП, выполненный методом металлизации сквозных отверстий при повышенной плотности проводящего рисунка и методом металлизации сквозных отверстий с внутренними межслойными переходами, показан на рис. 11,6. Метод изготовления МПП металлизацией сквозных отверстий заключается в склеивании (прессование) одновременно всех печатных слоев платы с помощью стеклоткани, пропитанной смолой. Межслойные соединения выполняют в виде металлизированных отверстий, соединяющих наружные и внутренние слои платы.

В качестве заготовок используют односторонние и двусторонние фольгированные диэлектрики, а также склеивающие прокладки, которые иногда заменяют несколькими слоями клея. Для получения рисунка печатных проводников используют фотохимический метод получения ОПП, а для металлизации отверстий в пакете из склеенных заготовок — цинкитивный комбинированный метод, который позволяет одновременно получать рисунок печатных проводников на внешних слоях МПП.

Операция металлизации отверстий — одна из основных в процессе изготовления МПП этим методом. Для увеличения надежности соединения слоев в технологическом цикле перед металлизацией выполняют операцию подтравливания диэлектрика. Для этой цели используют 80 %-ный раствор серной кислоты, а затем плавиковую кислоту.

В МПП, изготавливаемых методом металлизации сквозных отверстий, для внутренних слоев рекомендуется использовать двусторонний фольгированный пластик, при этом допускается выполнение проводников шириной 0,2 мм с расстоянием между ними 0,15 мм. Для наружных слоев, слоев питания, экранов допускается использование односторонних фольгированных материалов. Для этих слоев рекомендуется проводящий рисунок 1-го класса плотности.

Контактный переход при переходе через слои должен иметь контактные площадки во всех слоях. Не допускается выход контактного перехода за пределы контактной площадки. Диаметр контактной площадки наружных слоев больше, чем диаметр контактной площадки внутренних слоев (табл. 17). Контактные площадки выполняют прямоугольной, круглой или близкой к ним формы.

17. Диаметры контактных площадок для МПП

Диаметр монтажного отверстия, мм	0,7	0,9	1,2	1,6
Диаметр контактной площадки, мм:				
наружный	1,9	2,1	2,4	2,8
внутренний	1,5	1,9	2,1	2,4

Размеры и расположение монтажных, переходных, крепежных и других отверстий, а также проводников и экранов МПП следует выбирать аналогично ОПП и ДПП с обязательным учетом требований ГОСТ 23751—79.

5. ПАРАЗИТНЫЕ СВЯЗИ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ

В печатных платах необходимо стремиться к уменьшению величины и влияния паразитных связей схемных элементов (сопротивление и индуктивность печатных проводников, емкость и взаимная индуктивность в парах проводников). Емкостные и индуктивные взаимодействия соседних участков схемы должны быть минимальными. Они зависят соответственно от паразитной емкости C и паразитной взаимной индукции M между печатными проводниками. Паразитная емкость между двумя печатными проводниками $C = C_{\text{пог}} I_1$, где $C_{\text{пог}}$ — погонная емкость между двумя проводниками, пФ/см; I_1 — длина взаимного перекрытия проводников, см. Погонная емкость между двумя проводниками $C_{\text{пог}} = K_{\text{п}} \epsilon'$, $K_{\text{п}}$ — коэффициент пропорциональности, определяемый по рис. 12; ϵ' — диэлектрическая про-

проницаемость среды (для проводников на поверхности платы $\epsilon' = 0,5(\epsilon_{\text{в}} + \epsilon_{\text{п}})$), $\epsilon_{\text{в}}$ — диэлектрическая проницаемость воздуха, $\epsilon_{\text{п}}$ — диэлектрическая проницаемость материала платы.

Диэлектрическая проницаемость для плат, покрытых лаком, $\epsilon' = 0,5(\epsilon_{\text{л}} + \epsilon_{\text{п}})$, $\epsilon_{\text{л}}$ — диэлектрическая проницаемость лака.

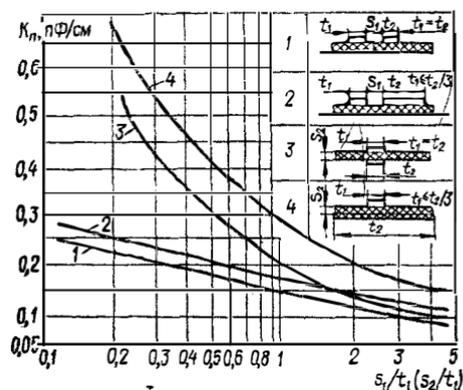


Рис. 12. Зависимость коэффициента пропорциональности $K_{\text{п}}$ от параметров ПП:

s_1, s_2 — расстояния между печатными проводниками; t_1, t_2 — ширина печатных проводников. Цифры на кривых соответствуют схемам на рисунке

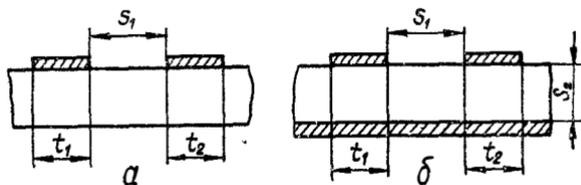
соседними печатными проводниками одного слоя, от ширины проводника приведена соответственно в табл. 18 и 19.

Паразитная емкость проводника в системе из трех и более проводников равна сумме паразитных емкостей пар проводников.

Паразитная взаимоиндукция между печатными проводниками, мГн: для платы без экранирующей плоскости (рис. 13, а)

$$M = 2l_2 \left[\ln \frac{2l_2}{s_1 + 0,5(t_1 + t_2)} \right];$$

Рис. 13. Расположение проводников на ПП: а — без экранирующей плоскости; б — с экранирующей плоскостью



для платы с экранирующей плоскостью (рис. 13, б)

$$M = 2l_2 \left[\frac{s_1 + 0,5(t_1 + t_2)}{s_2} + \ln \frac{2l_2}{s_1 + 0,5(t_1 + t_2)} \right],$$

где l_2 — длина печатного проводника, см.

Индуктивность печатного проводника $L = L_{\text{пог}} l_2$, где $L_{\text{пог}}$ — погонная индуктивность печатного проводника, мкГн/см.

Погонную индуктивность печатного проводника можно определить по рис. 14.

18. Зависимость погонной емкости, пФ/см, между двумя печатными проводниками от ширины проводника

Ширина проводника, мм	ДПП толщиной 1,5 мм	МПП с толщиной изоляционного слоя, мм		
		0,15	0,25	0,5
0,3	0,6	1,86	1,35	0,78
0,4	0,66	2,19	1,62	1,05
0,5	0,72	2,55	1,86	1,2
0,6	0,75	2,7	2,02	1,35
0,8	0,9	3,9	2,25	1,62
1	0,96	—	2,76	1,86
1,5	1,2	—	—	2,28
2	1,6	—	—	2,76
5	2,6	—	—	—

Зависимость погонной емкости между двумя печатными проводниками, расположенными друг под другом на соседних слоях и между соседними

При оценке допустимых паразитных связей на ПП необходимо учитывать динамическую помехоустойчивость цифровых микросхем или снижение коэффициента усиления аналоговых микросхем. Динамическая помехоустойчивость

19. Зависимость погонной емкости, пФ/см, между соседними печатными проводниками одного слоя

Ширина проводника, мм	Расстояние между проводниками, мм	ДПП		Внутренние слои МПП* $\epsilon_{\text{д}} = 6$
		неактивная $\epsilon' = 3,5$	активная* $\epsilon' = 5$	
0,3	0,3	0,58	0,75	0,90
0,3	0,4	0,47	0,68	0,81
0,3	0,5	0,44	0,63	0,75
0,3	0,6	0,42	0,60	0,72
0,3	1,0	0,33	0,48	0,57
0,3	1,5	0,32	0,45	0,54
0,4	0,3	0,58	0,83	0,99
0,4	0,4	0,58	0,75	0,90
0,5	0,3	0,63	0,90	1,08
0,5	0,5	0,58	0,75	0,90
0,6	0,2	0,70	1,00	1,20
0,6	0,3	0,67	0,95	1,14
0,6	0,4	0,60	0,85	1,02
0,6	0,5	0,56	0,80	0,96
0,6	0,6	0,58	0,75	0,90
0,6	1,0	0,46	0,65	0,78
0,6	1,5	0,39	0,55	0,66

* Для лаков УР-231 и ЭП-9114 $\epsilon_{\text{д}} = 4$.

** Изготовлены методом металлизации сквозных отверстий.

цифровых микросхем бывает двух видов. ложное срабатывание — помеха может привести к переключению микросхем, не предусмотренному алгоритмом работы; сбой сигнала — помеха накладывается на информационный сигнал и препятствует переключению микросхем в соответствии с алгоритмом их работы. Сбой сигнала следует учитывать при максимальной скорости действия, при этом обеспечивается условие отсутствия ложных срабатываний. При длительности информационного сигнала, большей $5t_{\text{зд.р.ср}}$ (время задержки

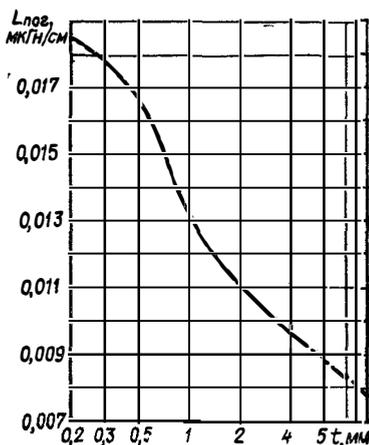


Рис.14. Зависимость погонной индуктивности печатного проводника от ширины (толщина проводника 0,05 мм)

цифровых микросхем бывает двух видов. ложное срабатывание — помеха может привести к переключению микросхем, не предусмотренному алгоритмом работы; сбой сигнала — помеха накладывается на информационный сигнал и препятствует переключению микросхем в соответствии с алгоритмом их работы.

Сбой сигнала следует учитывать при максимальной скорости действия, при этом обеспечивается условие отсутствия ложных срабатываний. При длительности информационного сигнала, большей $5t_{\text{зд.р.ср}}$ (время задержки

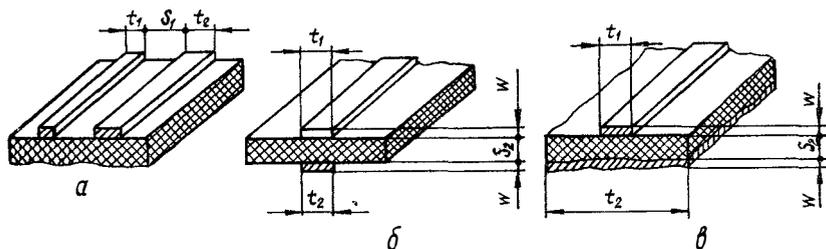


Рис.15. Расположение двух печатных проводников а — на одной стороне ПП; б — с двух сторон основания; в — на ПП, у которой на обратной стороне имеется заземленная пластина

режима срабатывания), следует учитывать ложное срабатывание цифровой микросхемы, при этом обеспечивается условие отсутствия сбоя сигнала.

Динамическая помехоустойчивость микросхем при ложном срабатывании характеризуется амплитудой импульса помехи и длительностью помехи. Допу-

20. Допустимая амплитуда импульса помех, В

Длительность импульса помехи, мс	Серия микросхемы																				
	104	106*	113	114	130	133	134	136	137	138	155	187	211	217	229	230	231	240	250	703	706
10	—	—	—	—	1,8	—	—	—	0,45	0,50	—	1,35	—	—	2,5	—	—	—	—	—	—
20	—	—	2,0	—	1,6	2,0	—	—	0,4	0,40	—	1,34	—	2,30	1,6	2,2	—	—	—	—	—
40	—	—	1,6	—	1,4	1,7	—	—	0,3	0,35	2	1,26	—	2	1,05	2	—	—	—	2,26	—
60	2,1	—	1,3	—	1,1	1,3	—	2,0	0,2	0,2	1,7	1,07	—	1,75	—	1,83	—	—	—	2,18	2,21
80	1,6	2,10	1,1	—	0,8	0,9	—	1,5	—	—	1,4	—	—	1,6	—	1,65	—	—	—	2,00	2,14
100	1,3	1,50	0,9	—	0,5	0,6	1,90	1,2	—	—	0,95	—	0,65	1,2	—	—	1,5	0,68	1,90	2,05	—
120	1,1	1,35	0,7	—	—	0,5	1,85	1,1	—	—	0,8	—	0,63	0,9	—	—	1,4	0,65	1,70	2	—
150	1,0	1,2	—	—	—	—	1,80	0,9	—	—	0,6	—	0,60	—	—	—	1,90	1,3	0,63	1,51	1,97
200	0,8	1,1	—	0,7	—	—	1,73	0,6	—	—	—	—	0,55	—	—	—	0,72	1,28	0,57	1,35	1,9
250	0,6	0,9	—	0,62	—	—	1,68	—	—	—	—	—	0,50	—	—	—	0,66	1,22	0,53	1,18	1,8
300	—	0,65	—	0,54	—	—	1,63	—	—	—	—	—	0,45	—	—	—	—	1,17	0,48	—	1,73
400	—	—	—	0,43	—	—	1,55	—	—	—	—	—	0,35	—	—	—	—	1	0,43	—	1,73
500	—	—	—	0,36	0,60	—	1,48	—	—	—	—	—	0,26	—	—	—	—	0,95	0,38	—	1,56
600	—	—	—	0,30	0,55	—	—	—	—	—	—	—	0,24	—	—	—	—	—	0,35	—	—
700	—	—	—	0,25	0,50	—	—	—	—	—	—	—	0,22	—	—	—	—	—	0,31	—	—
800	—	—	—	0,21	0,48	—	—	—	—	—	—	—	0,20	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	0,17	0,45	—	—	—	—	—	—	—	0,19	—	—	—	—	—	—	—	—
1200	—	—	—	0,15	0,40	0,4	0,4	1,46	0,4	0,1	0,1	0,4	1	—	—	—	—	—	—	—	—
1400	0,5	0,6	0,6	—	0,35	—	—	—	—	—	—	—	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—
1600	—	—	—	—	0,30	—	—	—	—	—	—	—	0,13	—	—	—	—	—	—	—	—
1800	—	—	—	0,14	0,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2000	—	—	—	—	0,15	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,6	1	1,5	0,58	0,9	0,3	1,17	1,5
2200	—	—	—	—	0,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	—	—	—	—	0,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* В левой колонке указана амплитуда импульсов помех для микросхем, содержащих инвертор, с $t_{зд. р. ср} < 110$ мс, а в правой колонке — для микросхем, содержащих инвертор, с $t_{зд. р. ср} < 40$ мс.

П р и м е ч а н и е. Допустимые паразитные емкости между двумя соседними проводниками не должны превышать значений, при которых амплитуды импульсов заданной длительности превышают допустимые уровни.

21. Допустимая паразитная емкость*, пФ, между двумя соседними проводниками при сбое сигнала

Серия микросхемы	Длительность импульсных сигналов				Серия микросхемы	Длительность импульсных сигналов			
	2 ¹ / ₃ эд. р. ср	3 ¹ / ₃ эд. р. ср	4 ¹ / ₃ эд. р. ср	5 ¹ / ₃ эд. р. ср		2 ¹ / ₃ эд. р. ср	3 ¹ / ₃ эд. р. ср	4 ¹ / ₃ эд. р. ср	5 ¹ / ₃ эд. р. ср
104	20	40	50	70	187	10	20	30	45
106	6	15	30	50	211	10	15*	20	30
113	7	10	15	22	217	5	8	10	20
114	10	15	20	25	229	10	20	30	40
130	4	12	20	35	230	10	22	35	50
133	10	25	40	50	231	10	15	30	50
134	10	25	37	50	240	15	22	30	40
136	10	25	45	60	250	10	20	35	50
137	5	15	40	80	703	20	40	60	80
138	5	15	40	80	706	20	30	45	60
155	10	25	40	60					

* Определяется при условии использования на печатной плате микросхем одной серии.

22. Допустимая индуктивность, мкГн, шин заземления

Серия микро-схемы	Перепад импульсного тока в шине заземления, мА												
	200	180	160	140	120	100	90	80	60	40	20	15	10
104	—	0,06	0,08	0,1	0,11	0,15	0,2	0,25	0,36	0,5	—	—	—
106	0,25	0,3	0,36	0,4	0,44	0,45	—	—	—	—	—	—	—
113	—	0,06	0,08	0,1	0,16	0,23	0,26	0,3	0,37	0,47	0,6	—	—
114	0,33	0,44	0,55	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
130	—	—	0,04	0,14	0,27	0,46	0,54	0,63	—	—	—	—	—
133	—	—	0,04	0,14	0,27	0,45	0,54	0,63	—	—	—	—	—
134	0,08	0,12	0,18	0,27	0,4	0,6	—	—	—	—	—	—	—
136	0,16	0,23	0,32	0,44	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—
137	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,08	0,4	0,6	—
138	—	—	—	—	—	0,36	—	—	—	—	0,22	0,37	0,62
155	0,1	0,12	0,15	0,2	0,25	—	0,4	0,45	—	—	—	—	—
187	—	—	—	—	0,08	—	—	—	0,08	0,25	0,6	—	—
211	—	—	—	—	0,06	0,05	0,1	0,15	0,26	0,35	0,52	—	—
217	—	—	—	—	—	—	0,1	0,16	0,25	0,4	0,55	—	—
229	—	—	—	—	—	—	0,12	0,27	0,35	—	—	—	—
230	—	—	—	—	—	—	0,3	0,42	0,6	—	—	—	—
231	—	—	—	—	0,35	0,4	0,6	—	—	—	—	—	—
240	—	—	0,08	0,12	0,32	0,6	—	—	—	—	—	—	—
250	0,08	0,12	0,24	0,36	0,5	0,6	—	—	—	—	—	—	—
703	0,35	0,43	0,52	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
706	—	0,08	0,13	0,23	0,35	0,6	—	—	—	—	—	—	—

стимая амплитуда импульса помех для некоторых серий микросхем приведена в табл. 20. Допустимую паразитную емкость между проводниками входа и выхода вычисляют при снижении коэффициента усиления на 10 % (табл. 21). Для аналоговых микросхем серии 140 допустимая паразитная емкость составляет 10 пФ, а для серии 740—25 пФ.

Допустимая индуктивность шин заземления в зависимости от протекающего в них импульсного тока приведена в табл. 22.

Допустимая длина параллельно расположенных соседних проводников с учетом одновременного действия емкостной и индуктивной паразитных связей.

$$l_{\text{доп}} = \frac{l_{\text{Сдоп}} l_{\text{Мдоп}}}{l_{\text{Сдоп}} + l_{\text{Мдоп}}}$$

где $l_{\text{Сдоп}}$ — допустимая длина параллельно расположенных соседних проводников при воздействии только емкостной паразитной связи $l_{\text{Сдоп}} = C_{\text{доп}}/C_{\text{пор}}$; $l_{\text{Мдоп}}$ — допустимая длина параллельно расположенных соседних проводников при воздействии только индуктивной паразитной связи:

для платы без экранирующей плоскости (рис. 15, а)

$$l_{\text{Мдоп}} \left[\ln \frac{2l_{\text{Мдоп}}}{s_1 + 0,5(t_1 + t_2)} - 1 \right] = \frac{t_{\text{зд. п. ср}} (U_{\text{пу}} + U_0)}{K_M \Delta I}$$

для платы с экранирующей плоскостью (рис. 15, в)

$$l_{\text{Мдоп}} \left[\frac{s_1 + 0,5(t_1 + t_2)}{2s_2} + \ln \frac{l_{\text{Мдоп}}}{s_1 + 0,5(w_1 + w_2)} \right] = \frac{t_{\text{зд. п. ср}} (U_{\text{пу}} + U_0)}{K_M \Delta I}$$

$U_{\text{пу}}$ — помехоустойчивость микросхемы, приводимая в ТУ, В; U_0 — значение логического нуля, приводимое в ТУ, В; K_M — коэффициент запаса (K_M от 0,5 до 1); ΔI — перепад тока в цепи питания при переключении микросхемы, А.

Допустимая длина трех параллельно расположенных проводников (сигнальных шин) при одновременном переключении микросхем в двух активных цепях $l'_{\text{доп}} = 0,5l_{\text{доп}}$. Допустимая длина шины заземления $l_{\text{з. доп}} = l_{\text{доп}}/L_{\text{пор}}$.

Для обеспечения помехоустойчивости ПП с цифровыми микросхемами необходимо обеспечивать минимальную длину соединительных проводников между микросхемами. Печатные проводники должны быть возможно короче, так как паразитные индуктивности и емкости пропорциональны длине проводников. Поэтому размещение компонентов должно быть настолько плотным, чтобы длины соединяющих проводников были соизмеримы с их размерами. При этом следует увеличивать расстояние между соседними проводниками и располагать проводники в соседних слоях во взаимно перпендикулярных направлениях. Длины проводников не должны превышать допустимых из условий обеспечения помехоустойчивости микросхем. При определении допустимых длин проводников на платах с теплоотводящими шинами необходимо учитывать емкость между теплоотводящими шинами и печатными проводниками соседних слоев платы. Для снижения уровня помех, обусловленных индуктивностью шин питания и заземления, следует увеличивать ширину шин до 5 мм, располагая их друг под другом на соседних слоях или выполняя в виде смежных плоскостей с целью получения возможно большей конструктивной емкости фильтра цепи питания. При использовании в платах высокочастотных микросхем электрические соединения между ними следует выполнять в виде согласованных кабелей, витых пар или пар печатных проводников (сигнального и заземления).

При компоновке ПП следует учитывать, что схемные точки с большим сопротивлением особенно чувствительны к влиянию паразитных емкостей, для точек с малым сопротивлением более важны сопротивление и индуктивности проводников. Узкие проводники рекомендуется применять в высокоомных сигнальных цепях, когда паразитная емкость должна быть малой, а последовательные сопротивление и индуктивности имеют второстепенное значение. Широкие проводники применяют для низкоомных сигнальных цепей, когда сопротивление и индуктивности должны быть малы, а паразитные емкости не существенны. Взаимное расположение компонентов и проводников должно быть таким, чтобы емкости между ними оказывались в участках схемы, где влияние этих емкостей на работу схемы минимально. Высокоомные, чувствительные к наводкам точки схемы следует экранировать от других участков схемы с высокими уровнями сигналов. Для этого элементы входных и переходных участков схемы (проводники, контактные площадки, компоненты) должны иметь возможно меньшие размеры. В качестве экранирующих элементов можно использовать конденсаторы развязки

на землю, так как конструкция многих типов конденсаторов такова, что их внешняя электродная фольга или покрытие при заземлении могут служить экраном. За счет рационального выбора длины, ширины и разнеса проводников можно существенно уменьшить паразитные индуктивности и емкости

Компоновку плат следует выполнять так, чтобы сигнальные токи разных участков схемы или схемных узлов циркулировали по замкнутым контурам. При этом «местные земли» этих узлов не должны перекрываться, так как общие для двух или более контуров участки земляной шины являются причиной паразитных связей между схемными узлами вследствие падения напряжения на сопротивлении земляной шины. Для разделения контуров сигнала следует выполнять следующие правила: схема должна быть «разведена» так, чтобы уровни сигналов нарастали от одного конца платы к другому; источники питания следует подключать к концу платы, на котором уровни сигналов максимальны; цепи и конденсаторы развязок на землю размещать так, чтобы защитить другие участки схемы от сигналов данного узла, и наоборот.

Паразитные связи на МПП. Вследствие того, что МПП имеют повышенную плотность печатных проводников и большую длину проводников, увеличиваются межпроводниковые паразитные емкости как для одного слоя, так и для разных слоев. Эти емкости имеют существенное значение в быстродействующих интегральных микросхемах с временем переключения 10 нс и менее.

Общая распределенная емкость в МПП состоит из двух составляющих: поверхностной и межслоевой. Поверхностная емкость — результат электростатического взаимодействия между смежными проводниками, расположенными в слое (межпроводниковые емкости), межслоевая емкость — результат электростатического взаимодействия между смежными проводниками, расположенными на различных слоях по вертикали (рис. 15,б). Оценить влияние этих емкостей (особенно поверхностных) можно только ориентировочно из-за сложных структур полей в ПП.

Паразитная емкость $p\Phi$, между двумя параллельными печатными проводниками одинаковой ширины t на одном слое

$$C = \frac{0,12\varepsilon I_n}{\lg\{2s_1/(\omega + t)\}},$$

где ε — диэлектрическая проницаемость материала платы; I_n — длина участка, на котором проводники параллельны друг другу, мм; s_1 — расстояние между печатными проводниками, мм; ω — толщина проводника, мм.

Паразитная емкость между двумя параллельными печатными проводниками шириной t , расположенными с двух сторон печатной платы (рис. 15,б),

$$C = 0,008842\varepsilon \ln(t/s_2) \left[1 + \frac{s_2}{\pi t} (1 + \lg 2\pi t / s_2) \right],$$

где s_2 — толщина диэлектрика, мм.

Паразитная емкость проводника ПП, у которой на обратной стороне имеется экран (рис. 15,в),

$$C = 0,008842\varepsilon \ln(t/s_2) \left[1 + \frac{2s_2}{\pi t} (1 + \lg \pi t / s_2) \right].$$

Паразитная взаимдукция между печатными проводниками характеризуется коэффициентом взаиминдукции M , нГн для платы без экранирующей пластины (рис. 15,а)

$$M = 2l \left(\ln \frac{2l}{s_1} - 1 \right);$$

для платы с экранирующей пластиной (рис. 15,в)

$$M = 2l \left(\ln \frac{2s_2}{s_1} + \frac{s_1}{l} \right),$$

где l — длина проводника, см; s_1 — расстояние между осями проводников, см; s_2 — расстояние между проводником и экраном, см.

Точность вычислений по этим формулам составляет $\pm (20...30) \%$, что достаточно для практики. Более точные расчеты можно выполнять по формулам, приведенным в гл. 1,1.

6. УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ НАВЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПП

Для выбора элементов (резисторов, конденсаторов, полупроводниковых приборов, микросхем, реле и т. д.), устанавливаемых на ПП, следует руководствоваться требованиями и нормами ГОСТ и ТУ на эти элементы. Выбор типа элемента проводится с учетом номиналов, указанных на схеме. При установке и креплении навесных элементов на ПП следует учитывать следующие требования: работоспособность элементов в заданных условиях эксплуатации изделия; рациональную компоновку полупроводниковых приборов и микросхем по тепловому режиму (удаление этих элементов от источников, выделяющих большое количество тепла); влияние магнитных полей на элементы, критичные к магнитным полям; ремонтпригодность печатного узла (доступность подборочных и регулировочных элементов схемы при ремонте и регулировке параметров, при настройке); защиту монтажа, расположенного вблизи схемных элементов (разъемов), от механических повреждений; расположение массивных элементов (массой 60 г) ближе к местам крепления платы, особенно для аппаратуры, работа-

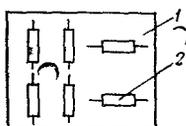


Рис.16. Установка навесных элементов на печатную плату:
1 — плата печатная; 2 — навесные элементы

ющей при больших механических нагрузках; возможность доступа к элементам (особенно к микросхемам) для замены; возможность технологических процессов ручной или механизированной установки элементов и групповой пайки; покрытия влагозащитным лаком (за исключением мест, не подлежащих защите).

При печатном монтаже установка элементов проводится путем пропускания выводов в отверстия платы с последующей пайкой. Из этого правила исключение составляют микросхемы с планарными выводами, которые расплаиваются или привариваются непосредственно сверху контактных площадок без отверстий. Для каждого вывода устанавливаемого элемента предусматривают отдельное монтажное отверстие или контактную площадку. Элементы с выводами, сечения которых квадратные или прямоугольные, устанавливают в круглые отверстия. В ОПП и функциональных узлах на одной плате элементы следует размещать параллельно поверхности платы с одной стороны. Микросхемы с планарными выводами можно располагать с двух сторон ПП. Элементы рекомендуется располагать на ПП параллельно или перпендикулярно друг другу (рис. 16).

При установке навесных элементов на ПП необходимо учитывать расстояние между корпусом элемента и краем ПП, которое должно быть не менее 1 мм, а между выводами элемента и краем ПП — не менее 2 мм; расстояние между корпусом соседнего элемента или между корпусом и выводами соседних элементов, которое выбирают с учетом условий теплоотвода и допустимой разности потенциалов между ними (если это расстояние не указано на чертеже, оно не должно быть менее 0,5 мм); зазор между основанием многовыводных элементов (реле, трансформаторы и т. д.), выводы которых не подвергаются формовке, и печатной платой, который не должен быть менее 1 мм при условии соблюдения требований ГОСТ и ТУ на элементы. Для обеспечения зазора между основанием многовыводных элементов и ПП рекомендуется применять элементы крепления (стойки, колпачки, подставки и т. д.).

Навесные элементы крепят к ПП с запайкой выводов (в том числе и незадействованных) в металлизированные отверстия или к контактным площадкам платы, монтажным стойкам, лепесткам и т. д. или путем дополнительного крепления корпуса элемента к плате при помощи скоб, держателей, хомутов, компандов, приклеиванием или прилакировкой в процессе влагозащиты печатного узла. Способы дополнительного крепления элементов на плате выбирают с учетом массы, габаритных размеров, конструктивных данных, указанных в ТУ и ГОСТах на элементы, и условий эксплуатации изделий.

Микросхемы на плате располагают линейно и рядами, при этом штырьковые выводы должны совпадать с узлами координатной сетки. Микросхемы со штырьковыми выводами, шаг которых не равен 2,5 мм, располагают так, чтобы один или несколько выводов совпадали с узлами координатной сетки. Микросхемы с планарными выводами размещают так, чтобы их выводы были симметричны относительно контактных площадок. Микросхемы с планарными выводами и бескорпусные микросхемы устанавливают на ПП без монтажных отверстий. Их расположение определяется разметкой и формой контактных площадок на плате. Для демонтажа микросхем зазор между ними на плате должен быть не меньше 1,5 мм. Микросхемы со штыревыми выводами можно устанавливать только с одной стороны платы, а с планарными выводами и бескорпусные микросхемы — как с одной стороны, так и с двух сторон.

Зависимость шага установки микросхемы от среднего числа задействованных выводов, при котором допускается применение ДПП с односторонней установкой элементов (для ручного метода проектирования), приведена в табл. 23.

23. Зависимость шага установки микросхем от среднего числа задействованных выводов

Число задействованных выводов, не более	Шаг установки микросхем на ПП
6	12,5 × 15
8	12,5 × 17,5; 15 × 15
10	12,5 × 20; 15 × 17,5
12	15,0 × 20; 17,5 × 17,5
14	17,5 × 22,5

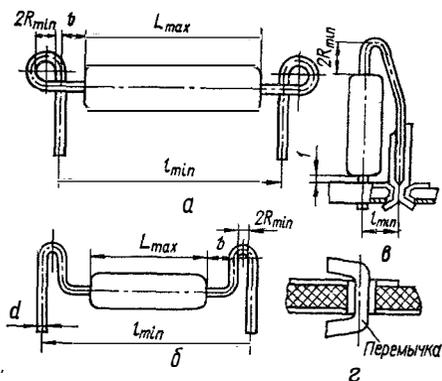


Рис. 17. Нестандартный вид формовки: а и б — при горизонтальном размещении элементов; в — при вертикальном, г — установка перемычек на ДПП

Монтаж микросхем со штыревыми выводами в металлизированных отверстиях обеспечивает надежное механическое крепление их на ПП. Для крепления микросхем с планарными выводами допускается использовать клей и лаки. Гибридные схемы с повышенной степенью интеграции устанавливают на ПП с помощью компаундов и клеев. Микросхемы в корпусах 1 и 2 (с расстоянием между выводами 2,5 мм) устанавливают без формовки выводов с предварительной их подрезкой. Микросхемы со штыревыми выводами устанавливают с зазором или прокладкой, чтобы обеспечить изоляцию корпуса от печатных проводников или теплоотводящих полосок, размещенных на основании ПП. Изоляционные прокладки предварительно приклеивают к поверхности платы.

При установке на прокладку используют изоляционные или металлические материалы. Например, в качестве изоляционной прокладки можно использовать полоски тонкого стеклотекстолита. Металлическая прокладка служит как в качестве экрана, так и в качестве теплоотвода. Металлические прокладки изолируют от печатных проводников специальной пленкой.

В ряде случаев формовка выводов элементов по стандартным вариантам не обеспечивает требуемого по ГОСТам или ТУ расстояния до места пайки. Тогда допускается формовать выводы как показано на рис. 17, а и б для горизонтального устанавливаемых элементов и на рис. 17, в — для вертикальных.

При этом минимальный установочный размер для элемента (l_{min}) рассчитывают с учетом допустимого минимального радиуса гибки выводов (R_{min}), диаметра или толщины (d), максимального размера корпуса (L_{max}) и допустимого расстояния между осью сформованного вывода и корпусом элемента (b). Например, минимальный установочный размер b (мм) для элемента, устанавливаемого горизонтально по варианту рис. 17, б,

$$l_{min} = L_{max} + 2b + 2d + 4R_{min}$$

Расстояние между корпусом и сформованным выводом элемента должно быть не менее 2 мм для рассмотренных вариантов формовки.

Установка перемычек для ДПП, изготовленных химическим методом, показана на рис. 17,з. Допускается устанавливать перемычки на контактные площадки и в металлизированные отверстия без подгибки концов. Высота выступающих концов перемычек должна быть в пределах 0,5—1,6 мм.

Электрические соединения в узлах, субблоках и блоках выполняют с помощью разъемов, переходных контактов, объемного монтажа и плоских кабелей. Используют разъемы для межблочных и внутриблочных электрических соединений. Для внутриблочных электрических соединений, узлов и субблоков рекомендуется использовать малогабаритные разъемы типа ГРППЗ, ГРПМ1, ГРПМ9. Вилки разъемов ГРППЗ, ГРПМ1, ГРПМ9 и розетки разъемов ГРПМ1 устанавливают на ПП и их выводы запаивают в металлизированные отверстия.

Однородные и близкие по характеру требования на чертежах ПП группируют в следующей последовательности: допуски на исполнительные размеры; метод изготовления платы; обозначение материала проводящего слоя, толщина слоя; шаг координатной сетки; допустимые отклонения очертаний проводников, контактных площадок и других печатных элементов от заданных; ширина печатных проводников; наименьшее расстояние между проводниками; требования к подрезке и смещению контактных площадок; указания о покрытиях (ГОСТ 72310—68); указания о маркировке и клеймении (ГОСТ 2.314—68); общие технические требования.

Пример оформления технических требований на чертежах ПП:

* размер для справок;

плату изготовить комбинированным негативным методом;

плата должна соответствовать (номер ОСТА, ГОСТа) группе жесткости,

шаг координатной сетки;

конфигурацию проводников выдерживать по координатной сетке с отклонением от чертежа $\pm 1,5$ мм;

Параметры, кроме оговоренных особо	Размер, мм, не менее	
	в свободных местах	в узких местах
Ширина проводника	0,5	0,2
Расстояние между проводниками	0,5	0,25
Расстояние между контактными площадками, проводником и контактной площадкой или проводником и металлизированным отверстием	0,5	0,03

форма контактных площадок произвольная, $b_{\min} = 0,05$ мм;

допускается металлизированные отверстия выполнять с зенковкой;

ключ базовой контактной площадки выполнять в виде «усика» длиной 1...3 мм и направить в свободную от проводников сторону;

предельные отклонения расстояний между центрами отверстий, кроме оговоренных особо, в узких местах $\pm 0,1$ мм, в свободных местах $\pm 0,2$ мм;

предельные отклонения расстояний между базовым выводом и любым другим, а также между центрами контактных площадок в группе $\pm 0,1$ мм;

поверхность ... проводниками и контактными площадками не занимать;

печатные проводники, контактные площадки и металлизированные отверстия покрыты сплавом Розе (номер ОСТА, ГОСТа, ТУ);

маркировать краской, например ТНПФ-851 белая, шрифт 2,5 (номер нормали, ОСТА, ГОСТа, и т. д.);

позиционные обозначения элементов соответствуют (номер схемы).

Глава 2

РЕЗИСТОРЫ

1. ТИПЫ РЕЗИСТОРОВ

Резисторы наиболее широко применяют в электронной технике. Они составляют от 16 до 50 % общего числа используемых в РЭА элементов. Все резисторы подразделяются на следующие группы:

постоянные и переменные;

в зависимости от материала, применяемого в резистивном элементе, — проволочные с резистивным элементом, выполненным из волоочной или литой проволоки с высоким удельным сопротивлением; непроволочные; металлофольговые с резистивным элементом, выполненным из фольги определенной конфигурации, нанесенной на изоляционное основание;

по конструктивному исполнению в зависимости от климатических факторов, воздействующих при эксплуатации, — в нормальном (обычном) и тропическом (всеклиматическом) вариантах;

в зависимости от способа монтажа — для навесного монтажа, для печатного монтажа, для микромодулей и микросхем.

Резисторы, выпускавшиеся до 1980 г., имеют следующую систему обозначений. Буквы: С — резисторы постоянные, СП — резисторы переменные. Цифры, стоящие после букв, обозначают разновидность резистора в зависимости от материала токопроводящего элемента: 1 — непроволочные тонкослойные углеродистые и бороуглеродистые; 2 — непроволочные тонкослойные металлодиэлектрические и металлоокисные; 3, 4 — непроволочные композиционные пленочные и объемные; 5 — проволочные; 6 — непроволочные тонкослойные металлизированные. После первой цифры через дефис ставится вторая цифра (или цифры), обозначающая регистрационный номер типа резистора.

С 1980 г. введена новая система условных обозначений:

первый элемент — буквы или сочетания букв — обозначает подкласс резистора: Р — постоянные, РП — переменные, НР — наборы резисторов;

второй элемент — цифра (или цифры) — обозначает группу резистора по материалу резистивного элемента: 1 — непроволочные, 2 — проволочные;

третий элемент — цифра — обозначает регистрационный номер типа резистора. Между вторым и третьим элементом ставится дефис.

Полное условное обозначение состоит из обозначения, варианта конструктивного исполнения (при необходимости), обозначений и величин основных параметров и характеристик резисторов, климатического исполнения и обозначения документа на поставку.

Для резисторов постоянных — номинальная мощность рассеяния и буквенное обозначение единицы измерения мощности (Вт, кВт); номинальное сопротивление и буквенное обозначение единицы измерения (Ом , кОм , МОм , ГОм); допустимое отклонение сопротивления в процентах; группа по уровню шумов (для непроволочных резисторов); группа по температурному коэффициенту сопротивления.

Для резисторов переменных — номинальная мощность рассеяния и буквенное обозначение единицы измерения мощности (Вт); номинальное сопротивление и буквенное обозначение единицы измерения сопротивления (Ом , кОм , МОм); допустимое отклонение сопротивления в процентах; функциональная характеристика (для непроволочных резисторов); обозначение конца вала и длины выступающей части вала (размер от монтажной плоскости до конца вала по ГОСТ 4907—81): ВС-1 — сплошной гладкий, ВС-2 — сплошной со шлицем, ВС-3 — сплошной с лыской, ВС-4 — сплошной с двумя лысками, ВП-1 — полый гладкий, ВП-2 — полый с лыской. Для многоэлементных резисторов в полном условном обозначении параметры и характеристики записывают в виде дроби в порядке набора секций от выхода вала.

Пример полного условного обозначения резистора: постоянный непроволочный регистрационный номер 22, номинальная мощность рассеяния 0,5 Вт, номинальное сопротивление 200 кОм , допустимое отклонение сопротивления $\pm 2\%$, группа по уровню шумов А, документ на поставку 0.467.027 ТУ Р1-22-0, 5 Вт-200 $\text{кОм} \pm 2\%$ А, 0.467. 027 ТУ.

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ВАРИАНТЫ УСТАНОВКИ РЕЗИСТОРОВ

Габаритные и установочные размеры резисторов приведены в табл. 24—28, условия эксплуатации резисторов — в табл. 29, а варианты установки — на рис. 18 и 19.

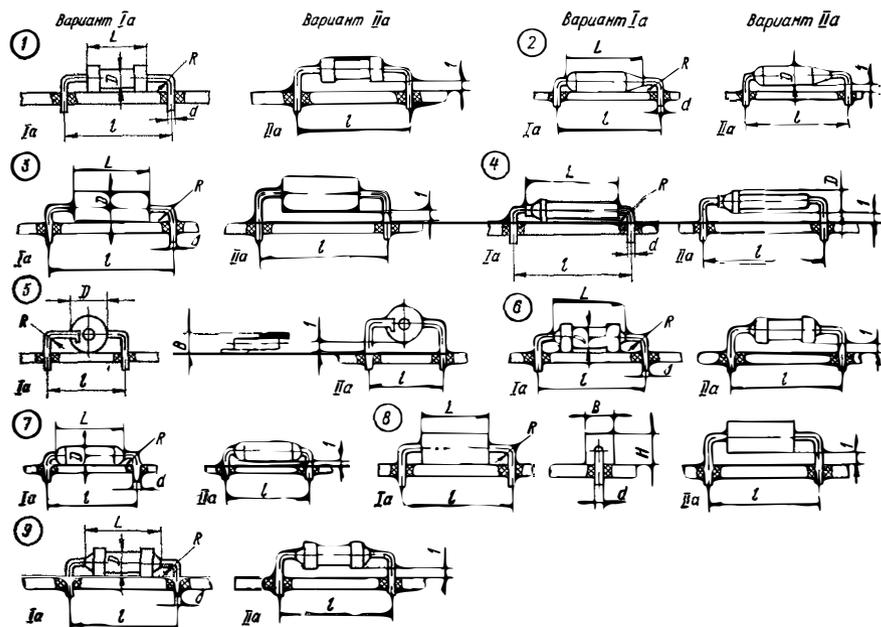


Рис.18. Варианты установки резисторов (Ia и IIa)

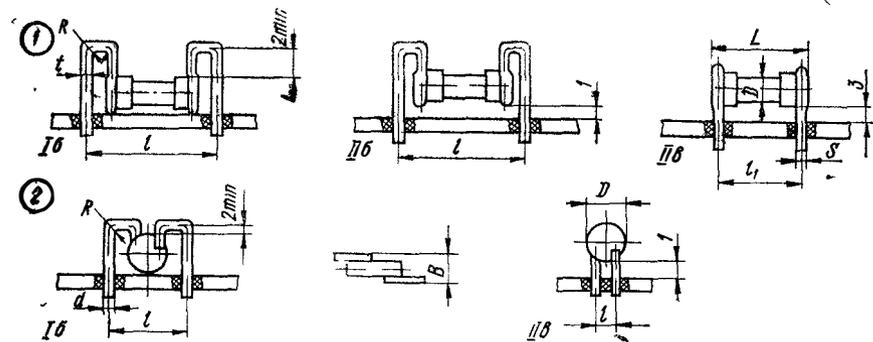


Рис.19. Варианты установки резисторов (I6, II6, II6)

24. Резисторы, устанавливаемые по вариантам Ia и IIa, с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип резистора	Пределы номинального сопротивления	Номинальная мощность, Вт	Габаритные размеры, мм, не более			Шаг сетки l, мм		Масса, г, не более	Номер схемы на рис. 18
			D	L	d	1,25	2,5		
BC-0,125а	10 Ом — 1 МОм	0,125	2,4	7,3	0,7	12,5	12,5	0,18	1
OCBC-0,125а									
BC-0,25а	27 Ом — 2,2 МОм	0,25		16		20	20	1,2	
OCBC-0,25а	27 Ом — 3 МОм		5,5		0,9				
BC-0,5а	27 Ом — 10 МОм	0,5		26		30	30	1,7	
OCBC-0,5а									
ВСЕ-0,25		0,25	5,3	23,7	0,9	28,75	30	1,3	
ВСЕ-0,5	27 Ом — 240 КОм	0,5		34		38,75	40	1,6	
ВСЕ-1		1		7,4		37,7	42,5	42,5	
КИМ-0,05	10 Ом — 1 МОм	0,05	1,8	3,8	0,4	8,75	10	0,1	
	1,1 — 5,6 МОм								
КИМ-0,125	27 Ом — 100 МОм	0,125			0,6				
	110 МОм — 1 ГОм								
КИМ-Е	10 МОм — 1 ГОм	—			0,5				
ОСКИМ-Е									
КМТ-1	22 КОм — 1 МОм	1	2,8	13,5	0,7	17,5	17,5	0,6	1
ОСКМТ-1									
ОСМГП	100 КОм — 5,1 МОм	0,5	14	30	1,1	35	35	7,5	3
ОСМЛМ	8,2 Ом — 3 МОм	0,125	2	5,8	0,6	10	10	0,14	
МЛТ-0,125	8,2 Ом — 2,2 МОм	0,125	2,2	6	0,7	10	10	0,15	
МЛТ-0,25	8,2 Ом — 3 МОм	0,25	3	7	0,7	12,5	12,5	0,25	
МЛТ-0,5	8,2 Ом — 5,1 МОм	0,5	4,2	10,8	0,9	15	15	1	
МЛТ-1	8,2 Ом — 10 МОм	1	6,6	13		17,5	17,5	2	
МЛТ-2	8,2 Ом — 10 МОм	2	8,6	18,5	1,1	22,5	22,5	3,5	1
ОСМЛТ-0,25	8,2 Ом — 5,1 МОм	0,25	3	7	0,7	12,5	12,5	0,25	
ОСМЛТ-0,5		0,5	4,2	10	0,9	15	15	1	

Тип резистора	Пределы номинального сопротивления	Номинальная мощность, Вт	Габаритные размеры, мм, не более			Шаг сетки l , мм		Масса, г, не более	Номер схемы на рис. 18	
			D	L	d	1,25	2,5			
ОСТМЛТ-1	8,2 Ом — 10 МОм	1	6,6	13	0,9	17,5	17,5	2	1	
ОСМЛТ-2		2	8,6	18,5	1	22,5	22,5	3,5		
ММТ-1	1 Ом — 220 кОм	1	2,8	13,5	0,7	17,5	17,5	0,6		
ОСММТ-1										
МОН-0,5	1 — 100 Ом	0,5	4,2	10,8	0,9	15	15	1		
ОСМОН-0,5						17,5	17,5	2		
МОН-1			1	6,6		13	22,5	22,5		3,5
ОСМОН-1							2	8,6		18,5
МОН-2		2	8,6	18,5	1,1	10	10	0,2		
ОСМОН-2						2	10	0,15		
МТ-0,125		8,2 Ом — 1,1 МОм	0,125	2,2	6	0,7	11,25	12,5		0,3
ОСМТ-0,125				2						
МТ-0,25	8,2 Ом — 5,1 МОм	0,25	4,2	10,8	0,9	15	15	1		
ОСМТ-0,25										0,5
МТ-0,5	8,2 Ом — 5,1 МОм	0,5	4,2	10,8	0,9	15	15	1		
ОСМТ-0,5										
МТ-1	8,2 Ом — 10 МОм	1	6,6	18	1,1	22,5	22,5	2,5		
ОСМТ-1										2
МТ-2		2	8,6	28		10	10	0,15		
ОСМТ-2						2	10	0,15		
МТЕ-0,125	8,2 Ом — 1 МОм	0,125	2,7	8	0,7	12,5	12,5	0,3		
МТЕ-0,25										0,25
МТЕ-0,5	8,2 Ом — 5,1 МОм	0,5	4,2	10,8	0,9	15	15	1		
МТЕ-1										1

Продолжение табл. 24

Тип резистора	Пределы номинального сопротивления	Номинальная мощность, Вт	Габаритные размеры, мм, не более			Шаг сетки l, мм		Масса, г, не более	Номер схемы на рис. 18
			D	L	d	1,25	2,5		
МТЕ-2	8,2 Ом — 10 МОм	2	8,6	28	1,1	32,5	32,5	5	1
ОМЛТ-0,125	8,2 Ом — 2,2 МОм	0,125	2,2	6,0	0,7	10	10	0,15	
СМЛТ-0,25	8,2 Ом — 3 МОм	0,25	3	7	0,7	12,5	12,5	0,25	
СМЛТ-0,5	8,2 Ом — 5,1 МОм	0,5	4,2	10,8	0,9	15	15	1	
ОМЛТ-1	8,2 Ом — 10 МОм	1	6,6	13		17,5	17,5	2	
ОМЛТ-2		2	8,6	18,5	1,1	22,5	22,5	3,5	
ОМЛТЕ-0,5	8,2 Ом — 5,1 МОм	0,5	4,2	10,8	0,9	15	15	1	
ОМЛТЕ-1	8,2 Ом — 10 МОм	1	6,6	13	0,9	17,5	17,5	2	
ОМЛТЕ-2		2	8,6	18,5	1,1	22,5	22,5	3,5	
ПТМН-0,5	1 Ом — 300 кОм	0,5	7,5	15,5		22,5	22,5	1,8	
ОСПТМН-0,5								2	
ПТМН-1	1 Ом — 1 МОм	1	9,5	23,5	0,8	30	30	4	
ОСПТМН-1								5	
С1-4-0,125	10 Ом — 1 МОм	0,125	2,4	7,3	0,7	12,5	12,5	1,18	
	1,1 — 2 МОм								
С1-4-0,25	10 Ом — 1 МОм	0,25	3,9	10,5		15	15	0,7	
С1-4-0,5	1,1 — 10 МОм	0,5	5,5	16	0,9	20	20	1,3	
С2-6-0,125	100 Ом — 1 МОм	0,125	2	7	0,7	11,25	12,5	0,2	
С2-6-0,25	100 Ом — 2 МОм	0,25	2,7	8		12,5		0,3	
С2-6-0,5	100 Ом — 5,1 МОм	0,5	4,2	11	0,9	15	15	1	
С2-6-1	100 Ом — 10 МОм	1	6,6	17		21,25	22,5	2,5	
С2-6-2		2	8,6	27	1,1	31,25	32,5	5	
С2-10-0,125	10 — 9880 Ом	0,125	2	6	0,7	10	10	0,15	
С2-7Е-0,5	8,2 — 22 Ом	0,5	4,2	11	0,9	15	15	1	

Продолжение табл. 24

Тип резистора	Пределы номинального сопротивления	Номинальная мощность, Вт	Габаритные размеры, мм, не более			Шаг сетки l , мм		Масса, г, не более	Номер схемы на рис. 18
			D	L	d	1,25	2,5		
C2-7E-1	8,2 — 22 Ом	1	6,6	17	0,9	21,25	22,5	2,5	6
C2-7E-2		2	8,6	27	1,1	31,25	32,5	5	
C2-8	10,2 кОм — 5,1 МОм	0,25	6,3	13,2	0,9	17,5	17,5	2,2	3
		0,5		17,7		22,5	22,5	3,2	
	10,2 кОм — 10 МОм	1	11	30,3	1,1	35	35	9,5	
C2-10-0,25	1 — 9880 Ом	0,25	2,7	7	0,7	11,25	12,5	0,25	1
C2-10-0,5		0,5	4,2	10,8	0,9	15	15	1	
C2-10-1		1	6,6	13		17,5	17,5	2	
C2-10-2		2	8,6	18,5	1,1	22,5	22,5	3,5	
C2-11-0,125		1 — 100 Ом	0,125	2	7	0,7	11,25	12,5	
C2-11-0,25	0,25		2,7	8	12,5		12,5		0,3
C2-13	1 Ом — 1 МОм	0,25	6,5	13,4	0,9	17,5	17,5	2,6	3
		0,5	9,2	15,9		20	20	3,7	
		0,1	11,3	21,5	1,1	26,25	27,5	7,2	
C2-14	1 Ом — 1 МОм	0,25	3,5	8	0,7	12,5	12,5	0,25	1
		0,5	4,5	11	0,9	15	15	1	
		1	7,5			18,75	20	2	
		2	9	28	1,1	32,5	32,5	5	
C2-23-0,125	24 Ом — 2 МОм	0,125	2	6	0,6	10	10	0,15	1
C2-23-0,25	24 Ом — 3 МОм	0,25	3	7	0,7	12,5	12,5	0,25	
C2-23-0,5	24 Ом — 5,1 МОм	0,5	4,2	10,8	0,9	15	15	1	
C2-23-1	24 Ом — 10 МОм	1	6,6	13	0,9	17,5	17,5	2	
C2-23-2		2	8,6	18,5	1,1	22,5	22,5	3,5	
C3-56	1,2 — 15 ГОм		7,3	30		35	35	3,2	

Продолжение табл. 24

Тип резистора	Пределы номинального сопротивления	Номинальная мощность, Вт	Габаритные размеры, мм, не более			Шаг сетки l , мм		Масса, г, не более	Номер схемы на рис. 18	
			D	L	d	1,25	2,5			
C5-5-1 ⁻	1 Ом — 13 кОм	1	6,15	20	0,9	26,25	27,5	2,5	1	
OCC5-5-1										
C5-5-2	2 Ом — 30 кОм	2	27			33,75	35	3		
OCC5-5-2										
C5-16MB	0,1 — 2 Ом	1	9	19	1,1	25	25	3,5		
		2	24	30		30	6			
		5	32	38,75		40	8			
C5-16B	0,39 — 1,3 Ом	8	12	41	47,5	47,5	14	3		
	1,5 — 10 Ом		11							
	0,51 — 1,8 Ом	10	12	51	57,5	57,5	16			
	2 — 10 Ом		11							
C5-17B	0,1 — 3,3 Ом	0,125		8,5	0,9	15	15	2		
		0,25	10,5	10,5		17,5	17,5			2,5
		0,5		12,5		18,75	20			3
УЛД-1	56 Ом — 100 кОм	1	10,5	58,5	1,1	62,5	62,5	12	9	
УЛД-2	100 Ом — 510 кОм	2	17,5					24		

25. Резисторы, устанавливаемые по вариантам Ia и IIa, с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип резистора	Пределы номинального сопротивления	Габаритные размеры, мм, не более			Шаг сетки l , мм		Масса, г, не более	Номер схемы на рис. 18
		D	B	d	1,25	2,5		
KBM	15 МОм — 1000 ГОм						2,4	2
ОСКВМ	15 МОм — 100 ГОм 120 — 1000 ГОм	5,5	43	0,6	47,5	47,5	3	

Тип резистора	Пределы номинального сопротивления	Габаритные размеры, мм, не более			Шаг сетки l , мм		Масса, г, не более	Номер схемы на рис. 18
		D	B	d	1,25	2,5		
КМТ-4а	22 кОм — 1 МОм	6,5	30	0,7	35	35	2,5	4
ОСКМТ-4			24		28,75	30		
КМТ-12	100 Ом — 10 кОм	17,5	3	0,31	22,5	22,5	1,7	5
ММТ-12	4,7 Ом — 1 кОм							
ММТ-4а	1 кОм — 220 кОм	6,5	30	0,7	35	35	2,5	4
ОСММТ-4а			24		28,75	30		
ММТ-4Е								

Примечание. У КМТ-12, ММТ-12 радиус гибки $R = 0,5$ мм.

26. Резисторы, устанавливаемые по вариантам Ia и IIa, с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип резистора	Пределы номинального сопротивления	Номинальная мощность, Вт	Габаритные размеры, мм, не более				Шаг сетки l , мм		Масса, г, не более	Номер схемы на рис. 18
			L	B	H	d	1,25	2,5		
ТВО-0,125	3 Ом — 10 кОм	0,125	8	1,5	2,5	0,6	12,5	12,5	0,2	8
ОСТВО-0,125	3 Ом — 100 кОм									
ТВО-0,25	3 Ом — 510 кОм	0,25	13,5	2,2	3,7	0,7	17,5	17,5	0,6	
ОСТВО-0,25										
ТВО-0,5	10 Ом — 1 МОм	0,5	19	2,2	3,7	0,7	23,75	23,75	0,7	
ОСТВО-0,5										
ТВО-1										
ОСТВО-1	1	29,5	4	5	0,9	33,75	35	2,6		
ТВО-2										
ОСТВО-2	2	36,5	5	6	1,1	41,25	42,5	4,1		

27. Терморезисторы, устанавливаемые по вариантам Iб и IIв, с радиусом гибки выводов $R = 0,5$ мм

Тип терморезистора	Пределы номинального сопротивления	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Номер схемы на рис. 19
		D	B	a	Шаг сетки					
					1,25		2,5			
l	l ₁	l	l ₁							
СТ1-17	330 Ом — 22 кОм	5,5	2,5	0,4	7,5	2,5	7,5	2,5	0,2	2
СТ3-17	33 — 330 Ом									

28. Резисторы, устанавливаемые по вариантам Iб, IIб и IIв, с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип резистора	Пределы номинального сопротивления	Номинальная мощность, Вт	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Номер схемы на рис. 19
			D	L	S	t	Шаг сетки					
							1,25		2,5			
l	l ₁	l	l ₁									
БЛП-0,1	1 Ом — 100 Ом	0,1	16	0,5	1,7	21,25	15	22,5	15	1,2		
ОСБЛП-0,1										1,3		
БЛП-0,25	20 Ом — 100 кОм	0,25	5,7	26	0,5	1,7	31,25	25	32,5	25	1,7	
ОСБЛП-0,25			1 — 20 Ом				15,5	20	15	20	15	2,6
БЛП-0,5	20 Ом — 100 кОм	0,5	7,6	29,6	0,5	2,1	35	30	35	30	4,1	
ОСБЛП-0,5							30				4	
БЛП-0,5	1 — 20 Ом	0,5	17	0,5	2,1	22,5	17,5	22,5	17,5	4,2		
ОСБЛП-0,5												
БЛП-1	20 Ом — 100 кОм	1	9,7	47,7	0,5	2,6	52,5	47,5	52,5	47,5	9,3	
ОСБЛП-1							47,9					9,2
БЛП-1	1 — 20 Ом	1	11,7	25,5	0,5	2,6	30	25	30	25	8,2	
ОСБЛП-1												
ВС-1	47 Ом — 10 МОм	1	7,6	30,9	0,5	2,1	3,5	30	35	30	4	
ОСВС-1												

Тип резистора	Пределы номинального сопротивления	Номинальная мощность, Вт	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Номер схемы на рис. 19
			D	L	S	t	Шаг сетки					
							1,25		2,5			
							l	l ₁	l	l ₁		
BC-2	47 Ом — 10 МОм	2	9,7	48,4	0,5	2,6	53,75	47,5	55	47,5	9,1	1
OCBC-2	10 МОм — 10 ГОм	—	7,5	30	0,45	2	32,5	30	32,5	30	3,2	
КЛМ	15—100 ГОм						28,75	25	30	25	1,6	
	150 — 1000 ГОм						5,9	26	31,25	25	32,5	
КЭВ-0,5	510 кОм — 5,1 ГОм	0,5	6,1	26,5	0,45	2	52,5	47,5	52,5	47,5	8,5	
КВЭ-1		1	9,4	47	2,5	96,25	90	97,5	90	15		
КВЭ-2		2	9,5	92	32,5	30	32,5	30	3,2			
СЗ-5а	1,2—15 ГОм	—	7,5	30	0,4	—	32,5	30	32,5	30	3,2	
УЛИ-0,125	1 Ом — 500 кОм	0,125	5,4	16	—	2	21,25	15	22,5	15	1,5	
ОСУЛИ-0,1		0,1										
УЛИ-0,25	1—9,999 Ом	—	7,2	15,5	—	2,2	20	—	20	—	2,5	
ОСУЛИ-0,25	10 Ом — 1 МОм	0,25	5,4	26	—	2	31,25	25	32,5	25	2,3,5	
УЛИ-0,5	0,75 — 9,999 МОм	0,5	9,5	17	0,5	2,75	22,5	17,5	22,5	17,5	4	
ОСУЛИ-0,5	10 Ом — 1 МОм		7,2	30		2,25	35	30	35	30	3,5	
УЛИ-1	1—9,999 Ом	1	11,5	25,5	—	2,75	30	25	30	25	8	
ОСУЛИ-1	10 Ом — 1 МОм		9,5	47,7			52,5	47,5	52,5	47,5	8,5	

29. Условия эксплуатации резисторов

Тип резистора	Интервал рабочих температур, °С	Допустимая вибрация	
		Диапазон частот, Гц	Ускорение, м/с ²
BC-0,125 — BC-2	—60 ... +10	,5 — 2000	98,1
МУН-0,5 — МУН-2	—60 ... +70	5 — 600	147
КВМ, КЛМ КМТ-4Е, ММТ-4Е	—60 .. +85	10 — 85 5 — 200	24,5 39
БЛП-0,1 — БЛП-1 С2-7Е-0,5 — С2-7Е-1 СТ1-17, СТ3-17	—60 ... +100	5 — 2500 10 — 2000 10 — 1000	98,1 294 73,5
УЛИ-0,1 — УЛИ-1 КМТ-12, ММТ-12 КМТ-4, ММТ-4 КИМ-Е, КИМ-0,05 — КИМ-0,125 МЛТ-0,125 — МЛТ-2 ПТМН-0,5 — ПТМН-1 МОН-0,5 — МОН-2	—60 ... +125	5 — 600 10 — 600 5 — 1000 10 — 1000 10 — 2000 10 — 10000	98,1 73,5 73,5 73,5 147 117,6 73,5
ВСЕ-0,25 — ВСЕ-1 МТ-0,125 — МТ-2 ТВО-0,125 — ТВО-2	—60 ... +155	5 — 600 5 — 1000	73,5 147 73,5
С2-6-0,125 — С2-6-2	—60 ... +300	10 — 2000	98,1

Глава 3

КОНДЕНСАТОРЫ

1. ТИПЫ КОНДЕНСАТОРОВ

Конденсаторы разделяются на следующие группы:

в зависимости от назначения — общего и специального назначения;
по характеру изменения емкости — постоянные, переменные и подстроечные;
по виду диэлектрика — с органическим, неорганическим, газообразным оксидным диэлектриком;

по конструктивному исполнению в зависимости от внешних воздействий — незащищенные, защищенные, неизолированные, изолированные, уплотненные и герметизированные;

в зависимости от способа монтажа — для навесного, для печатного, для микромодулей и микросхем.

Условное обозначение конденсаторов бывает сокращенным и полным. Система сокращенных обозначений конденсаторов состоит из следующих букв и цифр:

первый элемент — буква и сочетание букв, обозначающие подкласс конденсатора: К — постоянной емкости, КП — переменной емкости, КТ — подстроечные;

второй элемент — цифры обозначают группу конденсатора в зависимости от материала диэлектрика.

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 с неорганическим диэлектриком	26
слюдяные малой мощности	31
» большой »	32
бумажные на номинальное напряжение ниже 2 кВ (фольговые)	40
бумажные на номинальное напряжение 2 кВ и выше (фольговые)	41
бумажные металлизированные	42
оксидно-электролитические алюминиевые	50
оксидно-электролитические танталовые, ниобиевые и др.	51
объемно-пористые	52
оксидно-полупроводниковые	53
с воздушным диэлектриком	60
вакуумные	61
полистирольные	71 (70)
фторопластовые	72
полиэтилентерефталатные	73 (74)
комбинированные	75
лакопленочные	76
поликарбонатные	77
полипропиленовые	78

Подстроечные и переменные емкости:

вакуумные	1
с воздушным диэлектриком	2
с газообразным »	3
с твердым »	4

третий элемент — цифры обозначают регистрационный номер типа конденсатора. В состав третьего элемента могут входить также буквы.

Полное условное обозначение конденсатора состоит из сокращенного обозначения, обозначения и величины основных параметров и характеристик, необходимых для заказа и записи в конструкторской документации, обозначения климатического исполнения и документа на поставку. Параметры и характеристики, входящие в полное условное обозначение, указывают в следующей последовательности: конструктивное исполнение, номинальное напряжение, номинальная емкость, допустимое отклонение емкости, группа и класс по температурной стабильности емкости, номинальная реактивная мощность, другие дополнительные характеристики. Например, полистирольный конденсатор постоянной емкости с регистрационным номером 8 сокращенное обозначение К71-8; конденсатор оксидно-электролитический алюминиевый К50-7, конструктивного варианта «а», на номинальное напряжение 250 В, номинальной емкости 50 мкФ, всеклиматического исполнения «В», поставляемый по ГОСТ 5. 635—80Е, имеет полное условное обозначение К50-7а-250 В-50мкФ-В ГОСТ 5. 635—80Е.

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ВАРИАНТЫ УСТАНОВКИ КОНДЕНСАТОРОВ

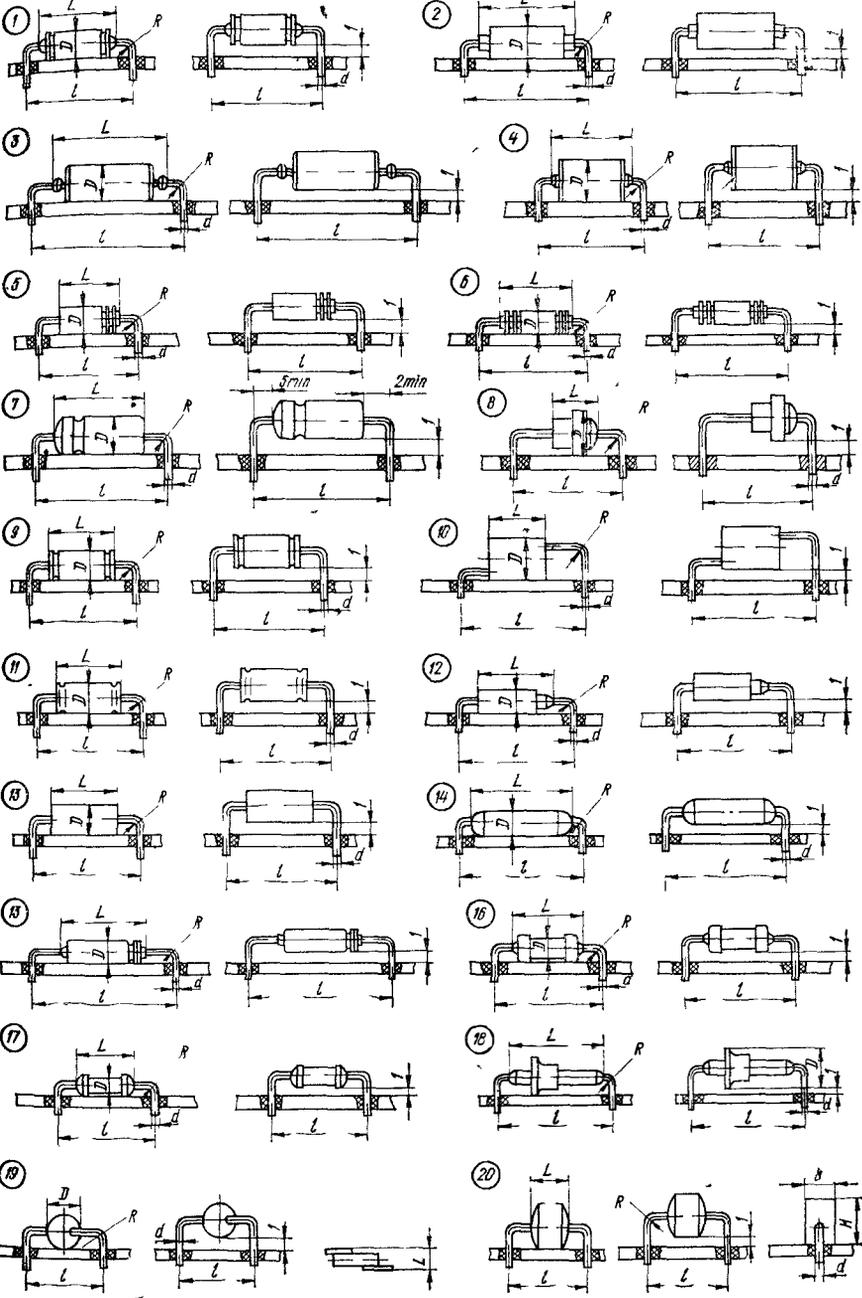
Габаритные и установочные размеры конденсаторов приведены в табл. 30—37, условия эксплуатации — в табл. 38, а варианты установки — на рис. 20 и 21.

Вариант Ia

Вариант IIa

Вариант Ia

Вариант IIa



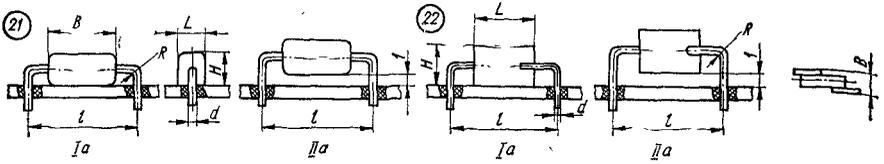
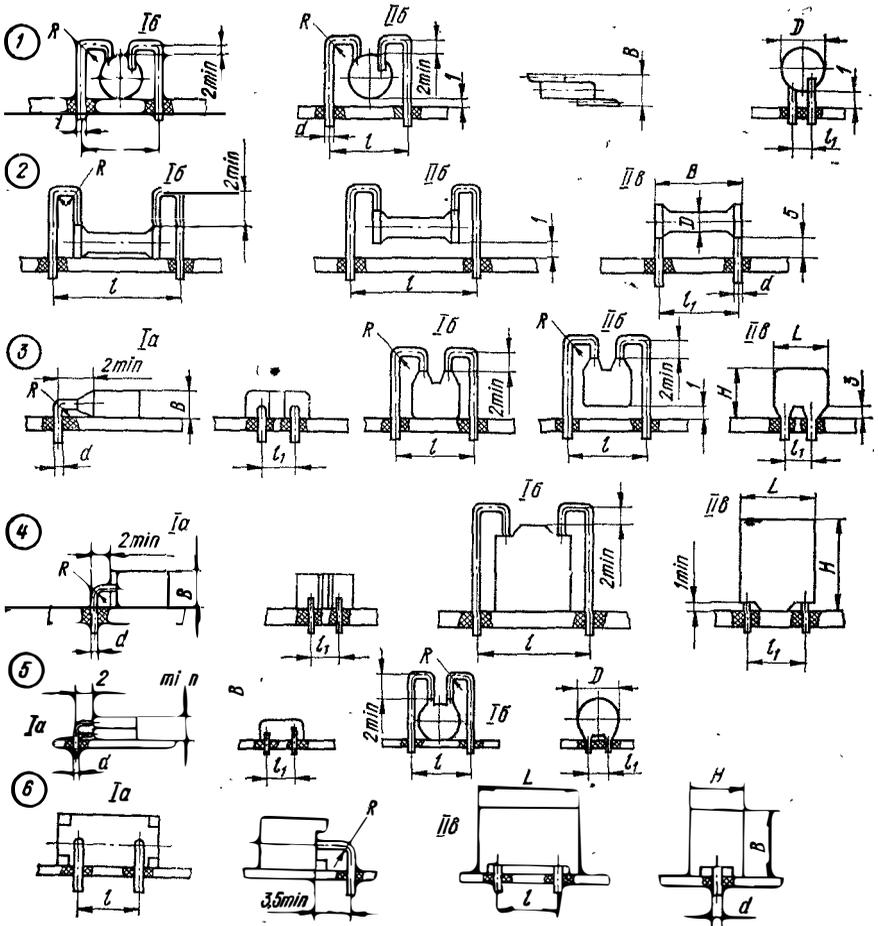


Рис.20. Варианты установки конденсаторов (Ia и IIa)



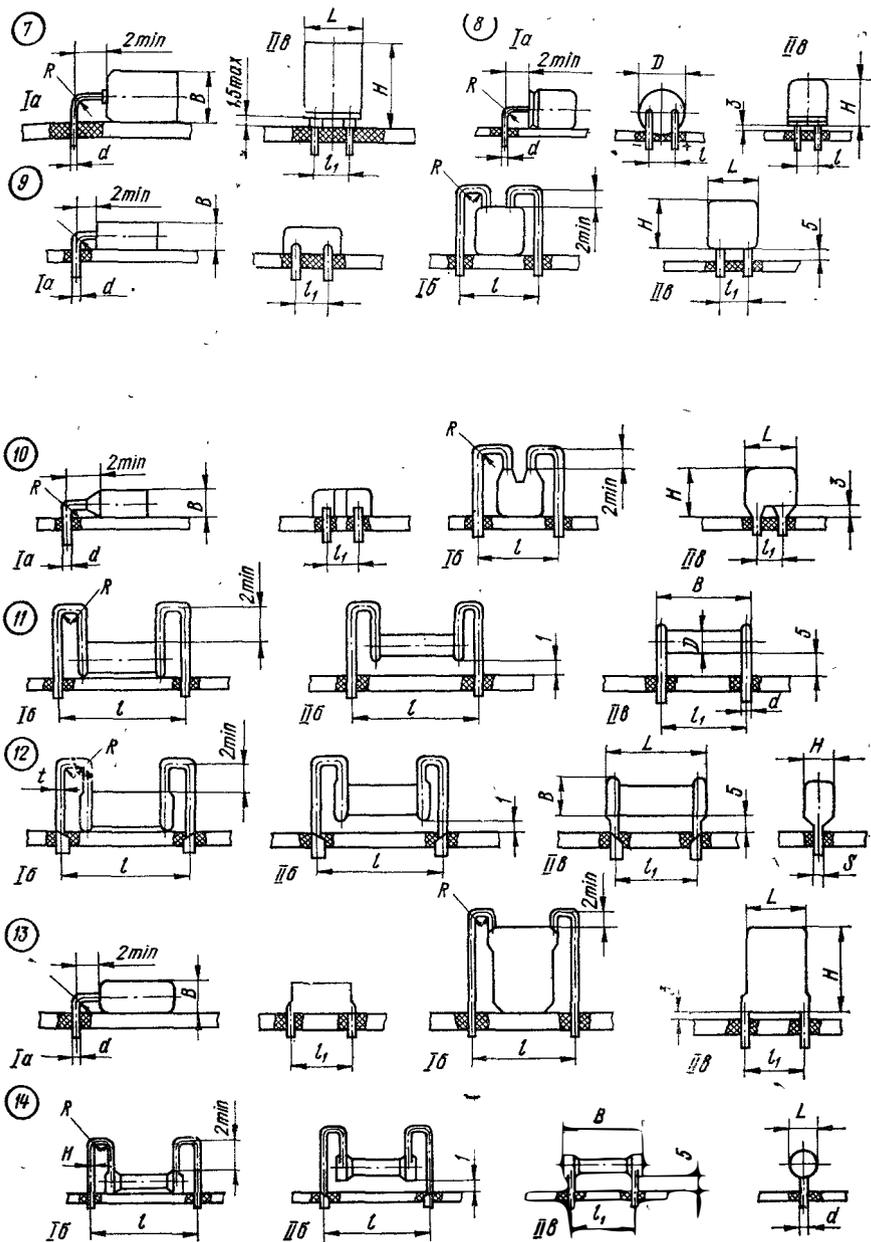


Рис.21. Варианты установки конденсаторов (Ia, Iб, IIб, IIв)

30. Конденсаторы, устанавливаемые по вариантам Ia и IIa, с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
			D	L	d	Шаг сегмента l			
						1,25	2,5		
БМТ-2 (рис. 20, 1)	470; 680; 4700; 6800 пФ; 0,01	400	6,5	24	0,9	28,75	30	3	
	0,033; 0,047;		12,5	26		30		6	
	0,068; 0,1		14,5	32	1,1	36,25	37,5	12	
	0,15; 0,22		16,5	47		51,25	52,5	20	
	1000; 1500; 2200; 3300 пФ	630	6,5	24		28,75		3	
4700; 6800 пФ 0,01; 0,015; 0,022	12,5		26	0,9	30	30	6		
К40У-9 ОСК40У-9 (рис. 20, 3)	470; 680; 1000; 1500; 2200; 3300; 4700; 6800 пФ	200	5,4	29	0,7	33,75	35	2,5	
	0,01		6,4					3	
	0,033		8,4	32		36,25		5	
	0,047			33	37,5	37,5	6		
	0,068		10,4				8		
	0,1			39	43,75	45	7; 9		
	0,15			46	50	50	9; 11		
	0,22			14,6	41	0,9		11; 17	
	0,33		16,6				20; 24		
	0,47			16,6			28		
	0,68			18,6	53		57,5	57,5	32; 36
	1,0			20,6	63		67,5	67,5	48
	4700; 6800 пФ			6,4	29	0,7	33,75	35	3
	0,015; 0,022			8,4	32		36,25		5
	0,033				33		37,5	37,5	6; 8
	0,047			39	0,9	43,75	45	7; 9	

Продолжение табл. 30

Тип конденса- сатора (рисунок и номер схемы)	Номинальная, емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более		
			D	L	d	Шаг сетки l				
						1,25	2,5			
	0,068	400		46	0,9	50	50	9; 11		
	0,1		14,6						11; 17	
	0,15			41			45	45	20	
	0,15		16,6						24	
	0,22			53			57,5	57,5	28	
	0,33		18,6				67,5	67,5	32; 36	
	0,47			63			77,5	77,5	40	
	0,68		20,6			73			52; 55	
	470; 680; 1000; 1500; 2200; 3300 пФ	630	6,4	29	0,7	33,75	37	3		
	4700; 6800 пФ; 0,01		8,4	32		36,25		5		
	0,015			33		37,5		6; 8		
	0,022; 0,033		10,4	39		43,75	45	7; 9		
	0,047			46						
	0,047			46			50	50	11	
	0,068		14,6						17	
	0,1		16,6	41			45	45	20 24	
	0,15									28
	0,22			53		0,9	57,5	57,5	32; 36	
	0,33		18,6							
	0,47			63				67,5	67,5	48
	0,68		20,6				73	77,5	77,5	52; 55
	1000; 1500; 2200; 3300; 4700; 6800 пФ		1000			33		37,5	37,5	6; 8
	0,01; 0,015			10,4		39		43,75	45	7
	0,022					46		50	50	9; 11

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более						
			D	L	d	Шаг сетки l								
						1,25	2,5							
	0,033	1000	14,6	41	0,9	45	45	17						
	0,047		16,6					53	53,75	55	20; 24			
	0,068								18,6	63	57,5	57,5	24	
	0,1										20,6	67,5	67,5	28; 30
	0,15													40
	0,22													48
К42П-5 (рис. 20, 4)	0,01; 0,022; 0,033	35	6,5	34	0,7	38,75	40	2						
	0,1		10,5					47	51,25	52,5	5			
	0,22										14,5	61	65	65
	0,33		12,5	0,9	51,25	52,5	12							
	0,47						16,5	65	65	17				
	0,68									24				
	1,0		30											
К42У-2 ОСК42У-2 (рис. 20, 2)	0,047	160	6,5	33	0,9	37,5	37,5	3,5						
	0,1		10,5					45	50	50	4,5			
	0,15										14,5	33	37,5	37,5
	0,22		9,5	50	50	9								
	0,33					10,5	50	50	7,5					
	0,47								16,5	37,5				
	1,0		250	8,5	45	50	50	16,5						
	0,047; 0,068	9,5						33	37,5	37,5	4,5			
	0,1										5,5			
	0,15	7												

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более		
			D	L	d	Шаг сетки l				
						1,25	2,5			
К42У-2 ОСК42У-2 (рис. 20, 2)	0,22	250	10,5	45	0,9	50	50	9		
	0,33		11,5					10,5		
	0,47		13,5					14,5		
	1,0		16,5	59		63,75	65	27		
	0,033	400	9,5	33	0,9	37,5	37,5	5,5		
	0,047		10,5					7		
	0,068		8,5					7		
	0,1		10,5	9						
	0,15		11,5	45		50	50	10,5		
	0,22		13,5	14,5						
	0,33		16,5	22,5						
	0,47		14,5	59		63,75	65	24		
	0,015		630	7,5		33	0,9	37,5	37,5	4
	0,022; 0,033			8,5						4,5
	0,047	9,5		7						
	0,068	10,5		9						
	0,1	11,5		45	50	50		10,5		
	0,15	14,5		16,5						
	0,22	16,5		22,5						
	1	50		4,8	29	0,9		33,75	35	1,5
К50-3* (рис. 20, 15)	100	6,3	30	35	2					
	2	25	4,8	29	33,75		1,5			
		50	6,3	30	35		2			
		100		38	42,5		42,5	2,5		

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К50-3* (рис. 20, 15)	5	12	4,8	29	0,9	33,75	35	1,5
		25	6,3	30		35		2
		50		38		42,5	42,5	2,5
		100	9	43		47,5	47,5	4
	10	6	4,8	29		33,75	35	1,5
		12	6,3	30		35		2
		25		38		42,5	42,5	2,5
		50	9	43		47,5	47,5	4
	20	6	6,3	30		35	35	2
		12		38		42,5	42,5	2,5
		25	9	43		47,5	47,5	4
	50	6; 12						
	100	6						
	К50-3А* ОСК50-3А (рис. 20, 15)	1	50; 100	6,3		38	0,9	42,5
2		12	31		35	35		2,5
		25	38	42,5	42,5	2,7		
		100	9	45	50	50		4,2
5		12	6,3	38	42,5	42,5		2,7
		25	9	45	50	50		4,2
10	12							
К50-3Б* ОСК50-3Б (рис. 20, 15)	1	50	4,8	29	0,9	33,75	35	1,5
		100	6,3	31		35		2,5
	2	12	4,8	24		28,75	30	1,2
		25		29		33,75	35	1,5
		50	6,3	31		35		2,5
		100		35,5		40	40	2,6
		160	9	45		50	50	4,2

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более		
			D	L	d	Шаг сетки l				
						1,25	2,5			
К50-3Б* ОСК50-3Б (рис. 20, 15)	5	12	4,8	29	1,1	33,75	35	1,5		
		25	6,3	31		35		2,5		
		50		35,5		40	40	2,6		
		100	9	45		50	50	4,2		
	10	6	4,8	29		0,9	33,75	35	1,5	
		12	6,3	31			25		2,5	
		25; 50	9	45			50	50	4,2	
	20	6	6,3	31		1,1	35	35	2,5	
		12	9	45			50	50	4,2	
	50	6				9	45	50	50	4,2
	К50-6** (неполяр- ный) (рис. 21, 8)	10	25	11		18,5	0,6	5	5	3,5
		5	15	6,5				2,5	2,5	1,2
10		8		5	5			2		
20		11		7,5	7,5		6,5			
50		16,5	0,9	7,5	7,5		6,5			
К50-6** (полярный) (рис. 21, 8)	1	160	6,5	18,5	0,6	2,5	2,5	1,2		
	2		8					2,5	2,5	2
	5		12,5		0,9	5	5	4,5		
	10		16,5			7,5	7,5	6,5		
	1	100	6,5	3,5	18,5	0,6	2,5	2,5	0,8	
	2			8					2,5	2,5
	5		12,5	0,9		5	5	5,5		
	10								14,5	
	20									

Продолжение табл. 30

Тип конденса- сатора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
	1	50	6,5	13,5	0,6	2,5	2,5	0,8
	2							
	5							
	10							
	20		18,5	16,5	0,9	7,5	7,5	2,5
	50							
	100							
	200							
К50-5** (полярный) (рис. 21, 8)	1	25	4,5	13,5	0,6	2,5	2,5	0,6
	5							
	10							
	20							
	50		18,5	15,5	0,9	7,5	7,5	2,5
	100							
	200							
	500							
	1	15	4,5	13,5	0,6	2,5	2,5	0,6
	5							
	10							
	20							
	30		18,5	12	0,6	7,5	7,5	0,8
	50							
	100							
	200							
	500							
	1000							

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки t		
						1,25	2,5	
К50-5** (полярный) (рис. 21, 8)	10	10	6,5	13,5	0,6	2,5	2,5	0,8
	20		8					1,4
	50		11					15,5
	100		12,5	16,5		5	5	4
	200		16,5	18,5		7,5	7,5	6,5
	500		18,5	25,5				12
	1000	45,5	25					
	50	6,3	8	13,5	0,6	2,5	2,5	1,4
	100		11	15,5		5	5	2,5
	200		14,5	16,5	0,9	7,5	7,5	5,5
500	18,5		18,5	8,5				
К50-12 (рис. 20, 15)	1; 2; 5	12; 25; 50	4,8	24	0,9	28,75	30	1
	1; 2; 5; 10	6,3; 12; 25; 50; 100		29		33,75	35	1,5
	20	6,3	30	35		36,25	37,5	2
	20; 50; 1; 2; 5; 10	6,3; 12; 25; 50; 100; 160	6,3	31,5				
	5; 10; 20; 50; 100	6,3; 12; 25; 50; 100	9	36,5		41,25	42,5	2,5
	20; 200	6,3; 50		32		36,25	37,5	3
	5; 10; 20; 50; 100	12; 25; 50; 100; 160		37		41,25	42,5	3,5

Продолжение табл. 30

Тип конденса- сатора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К50-15 (полярный) (рис. 20, 5)	68	6,3	9,7	28	0,9	32,5	32,5	5; 4
	150			35		40	40	6,5; 4,5
	220			50		55	55	7,5; 6
	330	6,3	9,7	60		65	65	8,5; 7
	680		12,7					13; 11
	47	16	9,7	28		32,5	32,5	5; 4
	100			35		40	40	6,5; 4,5
	220			60		65	65	8,5; 7
	470			70		75	75	13; 11
	680	25	12,7	28		32,5	32,5	5; 4
	33		9,7	35		40	40	6,5; 4,5
	47			60		65	65	8,5; 7
	100			70		75	75	13; 11
	220	50	9,7	28		32,5	32,5	5; 4
	330			50		55	55	7,5; 6
	10			60		65	65	8,5; 7
	22			70		75	75	15; 13
	47	100	9,7	28		32,5	32,5	5; 4
	100			50		55	55	7,5; 6
	4,7			60		65	65	13; 11
	33			70		75	75	15; 13
	47	160	9,7	35		40	40	6,5; 4,5
	4,7			60		65	65	8,5; 7
	10			70		75	75	13; 11
	22			70		75	75	15; 13
	33	250	9,7	35		40	40	6,5; 4,5
	2,2			50		55	55	7,5; 6
	4,7			60		65	65	13; 11
10	70			75	75	15; 13		
22								

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
			D	L	d	Шаг сетки l			
						1,25	2,5		
К50-15 (неполяр- ный) (рис. 20, 6)	22	25	9,7	38	0,9	42,5	42,5	6,5; 5	
	47			52		56,25	57,5	7,5; 6	
	68		12,7	63		67,5	67,5	8,5; 7	
	100			67,5		67,5	13; 11		
	10	50	9,7	52		56,25	57,5	7,5; 6	
	22			63		67,5	67,5	8,5; 7	
	33		12,7	73		77,5	77,5	15; 13	
	47			52		56,25	57,5	7,5; 6	
	4,7	100	9,7	63		67,5	67,5	8,5; 7	
	6,8			73		77,5	77,5	15; 13	
	22		12,7	73		77,5	77,5	15; 13	
	К50-16 (рис. 21, 8)	20	25	8,5		14	0,6	3,75	5
30		16			1,7				
50		11,5		14	6,25	7,5		2,3	
100		13		17				4	
200		17		19	0,9	8,75		10	6,5
500		19		27					12,5
1000		46	25						
2		50	5	13	0,6	2,5	2,5	0,6	
5			7			3,75	5	0,8	
10			8,5			1,4			
20			11,5			14	6,25	7,5	2,3
50			13	19		4,5			
100			17	19		0,9	8,75	10	8
200			27	12					
500			22	46		35			

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Ном- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Стандовочные размеры, мм		Масса, г, не более	
			D	L	d	Шаг сетки l			
						1,25	2,5		
К50-16 (рис. 21, 8)	0,5	100	5	14	0,6	2,5	2,5	0,6	
	1; 2		7					0,8	
	5		8,5	16		3,75	5	1,7	
	10		11,5					2,5	
	20		13	19		6,25	7,5	4,5	
	30		14					6	
	50		16	27		0,9	8,75	10	8
	1	160	7	19	0,6	3,75	5	1,2	
	2		8,5	16				1,7	
	5		11,5			19	6,25	7,5	2,5
	10		15,5	6					
	20		19	0,9	8,75	10	8,5		
	20	6,3	5	14	0,6	2,5	2,5	0,6	
	30; 50		7					0,8	
	100		8,5	16		3,75	5	1,7	
	200		11,5	14				2,3	
	500		13	17		6,25	7,5	4	
	10	10	5	14	0,6	2,5	2,5	0,6	
	20		0,8						
	30		7	19		3,75	5	1,2	
	50		2,3						
	100		11,5	14		6,25	7,5	2,5	
	200		16	4,5					
	500		13	19				12	
	2000		19	27		0,9	8,75	10	12

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
			D	L	d	Шаг сетки l			
						1,25	2,5		
К50-16 (рис. 21, 8)	5	16	5	14	0,6	2,5	2,5	0,6	
	10; 20		7			0,8			
	30		8,5			3,75	5	1,4	
	50					16	1,7		
	100		11,5	14		6,25	7,5	2,3	
	200		13	17				4	
	500		15	19		8,75	10	6	
	1000		17	27				8	
	2000		19	46				0,9	25
	2		25	5		14	0,6	2,5	2,5
5	7	3,75		5	0,8				
10									
К50-16А** (рис. 21, 8)	10	10	4,5	13,5	0,6	2,5	2,5	0,4	
	20; 30		6,5					0,7	
	50			18,5				1,6	
	100		11,5	13,5				1,8	
	200			15,5				2	
	500		13	18,5				3,7	
	5	16	4,5	13,5		0,6	2,5	2,5	0,4
	10; 20		6,5						0,7
	30		8						1,1
	50								15,5
100	11,5		13,5	5	5		1,8		
200	13		16				3		
500	15		18,5	0,9	4,5				

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более		
			D	L	d	Шаг сетки I				
						1,25	2,5			
К50-16А** (рис. 21, 8)	2	25	4,5	13,5	0,6	2,5	2,5	0,4		
	5; 10		6,5					5	5	0,7
	20		8							15,5
	30		11,5					13,5	1,4	
	50		13			16	1,8			
	100		17					18,5	3	
	200		0,9			7,5	7,5			5
	2		50			4,5	13,5	0,6	2,5	2,5
	5	6,5		5	5	0,7				
	10	8				1,1				
	20	11,5		1,8						
	50	13			18,5	3,7				
	0,5	100	4,5	13,5	0,6	2,5	2,5	0,4		
	1; 2		6,5					1,4		
	5		8						15,5	2
	10		11,5							
	20	6,3	4,5	13,5	0,6	2,5	2,5	0,4		
	30		6,5					1,4		
	50		8						15,5	1,8
	100		11,5					13,5		
200	13		16						3,7	
500	13					18	5	5		
20	15		0,9						4,5	

Продолжение табл. 30

Тип конденса- сатора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К50-16А** (рис. 21, 8)	1	160	6,5	18,5	0,6	2,5	2,5	1
	2		8	15,5				5
	5		11,5			0,9	7,5	
	10		15	7,5	7,5			4,5
	20		19			18,5	7,5	7,5
К50-24 (рис. 20, 5)	10	16	10	26	0,9	30	30	3
	22			36		40	40	5
	47		13	52		56,25	57,5	12
	100		17	44		48,75	50	25
	220		22	52		56,25	57,5	40
	220	6,3	7	30	0,9	35	35	2,5
	470		10	26		30	30	3
	1000			42		46,25	47,5	6,5
	2200		13	52		56,25	57,5	10,5
	4700		17	44		48,75	50	25
	10000		22	52		56,25	57,5	40
	47		16	7		19,8	0,9	25
	100	26			30	30		1,8
	330; 470	10		30	35	35		4
	1000	13		36	40	40		7
2200	52			56,25	57,5	12		
3300; 4700	17	50		55	55	30		
6800; 10000	22	60		65	65	45		

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К50-24 (рис. 20, 5)	22	25	7	19,8	0,9	25	25	1,5
	47			26		30	30	1,8
	100			30		35	35	2,5
	220		9	26		30	30	3
	470			42		46,25	47,5	6,5
	1000		13	52		56,25	57,5	12
	1500; 2200		17	44		48,75	50	25
	3300; 4700		22	52		56,25	57,5	40
	10	63	7	19,8	25	25	1,5	
	22			26	30	30	1,8	
	33; 47			30	35	35	2,5	
	100		10	36	40	40	5	
	150; 220			42	46,25	47,5	6,5	
	470			52	56,25	57,5	12	
	680; 1000			17	44	48,75	50	25
	1500; 2200			22	52	56,25	57,5	40
	4,7	100	7	19	0,9	23,75	25	1,5
	10			26		30	30	1,8
	22			10		35	35	3
	22		160	30		30	1,5	
4,7	7			26		30	30	1,8
К52-1 (рис. 20, 7)	22	3	3,3	11	0,7	18,75	20	1
	47		4,3	14,5		22,5	22,5	2
	100		4,9	17,5		25	25	2,5

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К52-1 (рис. 20, 7)	15	6,3	3,3	11	0,7	18,75	20	1
	33		4,3	14,5		22,5	22,5	2
	68		4,9	17,5		25	25	2,5
	150; 220		6,5	20	27,5	27,5	5	
	330; 470		8	24	0,9	31,25	32,5	7,5
	10	16	3,3	11	0,7	18,75	20	1
	22		4,3	14,5		22,5	22,5	2
	47		4,9	17,5		25	25	2,5
	100		6,5	20	27,5	27,5	5	
	220		8	24	0,9	31,25	32,5	7,5
	6,8	25	3,3	11	0,7	18,75	20	1
	15		4,3	14,5		22,5	22,5	2
	33		4,9	17,5		25	25	2,5
	68		6,5	20	27,5	27,5	5	
	150		8	24	0,9	31,25	32,5	7,5
	4,7	35	3,3	11	0,7	18,75	20	1
	10		4,3	14,5		22,5	22,5	2
	22		4,9	17,5		25	25	2,5
	47		6,5	20	27,5	27,5	5	
	100		8	24	0,9	31,25	32,5	7,5
3,3	50	3,3	11	0,7	18,75	20	1	
6,8		4,3	14,5		22,5	22,5	2	
15		4,9	17,5		25	25	2,5	
33		6,5	20	27,5	27,5	5		
68		8	24	0,9	31,25	32,5	7,5	

Продолжение табл. 30

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К52-1 (рис. 20, 7)	2,2	70	3,3	11	0,7	18,75	20	1
	4,7		4,3	14,5		22,5	22,5	2
	10		4,9	17,5		25	25	2,5
	22		6,5	20		27,5	27,5	5
	47		8	24	31,25	32,5	7,5	
	1,5	100	3,3	11	0,7	18,75	20	1
	3,3		4,3	14,5		22,5	22,5	2
	6,8		4,9	17,5		25	25	2,5
	15		6,5	20		27,5	27,5	5
	33		8	24	31,25	32,5	7,5	
К52-1Б (рис. 20, 7)	33	6,3	3,3	11	0,7	18,75	20	0,8
	22	16						
	15	25						
	10	30						
	6,8	50						
	4,7	63						
	3,3	100						
	68	6,3	4,3	14,5	0,7	22,5	22,5	1,5
	47	16						
	33	22						
	30	25						
	15	50						
	10	63						
	6,8	100						

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К52-1Б (рис. 20, 7)	150	6,3	4,9	17,5	0,7	25	25	2,5
	100	16						
	68	25						
	47	30						
	33	50						
	22	63						
	15	100						
К52-1Б (рис. 20, 7)	330	6,3	6,5	20	0,7	27,5	27,5	4,5
	220	16						
	150	25						
	100	30						
	68	50						
	47	63						
	33	100						
К52-2 (рис. 20, 8)	680	6,3	8	22,5	0,9	30	30	7
	470	16						
	330	25						
	220	30						
	150	50						
	100	63						
	68	100						
К52-2 (рис. 20, 8)	6,8	90	14	11,5	0,9	16,25	17,5	5,5
	10	70; 90						
	15	50; 70						
	20	50						

Продолжение табл 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки I		
						1,25	2,5	
К52-2 (рис. 20, 8)	100	90	24,5	13	1,1	17,5	17,5	22
	150	70						
	200	50						
	300	25						
	400	15						
	1000	6						
ОС К52-2 (рис. 20, 8)	10	90	14	11,5	0,9	16,25	17,5	5,5
	15	70						
	20	50						
	30	25						
	50	15						
	80	6						
	100	90	24,5	13	1,1	17,5	17,5	22
	150	70						
	200	50						
	300	25						
400	15							
1000	6							
К52-2Б (рис. 20, 8)	10	90	14	11,5	0,9	16,25	17,5	5,5
	100		24,5	13	1,1	17,5		22
	15	70	14	11,5	0,9	16,25		5,5
	150		24,5	13	1,1	17,5		22
	20	50	14	11,5	0,9	16,25		5,5
	200		24,5	13	1,1	17,5		22

Тип конденса- тора (рисунок и помер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	a	Шаг сетки t		
						1,25	2,5	
К52-2В (рис. 20, 8)	30	25	14	11,5	0,9	16,25	17,5	5,5
	300		24,5	13	1,1	17,5		22
	50	15	14	11,5	0,9	16,25		5,5
	400		24,5	13	1,1	17,5		22
	80	5	14	11,5	0,9	16,25		5,5
	1000		24,5	13	1,1	17,5		22
К52-5 (рис. 20, 8)	22; 30	25	14	11,5	0,9	16,25	17,5	5,5
	33; 50	15						
	80	6						
	330	15	24,5	13	0,9	17,5	17,5	23
	220	25						
	150	50						
	100	70						
68	90							
К53-1 ОС К53-1 (рис. 20, 12)	0,1; 0,15; 0,22	6	3,4	11,3	0,7	16,25	17,5	0,6
	0,1; 0,15	10						
	0,068; 0,1	15						
	0,047; 0,068	20						
	0,033; 0,047	30						
	0,33; 0,47; 0,68; 1,0	6	4,2 4,5	16,8	0,7	21,25	22,5	1,5
0,22; 0,33; 0,47; 0,68	10							
0,15; 0,22; 0,33; 0,47	15							
0,1; 0,15; 0,22	20							
0,068; 0,1; 0,15	30							

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К53-1 ОС К53-1 (рис. 20, 12)	3,3; 4,7	6	3,4 3,7	11,3	0,7	16,25	17,5	1,5
	2,2; 3,3	15						
	1,0; 1,5; 2,2	20						
	1,0; 1,5	30						
	6,8; 10,0	6	4,2 4,5	13,8	0,7	18,75	20	2
	4,7; 6,8	15						
	3,3; 4,7	20						
	2,2; 3,3	30						
	33; 47	6	7,4 7,5	15,8	0,9	20	20	5,5
	27; 33	15						
	15; 22	20						
	10; 15	30						
	68; 100	6		19,8	0,9	25	25	6,5
	33; 47	15						
	47; 68	20						
	22; 33	30						
15; 22	6	4,2 4,5	16,8	0,7	21,25	22,5	2,5	
10; 15	15							
6,8; 10	20							
4,7; 6,8	30							
К53-1А (рис. 20, 12)	0,1; 0,15; 0,22	6						0,6
	0,1; 0,15	10						
	0,068; 0,1	15						
	0,047; 0,068	20						

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К53-1А (рис. 20, 12)	0,033; 0,047	30	3,7	11,3	0,7	16,25	17,5	1,2
	0,33; 0,47	6						
	0,22; 0,33; 0,47	10						
	0,15; 0,22, 0,33	15						
	0,1; 0,15, 0,22	20						
	0,068, 0,1; 0,15	30						
	0,68; 1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7	6						
	0,68	10						
	0,47; 1,0; 1,5; 2,2; 3,3	15						
	1,0; 1,5; 2,2	20						
	1,0; 1,5	30	4,5	13,8	0,7	18,75	20	1,2
	6,8, 10	6						
	4,7; 6,8	15						
	3,3; 4,7	20						
	2,2; 3,3	30						
	15; 22	6						
	10; 15	15						
	6,8; 10	20						
	4,7; 6,8	30	7,5	15,8	0,9	20	20	4,5
33; 47	6							
22; 33	15							
15; 22	20							
10; 15	30							
68; 100	6							
47; 68	15							
33; 47	20							
22; 33	30	19,8	25	25	6			

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К53-4 (рис. 20, 12)	0,68—4,7	6	3,4	11,3	0,7	16,25	17,5	0,5
	6,8; 10		4,2	13,8		18,75	20	1
	15, 22			16,8		21,25	22,5	1,1
	33; 47		7,4	15,8	20	20	3,5	
	68, 100			19,8	25	25	4	
	0,47—3,3	15	3,4	11,3	0,7	16,25	17	0,5
	4,7, 6,8		4,2	13,8		18,75	20	1
	10, 15			16,8		21,25	22,5	1,1
	22; 33		7,4	15,8	20	20	3,5	
	47; 68			19,8	25	25	4	
1,0—2,2	20	3,4	11,3	0,7	16,25	17,5	0,5	
3,3; 4,7		4,2	13,8		18,75	20	1	
6,8; 10			16,8		22,5	22,5	1,1	
15; 22		7,4	15,8	20	20	3,5		
33; 47			19,8	25	25	4		
К53-4А (рис. 20, 12)	0,68; 1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7	6,3	3,7	11,5	0,7	16,25	17,5	0,6
	6,8; 10 15; 22		4,5	14		18,75	20	1
				17		21,25	22,5	1,1
	33; 47		7,7	16	20	20	3,5	
	68, 100			20	25	25	4	
	150		9,5	23	0,9	27,5	27,5	7,5
	220			28	32,5	32	10,8	
	330			10,5	31,5	36,25	37,5	14

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номиналь- ное нап- ряже- ние, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К53-4А (рис. 20, 12)	0,47; 0,68; 1,0; 1,5; 2,2; 3,3	16	3,7	11,5	0,7	16,25	17,5	0,6
	4,7; 6,8		4,5	14		18,75	20	1
	10; 15			17		21,25	22,5	1,1
	22; 33		7,7	16	20	20	20	3,5
	47; 68			20	25	25	4	
	100		9,5	20,5	0,9	26,25	27,5	7,5
	150			22		10,8		
	220			25,5		30	30	14
	1,0; 1,5; 2,2	20	3,7	11,5	0,7	16,25	17,5	0,6
	3,3; 4,7		4,5	14		18,75	20	1
	6,8; 10			17		21,25	22,5	1,1
	15; 2,2		7,7	16	20	20	20	3,5
	33; 47			20	25	25	4	
	0,47; 0,68; 1,0	30	3,7	11,5	0,7	16,25	17,5	0,8
1,5; 2,2	4,5		14	18,75		20	1,2	
3,3; 4,7; 6,8			17	21,25		22,5	1,3	
10; 15	7,7		16	20	20	20	4	
22; 33			20	25	25	5		
0,1; 0,15; 0,22; 0,33; 0,47; 0,68	40	3,7	11,5	0,7	16,25	17,5	0,8	
1,0; 1,5		4,5	14		18,75	20	1,2	
2,2; 3,3			17		21,25	22,5	1,3	
4,7; 6,8; 10		7,7	17		21,25	22,5	4	

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более		
			D	L	d	Шаг сетки l				
						1,25	2,5			
K53-4A (рис. 20, 12)	0,1; 0,15; 0,22; 0,33; 0,47; 0,68	50	3,7	11,5	0,9	16,25	17,5	0,8		
	1,0		4,5	14		18,75	20	1,2		
	1,5; 2,2			17		21,25	22,5	1,3		
	4,7; 6,8		7,7	16		20	20	4		
K53-7 (рис. 20, 4)	1,0; 1,5	15	3,7	25,5	0,7	30	30	2		
	2,2; 3,3			27,5		32,5	32,5	2,5		
	4,7		4,5	32,5		37,5	37,5			
	6,8			37,5		42,5	42,5			
	10; 15			27,5		32,5	32,5			
	22		7,5	34,5		38,75	40			
	33			37,5	42,5	42,5	11			
	47		8,3	41,5	46,25	47,5				
	K53-10 (рис. 20, 19)		2,2; 3,3	6,3	4,5	32,5	0,7	37,5	37,5	2,5
			4,7		3,7	25,5		30	30	2
			6,8			27,5		32,5	32,5	2,5
			10		4,5	32,5		37,5	37,5	
15			37,5		42,5	42,5				
22			27,5		32,5	32,5				
33		7,5	34,5		38,75	40				
47			37,5		42,5	42,5	11			
68		8,3	41,5		46,25	47,5				
K53-10 (рис. 20, 19)		4,7	6,3		7	2,5	0,5	11,25	12,5	1,5
		6,8				2,8				
		10				3				
	15			3,5	0,5	13,75	15	2		
	22	4,5								
	33	3,5								
	47	9,5		4,5	0,5	17,5	17,5	3,5		
	68	12,5		3,5						
	100	4,5								
			14,5	4,5	0,5	18,75	20	4,5		

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
			D	L	a	Шаг сетки l			
						1,25	2,5		
К53-10 (рис. 20, 19)	1,5; 2,2	16	7	2,5	0,5	11,25	12,5	1,5	
	3,3			2,8					
	4,7			3					
	6,8			3,5					
	10		9,5	4,5	0,5	13,75	15		2
	15			3,5					
	22			4,5					
	33		12,5	3,5	0,5	17,5	17,5		3,5
	47			4,5					
	68			4,5					
К53-10 (рис. 20, 19)	1,0; 1,5	20	7	2,5	0,5	11,25	12,5	1,5	
	2,2			2,8					
	3,3			3					
	4,7			3,5					
	6,8		4,5	9,5	0,5	13,75	15		2
	10		3,5						
	15		4,5						
	22		12,5	3,5	0,5	17,5	17,5		3,5
	33			4,5					
	47			14,5					
К53-10 (рис. 20, 19)	0,68; 1,00	30	7	2,5	0,5	11,25	12,5	1,5	
	1,5			2,8					
	2,2			3					
	3,3			3,5					
	4,7		4,5	9,5	0,5	13,75	15		2
	6,8		3,5						
	10		4,5						
	15		12,5	3,5	0,5	17,5	17,5		3,5
	22			4,5					
	33			14,5					

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К53-18 (рис. 20, 12)	4,7; 6,8; 10	6,3	3,7	11,3	0,7	16,25	17,5	1
	3,3; 4,7; 6,8	16						
	2,2; 3,3; 4,7	20						
	1,5; 2,2; 3,3	30						
	1,0; 1,5; 2,2	40						
	15; 22	6,3	4,5	13,8	0,7	18,75	20	1,2
	10; 15	16						
	6,7; 10	20						
	9,7; 6,8	30						
	3,3; 4,7	40						
	33; 47	6,3						
	22; 33	16						
	15; 22	20						
	10; 15	30						
	6,8; 10	40						
	68; 100	6,3	7,5	15,8	0,9	20	20	4,5
	47; 68	16						
	33; 47	20						
	22; 33	30						
	15; 22	40						
150; 220; 330	6,3	7,5	19,8	0,9	25	25	6	
100; 150	16							
68; 100	20							
47; 68	30							
470; 680; 1000	6,3	9,5	27,3	0,9	32,5	32,5	11	
220; 330	16							
150; 220	20							
100	30							

Продолжение табл. 30

Тип конденса- сатора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К53-18 (вид 1) (рис. 20, 13)	1,0; 1,5; 2,2; 3,3	6,3	3,1	7,8	0,6	12,5	12,5	0,8
	0,68; 1,0; 1,5; 2,2	16						
	0,47; 0,68; 1,0; 1,5	20						
	0,33; 0,47; 0,68; 1,0	30						
	0,033; 0,047; 0,068; 0,1; 0,15; 0,22; 0,33; 0,47; 0,68	40						
К71-4 (рис. 20, 9)	0,01	250	6,8	22	0,7	26,25	27,5	2
	0,012		7,8					3
	0,015		8,8					33
	0,018; 0,022		9,8	5				
	0,027; 0,033; 0,039		7,3	7				
	0,047		8,8	8				
	0,056; 0,068		9,8	49	1,1	53,75	55	9
	0,082		10,8					10
	0,1; 0,12		11,8					11
	0,15		12,8	49	1,1	53,75	55	12
	0,18		14,8					18
	0,22; 0,27		12,8					20
	0,33		13,8					23
	0,39		14,8	49	1,1	53,75	55	25
	0,47		16,8					30
	0,56		18,8					35
	0,68		18,8					40
	0,82		20,8	49	1,1	53,75	55	40
	1,0		22,8					40
	1,2		24,8					40
	1,5		26,8	40	40			

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более					
			D	L	d	Шаг сетки I							
						1,25	2,5						
К71-4 (рис. 20, 9)	1,8	160	24,8	64	1,1	68,75	70	50					
	2,2		26,8					60					
	2,7		31					70					
	3,3		33					80					
	3,9		35	66	1,1	70	70	90					
	4,7		39					110					
	5,6		35	86	1,1	90	90	120					
	6,8		39					140					
	8,2		43					165					
	10		46					200					
К73-11 (вариант I)	1000 пФ	630	6	13	0,7	17,5	17,5	1					
	1200; 1500 пФ							1,2					
	1800; 2200 пФ							1,3					
	2700 пФ							1,4					
	3300 пФ							1,5					
	3900 пФ							1,6					
	4700; 5600 пФ							1,7					
	6800; 8200 пФ							1,8					
	0,01; 0,012							7	1,9				
	0,015; 0,018							8	2				
	0,022							9	2,2				
	0,027							10	2,4				
	0,033; 0,039 пФ							8	17	0,9	21,25	22,5	2,5
	0,047 пФ							9					3
	0,056; 0,068 пФ							10					3,5
0,082 пФ	11												

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
	0,1; 0,12	630	6	13	0,9	17,5	17,5	1,5
	0,15; 0,18		7					1,7
	0,22; 0,27		8					1,8
	0,33; 0,39		9					1,9
	0,47		10	2				
	0,56		8	2,2				
	0,68		9	17	0,9	21,25	22,5	2,5
	0,82		10	3				
К73-11 (вариант II) (рис. 20, 13)	1,5	63	12	18	0,9	22,5	22,5	5
	1,8		13					5,5
	2,2		14					6,5
	2,7		10					5
	3,3		11					6
	3,9		12					7
	4,7		13					30
	5,6		14	9				
	6,8		15	10				
	8,2		16	11				
	10		14	12				
	12		16	15				
	15		17	44	1,1	48,75	50	18
	18		19	21				
22	21	26						

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- наль- ное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки I		
						1,25	2,5	
К73-11 (вариант II) (рис. 20, 13)	0,56	160	11	18	0,9	22,5	22,5	4,5
	0,68		12					5
	0,82		13					5,5
	1,0		10	30	0,9	35	35	5
	1,2		11					6
	1,5		12					7
	1,8		13					8
	2,2		14	44	1,1	48,75	50	9
	2,70							12
	3,30		16	15				
	3,40		17	18				
	4,70		19	21				
	5,60		20	24				
	6,80		22	28				
0,33	250	11	18	0,9	22,5	22,5	5	
0,39		12					5,5	
0,47		13					6	
0,56		14	6,5					
0,68		10	30	0,9	35	35	7	
0,82		11					7,5	
1,00		12					8	
1,20		13					9	
1,50		14	10					
1,80		16	11					
2,20		17	12					

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			D	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К73-11 (вариант II) (рис. 20, 13)	0,18	400	12	18	0,9	22,5	22,5	4
	0,22		13					4,5
	0,27		14					5
	0,33		15					6
	0,39		10					4
	0,47		11	5				
	0,56		12	6				
	0,68		13	30	0,9	35	35	1
	0,82		14					8
	1,00		15					9
	К73-13 (рис. 20, 10)		0,10	630	12	18	0,9	22,5
0,12		13	4,5					
0,15		15	6					
0,18		10	30		0,9	35	35	5
0,22		11						5,5
0,27		12						6
0,33		13						8
0,39		14						9
0,47		16						10
К73-13 (рис. 20, 10)	2200	10 000	15	28	0,7	32,5	32,5	10
К73П-2 (рис. 20, 3)	0,01	400	7,6	33,5	0,7	37,5	37,5	5
	0,015; 0,022			38,5		42,5	42,5	6
	0,033			38,5		7		
	0,047; 0,068		8,6	46,5	0,9	51,25	52,5	9
	0,1		10,6					12
	0,15		11,6	48,5	0,9	52,5	52,5	14
	0,22		12,6					16
	0,33		16,6					26
	0,47		18,6	62,5	0,9	67,5	67,5	36
	0,68							54

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более		
			D	L	d	Шаг сетки l				
						1,25	2,5			
К73П-2 (рис. 20, 3)	1000; 1500 пФ	630	6,6	30,5	0,7	35	35	3		
	2200; 3300 пФ			32,5				4		
	4700 пФ		7,6	33,5		37,5	37,5	5		
	6800 пФ		8,6	38,5		42,5	42,5	6		
	0,01							7		
	0,015		9,6	38,5		51,25	52,5	8		
	0,022		10,6	46,5				10		
	0,033; 0,047			12,6		48,5	52,5	12		
	0,068		16							
	0,1		14,6	20						
	2200 пФ	400	6,6	30,5	0,7	35	35	25		
	3300 пФ			32,5				3		
	4700 пФ			33,5		37,5	37,5	4		
	6800 пФ					3				
	0,15	630	16,6	62,5	0,9	67,5	67,5	36		
	0,22		18,6					45		
0,33	20,6		54							
0,47	22,6		65							
4700	1000	9,6	0,9	62,5	67,5	67,5	7			
6800		10,6					38,5	42,5	42,5	10
0,01		11,6					46,5	51,25	52,5	12
0,015		10,6								14
0,022		11,6					48,5	52,5	67,5	16
0,033		12,6								20
0,047		14,6					62,5	67,5	67,5	30
0,068										36
0,1		16,6					62,5	67,5	67,2	45
0,15		18,6								55
0,22		20,6					75			
0,33		24,6					75			

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
			D	L	d	Шаг сетки l			
						1,25	2,5		
К74-7 (рис. 20, 10)	150	16 000	10	28	0,7	32,5	32,5	3,5	
	390		13					5,5	
К75-12 (рис. 20, 3)	3300, 4700 пФ	400	6,4	29	0,7	33,75	35	5	
	0,01; 0,015		8,4	32		36,25	37,5	7	
	0,022; 0,033			33		37,5		8	
	0,047		10,4	39	0,9	43,75	45	10	
	0,068			47		51,25	52,5	12	
	0,1		14,6	41		45	45	14	
	0,15			47		51,25	52,5	27	
	0,22		16,6	53		57,5	57,5	33	
	0,33		18,6	63		1,1	67,5	67,5	43
	0,47		20,6	73	53				
	1000; 1500; 2200 пФ		630	6,4	29	0,7	33,75	35	5
	3300; 4700; 6800 пФ			8,4	32		36,25	37,5	7
	0,01				33		37,5		8
	0,022			10,4	39	0,9	43,75	45	10
	0,033				47		51,25	52,5	12
	0,047			14,6	41		45	45	14
	0,068				47		51,25	52,5	27
	0,1			16,6	53		57,5	57,5	35
	0,15			18,6	63		1,1	67,5	67,5
0,22	20,6	73		56					
0,33									

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более					
			D	L	d	Шаг сетки l							
						1,25	2,5						
К75-12 (рис. 20, 3)	2200, 3300; 4700, 6800 пФ	1000	10,4	33	0,9	37,5	37,5	8					
	0,01; 0,015		10,4	39		43,75	45	10					
	0,022			47		51,25	52,5	12					
	0,033		14,6	41	0,9	45	45	14					
	0,047							47	51,25	52,5	23		
	0,068		18,6	53	1,1	57,5	57,5	35					
	0,1							20,6	63	1,1	67,5	67,5	43
	0,15												53
	0,22		1600	14,6	41	0,9	45	45	14				
	0,01; 0,015	16,6							47	51,25	52,5	23	
	0,022											53	57,5
	0,033	18,6		63	1,1	67,5	67,5	33					
	0,047							43					
	0,068	53											
	0,1	53											
	К75-24 (рис. 20, 3)	0,1	400	8,6	47	0,7	51,25	52,5	7,5				
		0,15		9,6					8				
		0,22		10,6					12				
0,33		12,6		49	0,9	53,75	55	17					
0,47								23					
0,68		14,6		63	0,9	67,5	67,5	29					
1,0		16,6						35					
1,5		20,6						51					
2,2		24,6		70									
0,1		630	9,6	47	0,9	51,25	52,5	8					
0,15			11,6					12					
0,22			13,6	49		53,75	55	20					
0,33	30												

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
			D	L	d	Шаг сетки t			
						1,25	2,5		
К75-24 (рис. 20, 3)	0,47	630	16,6	63	0,9	67,5	67,5	35	
	0,68		18,6					45	
	1,0		22,6					62	
	0,1	1000	14,6	49	0,9	53,75	55	22	
	0,15		16,6					25	
	0,22		18,6					35	
	0,33		22,6					45	
	0,47	1600	22,6	63	0,9	67,5	67,5	62	
	0,1		14,6					29	
	0,15		16,6					35	
	0,22		20,6					51	
	0,33	24,6	70						
	К76-3 (рис. 20, 9)	0,1	250	6,8	33	0,7	37,5	37,5	3
		0,12; 0,15		7,8					5
		0,18; 0,22		8,8					5
		0,27; 0,33		9,8					6
0,39; 0,47		10,8		0,9		7			
0,56; 0,68		11,8				8			
0,82; 1,0		13,8				11			
1,2; 1,5		12,8				14			
1,8; 2,2		14,8		49	1,1	53,75	55	22	
2,7; 3,3		16,8						31	
3,9		18,8						34	
4,7		20,8						53	
5,6		22,8							
6,8		24,8							
8,2		28,8							
10		30,8							

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
			b	L	d	Шаг сетки l		
						1,25	2,5	
К76-4 (рис. 20, 12)	0,47; 0,56; 0,68	25	6,8	24,5	0,7	28,75	30	3
	0,82; 1,0		7,8					3,5
	1,2		8,8					4
	1,5		7,8	35,5	40	40	4,5	
	1,8; 2,2		8,8				5,5	
	2,7; 3,3		9,8				8	
	3,9		10,8	50,5	0,9	55	55	9
	4,7		8,8					12
	5,6		9,8					13
	6,8		10,8					14
	8,2		11,8					15
	10		12,8					16
К76П-1а (рис. 20, 3)	0,47	50	7,8	42,5	0,7	47,5	47,5	5
	0,68; 1,0		8,8					9
	1,5		10,8					11
	2,2		12,8	0,9	62,5	62,5	15	
	3,3		11,8				17	
	4,7		12,8				18	
	6,8		14,8	58,5	1,1	62,5	62,5	24
	10		18,8					36
	15		22,8					47
	22		24,8					58
К76П-16. (рис. 20, 11)	0,47	50	7,8	33	0,7	37,5	37,5	4
	0,68; 1,0		9,3					5
	1,5		10,8					6
	2,2		12,8	0,9	53,75	55	7	
	3,3; 4,7		12,8				11	
	6,8		14,8				15	
	10		18,8	49	1,1	53,75	55	22
	15		22,8					33
	22		24,8					40

Продолжение табл. 30

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, мкФ	Номи- нальное напря- жение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
			D	L	a	Шаг сетки l			
						1,25	2,5		
КВИ-1 (рис. 20, 13)	2,2; 2,7; 3,3; 3,9 пФ	10 000	6	17,5	0,9	22,5	22,5	2,5	
	4,7; 5,6 пФ		7,3					3,5	
	6,8; 8,2; 10 пФ		9					5,5	
	12; 15 пФ		11					1,1	6,5
	18; 22 пФ		13,5					1,4	11
	1,5 пФ	20 000	6	26,5	0,9	31,25	32,5	3,5	
	2,2; 3,3 пФ		7,3					6	
	4,7 пФ		9					8,5	
	6,8 пФ		11					10	
	10 пФ		13,5					1,4	16
	15 пФ		13,5					1,6	22
	22 пФ		17,5						
	КВИ-2 (рис. 20, 13)	100 пФ	8000	9	17,5	1,1	22,5	22,5	6,5
22; 33 пФ		10 000	7,3	0,9		5			
47 пФ			9	1,1		21,25			6,5
51 пФ			8,5						17
100 пФ			11	17,5		22,5			
100 пФ		16 000	13,5	21,5	1,4	26,25	27,5	14,5	
150 пФ			15					18	
47 пФ		20 000	11	26,5	1,4	31,25	32,5	14	
68 пФ			13,5					17	
100 пФ			15					20	
20 пФ	11		44,5					48,75	50

* Радиус гибки выводов $R = 2$ мм.

** Радиус гибки выводов не указан.

31. Конденсаторы, устанавливаемые по вариантам Ia и IIa, с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более					
				D	L	a	Шаг сетки l							
							1,25	2,5						
КГК-4 (рис. 20, 17)	П100 П33	56—68 8—82	500	8	49	1	53,75	55	4					
	М47	160—200												
	М700	620—750												
КГК-5 (рис. 20, 17)	П100	75—100	500	8	58	1	62,5	62,5	4,5					
	П33	91—120												
	М47	220—240												
	М700	820—1000												
КД-2а (рис. 20, 19)	Н20	100—220 пФ	250;	4,5	5	0,7	8,75	10	1					
	Н30	220 пФ												
	Н50	470 пФ												
	МПО; М33	1—3,9 пФ	350,	500										
	М150	3,3—10 пФ												
	М220	3,3—12 пФ												
	М330; М470	3,3—15 пФ												
	Н20; Н30	270—470 пФ												
	Н50	680 пФ												
	Н90	1500 пФ												
	МПО; М33	4,7—8,2 пФ												
	М150	11—16 пФ												
	М220	13—20 пФ												
			8,5							5	0,7	12,5	12,5	1,5

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса G , не более
				D	L	a	Шаг сетки l		
							1,25	2,5	
КД-2а (рис. 20, 19)	М330	16—24 пФ	250; 350; 500	8,5	5	0,7	12,5	12,5	1,5
	М470	16—27 пФ							
	Н20	560—820 пФ							
	Н30	560—1000 пФ							
	Н50	1000; 1500 пФ							
	Н90	2200, 3300 пФ							
	МП0, М33	9,1—15 пФ							
	М150	18—30 пФ							
	М220	22—33 пФ							
	М330	27—39 пФ							
	М470	30—47 пФ	250; 350; 500	10,5	5	0,7	15	15	1,5
	Н20	1000; 1200 пФ							
	Н30	1200; 1500 пФ							
	Н50	2200 пФ							
	Н90	4700 пФ							
	МП0; М33	16—24 пФ							
	М150	33—47 пФ							
	М220	36—56 пФ							
	М330 М470 Н20	43—62 пФ 51—75 пФ 1500; 1800 пФ							
	Н30	1800, 2200 пФ							
Н50	3300 пФ	250; 350; 500	12,5	5	0,7	17,5	17,5	2	

Продолжение табл. 31

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				D	L	d	Шаг сетки I		
							1,25	2,5	
КД-2а (рис. 20, 19)	H90	6800 пФ	250; 350; 500	16,5	5	0,7	21,25	22,5	2
	МПЮ; М33	27—39 пФ							
	М150	51—82 пФ							
	М220	62—100 пФ							
	М330	68—100 пФ							
	М470	82—120 пФ							
	H20	2200—3300 пФ							
	H30	2700—3900 пФ							
	H50	4700; 6800 пФ							
H90	0,01—0,15 мкФ								
ОС КД-2а (рис. 20, 19)	П100	1—1,5 пФ	300; 500	6,5	5	0,7	11,25	12,5	1
	П33; М47	1—3,3 пФ							
	М75	1—6,8 пФ							
	М750	3,3—15 пФ							
	М1500	15—30 пФ							
	П70	680 пФ							
	П100	2,2—3,3 пФ							
	П33	3,9—6,2 пФ							
	М75	7,5—12 пФ							
	М750	16—30 пФ							
	М1500	33—51 пФ							
	М47	3,9—8,2 пФ							
П70	1000 пФ								
				8,5	5	0,8	12,5	12,5	2,5

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более					
				D	L	d	Шаг сетки l							
							1,25	2,5						
ОС КД-2а (рис. 20, 19)	П100	3,9—5,1 пФ	300;	10,5	5	0,8	15	15	2,5					
	П33	6,8—10 пФ												
	М75	13—24 пФ	500											
	М750	33—51 пФ												
	М1500	56—100 пФ												
	М47	9,1—15 пФ												
	П70	2200 пФ												
	П100	5,6—7,5 пФ	12,5							5	0,8	17,5	17,5	2,5
	П33	11—16 пФ												
	М75	27—39 пФ												
	М750	56—82 пФ												
	М1500	110—160 пФ												
	М47	16—24 пФ												
	П70	3300; 4700 пФ												
	П100	8,2—12 пФ		16,5	5	0,8	21,25	22,5	2,5					
	П33	18—30 пФ												
	М75	43—68 пФ												
	М750	91—150 пФ												
	М1500	180—270 пФ												
	М47	27—43 пФ												
П70	6800 пФ													
П120	8,2—15; 8,2—24 пФ													
П33	20—36; 20—62 пФ													

Продолжение табл. 31

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				D	L	d	Шаг сетки l		
							1,25	2,5	
КТ-1Е (рис. 20, 14)	М47	36—62; 36—75 пФ	250	4,3	21,5	0,9	26,25	27,5	3
	М75	36—62; 36—100 пФ							
	М700	91—180 пФ							
	М750	91—680 пФ							
	М1300	160—270 пФ							
	М1500	100—680 пФ							
	М2200	160—390; 160—680 пФ							
	Н30	2200; 4700 пФ							
	Н70	3300; 10000 пФ							
	П120	11—18; 11—33 пФ	250	4,3	26,5	0,9	31,25	32,5	3,5
	П33	27—43; 27—45 пФ							
	М47	51—75, 51—110 пФ							
	М75	51—75; 51—120 пФ							
	М700	120—220 пФ							
	М750	120—820 пФ							
	М1300	240—430 пФ							
	М1500	240—820 пФ							
	М2200	240—510; 240—820 пФ							
	Н30	3300, 6800 пФ							
	Н70	4700; 15000 пФ							

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				D	L	d	Шаг сетки I		
							1,25	2,5	
КТ-1Е (рис. 20, 14)	П120	1—5,6; 1—8,2 пФ	250	4,3	11,5	0,9	16,25	17,5	1,2
	П33	1—15; 1—24 пФ							
	М47	1—24; 1—30 пФ							
	М75	1—24; 1—39 пФ							
	М700	2,2—68 пФ							
	М750	2,2—240 пФ							
	М1300	15—100 пФ							
	М1500	15—240 пФ							
	М2200	15—150; 15—240 пФ							
	Н30	680—1500 пФ							
Н70	1000; 3300 пФ								
	П120	3,9—7,5; 3,9—12 пФ	250	4,3	13,5	0,9	17,5	17,5	1,7
	П33	11—20; 11—33 пФ							
	М47	15—33; 15—43 пФ							
	М75	15—33; 15—56 пФ							
	М700	43—91 пФ							
	М750	43—330 пФ							
	М1300	75—150 пФ							
	М1500	75—330 пФ							

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				D	L	d	Шаг сетки l		
							1,25	2,5	
КТ-1Е (рис. 20, 14)	М2200	75—220; 75—330 пФ	250	4,3	17,5	0,9	22,5	22,5	2
	Н30	1000—2200 пФ							
	Н70	1500; 4700 пФ							
	П120	5,6—10; 5,6—18 пФ							
	П33	15—27; 15—43 пФ							
	М47	27—47; 27—56 пФ							
	М75	27—47; 27—75 пФ							
	М700	56—130 пФ							
	М750	56—470 пФ							
	М1300	120—200 пФ							
	М1500	120—470 пФ							
	М2200	120—270; 120—470 пФ							
	Н30	1500, 3300 пФ							
Н70	2200; 6800 пФ								
КТ-2Е (рис. 20, 16)	П33	2,2—20 пФ	500	6	13,5	0,9	17,5	17,5	1,3
	М47	2,2—24 пФ							
	М75	2,2—43 пФ							
	М750	2,2—82 пФ							
	М1300	15—200 пФ							
	П33	22—33 пФ							
	М47	27—47 пФ							
		500	6	17,5	0,9	22,5	22,5	1,5	

Продолжение табл. 31

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Устойчивочные размеры, мм		Масса, г, не более
				D	L	d	Шаг сетки l		
							1,25	2,5	
КТ-2Е (рис. 20, 16)	M75	47—68 пФ							
	M750	91—150 пФ							
	M1300	220—330 пФ	500	6	21,5	1	26,25	27,5	1,8
	П33	36—51 пФ							
	M47	51—68 пФ							
	M75	75—100 пФ							
	M750	50—220 пФ							
	M1300	60—470 пФ							
	П33	56—68 пФ							
	M47	75—91 пФ	500	6	26,5	1	31,25	32,5	1,8
	M75	110—120 пФ							
	M750	240—330 пФ							
	M1300	510—560 пФ							
	П33	75—82 пФ	500	6	31,5	1	36,25	37,5	2
	M47	100—120 пФ							
	M75	130—180 пФ							
	M750	360—390 пФ							
	M1300	620—750 пФ							
	П33	91—110 пФ	500	6	41,5	1	46,25	47,5	2,5
	M47	130—160 пФ							
M75	200—240 пФ								
M750	430—510 пФ								
M1300	820—1000 пФ								

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				D	L	d	Шаг сетки l		
							1,25	2,5	
КТ-2Е (рис. 20, 16)	П33	120—150 пФ	500	6	51,5	1	56,25	57,5	3
	М47	180—220 пФ							
	М75	270—330 пФ							
	М750	560—680 пФ							
	М1300	1100—1500 пФ							
КТП-1 (рис. 20, 18)	П120	—	500	8	17,5	1	21,25	22,5	2,5
	М47	—							
	М700	—							
	М1300	—							
	Н70	2200; 3300 пФ	400						
КТП-2 (рис. 20, 18)	П120	8,2 пФ	500	8,5	17,5	1	21,25	22,5	3
	М47	18; 27 пФ							
	М700	100 пФ							
	М1300	330 пФ							
	Н70	4700; 6800 пФ	400						
КТП-3 (рис. 20, 18)	П120	—	500	10	29,5	1	33,75	35	6
	М47	—							
	М700	—							
	М1300	—							
	Н70	10000 пФ	400						
15000 пФ									

Продолжение табл 31

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более		
				D	L	d	Шаг сетки t				
							1,25	2,5			
МБМ ОСМБМ (рис. 20, 14)		0,1	500	11,8	38	0,9	42,5	42,5	8		
		0,25		14,8					12		
		0,5		16,8	51		55	55	20		
		0,01	750	9,3	25		30	30	3		
		0,025			11,8		38	42,5	42,5	8	
		0,05		14,8	12						
		0,1		16,8	51		55	55	20		
		0,25		1000	9,3		38	0,9	42,5	42,5	5
		0,01			11,8						8
		0,025	14,8		12						
		0,05	1500	9,3	38		0,9	42,5	42,5	15	
		0,1								16,8	5
		0,005		11,8	38		42,5	42,5	8		
		0,01		14,8	51		0,9	55	55	17	
		0,025		20,8	25						
		0,05		160	6,8					22	0,8
		0,1	9,3		3						
		0,25	5								
		0,5	11,8		36		0,9	40	40	8	
		1,0	14,8		10						

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				D	L	d	Шаг сетки l		
							1,25	2,5	
МБМ ОСМБМ (рис. 20, 14)		0,05	250	9,3	25	0,9	30	30	3
		0,1							5
		0,25		11,8	38		42,5	42,5	8
		0,5		16,8					15
		1,0		18,8	51		55	55	20
		0,025			25		30	30	3
		0,05	9,3	38	42,5	42,5	5		
МПГ-Ц (рис. 20, 14)		3000—4700 пФ	500	10,8	36	0,9	40	40	10
		5100—7500 пФ		11,8					11
		8200—9100 пФ		13,8					12
		0,1							13
		0,015		16,8					14
		0,02		18,8					15
		3000—4300 пФ	1000	13,8	36	0,9	40	40	10
		4700—5100 пФ		16,8					11
		5600—8200 пФ		18,8					12
		9100 пФ							14
		0,01							14
	0,25	250	21,8	47	0,9	51,25	52,5	40	
	0,5			62		66,25	67,5	70	
	300 пФ		6,8	21		25	25	3	
	3600 пФ			22	26,25	27,5			

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм		Масса, г, не более							
				D	L	d	Шаг сетки ι									
							1,25	2,5								
МПО (рис. 20, 14)	400	4700 пФ	400	8,3	0,9				5							
		5600 пФ		8,3						21	25	25				
		6800 пФ		9,3						22	26,25	27,5				
		0,01		11,8												
		0,015		11,8						31						
		0,02		9,3												
		0,025; 0,03; 0,04		11,8						35	35	10				
		0,05		13,8												
		0,1		18,8												
		0,25		23,8						62	66,25	67,5	50			
		600		1000 пФ						600	6,8	0,9				3
				1600; 2200 пФ							8,3					
	3000 пФ		9,3	21	25	25										
	3600; 4700 пФ		10,8													
	5600 пФ		11,8													
	6800 пФ															
	0,01; 0,015		13,8													
	0,02															
	0,025		31	0,9	35	35										
	0,03; 0,04						16,8									
	0,05		18,8													
	0,01						47	51,25	52,5		20					

32. Конденсаторы, устанавливаемые по вариантам Ia и IIa, с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более						
				L	H	B	d	Шаг сетки l								
								1,25	2,5							
К10-23* (рис. 21, б)	П33	2,2—330	До 1600	9	4,5	6,5	0,6	5	5	1						
	M47	2,2—330														
	M75	10—820														
	M750	33—1500														
	M1500	75—3000														
Н30	680 пФ— 0,033 мкФ															
К21-7 (рис. 21, 7)	—	56—1000	50	7,5	9,5	3	0,5	2,5	2,5	0,8						
		1100—2200		9	10,5	3,5	0,6	5	5	1,2						
		2400—3900		11	11,5					1,5						
		4300; 0,01 мкФ		14,5	14,5	4	0,7	7,5	7,5	3						
		0,011 мкФ 0,02 мкФ				4,5				3,5						
К31-10* (рис. 21, б)	—	277—499	100	17,6	15,5	4,9	0,7	12,5	12,5	2						
		502—994														
		1000—1990														
		2000—3480														
		3500—10000														
К31У-3Е-1	—	51—510	250	6,6	9,8	14,8	0,8	20	20	2						
ОСК31У-3Е-1		500	100—1200	7,5	11,8	18,8	0,9	23,75	25	5						
К31У-3Е-2																
ОСК31У-3Е-2																
К31У-3Е-5											7,3	20,8	20,8	1,1	25	8
ОСК31У-3Е-5											9,8					
(рис. 20, 21)	3600—6800															

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более							
				L	H	B	d	Шаг сетки t									
								1,25	2,5								
К53-10		1,5 мкФ	6,3														
		1,0 мкФ	16	5,5	5,5												
		0,68 мкФ	20														
		0,047 мкФ		4,2	4,2												
		0,068; 0,10; 0,15 мкФ		4,5	4,5	2	0,5	10	10	1							
		0,22; 0,33; 0,47 мкФ	30	6,5	6,5			11,25	12,5								
КЛС-1 (рис. 20, 20)	M47; M75	30—56	35; 50; 80	7,5	5,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,5							
	M750; M1500	330—510															
	H30	1500; 2200															
	H50	1500															
	H70	4700															
	H90	4700; 6800;															
		0,01; 0,015 мкФ															
		0,022 мкФ															
	M47; M75	62—75									8,5	6,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,7
	M750; M1500	560—820															
	H30	3300															
	H50	2200															
	H70	680															
	H90	0,033 мкФ															

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				L	H	B	d	Шаг сетки l		
								1,25	2,5	
КЛС-1 (рис. 20, 20)	M47; M75	82—130	35; 50; 80	9,5	6,5	4,5	0,8	13,75	15	1
	M750; M1500	910—1200								
	H30	4700								
	H50	3300								
	H70	0,01 мкФ								
	H90	0,047 мкФ								
	M47; M75	150—240	9,5	9,5	4,5	0,8	13,75	15	1,5	
	M750; M1500	1300—1800								
	H30	6800								
	H50	4700; 6800								
	H70	0,015 мкФ								
	H90	0,068 мкФ								
	M47; M75	270—300	11,5	11,5					1,8	
	M750; M1500	2000—3000								
	H30; H50	0,01 мкФ								
	H70	0,022 мкФ								
0,033 мкФ										
H90	0,1 мкФ									

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
				L	H	B	d	Шаг сетки l			
								1,25	2,5		
КЛС-2 (рис. 20, 20)	M47; M75	18—39	125	7,5	5,5	4,5	0,8	12,5		0,5	
	M750; M1500	91—270									
	H50	680									
	M47; M75	43—56		8,5	6,5			12,5			0,7
	M750; M1500	300—390									
	H50	1000									
	M47; M75	62—82		9,5	9,5			12,5			1
	M750; M1500	430—620									
	H50	1500									
	M47; M75	91—110		9,5	9,5			13,75			
	M750; M1500	680—820									
	H50	2200									
	M47; M75	120—160		11,5	11,5						1,5
	M750; M1500	910—1300									
	H50	3300									
H30	1000	100	7,5	5,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,5		
	2200		8,5	6,5					0,7		
	3300		9,5	8,5					13,75	15	1
	4700										1,5
	6800										1,8

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				L	H	B	d	Шаг сетки l		
								1,25	2,5	
КЛС-3 (рис. 20, 20)	M47; M75	8,2—16	200	7,5	5,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,7
	M750; M1500	18—110								
	M47; M75	18—30		8,5	6,5	13,75	15	2		
	M750; M1500	120—240								
	M47; M75	33—51		9,5	9,5	11,5	2,3			
	M750; M1500	270—330								
	M47; M75	56—62		11,5	2,3					
	M750; M1500	360—510								
	M47; M75	68—51		11,5	2,3					
	M750; M1500	560—820								
Н30	680	160	7,5	5,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,7	
	1000		8,5	6,5	13,75	15	1,5			
	1500		9,5					9,5	2	
	2200			11,5	2,3					
	3300									

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				L	H	B	d	Шаг сетки <i>l</i>		
								1,25	2,5	
КЛС-1Е (рис. 20, 20)	M47; M75	30—56	50; 70	7,5	5,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,5
	M750	68—130								
	M1500; M2200	150—270								
	H30	1500—2200								
	M47; M75	62—75		8,5	6,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,7
	M750	150—160								
	M1500; M2200	300—430								
	H30	3300								
	M47; M75	82—130		9,5	9,5	4,5	0,8	13,75	15	1,5
	M750	180—270								
	M1500; M2200	470—620								
	H30	4700								
	M47; M75	150—240		11,5	11,5					1,8
	M750	300—510								
	M1500; M2200	680—1000								
	H30	6800								
	M47; M75	270—330		13,5						2,3
	M750	560—620								
	M1500; M2200	1100—1300								
	H30	0,01 МКФ 0,015; 0,022 МКФ								

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
				L	H	B	d	Шаг сетки l			
								1,25	2,5		
КЛС-2Е (рис. 20, 20)	M47; M75	18—39	100;	7,5	5,5	4,5	0,8	12,5	15	0,5	
	M750	43—75									
	M1500; M2200	91—180									
	H30	1000									
	M47; M75	43—56									
	M750	82—100									
	M1500; M2200	200—270		125	8,5	6,5	4,5	0,8	12,5	15	0,7
	H30	1500; 2200									
	M47; M75	62—82									
	M750	110—150									
	M1500; M2200	300—390									
	H30	3300									
	M47; M75	91—110	100;	9,5	6,5	4,5	0,8	13,75	15	1	
	M750	160—220									
	M1500; M2200	430—470									
	H30	4700									
	M47; M75	120—160									
	M750	240—270									
M1500; M2200	510—720	125	9,5	11,5	4,5	0,8	13,75	15	1,8		
H30	6800										
	0,01 мкФ										
										2,3	

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				L	H	B	d	Шаг сетки t		
								1,25	2,5	
КЛС-3Е (рис. 20, 20)	M47; M75	8,2—16	160; 200	7,5	5,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,7
	M750	18—36								
	M1500; M2200	36—75								
	H30	680								
	M47; M75	18—30		8,5	6,5	4,5	0,8	12,5	12,5	1,5
	M750	39—68								
	M1500; M2200	82—160								
	H30	1000								
	M47; M75	33—51		9,5	9,5	4,5	0,8	13,75	15	2,3
	M750	75—82								
	M1500; M2200	180—270								
	H30	1500								
	M47; M75	56—62		9,5	11,5	4,5	0,8	13,75	15	2,1
	M750	910—120								
	M1500; M2200	300—330								
	H30	2200								
	M47; M75	68—91		13,5	11,5	4,5	0,8	13,75	15	2,1
	M750	130—200								
	M1500; M2200	360—470								
	H30	3300 4700								

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				L	H	B	d	Шаг сетки l		
								1,25	2,5	
ОСКЛС-1Е (рис. 20, 20)	M47; M75	30—56	50; 70	7,5	5,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,5
	M700	68—130								
	M1500	150—270								
	H30	1500; 2200								
	M47; M75	62—75	50; 70	8,5	6,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,7
	M700	150—160								
	M1500	300—430								
	H30	3300								
	M47; M75	82—130	50; 70	9,5	9,5	4,5	0,8	13,5	15	1,5
	M700	190—270								
	M1500	470—620								
	H30	4700								
	M47; M75	150—240	50; 70	9,5	11,5	4,5	0,8	13,5	15	1,8
	M700	300—510								
	M1500	680—1000								
	H30	6800								
	M47; M75	270—300	50; 70	9,5	11,5	4,5	0,8	13,5	15	1,8
	M700	560—620								
	M1500	1100—1300								
	H30	10000								
M47; M75	270—300	50; 70	9,5	11,5	4,5	0,8	13,5	15	1,8	
M700	560—620									
M1500	1100—1300	50; 70	9,5	11,5	4,5	0,8	13,5	15	1,8	
H30	22000									

Продолжение табл. 32

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				L	H	B	d	Шаг сетки l		
								1,25	2,5	
ОСКЛС-2Е (рис. 20, 20)	M47; M75	18—39	100; 125	7,5	5,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,5
	M700	43—75								
	M1500	91—180								
	H30	1000		8,5	6,5	4,5	0,8	13,75	15	0,7
	M47; M75	43—56								
	M700	82—100								
	M1500	200—270		9,5	9,5	4,5	0,8	13,75	15	1
	H30	2200								
	M47; M75	62—82								
	M700	110—150		11,5	9,5	4,5	0,8	13,75	15	1,5
	M1500	300—390								
	H30	3300								
	M47; M75	91—110		11,5	11,5	4,5	0,8	13,75	15	1,8
	M700	160—200								
	M1500	430—470								
	H30	4700		11,5	11,5	4,5	0,8	13,75	15	1,8
M47; M75	120—160									
M700	240—270									
M1500	510—750	11,5	11,5	4,5	0,8	13,75	15	1,8		
H30	6800									

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более		
				L	H	B	d	Шаг сетки l				
								1,25	2,5			
ОСКЛС-3Е (рис. 20, 20)	M47; M75	8,2—16	160; 200	7,5	5,5	4,5	0,8	12,5	12,5	0,7		
	M700	18—36										
	M1500	36—75										
	H30	680		3,5	6,5	1	
	M47; M75	18—30										
	M700	39—68										
	M1500	82—160		9,5	9,5	4,5	0,8	13,75	15	.	.	2
	H30	1000										
	M47; M75	33—51										
	M700	75—82		1,5
	M1500	180—270										
	H30	1500										
	M47; M75	56—62	
	M700	91—120										
	M1500	300—330										
	H30	2200	
	M47; M75	68—91										
	M700	130—200										
M1500	360—470		
H30	3300											
											2,3	

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
				L	H	B	d	Шаг сетки l			
								1,25	2,5		
КМ-3а ОСКМ-3а (рис. 20, 22)	Н30	680; 1000, 1500	160; 250	5	4,5	3	0,6	10	10	0,5	
		2200; 3300; 4700		7	6,5			11,25	12,5	0,6	
		6800		9	8,5			13,75	15	0,8	
		0,01; 0,015 мкФ		11	10,5			15		1	
		0,022 мкФ		13	12,5			17,5	17,5	1,5	
КМ-4а ОСКМ-4а (рис. 20, 22)	П33	16—43	160; 250	5	4,5	3	0,6	10	10	0,5	
	М47	27—47									
	М75	47; 51; 91—100									
	М750	68—150									
	М1500	150—330									
	Н30	1500; 2200; 3300									
	МП0	56—75									
	П33	47—68									
	М47	51—68									-3,3
	М75	56—82									
	МП0	82—110									
	П33	75—110									
	М47	75—130									3
	М75	110—180									3,3
200; 220											

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
				L	H	B	d	Шаг сетки l			
								1,25	2,5		
КМ-4а ОСКМ-4а (рис. 20, 22)	M750	160—390	160, 250	7	6,5	3	0,6	13,75	15	0,8	
	ПЗЗ	120				3,3					
	M1500	360—680									
	НЗ0	4700, 6800				3					
		0,01 мкФ									
	МПО	120—130				3,3					
		150—200									
	ПЗЗ	130—200									
	ПЗЗ	220—240									
	M47	150—240									3
		240—300									
	M75	330—360		3,3							
		M750		430—750	9		8,5		0,6	13,75	15
	M1500	750—1500			3						
	НЗ0	0,015 мкФ									
	МПО	220—360									0,8
	МПО	390—470									
	НЗ0	0,022 мкФ				3,3					
	ПЗЗ	270—330									
		360									
M47	270—360										
M75	390—510		11	10,5	3	0,7	15	15	1		
	560—750	3,3									

Продолжение табл 32

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более								
				L	H	B	d	Шаг сетки l										
								1,25	2,5									
КМ-4а ОСКМ-4а (рис, 20, 22)	M750	820—1200								1,3								
	M1500	1600—1700									3							
	H30	0,033 мкФ																
	МП0	510—560								1								
		620—750									3,3							
	П33	390—470	160; 250	13	12,5	3	0,7	17,5	17,5	1,5								
		510									3,3							
	M47	390—510																
	M75	820—1000																
	M750	1300—1800																
	M1500	3000—3600																
	H30	0,047 мкФ									3,3							
	МП0	820, 910									3							
		1000—1200									3,3							
	П33	16—68									50;			3				1,8
75—91		3,3																
M47	27—68	3																
	75—110	3,3																
M75	47—160	3																
M750	68—270																	
	300—390	3,3																

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более
				L	H	B	d	Шаг сетки l		
								1,25	2,5	
КМ-5а ОСКМ-5а (рис. 20, 22)	М1500	1500—510	70; 100; 125; 160	5	4,5	3	0,6	10	10	0,5
		560—680								
	Н30	1500; 2200; 4700; 3300; 6800				3				
						3,3				
	Н90	0,015 мкФ				3				
						3,3				
	МП0	68—82				3				
						91—150	3,3			
	П33	100—130				3				
						150	3,3			
	М47	120—160		3						
				180	3,3					
	М75	180		3						
				270—330	3,3					
				200—240	3					
	М750	430—750		3						
	М1500	750—1200		3						
	Н30	0,01; 0,015 мкФ		3						
	Н90	0,022; 0,033; 0,047 мкФ		3						
				3,3						
МП0	160—300	3								
		330—390	3,3							
				7	6,5	0,6	11,25	12,5	0,6	

Продолжение табл. 32

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более							
				L	H	B	d	Шаг сетки l									
								1,25	2,5								
КМ-5а ОС КМ-5а (рис. 20, 22)	ПЗЗ	160—270	50; 70; 100; 125; 160	9	8,5	3	0,6	13,75	15	0,8							
		300				3,3											
	М47	200—300				3											
		330				3,3											
	М75	360—430; 560				3											
		470; 510				3,3											
	М750	820—1000				3											
	М1500	1300—2200															
	Н30	0,022 мкФ				160											
		0,033 мкФ				3,3											
	Н90	0,068 мкФ				3											
	МП0	430; 470															
		510—620				3,3											
	ПЗЗ	330—470											3				
		510											3,3				
М47	360—470				3												
	510				3,3												
М75	620; 820—1000				3												
	680; 750		11	10,5	3,3	0,7	15	15	1								
М750	1100—1800				3												
М1500	2400—3900																
Н30	0,047 мкФ				3,3												

Продолжение табл. 32

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм		Масса, г, не более	
				L	H	B	d	Шаг сетки l			
								1,25	2,5		
КМ-5а ОСКМ-5а (рис. 20, 22)	Н90	0,1 мкФ		13	12,5	3	0,7	17,5	17,5	1,5	
		680—910									
	МП0	1000; 1100									
		3,3									
	П33	560—620									
		3									
	М47	680									
		3,3									
	М75	560—680									
		3									
	М750	1100—1300									50;
		2000—2700									70; 100;
М1500	4300—5600	125;									
	3										
Н30	0,068 мкФ	160									
	3,3										
Н90	0,15 мкФ										
	3										
МП0	1200										
	3,3										
КСОТ-1	—	51—510	250	6,6	7,8	13,8	0,8	18,75	20	2	
ОСКСОТ-1											
КСОТ-2	—	100—1200	500	7,5	11,8	18,8	0,9	23,75		5	
ОСКСОТ-2											
КСОТ-5	—	470—3300		7,3	20,8	20,8	1,1	25	25	8	
ОСКСОТ-5 (рис. 20, 21)				9,8						10	

* Вариант установки Ia.

33. Конденсаторы, устанавливаемые с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное загрязнение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты формо- рки и установки
				D	B	d	Шаг сетки					
							1,25		2,5			
							l	l ₁	l	l ₁		
К10-19 (рис. 21, 5)	П100	1; 1,5; 2,2	80; 100	4,8	4	0,6	10	2,5	10	2,5	0,3	Iа; Iб; IIв
	П33	1; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9										
	П47	1; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7										
	М75	1; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—11	30;	4,8	4	0,6	10	2,5	10	2,5	0,3	
	М700	10—18										
	М1300	18—47	100	5,8	4	0,6	11,25	2,5	12,5	2,5	0,5	
	Н70	680; 1000										
	П100	2,7; 3;3; 3,9										
	П33	4,7—7,5										
	М47	4,7; 5,1—10										
	М75	12—24										
	М700	20—33										
	М1300	51—82	100	6,8	4	0,6	12,5	2,5	12,5	2,5	0,7	
Н70	1500											
П100	4,7—7,5											
П33	8,2—10	80;	6,8	4	0,6	12,5	2,5	12,5	2,5	0,7		
М47	11—15											
М75	27—39	30;	6,8	4	0,6	12,5	2,5	12,5	2,5	0,7		
М700	36—55											

Тип конденсато- ра (рисунк и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты формо- вки и установочи
				D	B	d	Шаг сетки					
							1,25		2,5			
							l	l ₁	l	l ₁		
К10У-5 (рис. 21, 5)	M1300	91—130.	100									
	H70	2200										
К10У-5 (рис. 21, 5)	H50	0,01 мкФ	3	7	4	0,6						0,5
		0,22 мкФ		9			13,75	5	15	5	0,6	
		0,47 мкФ		11			16,25		17,5		0,7	
		1 мкФ		15			20		20		1,5	
		2,2 мкФ		19			23,75	7,5	25	7,5	2,5	
		0,01; 0,015; 0,022 мкФ		7			12,5	2,5	12,5	2,5	0,5	
		0,033; 0,047 мкФ	9	13,75	5	15	5,0	0,6				
		0,068 0,1 мкФ	11	16,25		17,5	5,0	0,7				
		0,16; 0,22 мкФ	15	20		20		1,5				
		0,33; 0,47 мкФ	19	23,75	7,5	25	7,5	2,5				
		6800	7	12,5	2,5	12,5	2,5	0,5				
		0,01 мкФ						0,6				
	0,015; 0,022 мкФ	9	13,75	4	0,7	15	5	5				
	0,033; 0,047 мкФ	14	16,25			17,5		0,7				
	0,068; 0,1 мкФ	15	20			20		1,5				
	0,15; 0,22 мкФ	19	23,75			7,5	25	7,5	2,5			

1а;
1б;
1в

Тип конденсато- ра (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты формов- ки и установки
				D	B	d	Шаг сетки					
							1,25		2,5			
				l	l ₁	l	l ₁					
К10У-5 (рис. 21, 5)	Н90	0,01; 0,015, 0,022 мкФ	50	7	4	0,7	12,5	2,5	12,5	2,5	0,6	Ia; 16; IIb
		0,033, 0,047 мкФ		9			13,75	15	0,6			
		0,068 мкФ		11			16,25	5	17,5	5	0,7	
		0,1; 0,15 мкФ		15			20	20	1,5			
		0,22; 0,33 мкФ		19			23,75	7,5	25	7,5	2,5	
		6800		7			12,5	2,5	12,5	2,5	0,5	
		0,01; 0,015 мкФ		9			13,75	5	15	5	0,6	
		0,022, 0,033 мкФ		11			16,25	17,5	0,7			
		0,047; 0,068 мкФ		15			20	20	1,5			
	0,1; 0,15 мкФ	19	23,75	7,5	25	7,5	2,5					
	1120	3300	25	7	4	0,7	12,5	2,5	12,5	2,5	0,5	
		4700		9			13,75	15	0,6			
		6800; 0,01 мкФ		11			16,25	5	17,5	5	0,7	
		0,015; 0,022 мкФ		15			20	20	1,5			
		0,033; 0,047 мкФ		19			23,75	7,5	25	7,5	2,5	
		0,068; 0,1 мкФ		7			12,5	2,5	12,5	2,5	0,5	

Тип конденсато- ра (рисуюк и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты форм кн и установкн	
				D	B	d	Шаг сетки						
							1,25		2,5				
				l	l ₁	l	l ₁						
КБ-5 (рис. 21, 5)	Н90	0,047 мкФ 0,068 мкФ	10	9	4	0,7	13,75	5	15	5	0,6		
		0,1; 0,15 мкФ		11			16,25		17,5		0,7		
		0,22; 0,33 мкФ		15			20	20	1,5				
		0,47 мкФ		19			23,75	7,5	25	7,5	2,5		
		6800	25	7	12,5	2,5	12,5	2,5	0,5				
КБ-5 (рис. 21, 5)	Н20	220; 330	1600	9	6	0,9	13,75	7,5	15	10	1,5	Ia; I6; IIb	
		470		10,5			15		7,5		2		
		680		13			17,5		17,5		3		
		1000		15,5			20		20		4		
		1500		19			23,75	25	5				
		2200							6				
		3300		23				12,5	12,5	8			
		4700		28				15	15	10			
		6800	35		20	20	12						
		150	10	3000	7	0,9	15	7,5	15	10	2	Ia; I6; IIb	
		220	11,5				16,25		7,5		7,5		3
		330									17,5		5
		470	13,5				17,5				7		
		680	16				20	20	8				
		1000	20				25	25	10	9			
		1500							10				
		2200	24					1,1	1,1	12,5	12,5		12

Тип конденсатора (рисунки и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты форм-факторов и установок
				D	B	d	Шаг сетки					
							1,25		2,5			
							l	l ₁	l	l ₁		
К15-5 (рис. 21, б)	Н20	3300	6300	29	9	1,1	—	15	—	15	14	Ia, IIb
		4700		36			—	20	—	20	16	
		68		10			15	—	15	2,5	Ia; I6; IIb	
		100		11,5			16,25	7,5	7,5	3		
		150						17,5	17,5	5		
		220		13,5			17,5			7		
		330		16			20	20	9			
		470		20			25	10	10	10		
		680						25	25	15		
		1000		24			—	12,5	12,5	22		
		1500		29			—	15	15	28		
		2200		36			—	20	20	33		
Н50	68	1600	10	6	1,1	0,9	15	15	2	Ia; I6; IIb		
	82		11,5			16,25	7,5	7,5	3			
	100		13,5			17,5	17,5	17,5				
	120											
	150, 180		16			20	10	20		10		
	220						20	20	6			
Н70	470	1600	9	6	1,1	0,9	13,75	7,5	15	7,5	2	Ia; I6; IIb
	1000		10,5			15	15	3				
	2200		15,5			20	20	4				
	4700		19			23,75	10	25	10	5		
	0,01		28			—	15	—	15	10	a, IIb	

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты формовки и установки	
				D	B	d	Шаг сетки						
							1,25		2,5				
							l	l ₁	l	l ₁			
К15-5 (рис. 21, 5)	H70	330	3000	10	7	0,9	15	7,5	15	7,5	6	Ia; I6; IIb	
		680		11,5			16,25		17,5		8		
		1500		16			20		20		10		
		3300		20			25	25	14				
		6800		29				15	15	18			
		0,015 мкФ		40				25	25	22			
	6300	470	9	1,1	16,25	7,5	17,5	7,5	15	Ia; I6; IIb			
		1000			20	10	20	10	20				
		2200					12,5		12,5	22			
		4700			36		20		20	30	Ia; IIb		
КД-26 (рис. 21, 1)	H20	140—220	250;	4,5	5	0,7	10	2,5	10	2,5	1		
	H30	220											350;
	H50	470											500
	M10, M33	1—3,9											
	M150	3,3—10											
	M220	3,3—12	250;	6,5	5	0,7	11,25	5	12,5	5	1		
	M330; M470	3,3—15	350;										
	H20, H30	270—470	500										
	H50	680											
	H90	1500											
	M10; M33	4,7—8,2											
	M150	1,1—16											

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
				D	B	d	Шаг сетки					
							1,2 σ		2,5			
							l	l ₁	l	l ₁		
КД-26 (рис. 21, I)	М220	13—20	250;		5	0,7	13,75	5	15	5	1,5	Iб; IIб; IIв
	М330	16—24	350									
	М470	16—27	500									
	Н20	560—820										
	Н30	560—1000										
	Н50	1000—1500										
	Н90	2200—3300										
	МП0, М33	9,1—15										
	М150	18—30										
	М220	22—33	250;									
	М33	27—39	350;									
	М470	30—47	500									
	Н20	1000; 1200										
	Н30	1200; 1500										
	Н50	2200										
	Н90	4700										
	МП0, М33	16—24										
	М150	33—47										
	М220	36—56	250;	12,5	5	0,7	17,5	10	17,5	10	2	
	М330	43—62	350;									
	М470	51—75	500									
	Н20	1500; 1800										
	Н30 *	1800; 2200										

Тип конденсато- ра (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты формо- вки и установки
				D	B	d	Шаг сетки					
							1,25		2,5			
							l	l ₁	l	l ₁		
КД-26 (рис. 21, 1)	H50	3300	250; 350 500	16,5	5	0,7	21,25	10	22,5	10	2	16; 116; 11в
	H90	6800										
	МП0, М33	27—39										
	M150	51—82										
	M220	62—100										
	M330	68—100										
	M470	2200—3300										
	H20	2200—3300										
	H30	2700—3900										
	H50	4700—6800										
H90	0,01—0,015 мкФ											
КТ-1 (рис. 21, 2)	П100	1—10	500	3,5	11,5	0,6	16,25	10	17,5	10	0,5	
		1—12	160									
	M33	1—20	500									
		1—24	160									
	M47	1—36	500									
		1—30	160									
	M75	1—39	500									
		1—47	250									
	M750	2,2—82	500									
		2,2—100	250									
	M1500	15—180	500									
		15—220	250									

Тип конденсато- ра (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты орлов- ки и установки									
				D	B	d	Шаг сетки														
							1,25		2,5												
							l	l ₁	l	l ₁											
КТ-1 (рис. 21, 2)	H70	680—3300	160; 300	3,5	13,5	0,6	18,75	12,5	20	12,5	0,7	I6; II6; IIIв									
	H90	3300—6800	160																		
	П100	11—13	500																		
		13—16	160																		
	П33	22—27	500																		
		27—33	160																		
	M47	39—62	500																		
		33—43	160																		
	M75	43—51	500																		
		51—62	250																		
	M750	91—120	500																		
		100—130	250																		
	M1500	200—240	500																		
		240—300	250																		
	H70	4700	160; 300										3,5	17,5	0,6	22,5	17,5	22,5	17,5	1	
	H90	10000	160																		
	П100	15—18	500																		
		18—22	160																		
	П33	30—36	500																		
		36—43	160																		
M47	68—82	500																			
	47—56	160																			
H70	6800	300				20					1,3										

Тип конденсато- ра (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты формо- вки и установки
				D	B	d	Шаг сетки					
							1,25		2,5			
							l	l ₁	l	l ₁		
КТ-2 (рис. 21, 2)	П100	20—24	500	7	21,5	0,8	27,5	20	27,5	20	1,5	16, 116, 11в
	П33	43—56										
	М47	68—82										
	М75	91—120	300; 500									
	М750	200—270										
	М1500	430—560										
	П100	27—33	500									
	П33	62—82										
	М47	91—110										
	М75	130—150	300; 500									
	М750	300—360										
	М1500	620—750										
КТ-2а (рис. 21, 1а)	МП0; М33	2,3—33	500	7	13,5	0,7	18,25	12,5	20	12,5	1	
	М150	2,2—68										
	М220	2,2—75										
	М330	2,2—82										
	М470	2,2—91										
	МП0; М33	36—47	500									
	М150	75—110										
	М220	82—120										
	М330	91—130										
	М470	100—150										
	МП0; М33	51—68										
	М150	120—150										

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
				D	B	d	Шаг сетки					
							1,25		2,5			
				l	l ₁	l	l ₁					
КТ-2а (рис. 21, 11)	М220	130—160	500	7	21,5	0,7	27,5	20	27,5	20	1,5	16; 16б; 16в
	М330	160—180										
	М470	160—200										
	МП0, М33	75—100										
	М150	160; 180										
	М220	180—220	500	7	26,5	0,7	32,5	25	32,5	25	1,8	
	М330	200—240										
	М470	220—270										
	МП0; М33	110; 120										
	М150	200—240										
	М220	240; 270	500	7	31,5	0,7	37,5	30	37,5	30	2	
	М330	270; 300										
	М470	300; 330										
	МП0; М33	130—160										
	М150	270—330										
	М220	300—360	500	7	41,5	0,7	47,5	40	47,5	40	2,5	
	М330	330—390										
	М470	360—510										
МП0; М33	180—220											
М150	360; 390											
М220	390—470	500	7	51,5	0,7	57,5	50	57,5	50	3		
М330	430—510											
М470	560—620											

34. Конденсаторы, устанавливаемые с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				Масса, Г, не более	Варианты формовки и установки
				L	H	B	d	Шаг сетки					
								1,25		2,5			
								l	l ₁	l	l ₁		
КМ-6 (вариант «а») (рис. 21, 3)	П33	120—360	25	6,5	9,5	6	0,6	12,5	5	12,5	5	0,7	Iа, Iб, IIб, IIв
	П47	120—470											
	М75	180—470											
	М750	470—1200											
	М1500	820—1500											
	Н50	0,01; 0,015 мкФ											
	Н90	0,022; 0,033; 0,047 мкФ											
	П33	390—560	25	7,5	10,5	6	0,6	12,5	5	12,5	5	1	
	П47; М75	510—680											
	М750	1300—2000											
	М1500	1600—3300											
	Н50	0,022; 0,033 мкФ											
	Н90	0,068; 0,1 мкФ											

П33	620—1200									
П47	750—1600							5		
М75	750—1800									
М750	2200—5100		9,5	12,5	6	0,6	15	7,5	15	1,5
М1500	3600 ПФ— 0,01 МКФ	25; 35;								
Н50	0,047; 0,068; 0,1 МКФ	50						7,5		
Н90	0,15; 0,22; 0,33 МКФ									
П33	1300—2700									
П47	1800—3600		12	15	6	0,7	17,5	7,5	17,5	7,5
М75	2000—3900									2
М750	5600—9100									
М1500	0,011; 0,015 МКФ									
Н50	0,15 МКФ									
Н90	0,47 МКФ									
Н90	0,68; 1 МКФ		14	17	6	0,6	20	10	20	10
П33	120—300									
П47	120—470									
М75	180—510									

Тип конденса- тора (рису- нок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты фор- мовки и уста- новки	
				L	H	B	d	Шаг сетки						
								1,25		2,5				
								l	l ₁	l	l ₁			
КМ-6 (вариант «б») (рис. 21, 3)	M750	470—910	25; 35; 50	7,5	10,5	6	0,6	12,5	5	12,5	5	1	Ia, Ib, IIb, IIв	
	M1500	820 пФ—0,015 мкФ												
	H50	0,01; 0,015 мкФ												
	H90	0,022; 0,033; 0,047; 0,068 мкФ												
	П33	330—1100												
	П47	510—1200												
	M75	560—1500			9,5	12,5	6	0,6	15	7,5	15	7,5		1,5
	M750	1000—3300												
	M1500	1600—4700												
	H50	0,022; 0,033 мкФ												
	H90	0,1; 0,15 мкФ												
	П33	1200—2700												
	П47	1300—2700												
	M75	1600—3300												
				12	15	6	0,7	17,5	10	17,5	10	2		

М750	3300—5600												
М1500	5100 пФ—0,01 мкФ												
Н50	0,047; 0,068 мкФ												
Н90	0,22; 0,33 мкФ												
П33	3000—5100												
П47	3000—6200												
М75	3600—5600												
М750	6200 пФ—0,01 мкФ												
М1500	0,011; 0,015 мкФ		14	17	6	0,7	20	10	20	10	2,5		
Н50	0,1; 0,15; 0,47; 0,68 мкФ	25; 35; 50											
Н90	1 мкФ												
	1,5; 2,2 мкФ			16,5	10						6		
П33	15—20												
МП0	18—24												
М47; М75	22—36												
М750	47—56	50	5	7,5	3,5	0,6	10	2,5	10	2,5	1		
М1500	68—1000												
Н30	680; 1000												

1а, 1б,
11б, 11в

Тип конденса- тора (рисун- ок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты фор- мовки и уста- новки
				L	H	B	d	Шаг сетки					
								1,25		2,5			
								l	l ₁	l	l ₁		
К10-7В (рис. 21, 3)	Н70	1500; 2200	50	7	9,5	3,5	0,6	12,5	2,5	12,5	2,5	1	
	Н90	3300; 4700											
	П33	22—43											
	МП0	27—47											
	М47; М75	39—75											
	М750	62—130											
	М1500	110—220											
	Н30	1500; 2200											
	Н70	3300; 4700											
	Н90	6800 пФ; 0,01 мкФ											
	П33	47—82											
	МП0	51—91											
	М47; М75	82—130											
	М750	150—240											
М1500	240—390												

Н30	3300												
Н70	6800 пФ; 0,01 мкФ												
Н90	0,015, 0,022 мкФ												
П33	91—120												
МП0	100—1500												
М47, М75	150—200												
М750	270—430	50	11	13,5	3,5	0,6	16,25	5	17,5	5	2		Ia, Iб, IIб, IIв
М1500	430—680												
Н30	4700; 6800												
Н70	0,015 мкФ												
Н90	0,033 мкФ												
П33	130—180												
МП0	160—220												
М47; М75	220—270		13	15,5	4,5	0,6	17,5	5	17,5	5	2,5		
М750	470—680												
М1500	750—1000												
Н30	0,01 мкФ												
Н70	0,022 мкФ	50									2		Ia, Iб, IIб, IIв
Н90	0,047 мкФ												

M33	1300—2200	50	8,4	5,5	6,7	0,7	13,75	5	15	5	1,1
M47	1500—2700										
M75	1600—2700										
M750	3600—6200										
M1500	6200 пФ—0,01 МКФ										
H50	0,068 МКФ	40	8,4	5,5	6,7	0,7	13,75	5	15	5	1
H90	0,022; 0,033 МКФ										
П33	2400—4700	50	12	5,5	8,4	0,7	17,5	7,5	17,5	7,5	2
M47	3000—5600										
M75	3000—6200										
M750	6800 пФ—0,012 МКФ										
M1500	0,011—0,022 МКФ										
H50	0,1—0,22 МКФ	40	12	5,5	8,4	0,7	17,5	7,5	17,5	7,5	2
H90	0,47—0,68 МКФ										
П33	3300—5600	25	8,4	5,5	6,7	0,7	13,75	5	15	5	1
M47	3900—6800										
M75	4300—7500										
M750	9100—0,015 МКФ										
H1500	0,013—0,024 МКФ										

Н90	0,15; 0,22 мкФ												
П33	2200—3000												
М47	3000—3600												
М75	3300—3900												
М750	6200—8200	25	8,4	5,5	4,6	0,7	13,75	5	15	5	0,8		
М1500	0,01—0,012 мкФ												
Н50	0,15 мкФ												
Н90	0,33 мкФ												
	0,22 мкФ		12	12,5	6	0,7	17,5	10	17,5	10	1,4	IIв	
	0,33 мкФ			14,5	6,3						2,5		
	0,47 мкФ			16,5	8	0,9					3		
	0,68 мкФ	6,3	18	14,5	6,3		23,75	15	25	15	3,5		
	1,0 мкФ			16,5	8						4		
	1,5 мкФ			20,5	8,5						5,6		
	2,2 мкФ		23	22,5	10,5		28,75				7		
	3,3 мкФ										9		
	1,7 мкФ			26,5	12			20	30	20		IIв	
	1,5 мкФ	160	24			1,1	80				12		
	2,2 мкФ			29,5	16						14		

К73-17
(рис. 21. 3)

Тип конденса- тора (рису- нок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты фор- мовки и уста- новки
				L	H	B	d	Шаг сетки					
								1,25		2,5			
								l	l ₁	l	l ₁		
К73-17 (рис. 21, 3)		0,047 мкФ	250	12	12,5	6,3	0,7	17,5	10	17,5	10	2	IIв
	0,068 мкФ	6			2,5								
	0,1 мкФ	16,5			8	3							
	0,15 мкФ	14,5			6	3,5							
	0,22 мкФ	18		15,5	7	23,75	15	25	15	4			
	0,33 мкФ	17,5		8,5	0,9	28,75	20	30	20	5			
	0,47 мкФ	19,5		7,5						5,5			
	0,68 мкФ	23		20,5	9	28,75	20	30	20	7	IIв		
	1,0 мкФ	22,5		10,5	9								
	0,022 мкФ	12		12	6	0,7	17,5	10	17,5	10	1,4		
	0,033 мкФ			14,5	7						1,8		
	0,047 мкФ			16,5	7						2,5		
	0,068 мкФ			14,5	5						3		
	0,1 мкФ	18		15,5	6	0,9	23,75	15	25	15	3,5	IIв	
	0,15 мкФ			16,5	8						4		

0,22 МКФ	400	23	19,5	7	28,75	20	30	20	5	IIБ		
0,33 МКФ			20,5	8,5					6			
0,47 МКФ			22,5	10					8			
0,68 МКФ		24	25,5	11	1,1	30			10			
1,0 МКФ			28,5	14					12			
0,01 МКФ	630	15	12	6	0,7	20	10	20	10	10	1,4	IIБ
0,015 МКФ			14,5						1,8			
0,022 МКФ			16,5	7					2,5			
0,033 МКФ		18	14,5	5	23,75	15	25	15	3			
0,047 МКФ			15,5	6					3,5			
0,068 МКФ	16,5		8	4								
0,1 МКФ	630	23	19,5	7	0,9	28,75	20	30	20	5	IIБ	
0,15 МКФ			20,5	8,5						6		
0,22 МКФ			22,5	10,5						8		
0,33 МКФ		24	25,5	11	1,1	30			10	IIБ		
0,47 МКФ			28,5	14					12			

КМ-46
ОСКМ-46
(неизолиро-
ванный)
(рис. 21, 9)

М750	68—150 пФ	100; 160;	5	4,5	3	0,6	10	2,5	10	2,5	0,5
М1500	150—330 пФ										
Н30	1500; 2200; 3300 пФ										
П33; М47	47—68; 51—68 пФ	250			3,3						
МП0	82—110 пФ										
М75	56—82 пФ										
П33	75—110 пФ	100; 160; 250	7	6,5	3	0,6	11,25	5	12,5	5	
М47	75—130 пФ										
МП0	120—130 пФ										
М75	110—180 пФ										
М750	160—390 пФ										
М1500	360—680 пФ										
Н30	4700; 6800 пФ; 0,01 мкФ										
П33	120 пФ										
МП0	150—200 пФ										
М75	200; 220 пФ										
П33	130—200 пФ										
МП0	220—360 пФ										
											0,6

Тип конденса- тора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	
				L	H	B	d	Шаг сетки					
								1,25		2,5			
								l	l ₁	l	l ₁		
КМ-46 ОСКМ-46 (неизолиро- ванный) (рис. 21, 9)	М47	150—240 пФ	100; 160; 250	9	8,5	3	0,6	13,75	7,5	15	7,5	0,8	
	М75	240—300 пФ											
	М750	430—750 пФ											
	М1500	750—1500 пФ											
	Н30	0,015 мкФ											1
	П33	390—470 пФ											
	МП0	220; 240 пФ											0,8
	М75	330; 360 пФ											
	Н30	0,022 мкФ											
	П33	270—330 пФ	100; 160; 250	11	10,5	3	0,7	15	7,5	15	7,5	1	
	МП0	510—560 пФ											
	М47	270—360 пФ											
	М75	390—510 пФ											
	М750	820—1200 пФ											
М1500	1600—2700 пФ												

H30	0,033 мкФ												
П33	360 пФ				3,3								
МП0	620—750 пФ												1,3
М75	560—750 пФ												
П33	390—470 пФ												1
МП0	820—910 пФ					0,7							
М47	390—510 пФ												
М75	820—1000 пФ	100; 160; 250	13	12,5	3		17,5	10	17,5	10			1,5
М750	1300—1800 пФ												
М1500	3000—3600 пФ												
П33	510 пФ					0,6							
МП0	1000—1200 пФ				3,3								1,8
М1500	0,047 мкФ												
М75	200; 220 пФ		8,5	11,5			12,5	7	12,5	5			
П33	130—200 пФ												
МП0	220—360 пФ												
М47	150—240 пФ	100; 160; 250											
М75	240—300 пФ												
М750	430—750 пФ												1,5

Продолжение табл. 3б

Тип конденсатора (рисунки и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				Масса, г, не более
				L	H	B	d	Шаг сетки				
								1,25		2,5		
								l	l ₁	l	l ₁	
КМ-46 ОСКМ-46 (изолированный) (рис. 21. 10)	М1500	750—1500 пФ		11	14	6	0,6	15	7,5	15	7,5	1,7
	Н30	0,015 мкФ										
	П33	220; 240 пФ										
	МПО	390—470 пФ										
	М75	330; 360 пФ										
	Н30	0,022 мкФ										
	П33	270—330 пФ	100; 160; 250	13	16	6	0,7	17,5	7,5	17,5	7,5	2,3
	МПО	510—560 пФ										
	М47	270—360 пФ										
	М75	390—510 пФ										
	М750	820—1200 пФ										
	Н30	0,033 мкФ										
	П33	360 пФ										
	МПО	620—750 пФ										
М47	560—750 пФ									2		

КМ-46
ОСКМ-46
(изолированные)
(рис. 21, 10)

П33	390—470 пФ	100; 160; 250	15	18	6	0,7	20	10	20	10	3
МП0	820—910 пФ										
М47	390—510 пФ										
М75	820—1000 пФ										
М750	1300—1800 пФ										
М1500	3000—3600 пФ										
П33	510 пФ	50; 70; 100; 125;	6	9	6	0,6	10	2,5	10	2,5	0,7
МП0	1000—1200 пФ										
М1500	0,047 мкФ										
П33	16—68 пФ										
МП0	68—82 пФ										
М47	27—68 пФ										
М75	47—160 пФ										
М750	68—270 пФ										
М1500	150—510 пФ										
Н30	1500; 2200; 3300; 4700 пФ										
Н90	0,015 мкФ	3,3									
П33	75—91 пФ										
П33	16—43 пФ										

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более ^с				Установочные размеры, мм				Масса, г, не более
				L	H	B	d	Шаг сетки				
								1,25		2,5		
								l	l ₁	l	l ₁	
КМ-46 ОСКМ-46 (изолированный) (рис. 21, 10)	МП0	56—75 пФ	160; 250									
	М47	27—47 пФ										
	М75	47; 51; 91—100 пФ										
	М750	68—150 пФ										
	М1500	150—330 пФ										
	Н30	1500; 2200; 3300 пФ										
	П33	47—68 пФ										
	МП0	82—110 пФ	100; 160; 250									
	М47	51—68 пФ										
	М75	56—82 пФ										
	П33	75—100 пФ										
	МП0	120—130 пФ										
	М75	110—180 пФ										
	М750	160—390 пФ										
М1500	360—680 пФ											
			8,5	11,5	6	0,6	12,5	5	12,5	5	1	

КМ-56
ОСКМ-56
(неизолиро-
ванные)
(рис. 21, 9)

Н30	4700; 6800 пФ; 0,01 мкФ											
П33	120 пФ											
МП0	150—200 пФ											
П33	100—130 пФ											
М47	120—160 пФ											
П33	16—68 пФ											
М47	27—68 пФ											
М75	47—160 пФ											
М750	68—270 пФ											
М1500	150—510 пФ											
Н30	1500; 2200, 3300; 4700 пФ	50; 70, 100; 125; 160	5	4,5	3	0,6	10	2,5	10	2,5	0,5	
Н90	0,015 мкФ											
П33	75—91 пФ											
М47	75—110 пФ											
М750	300—390 пФ				3,3							
М1500	560—680 пФ											
Н30	6800 пФ											
М75	180; 270—300 пФ											

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				Масса, г, не более						
				L	H	B	d	Шаг сетки										
								1,25		2,5								
								l	l ₁	l	l ₁							
M750	430—750 пФ	7	6,5	3	0,6	12,5	5	12	5	0,6								
M1500	750—1200 пФ																	
H30	0,01; 0,015 мкФ																	
H90	0,022; 0,033; 0,047 мкФ																	
П33	150 пФ										3,3							
M47	180 пФ																	
M75	200—240 пФ																	
M750	470; 510 пФ																	
H30	0,033 мкФ																	
П33	330—470 пФ			11							10,5	3	0,7	15	7,5	15	7,5	1
M47	360—470 пФ																	
M75	620; 820—1000 пФ																	
M750	1100—1800 пФ																	
M1500	2400—3900 пФ																	

КМ-56
ОСКМ-56
(неизолиро-
ванный)
(рис. 21, 9)

Н90	0,1 мкФ
П33	510 пФ
М75	680; 750 пФ
Н30	0,047 мкФ
П33	560; 620 пФ
М47	560—680 пФ
М75	1100—1300 пФ
М750	2000—2700 пФ
М1500	4300—5600 пФ
Н90	0,15 мкФ
П33	680 пФ
Н90	0,68 мкФ
П33	160—270 пФ
М47	200—300 пФ
М75	360—430; 560 пФ
М750	820—1000 пФ
М1500	1300—2200 пФ
Н30	0,022 мкФ
Н90	0,068 мкФ

50; 70;
100;
125;
160

50; 70;
100;

			3,3						
13	12,5	3	0,7	17,5	10	17,5	10	1,5	
			3,3						
9	8,5	3	0,6	13,75	7,5	15	7,5	0,8	

Тип конденса- тора (рису- нок и номер схемы)	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				Масса, г, не более
				L	H	B	d	Шаг сетки				
								1,25		2,5		
								l	l ₁	l	l ₁	
КМ-56 ОСКМ-56 (изолирован- ный) (рис. 21, 10)	П33	300 пФ	125; 160	6	9	3,3	0,6	10	2,5	10	2,5	0,7
	М47	330 пФ				6						
	МП0	91—150 пФ	50; 70; 100; 125; 160	8,5	11,5	6	0,6	12,5	5	12,5	5	1
	М47	75—110 пФ										
	М750	300—390 пФ										
	М1500	360—680 пФ										
	Н30	6800 пФ										
	П33	100—130 пФ										
	МП0	160—300 пФ										
	М47	120—160 пФ										
	М75	180; 270—330 пФ										
	М750	430—750 пФ										
	М1500	750—1200 пФ										
	Н30	0,01; 0,015 мкФ										
	Н90	0,022; 0,033; 0,047 мкФ										

П33	150 пФ	50; 70; 100; 125; 160	11	14	6	0,6	15	7,5	15	7,5	1,5
МП10	330—390 пФ										
М47	180 пФ										
М75	200—240 пФ										
П33	160—270 пФ										
МП10	430—470 пФ										
М47	200—300 пФ										
М75	360—430; 500 пФ										
М750	820—1000 пФ										
М1500	1300—2200 пФ										
Н30	0,022 МКФ										
Н90	0,068 МКФ										
П33	300 пФ										
МП10	510—680 пФ										
М47	330 пФ										
М75	470; 510 пФ										
Н30	0,033 МКФ										
П33	330—470 пФ	13	16	6	0,7	17,5	7,5	17,5	7,5	2	
МП10	680—910 пФ										

	M47	560—680 пФ	50; 70; 100; 125; 160	15	18	6	0,7	20	10	20	10	3											
	M75	1100—1300 пФ																					
	M750	2000—2700 пФ																					
	M150	4300—5600 пФ																					
	H90	0,15 мкФ																					
	П33	680 пФ																					
	МП0	1300; 1600 пФ																					
	H30	0,068 мкФ																					
	К71-7 (рис. 21, 9)												1000—4000 пФ	250	11	7,5	15	0,9	15	5	15	5	
													4000 пФ—0,01 мкФ										
		0,010—0,014 мкФ	17	6,5	13	21,25	22,5																
		0,014—0,03 мкФ						22	8,5	17	26,25	27,5											
		0,03—0,05 мкФ	27	9,5	18	31,25	32,5																
		0,05—0,10 мкФ						10,5	20	10	10	12											
		0,10—0,15 мкФ	11,5	22	10	10	14																
		0,15—0,20 мкФ						12,5	25	10	10	19											
		0,20—0,30 мкФ	14,5	29	10	10	23																
		0,30—0,40 мкФ						16,5	32	10	10	28											
		0,40—0,50 мкФ																					

36. Конденсаторы, устанавливаемые по вариантам Ia, Ib и IIв, с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип конденсатора (рисунок и номер схемы)	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				Масса, г., не более	
							Шаг сетки					
			L	B	H	d	1,25		2,5			
							l	l ₁	l	l ₁		
К73-5 (рис. 21, 13)	1000; 1500; 2200; 3300; 4700	100	7,5	4	10	0,6	12,5	5	12,5	5	0,6	
	6800			4,5	13						0,7	
	0,01 мкФ, 0,015 мкФ			5							0,9	
	0,022 мкФ		12	4,5	12	0,7	16,25	10	17,5	10	1	
	0,033 мкФ			5							1,5	
	0,047 мкФ			6							13	1,8
	0,068 мкФ			7							14	2,5
	0,1 мкФ		17,5	7,5	13	0,9	22,5		22,5		2,5	
	0,15 мкФ			8	14						3	
	0,22 мкФ			9	16						3,5	

КБГ-И
ОСКБГ-И
(рис. 21, 14)

470, 680	600	8	16,5	0,4— 0,6	2, 2,25, 2,5	22,5	15	22,5	15	2,5	
1000	200		19,5			3					
1000	600										
1500	400		22,5			25	17,5	25	17,5	3,5	
2200; 3300	200										
1500; 2200; 3300	600										
4700	200		10			26,5	32,5	25	32,5	25	12
4700; 6800 0,01 МКФ	600										
0,015 МКФ	400										
0,02 МКФ, 0,025 МКФ, 0,03 МКФ	200										
0,015, 0,02, 0,025 МКФ	600	14,5	26,5	16							
0,03 МКФ	400										
0,04, 0,05, 0,07 МКФ	200										
0,03 МКФ	600	16,5									
0,04; 0,05 МКФ	400										
0,1 МКФ	200										

37. Конденсаторы с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип конденсатора (рис. 21, 12)	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Габаритные размеры, мм, не более					Установочные размеры, мм				Масса, г, не более	Варианты формовки и установки		
								Шаг сетки							
			B	L	H	S	d	1,25		2,5					
								l	l ₁	l	l ₁				
СГМ-1 ОССГМ-1	51—560	250	6	14,5	9,5	0,5	2,5	20	15	20	15	3	16, 116, IIв		
СГМ-2 ОССГМ-2	620—1200		7		10							3,5			
СГМ-3	51—4300	500	7,5	13,5	0,5; 0,6	2,5 3	25	15	25	15	5	IIв			
ОССГМ-3	100—3000	1000													
	100—1500	1500													
СГМ-4	1600—3900	1000	19,5	22	0,6	3	25	15	25	15	11				
	3300—6800														
ОССГМ-4	4700—6200													500	
	6800—10000	250	9	20	22	0,6	3	25	15	25	15			5	16, 116, IIв
СГМ-3-А	50—4000	350													
СГМ-3-Б	4005—10000												9		

38. Условия эксплуатации конденсаторов

Тип	Интервал рабочих температур, °С	Допустимая вибрация	
		Диапазон частот, Гц	Ускорение, м/с ²
К50-3	-40...+85	5—1000	73,5
К50-6 (полярный) К50-6 (неполярный)	-10...+70	5—80	24,5
К52-1	-60...+70	5—600	73,5
К53-1	-80...+85	10—2000	98
ЭТО	-60...+200	10—600	98
МПГ, МПО, МП О	-60...+60	—	98
КСОТ	-60...+70	5—600	98
К31У-3Е	-60...+100		
СГМ	-60...+85		
КВИ	-60...+125	10—200	73,4
КГК	-60...+85	25—75	88,2
КД, КТ	-60...+155	10—10000	73,5
КЛС	-60...+85	10—200	
КМ-6	-60...+155	15—200	
КТ-1Е, КТ-2Е	-60...+100	10—2000	39,2
КТПМ, КТПМ-Е	-60...+100	5—600	73,5
БМ	-60...+700	—	
БМТ	-60...+100	60—1000	
МБГ	-60...+60	25—75	98
МБМ	-60...+70	—	147
К40У-9	-60...+125	10—1000	73,5
К42У-2	-60...+100	5—2500	196

ТРАНСФОРМАТОРЫ И ДРОССЕЛИ

1. ТИПЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ

Трансформаторы и дроссели классифицируют по следующим признакам: схемному назначению — согласующие, согласования, импульсные, накопительные, питания;

типу конструкции сердечника — стержневые, броневые, кольцевые, цилиндрические;

виду магнитопровода — штампованные, витые, прессованные.

Трансформаторы согласующие (тип «С») предназначены для передачи синусоидального напряжения в функциональных узлах дискретной техники с напряжением до 20 В (рис. 22,1). Соответствуют техническим условиям ЕС4.770.014 ТУ.

Трансформаторы согласования низкочастотные (тип ТНС) предназначены для работы в схемах низкочастотных трактов совместно с полупроводниковыми приборами. Соответствуют техническим условиям ОЮО.472.041 ТУ. Конструктивные размеры приведены в табл. 39 и на рис. 22,2.

39. Конструктивные размеры низкочастотных трансформаторов

Тип	D , мм	D_1 , мм	H , мм	h , мм	d , мм	Масса, г
ТНС1Т, ТНС2Т, ТНС3Т, ТНС4Т, ТНС5Т, ТНС8Т, ТНС9Т	21	12,5	20,5	13,7	0,8	13,5
ТНС6Т, ТНС7Т	27	17,5	23,2	16,2	1	30

Трансформаторы согласующие (тип ТНЧЗ) предназначены для работы в интегральных микросхемах совместно с полупроводниковыми приборами (рис. 22,3). Соответствуют техническим условиям ОЮО.472.055 ТУ.

Трансформаторы согласования в микромодульном исполнении предназначены для работы в схемах низкочастотных трактов совместно с полупроводниковыми приборами. Соответствуют техническим условиям ОЮО.472.015 ТУ. Трансформаторы изготавливают 6 типоминималов: ММТС-8 — ММТС-13 (рис. 22,4). Отсчет выводов — по часовой стрелке со стороны монтажа от укороченного вывода. Масса трансформатора не более 14 г.

Трансформаторы согласования в плоском микромодульном исполнении предназначены для работы в схемах низкочастотных трактов совместно с полупроводниковыми приборами. Соответствуют техническим условиям ОЮО.472.044 ТУ.

Трансформаторы изготавливают 7 типоминималов: ММТС-31Т, ММТС-32Т, ММТС-33Т, ММТС-34Т, ММТС-35Т, ММТС-36Т, ММТС-37Т (рис. 22,5). Масса трансформаторов не более 5,6 г. Предельное отклонение размера между базовым выводом и любым другим $\pm 0,15$.

Трансформаторы импульсные (тип ГХ4.720.022 — ГХ4.720.024) предназначены для работы в блоках специальной аппаратуры. Соответствуют техническим условиям ГХО.472.006 ТУ. Трансформаторы не имеют защитного корпуса. Покрывают эмалью ЭП-91 и имеют выводы, выполненные проводом без изоляции (рис. 22,6).

Конструктивные размеры приведены в табл. 40.

Трансформаторы ГХ4.720.022—ГХ4.720.024 крепят непосредственно на выводах пайкой к соответствующим точкам схемы. Расстояние от точки пайки до основания выводов не должно быть более 10 мм.

Трансформаторы импульсные (тип ГХ4.720.040 — ГХ4.720.048) предназначены для работы в схемах с полупроводниковыми триодами и в другой РЭА. Соответствуют техническим условиям ГХО.472.007 ТУ. Трансформаторы имеют защитный корпус из пресс-материала АГ-4. Выводы выполнены луженым проводом.

40. Конструктивные размеры импульсных трансформаторов

Обозначение	L , мм, не более	L_1 , мм, не более	l , мм, не более	H , мм, не более	A , мм	A_1 , мм	Масса, г, не более
ГХ4.720.022 Сп ГХ4.720.023 Сп	17	12,5	40	16,5	13,5	4	7
ГХ4.720.024 Сп	20			20	16,5		12

Конструктивные размеры приведены в табл. 41 и на рис. 22,7 (ГХ4 720 040 — ГХ4.720.045) и на рис. 22,8 (ГХ4.720.046 — ГХ4.720.048).

41. Конструктивные размеры импульсных трансформаторов

Обозначение	B , мм	B_1 , мм	H , мм	Масса, г, не более
ГХ4.720 040 Сп ГХ4.720.041 Сп ГХ4.720.042 Сп	12,5	10	11,5	3,5
ГХ4.720.043 Сп ГХ4.720 044 Сп ГХ4 720.045 Сп			14	4
ГХ4.720.046 Сп ГХ4.720.047 Сп ГХ4.720.048 Сп	12,5	9,5	11,5	3,5

42. Конструктивные размеры импульсных трансформаторов

Тип	Обозначение	D , мм	h , мм	l , мм	l_1 , мм	Масса, г, не более
-----	-------------	-------------	-------------	-------------	---------------	-----------------------

Обычные (рис. 22, 9)

ФИТ-1 ФИТ-2 ФИТ-3 ФИТ-3А ФИТ-4 ФИТ-5	ПК4.720.028-1 Сп ПК4.720.028-2 Сп ПК4.720.028-3 Сп ПК4.720.028-4 Сп ПК4.720.028-5 Сп ПК4.720.028-6 Сп	22	16	6	12	14
ФИТ-6	ПК4.720.061-1 Сп					
ФИТ-7	ПК4.720.061-2 Сп		27,5			39

Повышенной стабильности (рис. 22, 10)

ФИТ-1 ФИТ-2 ФИТ-3 ФИТ-3А ФИТ-4 ФИТ-5	БТ4.720.219 Сп БТ4.720.220 Сп БТ4.720.221 Сп БТ4 720.222 Сп БТ4.720.223 Сп БТ4.720.224 Сп	21,5	19	6	12	15
ФИТ-6 ФИТ-7	БТ4.720.225 Сп БТ4.720.226 Сп					

При температуре окружающей среды до 393 К рекомендуется пользоваться припоем ПОСК-50, при температуре окружающей среды до 428 К — ПОС-61. При пайке необходимо пользоваться теплоотводом. При использовании трансформаторов в условиях повышенного воздействия механических нагрузок монтаж трансформаторов осуществляют приклеивкой основания к монтажной плате. Рекомендуются тип клея К-300-2.

Трансформаторы импульсные (тип ФИТ) предназначены для работы и цепях РЭА с напряжением до 350 В постоянного тока. Соответствуют техническим условиям ПКО.473.001 ТУ. Трансформаторы типа ФИТ подразделяются на две группы: обычные, повышенной стабильности. Конструктивные размеры трансформаторов приведены в табл. 42 и на рис. 22, 9 и 10.

Трансформаторы импульсные (тип Е) предназначены для работы в РЭА. Соответствуют техническим условиям ПКО.473.005 ТУ. Крепят трансформаторы подпайкой выводов к плате. Масса трансформаторов не более 5 г.

Тип и обозначение трансформаторов приведены в табл. 43 и на рис. 22, 11—15.

43. Тип и обозначение трансформаторов

Тип	Обозначение	Номер схемы на рис. 22	Тип	Обозначение	Номер схемы на рис. 22
E1	ПК4.720.189 Сп	11	E7	ПК4.720.195 Сп	14
E2	ПК4.720.190 Сп		E8	ПК4.720.181 Сп	12
E3	ПК4.720.191 Сп	12	E9	ПК4.720.182 Сп	15
E4	ПК4.720.192 Сп	13	E10	ПК4.720.203 Сп	14
E5	ПК4.720.193 Сп		E11	ПК4.720.237 Сп	
E6	ПК4.720.194 Сп	E12	ПК4.720.238 Сп		

Трансформаторы импульсные предназначены для работы в ячейках ЭВМ. Соответствуют техническим условиям МРТУ-4 1Ф0.472.012 ТУ. Трансформаторы ТИ-101 — ТИ-106, ТИ-108 — ТИ-112 имеют два варианта расположения

44. Конструктивные размеры импульсных трансформаторов (вариант I)

Тип	Обозначение	A, мм	B, мм	D, мм	L, мм
ТИ-101	1Ф4.720.048 Сп	93	12	16,5	17,3
ТИ-103	1Ф4.720.047 Сп	93	12	16,5	17,3
ТИ-104	1Ф4.720.046 Сп	95	11,5	13,5	14,2
ТИ-106	1Ф4.720.050 Сп	93	12	16,5	17,3
ТИ-108	1Ф4.720.053 Сп	95	11,5	13,5	14,2
ТИ-110	1Ф4.720.055 Сп	93	12	16,5	17,3

45. Конструктивные размеры импульсных трансформаторов (вариант II)

Тип	Обозначение	B, мм	D ₀ , мм	D ₁ , мм	D ₂ , мм	D ₃ , мм
ТИ-101	1Ф4.720.048 Сп	13,5	13,5	17	16	9
ТИ-103	1Ф4.720.047 Сп	13,5	13,5	17	16	9
ТИ-104	1Ф4.720.046 Сп	12,5	9,5	13	12	8
ТИ-106	1Ф4.720.050 Сп	13,5	13,5	17	16	9
ТИ-108	1Ф4.720.053 Сп	12,5	9,5	13	12	8
ТИ-110	1Ф4.720.055 Сп	13,5	13,5	17	16	9

выводов: вариант I — с радиальным (рис. 22,16), II — с торцевым (рис.22,17). У трансформаторов варианта I отсчет выводов — по стрелке, первым считать вывод справа от выступа на корпусе. У трансформаторов варианта II отсчет выводов — от цифры «1» по стрелке.

Крепят трансформаторы подпайкой выводов к плате. Масса трансформатора не более 2 г.

Обозначения и конструктивные размеры трансформаторов приведены в табл. 44 и 45.

46. Тип и обозначение трансформаторов

Тип	Обозначение	Номер схемы на рис. 22	Тип	Обозначение	Номер схемы на рис. 22
И-13	ПК4.720.108 Сп	23	И-61	ПК4.720.173 Сп	23
И-14	ПК4.720.112 Сп		И-62	ПК4.720.117 Сп	
И-15	ПК4.720.125 Сп	24	И-63	ПК4.720.118 Сп	24
И-16	ПК4.720.129 Сп		И-64	ПК4.720.120 Сп	
И-17	ПК4.720.130 Сп	25	И-65	ПК4.720.144 Сп	24
И-18	ПК4.720.154 Сп		И-66	ПК4.720.137 Сп	
И-19	ПК4.720.161 Сп	26	И-67	ПК4.720.138 Сп	27
И-23	ПК4.720.109 Сп	23	И-68	ПК4.720.175 Сп	26
И-24	ПК4.720.113 Сп	24	И-69	ПК4.720.166 Сп	23
И-25	ПК4.720.126 Сп		И-73	ПК4.720.119 Сп	
И-26	ПК4.720.131 Сп	25	И-74	ПК4.720.121 Сп	24
И-27	ПК4.720.132 Сп		И-75	ПК4.720.145 Сп	
И-28	ПК4.720.155 Сп	26	И-76	ПК4.720.139 Сп	27
И-29	ПК4.720.162 Сп	23	И-77	ПК4.720.140 Сп	26
И-33	ПК4.720.110 Сп		И-78	ПК4.720.158 Сп	
И-34	ПК4.720.114 Сп	24	И-79	ПК4.720.167 Сп	29
И-35	ПК4.720.127 Сп		И-83	ПК4.720.122 Сп	
И-36	ПК4.720.133 Сп	25	И-84	ПК4.720.123 Сп	30
И-37	ПК4.720.134 Сп		И-85	ПК4.720.149 Сп	
И-38	ПК4.720.156 Сп	26	И-86	ПК4.720.146 Сп	30
И-39	ПК4.720.163 Сп	23	И-87	ПК4.720.147 Сп	27
И-43	ПК4.720.111 Сп		И-88	ПК4.720.098 Сп	
И-44	ПК4.720.115 Сп	24	И-89	ПК4.720.168 Сп	30
И-45	ПК4.720.128 Сп		И-96	ПК4.720.148 Сп	
И-46	ПК4.720.135 Сп	25	И-106	ПК4.720.150 Сп	31
И-47	ПК4.720.136 Сп		И-108	ПК4.720.169 Сп	
И-48	ПК4.720.157 Сп	26	И-113	ПК4.720.124 Сп	33
И-49	ПК4.720.164 Сп	23	И-114	ПК4.720.174 Сп	
И-53	ПК4.720.116 Сп		24	И-115	ПК4.720.153 Сп
И-54	ПК4.720.172 Сп	И-116		ПК4.720.151 Сп	
И-55	ПК4.720.143 Сп	28	И-117	ПК4.720.152 Сп	34
И-56	ПК4.720.141 Сп		И-118	ПК4.720.160 Сп	
И-57	ПК4.720.142 Сп	26	И-119	ПК4.720.170 Сп	32
И-58	ПК4.720.159 Сп				
И-59	ПК4.720.165 Сп				

Трансформаторы импульсные (тип И) предназначены для работы в РЭА. Соответствуют техническим условиям ПКО.473.007 ТУ.

Крепят трансформаторы подпайкой выводов к плате. Масса трансформатора не более 5 г.

Условные обозначения трансформаторов приведены в табл. 46.

Обозначение трансформаторов: И — импульсный; первая цифра в двухзначном числе и первые две цифры — в трехзначном числе — группа трансформаторов, а последняя цифра — порядковый номер трансформатора в группе.

Трансформаторы импульсные и миниатюрные предназначены для работы в импульсных устройствах спецпаратуры. Трансформаторы изготавлиют в тропическом исполнении в двух вариантах: I вариант — на ферритовых магнитопроводах (длительность импульса 0,02—0,5 мкс); II вариант — на пермалловых магнитопроводах (длительность импульса 0,5—100 мкс).

Конструктивные размеры приведены в табл. 47. Соответствуют техническим условиям ОЮО.472.045 ТУ.

47. Конструктивные размеры импульсных миниатюрных трансформаторов (рис. 22, 35)

Тип	D, мм	D ₁ , мм	d, мм	H, мм	h, мм	Масса, г, не более
ТИМ1Т — ТИМ63Т	9,6	7,0	0,5	15,2	5,1	0,8
ТИМ64Т — ТИМ105Т	9,6	7,0	0,5	15,7	6,5	1,2
ТИМ111Т — ТИМ173Т	12,4	9,5	0,5	15,2	5,6	1,7
ТИМ174 — ТИМ194Т	12,4	9,5	0,5	16,8	7,2	2,2
ТИМ195 — ТИМ215Т	15	12	0,6	19,3	8,7	4

Трансформаторы накопительные. Герметизированный трансформатор ТрН-200 используется в схемах с элементами обычного изготовления. Отсчет выводов — от острого угла (ключа) по часовой стрелке. Соответствуют техническим условиям РЯО.473.003 ТУ. Типы трансформаторов и их обозначения приведены в табл. 48 и на рис. 22, 36.

48. Тип и обозначение накопительных трансформаторов

Тип	Обозначение	Тип	Обозначение
ТрН-201	РЯ4.736.100-1 Сп	ТрН-207	РЯ4.736.100-7 Сп
ТрН-202	РЯ4.736.100-2 Сп	ТрН-208	РЯ4.736.100-8 Сп
ТрН-203	РЯ4.736.100-3 Сп	ТрН-209	РЯ4.736.100-9 Сп
ТрН-204	РЯ4.736.100-4 Сп	ТрН-212	РЯ4.736.100-12 Сп
ТрН-205	РЯ4.736.100-5 Сп	ТрН-213	РЯ4.736.100-13 Сп
ТрН-206	РЯ4.736.100-6 Сп		

Трансформаторы накопительные (тип ТрН-300) выполняют на ферритовых сердечниках типа 0,37 Вт размером 2 × 1,3 × 0,7 мм. Предназначены для работы в феррит-транзисторных функциональных узлах, элементах типа Я300 и генераторах продвигающих импульсов ГПИ 300. Трансформаторы типа ТрН-300 соответствуют техническим условиям РЯО.473.006 ТУ. Трансформаторы изготавливают 24 типов (табл. 49). Масса каждого трансформатора не более 2,5 г. Конструктивные размеры трансформаторов ТрН-301—ТрН-328 показаны на рис. 22, 37, а ТрН-330, ТрН-331 — на рис. 22, 38.

Трансформаторы питания (тип ПП) низковольтные однофазные броневые предназначены для работы в РЭА. Соответствуют техническим условиям

49. Тип и обозначение накопительных трансформаторов

Тип	Обозначение	Тип	Обозначение
ТрН-301	РЯ4.736.066-1 Сп	ТрН-317	РЯ4.736.066-17 Сп
ТрН-302	РЯ4.736.066-2 Сп	ТрН-318	РЯ4.736.066-18 Сп
ТрН-303	РЯ4.736.066-3 Сп	ТрН-319	РЯ4.736.066-19 Сп
ТрН-304	РЯ4.736.066-4 Сп	ТрН-321	РЯ4.736.066-21 Сп
ТрН-305	РЯ4.736.066-5 Сп	ТрН-322	РЯ4.736.066-22 Сп
ТрН-306	РЯ4.736.066-6 Сп	ТрН-323	РЯ4.736.066-23 Сп
ТрН-307	РЯ4.736.066-7 Сп	ТрН-324	РЯ4.736.066-24 Сп
ТрН-308	РЯ4.736.066-8 Сп	ТрН-325	РЯ4.736.066-25 Сп
ТрН-309	РЯ4.736.066-9 Сп	ТрН-326	РЯ4.736.066-26 Сп
ТрН-310	РЯ4.736.066-10 Сп	ТрН-328	РЯ4.736.066-28 Сп
ТрН-313	РЯ4.736.066-13 Сп	ТрН-330	РЯ4.736.067-1 Сп
ТрН-315	РЯ4.736.066-15 Сп	ТрН-331	РЯ4.736.067-2 Сп

50. Конструктивные размеры* трансформаторов питания

A_1 , мм	A_2 , мм	A_3 , мм	$B_{\text{тах}}$, мм	Масса, г, не более
17,5	20	22,5	33	50
22,5	25	27,5	36	65

* Номинальные.

Примечание. Допустимое отклонение размера $A \pm 0,05$.

ОЮО.471.024 ТУ. Конструктивные размеры трансформаторов приведены в табл. 50 и на рис. 22,39—42, тип трансформатора и обозначение — в табл. 51. Масса трансформаторов типа ТП-26 — ТП-50 не более 20 г (рис. 22,39), трансформаторов типа ТП-76 — ТП-100 не более 30 г.

Трансформаторы (автотрансформаторы) и дроссели модульные предназначены для работы в схемах низкочастотных трактов совместно с полупроводниковыми приборами в диапазоне частот 300—10000 Гц. Соответствуют техническим условиям ИХО.473.014 ТУ. Трансформаторы и дроссели изготавливают двух типов (трех видов). Тип и обозначение трансформаторов и дросселей приведены в табл. 52 и на рис. 22,43—45.

Дроссели фильтров выпрямителей (тип «Д»). Унифицированные низковольтные дроссели фильтров выпрямителей и импульсных стабилизаторов типа «Д» поставляют в исполнении, пригодном для эксплуатации во всех климатических районах, включая районы с тропическим климатом. Соответствуют техническим условиям ОЮО.475.021 ТУ. Конструктивные размеры дросселей приведены в табл. 53 и на рис. 22,46.

Дроссели низкой частоты (тип ММДН) в микромодульном исполнении предназначены для работы в схемах низкочастотных трактов совместно с полупроводниковыми приборами. Дроссели изготавливают 3 типов: ММДН-1, ММДН-2, ММДН-3 (рис. 22,47). Соответствуют техническим условиям ОЮО.472.026 ТУ. Масса дросселей не более 11 г. Тип, габаритные и установочные размеры, а также масса дросселей типа Д, ДМ и ССДМ приведены в табл. 54 и на рис. 22,48, 49.

Влияние климатических факторов на условия эксплуатации приведены в табл. 55, а условия эксплуатации трансформаторов и дросселей — в табл. 56.

Внешний вид и основные размеры трансформаторов показаны на рис. 22, а варианты разметки платы для крепления трансформаторов — на рис. 23.

51. Тип и обозначение трансформатора питания

Тип	Обозначение	Тип	Обозначение	Тип	Обозначение
ТП-26	ТП26-20-1000Т ТП26-40-1000Т	ТП-44	ТП44-20-1000Т ТП44-40-1000Т	ТП-87	ТП87-20-1000Т ТП87-40-1000Т
ТП-27	ТП27-20-1000Т ТП27-40-1000Т	ТП-45	ТП45-20-1000Т ТП45-40-1000Т	ТП-88	ТП88-20-1000Т ТП88-40-1000Т
ТП-28	ТП28-20-1000Т ТП28-40-1000Т	ТП-46	ТП46-20-1000Т ТП46-40-1000Т	ТП-89	ТП89-20-1000Т ТП89-40-1000Т
ТП-29	ТП29-20-1000Т ТП29-40-1000Т	ТП-47	ТП47-20-1000Т ТП47-40-1000Т	ТП-90	ТП90-20-1000Т ТП90-40-1000Т
ТП-30	ТП30-20-1000Т ТП30-40-1000Т	ТП-48	ТП48-20-1000Т ТП48-40-1000Т	ТП-91	ТП91-20-1000Т ТП91-40-1000Т
ТП-31	ТП31-20-1000Т ТП31-40-1000Т	ТП-49	ТП49-20-1000Т ТП49-40-1000Т	ТП-92	ТП92-20-1000Т ТП92-40-1000Т
ТП-32	ТП32-20-1000Т ТП32-40-1000Т	ТП-50	ТП50-20-1000Т ТП50-40-1000Т	ТП-93	ТП93-20-1000Т ТП93-40-1000Т
ТП-33	ТП33-20-1000Т ТП33-40-1000Т	ТП-76	ТП76-20-1000Т ТП76-40-1000Т	ТП-94	ТП94-20-1000Т ТП94-40-1000Т
ТП-34	ТП34-20-1000Т ТП34-40-1000Т	ТП-77	ТП77-20-1000Т ТП77-40-1000Т	ТП-95	ТП95-20-1000Т ТП95-40-1000Т
ТП-35	ТП35-20-1000Т ТП35-40-1000Т	ТП-78	ТП78-20-1000Т ТП78-40-1000Т	ТП-96	ТП96-20-1000Т ТП96-40-1000Т
ТП-36	ТП36-20-1000Т ТП36-40-1000Т	ТП-79	ТП79-20-1000Т ТП79-40-1000Т	ТП-97	ТП97-20-1000Т ТП97-40-1000Т
ТП-37	ТП37-20-1000Т ТП37-40-1000Т	ТП-80	ТП80-20-1000Т ТП80-40-1000Т	ТП-98	ТП98-20-1000Т ТП98-40-1000Т
ТП-38	ТП38-20-1000Т ТП38-40-1000Т	ТП-81	ТП81-20-1000Т ТП81-40-1000Т	ТП-99	ТП99-20-1000Т ТП99-40-1000Т
ТП-39	ТП39-20-1000Т ТП39-40-1000Т	ТП-82	ТП82-20-1000Т ТП82-40-1000Т	ТП-100	ТП100-20-1000Т ТП100-40-1000Т
ТП-40	ТП40-20-1000Т ТП40-40-1000Т	ТП-83	ТП83-20-1000Т ТП83-40-1000Т	ТП-126	ТП126-20-1000Т ТП126-40-1000Т ТП126-115-1000Т
ТП-41	ТП41-20-1000Т ТП41-40-1000Т	ТП-84	ТП84-20-1000Т ТП84-40-1000Т	ТП-127	ТП127-20-1000Т ТП127-40-1000Т ТП127-115-1000Т
ТП-42	ТП42-20-1000Т ТП42-40-1000Т	ТП-85	ТП85-20-1000Т ТП85-40-1000Т	ТП-128	ТП128-20-1000Т ТП128-40-1000Т ТП128-115-1000Т
ТП-43	ТП43-20-1000Т ТП43-40-1000Т	ТП-86	ТП86-20-1000Т ТП86-40-1000Т		

Тип	Обозначение	Тип	Обозначение	Тип	Обозначение
ТП-129	ТП129-20-1000Т ТП129-40-1000Т ТП129-115-1000Т	ТП-141	ТП141-20-1000Т ТП141-40-1000Т ТП141-115-1000Т	ТП-177	ТП177-20-1000Т ТП177-40-1000Т ТП177-115-1000Т
ТП-130	ТП130-20-1000Т ТП130-40-1000Т ТП130-115-1000Т	ТП-142	ТП142-20-1000Т ТП142-40-1000Т ТП142-115-1000Т	ТП-178	ТП178-20-1000Т ТП178-40-1000Т ТП178-115-1000Т
ТП-131	ТП131-20-1000Т ТП131-40-1000Т ТП131-115-1000Т	ТП-143	ТП143-20-1000Т ТП143-40-1000Т ТП143-115-1000Т	ТП-179	ТП179-20-1000Т ТП179-40-1000Т ТП179-115-1000Т
ТП-132	ТП132-20-1000Т ТП132-40-1000Т ТП132-115-1000Т	ТП-144	ТП144-20-1000Т ТП144-40-1000Т ТП144-115-1000Т	ТП-180	ТП180-20-1000Т ТП180-40-1000Т ТП180-115-1000Т
ТП-133	ТП133-20-1000Т ТП133-40-1000Т ТП133-115-1000Т	ТП-145	ТП145-20-1000Т ТП145-40-1000Т ТП145-115-1000Т	ТП-181	ТП181-20-1000Т ТП181-40-1000Т ТП181-115-1000Т
ТП-134	ТП134-20-1000Т ТП134-40-1000Т ТП134-115-1000Т	ТП-146	ТП146-20-1000Т ТП146-40-1000Т ТП146-115-1000Т	ТП-182	ТП182-20-1000Т ТП182-40-1000Т ТП182-115-1000Т
ТП-135	ТП135-20-1000Т ТП135-40-1000Т ТП135-115-1000Т	ТП-147	ТП147-20-1000Т ТП147-40-1000Т ТП147-115-1000Т	ТП-183	ТП183-20-1000Т ТП183-40-1000Т ТП183-115-1000Т
ТП-136	ТП136-20-1000Т ТП136-40-1000Т ТП136-115-1000Т	ТП-148	ТП148-20-1000Т ТП148-40-1000Т ТП148-115-1000Т	ТП-184	ТП184-20-1000Т ТП184-40-1000Т ТП184-115-1000Т
ТП-137	ТП137-20-1000Т ТП137-40-1000Т ТП137-115-1000Т	ТП-149	ТП149-20-1000Т ТП149-40-1000Т ТП149-115-1000Т	ТП-185	ТП185-20-1000Т ТП185-40-1000Т ТП185-115-1000Т
ТП-138	ТП138-20-1000Т ТП138-40-1000Т ТП138-115-1000Т	ТП-150	ТП150-20-1000Т ТП150-40-1000Т ТП150-115-1000Т	ТП-186	ТП186-20-1000Т ТП186-40-1000Т ТП186-115-1000Т
ТП-139	ТП139-20-1000Т ТП139-40-1000Т ТП139-115-1000Т	ТП-175	ТП175-20-1000Т ТП175-40-1000Т ТП175-115-1000Т	ТП-187	ТП187-20-1000Т ТП187-40-1000Т ТП187-115-1000Т
ТП-140	ТП140-20-1000Т ТП140-40-1000Т ТП140-115-1000Т	ТП-176	ТП176-20-1000Т ТП176-40-1000Т ТП176-115-1000Т	ТП-188	ТП188-20-1000Т ТП188-40-1000Т ТП188-115-1000Т

Тип	Обозначение	Тип	Обозначение	Тип	Обозначение
ТП-189	ТП189-20-1000Т ТП189-40-1000Т ТП189-115-1000Т	ТП-193	ТП193-20-1000Т ТП193-40-1000Т ТП193-115-1000Т	ТП-196	ТП196-20-1000Т ТП196-40-1000Т ТП196-115-1000Т
ТП-190	ТП190-20-1000Т ТП190-40-1000Т ТП190-115-1000Т	ТП-194	ТП194-20-1000Т ТП194-40-1000Т ТП194-115-1000Т	ТП-197	ТП197-20-1000Т ТП197-40-1000Т ТП197-115-1000Т
ТП-191	ТП191-20-1000Т ТП191-40-1000Т ТП191-115-1000Т	ТП-195	ТП195-20-1000Т ТП195-40-1000Т ТП195-115-1000Т	ТП-198	ТП198-20-1000Т ТП198-40-1000Т ТП198-115-1000Т
ТП-192	ТП192-20-1000Т ТП192-40-1000Т ТП192-115-1000Т				

52. Тип и обозначение трансформаторов и дросселей

Тип	Обозначение	Тип	Обозначение	Тип	Обозначение
ТНМ-2-1	ИХ4.731.115 Сп	ТНМ-2-8	ИХ4.731.139 Сп	ТНМ1-4-2	ИХ4.731.145 Сп
ТНМ-2-2	ИХ4.731.120 Сп	ТНМ-2-9	ИХ4.731.141 Сп	ТНМ-4-1	ИХ4.731.118 Сп
ТНМ-2-3	ИХ4.731.123 Сп	ТНМ-2-10	ИХ4.731.157 Сп	ТНМ-4-2	ИХ4.731.124 Сп
ТНМ-2-4	ИХ4.731.125 Сп	ТНМ-2-11	ИХ4.731.159 Сп	ТНМ-4-3	ИХ4.731.128 Сп
ТНМ-2-5	ИХ4.731.131 Сп	ДНМ-2-1*	ИХ4.759.065 Сп	ДНМ-4-4*	ИХ4.731.003 Сп
ТНМ-2-6	ИХ4.731.132 Сп	ТНМ1-4-1	ИХ4.731.116 Сп	ТНМ-4-6	ИХ4.731.148 Сп
ТНМ-2-7	ИХ4.731.134 Сп			ТНМ-4-9	ИХ4.731.158 Сп

* Дроссель.

Примечание. Масса ТНМ-2 и ДНМ-2 25 г, а ТНМ1-4, ТНМ-4 и ДНМ-4 — 50 г.

53. Конструктивные размеры дросселей

Тип	А, мм	L_{max} , мм	Масса, г, не более
Д275В—Д280В	20,5	20,5	23
Д281В—Д286В	24,5	24,5	25

54. Дроссели, устанавливаемые по вариантам Ia и IIa, с радиусом гибки выводов $R = 1$ мм

Тип дросселя	Номинальная индуктивность, мкГн	Габаритные размеры, мм, не более			Шаг сетки l , мм		Масса, г, не более
		D	L	d	1,25	2,5	
Д1-0,08	82	3,25	13,6	0,6	23,75	25	1
Д1-0,1	5	3,4					
	4; 6; 9; 40; 43; 50; 56; 63; 68	3,25					
	8; 10	3,35					
	22; 25; 28; 30; 35	3,3					
Д1-0,15	11	3,5					
	12; 13; 15; 16; 18; 20	3,4					
Д1-0,6	6	3,4					
	7; 8; 9; 10	3,5					
Д1-1,2	1; 2; 3; 4; 5	3,6					
Д2-0,1	56; 62; 68; 75; 82; 91	4,6	17,6	0,8	27,5	27,5	2
	100; 110; 120; 130; 150; 160; 180; 200; 220	4,55					
Д2-0,15	27; 30; 33; 36	4,7					
	39; 43; 47; 51	4,65					
	82; 100; 110; 120; 130; 150; 160; 180; 200; 220	4,55					
Д2-0,3	8; 9; 10; 12; 15; 18; 20; 22; 24	4,8					
Д2-0,6	11; 12; 13; 15; 16; 18	4,9					
Д2-1	20	4,85	13,6	0,6	23,75	25	1
Д2-1,2	6; 7; 8; 9; 10	5	13,5	0,6	23,75	25	1
	15	4,9	17,6	0,8	27,5	27,5	2
Д2-2	1; 2; 3; 4; 5	5,2					

Тип дросселя	Номинальная индуктивность, мкГн	Габаритные размеры, мм, не более			Шаг сетки l , мм		Масса, г, не более
		D	L	d	1,25	2,5	
ДЗ-0,1	240; 270; 300; 330	6,6	22,1	1	32,5	32,5	3,4
	360; 390; 430; 470	6,55					
ДЗ-0,15	150	6,7					
	220	6,65					
ДЗ-0,3	100	6,8	22,1	1	32,5	32,5	3,4
ДЗ-0,6	30	6,9	17,6	0,8	27,5	27,5	2
ДЗ-1	51	6,9	22,1	1	32,5	32,5	3,4
ДЗ-1,6	15	7,25	17,6	0,8	27,5	27,5	2
ДЗ-3	10	7,4					
Д4-0,1	91; 100; 110	4,55	13,6	0,8	23,75	25	2
Д4-1,2	10	4,85					
Д4-1,6	5	5,1					
ДМ-0,1	40; 50	3,1	11,5	0,6	22,5	2,5	0,7
	60—125	3					
	140—200	3,6	13,5	23,75	25	1,2	
	250; 280	4,2	21,5	0,8	32,5	32,5	2
	315—500	4,1					
ОСДМ-0,1	40; 50	3,1	11,5	0,6	22,5	22,5	0,7
	60—125	3					
	140; 200	3,6	13,5	23,75	25	1,2	
	500	4,1	21,5	0,8	32,5	32,5	2
ДМ-0,2	25; 30	3,1	11,5	0,6	22,5	22,5	0,7
	40; 50, 60	3,7					
	140—224	4,2	21,5	0,8	32,5	32,5	2

Продолжение табл. 54

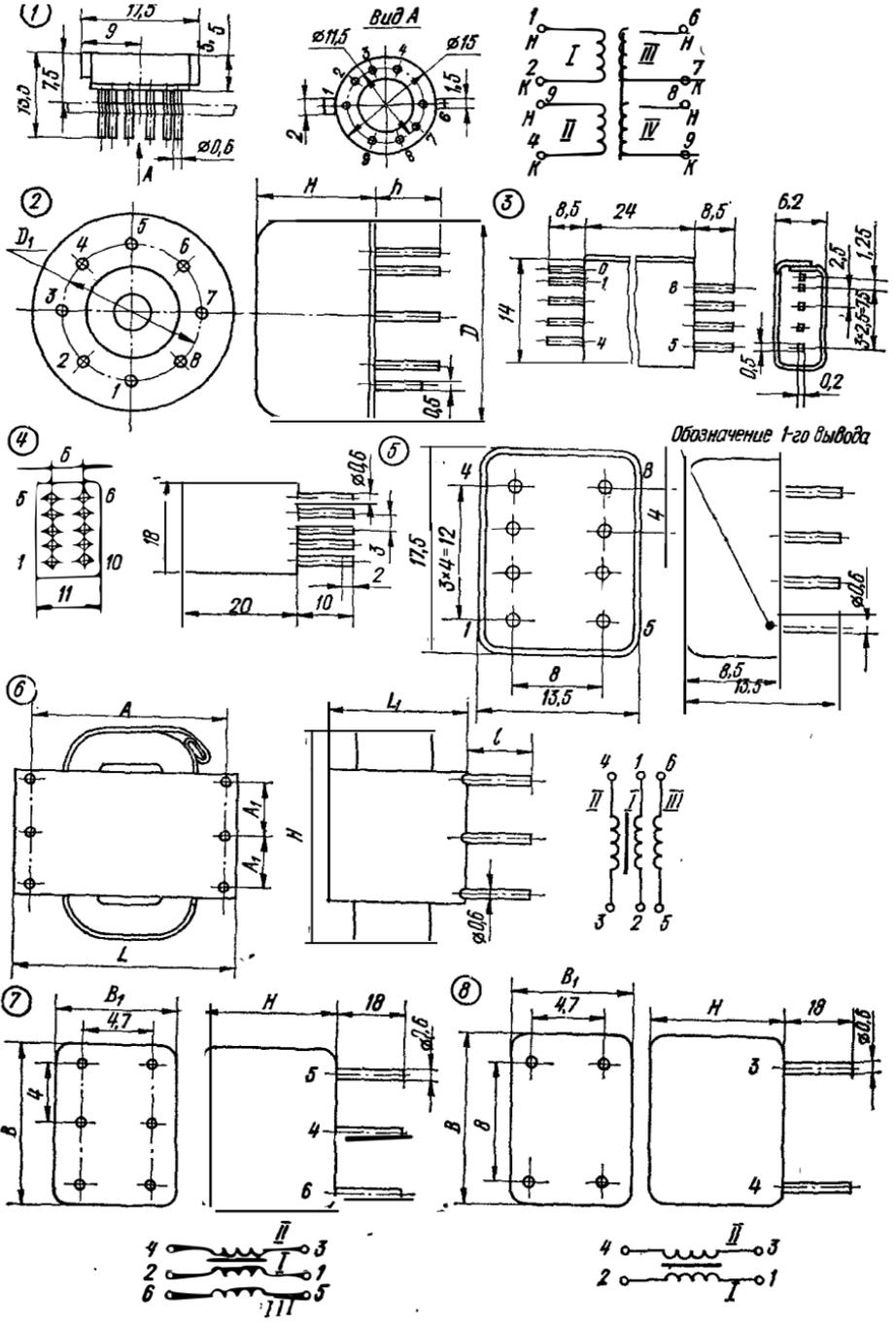
Тип дресселя	Номинальная индуктивность, мкГн	Габаритные размеры, мм, не более			Шаг сетки l , мм		Масса, г, не более
		D	L	d	1,25	2,5	
ОСДМ-0,2	25; 30	3,1	11,5	0,6	22,5	22,5	0,7
	180; 200	4,2	21,5	0,8	32,5	32,5	2
ДМ-0,4	16; 20	3,2	11,5	0,6	22,5	22,5	0,7
	25; 30	3,8	13,5		23,75	25	1,2
	80—125	4,3	21,5	0,8	32,5	32,5	2
ОСДМ-0,4	16; 20	3,2	11,5	0,6	22,5	22,5	0,7
	80; 100; 125	4,3	21,5	0,8	32,5	32,5	2
ДМ-0,6	8; 10; 12	3,3	11,5	0,6	22,5	22,5	0,7
	16	3,9	13,5		23,75	25	1,2
	40; 50; 60	4,4	21,5	0,8	32,5	23,5	2
ОСДМ-0,6	10; 12	3,3	11,5	0,6	22,5	22,5	0,7
ОСДМ-0,8	8						
ДМ-1,2	5; 6	3,4	13,5	0,8	32,5	32,5	2
	8; 10	4					
	25; 30	4,5	21,5				
ОСДМ-1,2	6	3,4	11,5	0,6	22,5	22,5	0,7
ДМ-2,4	3; 4	3,6					
ДМ-2,4	5; 6	4,4	13,5	0,8	32,5	32,5	2
	16; 20	4,7	21,5				
	ОСДМ-2,4	4	3,6	11,5	0,6	22,5	22,5
ДМ-3	1; 2	3,8	11,5	0,6	22,5	22,5	0,7
	3; 4	4,4	13,5				
	5—12	5,1	21,5	0,8	32,5	32,5	2
ОСДМ-3	2	3,8	11,5	0,6	22,5	22,5	0,7
	12	5,1	21,5	0,8	32,5	32,5	2

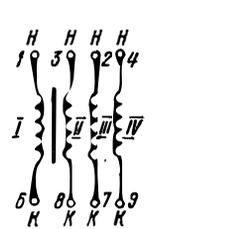
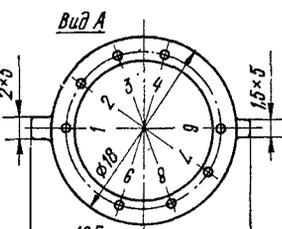
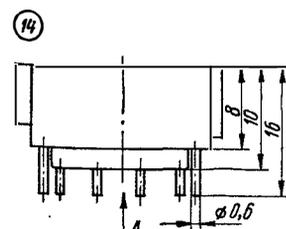
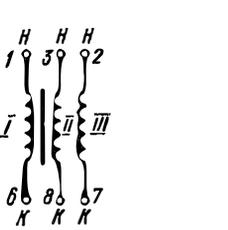
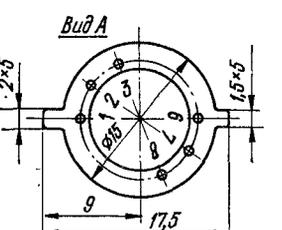
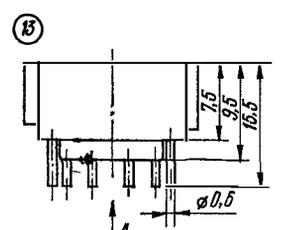
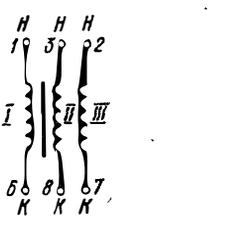
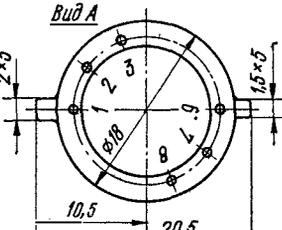
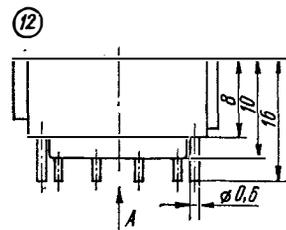
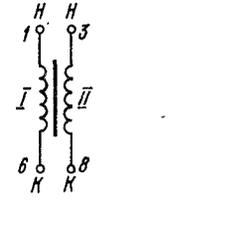
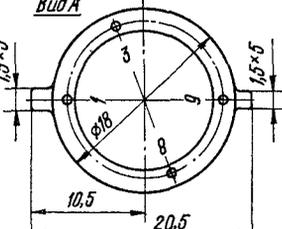
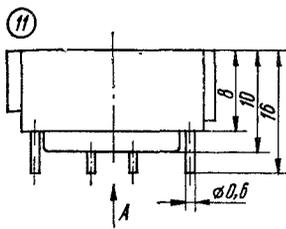
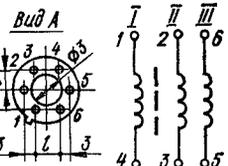
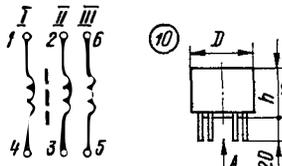
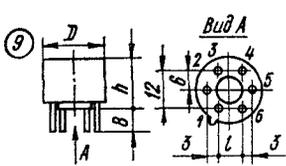
55. Условия эксплуатации трансформаторов и дросселей

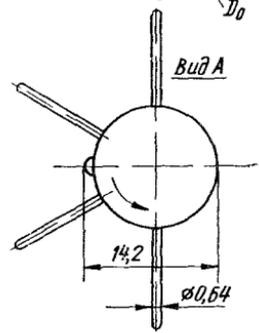
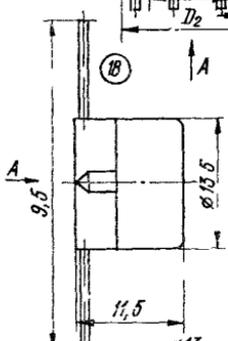
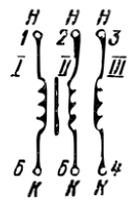
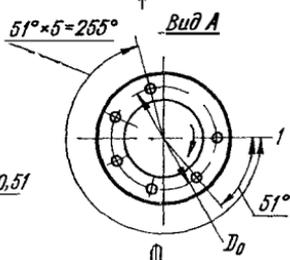
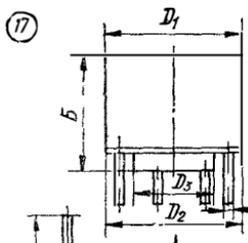
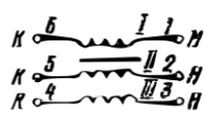
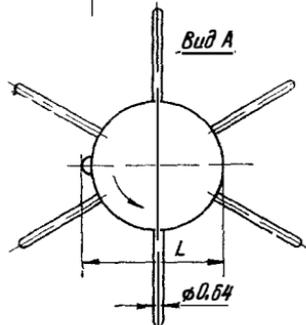
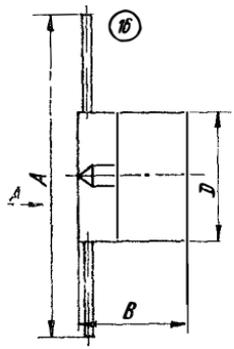
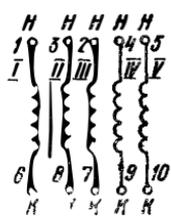
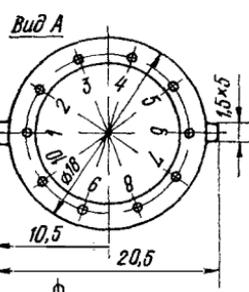
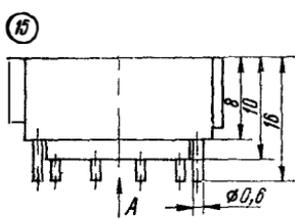
Тип	Иней	Роса	Морской туман	Плесневые грибы	Проникающая радиация
<i>Трансформаторы</i>					
С	Да	Да	Да	—	—
ТНМ	Да	Да	Да	Да	Да
ГХ4.720.022—ГХ4.720.024	—	—	—	—	—
ГХ4.720.040—ГХ4.720.048	—	—	—	—	—
ТрН-300	Да	Да	Да	—	—
ФИТ-1--ФИТ-7	Да	Да	Да	Да	—
Е1—Е12	Да	Да	—	—	—
ТИ	—	—	—	—	—
И	Да	Да	—	—	—
ТНС	Да	Да	Да	Да	—
ТНЧЗ	—	—	—	—	—
ММТС-8—ММТС-13	—	—	—	—	Да
ММТС-31Т—ММТС-37Т	Да	Да	Да	Да	—
ТИМ	Да	Да	Да	Да	—
ТрН-200	Да	Да	Да	Да	—
ТП	Да	Да	Да	Да	—
<i>Дроссели</i>					
ДНМ	Да	Да	Да	Да	Да
Д	Да	Да	Да	Да	—
ММДН	Да	Да	Да	Да	—

56. Условия эксплуатации трансформаторов и дросселей

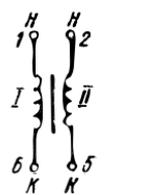
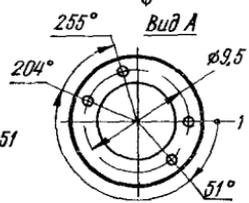
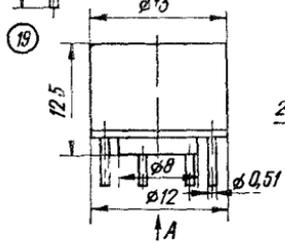
Тип	Интервал рабочих температур, °С	Ускорение, м/с ² , не более			Атмосферное Давление, Па		Гарантийный срок	
		линейное	при многократных ударах	при вибрациях/на частоте, Гц	наименьшее	наибольшее	службы, ч	хранения, год
<i>Трансформаторы</i>								
С	-60 ... +85	981	343	147/5—2000	666	—	5000	12
ТНМ	-60 ... +85	490	343	147/5—2500	666	198132	100000	12
ГХ4.720.022—ГХ4.720.024	-60 ... +125	245	117	73,58/5—1000	2399	—	1000	—
ГХ4.720.040—ГХ4.720.043	-60 ... +150	245	117	49,1/5—200	666	—	1000	12
ТрН-300	-60 ... +85	981	1471	98,1/5—1000	666	—	5000	12
ФИТ-1—ФИТ-7	-60 ... +85	491	343	156,96/5—2500	666	—	1000	11
Е1—Е12	-40 ... +85	491	1471	156,96/5—2500	666	297198	1000	12
ТИ	-45 ... +50	—	—	19,6/15	—	—	1000	2
И	-60 ... +100	491	343	343,4/5—2500	666	—	10000	12
ТНС	-60 ... +100	1471	1471	392/5—5000	666	—	10000	12
ТНЧЗ	-60 ... +85	1471	981	392/1—5000	133,32	297198	5000	12
ММТС-8—ММТС-13	-60 ... +85	1471	1471	392/5—2000	666	297198	5000	12
ММТС-31Т—ММТС-37Т	-60 ... +85	1471	1471	392/5—5000	666	297198	5000	12
ТИМ	-60 ... +85	1471	1471	294/5—5000	399,96	297198	10000	12
ТрН-200	-60 ... +85	1491	343	98,1/5—2000	666	—	10000	11
ТП	-60 ... +85	1471	1471	392/5—5000	666	103989,6	10000	12
<i>Дроссели</i>								
ДНМ	-60 ... +85	490	343	147/5—2500	666	198132	1000	12
Д	-60 ... +85	1471	1471	392/1—5000	666	297198	10000	—
ММДН	-60 ... +85	1471	1471	392/5—5000	666	222898,5	10000	12



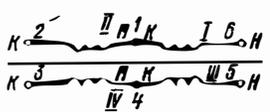
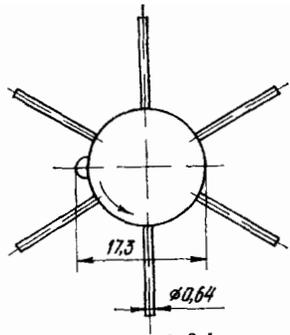
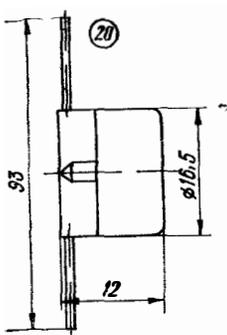




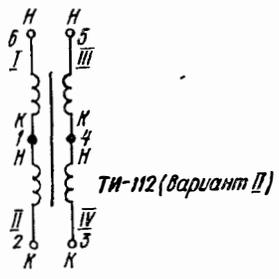
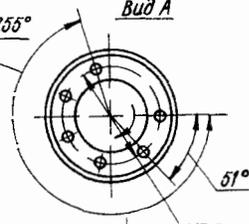
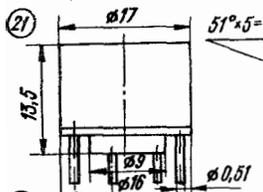
ТИ-105, ТИ-109 (вариант I)



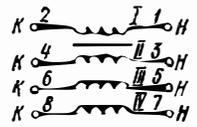
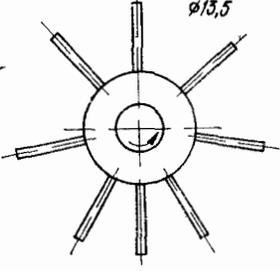
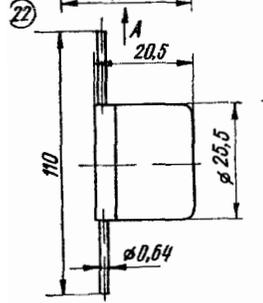
ТИ-105, ТИ-109 (вариант II)



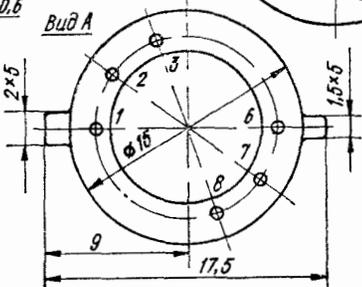
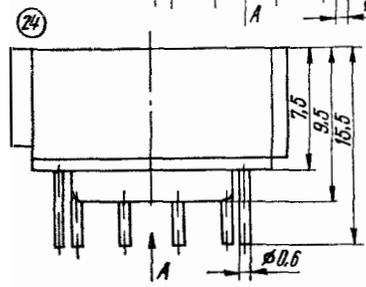
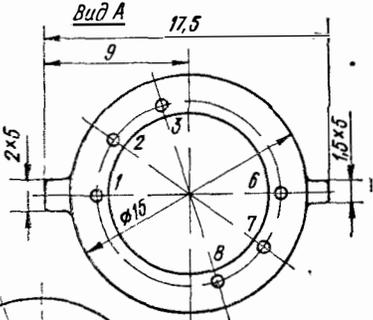
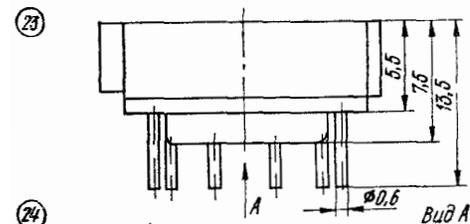
ТИ-112 (вариант I)



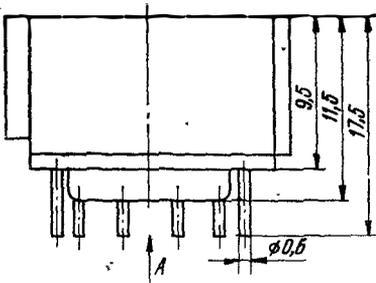
ТИ-112 (вариант II)



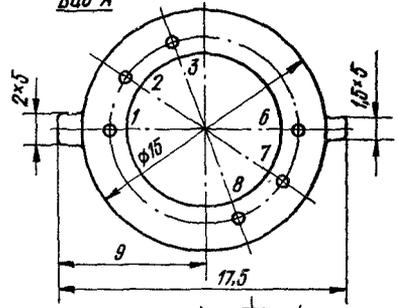
ТИ-107 (вариант I)



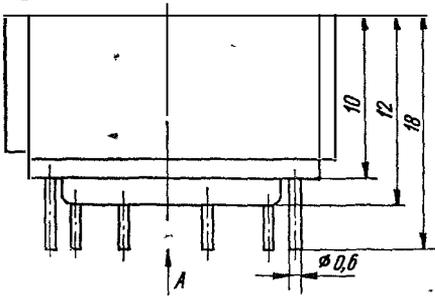
26



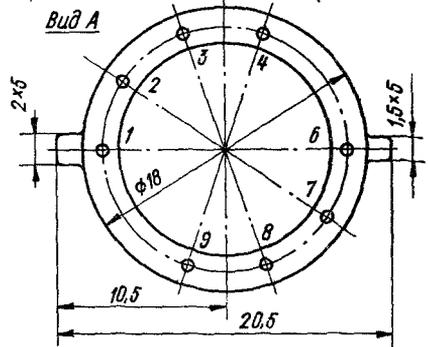
Вид А



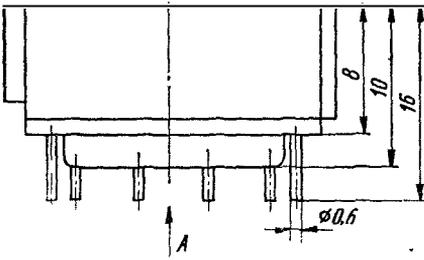
26



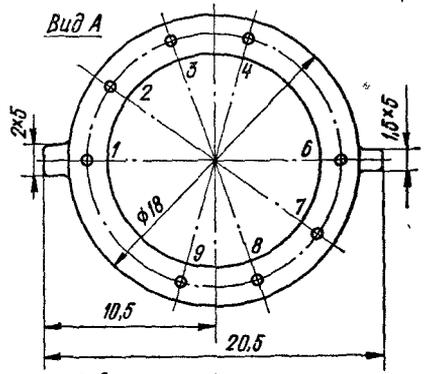
Вид А



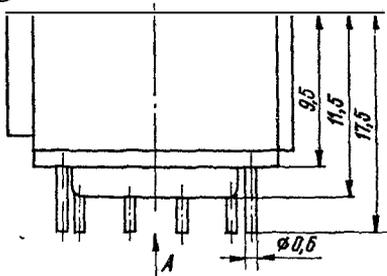
27



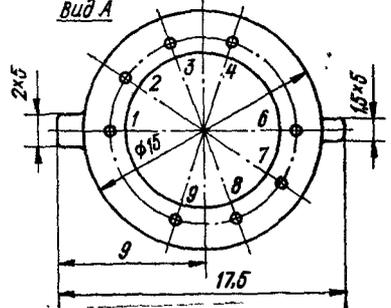
Вид А



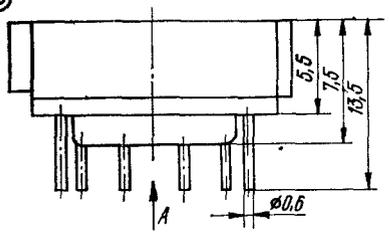
28



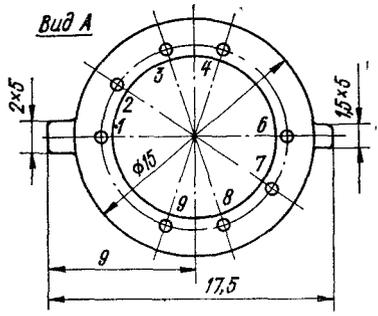
Вид А



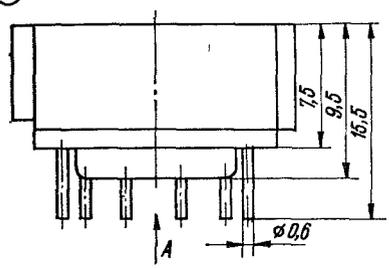
29



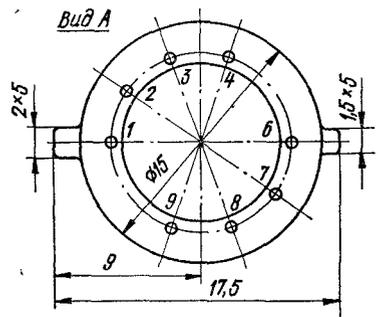
Вид А



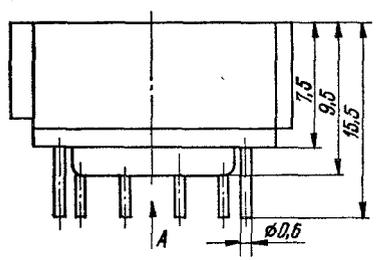
30



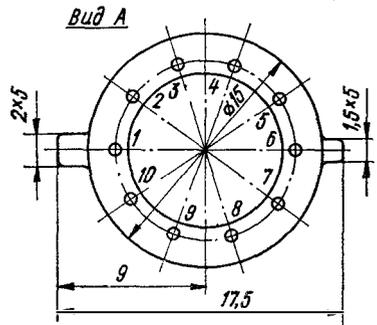
Вид А



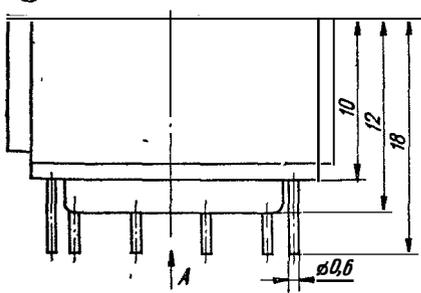
31



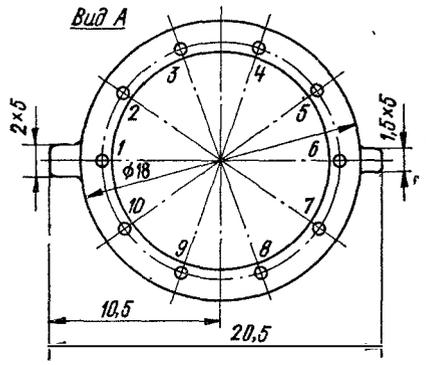
Вид А



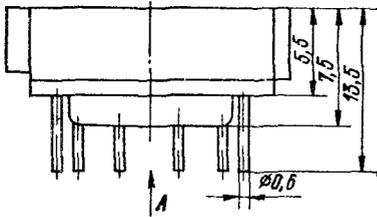
32



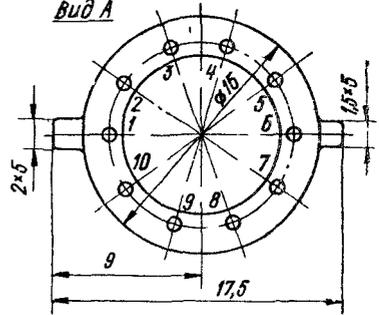
Вид А



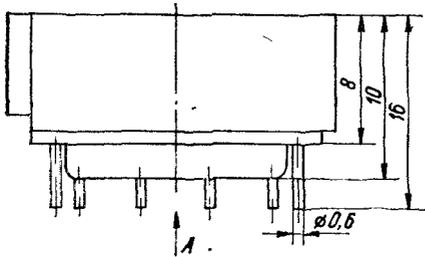
33



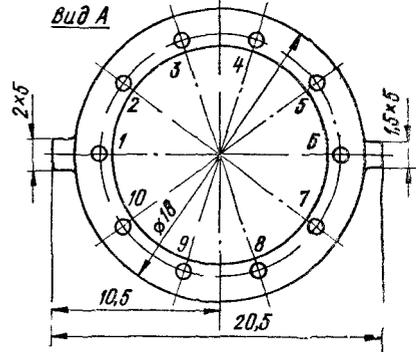
Вид А



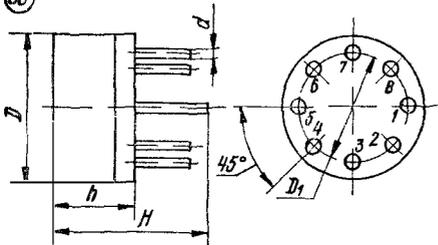
34



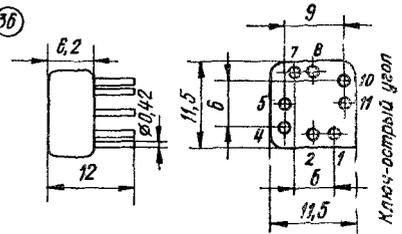
Вид А



35

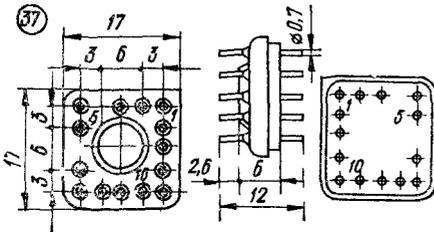


36

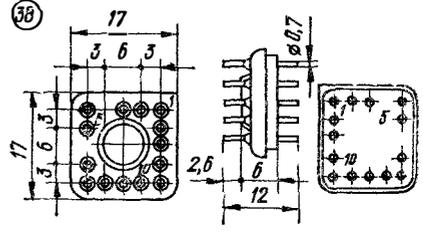


Клинов-образный угол

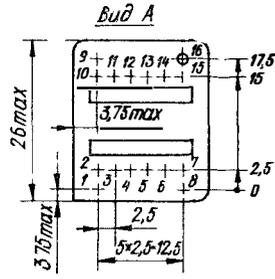
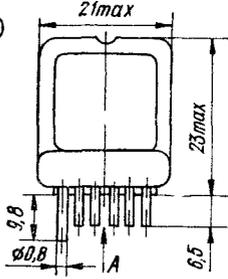
37



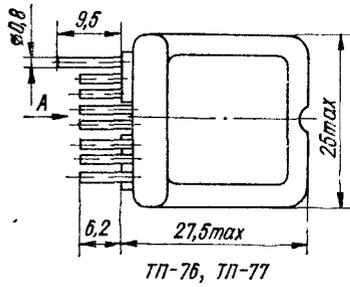
38



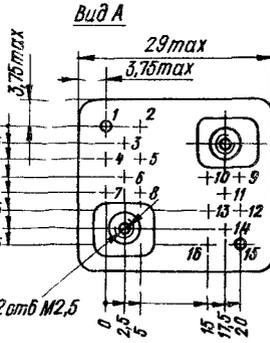
39



40

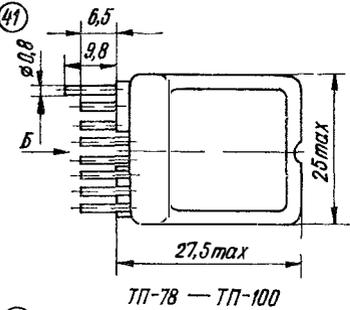


ТП-76, ТП-77

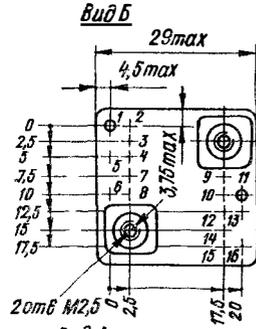


2 шт M2,5

41

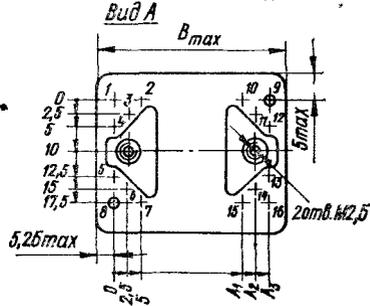
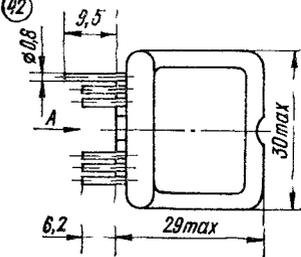


ТП-78 — ТП-100



2 шт M2,5

42



2 шт M2,5

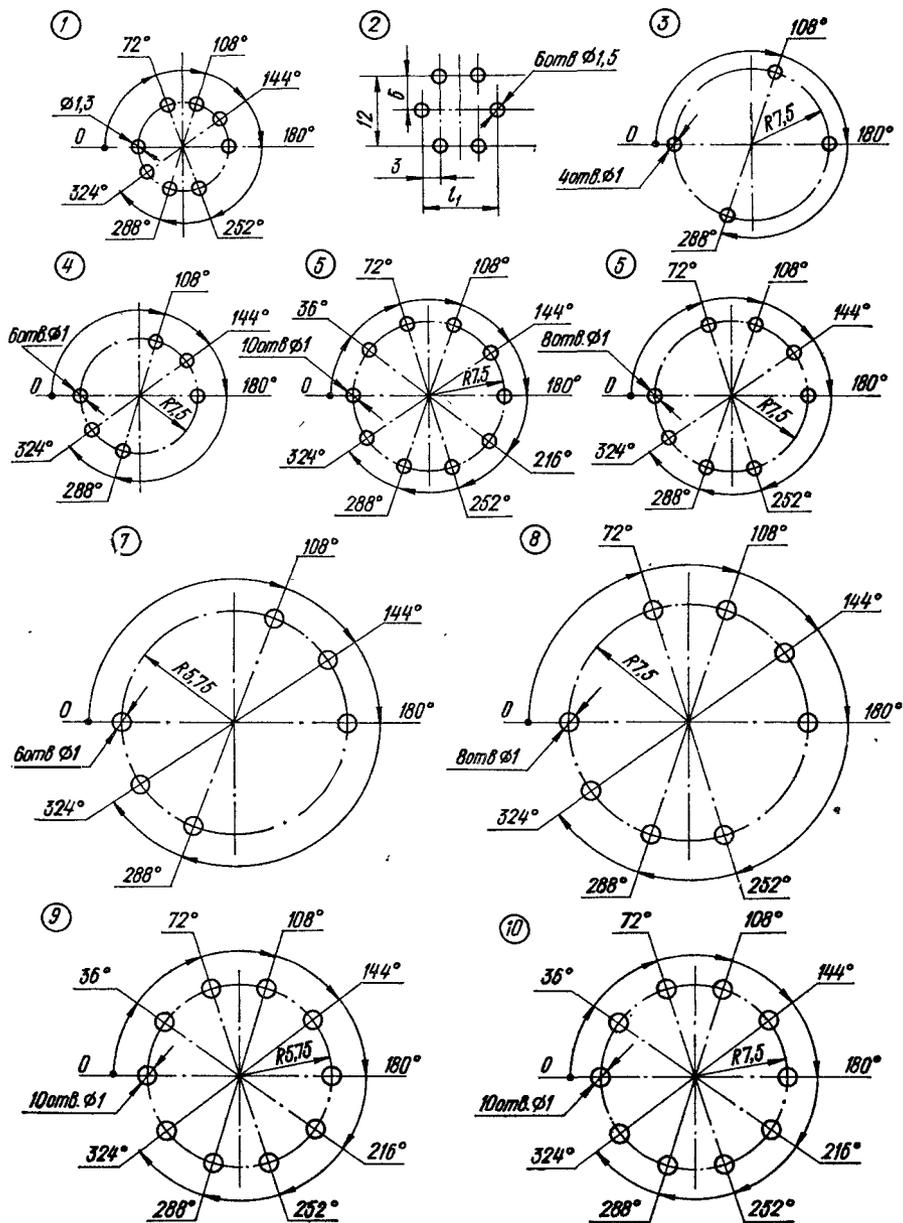


Рис.23. Варианты разметки платы для крепления трансформаторов. Номера соответствуют типам:

1 — С; 2 — ФИТ; 3 — Е1, Е2; 4 — Е3, Е4, Е8; 5 — Е5 — Е7, Е10 — Е12; 6 — Е9; 7 — И-13 — И-18, И-23 — И-28, И-33 — И-38, И-43 — И-48, И-53 — И-57, И-63 — И-67, И-73 — И-77; 8 — И-19, И-29, И-39, И-49, И-58, И-59, И-68, И-69, И-78, И-79, И-83 — И-89, И-96; 9 — И-106, И-113 — И-117; 10 — И-108, И-118, И-119

Глава 5

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ

1. СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Диоды, разработанные до 1964 г. и выпускающиеся сейчас, имеют следующее обозначение:

первый элемент — буква «Д» или буквы «МД» (однотипные диоды в унифицированном корпусе);

второй элемент — цифры, определяющие материал и область применения, а также порядковый номер разработки:

точечные германиевые	1—100
» кремниевые	101—200
плоскостные кремниевые	201—300
» германиевые	301—400
германиевые и кремниевые смесительные	401—500
» » умножительные	501—600
» » видеодетекторы	601—700
» » параметрические	701—800
стабилитроны	801—900
варикапы	901—1000
выпрямительные столбы	1001 и выше;

третий элемент — буква, указывающая на разновидность данного типа прибора (Д219А, Д401А и т. д.).

Дополнительное буквенное обозначение «П» в конце применяется для диодов того же типа, но с обратной полярностью выводов (Д405АП и т. д.).

Диодам, разработанным после 1964 г., присваивается обозначение из четырех элементов:

первый элемент — буква или цифра, обозначающая исходный материал (Г или 1 — германий; К или 2 — кремний; А или 3 — соединения галлия);

второй элемент — буква, указывающая подкласс прибора: А — сверхвысокочастотные, Б — приборы с объемным эффектом (Ганна), В — варикапы, Г — генераторы шума, Д — выпрямительные, универсальные и импульсные, И — туннельные и обращенные, К — стабилизаторы тока, Л — излучающие, Н — тиристоры диодные, С — стабилитроны и стабисторы, У — тиристоры триодные, Ц — выпрямительные столбы и блоки;

третий элемент — число, первая цифра которого обозначает классификационный номер, а последующие две цифры (от 1 до 99) — порядковый номер разработки (кроме стабилитронов и стабисторов). Для стабилитронов и стабисторов последние две цифры обозначают: при напряжении стабилизации цепи до 10 В — десятки доли напряжения стабилизации; при напряжении стабилизации от 100 до 199 В — разность между номинальным напряжением и 100 В. Для первой цифры третьего элемента приняты следующие классификационные обозначения:

Варикапы (В):	
подстроечные	1
умножительные	2
Выпрямительные столбы (Ц):	
малой мощности ($I_{пр.ср} < 0,3 \text{ А}$)	1
средней » ($0,3 \text{ А} < I_{пр.ср} < 10 \text{ А}$)	2
Выпрямительные блоки (Ц):	
малой мощности ($I_{пр.ср} < 0,3 \text{ А}$)	3
средней » ($0,3 \text{ А} < I_{пр.ср} < 10 \text{ А}$)	4
Диоды (Д):	
выпрямительные малой мощности ($I_{пр.ср} < 0,3 \text{ А}$)	1
» средней » ($0,3 \text{ А} < I_{пр.ср} < 10 \text{ А}$)	2
универсальные (с рабочей частотой до 1000 МГц)	4
импульсные с временем восстановления обратного сопротивления	
более 150 нс	5
30—150 нс	6
5—30 нс	7
1—5 нс	8
менее 1 нс	9

Излучающие (Л):	
инфракрасного диапазона	1
видимого спектра (светодиоды) с яркостью не более 500 кд/м ²	3
более 500 кд/м ²	4
Сверхвысокочастотные (А):	
смесительные	1
детекторные	2
параметрические	3
регулирующие (переключательные, ограничительные, модуляторные)	5
умножительные	6
генераторные	7
Стабилитроны и стабилитроны (С):	
мощностью не более 0,3 Вт с напряжением стабилизации	
до 10 В	1
10—99 В	2
100—999 В	3
мощностью от 0,3 до 5 Вт с напряжением стабилизации	
до 10 В	7
10—99 В	5
100—999 В	6
мощностью более 5 Вт с напряжением стабилизации	
до 10 В	7
10—99 В	8
100—999 В	9
Тиристоры диодные (H) неуправляемые:	
малой мощности ($I_{пр.ср} < 0,3 \text{ A}$)	1
средней » ($0,3 \text{ A} < I_{пр.ср} < 10 \text{ A}$)	2
Тиристоры триодные (У) управляемые (для тиристоров, выпускающихся до 1972 г., приняты обозначения: малой мощности —1, средней мощ- ности —2):	
незапираемые малой мощности ($I_{пр.ср} < 0,3 \text{ A}$)	1
» средней » ($0,3 \text{ A} < I_{пр.ср} < 10 \text{ A}$)	2
запираемые малой » ($I_{пр.ср} < 0,3 \text{ A}$)	3
средней » ($0,3 \text{ A} < I_{пр.ср} < 10 \text{ A}$)	4
симметричные незапираемые (симисторы) малой мощности ($I_{пр.ср} < 0,3 \text{ A}$)	5
симметричные незапираемые (симисторы) средней мощности ($0,3 \text{ A} <$ $< I_{пр.ср} < 10 \text{ A}$)	6
Тушительные и обращенные (И):	
усилительные	1
генераторные	2
переключательные	3
обращенные	4

Четвертый элемент — буква, указывающая разновидность прибора данного типа (для стабилитронов и стабилитронов — очередность разработки).

Транзисторы, разработанные до 1964 г. и выпускающиеся сейчас, имеют следующее обозначение:

первый элемент — буква «П» (плоскостной) или буква «МП» (однотипный, но в унифицированном корпусе);

второй элемент — цифра, обозначающая порядковый номер разработки, материал и назначение прибора. Для него приняты следующие обозначения:

для низкой частоты (до 5 МГц) при мощности рассеяния до 0,25 Вт	
германиевые	1—100
кремниевые	101—200
при мощности рассеяния свыше 0,25 Вт	
германиевые	201—300
кремниевые	301—400
для высокой частоты (свыше 5 МГц) при мощности рассеяния до 0,25 Вт	
германиевые	401—500
кремниевые	501—600
при мощности рассеяния свыше 0,25 Вт	
германиевые	601—700
кремниевые	701—800

третий элемент — буква, обозначающая разновидность прибора данного типа

Транзисторы, разработанные после 1964 г., имеют обозначение из четырех элементов:

первый элемент — буква или цифра, указывающая исходный материал (Г или 1 — германий, К или 2 — кремний, А или 3 — соединения галлия); второй элемент — буква, определяющая подкласс прибора (Т — транзистор, П — полевой);

третий элемент — цифра, первая обозначает классификационный по назначению номер, а следующие две (от 1 до 99) — порядковый номер разработки. Для первой цифры приняты следующие обозначения:

малой мощности ($P < 0,3$ Вт)	
низкой частоты (до 3 МГц)	1
средней » (3—30 МГц)	2
высокой » (свыше 30 МГц)	3
средней мощности ($0,3 \text{ Вт} < P < 1,5$ Вт)	
низкой частоты (до 3 МГц)	4
средней » (от 3 до 30 МГц)	5
высокой » (свыше 30 МГц)	6
большой мощности ($P \leq 1,5$ Вт)	
низкой частоты (до 3 МГц)	7
средней » (от 3 до 30 МГц)	8
высокой » (свыше 30 МГц)	9

четвертый элемент — буква, указывающая разновидность из данной группы приборов.

Пример обозначения: ГТ310В — германиевый транзистор, малой мощности, высокочастотный, номер разработки 10, разновидность В.

2. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ

Выпускаются в металлических, металлостеклянных, стеклянных герметичных корпусах с гибкими и жесткими выводами и соединяются с печатной схемой пайкой.

Тип диода, габаритные, установочные, соединительные размеры и варианты установки диодов на печатных платах приведены в табл. 57—74, условия эксплуатации полупроводниковых диодов — в табл. 75, а варианты установки — на рис. 24.

57. Габаритные и установочные размеры варикапов (рис. 24, 1)

Тип варикапа	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры		Радиус гибкости, R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
	D	L	d	Шаг сетки l, мм				
				1,25	2,5			
2В102А, 2В102Б, 2В102В, 2В102Г, 2В102Д, 2В102Е, 2В102Ж	3,1	3,5	0,35	10	10	1	1	Ia, IIa
12,5				12,5				
КВ102А, КВ102Б, КВ102В, КВ102Г, КВ102Д	4,5	4,8	0,35			1,5	0,2	Ia
2В104А, 2В104Б, 2В104В, 2В104Г, 2В104Д, 2В104Е								

58. Габаритные и установочные размеры диодов (рис. 24, 2)

Тип диода	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				h	Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
					Шаг сетки							
	D	L	d	d ₁	1,25		2,5					
					t	t ₁	t	t ₁				
Д2Б, Д2В, Д2Г, Д2Д, Д2Е, Д2Ж, Д2И, Д9Б, Д9В, Д9Г, Д9Д, Д9Е, Д9Ж, Д9И, Д9К, Д9Л, Д9М, ГД511А, ГД511Б, ГД511В	3	7,5	0,5	0,6	17,5	12,5	17,5	12,5	5	1,5	0,3	Ia, IIa, IIг
ГД511А, ГД511Б, ГД511В	3,5	9,5			20	15	20	15				
АА112А, АА112Б, ЗА112А	1,2	2,8	0,35	0,35	12,5	7	12,5	7				

59. Габаритные и установочные размеры диодов (рис. 24, 3)

Тип диода	Габаритные размеры, мм, не более						Установочные размеры, мм				h	Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
							Шаг сетки							
	D	D ₁	L	L ₁	d	d ₁	1,25		2,5					
							t	t ₁	t	t ₁				
Д7А, Д7Б, Д7В, Д7Г, Д7Д, Д7Е, Д7Ж	11,2	6,8	18	8,7	1	0,8	27,5	22,5	27,5	22,5	7	1,5	2	Ia, IIa, IIг
Д206, Д207, Д208, Д209, Д210, Д211	11,4			—										
Д237А, Д237Б, Д237В	11,2		7	19										10
МД226Б, МД226В, МД226Г, МД226Д		27,5			22,5	27,5	22,5							
МД226А ОС, МД226 ОС		27,5			22,5	27,5	22,5							

60. Габаритные и установочные размеры варикапов, диодов и стабилитронов (рис 24, 4)

Тип варикапа, диода, стабилитрона	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм				h	Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки			
					Шаг сетки										
	1,25		2,5												
	l	l ₁	l	l ₁											
D	L	d	d ₁												
Д18	4	12	0,7	0,7	20	15	20	15	5	1	0,6	1а, 1а, 1г			
Д20					22,5	—	22,5	—	—	2		1а, 1а			
Д104, Д104А, Д105, Д105А, Д106, Д106А, Д219А, Д220, Д220А, Д220Б, Д219АОС, Д220ОС, Д220АОС, Д220БОС, Д223, Д223А, Д223Б									20	15	20	15	5	0,53	
Д310													1,5	0,7	1а, 1а, 1г
Д310ОС								0,9	22,4	17,5	22,5	17,5			
Д311, Д311А, Д312, Д312А, Д311ОС, Д311АОС								0,7	20	15	20	15	5	0,6	
Д902									22,5	17,5	22,5	17,5			
2Д401А, 2Д401Б, 2Д401В														0,53	
2Д504А															
2Д504АОС								0,9	20	15	20	15		2	0,7
КД504А										1,5					
2С175Е, 2С182Е, 2С191Е, 2С210F, 2С211Е, 2С212Е, 2С213Е				0,7							0,55	1а, 1а, 1г			

61. Габаритные и установочные размеры стабилитронов (рис. 24, 13)

Тип стабилитрона	Габаритные размеры, мм, не более						Установочные размеры, мм				h	Радиус гибкости R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и уста- новки
							Шаг сетки							
	1,25		2,5											
	l	l ₁	l	l ₁										
Д814А, Д814Б, Д814В, Д814Г, Д814Д, Д814АОС, Д814БОС, Д814ВОС, Д814ГОС, Д814ДОС														
Д818А, Д818Б, Д818В, Д818Г, Д818Д, Д818Е, Д818АОС, Д818БОС, Д818ВОС, Д818ГОС, Д818ДОС, Д818ЕОС														
2С107А, 2С113А, 2С119А	0,7	5	15	9	1,1	0,7	25	20	25	20	7	1,5	1,0	Ia, IIa, IIr
2С133А, 2С139А, 2С147А, 2С156А, 2С168А														
2С433А, 2С439А, 2С447А, 2С456А, 2С468А, 2С482А, 2С510А, 2С512А, 2С515А, 2С518А, 2С522А, 2С524А, 2С527А, 2С530А, 2С536А, 2С551А, 2С591А, 2С600А, КС133А, КС139А, КС147А, КС156А, КС168А														

62. Габаритные и установочные размеры варикапов (рис. 24, 5)

Тип варикапа	Габаритные размеры, мм, не более						Установочные размеры, мм				h	Радиус гибкости R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и уста- новки
							Шаг сетки							
	1,25		2,5											
	l	l ₁	l	l ₁										
Д901А, Д901Б, Д901В, Д901Г, Д901Д, Д901Е, Д901АОС, Д901БОС, Д901ВОС, Д901ГОС, Д901ДОС, Д901ЕОС	5,7	4,7	12,5	7,8	0,7	0,6	20	15	20	15	5	1	1	Ia, IIa, IIr
2В105А, 2В105Б	11,4	7	19	10	1,1	0,9	27,5	—	27,5	—	—	1,5	2,5	Ia, IIa

63. Габаритные и установочные размеры диодов (рис. 24, б)

Тип диода	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				h	Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
				Шаг сетки							
	D	L	d	1,25		2,5					
				l	l ₁	l	l ₁				
ГД402А, ГД402Б	3	7,5	0,6	17,5	12,5	17,5	12,5	5	1,5	0,21	Ia, IIa, IIг
ГД507А			0,7							0,25	
ГД507АОС			0,6							0,21	
2Д503А, 2Д503Б			0,6							0,3	
2Д509А			0,7							0,25	
КД407А			0,558							0,3	
КД503			0,6							0,3	
КД509А, КД510А			0,7							0,25	

64. Габаритные и установочные размеры диодов и стабилитронов (рис. 24, 7)

Тип диода, стабилитрона	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры, мм				h	Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
				Шаг сетки							
	D	L	d	1,25		2,5					
				l	l ₁	l	l ₁				
1Д508А	3	7,5	0,6	17,5	12,5	17,5	12,5	5	1	0,2	Ia, IIa, IIг
2Д106А	5		0,95						1,5	1	
КД512А, КД514А	1,2	2,8	0,35	10	5	10	5		0,5	0,035	
2Д510А, 2Д522Д, КД522А, КД522Б	1,9	3,8	0,588	12,5	7	12,5	7		1	0,15	
2С133А, 2С139А, 2С147А, 2С156А, 2С168А	3	7,5	0,6	17,5	12,5	17,5	12,5		1,5	0,3	

65. Габаритные и установочные размеры диодов (рис. 24, 8)

Тип диода	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры		Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
	D	L	t	s	Шаг сетки l, мм				
					1,25	2,5			
2Д102А, 2Д102Б, 2Д103А, КД102А, КД102Б	2,8	3,2	0,155	0,55	22,5	22,5	1	0,1	Ia, IIa
2Д104А, 2Д103А, 2Д103Б, 2Д104А					12,5	12,5			

66. Габаритные и установочные размеры диодов (рис. 24, 9)

Тип диода	Габаритные размеры, мм, не более					Установочные размеры, мм				Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки	
	L ₁	B	H	t	s	Шаг сетки							h
						1,25		2,5					
						l	l ₁	l	l ₁				
КД105Б, КД105В, КД105Г	7,9	5,3	4,5	0,7	0,9	17,5	12,5	17,5	12,5	10	1,5	0,5	Ia, IIa, IIг
КД208	7	5	3,5			15	10	15	10				
КД209А, КД209Б, КД209В	7,9	5,3	4,5	0,6		17,5	12,5	17,5	12,5				

67. Габаритные и установочные размеры диодов и стабилитронов (рис. 24, 10)

Тип диода, стабилитрона	Габаритные размеры, мм, не более					Установочные размеры, мм				Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки	
	D	L	d	t	s	Шаг сетки							h
						1,25		2,5					
						l	l ₁	l	l ₁				
КД208А	3,8	7	—	0,7	0,9	15	10	15	10	5	1,5	0,5	Ia, IIa, IIг
2С175Ж, 2С182Ж, 2С191Ж, 2С210Ж, 2С211Ж, 2С212Ж, 2С213Ж, 2С215Ж, 2С216Ж, 2С218Ж, 2С220Ж, 2С222Ж, 2С224Ж	3	7,5	0,6	—	—	17,5	12,5	17,5	12,5				
2С175Ж, 2С182Ж, 2С191Ж, 2С210Ж, 2С211Ж, 2С212Ж, 2С213Ж, 2С215Ж, 2С216Ж, 2С218Ж, 2С220Ж, 2С222Ж, 2С224Ж	2,2	5,4	0,56	—	—	15	10	15	10				

71. Габаритные и установочные размеры туннельного диода (рис. 24, 15)

Тип туннельного диода	Габаритные размеры, мм, не более					Установочные размеры		Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
	D	D ₁	H	t	s	Шаг сетки l, мм				
						1,25	2,5			
АИ101А, АИ101Б, АИ101В, АИ101Д, АИ101Е, АИ101И, АИ201А, АИ201В, АИ201Г, АИ201Е, АИ201Ж, АИ201И, АИ201К, АИ201Л ЗИ101А, ЗИ101Б, ЗИ101В, ЗИ101Г, ЗИ101Д, ЗИ101Е, ЗИ101Ж, ЗИ101И, ЗИ201Б, ЗИ201В, ЗИ201Г, ЗИ201Д, ЗИ201Е, ЗИ201Ж, ЗИ201И, ЗИ201К, ЗИ201Л	4,2	3	2,3	0,3	1	12,5	12,5	1,5	0,15	Ia, IIa
ЗИ306Г, ЗИ306Е, ЗИ306К, ЗИ306Л, ЗИ306М, ЗИ306Н, ЗИ306Р, ЗИ306С, ЗИ306Ж										
ЗИ402, ЗИ402Б, ЗИ402В, ЗИ402Г, ЗИ402Д, ЗИ402И										

72. Габаритные и установочные размеры выпрямительных столбов (рис. 24, 16)

Тип выпрямительного столба	Габаритные размеры, мм, не более			Установочные размеры		Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
	D	L	d	Шаг сетки l, мм				
				1,25	2,5			
2Ц102А, 2Ц102Б, 2Ц102В	10,5	32	1	40	40	1	1	Ia

73. Габаритные и установочные размеры выпрямительных столбов (рис. 24, 17)

Тип выпрямительного столба	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры		Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
	L	H	B	d	Шаг сетки l, мм				
					1,25	2,5			
2Ц103А	22,5	6	6	0,6	30	30	1	2	Ia, IIa
2Ц106А, 2Ц106Б, 2Ц106В, 2Ц106Г								2,5	

74. Габаритные и установочные размеры тиристоров (рис. 24, 18)

Тип тиристора	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры, мм						Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Варианты формовки и установки
					Шаг сетки				h				
	1,25		2,5										
	D	L	d	d ₁	l	l ₁	l	l ₁					
2Н102А, 2Н102Б, 2Н102В, 2Н102Г, 2Н102Д, 2Н102Е, 2Н102Ж, 2Н102И	11,4	18	1	0,8	27,5	22,5	27,5	22,5	7	1,5	2	Ia, IIa, IIг	

75. Условия эксплуатации полупроводниковых диодов

Тип	Интервал рабочих температур, °С	Ускорение, м/с ² , не более				Атмосферное давление, Па		Гарантийный срок		Масса, г
		линейное	при многократных ударах	при однократных ударах	при вибрации/на частоте, Гц	наименьшее	наибольшее	службы, ч	хранения, год	
AA111А, Б AA112А, Б AA113А, Б	-60...+100	980	1470	1470	147/5—2500	6,5×10 ²	3×10 ⁵	1000	6	0,035 0,035 0,002
AA603А—Г	-60...+85	1470	1470	1470	147/1—2000	6,5×10 ²	3×10 ⁵	1000	—	0,65
AA703А, Б	-60...+60	1470	1470	1470	98/1—600	6,5×10 ²	3×10 ⁵	1000	—	0,65
AA705А, Б	-60...+60	1470	1470	1470	147/1—2000	6,5×10 ²	3×10 ⁵	1000	—	0,65
AD110А	-60...+85	245	735	—	98/10—600	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	10000	6	0,15
AD112А	-60...+250	245	735	—	98/10—600	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	10000	6	1,5
AD516А, Б	-60...+85	245	735	—	98/10—600	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	1000	6	0,6

АИ101А—И АИ201А—Л	—60...+85	314	930	—	73/20—600	$6,5 \times 10^2$	10^5	5000	5	0,15
АИ301А—Г	—60...+70	1470	1180	—	98/10—600	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	8000	6	0,15
АИ402Б—И	—60...+85	245	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	5000	4	0,15
АЛ102А—Г	—60...+70	1470	1470	9800	147/2—2500	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	12	0,25
АЛ106А—В	—60...+85	245	735	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	0,5
АД107А, Б	—40...+100	245	735	—	98/1 —600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	0,5
ГД107А, Б	—60...+60	245	735	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	0,3
ГД402А, Б	—55...+60	245	735	—	73/10—600	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	4	0,21
ГД403А, Б	—25...+55	245	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	5000	4	0,6
ГД507А ГД508А, Б	—40...+60	245	735	—	73/10—600	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	20000	4	0,21 0,2
ГИ304А, Б ГИ305А, Б	—40...+50 —25...+55	245	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	5000	4	0,1
ГИ307А	—40...+60	245	735	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	0,07
ГИ401А, Б	—40...+70	245	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	5000	4	0,1
ГИ403А	—40...+60	245	735	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	0,07
Д7А—Ж	—55...+70	245	1176	—	98/10—600	7×10^2	3×10^5	5000	—	1,4
Д9Б—Д	—55...+60	245	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	8000	8,5	0,8

Тип	Интервал рабочих температур, °С	Ускорение, м/с ² , не более				Атмосферное давление, Па		Гарантийный срок		Масса, г
		линейное	при многократных ударах	при однократных ударах	при вибрации/на частоте, Гц	наименьшее	наибольшее	службы, ч	хранения, год	
Д10А, Б	-60...+60	1470	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	4000	—	1,3
Д18	-40...+60	—	—	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	—	—	0,3
Д20	-40...+60	147	196	—	98/20—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	3500	—	0,6
Д104А—Д106А	-55...+100	980	980	—	73/10—600	—	—	5000	—	0,53
Д202—Д205	-55...+85	1470	1470	—	73/10—600	7×10^2	2×10^5	5000	—	0,75
Д206—Д211	-55...+100	1470	1470	490	147/5—2000	7×10^2	3×10^5	5000	—	2
Д217, Д218	-40...+100	735	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	—	2
Д219А—Д220Б	-55...+100	980	980	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	8000	8,5	0,53
Д219С—Д223С	-60...+120	1470	1470	4900	147/5—2000	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	5000	—	0,5
Д223—Д223Б	-60...+100	245	735	—	98/10—100	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	8000	6	0,55
Д226, Д226А, Д226Е	-60...+80	1470	1470	4900	147/2—2500	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	12	2
Д226Б—Д	-50...+80	245	1470	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	2
Д229, Д229Б	-60...+125	1470	1470	9800	196/2—2500	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	12	6
Д229В—Л	-60...+85	1470	1470	—	98/10—600	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	7500	4	6

Д242—Д248Б	—55...+125	1470	1470	—	98/10—1000	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	800	10	18
Д302А; Д303А	—55...+55	245	735	—	73/10—600	7×10^2	2×10^5	5000	—	25
Д302—Д305	—60...+70	245	735	—	73/10—600	7×10^2	2×10^5	5000	—	25
Д310	—55...+70	245	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	8000	6	0,7
Д311—Д312А	—40...+60	1470	1470	—	147/5—2000	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	0,6
Д401; Д401А	—5...+50	—	—	980	—	—	10^5	—	3	0,7
Д405—Д405АП	—60...+100	1470	1470	1470	147/5—2000	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	300	8,5	0,6
Д501	—600...+100	980	1470	1470	147/5—2000	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	200	8,5	3,5
К520А, Б	—60...+125	980	1470	1980	147/1—2000	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	1000	6	1,3
КА602А—Г	—60...+100	980	1470	1470	147/5—2000	6×10^2	3×10^5	1000	6	2,5
КВ103А, Б К104А—Е	—40...+85	245	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	5000 10000	4 6	15 2
КВ105А	—55...+100	1470	1470	9800	147/2—2500	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	12	2,5
КВ106А, Б	—60...+120	1470	1470	—	147/2—2500	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	12	15
КВ109А—Г	—40...+85	245	735	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	0,09
КВС111А, Б	—60...+100	1470	1470	—	98/1—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	1
КД102А, Б КД103А, Б	—55...+100	245	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	5000	4	0,1

Тип	Интервал рабочих температур, °С	Ускорение, м/с ² , не более				Атмосферное давление, Па		Гарантийный срок		Масса, г
		ливнейное	при многократных ударах	при однократных ударах	при вибрации/на частоте, Гц	наименьшее	наибольшее	службы, ч	хранения, год	
КД104А КД105Б—Г КД109А—В	—60...+85	1180	1470	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	0,1 0,5 1
КД202А—С	—60...+120	1470	1470	—	147/10—2000	$6,5 \times 10^4$	3×10^5	7500	10	7
КД203А—Д	—55...+100	245	735	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	7500	4	18
КД204А—В КД205А—Л	—55...+85 —40...+85	1470	1470	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	5,1
Д603	—60...+100	980	980	1470	147/5—2000	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	2000	8,5	3
Д604	—60...+100	980	980	1470	147/5—2500	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	500	8,5	3,5
Д808—Д811 Д813 Д814А—Д Д818А—Е	—55...+100	980	980	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	8000	8,5 8,5 4 8,5	1
Д1004; Д1005А Д1005Б; Д1006 Д1007; Д1008	—40...+100	735	1470	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	60
Д1009; Д1009А Д1011А	—40...+85	1470	1470	9800	196/2—2500	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	12	53
ДК-В1; ДК-В2 ДК-В3; ДК-В4	—50...+70	—	980	—	—	—	10^5	—	3	0,7

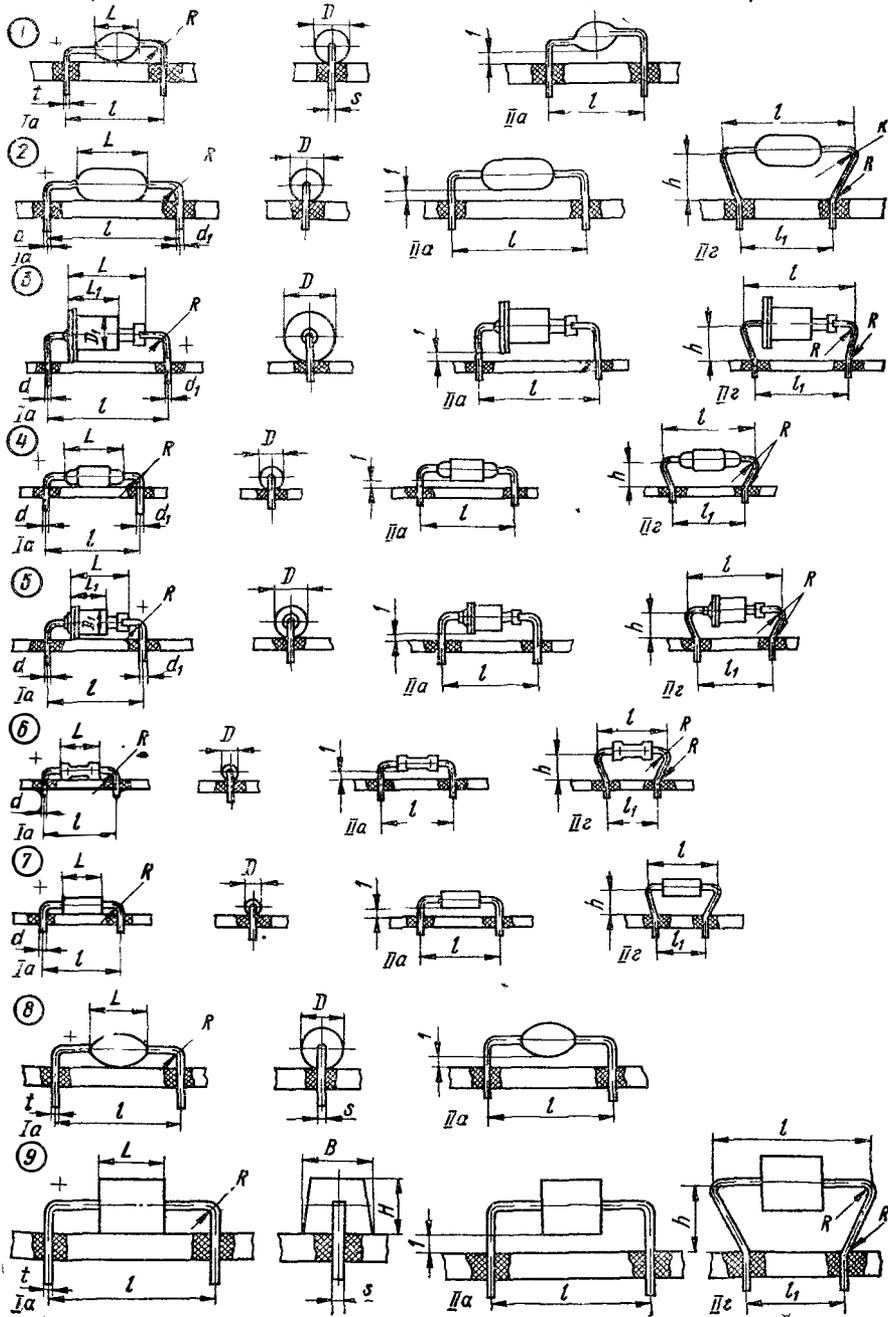
ДК-В8	-60...+70	980	—	—	59/20—600	$6,5 \times 10^2$	10^6	250	8,5	0,7
ДК-В11	-50...+70	980	—	9800	59/20—300	21×10^2	10^5	—	3	0,7
КА509А—В	-60...+100	980	1470	4900	147/5—2000	$6,5 \times 10^2$	3×10^2	—	6	1,3
КА510А—Е	-60...+125	—	—	—	—	—	10^5	1000	6	0,15
КА513А, Б	-60...+125	980	1470	1470	147/1—2000	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	1000	6	0,075
КД206А—В	-60...+125	245	735	—	98/10—600	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	6	9
КД208А КД209А—В	-40...+85 -60...+85	1180	1470	—	98/10—600	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	6	0,5
КД407А КД409А	-60...+100	245	735	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	0,3 0,06
КД410А, Б	-40...+85	1470	1470	4900	147/1—2000	7×10^4	3×10^5	10000	6	0,3
КД411А—Г	-40...+90	245	735	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	4
АД503А, Б КД514А	-40...+70	245	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	5000	4	0,3 0,35
КД504А	-60...+100	245	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	5000	4	0,7
КД509А	-55...+85	1470	1470	4900	147/2—2500	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	12	0,25
КД512А	-40...+85	245	735	—	73/10—600	$2,7 \times 10^2$	3×10^5	—	4	0,3
КД513А КД518А	-60...+85	1470	1470	—	98/10—600 147/5—2500	$2,7 \times 10^2$	3×10^5	10000	6	0,11
КД521А—Д КД522А, Б	-60...+125 -55...+85	245	735	—	98/10—600	$2,7 \times 10^4$	3×10^5	10000	6	0,15 0,2
КД907А—Г КД918А—Г	-60...+85	1470	1470	9800	147/2—2500	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	12	0,005
КДС111А—В	-60...+85	245	735	—	98/10—600	$6,5 \times 10^2$	3×10^5	10000	6	0,3

Тип	Интервал рабочих температур, °С	Ускорение, м/с ² , не более				Атмосферное давление, Па		Гарантийный срок		Масса, г
		ливнейное	при многократных ударах	при однократных ударах	при вибрации/на частоте, Гц	наименьшее	наибольшее	службы, ч	хранения, год	
КДС523А—Г	—60...+125	1470	1470	9800	147/2—2500	6,5×10 ³	3×10 ⁵	10000	12	0,12
КЛ101А—В	—10...+70	1470	1470	9800	147/2—2500	6,5×10 ³	3×10 ⁵	10000	12	0,03
КЛ104А	—60...+70	245	735	—	73/10—600	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	5000	4	7
КН102А—И	—40...+70	735	735	—	73/5—600	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	5000	4	2
КС133А—КС168А	—55...+100	245	735	—	73/10—600	6,5×10 ³	3×10 ⁵	5000	4	1
КС162А—КС213Б	—55...+100	245	735	—	73/5—2000	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	5000	4	0,5
КС620А—КС680АП	—60...+100	245	735	—	73/20—600	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	5000	—	6
КУ101А—Е	—55...+85	1470	1470	—	147/10—2000	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	5000	12	2,5
КУ201А—Л КУ208А—Г	—55...+70	314	930	—	73/10—600	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	5000	10	18
КУ202А—Н	—55...+70	245	735	—	73/10—600	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	5000	4	25
КУ204А—В	—25...+70	245	735	—	73/10—600	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	8000	4	18
КЦ401А, Б	—55...+60	735	735	—	73/5—600	—	—	10000	—	—
КЦ402А—КЦ405И	—40...+85	—	690	—	98/10—600	2,7×10 ⁴	3×10 ⁵	1000	4	—
МД217—МД218А	—60...+125	1470	1470	—	196/2—2500	6,5×10 ³	3×10 ⁵	10000	12	2
ГГЕ1А—С, ГГЕ2А—С	—25...+60	245	735	—	98/10—600	—	10 ⁵	1000	—	0,3 0,6

Есриант Iа

Вариант IIа

Вариант IIг



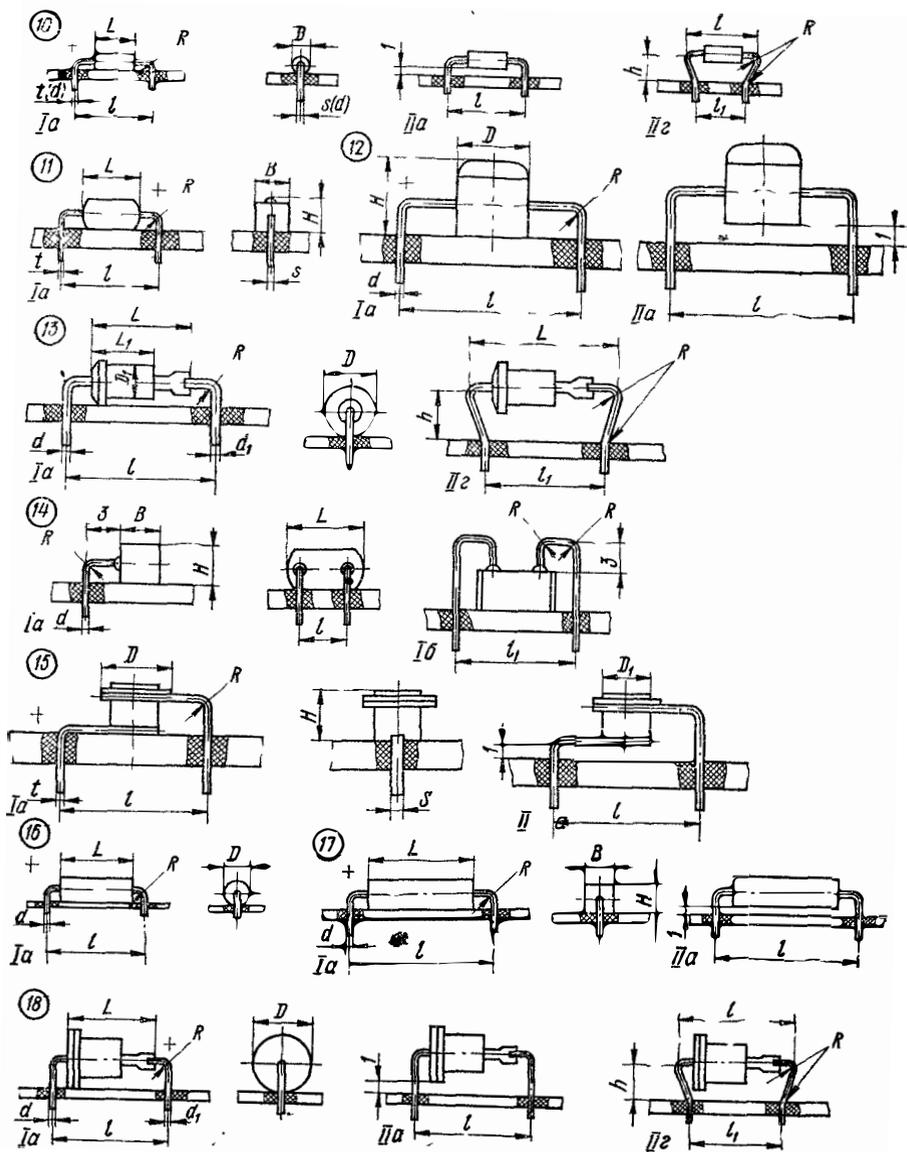


Рис. 24. Варианты установки полупроводниковых приборов

3. ТРАНЗИСТОРЫ

Выпускают в металлических, пластмассовых, металлокерамических герметичных корпусах с гибкими и жесткими выводами и соединяют с печатной схемой пайкой. Тип транзистора, габаритные, установочные, соединительные размеры и варианты установки на печатных платах приведены в табл. 76—89, условия эксплуатации транзисторов — в табл. 90, варианты установки — на рис. 25.

76. Габаритные и установочные размеры транзисторов (рис. 25, 1)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Установочные размеры		Размер на гибку выводов, h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов	Толщина печатной платы, мм
	H	L	B	t	s	Шаг сетки l , мм						
						1,25	2,5					
КТ315А, КТ315Б, КТ315В, КТ315Г	5	7,2	3	0,2	0,95	2,5	2	0,5	0,18	1 — эмиттер, 2 — коллектор, 3 — база	0,5—1	
КТ315Д, КТ315Е, КТ315Ж, КТ315И												
КП103Е, КП103Ж, КП103И, КП103К, КП103Л, КП103М, КП103ЕР, КП103ЖР, КП103ИР, КП103КР, КП103ЛР, КП103МР	6			0,15	0,8				1	1 — сток, 2 — затвор, 3 — исток	1—2,5	

77. Габаритные и установочные размеры транзисторов (рис. 25, 2)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более				Установочные размеры		Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов	Толщина печатной платы, мм
	H	L	B	d	Шаг сетки l , мм						
					1,25	2,5					
КТ361А, КТ361Б, КТ361В, КТ361Г, КТ361Д, КТ361Е	5	7,2	3	-0,8	2,5	2	1,5	0,3		1 — эмиттер, 2 — коллектор, 3 — база	0,5
КТ361Ж, КТ361И, КТ361К											

78. Габаритные и установочные размеры транзисторов по варианту Va
(рис. 25, 3)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не бо- лее	Толщина печат- ной платы, мм
	D	D_1	D_2	H	d				
2Т201А, 2Т201Б, 2Т201В, 2Т201Г, 2Т201Д	5,84	4,95	2,5	5,3	0,5	2	1,5	0,6	0,5—1
2Т203А, 2Т203Б, 2Т203В, 2Т203Г, 2Т203Д								0,5	
2Т316А, 2Т316Б, 2Т316В, 2Т316Г, 2Т316Д								0,6	
КТ201А, КТ201Б, КТ201В, КТ201Г, КТ201Д								0,6	
КТ203А, КТ203Б, КТ203В								0,5	
КТ316А, КТ316Б, КТ316В, КТ316Г, КТ316Д								0,6	
2Т301Г, 2Т301Д, 2Т301Е, 2Т301Ж	7,6	5,7	2,6	2,9	0,45		3	0,5	0,5—1,5
2Т312А, 2Т312Б, 2Т312В			2,5					1	0,5—3
2Т306А, 2Т306Б	7,6	5,8	2,5	4,3	0,45			0,65	0,5—1,5
2Т306В, 2Т306Г									
КТ306А, КТ306Б, КТ306В, КТ306Г, КТ306Д									
П27, П27А, П27Б, П28, П27ОС, П27АОС, П27БОС, П28ОС	11,7	9	4,2	8	0,5	2	1,5	2	0,5—3
П29, П29А, П30, П29ОС, П29АОС, П30ОС									
МП19А, МП10; МП10А, МП10Б, МП11, МП11А, П9АОС, МП10ОС, МП10АОС, МП10БОС, МП11ОС, МП11АОС									
МП13, МП13Б, МП14, МП14А, МП14Б, МП14И, МП15, МП15А, МП15И									
МП13ОС, МП14ОС, МП14АОС, МП14БОС, МП15ОС, МП15АОС, МП16, МП16А, МП16Б, МП16ОС, МП16АОС, МП16БОС									

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Толщина печатной платы, мм		
	D	D_1	D_2	H	ϵ						
МП20, МП21, МП21А, МП21Б, МП20С, МП21С, МП21АС, МП21БС	11,7	9	4,2	8	0,5	2	1,5	2	0,5—3		
МП25, МП25А, МП25Б, МП26, МП26А, МП26Б											
МП42, МП42А, МП42Б											
МП101, МП101А, МП101Б, МП102, МП103, МП103А, МП101С, МП101АС, МП103АС					0,65						
МП101БС, МП102С, МП103С					0,6						
МП104, МП105, МП106, МП104С, МП105С, М106С, МП111, МП11А, МП11Б, МП112, МП113, МП113А					0,5						
1Т101, 1Т101А, 1Т101Б, 1Т102, 1Т102А					9,5					0,65	2,5
1Т116А, 1Т116Б, 1Т116В, 1Т116Г										0,5	2
П307В, П308, П309											
2Т603А, 2Т603Б, 2Т603В, 2Т603Г											
2Т608А, 2Т608Б											
КТ603А, КТ603Б, КТ603В, КТ603Г, КТ603Д, КТ603Е, КТ603Ж, КТ603И				0,6	3						
КТ608А, КТ608Б	11,7	9	4,2	8				0,5—1			
ГТ402Д, ГТ402Е, ГТ402Ж, ГТ402И											
ГТ404А, ГТ404Б, ГТ404В, ГТ404Г, ГТ404Д, ГТ404Е, ГТ404Ж, ГТ404И					0,5	2					

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гибку выводов l , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не бо- лее	Толщина печат- ной платы, мм
	D	D_1	D_2	H	d				
2Т325А, 2Т325Б, 2Т325В	9,4	8,2	5	6,6	0,46			1,2	0,5—3
П401, П402, П403						2	1,5		
П416, П416А, П416Б, П416ОС, П416АОС, П416БОС			4						
П422, П423									
1Т308А, 1Т308Б, 1Т308В, 1Т308АОС, 1Т308БОС									
1Т308ВОС	11,7	9		8	0,6		-	2,2	
1Т320А, 1Т320Б, 1Т320В									
1Т321А, 1Т321Б, 1Т321В, 1Т321Г, 1Т321Д, 1Т321Е									
1Т329А, 1Т329Б, 1Т329В									
1Т335А, 1Т335Б, 1Т335В, 1Т335Г, 1Т335Д									
ГТ308А, ГТ308Б, ГТ308В						2			0,5—3
ГТ321А, ГТ321Б, ГТ321В, ГТ321Г, ГТ321Д, ГТ321Е	11,7	9	4	8	0,6			2,2	0,5—1
П417, П417А	11,9	8,8	5	9,6	0,5	3	1,5	2	0,5—3
2Т602А, 2Т602Б, 2Т602АОС, 2Т602БОС						2		5	0,5—2,5
КТ602А, КТ602Б	16	11,5	6	8,6	0,6		1,5	4,5	0,5
КТ801А, КТ801Б				8,5	0,64	3		4	
2У102А, 2У102Б, 2У102В, 2У102Г	11,7	9	4,5	8	0,6			2,25	0,5—3
2У111А, 2У111Б, 2У111В, 2У111Г	9,4	8,5	5	6,6	0,5	2	1,5	2	

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Толщина печатной платы, мм
	D	D_1	D_2	H	d				
2У101А, 2У101Б, 2У101Г, 2У101Д, 2У101Е, 2У101Ж, 2У101И	11,7	9	4	8	0,6			2,25	
2У101Б0С, 2У101Г0С, 2У101Д0С, 2У101Е0С, 2У101Ж0С, 2У101И0С									
КУ101А, КУ101Б, КУ101Г, КУ101Е									

79. Габаритные размеры транзисторов по варианту V6 (рис 25, 4)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов
	D	D_1	D_2	H	d				
П27, П27А, П27Б, П28, П270С, П27А0С, П27Б0С, П280С	11,7	9	4,2	8	0,5	2	1,5	2	1 — эмиттер 2 — база 3 — коллектор
П29, П29А, П30, П290С, П29А0С, П300С						3			
МП9А, МП10, МП10А, МП10Б, МП11, МП11А, МП9А0С, МП100С, МП10А0С, МП10Б0С, МП110С, МП11А0С									
МП13, МП13Б, МП14, МП14А, МП14Б, МП14И, МП15, МП15А, МП15И, МП130С, МП140С, МП14А0С, МП14Б0С, МП150С, МП15А0С, МП16, МП16А, МП16Б, МП160С, МП16А0С, МП16Б0С					0,5	2			
МП20, МП21, МП21А, МП21Б									
МП42, МП42А, МП42Б									

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гибку выводов L , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов
	D	D_1	D_2	H	a				
МП101, МП101А, МП101Б, МП102, МП103, МП103А, МП1010С, МП101А0С, МП101Б0С, МП1020С, МП1030С					0,65				
МП1030С					0,6				
МП104, МП105, МП106, МП1040С, МП1050С, МП1060С, МП111, МП111А, МП111Б, МП112, МП113, МП113А	11,7	9	4,2	8	0,5	2	1,5	2	1 — эмиттер 2 — база 3 — коллектор
МП200С, МП210С, МП21А0С, МП21Б0С									
1Т101, 1Т101А, 1Т101Б, 1Т102, 1Т102А					0,65				
1Т116А, 1Т116Б, 1Т116В					0,5				
1Т116Г, П307, П307В, П308									
П309									
2Т603А, 2Т603Б, 2Т603В, 2Т603Г, 2Т603И									
2Т608А, 2Т608Б									
КТ601А, КТ603А, КТ603Б, КТ603В, КТ603Г, КТ603Д, КТ603Е, КТ603И					0,6	3			
КТ608А, КТ608Б					0,5	2			
ГТ402Д, ГТ402Е, ГТ402Ж, ГТ402И									
ГТ404А, ГТ404Б, ГТ404В, ГТ404Г, ГТ404Д, ГТ404Е, ГТ404Ж, ГТ404И	11,7	9	4,2	8	0,5	2	1,5	2	1 — эмиттер 2 — база 3 — коллектор

Примечание, Вариант разметки I.

80. Габаритные размеры транзисторов по варианту V6 (рис. 25, 5)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гребку выводов h , мм	Радиус гребки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов	
	D	D_1	D_2	H	d					
1Т367А		4,95				2	1,5	0,5	1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор, 4 — корпус	
2П301А, 2П301Б		4,9				3		0,7	1 — исток, 2 — затвор, 3 — сток, 4 — корпус — подложка	
2П303А, 2П303Б, 2П303В, 2П303Г, 2П303Д, 2П303Е					0,5	2			1 — исток, 2 — сток, 3 — затвор, 4 — корпус	
2П305А, 2П305Б, 2П305В, 2П305Г		4,95						0,5	1 — сток, 2 — затвор, 3 — затвор, 4 — корпус	
2П306А, 2П306Б, 2П306В									1—1, 2—2, 3—3 4—4	
2П305А, 2П305Б		4,9				3		0,7	1 — сток, 2 — затвор, 3 — затвор, 4 — исток	
2Т368А, 2Т368Б	5,84		2,5	5,3	0,53			1	1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор, 4 — корпус	
КТ339А					0,5		1,5	0,4	1 — база, 2 — эмиттер, 3 — коллектор, 4 — корпус	
КТ368А, КТ368Б						2		1	1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор, 4 — корпус	
ГТ328А, ГТ328Б, ГТ328В								0,5		
ГТ346А, ГТ346Б, ГТ346В		4,95							1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор, 4 — корпус	
КП304А					0,53			1,5	1	1 — затвор, 2 — исток, 3 — сток, 4 — подложка

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов
	D	D_1	D_2	H	d				
КП305Д, КП305И						3	1,5	1	1 — сток, 2 — затвор, 3 — исток, 4 — подложка — корпус
КП306А, КП306В						2			1 — сток, 2 — затвор, 3 — затвор, 1,4 — исток — корпус
КП350А, КП350В		4,9			0,5		0,7	1 — сток, 2 — затвор, 2,3 — затвор, 1,4 — исток — сток — корпус	

Примечание. Вариант разметки II.

81. Габаритные размеры транзисторов по варианту В6 (рис. 25, 6)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов
	D	D_1	D_2	H	d				
2Т117А, 2Т117Б, 2Т117В, 2Т117Г								0,49	1 — эмиттер, 2 — база 1, 3 — база 2
2Т201А, 2Т201Б, 2Т201В, 2Т201Г, 2Т201Д		4,95			0,5	2		0,6	1 — эмиттер, 2 — база 1, 3 — коллектор
2Т203А, 2Т203Б, 2Т203В, 2Т203Г, 2Т203Д						3		0,5	
2Т316А, 2Т316Б, 2Т316В, 2Т316Г, 2Т316Д					0,51			0,6	
2Т326А, 2Т326Б	5,84		2,5	5,3			1,5		
2Т363А, 2Т363Б		4,75			0,5			0,5	

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гибкую выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов
	D	D_1	D_2	H	a				
КТ117А, КТ117Б, КТ117В, КТ117Г								0,49	1 — эмиттер, 2 — база 1, 3 — база 2
КТ201А, КТ201Б, КТ201В					0,53	2		0,6	1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор
КТ201Г, КТ201Д								0,5	
КТ203А, КТ203Б, КТ203В								0,6	1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор
КТ316А, КТ316Б, КТ316В		4,95			0,5			0,6	
КТ316Г, КТ316Д								0,5	
КТ363А, КТ363Б									

Примечание. Вариант разметки III.

82. Габаритные размеры транзисторов и оптронов по варианту V6 (рис. 25, 7)

Тип транзистора, тиристора, оптрона	Габаритные размеры, мм, не более					Масса, г, не более	Обозначение выводов	Варианты разметки
	D	D_1	D_2	H	a			
2П302А, 2П302Б, 2П302В		8,3		9	0,4	1,5	1 — исток, 2 — сток, 3 — затвор, 4 — корпус	IV
2Т325А, 2Т325Б, 2Т325В		8,2			0,46		1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор	V
2Т355А					0,53	1,2	1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор, 4 — корпус	IV
КТ325А, КТ325Б, КТ325В 2Т630А, 2Т630В	9,4		5		0,5	1	1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор	V
Тиристор 2У111А, 2У111Б, 2У111В, 2У111Г						2	1 — катод, 2 — электрод управляющий, 3 — анод	
Оптопара тиристорная АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В						1,2	1, 2, 3 — «-», 4 — «+»	
Оптон 3ОД101А, 3ОД101Б, 3ОД101Г	9,5	8,5		6,6	0,5	1,1		IV

83. Габаритные размеры транзисторов по варианту V6 (рис. 25, 8)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Масса, г, не более	Обозначение выводов	Толщина печатной платы, мм	Варианты разметки
	D	D ₁	D ₂	H	d				
2Т602А, 2Т602Б, 2Т602АОС, 2Т602БОС	16	11,5	6	8,6	0,6	5	1 — эмиттер, 2 — коллектор, 3 — база	1,5—3	VI
КТ602А, КТ602Б						4,5			
КТ801А, КТ801Б				8,5	0,64	4	1 — база, 2 — коллектор, 3 — эмиттер		

84. Габаритные размеры транзисторов по варианту V6 (рис. 25, 9)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более				Масса, г, не более	Обозначение выводов	Толщина печатной платы, мм	Варианты разметки
	D	D ₁	H	d				
1Т403А, 1Т403Б, 1Т403В, 1Т403Г, 1Т403Д, 1Т403Е, 1Т403Ж, 1Т403И	12	10,1	9,2	0,5	4	1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор	0,3—3	VII
ГТ403А, ГТ403Б, ГТ403В, ГТ403Г, ГТ403Д, ГТ403Е, ГТ403Ж, ГТ403И, ГТ403Ю				0,6				

85. Габаритные размеры транзисторов по варианту Vв (рис. 25, 10)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более							Размер на гибку выводов h, мм	Радиус гибки R, мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов	
	D	D ₁	D ₂	D ₃	H	h ₁	d					
П27, П27А, П27Б, П28	11,7	8,2	9	4,2	8	6	5,8	2	2	2	1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор	
П27ОС, П27АОС, П27БОС, П28ОС, П29, П29А, П30, П29ОС, П29АОС, П30ОС							0,5					1
П307, П307В, П308, П309							0,6					1,5
МП9А, МП10, МП10А												

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более							Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов
	D	D_1	D_2	D_3	H	h_1	d				
МП10Б, МП11											1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор
МП11А											
МП9АОС, МП10ОС											
МП10АОС, МП10БОС											
МП11ОС, МП11АОС											
МП13, МП13Б, МП14											
МП14А, МП14Б, МП15											
МП15А, МП14И, МП15И											
МП13ОС, МП14ОС											
МП14АОС, МП14БОС											
МП15ОС, МП15АОС											
МП16, МП16А, МП16Б											
МП16ОС, МП16АОС											
МП16БОС											
МП20, МП21, МП21А											
МП21Б	11,7	8,2	9	4,2	8	6	0,5	2	1,5	2	
МП20ОС, МП21ОС											
МП21АОС, МП21БОС											
МП42, МП42А, МП42Б											
МП101, МП101А											
МП101Б, МП102, МП103											
МП103А											

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более							Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов
	D	D_1	D_2	D_3	H	h_1	d				
МП101ОС, МП101АОС							0,65				
МП101БОС, МП102ОС											
МП103ОС, МП103АОС										2	
МП104, МП105, МП106							0,6				
МП104ОС, МП105ОС											
МП106ОС											
МП111, МП111А											
МП111Б		8,5					0,5			1,5	
МП112, МП113, МП114											
1Т101, 1Т101А, 1Т101Б					9,5	7,5	0,65				
1Т102, 1Т102А			9								
1Т116А, 1Т116Б, 1Т116В							0,5	2			
1Т116Г											
2Т603А, 2Т603Б, 2Т603В			8								
2Т603, 2Т603И											
КТ601А	11,7	8,2		4,2	8	6		3	1,5	2	1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор
КТ608А, КТ608Б, 2Т608А											
2Т608Б											
1Т402Д, 1Т402Е, 1Т402Ж											
1Т402И			9				0,6	2			
КТ603А, КТ603Б											
КТ603В, КТ603Г											
КТ603Д, КТ603Е											
КТ603И											

Примечание. Вариант разметки I.

86. Габаритные размеры транзисторов по варианту Vв (рис. 25, 11)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более							Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов
	D	D_1	D_2	L	H	h_1	d				
П401, П402, П403											2
П416, П416А, П416Б	11,7	9	9	4	8		0,6	2			
П416ОС, П416АОС											2,2
П416БОС											
П417, П417А	11,93	8,86	8,86	5	9,6		0,5	3			
П422, П423											
1Т308А, 1Т308Б, 1Т308В				4							
1Т329А, 1Т329Б, 1Т320В				4			3,3		1,5		
1Т321А, 1Т321Б, 1Т321В				4							
ГТ321Г								2			
1Т321Д, 1Т321Е	11,7	9	9		8						
1Т329А, 1Т329Б, 1Т329В											
1Т335А, 1Т335Б, 1Т335В											
ГТ335Г, ГТ335Д				4							
ГТ308А, ГТ308Б, ГТ308В											
ГТ321А, ГТ321Б, ГТ321В								3			2
ГТ321Д, ГТ321Е											
2У101А, 2У101Б, 2У101Г											
2У101Д											

1 — эмиттер
 2 — коллектор
 3 — база

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более							Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов
	D	D_1	D_2	L	H	h_1	d				
2У101Е, 2У101Ж, 2У101И	11,7	9	9	4	8	3,3	0,6	2	1,5	2,5	1 — кол- лектор 2 — анод 3 — элект- род управ- ляющий
2У101БОС, 2У101ГОС											
2У101ДОС											
2У101ЕОС, 2У101ЖОС											
2У101ИОС											
2У103В											
КУ101А, КУ101Б, КУ101Г								2	2,25		
КУ101Е											

Примечание. Вариант разметки II.

87. Габаритные размеры транзисторов по варианту Вв (рис 25, 12)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более							Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов
	D	D_1	D_2	D_3	H	h_1	d				
2Т602А, 2Т602Б	16	11,5	12,5	6	8,6	2,8	0,6	2	1,5	5	1 — эмит- тер 2 — кол- лектор 3 — база
2Т602АОС, 2Т602БОС						3,2					
КТ602А, КТ602Б						3	4,5				
КТ801А, АТ801Б						8,5	4	3		0,64	

Примечание. Вариант разметки III.

88. Габаритные размеры транзисторов по варианту Vг (рис. 25, 13)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гюку выводов h , мм	Радиус гюбки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов	Толщина печатной платы, мм
	D	D_1	D_2	H	d					
2Т201А, 2Т201Б, 2Т201В								0,6		
2Т201Г, 2Т201Д					0,5					
2Т203А, 2Т203Б, 2Т203В		4,5								
2Т203Г, 2Т203Д										
2Т316А, 2Т316Б, 2Т316В					0,53			0,5		
2Т316В, 2Т316Г, 2Т316Д										
2Т326А, 2Т326Б		4,75								
2Т363А, 2Т363Б										
КТ201А, КТ201Б, КТ201В								0,6	1 — эмиттер 2 — база 3 — коллектор	
КТ201Г, КТ201Д										
КТ203А, КТ203Б, КТ203В	5,84	4,95	2,5	5,3		2	1,5			0,5—2
КТ316А, КТ316Б, КТ316В										
КТ316Г, КТ316Д					0,5					
КТ326А, КТ326Б								0,5		
КТ342А, КТ342Б, КТ342В										
КТ347А, КТ347Б, КТ347В										
КТ363А, КТ363Б										
2Т117А, 2Т117Б, 2Т117В										
2Т117Г										
КТ117А, КТ117Б, КТ117В								0,15	1 — эмиттер 2 — база Б1 3 — база Б2	
КТ177Г										

Примечание. Вариант разметки I.

89. Габаритные размеры транзисторов по варианту Vg (рис. 25, 14)

Тип транзистора	Габаритные размеры, мм, не более					Размер на гибку выводов h , мм	Радиус гибки R , мм	Масса, г, не более	Обозначение выводов	Толщина печатной платы, мм
	D	D_1	D_2	H	d					
2П102А, 2П102Б, 2П102Д	5,8	4,8		5,3				0,85	1 — исток (сток), 3 — сток (исток), 4 — затвор — корпус	0,5—2
2П103А, 2П103Б, 2П103Д	6	5,1	2,5	6,8	0,4					
КП103Е, КП103Ж, КП103К, КП103Л, КП103М, КП103ЕР, КП103ЗЖР, КП103ЗИР, КП103КР, КП103ЛР, КП103МР	5,84	4,95	2,5	5,3	0,5	1,5	1		1 — исток, 3 — сток, 4 — затвор — корпус	0,5—3
ГТ310А, ГТ310Б, ГТ310В, ГТ310Г, ГТ310Д, ГТ310Е	4,2	3,2	1,5	3,2	0,35	2	2	0,2	1 — эмиттер, 2 — база, 3 — коллектор	

Примечание. Вариант разметки I.

90. Условия эксплуатации транзисторов

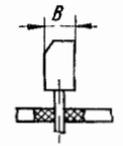
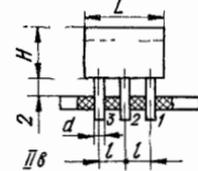
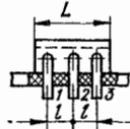
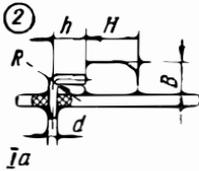
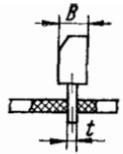
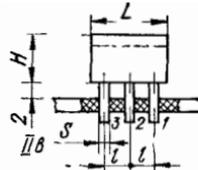
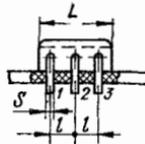
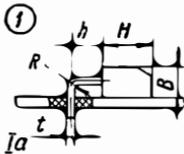
Тип	Интервал рабочих температур, °С	Ускорение, м/с ² , не более				Наименьшее атмосферное давление, Па	Гарантийный срок	
		линейное	при многократных ударах	при однократных ударах	при вибрации		службы, ч	хранения, год
ГТ308А—В	—60...+70	1470	1470	4900	$\frac{147}{10-2000}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	10
ГТ310А—Е	—25...+55	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	6
ГТ321А—Е	—60...+60	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	6
ГТ346А—И	—40...+55	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	8
ГТ403А—И	—40...+70	245	735	—	$\frac{73}{10-600}$	$2,8 \times 10^4$	5 000	4

Тип	Интервал рабочих температур, °С	Ускорение, м/с ² , не более				Наименьшее атмосферное давление, Па	Гарантийный срок	
		линейное	при многократных ударах	при однократных ударах	при вибрации на частоте, Гц		службы, ч	хранения, год
ГТ404А—И	—40...+55					245		
КП304А	—45...+85	245	735	—	$\frac{98}{10-100}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	6
КП305Д—И	—60...+125	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	6
КП306А—В	—60...+125	245	735	—	$\frac{98}{10-100}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	6
КП350А—В	—40...+85	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	6
КТ201А—Д	—60...+125	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	6
КТ203А—В	—60...+125	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	15 000	6
КТ325А—В	—55...+125	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	6
КТ326А, Б	—60...+125	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	8
КТ339А—Д	—25...+70	—	—	—	—	$2,7 \times 10^4$	10 000	6
КТ602А—Г	—40...+85	245	735	—	$\frac{73}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	500	4
КТ603А—И	—40...+85	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	7 500	6
КТ608	—40...+85	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	6
КТ801А, Б	—40...+85	245	735	—	$\frac{98}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	10 000	6
МП20А—Е	—60...+70	1470	1470	4900	$\frac{147}{2-2500}$	$6,2 \times 10^2$	10 000	12

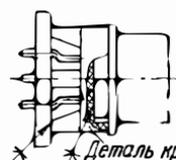
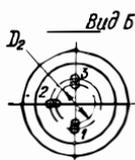
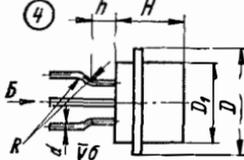
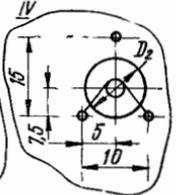
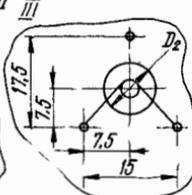
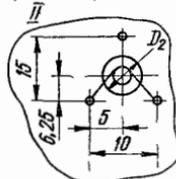
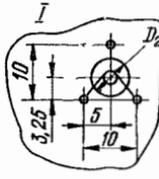
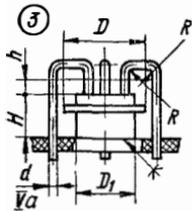
Тип	Интервал рабочих температур, °С	Ускорение, м/с², не более				Наименьшее атмосферное давление, Па	Гарантийный срок	
		линейное	при многократных ударах	при однократных ударах	при вибрации на частоте, Гц		службы, ч	хранения, год
МП25Б	-60...+70	1470	1470	4900	$\frac{147}{2-2500}$	$6,2 \times 10^2$	10 000	12
МП42—МП42Б	-60...+70	245	735	—	$\frac{98}{1-600}$	$2,7 \times 10^4$	12 000	6
МП111—МП113А	-55...+100	245	735	—	$\frac{73}{10-600}$	$2,7 \times 10^4$	8 000	4
КТ315А—И	-60...+100	75	25	—	10—600	26 600	100 000	10
КТ361А—К	-50...+100	245	735	98	1—600	—	15 000	6
2Т201А—Д	-60...+125	1470	1470	9800	5—5000	665	100 000	25
2Т203А—Д	-60...+125	1470	1470	800	2—5000	665	100 000	25
2Т316А—Д	-60...+125	1470	1470	9800	5—5000	665	100 000	25
2Т312А—В	-60...+120	1470	1470	800	2—2500	665	10 000	25
2П305А—Г 2П306А—В	-60...+125	1470	1470	4900	2—2500	665	80 000	25
2Т368А, Б	-60...+125	1470	1470	9800	2—2500	665	10 000	25
2Т117А—Г	-60...+125	1470	1470	9800	2—2500	665	10 000	15
2Т326А, Б	-60...+125	4905	196	392	1—5000	665	80 000	25
2Т363А, Б	-60...+70	4900	392	196	1—3000	665	100 000	25
2П302А—В	-60...+125	1470	1470	9800	2—2500	665	30 000	15
2Т355А	-60...+125	1470	1470	9800	1—5000	665	100 000	25
2Т630А, Б	-60...+125	1470	4900	9800	1—1500	665	10 000	15
1Т403А—И	-60...+70	1470	1960	9800	1—3000	665	10 000	15
2П102А—Д 2П103А—Ж 2П103К—М	-60...+85	1470	1470	9800	2—2500	665	10 000	15
2Т306А—Г	-60...+125	1470	1960	—	10—600	665	10 000	25

Продолжение табл. 90

Тип	Интервал рабочих температур, °С	Ускорение, м/с ² , не более				Наименьшее атмосферное Давление, Па	Гарантийный срок	
		линейное	при многократных ударах	при однократных ударах	при вибрации на частоте, Гц		службы, ч	хранения, год
МП9А—МП11А, МП9АОС—МП11АОС	—60...+70					1470		
МП13—МП15А, И МП13ОС—МП15АОС	—50...+70	1470	1470	9800	1—5000	6,7×10 ² ; 3×10 ⁵	12 000	6
МП16—Б, МП16ОС—МП16БОС	—50...+60	1470	1470	9800	1—5000	665	30 000	10
П307, П307В, П308, П309	—60...+120	1470	1470	9800	1—5000	665	1000	12
П307, П307В, П308, П309	—60...+125	1470	1470	9800	1—5000	665	1000	12
2Т603А, Б, В, 2Т603Г, И	—60...+125	1470	1470	9800	2—5000	665	1000	25
2Т608А, Б	—60...+125	1470	1470	9800	2—2500	665	10 000	25
2Т325А, Б, В	—60...+125	1470	1470	9800	2—2500	665	100 000	25
П401, П402, П403	—60...+70	1470	1176	—	10—1500	665	10 000	12
ІТ308А, Б, В ІТ308АОС, ІТ308БОС	—60...+70	1470	1176	—	10—1500	665	100 000	25
ІТ302А—Е	—60...+70	1470	1176	—	1—5000	665	100 000	25
ІТ329А—В	—60...+70	1470	196	392	1—5000	665	100 000	25
П417, П417А	—60...+70	1471	1471	9810	1—5000	665	100 000	25
КТ601А	—40...+85	1470	1470	—	1—600	26 600	10 000	15
2П301А, Б	—60...+125	1470	1470	9800	2—2500	665	50 000	15
2П303А—Е	до +150	1470	1470	9800	2—2500	665	10 000	15



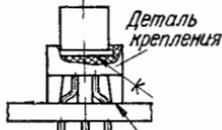
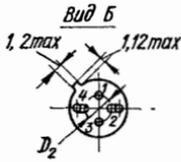
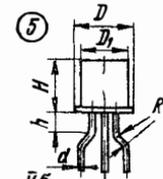
Варианты разметки III



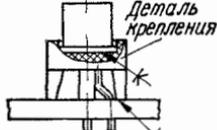
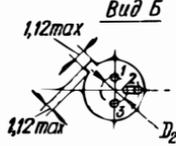
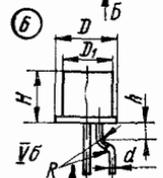
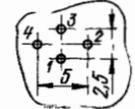
Вариант разметки I



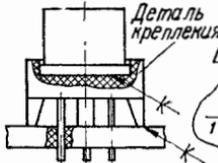
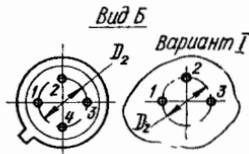
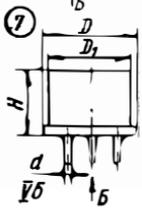
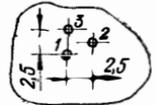
Деталь крепления



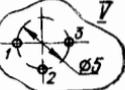
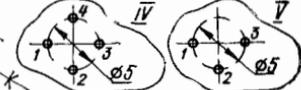
Вариант разметки II



Вариант разметки III



Вариант разметки IV



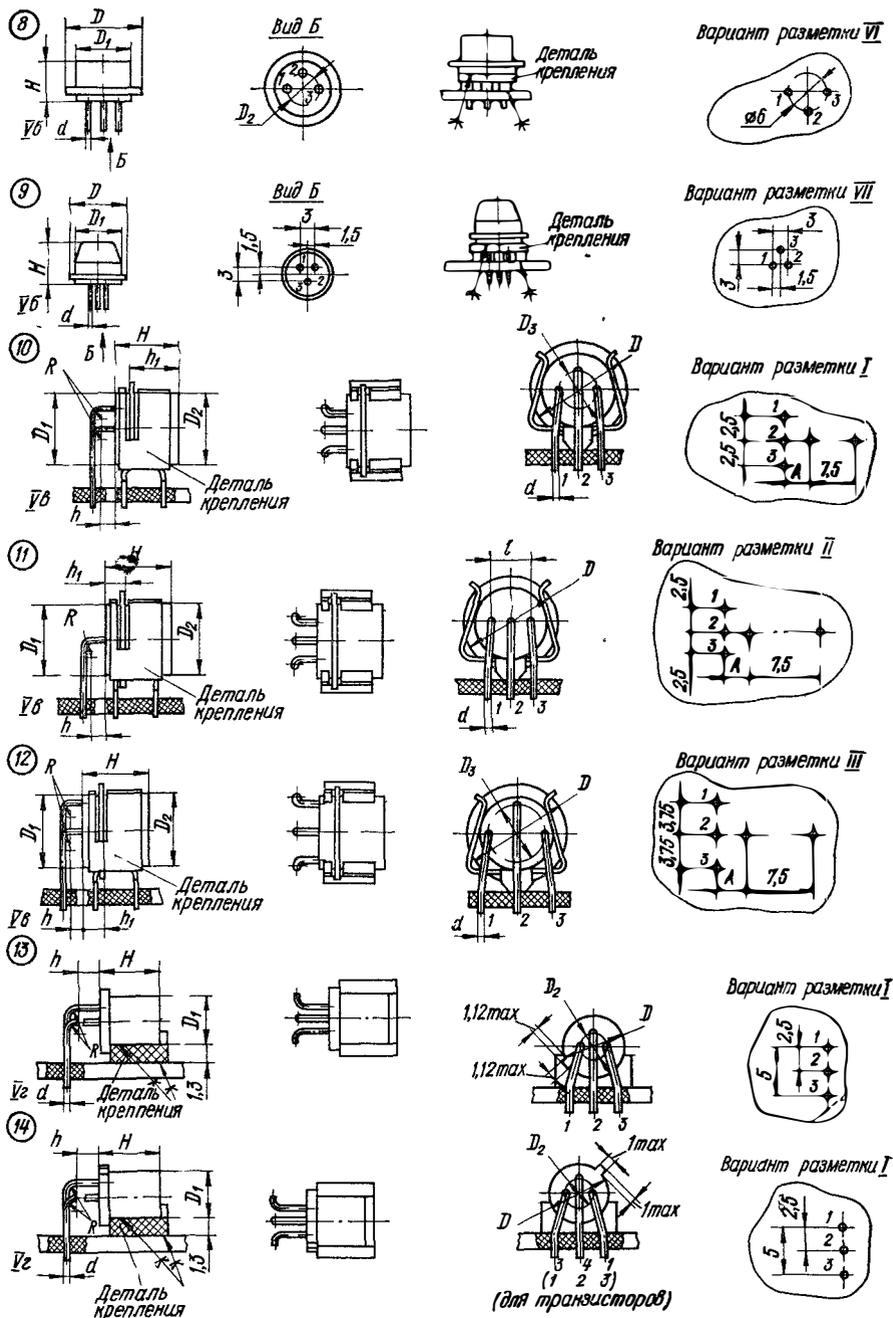


Рис. 25. Варианты установки и разметки транзисторов: (установочный размер A выбирают по детали крепления; нумерация выводов и отверстий показана условно)

91. Буквенное обозначение третьего элемента

Функции, выполняемые интегральными микросхемами	Буквенное обозначение		Функции, выполняемые интегральными микросхемами	Буквенное обозначение	
	По ГОСТ 18683.0—83	По нормам *		По ГОСТ 18683.0—83	По нормам *
<i>Генераторы сигналов</i>			<i>Модуляторы</i>		
Гармонических	ГС	ГС	Амплитудные	МА	МА
Прямоугольных	ГГ	—	Частотные	МС	МС
Линейно-изменяющихся	ГЛ	—	Фазовые	МФ	МФ
Специальной формы	ГФ	ГФ	Импульсные	МИ	МИ
Шума	ГМ	—	Прочие	МП	МП
Прочие	ГП	—			
<i>Детекторы</i>			<i>Наборы элементов</i>		
Амплитудные	ДА	ДА	Диодов	НД	НД
Импульсные	ДИ	ДИ	Транзисторов	НТ	НТ
Частотные	ДС	ДС	Резисторов	НР	НС
Фазовые	ДФ	ДФ	Конденсаторов	НЕ	НЕ
Прочие	ДП	ДП	Комбинированные	НК	НК
			Прочие	НП	—
<i>Коммутаторы и ключи</i>			<i>Преобразователи</i>		
Тока	КТ	—	Частоты	ПС	ПС
Напряжения	КН	—	Фазы	ПФ	ПФ
Транзисторные	—	КТ	Длительности	ПД	—
Диодные	—	КД	Напряжения	ПН	ПН
Прочие	КП	КП	Мощности	ПМ	—
			Уровня (согласователи)	ПУ	ПУ
<i>Логические элементы</i>			Формы сигнала	—	ПМ
И	ЛИ	ЛИ	Код — аналог	ПА	ПД
ИЛИ	ЛЛ	ЛЛ	Аналог — код	ПВ	ПК
НЕ	ЛН	ЛН	Код — код	ПР	—
И—НЕ	ЛА	—	Прочие	ПП	ПП
ИЛИ—НЕ	ЛЕ	—			
И—ИЛИ	ЛС	ЛС	<i>Вторичные источники питания</i>		
И—НЕ/ИЛИ—НЕ	ЛБ	ЛБ	Выпрямители	ЕВ	—
И—ИЛИ—НЕ	ЛР	ЛР	Преобразователи	ЕМ	—
И—ИЛИ—НЕ/И—ИЛИ	ЛК	ЛК	Стабилизаторы: напряжения	ЕН	ЕН, ПП
ИЛИ—НЕ/ИЛИ	ЛК	ЛК	тока	ЕТ	ЕТ
Расширитель	ЛД	ЛП	Прочие	ЕП	—
Прочие	ЛП	ЛЭ			
<i>Мнософункциональные схемы</i>			<i>Схемы задержки</i>		
Аналоговые	ХА	ЖА	Пассивные	БМ	—
Цифровые	ХЛ	ЖЛ	Активные	БР	—
Комбинированные	ХК	—	Прочие	БП	—
Прочие	ХП	—			

Функции, выполняемые интегральными микросхемами	Буквенное обозначение		Функции, выполняемые интегральными микросхемами	Буквенное обозначение		
	по ГОСТ 18683.0—83	по нормам *		по ГОСТ 18683.0—83	по нормам *	
<i>Схемы селекции и сравнения</i>			<i>Формирователи</i>			
Амплитудные (уровня сигнала)	СА	СА	Импульсов прямоугольной формы	АГ	—	
Временные	СВ	СВ	Импульсов специальной формы	АФ	—	
Частотные	СС	СС	Адресных токов	АА	—	
Фазовые	СФ	СФ	Разрядных токов	АР	—	
Прочие	СП	—	Прочие	АП	—	
<i>Триггеры</i>			<i>Элементы запоминающихся устройств</i>			
JK-типа	ТВ	—	Матрицы-накопители: ОЗУ ПЗУ ОЗУ со схемами управления ПЗУ (масочные) со схемами управления ПЗУ со схемами управления и с однократным программированием ПЗУ со схемами управления и с многократным программированием АЗУ со схемами управления Прочие	РМ	—	
RS-типа	ТР	ТР		РВ	—	
D-типа	ТМ	—		РУ	—	
T-типа	ТТ	ТС		РЕ	—	
Динамические	ТД	ТД		РТ	—	
Шмитта	ТЛ	ТШ		РР	—	
Комбинированные (DT-, RST-типов и др.)	ТК	ТК		РА	—	
Прочие	ТП	—		РП	—	
<i>Усилители</i>				<i>Элементы арифметических и дискретных устройств</i>		
Высокой частоты	УВ	—		Регистры	ИР	ИР
Промежуточной частоты	УР	—	Сумматоры	ИМ	ИС	
Низкой частоты	УН	—	Полусумматоры	ИЛ	ИЛ	
Импульсных сигналов	УИ	УИ	Счетчики	ИЕ	ИЕ	
Повторители	УЕ	УЭ	Шифраторы	ИВ	ИШ	
Считывания и воспроизведения	УЛ	—	Дешифраторы	ИД	ИД	
Индикации	УМ	—	Комбинированные	ИК	ИК	
Постоянного тока	УТ	УТ	Прочие	ИП	ИП	
Синусоидальных сигналов	—	УС				
Операционные и дифференциальные	УД	—				
Видеоусилители	—	УВ				
Прочие	УП	—				
<i>Фильтры</i>						
Верхних частот	ФВ	ФВ				
Нижних »	ФН	ФН				
Полосовые	ФЕ	ФП				
Режекторные	ФР	ФС				
Прочие	ФП	—				

* Обозначение по нормам действовало до введения ГОСТа.

Глава 6

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ИС

ИС классифицируют и обозначают согласно ГОСТ 18683—76, который распространяется на вновь разрабатываемые и модернизируемые интегральные микросхемы (ИС). Условное обозначение интегральной микросхемы состоит из четырех элементов:

первый элемент — цифра, указывающая конструктивно-технологическое исполнение микросхемы;

1; 5; 7 — полупроводниковые, 2; 4; 6; 8 — гибридные, 3 — прочие (пленочные, вакуумные, керамические и т. д.);

второй элемент — две цифры (0—99), обозначающие порядковый номер разработки серии микросхем;

третий элемент — две буквы, обозначающие функциональное назначение микросхемы (табл. 91);

четвертый элемент — цифры, указывающие порядковый номер разработки микросхемы по функциональному признаку в данной серии.

Первые два элемента обозначают номер серии микросхем. В обозначении микросхем, разработанных до 1974 г., первая из трех цифр стоит в начале обозначения типа, а вторая и третья — после буквенного индекса.

При наличии разброса электрических и предельных эксплуатационных параметров одного и того же типа микросхем в конце условного обозначения представляют дополнительную букву (от А до Я) или же обозначают цветной меткой на корпусе (значение цвета маркировочной точки указывают в технической документации).

Примеры обозначения микросхемы: 1ЛБ311 — полупроводниковая интегральная серии 131, представляющая собой логическую схему И—НЕ/ИЛИ—НЕ с порядковым номером разработки 1.

2. ТИПЫ КОРПУСОВ МИКРОСХЕМ

Согласно ГОСТ 17467—79 корпуса интегральных микросхем делят на типы и подтипы (табл. 92). Габаритные и присоединительные размеры указывают на чертежах без учета специальных элементов для дополнительного отвода тепла и крепления. При определении размеров корпусов микросхем применяют буквенные обозначения:

A — расстояние от установочной плоскости до верхней точки микросхемы;

A_1 — расстояние между установочной плоскостью и плоскостью основания микросхемы;

A_2 — расстояние от плоскости основания до верхней точки микросхемы;

$\varnothing a$ — диаметр окружности расположения осей выводов;

b — ширина вывода по длине L ;

b_1 — ширина части вывода, расположенной выше установочной плоскости;

b_2 — ширина выводной площадки;

$\varnothing b$ — диаметр вывода по длине L ;

$\varnothing b_1$ — диаметр вывода по длине L_1 ;

$\varnothing b'$ — диаметр окружности, описанной вокруг прямоугольного поперечного сечения вывода по длине L ;

c — толщина вывода;

D — длина микросхемы (без учета выводов);

$\varnothing D$ — диаметр микросхемы;

$\varnothing D_1$ — диаметр крышки;

E, E_1 — ширина микросхемы (без учета выводов);

l — шаг позиции выводов;

l_1, l_2, l_3 — расстояния между рядами выводов;

G_D — длина зоны, которая включает действительную длину микросхемы без учета выводов вместе с отклонениями в ее конфигурации и часть выводов, не пригодную для монтажа, расположенных в направлении длины микросхемы;

92. Типы и подтипы корпусов ИС

Тип	Подтип	Форма проекции корпуса на плоскость основания	Расположение проекции выводов на плоскость основания	Расположение выводов (выводных площадок) относительно плоскости основания
1	11	Прямоугольная	В пределах проекции тела корпуса	Перпендикулярное в один ряд
	12			Перпендикулярное в два ряда
	13			Перпендикулярное в три ряда и более
	14			Перпендикулярное по контуру прямоугольника
2	21	Прямоугольная	За пределами проекции тела корпуса	Перпендикулярное в два ряда
	22			Перпендикулярное в четыре ряда в шахматном порядке
3	31	Круглая	В пределах проекции тела корпуса	Перпендикулярное по одной окружности
	32	Овальная		
4	41	Прямоугольная	За пределами проекции тела корпуса	Параллельное по двум противоположным сторонам
	42			Параллельное по четырем сторонам
5	51	Прямоугольная	В пределах проекции тела корпуса	Перпендикулярное для боковых выводных площадок. В плоскости основания для нижних выводных площадок

G_E — ширина зоны, которая включает действительную ширину микросхемы без учета выводов вместе с отклонениями в ее конфигурации и часть выводов, не пригодную для монтажа, расположенных в направлении ширины микросхемы;

H_D — общая длина микросхемы;

H_E — общая ширина микросхемы;

h — высота или глубина выступа;

j — ширина выступа;

k — длина выступа;

L, L_D, L_E — длина вывода, пригодная для монтажа;

L_1 — длина вывода, не пригодная для монтажа;

L_2, L_3 — длина вывода, в пределах которой контролируют смещения осей выводов от номинального расположения;

L_p — длина вывода, в пределах которой контролируют смещения плоскостей симметрии выводов от номинального расположения;

n — общее число возможных позиций выводов (действительное количество имеющихся выводов может быть меньше);

n_D — общее число возможных позиций выводов в направлении размера D ;

n_E — общее число возможных позиций выводов в направлении размера E ;

Q — расстояние, определяющее место выхода вывода из корпуса;

93. Размеры микросхем, мм, в корпусе типа 1

Размер *	Минимальный	Максимальный	Размер *	Минимальный	Максимальный
b	0,3	0,5	L_a	—	0,7
$\varnothing b$	0,3	0,5	L_1	—	0,5
$\varnothing b'$	0,4	0,6	L^1	3	8
$\varnothing b_1$	—	1,5	z_1, z_1	—	2,25
c	0,2	0,4			

* $l_{\text{НОМ}} = 2,5$ мм.

94. Размеры корпусов подтипа 11

Типоразмер	n	$D_{\text{тах}}$, мм	$E_{\text{тах}}$, мм	$A_{2\text{тах}}$, мм
1101	7	19,5	4,5	20
1102	9	24,5		

95. Размеры корпусов подтипа 12

Типоразмер	n	$D_{\text{тах}}$, мм	$E_{1\text{НОМ}}$, мм	$E_{\text{тах}}$, мм	$A_{2\text{тах}}$, мм	Типоразмер	n	$D_{\text{тах}}$, мм	$E_{1\text{НОМ}}$, мм	$E_{\text{тах}}$, мм	$A_{2\text{тах}}$, мм
1201	10	14,5	2,5	7	7,5	1210			22,5	27	7,5
1202	14	19,5	7,5	12		1211	28	37	25	29,5	
1203			10	14,5		1212	40	52	32,5	37	
1204	20	27				1213	46	59,5	35	39,5	10
1205	16	22	15	19,5		1214	12	17			20
1206	14	19,5	17,5	22		1215	14	19,5			
1207			25	29,5		1216	16	22	2,5	7	
1208	20	27	12,5	17		1217	20	27			
1209			22,5	29,5		1218	24	32			
						1219	22	29,5	5	9,5	

z_1, z_1 — свес корпуса. Расстояние от номинального расположения оси (плоскости симметрии) позиции крайнего вывода до края тела корпуса;
 α — угол между ключом и осью позиции 1 вывода;
 β — угол между номинальным положением осей позиции выводов, расположенных на окружности;
 θ — угол отгиба выводов.

Для корпусов микросхем установлен шаг позиций выводов и выводных площадок:

- тип 1 — 2,5 мм
- тип 2 — 2,5 мм (для подтипа 22 — 1,25 мм и 2,5 мм)
- тип 3 — под углом $360^\circ/\pi$
- тип 4 — 1,25; 0,625 мм
- тип 5 — 1,25 мм.

Каждому выводу присваивается номер его позиции. Пропуски рядов и отдельных выводов не регламентируются, при этом номер позиции вывода сохраняется. В поперечном сечении выводы бывают круглой, квадратной или прямоугольной формы. Диаметр описанной окружности для выводов с прямоугольным поперечным сечением 1,3 мм и диаметр круглого поперечного сечения 1,2 мм при расстоянии между осями соседних (в ряду) выводов не менее чем 5 мм (для микросхем в корпусах типов 1 и 2). Диаметр круглого поперечного сечения до 1 мм (для микросхем в корпусах подтипа 32). Ширина рабочей части вывода 1,25 и 2,5 при расстоянии между осями плоскостей симметрий соседних (в ряду) выводов не менее чем 2,5 и 5 мм соответственно (для микросхем в корпусах типа 4).

96. Размеры корпусов подтипа 13

Типоразмер	n_D	n_E	D_{\max} , мм	E_{\max} , мм	$A_{2 \max}$, мм
1301	4	4	12	12	7,5
1302	12	4	32		
1303	11	7	29,5	19,5	
1304	8	7	22		
1305	9	5	24,5		

97. Размеры корпусов подтипа 14

Типоразмер	n_D	n_E	D_{\max} , мм	E_{\max} , мм	$A_{2 \max}$, мм
1401	5	5	14,5	14,5	7,5
1402	7		19,5		
1403	8	7	22	19,5	
1404	10	6	27	17	
1405	11	7	29,5	19,5	
1406	12	8	32	22	
1407	22	14	57	37	

Размеры микросхем в корпусе типа 1 (подтипов 11—14) приведены в табл. 93—97 (рис. 26—29).

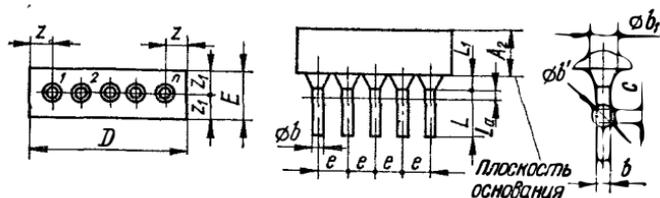


Рис.26. Микросхема в корпусе подтипа 11

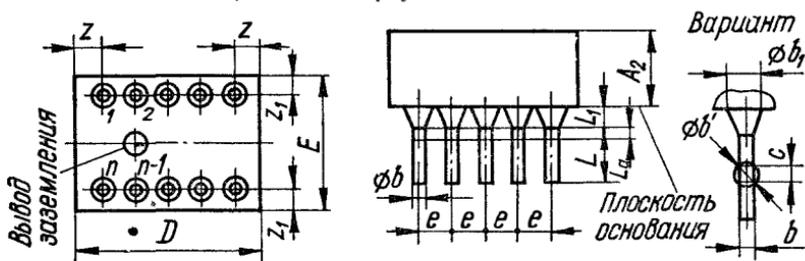


Рис.27. Микросхема в корпусе подтипа 12

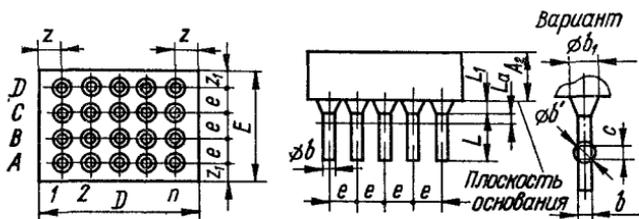


Рис.28. Микросхема в корпусе подтипа 13

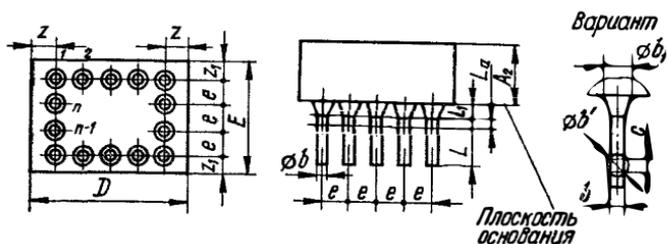


Рис.29. Микросхема в корпусе подтипа 14

98. Размеры микросхем, мм, в корпусе типа 2

Размер	Минимальный	Максимальный	Размер	Минимальный	Максимальный
A_1	0,51	1,8	L	2,54	5
b	0,38	0,59	L_a	—	0,7
b_1	—	1,5	θ	0°	15°
$\varnothing b'$	0,4	0,6	z	—	2,25
a	0,2	0,36			

99. Размеры корпусов подтипа 21

Типо-размер	n	D_{\max} , мм	E_{\max} , мм	$l_{\text{НОМ}}^*$, мм	A_{\max} , мм	Типо-размер	n	D_{\max} , мм	E_{\max} , мм	$l_{\text{НОМ}}^*$, мм	A_{\max} , мм
2101	8	12	7,5	7,5	5	2121	28	37	15	15	6,25
2102	14	19,5				2122	32	42			
2103	16	22				2123	40	52			
2104	18	24,5				2124	42	54,5			
2105	14	19,5	10	10	6,25	2125	44	57	17,5	17,5	7,5
2106	16	22				2126	48	62			
2107	18	24,5				2127	14	19,5			
2108	22	29,5				2128	16	22			
2109	24	32	12,5	12,5	6,25	2129	18	24,5	20	20	20
2110	14	19,5				2130	24	32			
2111	16	22				2131	28	37			
2112	18	34,5				2132	32	42			
2113	24	32	15	15	6,25	2133	40	52	22,5	22,5	22,5
2114	32	42				2134	48	62			
2115	14	19,5				2135	66	84,5			
2116	16	22				2136	64	82			
2117	18	24,5	15	15	6,25	2137	32	42	27,5	27,5	27,5
2118	20	27				2138	30	39,5			
2119	22	29,5				2139	32	42			
2120	24	32									

* $l_{\text{НОМ}} = 2,5$ мм.

100. Размеры корпусов подтипа 22

Типо-размер	n	D_{\max} мм	E'_{\max} мм	$l_{\text{НОМ}}$ мм	$l_{1\text{НОМ}}$ мм	$l_{2\text{НОМ}}$ мм	A_{\max} мм
2201	14	19,5	7,5	2,5	5	10	5
2202	16	22					
2203	40	28,25	22,5	1,25	20	25	6,25
2204	42	29,5					
2205	48	33,25					
2206	42	29,5	17,5	15	20	5	
2207	48	33,25					
2208	62	42	25	22,5	27,5	5	
2209	64	45,75					

* $l_{2\text{НОМ}} = 2,5$ мм.

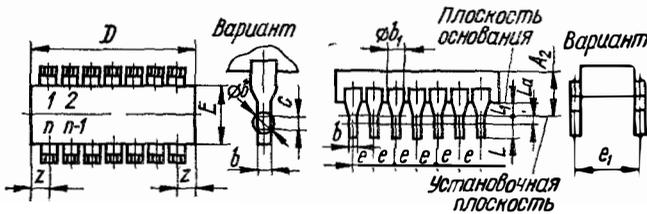


Рис.30 Микросхема в корпусе подтипа 21

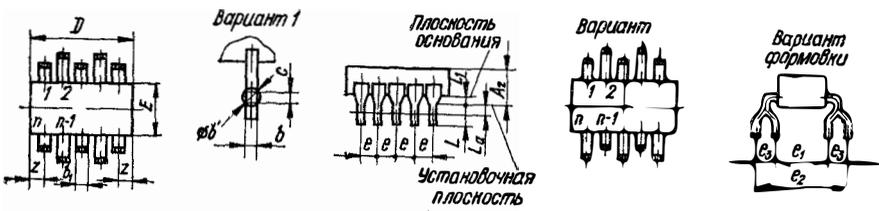


Рис.31. Микросхема в корпусе подтипа 22

Размеры микросхем в корпусе типа 2 (подтипов 21 и 22) приведены в табл. 98—100 (рис. 30 и 31).

Размеры микросхем в корпусе типа 3 (подтипов 31 и 32) приведены в табл. 101—104 (рис. 32 и 33).

Размеры микросхем в корпусе 4 (подтипов 41 и 42) приведены в табл. 105—107 (рис. 34 и 35).

Размеры микросхем в корпусе типа 5 (подтипа 51) приведены в табл. 108 и 109 (рис. 36).

101. Размеры микросхем, мм, в корпусе типа 3 подтипа 31

Размер *	Минимальный	Максимальный	Размер *	Минимальный	Максимальный
$\varnothing b$	0,41	0,51	l	0,71	0,86
$\varnothing b_1$	—	0,76	k	0,74	1,14
$\varnothing D$	9	9,4	L	12,5	14,5
$\varnothing D_1$	8	8,5	L_1	—	0,5
h	0,3	0,8	L_a	—	0,7

* $\varnothing a_{\text{НОМ}} = 5 \text{ мм}$, $\alpha_{\text{НОМ}} = \beta/2$.

102. Размеры корпусов подтипа 31

Типо-размер	n	$A_{2\text{тах}}$, мм	$\alpha_{\text{НОМ}}$, °	$\beta_{\text{НОМ}}$, °
3101	8	4,7	45	45
3102	10		36	36
3103	17		30	30
3104	8	6,6	45	45
3105	10		36	36
3106	12		30	30
3107	12	4,7	15	30
3108		6,6		

103. Размеры микросхем, мм, в корпусе 3 подтипа 32

Размер *	Минимальный	Максимальный
$\varnothing b$	0,7	1
$\varnothing b_1$	—	2,5
h	1,3	3,2
L	3,2	9,2
L_1	—	2
L_a	—	0,5

* $a_{\text{НОМ}} = 12,5 \text{ мм}$.

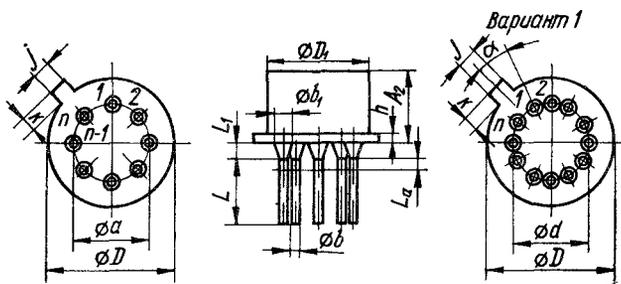


Рис.32. Микросхема в корпусе подтипа 31

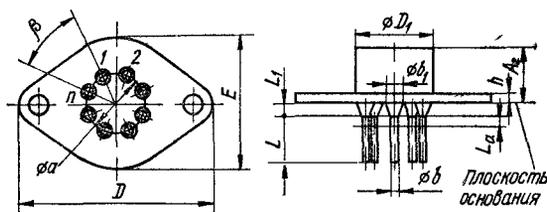


Рис.33. Микросхема в корпусе подтипа 32

104. Размеры корпусов подтипа 32

Типоразмер	<i>n</i>	<i>D</i> _{max} , мм	<i>E</i> _{max} , мм	$\varnothing D_1$ _{max} , мм	<i>A</i> _{2max} , мм	β _{ном.} , °
3201	8	40	27	16,5	15	45
3202	10					36
3203	8			22,86	7,5	45
3204	10				—	36

105. Размеры микросхем, мм, в корпусе типа 4

Размер	Минимальный	Максимальный
<i>b</i>	0,25	0,54
<i>c</i>	0,07	0,2
<i>L_E</i> , <i>L_D</i>	<i>Q</i> + 3	—
<i>L_p</i>	—	0,7
<i>Q</i>	—	<i>A</i> - <i>b</i>
<i>z</i> , <i>z</i> ₁	—	1

106. Размеры корпусов подтипа 41

Типоразмер *	<i>n</i>	<i>D</i> _{max} , мм	<i>G E</i> _{max} , мм	<i>H E</i> _{min} , мм	<i>H E</i> _{max} , мм	<i>A</i> _{max} , мм	
4101	6	4,5	5	11	22,5	2,5	
4102	14	9,5					
4103	8	5,75					
4104	10	7	7,5	13,5	25		
4105	14	9,5					
4106	16	10,75					
4107	11	9,5					
4108	16	10,75	11,25	17,25	28,75		
4109	20	13,25					
4110	24	15,75					
4111	32	20,75			13,75	19,75	36,25
4112	16	10,75					
4113	20	13,25					
4114	24	15,75					
4115	14	9,5	13,75	19,75	36,25		
4116	18	12					
4117	22	14,5					
4118	24	15,75					

Продолжение табл. 106

Типоразмер *	л	D_{max} , мм	G_E max, мм	H_E min, мм	H_E max, мм	A_{max} , мм
4119	28	18,25	13,75	19,75	36,25	5
4120	32	20,75				
4121	34	22				
4122	40	20,75				
4123	48	30,75				
4124	16	10,75	15	21	38,5	
4125	28	18,25				
4126	32	20,75				
4127	36	23,25				
4128	40	25,75				
4129	42	27				
4130	48	30,75				
4131	24	15,75	20	26	42,5	
4132	32	20,75				
4133	44	28,25				
4135	64	40,75				
4136	30	19,5	26,25	32,25	53,75	
4137	34	22				
4138	42	27				
4139	64	40,75				
4140	18	12	20	26	47,5	7,5
4141	42	27	28,75	34,75	55,25	
4142	48	30,75				
4143	50	32				
4144	22	14,5	41,25	47,25	68,75	

Типоразмер *	n	D_{\max} , мм	$G E_{\max}$, мм	$H E_{\min}$, мм	$H E_{\max}$, мм	A_{\max} , мм
4145	38	24,5	41,25	47,25	68,75	7,5
4146	70	44,5				
4147	16	5,175	8,75	14,75	21,25	2,5
4148	32	10,175				
4149	16	5,175	11,25	17,25	23,75	
4150	20	6,425				

* $l_{\text{НОМ}} = 1,25$ мм для подтипов 4101—4146 и $l_{\text{НОМ}} = 0,625$ для подтипов 4147—4150.

107. Размеры корпусов подтипа 42

Типоразмер	n_D	n_E	D_{\max} , $G D_{\max}$, мм	$l_{\text{НОМ}}$, мм	E_{\max} , $G E_{\max}$, мм	$H D_{\min}$, мм	$H E_{\min}$, мм	$H D_{\max}$, мм	$H E_{\max}$, мм	A_{\max} , мм
4201	9	4	12,5	1,25	6,25	18,5	14,75	35	32	5
4202	11	11	14,5		14,5	24,5	24,5	37	37	
4203	16	16	21,25		21,25	36	36	48	48	

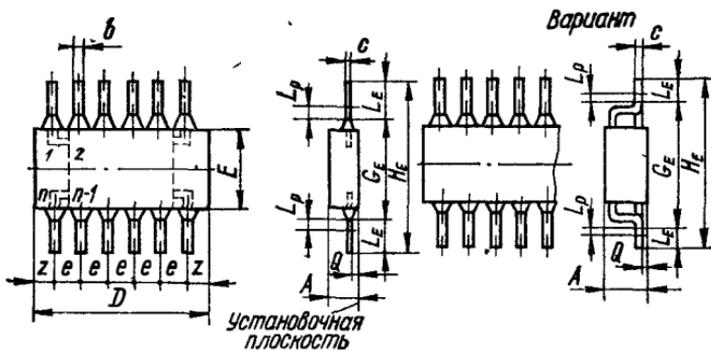


Рис.34. Микросхема в корпусе подтипа 41

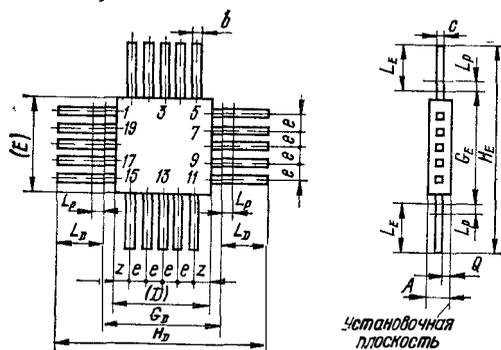


Рис 35. Микросхема в корпусе подтипа 42

108 Размеры микросхем, мм, в корпусе типа 5

Размер	Минимальный	Максимальный
b_2	0,3	0,9
L_2, L_3	0,4	1,6
z	—	1,25
z_1	—	1,25

109. Размеры корпусов подтипа 51

Типоразмер	n_D	n_E	$D_{\max}, E_{\max}, \text{ мм}$	$A_{2\max}, \text{ мм}$
5101	7	5	10	5
5102	9	9	12,5	
5103	11	11	15	
5104	13	11	17,5	
5105	15	13	20	

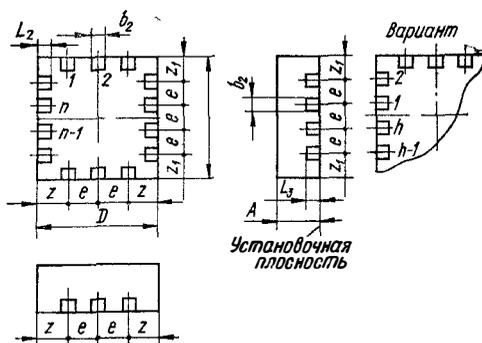
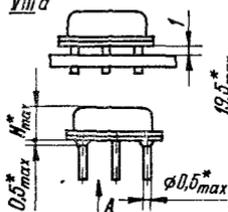


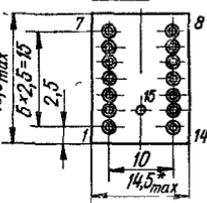
Рис.36. Микросхема в корпусе подтипа 51

151.15-4 — 151.15-8

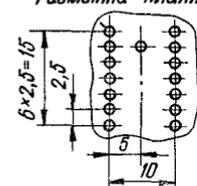
VIII a



Вид А



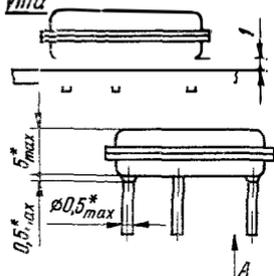
Разметка платы



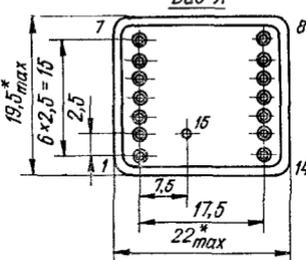
Шифр типоразмера корпуса	N^*_{max} , мм
151.15-4	5
151.15-5	4
151.15-6	3,2
151.15-8	5

153.15-1

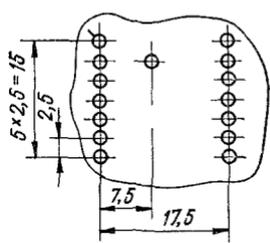
VIII a



Вид А

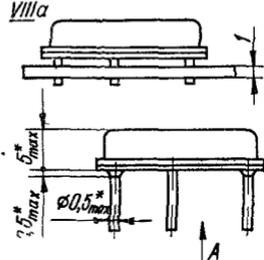


Разметка платы

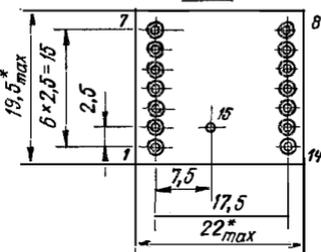


153.15-2

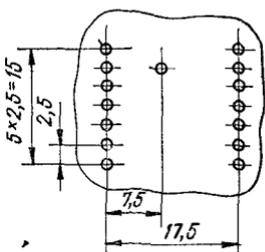
VIII a



Вид А

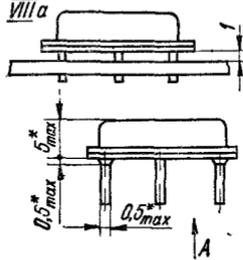


Разметка платы

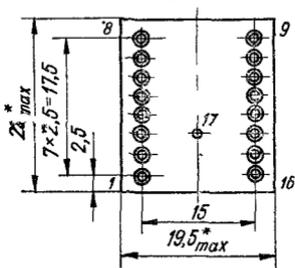


153.17-1

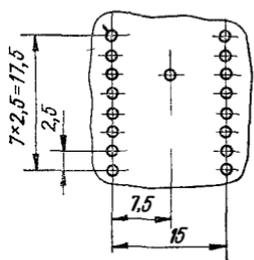
VIII a



Вид А

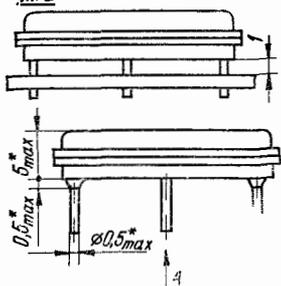


Разметка платы

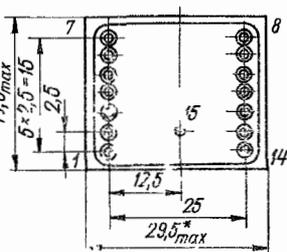


155.15-1

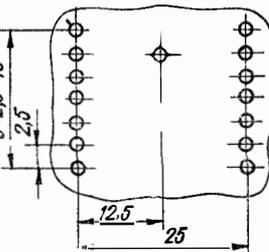
VIII a



Вид А

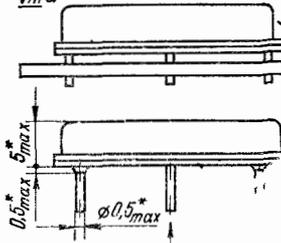


Разметка платы

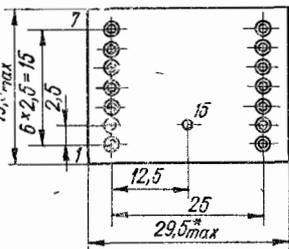


155.15-2

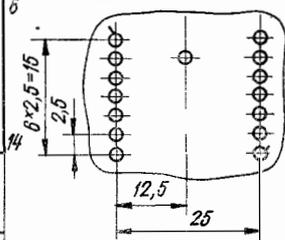
VIII a



Вид А

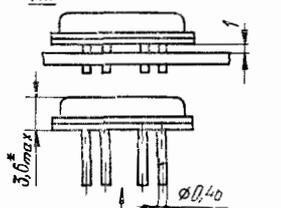


Разметка платы

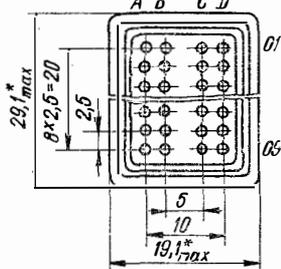


155.35-2

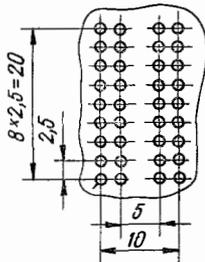
VIII a



Вид А

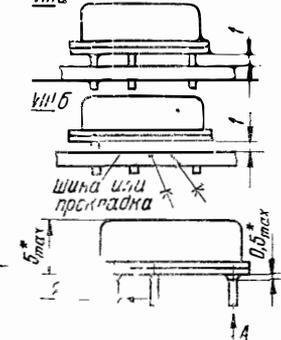


Разметка платы

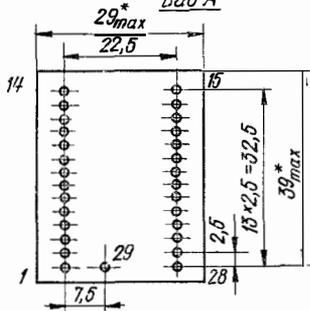


157.29-1

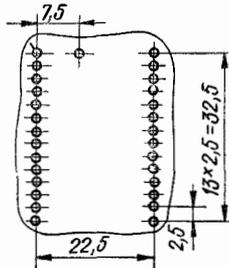
VIII a



Вид А



Разметка платы



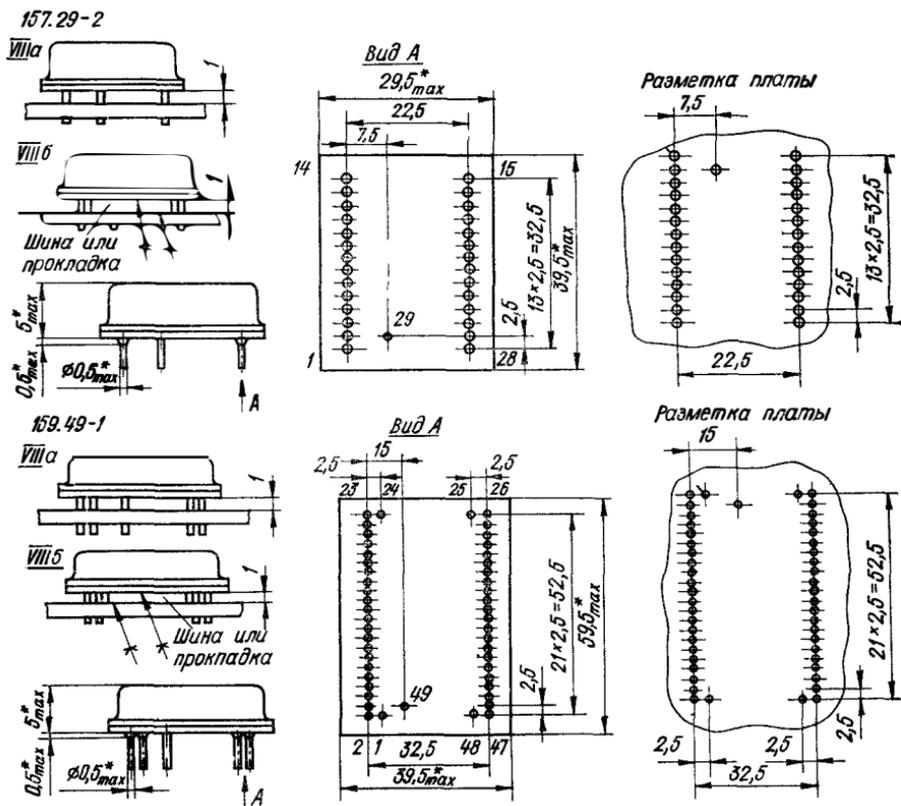


Рис 37. Габаритные и установочные размеры и варианты установки микросхем в корпусе типа 1 (* обозначены размеры для справок)

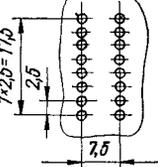
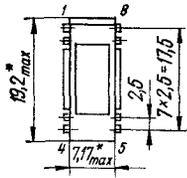
Условное обозначение корпуса при записи в конструкторской документации согласно ГОСТ 17467—79 состоит из: шифра типоразмера корпуса (без буквы К); цифрового индекса, определяющего количество выводов; порядкового регистрационного номера разработки, например корпус 201.14-2.

Начиная с 1.07.1980 г., вновь разрабатываемым и модернизируемым интегральным микросхемам присваивается обозначение, которое состоит из слова корпус, типоразмера микросхемы, включающего подтип корпуса и двухзначное число, обозначающее порядковый номер типоразмера, цифрового индекса, определяющего количество выводов, порядкового регистрационного номера и обозначения стандарта, например корпус 2101.14-5 ГОСТ 17467—79.

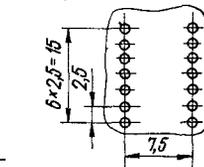
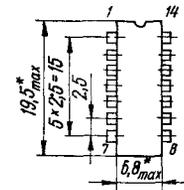
Для микросхем, поставляемых на экспорт, в условном обозначении корпуса вместо порядкового регистрационного номера вводится буквенное обозначение в соответствии с латинским алфавитом, например корпус 2101 14-Е ГОСТ 17467—79

Габаритные и установочные размеры и варианты установки микросхем в корпусе типа 1—4 показаны на рис. 37—40.

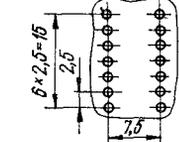
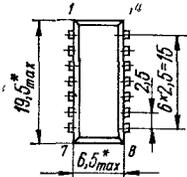
201.8-1



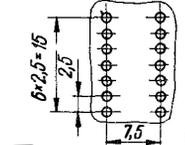
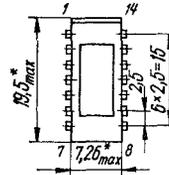
201.11-8



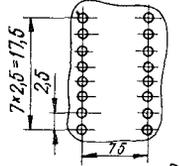
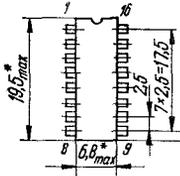
201.14-1



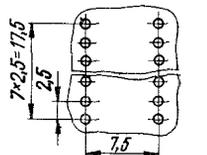
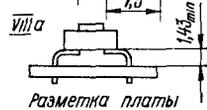
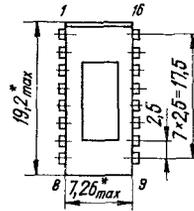
201.14-10



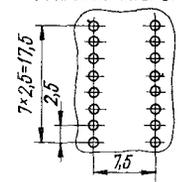
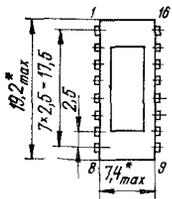
201.15-5



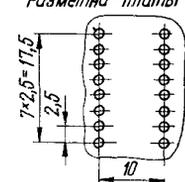
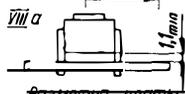
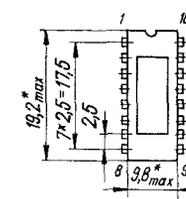
201.15-8



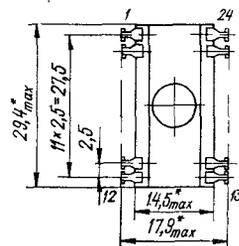
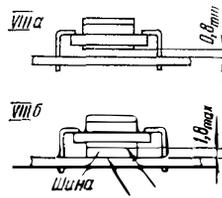
201.16-9; 201.15-13



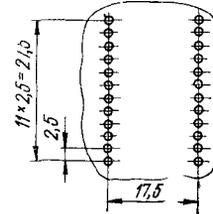
201A.16-1



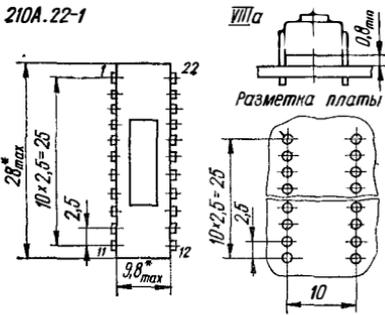
209.24-4



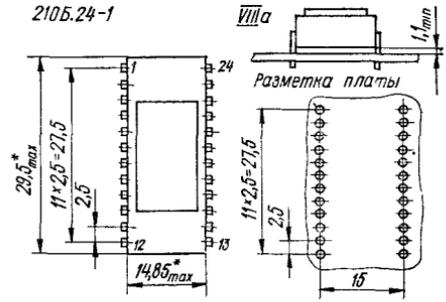
Разметка платы



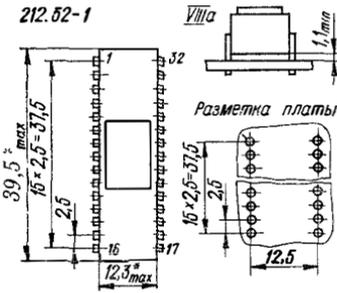
210A.22-1



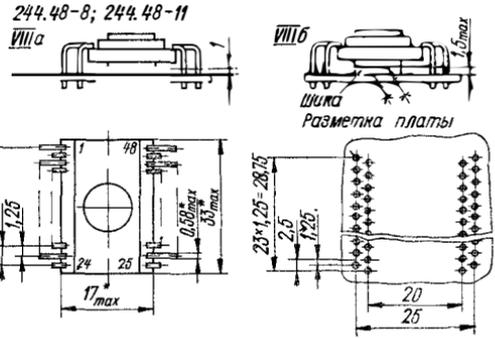
210Б.24-1



212.52-1



244.48-8; 244.48-11



249.42-1

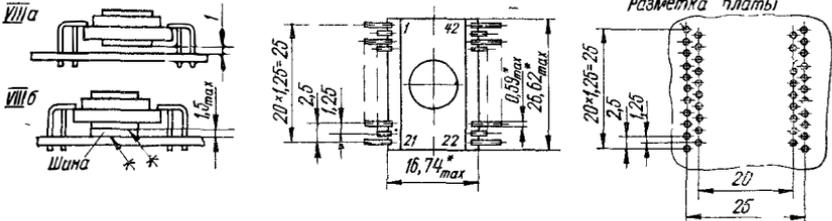
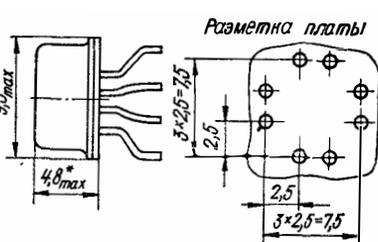
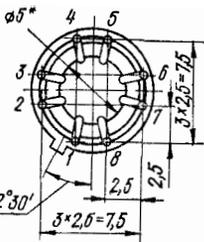
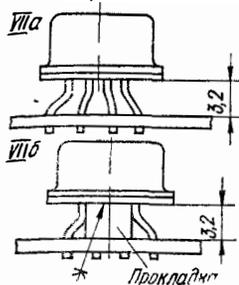


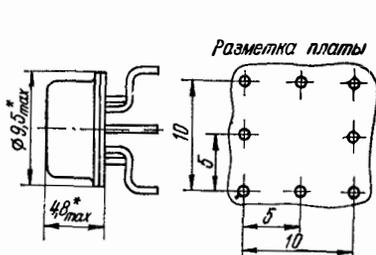
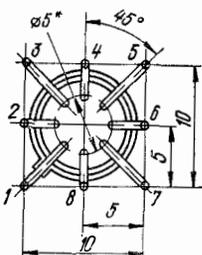
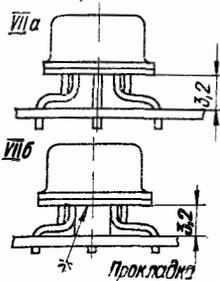
Рис.38. Габаритные и установочные размеры и варианты установки микросхем в корпусе типа 2 (* обозначены размеры для справок)

301.8-1; 301.8-2



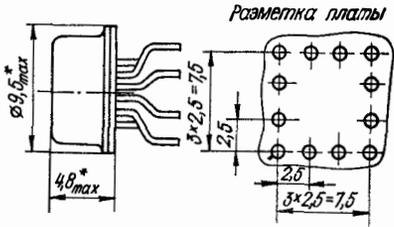
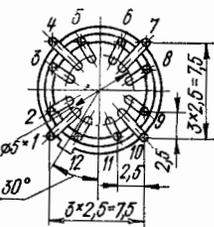
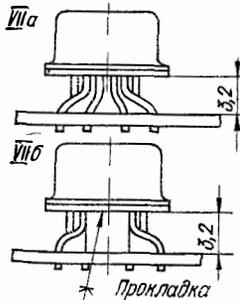
Разметка платы

301.8-1; 301.8-2



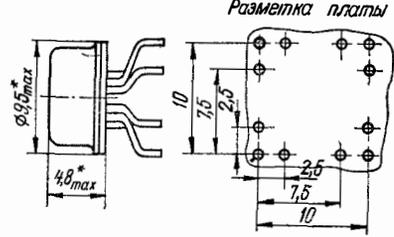
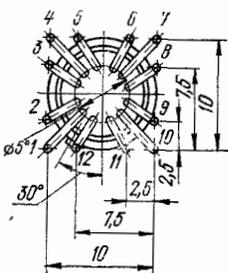
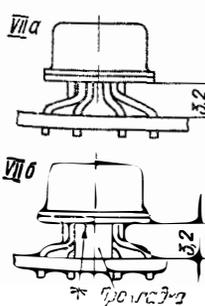
Разметка платы

301.12-1



Разметка платы

301.12-1



Разметка платы

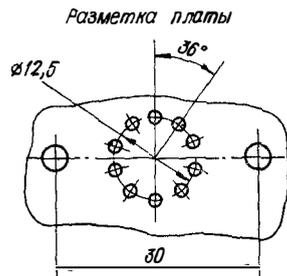
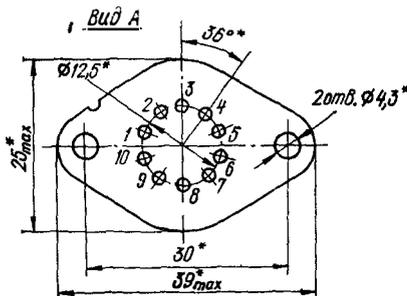
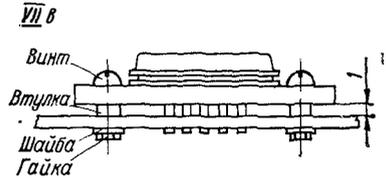
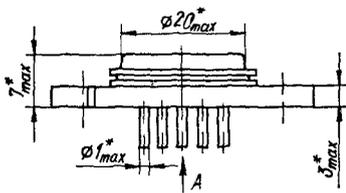
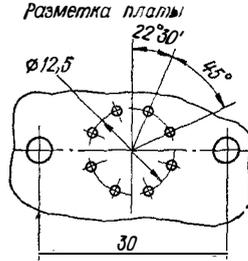
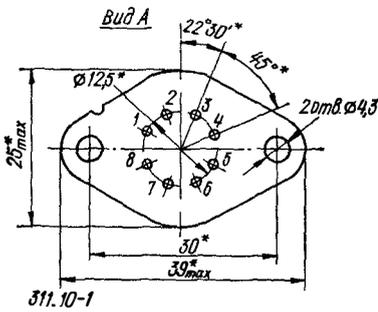
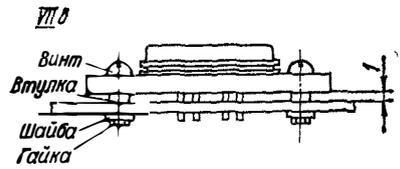
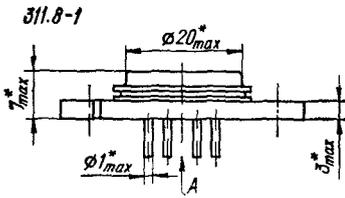


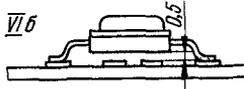
Рис. 39. Габаритные и установочные размеры и варианты установки микросхем в корпусе типа 3 (* обозначены размеры для справок)

401.14-3; 401.14-4; 401.14-5

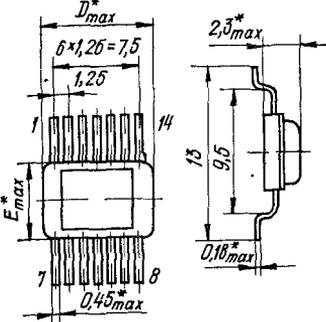
VIa



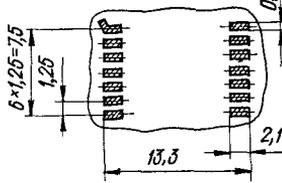
VIб



VIв



Разметка платы



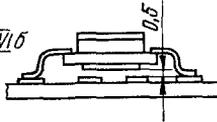
Шифр типоразмера корпуса	h*, мм	H, мм	D*max, мм	E*max, мм
401.14-3	0,8	0,8	9,8	6,5
401.14-5	0,8	0,8	10	6,7
401.14-4	0,95	1	9,8	6,5

402.16-1; 402.16-6

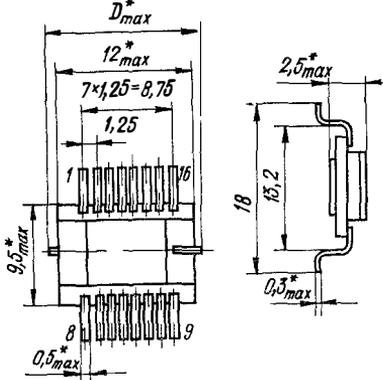
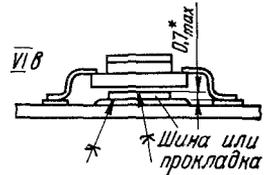
VIa



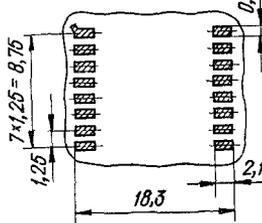
VIб



VIв



Разметка платы



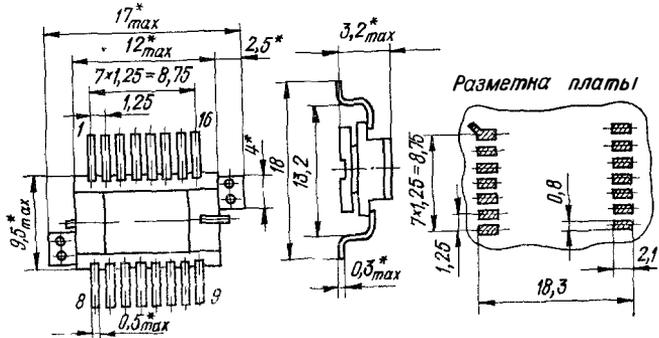
Шифр типоразмера корпуса	D*max, мм
402.16-1	12
402.16-6	13,8

402.16-2; 402.16-7

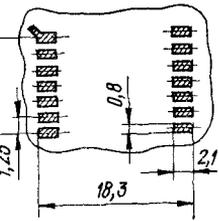
VIa



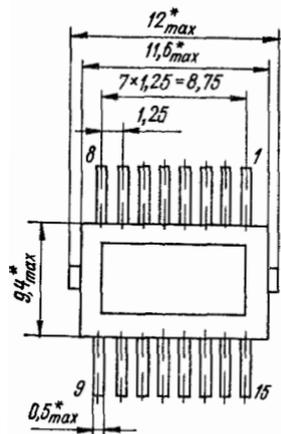
VIб



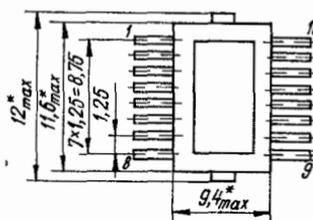
Разметка платы



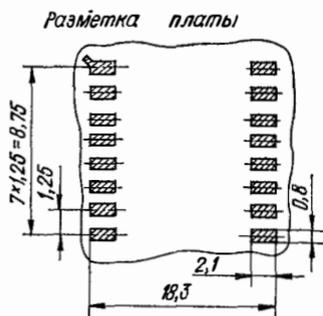
4112.16-1, 4112.16-2



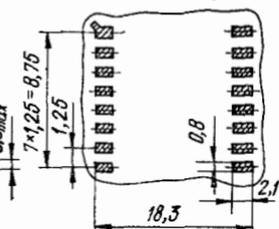
4112.16-3



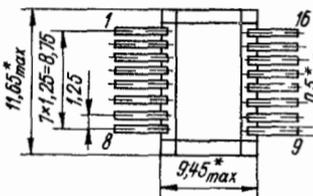
Разметка платы



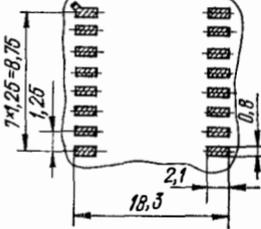
Разметка платы



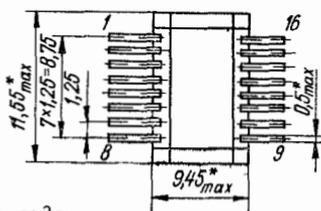
402.16-6; 402.16-21



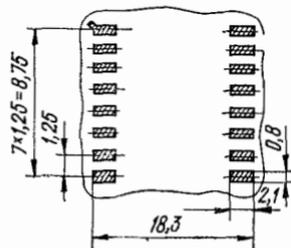
Разметка платы



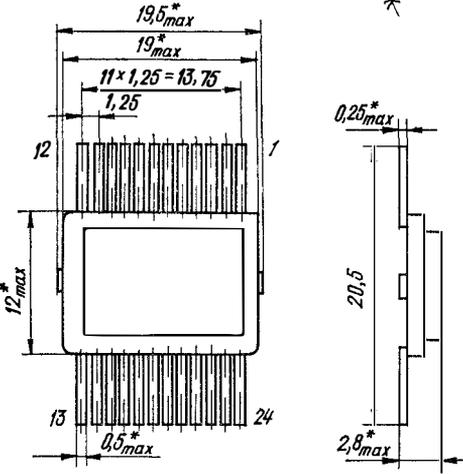
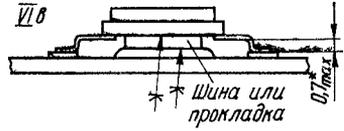
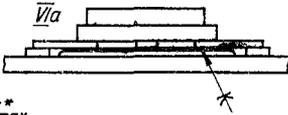
402.16-16; 402.16-21



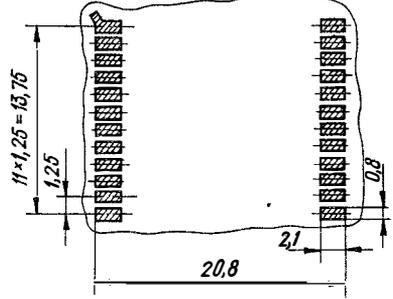
Разметка платы



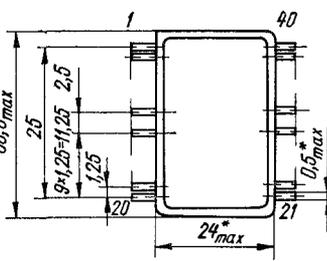
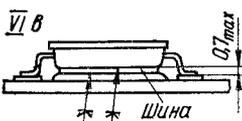
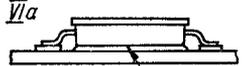
405 24-2



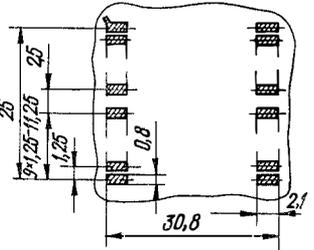
Разметка платы



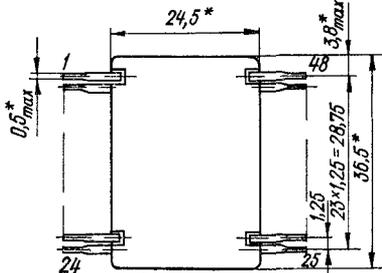
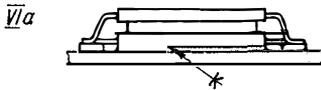
421 40-1



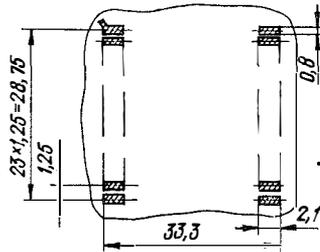
Разметка платы



421 48-2, 422 48-1, 422 48-2; 422.48-3



Разметка платы



Шифр типоразмера корпуса	H* _{max} , мм
421 48-2	5
422 48-1	5,5
422. 48-2	6,5
422 48-3	7,5

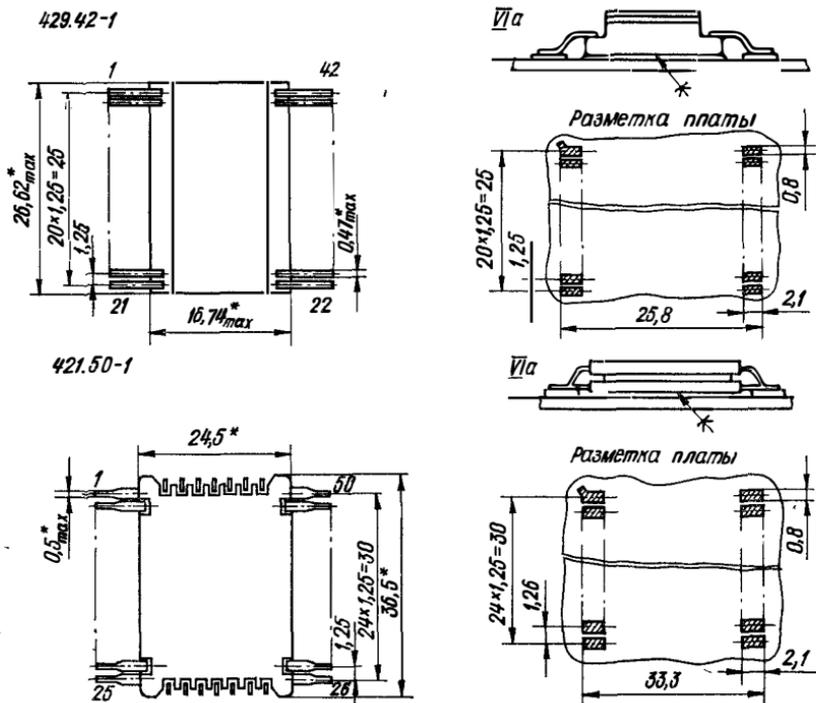


Рис.40. Габаритные и установочные размеры и варианты установки микросхем в корпусе типа 4 (* обозначены размеры для справок)

Глава 7

РЕЛЕ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЛЕ

Электромагнитные реле являются наиболее распространенными элементами РЭА. В связи с развитием средств автоматизации и механизации технологических процессов и средств управления сложными комплексами расширяются области применения реле. Основные достоинства — исключительные электрофизические свойства электрического контакта, универсальность, простота конструкции и схемного использования.

Электромагнитные реле применяют для управления аппаратурой или отдельными ее частями, устройств, приборов и элементов, в схемах контроля и защиты, кодирования, памяти и преобразования информации, управления режимами усилителей, генераторов и т. д.

Электромагнитные реле, питаемые постоянным и переменным током номинальной частоты 50 и 400 Гц, предназначены для коммутации электрических цепей на одну контактную пару, не превышающими соответственно постоянный ток: 10 А, 300 В, 300 Вт; переменный ток частотой до 10 кГц: 10А, 380 В_{эфф}, 100 В · А; переменный ток частотой свыше 10 кГц: 2 А, 300 В_{эфф}, 100 В · А.

Реле классифицируют по принципу действия — на нейтральные, поляризованные; по количеству коммутационных положений — двух- и трехпозиционные; по роду тока в цепи управления — постоянного и переменного токов; по количеству начальных состояний — одно- и двухстабильные; по количеству контактных групп и виду контактов — с замыкающими, размыкающими и переключа-

110. Конструктивные размеры реле

Тип реле	Габаритные размеры, мм				Количество выводов	Масса, г
	L	H	B	d		
РЭС47	23	13	13	1,5	8	9
РЭС48А	21,5	23	11,1	0,9		17
РЭС49	10,4	15,5	5,3	0,7	-5	3,5
РЭС54А	21	24	11,5	0,8	8	22
РЭС59А	21,5	33,5				35
РЭС60	10,8	15,9	6,1	0,6	5	3,5
РЭС79	10,4	10,8	5,3			8
РЭС80			44	18	15	7
РЭС81	22	20			0,8	9
РЭС82			24	20	0,8	13
РЭС83	24	20				0,8
РЭС84			24	24	0,8	
РЭС85	24	24				0,8
РЭС86			21,5	23	11,1	
РЭС90	51	18,5	25	0,8	9	80
РЭС49 РЭС50			30		13	
РЭС51 РЭС52		32	33		17	
РЭС53 РЭС54			35		21	
РЭС55 РЭС56						

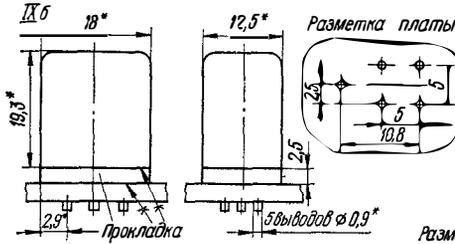
111. Условия эксплуатации реле

Тип реле	Допустимая вибрация			Температура окружающей среды, °С	Масса, г	Атмосферное давление, Па
	Диапазон частот, Гц	Амплитуда, мм	Ускорение, м/с²			
РЭС34	5—20	2,5	—	-60 ... +100	11,5	133 · 10 ⁻⁶ — 213 · 10 ³
	20—50	1,5	—			
РЭС47: серебряные контакты золоченые контакты	50—3000		147	-60 ... +85*	9	1,33 · 10 ⁻⁶ — 304 · 10 ³
	5—50	1	—	-60 .. +75		
	50—1000	—	147	-60 ... +85**		
	1000—3000	—	117,6			
	0,5—20	3	—			
20—60	1	—				
РЭС48А	60—3000	—	147			
РЭС48А	5—50	2	—	-60 ... +85	15,5	1,33 · 10 ⁻⁶ — 304 · 10 ³
	50—1500	—	294			
	1500—3000	—	196			
РЭС49	5—55	—	—	-60 ... +85	3,5	1,33 · 10 ⁻⁶ — 213 · 10 ³
	55—1000	—	294	-60 ... +60* **		
	1000—3000	—	196	-60 ... +70* ⁴		
РЭС55А	5—50	2,5	—	-60 ... +85	6	6 · 10 ³ — 213 · 10 ³
	50—3000	—	245			
РЭС59А, Б	5—50	1,5	—	-60 ... +125* ⁵	35	133 · 10 ⁻⁶ — 306 · 10 ³
	50—2000	—	196	-60 ... +100		
РЭС64А	5—50	1,5	—	-60 ... +85	6	
	50—2000	—	147	-60 ... 70* ⁶		
РПС32	5—50	1,5	—	-60 ... +100	20	133 · 10 ⁻⁶ — 104 · 10 ³
	50—1500	—	196			
	1500—3000	—	147			
РПС34А РПС34Б	5—50	1,5	—	-60 ... +80	43	133 · 10 ⁻⁶ — 213 · 10 ³
	50—1000	—	196		45	
	1000—3000	—	147			
РПС36А РПС36Б	5—50	1,5	—		50	132 · 10 ⁻⁶ — 104 · 10 ³
	50—1000	—	196		52	
	1000—3000	—	98			

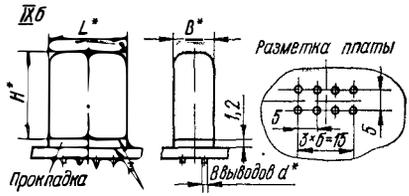
- * Для паспортов РС4.524.371, 375.
 ** Для паспортов РФ4.500.408, 409, 431, 433.
 *** Для паспортов РС4.569 426, 432.
 *⁴ Для паспортов РС4.569 425, 431, 000, 001.
 *⁵ Для паспортов ХП4 500.020.
 *⁶ Для паспортов РС4.569.725.П2.

Примечание. Время работы реле РЭС55А 150 ч, других реле 100 ч.

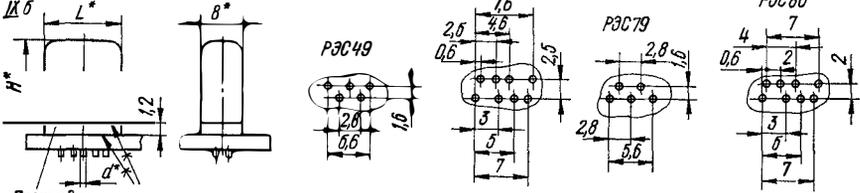
Реле РЭС34



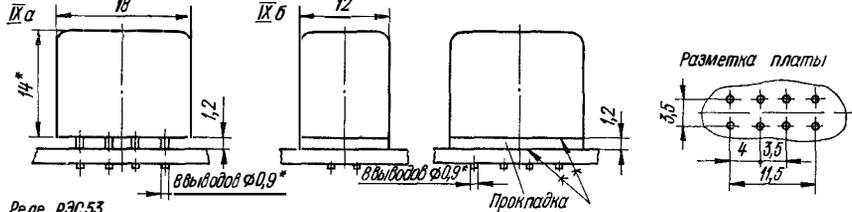
Реле РЭС47, РЭС48А, РЭС54А, РЭС59А, РЭС90



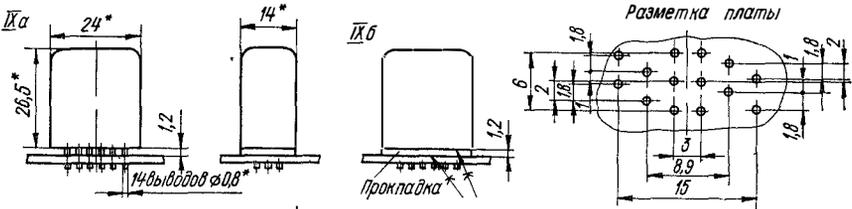
Реле РЭС49, РЭС60, РЭС79, РЭС80



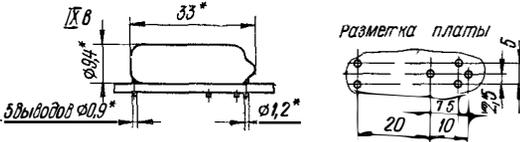
Реле РЭС52



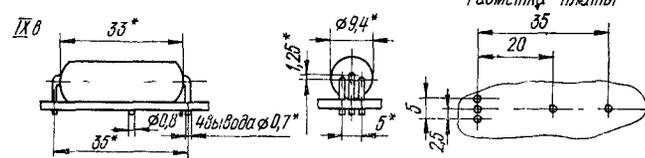
Реле РЭС53



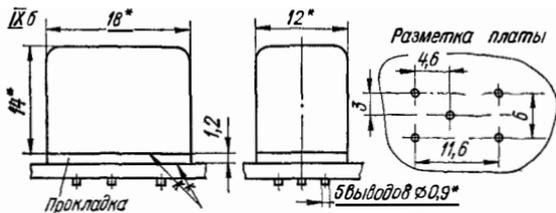
Реле РЭС55А



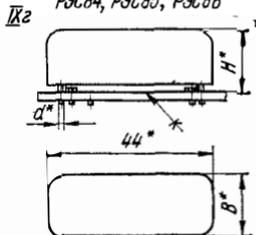
Реле РЭС64А



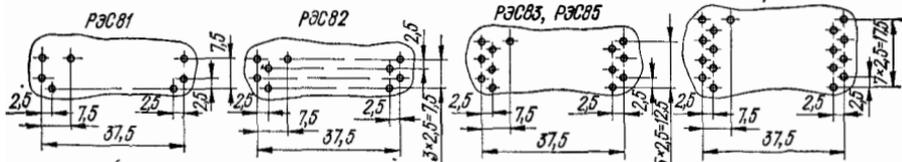
Реле РЭС78



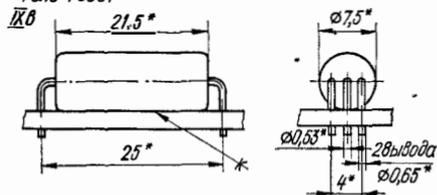
Реле РЭС81, РЭС82, РЭС83, РЭС84, РЭС85, РЭС86



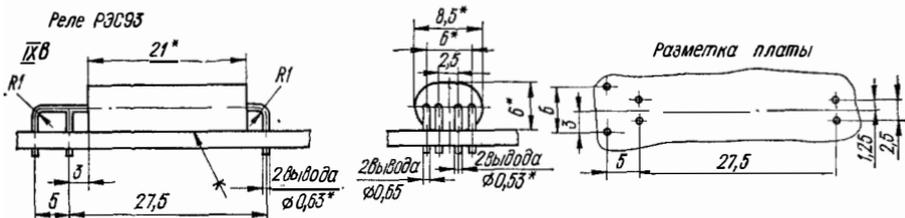
Разметка платы для реле



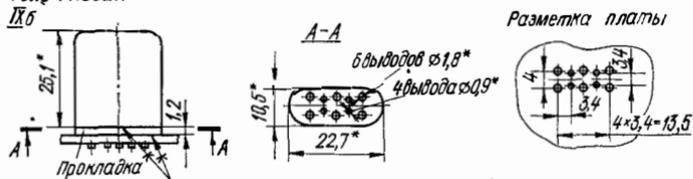
Реле РЭС91



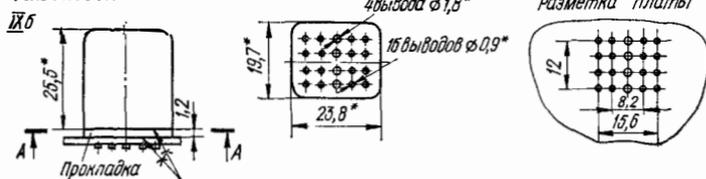
Реле РЭС93



Реле РЭС32А



Реле РЭС34А



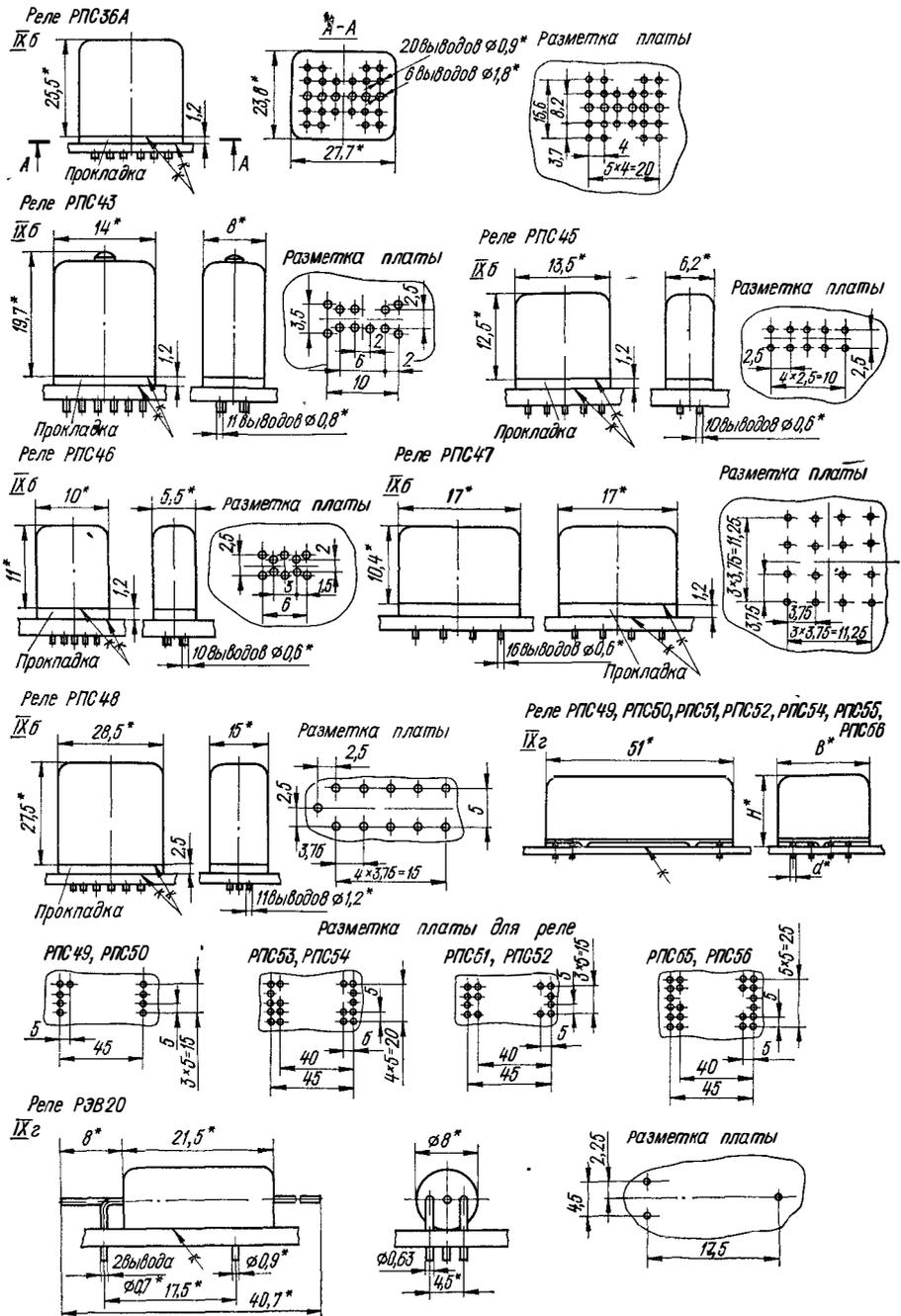


Рис.41. Габаритные и установочные размеры и варианты установки реле (*обозначены размеры для справок)

ющими контактами, с сочетанием размыкающих, замыкающих и переключающих контактов; по конструктивному исполнению—герметичные, негерметичные, с герметичными контактами, герконовые.

Габаритные размеры реле приведены в табл. 110, а условия эксплуатации — в табл. 111. Габаритные и установочные размеры и варианты установки реле показаны на рис. 41.

Глава 8

ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1. РАЗЪЕМЫ

Выбор элементов электрических соединений. Электрические соединения печатных узлов и блоков выполняют с помощью разъемов, соединительных плат, переходных контактов, плоских кабелей и монтажных проводов. Выбор элементов электрических соединений печатных узлов и блоков зависит от конструктивно-технологических и эксплуатационных требований, предъявляемых к РЭА с микросхемами.

В печатных узлах и блоках следует резервировать не менее 10 % выходных контактов от общего числа.

Разъемы используют в печатных узлах и блоках, к которым предъявляют требования легкоъемности и быстрого электрического соединения. Соединительные платы и переходные контакты используют в печатных узлах, к которым предъявляют требования высокой надежности электрических соединений, малых габаритных размеров и массы. Плоские кабели применяют преимущественно в печатных блоках книжной конструкции, они позволяют более рационально использовать объем блока, уменьшить его габаритные размеры и массу, снизить трудоемкость монтажа и повысить надежность электрических соединений.

Разъемы РППМ26. Разъемы состоят из двух частей — вилки Ш и розетки (или гнезда) Г, предназначены для соединения и разъединения взаимно перпендикулярных печатных плат. Розеткам и вилкам присвоены условные обозначения (шифр) согласно классификационным признакам:

Тип разъема	РППМ26
Количество контактов	23, 38, 50, 72

Пример условного обозначения вилки и розетки РППМ26: розетка РППМ26-28Г, вилка РППМ26-28Ш.

Схемы расположения контактов вилок и розеток приведены в табл. 112.

Разъемы ГРППМ5, ГРППМ6, ГРППМ7, ГРППМ8, ГРППМ10 представляют собой низкочастотные, прямоугольные малогабаритные разъемы для печатного монтажа. Розеткам и вилкам присвоены условные обозначения согласно классификационным признакам:

Тип соединителя	ГРППМ5, ГРППМ6, ГРППМ7, ГРППМ3, ГРППМ10
Количество контактов	18, 35, 57
Обозначение конструктивного исполнения хвостовиков контактов:	
объемное	О
накрученное	Н
плавающее	Пл
Вилка с удлинненными хвостовиками штырей	А
Вилка с уменьшенным межрядным расстоянием хвостовиков штырей	Б
Обозначение покрытия контактов:	
золоченое	1
серебряное	2

Пример условного обозначения вилки и розетки: розетка ГРППМ7-18Г1, вилка ГРППМ7-18Ш1.

Соединители имеют следующее исполнение: вилки ГРППМ5, ГРППМ6 и ГРППМ10 угловые, для пайки к ПП, вилки ГРППМ7 и ГРППМ8 прямые, для пайки к ПП и для соединения одножильных медных проводов методом накрутки. Розетки ГРППМ5 и ГРППМ6 предназначены для соединения к каждому

112. Схема расположения контактов вилок и розеток

Шифр	Схема расположения контактов вилок и розеток	Номер схемы	Количество установленных контактов, шт.
РППМ26-72Ш РППМ26-72Г		1	72
РППМ26-50Ш РППМ26-50Г		2	50
РППМ26-38Ш РППМ26-38Г		3	38
РППМ26-28Ш РППМ26-28Г		4	28

Примечание. Незаштрихованный контакт означает отсутствие контакта.

113. Размеры вилки ГРППМ5

Условное обозначение	L, мм	A, мм	A ₁ , мм	n	m	Номер схемы рис. 42	Масса, г
ГРППМ5-18Ш1 ГРППМ5-18Ш2	60,5	42,5	50,5	17	18	1	9
ГРППМ5-35Ш1 ГРППМ5-35Ш2	103	85	93	34	35	2	14

114. Размеры вилки ГРППМ6

Условное обозначение	L, мм	A, мм	A ₁ , мм	n	m	Номер схемы рис. 42	Масса, г
ГРППМ6-35Ш1 ГРППМ6-35Ш2	70	51	60	34	35	4	12
ГРППМ6-57Ш1 ГРППМ6-57Ш2	103	84	93	56	57	5	16

115. Размеры вилки ГРППМ6

Условное обозначение	Номер схемы рис. 42	Масса, г
ГРППМ6-18Ш1 ГРППМ6-18Ш2	3	8

116. Размеры вилки ГРППМ7

Условное обозначение	L, мм	A, мм	A ₁ , мм	A ₂ , мм	H, мм	H ₁ , мм	A ₃ , мм	n	m	Номер схемы рис. 44	Масса, г
ГРППМ7-18Ш1 ГРППМ7-18Ш2	40	20	31		24,5	6	24	8	18	1	12
ГРППМ7-18ША1 ГРППМ7-18ША2					29,8	11,3					
ГРППМ7-30Ш1 ГРППМ7-30Ш2	55	35	46	5,5	24,5	6	39	14	30	2	15
ГРППМ7-30ША1 ГРППМ7-30ША2					29,8	11,3					
ГРППМ7-48Ш1 ГРППМ7-48Ш2	77,5	57,5	68,5		24,5	6	61,5	23	48	3	20
ГРППМ7-48ША1 ГРППМ7-48ША2					29,8	11,3					
ГРППМ7-64Ш1 ГРППМ7-64Ш2	97,5	77,5	88,5		24,5	6	81,5	31	64	4	26
ГРППМ7-64ША1 ГРППМ7-64ША2					29,8	11,3					
ГРППМ7-90Ш1 ГРППМ7-90Ш2	133	110	125	7,5	24,5	6	118	44	90	5	34
ГРППМ7-90ША1 ГРППМ7-90ША2					29,8	11,3					

117. Размеры розетки ГРППМ8

Условное обозначение	L, мм	A, мм	A ₁ , мм	A ₂ , мм	n	m	Номер схемы рис. 43	Масса, г
ГРППМ8-64Г1 ГРППМ8-64Г2	97,5	77,5	88,5	5,5	31	64	4	33
ГРППМ8-90Г1 ГРППМ8-90Г2	133	110	125	7,5	44	90	5	40

118. Размеры вилки ГРППМ10

Условное обозначение	L, мм	A, мм	A ₁ , мм	n	m	Номер схемы рис. 47	Масса, г
ГРППМ10-18Ш1 ГРППМ10-18Ш2	45	20	35	8	18	1	11
ГРППМ10-18ШБ1 ГРППМ10-18ШБ2						6	
ГРППМ10-30Ш1 ГРППМ10-30Ш2	60	35	5	14	30	2	15
ГРППМ10-30ШБ1 ГРППМ10-30ШБ2						7	
ГРППМ10-48Ш1 ГРППМ10-48Ш2	82,5	57,5	72,5	23	48	3	20
ГРППМ10-48ШБ1 ГРППМ10-48ШБ2						8	
ГРППМ10-64Ш1 ГРППМ10-64Ш2	102,5	77,5	92,5	31	64	4	26
ГРППМ10-64ШБ1 ГРППМ10-64ШБ2						9	
ГРППМ10-90Ш1 ГРППМ10-90Ш2	135	110	126	44	90	5	32
ГРППМ10-90ШБ1 ГРППМ10-90ШБ2						10	

Примечание. Размер A₂ = 5/2,5 мм для всех типов.

119. Размеры розетки ГРППМ7

Условное обозначение	L, мм	A, мм	A ₁ , мм	n	m	Номер схемы рис. 43	Масса, г
ГРППМ7-18Г1 ГРППМ7-18Г2	40	20	31	8	18	1	16
ГРППМ7-30Г1 ГРППМ7-30Г2	55	35	46	14	30	2	20
ГРППМ7-48Г1 ГРППМ7-48Г2	77,5	57,5	68,5	23	48	3	26

120. Размеры вилки ГРППМ8

Условное обозначение	L, мм	A, мм	A ₁ , мм	A ₂ , мм	A ₃ , мм	n	m	Номер схемы рис. 45	Масса, г
ГРППМ8-16Ш1 ГРППМ8-16Ш2	55	35	46	5,5	39	7	16	1	12
ГРППМ8-32Ш1 ГРППМ8-32Ш2	97,5	75	88,5	5,5	81,5	15	32	2	20
ГРППМ8-48Ш1 ГРППМ8-48Ш2	133	115	125	5	118	23	48	3	28

121. Размеры розетки ГРППМ8

Условное обозначение	Номер схемы рис. 46	Масса, г
ГРППМ8-16Г1 ГРППМ8-16Г2	1	15
ГРППМ8-32Г1 ГРППМ8-32Г2	2	26
ГРППМ8-48Г1 ГРППМ8-48Г2	3	37

122. Размеры розетки ГРППМ10

Условное обозначение	L, мм	A, мм	A ₁ , мм	A ₂ , мм	n	m	Номер схемы рис. 48	Масса, г
ГРППМ10-18Г1 ГРППМ10-18Г2	45	24	35	20	8	18	1	13
ГРППМ10-30Г1 ГРППМ10-30Г2	60	39	50	35	14	30	2	16
ГРППМ10-48Г1 ГРППМ10-48Г2	82,5	61,5	72,5	57,5	23	48	3	23
ГРППМ10-64Г1 ГРППМ10-64Г2	102,5	81,5	92,5	77,5	31	64	4	30
ГРППМ10-90Г1 ГРППМ10-90Г2	135	114	125	110	44	90	5	35

контакту одного провода сечением до 0,14 мм², розетки ГРППМ7 и ГРППМ8 угловые — для соединения с ПП, розетки ГРППМ10 прямые — для соединения с каждым контактом одного провода сечением 0,35 мм² или двух проводов сечением 0,14 мм².

Конструктивные размеры вилок и розеток соединителей ГРППМ5 — ГРППМ10 приведены в табл. 113—122.

Схемы расположения контактов в вилках и розетках разъемов ГРППМ5 — ГРППМ8 и ГРППМ10 показаны на рис. 42—48

Разъемы ГРППМ1 представляют собой малогабаритные разъемы для печатного монтажа РЭА обычного и специального назначения.

Розеткам и вилкам присвоены условные обозначения согласно классификационным признакам:

Тип разъема	ГРПМ1
Количество контактов	31, 45, 61, 90, 122
Вид контактов.	
штырь	Ш
гнездо гиперболическое	Г
» штампованное	Гш
Обозначение конструктивного исполнения частей разъема:	
Угловое	У
прямое	П
Обозначение покрытия контактов:	
золотное	1
серебряное	2
Обозначение конструктивного исполнения штырей.	
печатное	Не обозначается
монтажное для дополнительного объемного монтажа при разработке устройства	М

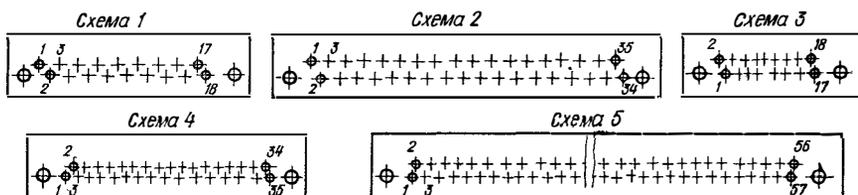


Рис.42. Расположение контактов в вилках разъемов типов ГРПМ5 и ГРПМ6

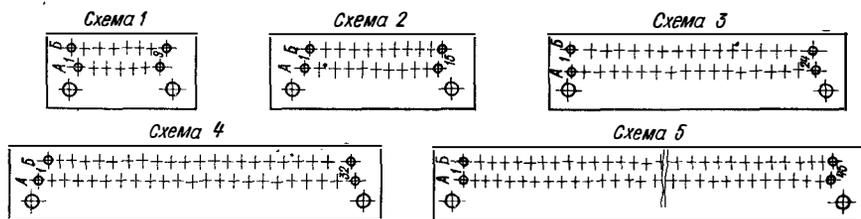


Рис.43. Расположение контактов в розетках разъемов типа ГРПМ7

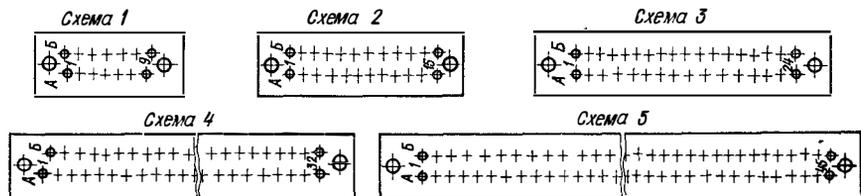


Рис.44. Расположение контактов в вилках разъемов типа ГРПМ7 и ГРПМ8

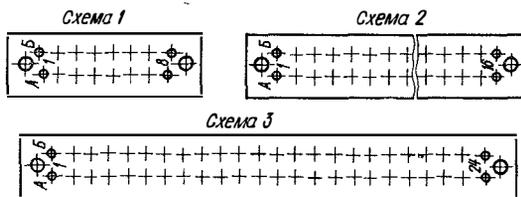


Рис.45. Расположение контактов в вилках типа ГРПМ8

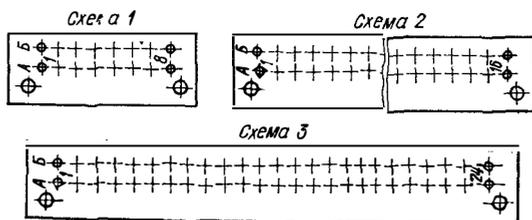


Рис.46. Расположение контактов в розетках типа ГРПМ8

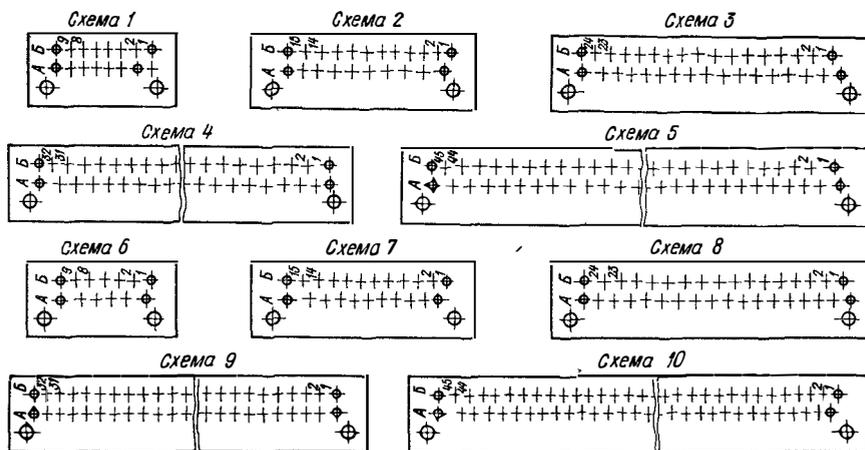


Рис.47. Расположение контактов в вилках типа ГРПМ10

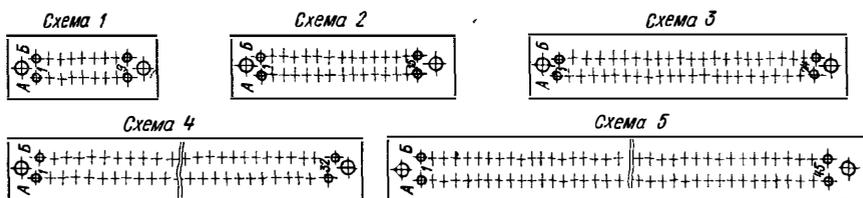


Рис.48. Расположение контактов в розетках типа ГРПМ10

Пример условного обозначения вилки и розетки: вилка ГРПМ1-31ШУ1, розетка ГРПМ1-31ГП2.

Вилки имеют два конструктивных исполнения: угловые 31, 45, 61, 90 и 122 контактные; прямые 31, 45, 61 контактные. Розетки имеют также два конструктивных исполнения: прямые 31, 45, 61 контактные; угловые 31, 45, 61 контактные.

Основные размеры для крепления вилок и розеток приведены в табл 123—127. Схемы расположения контактов в вилках разъемов типа ГРПМ1 показаны на рис. 49.

123. Размеры угловой вилки ГРПМ1

Условное обозначение	Количество контактов	Номер схемы рис. 49	A, мм	L, мм	N, мм	n	Масса, г
ГРПМ1-31ШУ1 ГРПМ1-31ШУ2	31	1	68	78	52,5	15	16
ГРПМ1-45ШУ1 ГРПМ1-45ШУ2	45	2	92	102	77	22	19,8
ГРПМ1-61ШУ1 ГРПМ1-61ШУ2	61	3	120	130	105	30	26

124. Размеры угловой вилки ГРПМ1

Условное обозначение	Количество контактов	Номер схемы рис. 49	Масса, г
ГРПМ1-90ШУ1 ГРПМ1-90ШУ2	90	4	34
ГРПМ1-122ШУ1 ГРПМ2-122ШУ2	122	5	47

125. Размеры прямой вилки ГРПМ1

Условное обозначение	Количество контактов	Номер схемы рис. 49	A, мм	L, мм	l, мм	H, мм	N, мм	n	Масса, г
ГРПМ1-31ШП1 ГРПМ1-31ШП2	31	6	68	78	59	20	52,5	15	15,9
22									
ГРПМ1-31ШП1М ГРПМ1-31ШП2М	45	7	92	102	83	20	77	22	20,4
22									
ГРПМ1-45ШП1 ГРПМ1-45ШП2	61	8	120	130	20	20	105	30	25,7
22									
ГРПМ1-61ШП1 ГРПМ1-61ШП2	61	8	120	130	20	20	105	30	25,7
22									
ГРПМ1-61ШП1М ГРПМ1-61ШП2М	61	8	120	130	20	20	105	30	25,7
22									
ГРПМ1-61ШП1М ГРПМ1-61ШП2М	61	8	120	130	20	20	105	30	25,7
22									

126. Размеры прямой розетки ГРПМ1

Условное обозначение	Количество контактов	Номер схемы рис. 49	A, мм	L, мм	l, мм	N, мм	n	Масса, г
ГРПМ1-31ГП1 ГРПМ1-31ГП2	31	1	68	78	59	52,5	15	17,4
ГРПМ1-45ГП1 ГРПМ1-45ГП2	45	2	92	102	83	77	22	21,2
ГРПМ1-61ГП1 ГРПМ1-61ГП2	61	3	102	130	111	105	30	25,5

127. Размеры угловой розетки ГРПМ1

Условное обозначение	Количество контактов	Номер схемы рис. 49	A, мм	L, мм	N, мм	n	Масса, г
ГРПМ1-31ГУ1 ГРПМ1-31ГУ2	31	6	68	78	52,5	15	18,2
ГРПМ1-45ГУ1 ГРПМ1-45ГУ2	45	7	92	102	77	22	23
ГРПМ1-61ГУ1 ГРПМ1-61ГУ2	61	8	120	130	105	30	28,5

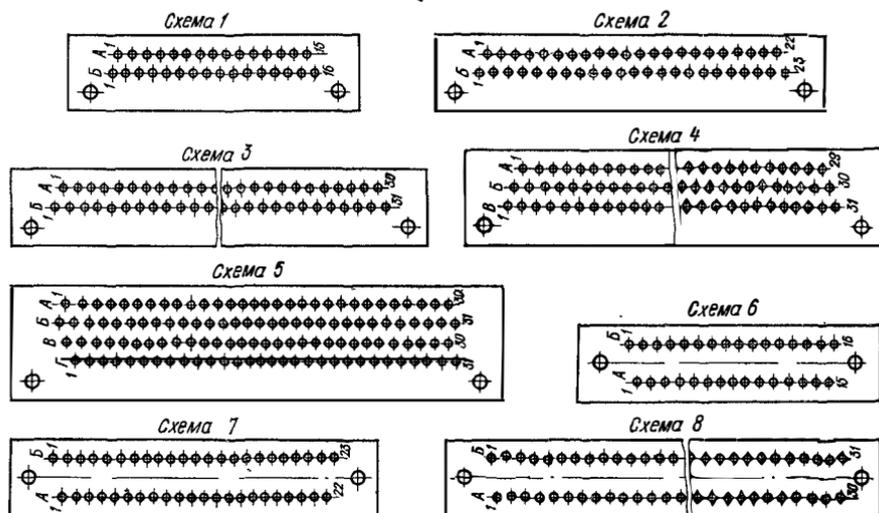


Рис.49. Расположение контактов в вилках разъемов типа ГРПМ1

Разъемы ГРПМ9 представляют собой малогабаритные разъемы для печатного монтажа РЭА обычного и специального назначения. Розеткам и вилкам присвоены условные обозначения согласно классификационным признакам:

Тип разъема	ГРПМ9
Количество контактов	14, 18, 30, 31, 42, 52, 62
Обозначение конструктивного исполнения частей разъема:	
прямое	П
угловое	У
внахлест	Н
Обозначение покрытия контактов:	
золоченое	1
сербряное	2

Пример условного обозначения вилки и розетки: вилка ГРПМ9-18ШУ1, розетка ГРПМ9-18ГП1.

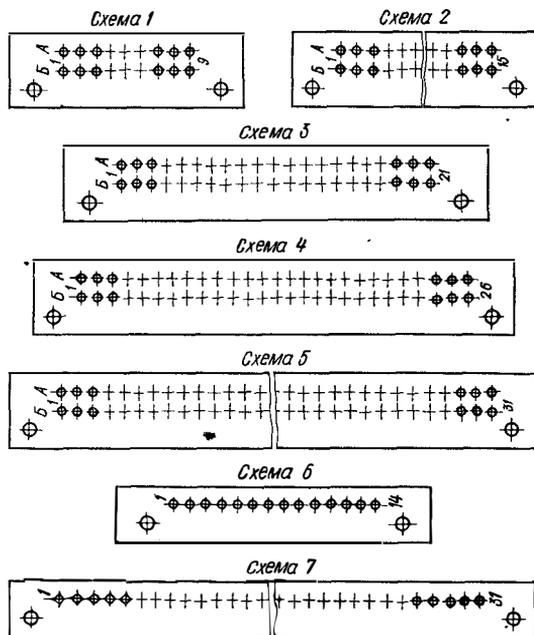


Рис. 50. Расположение контактов в вилках разъемов типа ГРПМ9

Вилки имеют два конструктивных исполнения: угловые 14, 18, 30, 31, 42, 52, 62 контактные; со средним расположением печатной платы 14, 18, 30, 31, 42, 52, 62 контактные.

Розетки, контакты которых подпаивают к монтажным проводам и к печатным платам, имеют следующее конструктивное исполнение: для струнного проводного монтажа (с наличием гребенки) 14, 18, 30, 31, 42, 52, 62 контактные; для печатного монтажа (без гребенки) 14, 18, 30, 31, 42, 52, 62 контактные.

Основные размеры для крепления вилок и розеток приведены в табл. 127—129.

Схемы расположения контактов в вилках разъемов ГРПМ9 изображены на рис. 50.

Разъемы ГРПМЗ предназначены для печатного монтажа.

Розеткам и вилкам присвоены условные обозначения согласно классификационным признакам: обозначение серии разъема; номер конструкции; количество контактов; обозначение конструктивного исполнения.

127. Размеры угловой вилки ГРПМ9

Условное обозначение	A , мм	A_1 , мм	L , мм	N , мм	n	m	Номер схемы рис. 50	Масса, г
ГРПМ9-18ШУ1 ГРПМ9-18ШУ2	45	7,5	55	30	8	18	1	11,8
ГРПМ9-30ШУ1 ГРПМ9-30ШУ2	68	7,75	78	52,5	14	30	2	16,3
ГРПМ9-42ШУ1 ГРПМ9-42ШУ2	90	7,5	100	75	20	42	3	20,5
ГРПМ9-52ШУ1 ГРПМ9-52ШУ2	110	8,125	120	93,75	25	52	4	24,6
ГРПМ9-62ШУ1 ГРПМ9-62ШУ2	128	7,75	138	112,5	30	62	5	28,4
ГРПМ9-14ШУ1 ГРПМ9-14ШУ2	65	8,125	75	58,75	13	14	6	11,5
ГРПМ9-31Ш1 ГРПМ9-31Ш2	128	7,175	138	112,5	30	31	7	19,8

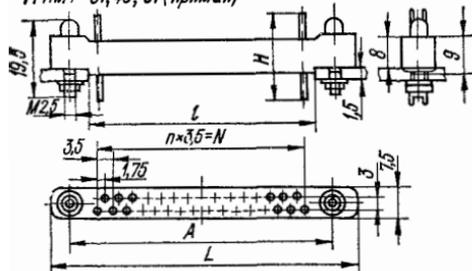
128. Размеры вилки ГРПМ9 со средним расположением печатной платы

Условное обозначение	A , мм	A_1 , мм	L , мм	N , мм	n	m	Номер схемы рис. 50	Масса, г
ГРПМ9-18ШН1 ГРПМ9-18ШН2	45	7,5	55	30	8	18	1	13,2
ГРПМ9-30ШН1 ГРПМ9-30ШН2	68	7,75	78	52,5	14	30	2	18,9
ГРПМ9-42ШН1 ГРПМ9-42ШН2	90	7,5	100	78	20	42	3	24,6
ГРПМ9-52ШН1 ГРПМ9-52ШН2	110	8,125	120	93,75	25	52	4	29,6
ГРПМ9-62ШН1 ГРПМ9-62ШН2	128	7,75	138	112,5	30	62	5	34,3
ГРПМ9-14ШН1 ГРПМ9-14ШН2	65	8,125	75	48,75	13	14	6	13,5
ГРПМ9-31ШН1 ГРПМ9-31ШН2	128	7,75	138	112,5	30	31	7	24

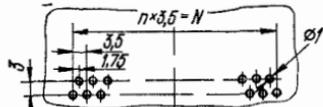
129. Размеры розеток ГРПМ9

Условное обозначение	Количество контактов	L, мм	A, мм	N, мм	l, мм	n	Номер схемы рис. 50	Масса, г
ГРПМ9-18ГС1 ГРПМ9-18ГС2	18	55	45	30	36	8	1	18,1
ГРПМ9-30ГС1 ГРПМ9-30ГС2	30	78	68	52,5	59	14	2	25,4
ГРПМ9-42ГС1 ГРПМ9-42ГС2	42	100	90	75	81	20	3	32,7
ГРПМ9-52ГС1 ГРПМ9-52ГС2	52	120	110	93,75	101	25	4	38,5
ГРПМ9-62ГС1 ГРПМ9-62ГС2	62	138	128	112,5	119	30	5	44,7
ГРПМ9-18ГП1 ГРПМ9-18ГП2	18	55	45	30	36	8	1	14
ГРПМ9-30ГП1 ГРПМ9-30ГП2	30	78	68	52,5	59	14	2	20
ГРПМ9-42ГП1 ГРПМ9-42ГП2	42	100	90	75	81	20	3	25,9
ГРПМ9-52ГП1 ГРПМ9-52ГП2	52	120	110	93,75	101	25	4	30,7
ГРПМ9-62ГП1 ГРПМ9-62ГП2	62	138	128	112,5	119	30	5	35,7
ГРПМ9-14ГС1 ГРПМ9-14ГС2	14	75	65	48,75	57	13	6	19,5
ГРПМ9-31ГС1 ГРПМ9-31ГС2	31	138	128	112,5	120	30	7	33,4
ГРПМ9-14ГП1 ГРПМ9-14ГП2	14	75	65	48,75	57	13	6	13,6
ГРПМ9-31ГП1 ГРПМ9-31ГП2	31	138	128	112,5	120	30	7	23,6

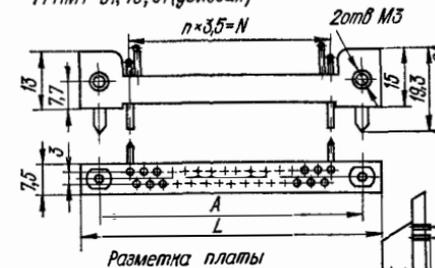
ГРПМ1-31, 45, 61 (прямая)



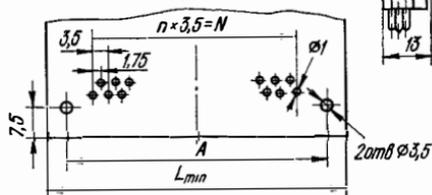
Разметка платы



ГРПМ1-31, 45, 61 (угловая)

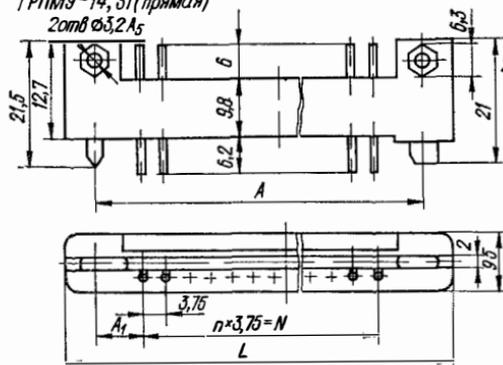


Разметка платы

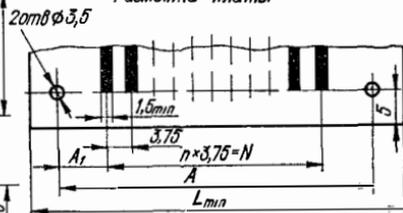


ГРПМ9-14, 31 (прямая)

20mm phi 2.15

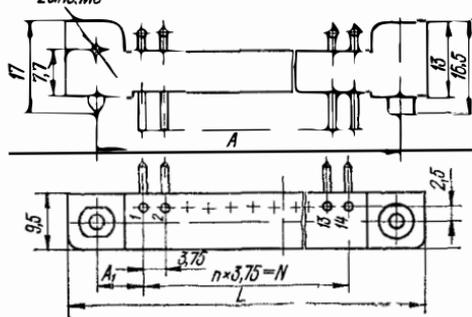


Разметка платы

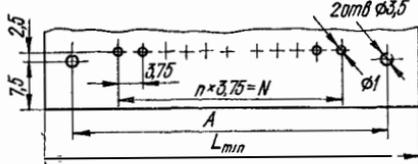


ГРПМ9-14, 31 (угловая)

20mm M5

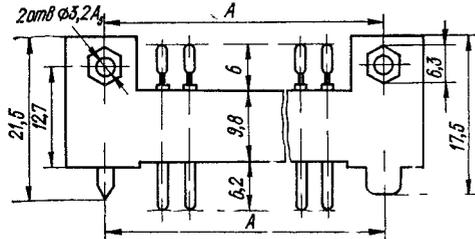


Разметка платы



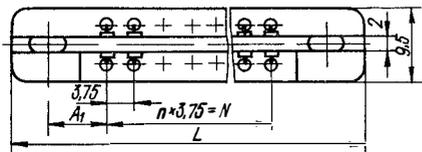
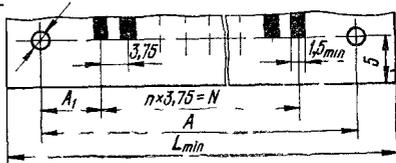
ГРПМ9-18, 30, 42, 52, 62 (прямая)

2отв $\phi 3,2A_1$



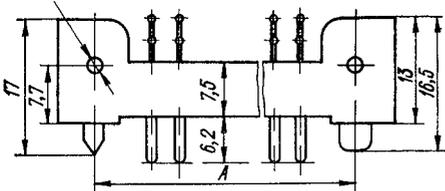
Разметка платы

2отв $\phi 3,5$



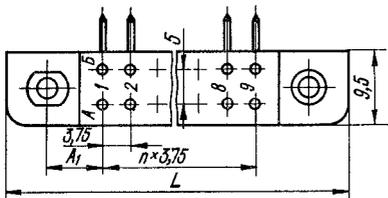
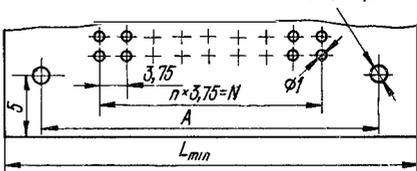
ГРПМ9-18, 30, 42, 52, 62 (угловая)

2отв М3



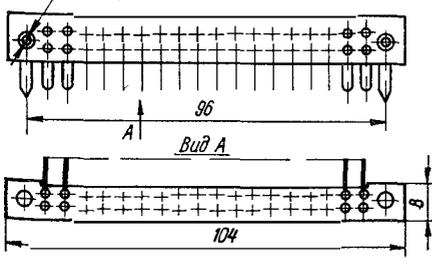
Разметка платы

2отв $\phi 3,5$

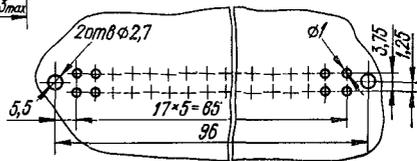


ГРППЗ

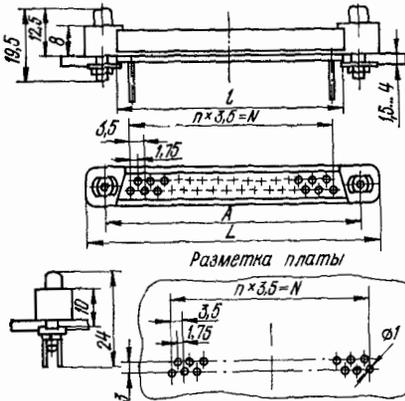
2отв М2,5



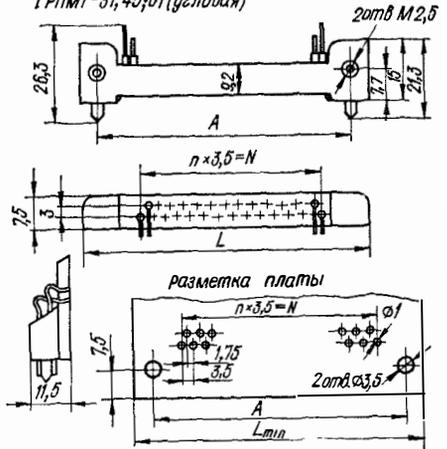
Разметка платы



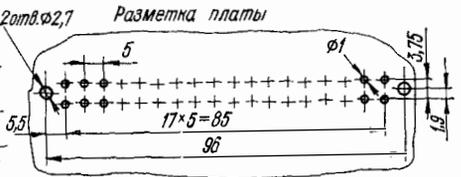
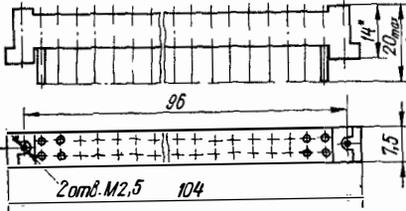
ГРПМ1-31, 45, 51 (прямая)



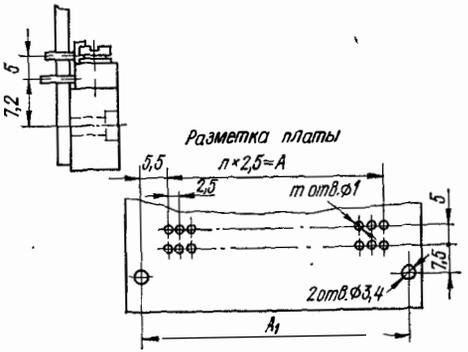
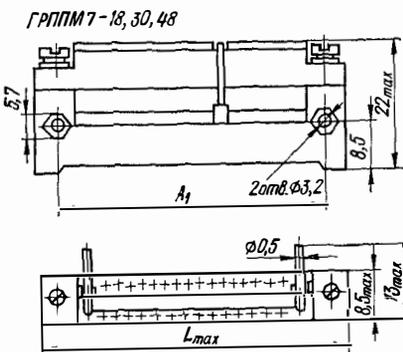
ГРПМ1-31, 45, 51 (угловая)



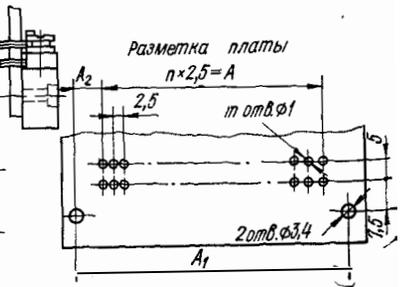
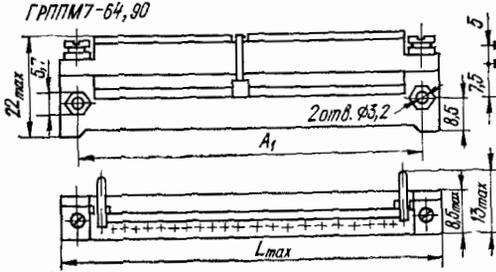
ГРПМ3 (прямая)



ГРПМ7-13, 30, 48



ГРПМ7-64, 90



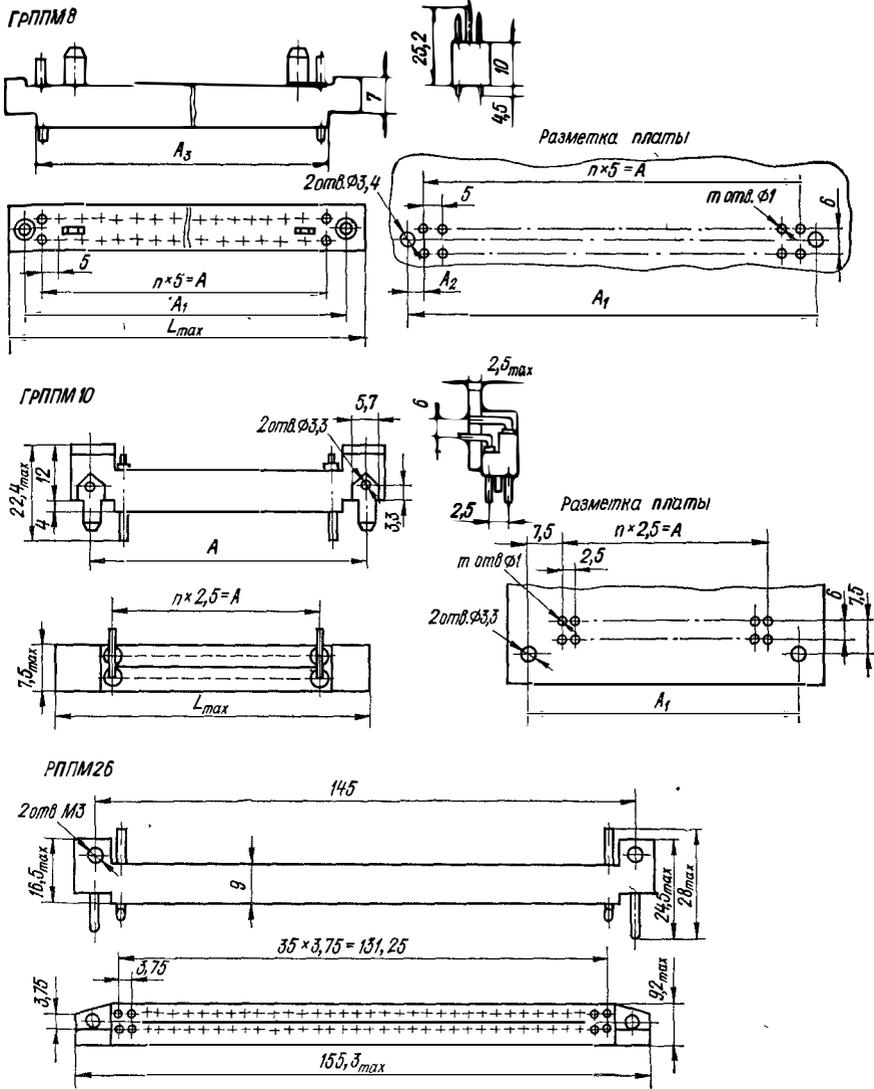
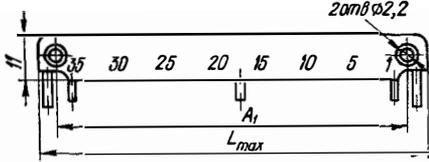
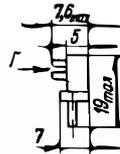
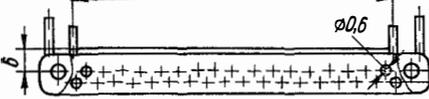


Рис.51. Конструктивные размеры вилок

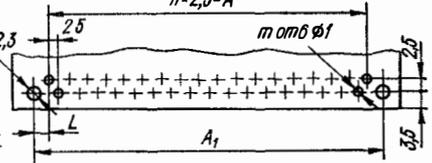
ГРППМ5



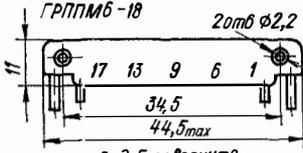
Вид Г повернуто
 $n \times 2,5 = A$



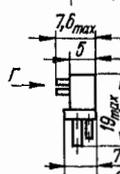
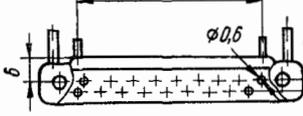
Разметка платы
 $n \times 2,5 = A$



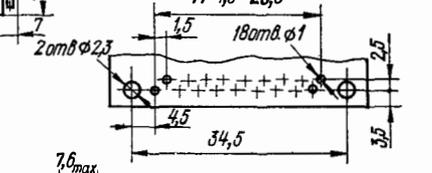
ГРППМ6-18



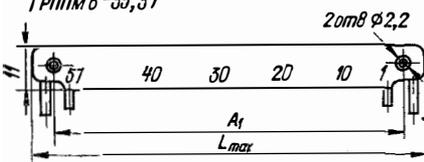
Вид Г повернуто
 $17 \times 1,5 = 25,5$



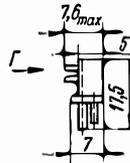
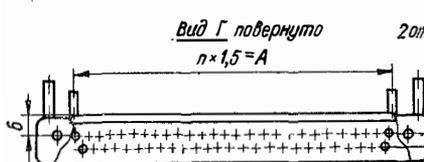
Разметка платы
 $17 \times 1,5 = 25,5$



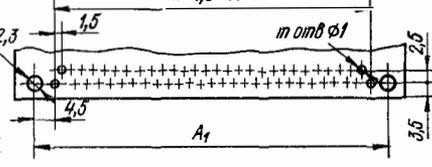
ГРППМ6-35,37



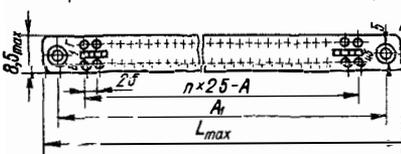
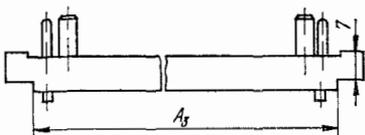
Вид Г повернуто
 $n \times 1,5 = A$



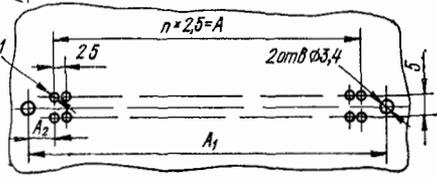
Разметка платы
 $n \times 1,5 = A$



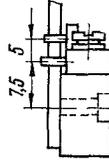
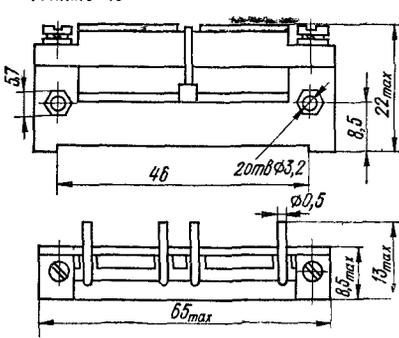
ГРППМ7



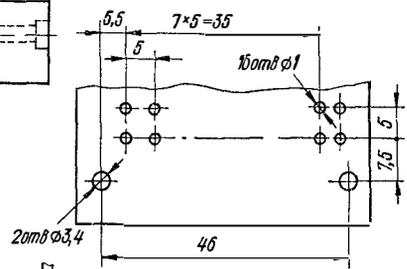
Разметка платы
 $n \times 2,5 = A$



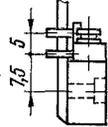
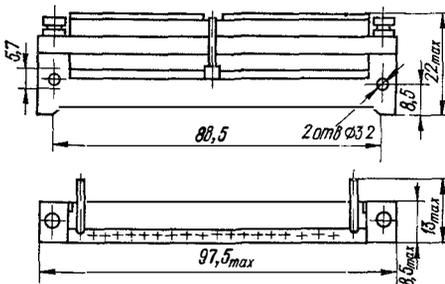
ГРППМВ-16



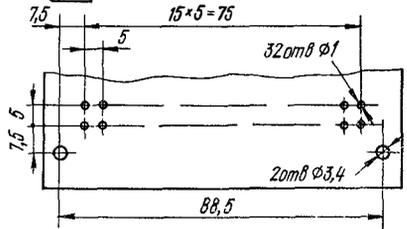
Разметка платы



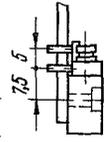
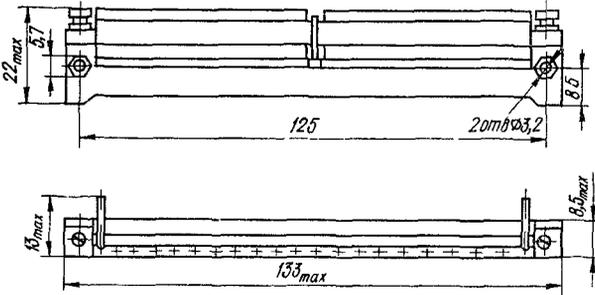
ГРППМВ-32



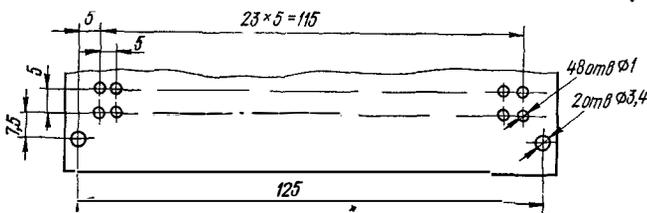
Разметка платы



ГРППМВ-48



Разметка платы



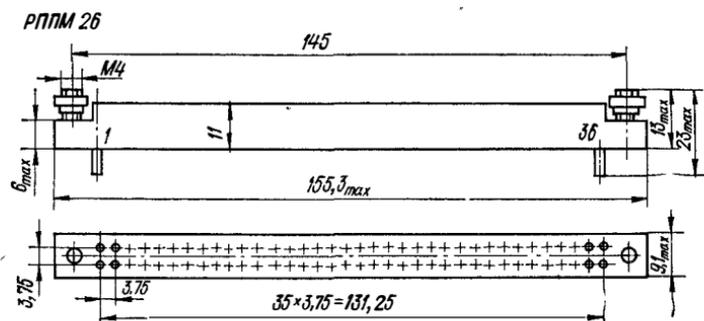
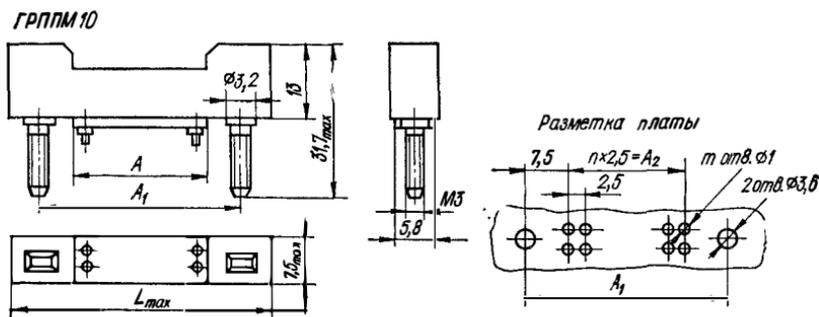


Рис.52. Конструктивные размеры розеток

Пример условного обозначения вилки и розетки — вилка ГРППЗ-36Ш, розетка ГРППЗ-36Г.

Схемы расположения контактов в вилках разъемов приведены в табл. 130, а конструктивные размеры вилок и розеток показаны на рис. 51 и 52.

130. Схема расположения контактов в вилках

Условное обозначение	Расположение контактов в вилках	Масса, г																																				
ГРППЗ-36Ш ГРППЗ-36Г	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td></tr> <tr><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																					
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																					
ГРППЗ-(36) 24Ш ГРППЗ-(36) 24Г	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>5</td><td>7</td><td>8</td><td></td><td></td><td>11</td><td>12</td><td>14</td><td>15</td><td>17</td><td>18</td></tr> <tr><td>19</td><td>20</td><td>22</td><td>23</td><td>25</td><td>26</td><td></td><td></td><td>29</td><td>30</td><td>32</td><td>33</td><td>35</td><td>36</td></tr> </table>	1	2	4	5	7	8			11	12	14	15	17	18	19	20	22	23	25	26			29	30	32	33	35	36	22,5								
1	2	4	5	7	8			11	12	14	15	17	18																									
19	20	22	23	25	26			29	30	32	33	35	36																									
ГРППЗ-(36) 16Ш ГРППЗ-(36) 16Г	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td><td>5</td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td>11</td><td></td><td>14</td><td></td><td>17</td><td>18</td></tr> <tr><td>19</td><td>20</td><td></td><td>23</td><td></td><td>26</td><td></td><td></td><td>29</td><td></td><td>32</td><td></td><td>35</td><td>36</td></tr> </table>	1	2		5		8			11		14		17	18	19	20		23		26			29		32		35	36	21,5								
1	2		5		8			11		14		17	18																									
19	20		23		26			29		32		35	36																									

2. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ПЛАТЫ

Предназначены для работы в электрических цепях постоянного и переменного тока. На платах ПСП1—ПСП3, ПСП16—ПСП18 маркируются порядковые номера контактов. Номера контактов плат ПСП5, ПСП10—ПСП13 не маркируются. Маркировка этих плат осуществляется при монтаже.

Плате каждого типоразмера присваивается условное обозначение, состоящее из группы исполнения (3 или 4); типа платы (ПСП — платы соединительные для печатного монтажа); порядкового номера типа платы; количества контактов.

Пример записи платы 4ПСП-10 ОСТ4 ГО. 366.200.

Размеры и масса плат приведены в табл. 131—136. Конструктивные размеры плат ПСП1—ПСП18 и разметка платы для крепления показаны на рис. 53—63.

131. Размеры и масса плат ЗПСП1—ЗПСП9

Тип платы	L, мм	Масса, г	Тип платы	L, мм	Масса, г	Тип платы	L, мм	Масса, г
ЗПСП1-4 4ПСП1-4	19,7	0,8 1,1	ЗПСП3-4 4ПСП3-4	19,7	1,36 1,91	ЗПСП3-12 4ПСП3-12	59,7	4,1 5,75
ЗПСП1-6 4ПСП1-6	29,7	1,07 1,59	ЗПСП3-6 4ПСП3-6	29,7	2,05 2,87	ЗПСП8-22 4ПСП8-22	56,5	5,7 6,5
ЗПСП2-4 4ПСП2-4	19,7	0,82 1,24	ЗПСП3-8 4ПСП3-8	39,7	2,74 3,84	ЗПСП8-30 4ПСП8-30	76,5	7,5 8,5
ЗПСП2-6 4ПСП2-6	29,7	1,22 1,82	ЗПСП3-10 4ПСП3-10	49,7	3,42 4,8	ЗПСП9-10 4ПСП9-10	25	0,71 0,94
						ЗПСП9-16 4ПСП9-16	40	1,08 1,4

132. Масса плат ЗПСП4—ЗПСП18

Тип платы	Масса, г
ЗПСП4-20 4ПСП4-20	4,6 6,06
ЗПСП5-20 4ПСП5-20	2,7 3,55
ЗПСП16-13 4ПСП16-13	2,6 3,4
ЗПСП13-17 4ПСП13-17	3,8 4,9
ЗПСП18-24 4ПСП18-24	3,72 4,12

133. Размеры и масса плат ЗПСП6—ЗПСП10

Тип платы	A* _{НОМ} , мм	L, мм	Масса, г
ЗПСП6-10 4ПСП6-10	32,5	37,5	1,82 2,37
ЗПСП6-12 4ПСП6-12	37,5	42,5	2,19 2,85
ЗПСП7-10 4ПСП7-10	32,5	39,5	4,4 5,8
ЗПСП7-12 4ПСП7-12	37,5	44,5	5,9 6,5
ЗПСП10-10 4ПСП10-10	30	36	12,4 16,1
ЗПСП10-16 4ПСП10-16	45	51	14,8 19,3

* Предельное отклонение $\pm 0,2$ мм.

134. Размеры и масса плат ЗПСП11 и ЗПСП12

Тип платы	$A_{НОМ}^*$, мм	$A_{IНОМ}^*$, мм	L , мм	$t_{НОМ}^*$, мм	Масса, г
ЗПСП11-8	20,75	24,75	30,75	3,75	2 2,6
ЗПСП11-18 4ПСП11-18	39,5	43,5	49,5	3,75	4,36 5,39
ЗПСП11-24 4ПСП11-24	92	96	102	7,5	5,4 6,66
ЗПСП11-46 4ПСП11-46				3,75	9 11 01
ЗПСП12-18 4ПСП12-18	39,5	43,5	49,5	3,75	3,46 4,49
ЗПСП12-24 4ПСП12-24	92	96	102	7,5	4,2 5,46
ЗПСП12-46 4ПСП12-46				3,75	6,7 8,71

* Предельное отклонение $\pm 0,2$ мм

135 Размеры и масса плат ЗПСП13

Тип платы	$A_{НОМ}^*$, мм	L , мм	$t_{НОМ}^*$, мм	Масса, г
ЗПСП13-9 4ПСП13-9	43,5	50,5	3,75	5,9 7,2
ЗПСП13-12 4ПСП13-12	96	103	7,50	9,6 12,2
ЗПСП13-23 4ПСП13 23			3,75	11,4 14,5

* Предельное отклонение $\pm 0,2$ мм.

3. ЛЕНТОЧНЫЕ ПРОВОДА

Ленточные провода (ЛП) по сравнению с обычными монтажными имеют следующие преимущества

меньшую толщину изоляции и большую гибкость вследствие применения высококачественных пленочных изоляционных материалов,

большую площадь поверхности, что создает лучшие условия для рассеяния тепла, повышает токовую нагрузку на ЛП,

меньшую температуру токопроводящей жилы, что позволяет снизить ее сечение,

малые массу и объем, что снижает стоимость РЭА в целом;

136 Размеры и масса плат ЗПСП14 и ЗПСП15

Тип платы	A^* _{НОМ} , мм	L , мм	l , мм	Масса, г
ЗПСП14-12 4ПСП14-12	35	39,5	30,5	1,39 1,8
ЗПСП14-24 4ПСП14-24	65	69,5	60,5	2,39 3,1
ЗПСП15-12 4ПСП15-12	35	39,5	30,5	1,35 1,7
ЗПСП15-24 4ПСП15-24	65	69,5	60,5	2,3 3,05

* Предельное отклонение $\pm 0,16$ мм

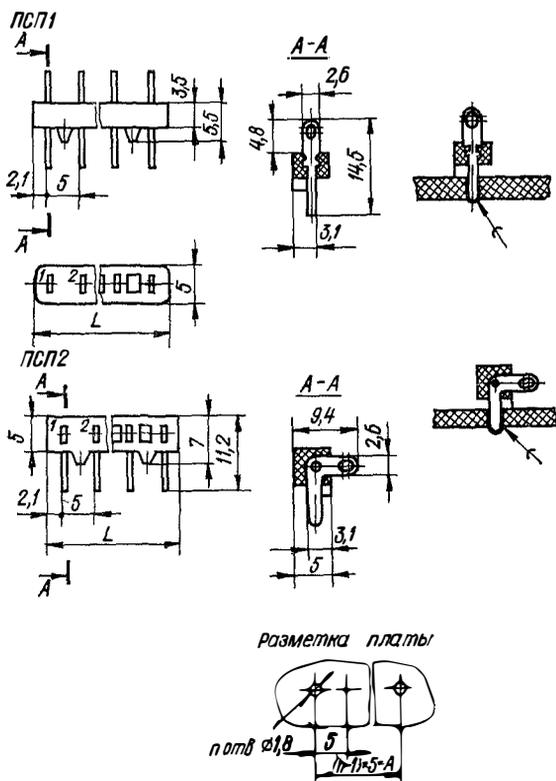


Рис 53 Конструктивные размеры плат ПСП1 и ПСП2 и разметка для их крепления

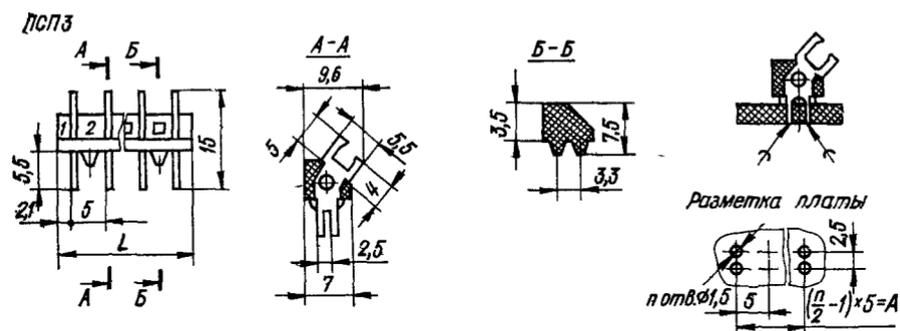


Рис.54. Конструктивные размеры платы ПСПЗ и разметка для ее крепления

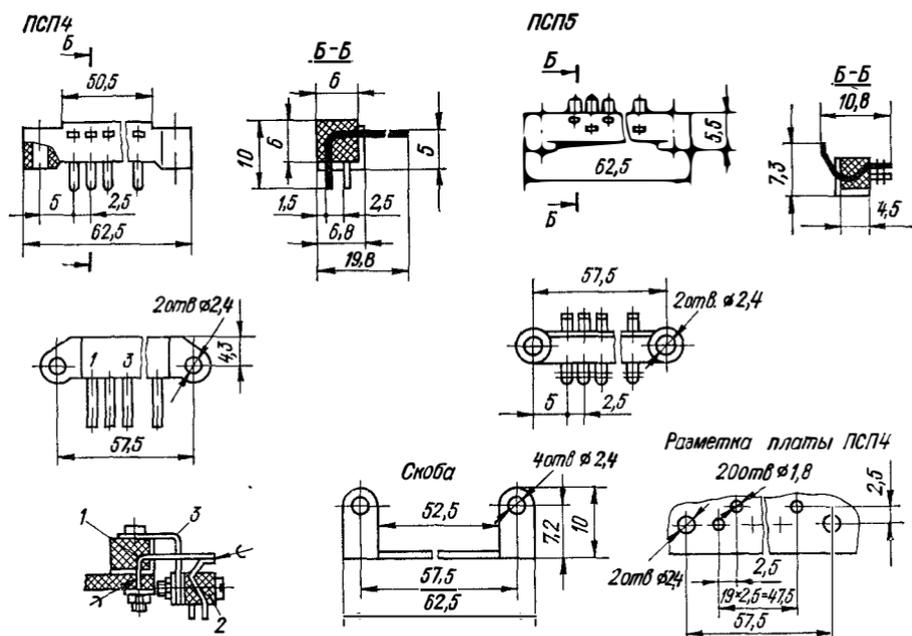


Рис.55 Конструктивные размеры плат ПСП4 и ПСП5 и разметка для их крепления:

1 — плата ПСП4; 2 — плата ПСП5; 3 — скоба

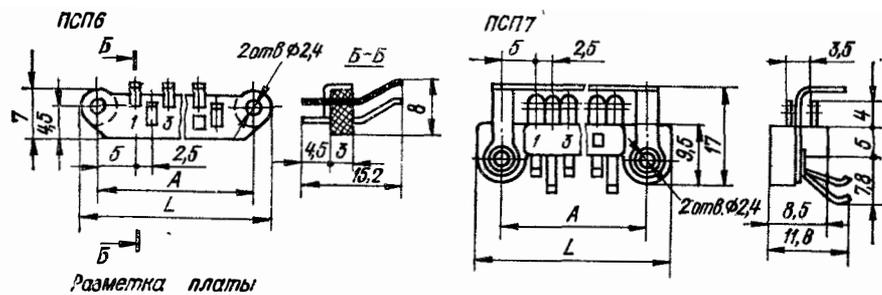


Рис. 56. Конструктивные размеры плат ПСП6 и ПСП7 и разметка для их крепления:
1 — плата ПСП6; 2 — плата ПСП7

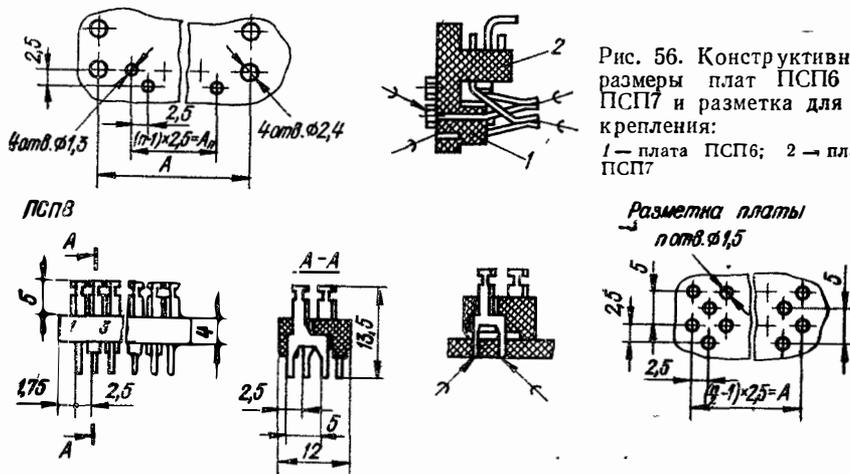


Рис. 57. Конструктивные размеры платы ПСП8 и разметка для ее крепления

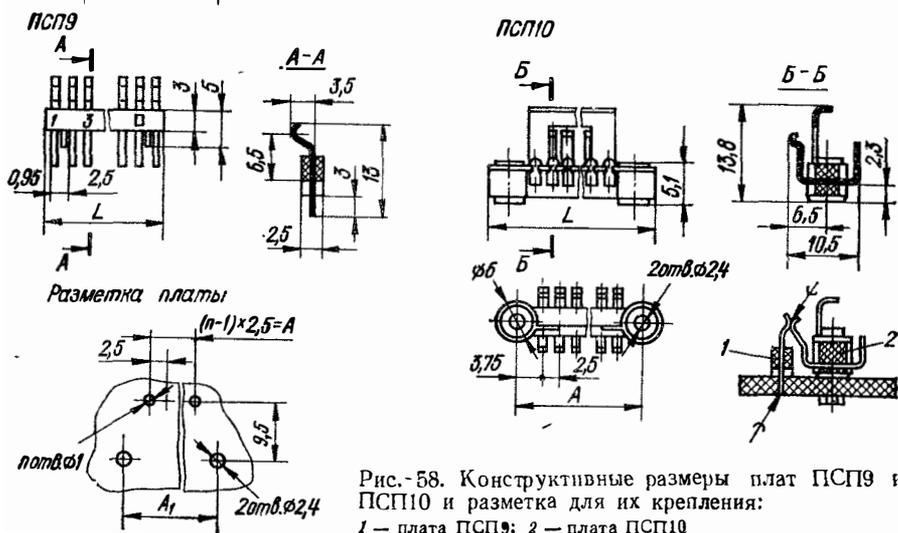


Рис. 58. Конструктивные размеры плат ПСП9 и ПСП10 и разметка для их крепления:
1 — плата ПСП9; 2 — плата ПСП10

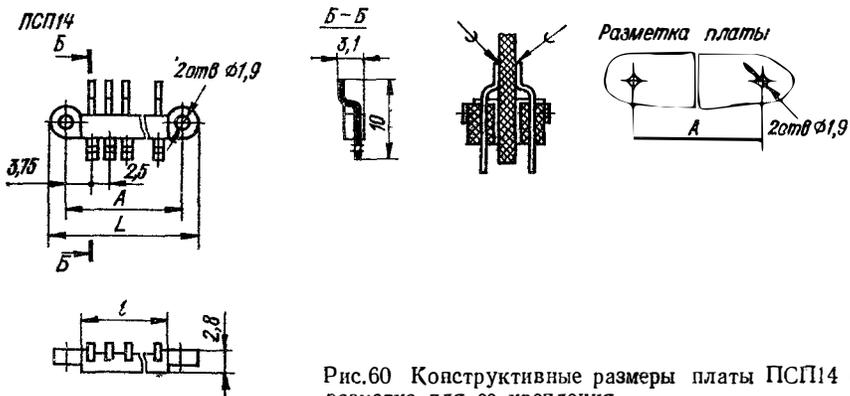


Рис.60 Конструктивные размеры платы ПСП14 и разметка для ее крепления

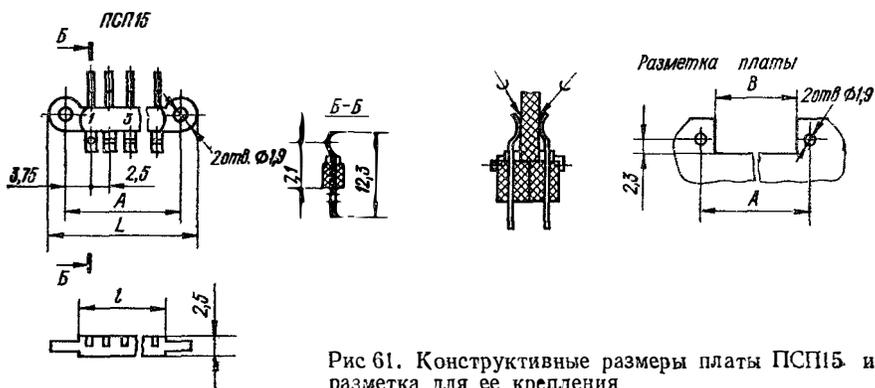


Рис.61. Конструктивные размеры платы ПСП15 и разметка для ее крепления

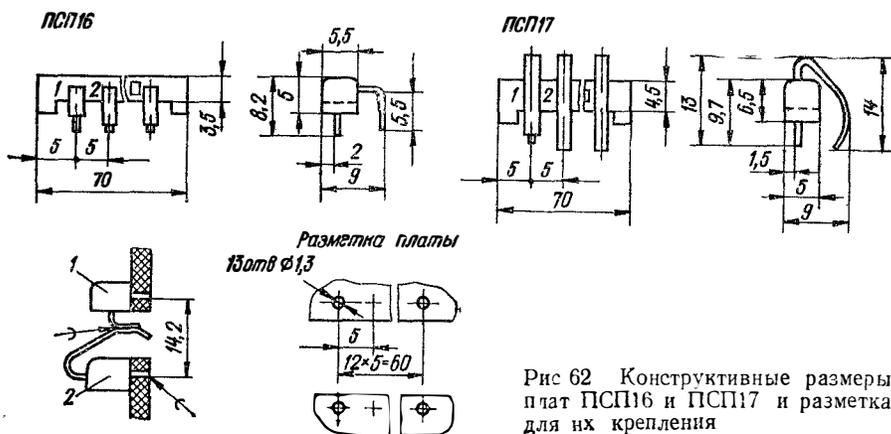


Рис.62 Конструктивные размеры плат ПСП16 и ПСП17 и разметка для их крепления

1 — плата ПСП16, 2 — плата ПСП17

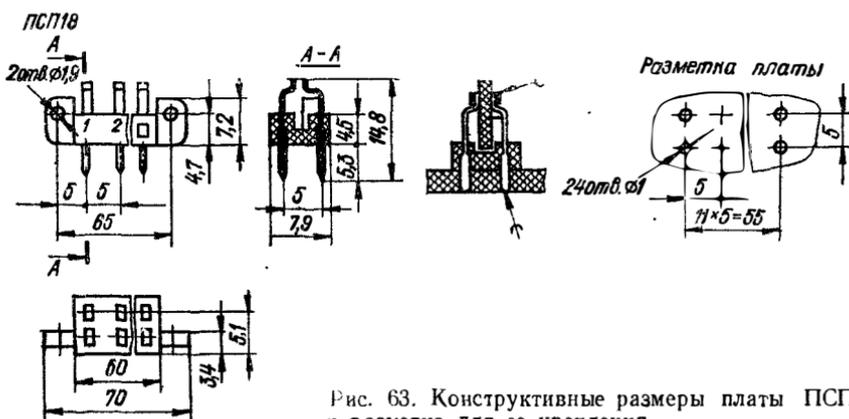


Рис. 63. Конструктивные размеры платы ПСП18 и разметка для ее крепления

фиксированное положение токопроводящих жил, что невозможно при применении жгутов, так как провода в них располагаются совершенно произвольно; необходимость в электростатическом экранировании намного меньше, однако, когда она необходима, то экранирование более эффективно, чем при жгутовом способе монтажа. Отпадает необходимость в индивидуальном экранировании, так как проводники удалены друг от друга и между ними располагаются заземленные токопроводящие жилы;

простота конструкции ЛП, что позволяет применять более экономичные методы их изготовления;

параллельность расположения токопроводящих жил, что облегчает автоматизацию и электромонтаж ЛП;

возможность визуальной проверки правильности монтажа, упрощается контроль разводки и обнаружение мест повреждений;

монолитность конструкции повышает стойкость к вибрациям, ударам, линейным ускорениям.

Выбор и применение ЛП. Тип ЛП (вид изоляции, токовые нагрузки, рабочее напряжение, сечение и количество жил) выбирают с учетом эксплуатационных характеристик и тактико-технических требований (ТТП) на РЭА. При этом необходимо учитывать: способ экранирования и прокладки кабеля (однослойный, многослойный, наличие ответвлений, число жил в ответвлениях); тип разъема, расположение контактов в разъеме и ПП.

Сечение ЛП выбирают минимальным для уменьшения массы и объема кабельных изделий и РЭА в целом. При этом необходимо учитывать, чтобы при максимальной плотности тока для данного сечения рабочая положительная температура не превышала допустимую. Если в разрабатываемой РЭА оговариваются требования к допустимой потребляемой мощности, необходимо при выборе сечений руководствоваться соображениями минимального падения напряжения на кабельных изделиях.

Максимально допустимая токовая нагрузка для ЛП, А,

$$I_d = \sqrt{\frac{O_{\text{общ}}(T_p - T_{\text{ср}})}{R_t}}$$

где T_p — максимальная рабочая температура, °С; $T_{\text{ср}}$ — средняя температура окружающего воздуха, °С; R_t — общее сопротивление токопроводящих жил, Ом; $O_{\text{общ}}$ — общее значение теплоотдачи в единицу времени, Вт,

$$O_{\text{общ}} = \frac{A_s}{2}(\alpha_{\text{к. в}} + \alpha_{\text{к. н}}) + \alpha_d A_s,$$

$\alpha_{к.в.}$, $\alpha_{к.н.}$ — коэффициенты конвективной теплоотдачи с верхней и нижней поверхностей соответственно, Вт/(м²·°); $\alpha_{л.}$ — коэффициент теплоотдачи лучеиспускания, Вт/(м²·°); A_s — площадь поверхности провода, м².

ЛП при температуре —60 °С и ниже нельзя применять. При подвижном монтаже допускается только фиксированный монтаж, исключающий перемещение или изменение заданной формы ЛП.

Для устранения влияния электрических сигналов, проходящих по соседним жилам, необходимо использовать ЛП. Экранирующего эффекта можно достигнуть, разделив жилы неэкранированного ЛП на сигнальные и заземляющие, т. е. центральную жилу использовать как сигнальную, а две соседние — как заземляющие. ЛП рекомендуется использовать в конструкциях с выдвигаемыми или шарнирно-закрепленными блоками и платами. В этих конструкциях ЛП имеют участки, скрученные в виде рулона, регулируемые складки или изгибы, ограниченные в узком объеме. При проектировании кабельных изделий РЭА из ЛП необходимо предусматривать свободные проводники (до 10 % от общего количества проводов) для последующих изменений или доработок в схеме РЭА.

Провода ленточные с поливинилхлоридной изоляцией изготовляют следующих марок: ЛВ—провод ленточный, состоящий из жил с поливинилхлоридной изоляцией; ЛВКЭВ — провод ленточный, состоящий из жил поливинилхлоридной изоляции, в капроновой оболочке, экранированных с наружной поливинилхлоридной оболочкой. Провода применяют при температуре от —50 до +70 °С. Допускается использование проводов при температуре 85 °С в течение 100 ч.

Пример условного обозначения 20-жильного провода марки ЛВ сечением жилы 0,2 мм²: провод ЛВ 20 × 0,2.

Число жил и наружные размеры проводов приведены в табл. 137.

Параметры изолированных и экранированных жил в защитной поливинилхлоридной оболочке приведены в табл. 138.

Провода испытывают напряжением переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 мин: при приемке и поставке 1500 В, в период эксплуатации 750 В. Электри-

137. Число жил и наружные размеры ЛП

Число и номинальное сечение жилы, мм ²	Ширина, мм		Толщина, мм		Номинальная масса 1 км провода, кг	Число и номинальное сечение жилы, мм ²	Ширина, мм		Толщина, мм		Компьютерная масса 1 км провода, кг
	номинальная	максимальная	номинальная	максимальная			номинальная	максимальная	номинальная	максимальная	
<i>Провод марки ЛВ</i>						24×0,2	29	31,7	1,35	1,45	74,8
2×0,2	2,4	2,6	1,35	1,45	6,2	24×0,35	33,8	36,4	1,55	1,65	111
4×0,12	4,2	4,6	1,15	1,3	8,2	30×0,12	31,3	34,6	1,15	1,30	61,2
4×0,2	4,8	5,3	1,35	1,45	12,5	30×0,2	36,3	39,6	1,35	1,45	93,6
4×0,35	5,6	6,1	1,55	1,65	19,1	30×0,35	42,2	45,6	1,55	1,65	143
5×0,2	6	6,6	1,35	1,45	15,6	<i>Провод марки ЛВКЭВ</i>					
7×0,2	8,5	9,3	1,35	1,45	21,8	4×0,12	9,3	9,7	2,53	2,65	33,9
8×0,2	9,7	10,5	1,35	1,45	25,0	4×0,2	10	10,4	2,71	2,85	40
8×0,35	11,3	12,2	1,55	1,65	38,3	4×0,35	10,7	11,2	2,93	3,05	48,7
9×0,35	12,7	13,7	1,55	1,65	43,1	10×0,12	23,2	24,3	2,53	2,65	84,7
10×0,12	10,5	11,6	1,15	1,3	20,4	10×0,2	24,8	26	2,71	2,85	99
10×0,2	12,1	13,2	1,35	1,45	31,2	10×0,35	26,9	28	2,93	3,05	122
10×0,35	14,1	15,2	1,55	1,65	47,9	15×0,12	34,8	36,4	2,53	2,65	127
15×0,12	15,7	17,4	1,15	1,80	30,6	15×0,2	37,3	39	2,71	2,85	149
15×0,2	18,2	19,8	1,35	1,45	46,9	15×0,35	40,2	41,8	2,93	3,05	183
15×0,35	21,1	22,8	1,55	1,65	71,8	20×0,12	46,5	48,5	2,53	2,65	170
20×0,12	20,9	23,1	1,15	1,30	40,8	20×0,2	49,7	51,8	2,71	2,85	198
20×0,2	24,2	26,4	1,35	1,45	62,4	20×0,35	53,5	56,0	2,93	3,05	244
20×0,35	28,1	30,3	1,55	1,65	95,8						

138. Параметры изолированных и экранированных жил в оболочке

Номинальное сечение жилы, мм ²	Число и диаметр проволок жилы, мм	Сопротивление жилы постоянному току на 1 км длины, Ом/км, не более	Диаметр жилы, мм	
			изолированной	в поливинилхлоридной оболочке
0,12	7×0,15	155	1,05	2,21
0,2	7×0,2	86	1,2	2,36
0,35	7×0,26	58	1,38	2,54

139. Конструктивные размеры проводов с пленочной изоляцией

Марка провода	Токопроводящая жила		Размеры проводов, мм		Номинальная масса провода, кг
	Число и номинальное сечение жилы	Число и диаметр проволок жилы, мм	Ширина	Толщина	
ЛМФГ	4×0,05	27×0,05	12,5	0,31	6,758
	10×0,05		27,5		15,42
	4×0,16	20×0,1	12,5	0,60	12,49
	10×0,16		27,5		29,13
ЛМФ	4×0,12*	27×0,05	12,5	0,26	8,84
	10×0,12*		27,5		19,3
	20×0,12*		52,5		36,1
	4×0,05	27×0,05	12,5	0,31	6,7
	10×0,05		27,5		9,61
	4×0,16	20×0,1	12,5	0,60	5,85
	10×0,16		27,5		23,32
ЛЛП	4×0,12*	27×0,05	12,5	0,26	5,6
	10×0,12*		27,5		13,5
	20×0,12*		52,5		26

* Токопроводящая жила однопроволочная.

Примечания: 1. Шаг скрутки не более 8,4 мм.
 2. Ширина однопроволочной жилы для провода ЛМФ и ЛЛП 1 мм, толщина 0,12 мм.
 3. Расстояние между жилами 2,5 мм.

ческое сопротивление изоляции проводов, пересчитанное на 1 м длины, в нормальных климатических условиях: при приемке и поставке 10^9 МОм, в период эксплуатации 10^8 МОм. Провода выдерживают следующие воздействия: вибрационных нагрузок в диапазоне частот 10—2000 Гц с ускорением до 196 м/с², многократных ударов с ускорением 1471 м/с², линейных нагрузок с ускорением 245 м/с². Нарботка проводов не менее 5000 ч. Срок хранения проводов в отапливаемом помещении в упаковке поставщика и смонтированных в аппаратуру не менее 12 лет.

Провода ленточные с пленочной изоляцией изготавливают следующих марок: ЛМФГ — провод ленточный с изоляцией из полиамидфторопластовой пленки, гибкий, с медными посеребренными жилами; ЛМФ — провод ленточный с полиамидфторопластовой изоляцией с медными никелированными жилами; ЛПГ — провод ленточный с изоляцией из лавсанополиэтиленовой пленки, гибкий, с медными посеребренными жилами; ЛЛП — провод ленточный с изоляцией из лавсанополиэтиленовой пленки с медными никелированными жилами.

Провода применяют при температуре от -60 до $+70$ °С с изоляцией ПЭТФ-П-Э и при температуре от -60 до $+200$ °С с изоляцией ПМФ. Конструктивные размеры проводов приведены в табл. 139.

Пример условного обозначения провода марки ЛМФ 4-жильного сечения $0,12$ мм²: провод ЛМФ 4 × 0,12.

Провода испытывают напряжением переменного тока 500 В частоты 50 Гц в течение 1 мин. Электрическое сопротивление изоляции проводов при приемке и поставке не менее 10^9 Ом, в период эксплуатации не менее 10^8 Ом. Провода выдерживают следующие воздействия: вибрационных нагрузок в диапазоне частот 50—2000 Гц с ускорением до 491 м/с²; многократных ударов с ускорением до 1471 м/с² при длительности удара 1—3 мс, одиночных ударов с ускорением до 9810 м/с² при длительности удара 1—3 мс, линейных нагрузок с ускорением до 981 м/с². Нарботка проводов не менее 1000 ч. Срок хранения проводов в отапливаемом помещении в упаковке поставщика и смонтированных в аппаратуру не менее 12 лет.

Провода ленточные с пленочной изоляцией нагревостойкие изготавливают следующих марок: ЛПМФс — провод ленточный с изоляцией из полиамидфторопластовой пленки, с медными никелированными жилами (расстояние между центрами жил 2,5 мм); ЛПМФКмн — то же (расстояние между центрами жил 3,75 мм); ЛПМФмс — провод ленточный с изоляцией из полиамидфторопластовой пленки, с медными посеребренными жилами (расстояние между центрами жил 1,25 мм); ЛПМФКмс — то же (расстояние между центрами жил 2,5 мм); ЛПМФНмс — то же (расстояние между центрами жил 3,75 мм).

Провода применяют при температуре от -60 до $+200$ °С, а также при температуре 400 °С в течение 3 мин без повторного использования. Конструктивные размеры проводов приведены в табл. 140.

Пример условного обозначения провода марки ЛПМФмн 10-жильного сечением $0,08$ мм²: провод ЛПМФмн 10 × 0,08.

Провода испытывают напряжения переменного тока 500 В частоты 50 Гц в течение 1 мин. Электрическое сопротивление изоляции, пересчитанное на 1 м, при приемке и поставке в нормальных климатических условиях не менее 10^9 Ом. Провода выдерживают следующие воздействия: вибрационных нагрузок в диапазоне частот 10—5000 Гц с ускорением 392 м/с², многократных ударов с ускорением 392 м/с² при длительности удара 2—10 мс, одиночных ударов с ускорением 9810 м/с² при длительности импульса 1—3 мс, линейных нагрузок до 981 м/с². Нарботка проводов не менее 500 ч. Срок хранения проводов в отапливаемом помещении в упаковке поставщика и смонтированных в аппаратуру не менее 12 лет.

Провода ленточные плетеные изготавливают следующих марок: ЛФ — провод ленточный, состоящий из жил с изоляцией из каландрированных лент фторопласта -4Д, скрепленных феноловой нитью; ЛФЭ — провод ленточный, состоящий из экранированных жил с изоляцией из каландрированных лент фторопласта-4Д, скрепленных феноловой нитью.

Провода применяют при температуре от -60 до $+200$ °С. Допускается кратковременное использование проводов (в течение 1 ч) при температуре 250 °С. Количество жил и наружные размеры проводов приведены в табл. 141. Номинальное сечение токопроводящих жил, диаметр изолированных жил и диаметр экранированных жил соответствуют величинам, приведенным в табл. 142.

140. Конструктивные размеры проводов с пленочной изоляцией нагревостойкие

Число и номинальное сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы до плетения, мм	Размеры жил, мм		Расстояние между центрами жил, мм	Размеры провода, мм		Номинальная масса 1 км провода, кг
		a	b		Толщина	Ширина	
2×0,05 4×0,05 10×0,05 20×0,05 30×0,05	0,26	0,8	0,06	1,25	0,19	5 7,5 15 27,5 40	2,733 4,538 9,955 18,975 27,998
2×0,08 4×0,08 10×0,08 20×0,08 30×0,08	0,32	0,8	0,1	1,25 2,5 1,25 2,5 1,25 2,5 1,25 2,5	0,22	5 7,5 7,5 12,5 15 27,5 27,5 52,5 40 47,5	3,305 4,233 5,681 7,939 12,810 17,453 24,690 33,979 36,571 39,957
2×0,12 4×0,12 10×0,12 20×0,12 30×0,12	0,42	0,8	0,15	2,5	0,27	7,5 12,5 27,5 52,5 77,5	4,952 9,370 21,024 41,130 61,214
2×0,2 4×0,2 10×0,2 20×0,2 30×0,2	0,52	0,8	0,25	2,5 3,75 22,5 3,75 2,5 3,75 2,5 3,75 2,5 3,75	0,37	7,5 11,25 12,5 17,75 27,5 41,25 52,5 78,75 77,5 116,25	6,392 7,785 11,999 13,790 28,206 33,314 55,434 65,236 82,821 97,209
2×0,35 4×0,35 10×0,35 20×0,35	0,68	1	0,35	3,75	0,47	11,25 18,75 41,25 78,75	10,495 19,524 46,719 92,046

141. Число жил и наружные размеры нагревостойких проводов

Число и номинальное сечение жилы, мм ²	Ширина, мм		Толщина, мм		Номинальная масса 1 км провода, кг	Число и номинальное сечение жилы, мм ²	Ширина, мм		Толщина, мм		Номинальная масса 1 км провода, кг
	номинальная	максимальная	номинальная	максимальная			номинальная	максимальная	номинальная	максимальная	
<i>Провод марки ЛФ</i>						<i>Провод марки ЛФ</i>					
4×0,03	3,5	3,9	0,7	0,8	3,8	19×0,35	29,1	33,5	1,46	1,65	105
4×0,05	3,7	4,3	0,76	0,9	4,9	24×0,03	17	18,6	0,7	0,8	21,1
4×0,08	4,3	4,9	0,86	0,95	6,41	24×0,05	18,5	20,4	0,76	0,9	27,3
4×0,12	4,7	5,4	0,95	1,05	8,31	24×0,08	21,2	23,2	0,86	0,95	35,7
4×0,2	6	6,9	1,28	1,45	15,6	24×0,12	23,3	25,6	0,95	1,05	48,2
4×0,35	6,7	7,7	1,46	1,65	22,6	24×0,2	31,2	34,3	1,28	1,45	89,3
7×0,03	5,1	5,9	0,7	0,8	6,18	24×0,35	35,5	38,7	1,46	1,65	132
7×0,05	5,6	6,4	0,76	0,9	7,94	32×0,03	22,3	24,4	0,7	0,8	27,8
7×0,08	6,4	7,3	0,86	0,95	10,5	32×0,05	24,2	26,5	0,76	0,9	35,9
7×0,12	7	8,1	0,95	1,05	14,2	32×0,08	27,6	30	0,86	0,95	46,4
7×0,2	9,3	10,7	1,28	1,45	26	32×0,12	30,4	33,4	0,95	1,05	63,8
7×0,35	10,5	12,1	1,46	1,65	38,6	32×0,2	41	48,7	1,28	1,45	118
10×0,03	7,1	8,2	0,7	0,8	8,68	32×0,35	46,8	51,5	1,46	1,65	175
10×0,05	7,7	8,9	0,76	0,9	1,13	<i>Провод марки ЛФЭ</i>					
10×0,08	8,8	10	0,86	0,95	14,5	4×0,08	5,9	6,9	1,26	1,45	16,5
10×0,12	9,6	10,6	0,95	1,05	19,9	4×0,12	6,3	7,4	1,35	1,55	18,8
10×0,2	12,9	14,9	1,28	1,45	37,2	4×0,2	7,9	9,2	1,76	1,95	31
10×0,35	14,7	17	1,46	1,65	54,8	7×0,08	9,2	10,7	1,26	1,45	28,1
14×0,03	10,1	11,6	0,7	0,8	12,3	7×0,12	9,8	11,5	1,35	1,55	32,2
14×0,05	10,9	12,7	0,76	0,9	15,9	7×0,2	12,6	14,1	1,76	1,95	53,4
14×0,08	12,5	14,4	0,86	0,95	20,6	10×0,08	12,7	15	1,26	1,45	39,9
14×0,12	13,8	15,9	0,95	1,05	28,2	10×0,12	13,6	16,1	1,35	1,55	45,7
14×0,2	18,4	21,1	1,28	1,45	52,2	10×0,2	17,7	20,3	1,76	1,95	76,1
14×0,35	20,9	24	1,46	1,65	77	14×0,08	18,1	21,1	1,26	1,45	56,3
19×0,03	14,2	16,3	0,7	0,8	17,1	14×0,12	19,4	22,8	1,35	1,55	64,3
19×0,05	15,4	17,7	0,76	0,9	21,9	14×0,2	25,1	28,8	1,76	1,95	107
19×0,08	17,7	20,3	0,86	0,95	28,4	19×0,08	25,3	29,6	1,26	1,45	76,5
19×0,12	19,4	22,3	0,95	1,05	38,8	19×0,12	27	31,8	1,35	1,55	87,6
19×0,2	25,7	29,6	1,28	1,45	71,3	19×0,2	34,8	39,1	1,76	1,95	145
						32×0,12	43,2	49	1,35	1,55	148

142. Параметры изолированных и экранированных жил

Номинальное сечение жилы, мм ²	Число и диаметр проволок жилы, мм	Сопротивление жилы постоянному току на 1 км длины, Ом/км, не более	Радиальная толщина изоляции, мм, не более	Наружный диаметр жилы, мм, не более	
				изолированной	экранированной
0,03	7×0,08	567	0,1	0,60	—
0,05	7×0,1	360		0,66	—
0,08	7×0,12	244		0,72	1,14
0,12	7×0,15	155		0,81	1,23
0,2	7×0,2	85	0,16	1,2	1,7
0,35	7×0,26	51		1,38	—

143. Размеры закрепляемых ЭРЭ

Закрепляемый ЭРЭ			Допускаемая максимальная масса уста- навливаемого ЭРЭ, г	Тип подставки	Размеры, мм						Масса, г
Конденсатор	Резистор	Полупро- водниковый прибор			A	B	H	h	h ₁	R	
К40У-2	МОН		22	Тип I	7,5		7	3		2,75	0,75
К42У-2	МТЕ				8,5	2,5	7,5	3,5		3,75	0,81
К76П-1	ПТМК-1				11		8,5	4,5		4,5	0,92
ОСК-42У-2	СПГТ				12,5		9,5	5,5		5,25	0,98
	С2-1				13,5		10			5,75	1,07
					14,5		10,5	6,5		6,25	1,14
					16	5,5	11			7	1,23
					16,5		11,5	8		7,25	1,37
					18,5		12,5			8,25	1,52
					21		13,5	10		9,5	1,74
					24,5	10,5	15,5	11,5		11,25	1,96
					27,5		17	12,5		12,75	2,31
	МТЕ-0,125; МТЕ-0,5	Д18; Д20; Д104; Д105; Д106; Д219; Д220; Д223; Д224; Д310; Д312; Д314; 2Д504; 2Д510; ГД403; КД504	1	Тип VII	5,4		8,5	2,6	6	1,2	0,8
					6,2	5	12,5	3	7,2	1,6	0,87
					7		12,5	3	8	2	0,89
					9	6	16,5	5	11	2,5	0,88

Пример условного обозначения провода с 14 жилами номинальным сечением 0,12 мм²: провод ЛФ-14×0,12.

Провода выдерживают, испытывают напряжением переменного тока 1500 В частоты 50 Гц в течение 1 мин. Электрическое сопротивление изоляции проводов не менее 10⁶ МОм. Провода выдерживают следующие воздействия: вибрационных нагрузок в диапазоне частот 1—2000 Гц с ускорением до 196 м/с², многократных ударов с ускорением 1471 м/с² при длительности удара 1—3 мс, линейных нагрузок с ускорением до 245 м/с². Нарботка проводов не менее 1000 ч. Срок хранения проводов в отопляемом помещении в упаковке поставщика и смонтированных в аппаратуру не менее 12 лет.

144. Масса закрепляемых ЭРЭ

Закрепляемый ЭРЭ		Максимальная масса устанавливаемых ЭРЭ, г	Наименование	Масса, г	
Конденсатор	Резистор				Полупроводниковый прибор
К52-2 К52-3 (100—1000 мкФ) К52-5 (68, 100, 150, 220, 300 мкФ), ЭТО-1, ЭТО-11			22	Подставка Тип II	1,8
				Шайба Тип I	1,3
			2,5	Подставка Тип XIII	0,25
			2,2	Втулка Тип II	0,1
			5	Подставка Тип XIV	0,21
			3	Стойка Тип II	0,3
			1	Подставка Тип XII	0,1
			1	Подставка Тип VIII	0,6
			4	Подставка Тип IX	0,2
			5	Стойка Тип I	0,3
	МТЭ-0,25	Транзисторы (с наружным диаметром 8; 8,2; 8,3; 8,6 мм) 1Т306А, Б, В 1Т320А, Б, В 1Т321А, Б, В 2Т602Б 2Т603А, Б, В 2У101Б П309 П27-П30 МП9-МП11 МП13-МП16 МП20, МП21 МП25, МП26 МП101-МП106 П416 1Т308 1Т311 1Т313 1Т321 2Т603			
		Транзисторы (с наружным диаметром 5,5; 5,7; 5,8; 6 мм)	1	Подставка Тип XII	0,1
			1	Подставка Тип VIII	0,6
		1Т403Г	4	Подставка Тип IX	0,2
		П307 П309 1Т403 2Т602	5	Стойка Тип I	0,3

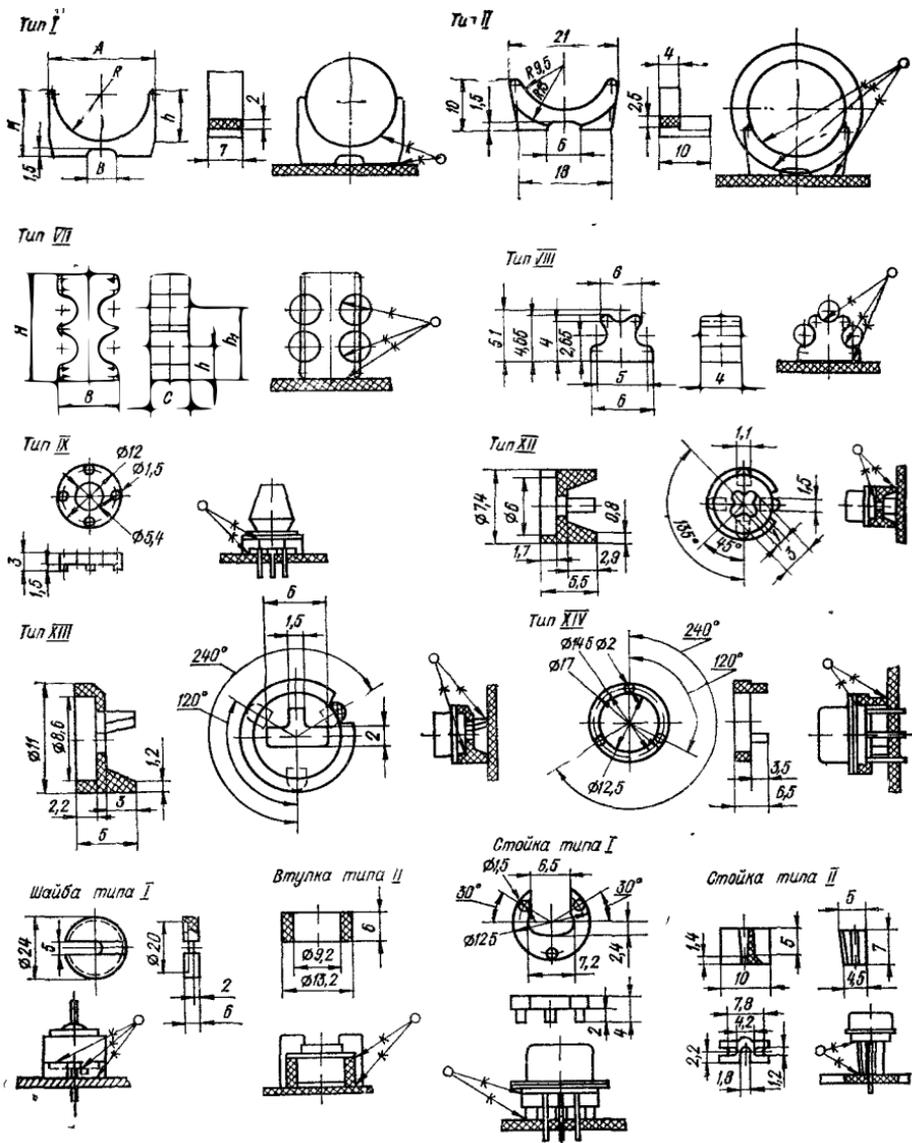


Рис. 64. Конструктивные размеры и метод крепления ЭРЭ на подставках типа I — XIV

Глава 9

ЭЛЕМЕНТЫ КРЕПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТОВ

1. ДЕТАЛИ КРЕПЛЕНИЯ РЕЗИСТОРОВ, КОНДЕНСАТОРОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Крепление электрорадиоэлементов (ЭРЭ) на печатных платах обеспечивается с помощью деталей крепления. Детали с установленными в них ЭРЭ предназначены для эксплуатации в диапазоне температур от -60 до $+155^\circ\text{C}$ (для металлических деталей и деталей из прессматериала АГ-4С и ДСВ-Р-2М) и от -60 до $+85^\circ\text{C}$ (для деталей из прессматериала, кроме АГ-4С и ДСВ-2-Р-2М), максимально допустимая относительная влажность 100 % при температуре $+40^\circ\text{C}$, а максимальное атмосферное давление 666 Па. Механическая прочность обеспечивается при действии вибраций в диапазоне частот 5–2000 Гц с ускорением до 147 м/с^2 , многократных ударов с ускорением до 1471 м/с^2 , одиночных ударов с ускорением до 4905 м/с^2 , линейных ускорений до 494 м/с^2 . Детали выдерживают воздействие соляного тумана, грибковой плесени, инея и росы.

Необходимость крепления ЭРЭ на ПП определяется на этапе эскизного проектирования с учетом требований условий эксплуатации изделий, заданных в техническом задании (ТЗ).

В табл. 143 и 144 приведены размеры, типы и масса закрепляемых ЭРЭ. Конструктивные размеры и метод крепления ЭРЭ на подставках показаны на рис. 64.

Глава 10

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ РЭА

1. ПЛАСТМАССЫ

Гетинакс и стеклотекстолит фольгированные представляют собой слоистые прессованные пластики, изготовленные на основе бумаги (гетинакс) или ткани из стеклянного волокна (стеклотекстолит), пропитанные термореактивными смолами и облицованные с одной или двух сторон медной электролитической фольгой. Предназначены для изготовления печатных плат. Гетинакс и стеклотекстолит изготавливают следующих марок (табл. 145). Толщина листа и предельные отклонения гетинакса и стеклотекстолита приведены в табл. 146, а предельная стрела прогиба — в табл. 147. Условное обозначение фольгированного гетинакса толщиной 2 мм, облицованного с одной стороны медной электролитической фольгой толщиной 35 мкм: гетинакс ГФ-1-35-2 ГОСТ 10316—78.

Диэлектрик фольгированный тонкий изготавливают из стеклоткани, пропитанной термореактивной смолой и облицованной с одной или двух сторон электролитической фольгой. Фольгированный диэлектрик предназначен для изготовления многослойных печатных плат и микроэлектронных устройств. Диэлектрик фольгированный в зависимости от свойств изготавливают следующих марок (табл. 148). Толщина листа фольгированного диэлектрика приведена в табл. 149. Условное обозначение диэлектрика фольгированного тонкого марки ФДМ-2 класса А, толщиной 0,25 мм, облицованного с двух сторон фольгой: диэлектрик фольгированный ФДМ-2А-0,25 ТУ 16—503.084—77.

Стеклотекстолит фольгированный травящийся представляет собой листовой слоистый прессованный пластик, изготовленный из стеклоткани, пропитанной искусственной термореактивной смолой и облицованный с одной или двух сторон электролитической фольгой с гальваностойким покрытием или медной электролитической оксидированной фольгой. Предназначен для изготовления многослойных печатных плат методом металлизации сквозных отверстий. Фольгированный травящийся стеклотекстолит в зависимости от свойств изготавливают следующих марок (табл. 150). Толщина листа и предельные отклонения даны в табл. 151.

145. Марка и характеристика гетинакса и стеклотекстолита

Марка	Толщина, мм	Характеристика	Длительно допустимая рабочая температура печатной платы, °С
ГФ-1-35	1—3	Гетинакс, облицованный с одной стороны медной электролитической фольгой толщиной 35 мкм	До 85
ГФ-2-35		То же, облицованный с двух сторон	
ГФ-1-50		Гетинакс, облицованный с одной стороны медной электролитической фольгой толщиной 50 мкм	
ГФ-2-50	0,5—3	То же, облицованный с двух сторон	До 100
СФ-1-35		Стеклотекстолит, облицованный с одной стороны медной электролитической фольгой толщиной 35 мкм	
СФ-2-35		То же, облицованный с двух сторон	
СФ-1Н-35		Стеклотекстолит, нагревостойкий, облицованный с одной стороны медной электролитической фольгой 35 мкм	
СФ-2Н-35		То же, облицованный с двух сторон	До 85
СФ-1-50		Стеклотекстолит, облицованный с одной стороны медной электролитической фольгой толщиной 50 мкм	
СФ-2-50		То же, облицованный с двух сторон	До 100
СФ-1Н-50		Стеклотекстолит нагревостойкий, облицованный с одной стороны медной электролитической фольгой толщиной 50 мкм	
СФ-2Н-50		То же, облицованный с двух сторон	

146. Предельное отклонение толщины листа гетинакса и стеклотекстолита, мм

Номинальная толщина листа, мм	Марка	
	ГФ-1-35; ГФ-2-35; ГФ-1-50, ГФ-2-50	СФ-1-35; СФ-2-35, СФ-1-50, СФ-2-50, СФ-1Н-50; СФ-2Н-35, СФ-2Н-50, СФ-1Н-35
0,5	—	±0,1
0,8	—	±0,15
1	±0,1	±0,2
1,5	±0,14	±0,2
2	±0,18	±0,25
2,5	±0,2	±0,3
3	±0,25	±0,3

147. Предельная стрела прогиба гетинакса и стеклотекстолита, мм

Номинальная толщина листа*, мм	Марки					
	ГФ-1-35 ГФ-1-50	ГФ-2-35 ГФ-2-50	СФ-1-35 СФ-1-50	СФ-2-35 СФ-2-50	СФ-1Н-50	СФ-2Н-35 СФ-2Н-50
1,5	60	30	30	25	30	25
2	40	20	25	20	25	20
2,5	30	15	20	15	20	15
3	30	15	20	15	20	15

* Для листов толщиной 0,5, 0,8 и 1 мм стрела прогиба не нормируется.

148. Марка и характеристика диэлектрика фольгированного тонкого

Марка	Характеристика
ФДМЭ-1А	Фольгированный диэлектрик, облицованный с одной стороны гальваностойкой медной фольгой с показателями по классу А
ФДМ-2А	
ФДМЭ-1Б	То же, облицованный с одной стороны оксидированной медной фольгой с показателями по классу Б
ФДМ-1Б	
ФДМЭ-2Б	То же, облицованный с двух сторон оксидированной медной фольгой
ФДМ-2Б	

149. Толщина листа диэлектрика фольгированного тонкого, мм

ФДМЭ-1А ФДМЭ-1Б	ФДМ-1А ФДМ-1Б	ФДМ-2А ФДМ-2Б	ФЛМЭ-2Б	ФДМЭ-1А ФДМЭ-1Б	ФДМ-1А ФДМ-2Б	ФДМ-2А ФДМ-2Б	ФДМЭ-2Б
0,1	—	—	—	—	—	0,25	—
0,13	—	—	0,13	—	0,3	—	—
0,15	—	—	—	—	—	0,35	—
—	0,2	—	0,20	—	—	—	—

150. Марка и характеристика травящегося фольгированного стеклотекстолита

Марка	Характеристика
ФТС-1-20-А	Фольгированный травящийся стеклотекстолит, облицованный с одной стороны гальваностойкой медной фольгой толщиной 20 мкм с показателями по классу А
ФТС-2-20-А	
ФТС-1-20-АО	То же, облицованный с двух сторон
ФТС-2-20-АО	
ФТС-1-35-А	Фольгированный травящийся стеклотекстолит, облицованный с одной стороны гальваностойкой медной фольгой толщиной 20 мкм с показателями по классу А, с улучшенными показателями по изменению линейных размеров, емкости и толщине
ФТС-2-35-А	То же, облицованный с двух сторон
ФТС-1-35-АО	
ФТС-2-35-АО	Фольгированный травящийся стеклотекстолит, облицованный с одной стороны гальваностойкой медной фольгой толщиной 35 мкм с показателями по классу А
ФТС-1-35-Б	То же, облицованный с двух сторон
ФТС-2-35-Б	
ФТС-2-35-АО	Фольгированный травящийся стеклотекстолит, облицованный с одной стороны оксидированной или гальваностойкой медной фольгой толщиной 35 мкм с показателями по классу А
ФТС-1-35-Б	То же, облицованный с двух сторон
ФТС-2-35-Б	

151. Предельное отклонение толщины листа травящегося фольгированного стеклотекстолита, мм

Номинальная толщина листа, мм	Марка									
	ФТС-1-20-А	ФТС-2-20-А	ФТС-1-20-АО	ФТС-2-20-АО	ФТС-1-35-А	ФТС-2-35-А	ФТС-1-35-АО	ФТС-2-35-АО	ФТС-1-35-Б	ФТС-2-35-Б
0,08	±0,016	—	±0,008	—	—	—	—	—	—	—
0,1	—	—	—	—	±0,02	—	±0,01	—	±0,025	—
0,14	—	—	—	—	—	±0,028	—	±0,014	—	±0,035
0,15	±0,03	—	±0,015	—	—	—	—	—	—	—
0,18	—	±0,036	—	±0,018	—	—	—	—	—	—
0,19	—	—	—	—	±0,038	—	±0,019	—	±0,048	—
0,23	—	—	—	—	—	±0,046	—	±0,023	—	±0,058
0,27	—	±0,054	—	±0,027	—	—	—	—	—	—
0,5	—	±0,1	—	±0,05	—	±0,1	—	±0,05	—	±0,13

152. Марка и характеристика нагревостойкого фольгированного стеклотекстолита

Марка	Характеристика
СФПН-1-50	Стеклотекстолит, облицованный с одной стороны фольгой толщиной 50 мкм, предназначенный для изготовления печатных плат, допускающих работу при относительной влажности до 98 % и температуре не выше 40 °С, а также при температуре до 160 °С в течение суммарного или непрерывного времени 100 ч
СФПН-2-50	То же, облицованный с двух сторон фольгой толщиной 50 мкм

Примечание. Толщина 0,5—3 мм.

153. Предельное отклонение толщины листа нагревостойкого фольгированного стеклотекстолита

Номинальная толщина, мм	Предельное отклонение, мм	Номинальная толщина, мм	Предельное отклонение, мм
0,5	±0,1	2	±0,25
0,8	±0,15	2,5	±0,3
1	±0,2	3	±0,3
1,5	±0,2		

154. Марка и характеристика стеклотекстолита марок СТФ-1 и СТФ-2

Марка	Характеристика
СТФ-1	Стеклотекстолит теплостойкий фольгированный для изготовления печатных плат, облицованный с одной стороны медной электролитической фольгой
СТФ-2	То же, облицованный с двух сторон

155. Предельное отклонение толщины листа стеклотекстолита, мм, марок СТФ-1 и СТФ-2

Номинальная толщина листа, мм	Марка	
	СТФ-1	СТФ-2
0,1	—	—
0,12	—	—
0,13	±0,025	—
0,15	—	—
0,2	±0,035	—
0,25	±0,05	±0,035
0,35	—	—
0,5	±0,05	—
0,8	±0,15	—
1	±0,17	—
1,5	±0,2	—
2	±0,25	—
2,5	±0,3	—
3	—	±0,35

156. Предельное отклонение толщины листа диэлектрика фольгированного серии Д, мм

Номинальная толщина листа, мм	Марка	
	ДФС-1	ДФС-2
0,06	—	—
0,08	—	±0,015
0,1	±0,015	—
0,13	—	±0,020
0,15	±0,02	—
0,2	—	—
0,25	±0,025	—
0,3	±0,03	—
0,4	±0,04	—
0,5	±0,05	—

157. Предельное отклонение толщины листа стеклотекстолита слофадита

Номинальная толщина, мм	Предельное отклонение, мм
0,5	±0,1
0,8	±0,15
1	±0,2
1,5	±0,2
2	±0,25
2,5	±0,3
3	±0,3

158. Предельная стрела прогиба стеклотекстолита слофадита

Номинальная толщина*, мм	Предельная стрела прогиба, мм
1,5	25
2	20
2,5	15
3	15

* Для листов 0,5; 0,8 и 1 мм стрела прогиба не нормируется.

Стеклотекстолит фольгированный травящийся всех марок, кроме марки ФТС-2-35-Б, со сплошным покрытием фольгой должен допускать воздействие температуры от -60 до $+120$ °С, а марки ФТС-2-35-Б — от -60 до $+110$ °С. Условное обозначение фольгированного травящегося стеклотекстолита толщиной 0,18 мм, облицованного с одной стороны гальваностойкой фольгой 20 мкм, класса А: стеклотекстолит ФТС-1-20-А-0,18 ТУ 16—503. 154—76.

Стеклотекстолит фольгированный нагревостойкий (СФПН) представляет собой слоистый прессованный материал повышенной нагревостойкости, изготовленный из стеклоткани, пропитанной термореактивной смолой и облицованный с одной или двух сторон медной электролитической оксидированной фольгой. Предназначен для изготовления печатных плат. Стеклотекстолит нагревостойкий в зависимости от свойств изготавливают следующих марок (табл. 152).

Толщина листа и предельные отклонения стеклотекстолита приведены в табл. 153. Условное обозначение фольгированного стеклотекстолита нагревостойкого 1,5 мм, облицованного с двух сторон фольгой толщиной 50 мкм: стеклотекстолит СФПН-2-50-1,5 ТУ 6—05—1776—76.

Стеклотекстолит теплостойкий фольгированный марок СТФ-1 и СТФ-2 представляет собой слоистый прессованный материал, изготовленный из стеклоткани, пропитанной термореактивной эпоксидной смолой, облицованной с одной или двух сторон медной электролитической фольгой. Предназначен для изготов-

ления обычных и многослойных печатных плат методом сквозной металлизации отверстий или др. В исходном состоянии (со сплошным покрытием фольгой) стеклотекстолит допускает воздействие температур от -60 до $+150^{\circ}\text{C}$ в течение 150 ч. Стеклотекстолит в зависимости от свойств изготавливают следующих марок (табл. 154). Толщина листа и предельные отклонения даны в табл. 155. Условное обозначение стеклотекстолита марки СТФ-2 толщиной 0,5 мм: стеклотекстолит СТФ-2-0,5 ТУ 16.503.161—77.

Диэлектрик фольгированный серии «Д» представляет собой слоистый прессованный материал, изготовленный из стеклоткани, пропитанной эпоксидной смолой и облицованный с одной или двух сторон медной электролитической фольгой. Диэлектрик не расслаивается и на поверхности не появляется пузырей после выдержки при температуре 130°C в течение 15 ч. Диэлектрик изготавливают марок ДФС-1 и ДФС-2. Толщина листа и предельные отклонения даны в табл. 156. Условное обозначение фольгированного самозатухающего диэлектрика марки ДФС толщиной 0,5 мм, облицованного с двух сторон медной электрической фольгой: диэлектрик ДФС-2-0,5 ТУ 16—503.202—80.

159. Марка и характеристика стеклотекстолита СТПА-5-1, СТПА-5-2

Марка	Характеристика
СТПА-5-1	Стеклотекстолит, теплостойкий, облицованный с одной стороны медной электролитической фольгой толщиной 0,005 мм с гальваностойким покрытием, защищенной снаружи медной или алюминиевой фольгой (протектором) толщиной 0,05—0,075 мм
СТПА-5-2	То же, облицованный с двух сторон

160. Предельное отклонение толщины листа стеклотекстолита СТПА-5-1 и СТПА-5-2 (без протектора)

Толщина, мм		Предельное отклонение, мм
СТПА-5-1	СТПА-5-2	
0,1	0,1	$\pm 0,025$
0,12	0,12	
0,13	0,13	
0,15	0,15	
0,2	0,2	
0,25	0,25	$\pm 0,035$
0,3	0,3	
0,35	0,35	$\pm 0,1$
0,5	0,5	
0,8	0,8	$\pm 0,15$
1	1	$\pm 0,2$
1,5	1,5	$\pm 0,25$
2	2	

161. Предельное отклонение толщины листа стеклотекстолита СТПА-5-1 и СТПА-5-2 (с протектором)

Толщина листа, мм		Предельное отклонение, мм
СТПА-5-1	СТПА-5-2	
0,175 0,195 0,205 0,225	—	$\pm 0,033$
0,275 0,325 0,375 0,425	—	$\pm 0,043$
0,575 0,875	—	$\pm 0,108$ $\pm 0,158$
1,075 1,575	—	$\pm 0,208$
2,075	—	$\pm 0,258$
0,25 0,27 0,28 0,3	—	$\pm 0,04$
0,35	—	$\pm 0,05$
—	0,4; 0,45; 0,5	$\pm 0,05$
—	0,65 0,95	$\pm 0,115$ $\pm 0,165$
—	1,15; 1,65	$\pm 0,215$
—	2,15	$\pm 0,265$

Диэлектрик фольгированный для уплотненного монтажа (слофадит) представляет собой стеклотекстолит, изготовленный из стеклоткани, пропитанной терморезистивными смолами и облицованный с двух сторон медной фольгой толщиной 5 мкм, защищенной протектором. Предназначен для полуаддитивного метода изготовления двухсторонних печатных плат с плотностью до 0,1 мм. Со сплошным покрытием фольгой диэлектрик допускает воздействие температуры от -60 до $+120$ °С в течение 180 мин без ухудшения качества. Толщина листа и предельные отклонения даны в табл. 157, предельная стрела прогибов — в табл. 158. Условное обозначение диэлектрика слофадита толщиной 2 мм: слофадит 2,0 ТУ 6—19—136—79.

Диэлектрик марок СА-3,8 СА-3,8Ф представляет собой листовой материал, изготовленный из композиции на основе сополимера стирола САМ, наполненного алунидом. Предназначен для изготовления полосковых печатных плат, работающих в диапазоне температур от -60 до $+90$ °С. Диэлектрик выпускают толщиной $2 \pm 0,2$ мм. Условное обозначение диэлектрика: диэлектрик СА-3, 8Ф ТУ 16—503.108—77.

Стеклотекстолит теплостойкий марок СТПА-5-1 и СТПА-5-2 представляет собой слоистый прессованный материал, изготовленный из стеклоткани, пропитанной эпоксидной смолой. Предназначен для изготовления печатных плат, в том числе и многослойных с увеличенной плотностью монтажа по полуаддитивной технологии. Стеклотекстолит в зависимости от свойств изготавливают следующих марок (табл. 159). Толщина листа и предельные отклонения даны в табл. 160 и 161. Условное обозначение стеклотекстолита марки СТПА-5-1 толщиной 0,1 мм, облицованного с одной стороны медной электролитической фольгой толщиной 0,005 мм с гальваностойким покрытием, защищенной снаружи медной или алюминиевой фольгой (протектором) толщиной 0,05—0,075 мм: стеклотекстолит СТПА-5-1-0,1 ТУ 16—503.200—80.

Стеклотекстолит листовой с адгезивным слоем марки СТЭК представляет собой слоистый прессованный материал, изготовленный из стеклоткани и пропитанной эпоксидной смолой с двухсторонним адгезивным слоем. Предназначен для изготовления печатных плат. Толщина листа и предельные отклонения даны в табл. 162. Условное обозначение стеклотекстолита марки СТЭК толщиной 1 мм: стеклотекстолит СТЭК-1 ТУ 16—503.201—80.

Диэлектрик фольгированный ПКТ представляет собой листовой материал, изготовленный из композиции на основе наполненного поликарбоната и облицованный с обеих сторон медной электролитической фольгой толщиной 0,035 мм. Предназначен для изготовления полосковых печатных плат, работающих в диапазоне температур от -60 до $+135$ °С.

Условное обозначение фольгированного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью 3 толщиной 2 мм: диэлектрик фольгированный ПКТ-3Ф-2 ТУ 16—503.156—77.

Диэлектрик фольгированный ФЛАН представляет собой листовой материал, изготовленный из композиции на основе наполненного ариллокса, облицованный с обеих сторон медной электролитической фольгой толщиной 0,035 мм. Предназначен для изготовления полосковых печатных плат, работающих в диапазоне температур от -60 до $+150$ °С и кратковременно (до 3 ч) до $+180$ °С.

Диэлектрик изготавливают толщиной $1 \pm 0,1$, $2 \pm 0,1$ мм, он имеет предельную стрелу прогиба не более 2 мм.

Цвет листа фольгированного диэлектрика, выпускаемого промышленностью, приведен в табл. 163. Условное обозначение диэлектрика с диэлектрической проницаемостью 3,8 толщиной 2 мм: диэлектрик ФЛАН-3, 8-2 ТУ 16—503.148—80.

Листы фторопластовые неармированные и армированные фольгированные предназначены для изготовления печатных плат, работающих при температуре от -60 до $+250$ °С. Фторопластовые листы марок ФФ-4, ФАФ-4Д облицованы с двух сторон медной электролитической хромированной и гальваностойкой фольгой толщиной 0,035 и 0,05 мм. Толщина листа и предельные отклонения даны

162. Предельное отклонение толщины листа стеклотекстолита марки СТЭК

Номинальная толщина листа, мм	Предельное отклонение, мм
1; 1,5 2	$\pm 0,2$ $\pm 0,25$

163. Цвет фольгированного диэлектрика ФЛАН

Марка	Цвет
ФЛАН-2,8	От темно-коричневого до черного
ФЛАН-3,8	
ФЛАН-5	Коричневый
ФЛАН-7,2	Светло-коричневый
ФЛАН-10	»
ФЛАН-16	Серый
	Зеленый

165. Предельное отклонение толщины листа из фторопласта-4Д

Номинальная толщина листа, мм	Предельное отклонение, мм
1 1,5	$\pm 0,15$
2 2,5 3	$\pm 0,2$

164. Предельное отклонение толщины листа фторопластового армированного и неармированного, мм

Номинальная толщина листа, мм	Марка	
	ФФ-4	ФАФ-4Д
0,5	—	$\pm 0,1$
1	—	$\pm 0,15$
1,5	$\pm 0,25$	$\pm 0,15$
2	$\pm 0,25$	$\pm 0,2$
2,5	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$
3	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$
3,5	$\pm 0,35$	—
4	$\pm 0,35$	—
5	$\pm 0,35$	—

166. Характеристика стеклотекстолита марок Ш и ШУ

Марка	Характеристика
Ш-1	Стеклотекстолит, облицованный с одной стороны медной электролитической фольгой толщиной 20 мкм с односторонним гальваностойким покрытием, предназначенный для изготовления микропечатных шлейфов
Ш-2	То же, облицованный с двух сторон
ШУ-1	Стеклотекстолит, облицованный с одной стороны медной электролитической фольгой толщиной 20 мкм с односторонним гальваностойким покрытием с улучшенными показателями по толщине, приведенной емкости, изменению линейных размеров, предназначенный для изготовления микропечатных шлейфов
ШУ-2	То же, облицованный с двух сторон

167. Предельное отклонение толщины листа стеклотекстолита марок Ш и ШУ, мм

Номинальная толщина листа, мм	Марка			
	Ш-1	Ш-2	ШУ-1	ШУ-2
0,065	$\pm 0,013$	—	$\pm 0,007$	—
0,085	—	$\pm 0,017$	—	$\pm 0,009$

168. Предельное отклонение толщины листа лавсана фольгированного марки ЛФ-1

Номинальная толщина, мм	Предельное отклонение, мм	Толщина пленки, мм	Толщина фольги, мм
0,115	$\pm 0,016$	0,05	0,035
0,13	$\pm 0,018$	0,05	0,05
0,165	$\pm 0,024$	0,1	0,035
0,18	$\pm 0,026$	0,1	0,05

в табл. 164. Условное обозначение фольгированных неармированных фторопластовых листов толщиной 2 мм, облицованных медной электролитической хромированной фольгой толщиной 0,035 мм: лист ФФ-4-0, 035Хр-2 ГОСТ 21000—81.

Листы фольгированные из фторопласта-4Д, армированного ФАФ-4ДСКЛ, облицованные с двух сторон красно-медной электролитической фольгой. Предназначены для изготовления печатных плат, работающих при температуре от -60 до +250 °С и не подвергающихся изгибу. Толщина листа и предельные отклонения даны в табл. 165. Условное обозначение листов из материала ФАФ-4ДСКЛ толщиной 2 мм и размерами 500 × 500 мм: ФАФ-4ДСКЛ 500 × 500 × 2 ТУ 6—05—1817—77.

Стеклотекстолит фольгированный марок Ш и ШУ представляет собой слоистый пластик, изготовленный из стеклотканн, пропитанной термореактивной смолой, и облицованный с одной или двух сторон медной электролитической фольгой с гальваностойким покрытием. Предназначен для изготовления микропечатных шлейфов магнитопленочных запоминающих устройств и многослойных полосковых плат быстродействующих ЦВМ на интегральных схемах. Фольгированный стеклотекстолит в зависимости от свойств изготавливают следующих марок (табл. 166). Толщина листа и предельные отклонения даны в табл. 167. Условное обозначение фольгированного стеклотекстолита марки Ш, облицованного с одной стороны фольгой: стеклотекстолит фольгированный Ш-1 ТУ16—503. 169—78.

Полиэтилен фольгированный лакированный (материал ПФП) представляет собой листовую материал, состоящий из трех слоев: медной электролитической оксидированной фольги, листа стабилизированного полиэтилена высокой плотности, меднифицированного облучением, и листа из анодированного алюминиевого сплава марки Д16АТ. Материал ПФП предназначен для изготовления полосковых печатных плат совместно с заземленными пластинами или корпусом, работающими при температуре от -60 до +80 °С. Изготавливают толщиной 2,5; 4; 5 и 6,5 мм с предельным отклонением по толщине ±0,5 мм. Условное обозначение лакированного фольгированного полиэтилена толщиной фольги 35 мкм, толщиной листа полиэтилена 2 мм и толщиной листа из алюминиевого сплава 3 мм: ПФП-35-2,0-3,0 АУЭО.0.23.002ТУ.

Лавсан фольгированный марки ЛФ-1 представляет собой композиционный материал, состоящий из покрытой эпоксино-каучуковым адгезивом лавсановой (полиэтилентерефталатной) пленки, облицованной с одной стороны медной электролитической фольгой с гальваностойким покрытием. Предназначен для изготовления гибких печатных плат, кабелей, шлейфов. Толщина листа и предельные отклонения даны в табл. 168. Условное обозначение фольгированного лавсана толщиной 0,115 мм, облицованного с одной стороны медной электролитической фольгой толщиной 35 мкм лавсан фольгированный ЛФ-1-35-0,115 ТУ 6—503.196—80.

Трубки электроизоляционные из полиэтилена высокого давления (ПЭВД) изготавливают с усадкой (без усадки) марок 15802-020 и 17602—006 по ГОСТ

169. Размеры трубок из поливинилхлоридного пластика (ТВ-40, ТВ-40Т, ТВ-50)

Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм
1; 1,5; 1,75; 2; 2,5; 3; 3,5	0,4
2; 3	1
4; 4,5; 5; 6; 7; 8; 9	0,6
4	1,2
10; 12; 14	0,7
16; 18	0,9
20; 25	1,15
30; 35	1,4
40	1,75

170. Размеры трубок из фторопласта -4Д и 4ДМ

Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм
0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8	0,2
1	0,2; 0,3
1,2; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2	0,3
2,1; 2,2; 2,4; 2,5; 2,6; 2,8; 3	0,4
3,5; 3,8; 4,2; 4,5	0,6
4; 5	0,6; 1
5,5; 7	1;
6	1; 1,5
8	1,5; 2
9; 10	1,5

171. Характеристики маркировочных красок

Группа условной эксплуатации	Лакокрасочный материал	Цвет покрытия	Диапазон температур, °С	Режим сушки последнего слоя покрытия		Метод нанесения	Свойства покрытия	Применение
				температура, °С	время			
ОЖ ₂ ОЖ ₁ Ж ₃ Ж ₂ Ж ₁ С ₃ С ₁ Л 4/1 6/2	Краски МА-514	Белый, оранжевый, синий, черный	От -60 до +150 *	150	1,5—2 ч	Офсетом, сеткографией, рейсфедером, кистью через трафарет	Обладают механической прочностью, маслостойкостью, хорошей адгезией к маркируемым материалам, водостойкостью, грибостойкостью, спиртобензостойкостью на всех материалах, кроме гетинакса, стеклотекстолита и керамики	Слоистые пластики, керамика, оцинкованная сталь, анодированный алюминий, титан, посеребренные, никелированные и окрашенные поверхности, глазурованная керамика, пресс-материал АГ-4, эпоксидные компаунды, стекло
ОЖ ₂ ОЖ ₁ Ж ₃ Ж ₂ Ж ₁ С ₃ С ₂ Л	Эмали ЭП-140	Белый, красный, черный	От -60 до +150	100	1,5—2 ч	Пером, рейсфедером, кистью через трафарет	Обладают механической прочностью, хорошей адгезией к маркируемой поверхности, спиртобензостойкостью	Черные и цветные металлы, органическое стекло, окрашенные поверхности, кадмированные, никелированные, посеребренные металлы, пластмассы, слоистые пластики, пресс-материалы
ОЖ ₂ ОЖ ₁ Ж ₃ Ж ₂ Ж ₁ С ₃ С ₂ С ₁ Л	Краски ТНПО ТНПО-53, ТНПО-251, ТНПО-355, ТНПО-552, ТНПО-851	Белый, желтый, красный, синий, черный	От -60 до +125 **	70 23	2—2,5 ч 5—6 ч	Пером, сеткографией, кистью через трафарет, штемпелеванием	Обладают механической прочностью, удовлетворительной адгезией к маркируемой поверхности. Для обеспечения спиртобензостойкости маркировочные обозначения необходимо покрыть лаком ХС-9105 или УР-231. Спиртобензостойкость марки-	Слоистые пластики, оцинкованная или кадмированная сталь, анодированный алюминий, окрашенные поверхности, пресс-материалы, картон, хлопчатобумажные ткани, прорезиненная ткань, дерево, кадмированный алюминий, ор-

ОЖ ₂ ОЖ ₁ Ж ₃ Ж ₂ Ж ₁ С ₃ С ₁ Л	Краски МКЭ МКЭЧ	Черный	От -60 до +170	70	2—5 ч	Пером, рейсфедером, штем-пелеванием	ровочных обозначений без покрытия лаком достигается сушкой в течение 2,5—3 ч при температуре 125 °С или в течение 1—1,5 ч при температуре 150 °С	ганическое стекло, пенопласт, хромированная сталь, эпоксидноколловый и эпоксидный компаунды, серебряная латунь
Ж С ₃ С ₂ Л	МКЭБ МКЭБир МКЭК	Белый Бирюзовый Красный		23	23—24 ч		Обладают механической прочностью, хорошей адгезией к маркируемой поверхности, спиртобензостойкостью	Слоистые пластики, оцинкованная и кадмированная сталь, анодированный алюминий, окрашенные металлические поверхности, пресс-материалы, изделия из эпоксидных компаундов, намсточные изделия, посеребренные поверхности, органическое стекло
Ж С ₃ С ₂ Л	Краски ФЛ-59	Черный	От -60 до +125***	23	20—30 мин	Пером, рейсфедером, штем-пелеванием	Обладают механической прочностью, удовлетворительной адгезией к маркируемой поверхности	Слоистые пластики, анодированный алюминий, сплав АЛ-2, органическое стекло, пресс-материалы АГ-4, К-21-22, окрашенные поверхности, парусина, брезентовая ткань, стеклопенопласт
ОЖ ₂ ОЖ ₁ Ж ₃ Ж ₂ Ж ₁ С ₃ С ₁ Л	Краски БКС ₁	Серебристый Черный	От -60 до +250	23	20—30 мин	Пером, рейсфедером, штем-пелеванием	Для обеспечения спиртобензостойкости маркировочные обозначения необходимо покрыть лаком ХС-9105 (сушка лака при 23 °С в течение 24 ч) или лаком УР-231 (сушка при 65 °С в течение 9 ч)	То же и листовая морозостойкая, техническая и маслостойкая резина, картон

Группа условий эксплуатации	Лакокрасочный материал	Цвет покрытия	Диапазон температур, °С	Режим сушки последнего слоя покрытия		Метод нанесения	Свойства покрытия	Применение
				температура °С	время			
Ж ₂ Ж ₁ С ₃ Л	Краски маркировочные ТУМС ТУМС-53 ТУМС-55 ТУМС-233 ТУМС-254 ТУМС-355 ТУМС-451 ТУМС-851	Черный Лимонный Красный Алый Синий Зеленый Белый	От -60 до +80	23	2—3 ч	Пером, сеткографией, кистью через трафарет	Обладают механической прочностью, хорошей адгезией к маркируемой поверхности, спиртобензостойкостью	Слоистые пластики, сталь, латунь, алюминиевые сплавы, окрашенные изделия
				70	15—30 мин			
ОЖ ₂ ОЖ ₁ Ж ₁ Ж ₂ С ₃ Л	Эмали УР-175	Белый, черный, красный, желтый, голубой	От -60 до +125	70	7—8 ч	Пером, рейсфедером, стеклографией, штемпелеванием	Обладают механической прочностью, грибостойкостью, спиртобензостойкостью к кратковременному (до 10 сут) воздействию минерального масла. Допускается сушка маркировочного обозначения в течение 2 ч при 65 °С или в течение 7 ч при 23 °С, если не требуется спиртобензостойкость	Слоистые пластики, пресс-материалы, кадмированная и оцинкованная сталь, анодированный алюминий, титан, окрашенные металлические поверхности, изделия из эпоксидных компаундов, намоточные изделия, органическое стекло, никелированные поверхности, материал САМ, полихлорвинил и керамика

* По металлу от -60 до +250 °С.

** На металлических подложках от -60 до +200 °С.

*** На металлических подложках от -60 до +250 °С.

16336—77. Трубки обладают хорошими электроизоляционными свойствами (электрическая прочность при действии постоянного напряжения 50 кВ/мм). Диапазон рабочих температур от -60 до $+85$ °С. Толщина стенки трубок 0,13—0,25 мм. Внутренний диаметр трубок, мм: 4; 4,5; 5; 6,5; 7,6; 8,3; 11; 13; 15; 17; 19; 20; 22. Условное обозначение электроизоляционной трубки с усадкой: трубка 15У, 15802-020 (17602-006), где 15 — внутренний диаметр трубки, мм, У — указание об усадке. Обозначение трубки без усадки: трубка 15,15802-020 (17602-006).

Трубки из поливинилхлоридного пластика подразделяются по маркам в зависимости от свойств используемого в них пластика:

ТВ-40 — трубки из поливинилхлоридного пластика рецептуры 230, 251 с температурой хрупкости — 40 °С для эксплуатации в нормальных климатических условиях;

ТВ-40Т — трубки из поливинилхлоридного пластика рецептуры 230Т с температурой хрупкости — 40 °С для эксплуатации в нормальных климатических условиях и в районах с тропическим климатом;

ТВ-50 — трубки из поливинилхлоридного пластика рецептуры 355 с температурой хрупкости — 50 °С для эксплуатации в нормальных климатических условиях.

Трубки изготовляют неокрашенными или окрашенными в следующие цвета для марок: ТВ-40, ТВ-40Т — белый, серый, черный, коричневый, красный, розовый, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, светло-синий, фиолетовый; ТВ-50 — черный. Трубки обладают хорошими электроизоляционными свойствами (электрическая прочность при действии постоянного напряжения 15 кВ/мм), диапазон рабочих температур от -60 до $+70$ °С. Удельное сопротивление трубок: ТВ-40 10^{12} , ТВ-40Т 10^{11} , ТВ-50 10^{10} Ом · см; водопоглощение 0,5 %. Трубки устойчивы к действию 50 %-ного раствора едкого натрия, трансформаторного масла, не стойки к действию концентрированных серной и азотной кислот и бис-зина. Размеры трубок из поливинилхлоридного пластика приведены в табл. 169.

Условное обозначение трубки из поливинилхлоридного пластика рецептуры 230 с температурой хрупкости — 40 °С, с внутренним диаметром 3 мм, толщиной стенки 1 мм, красной, трубка Ш ТВ-40-230-3 × 1, красная, ГОСТ 19034—82. Толщину стенок указывают только в трубках с внутренним диаметром 2; 3; 4 мм.

Трубки из фторопласта-4Д и 4ДМ выпускают двух сортов: высшего и первого. Обладают хорошими электроизоляционными свойствами (электрическая прочность при действии постоянного напряжения 60 кВ/мм). Диапазон рабочих температур от -196 до $+250$ °С. Удельное сопротивление трубок 10^{16} Ом · см, водопоглощение равно нулю. Трубки из фторопласта имеют следующий цвет: высший сорт — белый, первый сорт — белый, красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий, черный. Размеры трубок из фторопласта приведены в табл. 170. Условное обозначение трубки, изготовленной из фторопласта-4ДМ высшего сорта, диаметром 0,3 мм: трубка Ф-4ДМ электроизоляционная, высшего сорта, 0,3, синяя ГОСТ 22056—76.

АЛФАВИТНО-ЦИФРОВОЙ УКАЗАТЕЛЬ ЭРЭ, ПОМЕЩЕННЫХ В СПРАВОЧНИКЕ

Резисторы

БЛП 49
 ВС 43, 49, 50, 51
 ВСЕ 43, 51
 КВМ, КИМ 43, 51
 КИМ-Е 43, 47, 51
 КИМ 50, 51
 КМТ-1, ММТ-1 43, 44
 КМТ-4а, ММТ-4а 48
 КМТ-12, ММТ-12 48, 51
 КЭВ 50
 МЛТ, МТ 43, 44, 51
 ММТ-4Е 48, 51
 МОН 44, 51
 МТЕ 44
 ОМЛТЕ 44
 ОМЛТ 44
 ОС БЛП 49
 ОС ВС 43, 49, 50
 ОС КВМ 47
 ОС КИМ-Е 43
 ОС КМТ-1 43
 ОС КМТ-4 44
 ОС ММТ-1 44
 ОС МГП 43
 ОС МЛМ 43
 ОС МЛТ 43, 44
 ОС ММТ-4а 48
 ОС МОН 44
 ОС МТ 44
 ОС ПТМН 45
 ОС С5-5 47
 ОС ТВО 48
 ОС УЛИ 50
 СТ1-17, СТ3-17 49, 51
 С1-4 45
 С2-6 45, 51
 С2-7Е 45, 46, 51
 С2-8 46
 С2-10 45, 46
 С2-11 46
 С2-13, С2-14 46
 С2-23 46
 С3-5а, С3-5б 46, 50
 С5-5 47
 С5-16МВ, С5-16В 47
 С5-17В 47
 ТВО 48
 УЛД 47
 УЛИ 50, 51

Конденсаторы

ВМ-2, БМТ 56, 163
 КБГ-И 161
 КВИ-1 93, 163
 КВИ-2 93, 163
 КГК-4, КГК-5 94, 163

КД-2а, КД-2б 94, 95, 96, 128, 129, 130, 163
 КЛС-1, КЛС-2, КЛС-3 108, 109, 110
 КЛС-1Е, КЛС-2Е 111, 112, 163
 КЛС-3Е 113, 163
 КМ-3а 117
 КМ-3б (неизолированный) 146
 КМ-3б (изолированный) 146
 КМ-4А 117, 118, 119
 КМ-4б (неизолированный) 147, 148
 КМ-4б (изолированный) 151, 152
 КМ-5а 119, 120, 121, 122
 КМ-5б (неизолированный) 155
 КМ-5б (изолированный) 156, 157, 158, 159
 КМ-6 (вариант «а» и «б») 134, 135, 136, 163
 КСОТ-1, КСОТ-2 122, 163
 КСОТ-5 163
 КТ-1, КТ-2 130, 131, 132, 163
 КТ-1Е 97, 98, 99, 163
 КТ-2а 132, 133, 163
 КТ-2Е 100, 101, 102, 163
 КТП-1, КТП-2, КТП-3 102
 К10-7В 138, 139
 К10-17-1 (изолированный) 140, 141
 К10-17-2 (изолированный) 142, 143
 К10-19 123
 К10-23 106
 К10У-5 124, 125, 126
 К15-5 126, 127, 128
 К21-7 106
 К53-18 82, 83
 К71-4 83, 84
 К71-7 84, 159
 К73П-2 84, 85, 87, 88
 К73-5 160
 К73-11 85, 86, 87
 К73-13 87
 К73-17 143, 144, 145
 К74-7 89
 К75-12 89, 90
 К75-24 90, 91
 К76П-1а, К76П-1б 92
 К76-3 91
 К76-4 92
 МБМ 103, 104, 163
 МПГ-Ц, МПО 104, 105, 163
 ОС КБГ-И 161
 ОС КД-2а 96, 97
 ОС КПС-1Е, ОС КЛС-2Е 114, 115
 ОС КМ-3а 117
 ОС КМ-3б (неизолированный) 146
 ОС КМ-3б (изолированный) 146
 ОС КМ-4а 117, 118, 119
 ОС КМ-4б (неизолированный) 147, 148
 ОС КМ-4б (изолированный) 151, 152

ОС КМ-5а 119, 120, 121, 122
ОС КМ-5б (неизолированный) 155
ОС КМ-5б (изолированный) 156, 157,
158, 159

ОС КСОТ-1, ОС КСОТ-2 122

К31-10 106

К31У-3Е-1 106, 163

К31У-3Е-2 106, 163

К31У-3Е-5 106

К40У-9 56, 163

К42П-5 58

К42У-2 58, 163

К50-3, К50-3А 59, 60, 163

К50-3Б 60, 61

К50-6 (полярный) 163

К50-6 (неполярный) 163

К50-12 63

К50-15 (полярный) 64

К50-15 (неполярный) 65

К50-16, К50-16А 65, 67

К50-24 69, 70

К52-1, К52-1Б 70—73, 163

К52-2 73, 74

К52-2В 74

К52-5 75

К53-1 75, 76, 163

К53-1А 76, 77

К53-4 78

К53-4А 78, 79, 80

К53-7 80

К53-10 80, 81

ОС КСОТ-5 122

ОС КТ-1, ОС КТ-2 163

ОС К31У-3Е-1 106

ОС К31У-3Е-5 106

ОС К40У-9 56, 57, 58

ОС К42У-2 58, 59

ОС К50-3А, ОС К50-3Б 60, 61

ОС К52-2 74

ОС К53-1 75, 76

ОС МБМ 103, 104, 163

ОС СГМ-1, ОС СГМ-2 162

ОС СГМ-3, ОС СГМ-4 162

ОС ЭТО-1, ОС ЭТО-2 163

СГМ-1, СГМ-2, СГМ-3 162, 163

СГМ-4 162

СГМЗ-А, СГМЗ-Б 162

ЭТО-1, ЭТО-2 163

Варикалы

Д901А, Д901Б, Д901В 193

Д901Г 193

Д901Д, Д901Е 193

Д901А ОС, Д901Б ОС 193

Д901В ОС, Д901Г ОС 193

Д901Д ОС, Д901Е ОС 193

Д902 192

КВ102А, КВ102Б 190

КВ102В, КВ102Г 190

КВ102Д 190

2В102А, 2В102Б, 2В102В 190

2В102Г, 2В102Д, 2В102Е 190

2В102Ж 190

2В104А, 2В104Б, 2В104В 190

2В104Г, 2В104Д, 2В104Д 190

2В105А, 2В105Б 193

Выпрямительные столбы

2Ц102А, 2Ц102Б, 2Ц102В 197

2Ц103А 197

2Ц106А, 2Ц106Б 197

2Ц106В, 2Ц106Г 197

Туннельные диоды

АИ101А, АИ101Б 197

АИ101В, АИ101Д 197

АИ101Е, АИ101И 197

АИ201А, АИ201В 197

АИ201Г, АИ201Е 197

АИ201Ж, АИ201И 197

АИ101К, АИ201Л 197

Диоды

АА112А, АА112Б 191

ГД402А, ГД402Б 194

ГД507А 194

ГД511А, ГД511Б, ГД511В 191

Д2Б, Д2В, Д2Г, Д2Д 191

Д2Е, Д2Ж, Д2И 191

Д7А, Д7Б, Д7В, Д7Г 191

Д7Д, Д7Е, Д7Ж 191

Д9Б, Д9В, Д9Г, Д9Д 191

Д9Е, Д9Ж, Д9И, Д9К 191

Д9Л, Д9М 191

Д18 192

Д20 192

Д104, Д104А, Д105 192

Д105А, Д106, Д106А 192

Д206, Д207, Д208, Д209 191

Д210, Д211 191

Д219А 192

Д219А ОС 192

Д220, Д220А, Д220Б 192

Д220 ОС, Д220А ОС 192

Д220Б ОС 192

Д223, Д223А, Д223Б 192

Д237А, Д237Б, Д237В 191

Д310 192

Д310 ОС 192

Д311, Д311А 192

Д311 ОС, Д311А ОС 192

Д312, Д312А 192

Д508А 194

2Д102А, 2Д102Б 195

2Д103А 195

2Д104А 194, 195

2Д106А 194

2Д401А, 2Д401Б 192

2Д401В 192

2Д503А, 2Д503Б 194

2Д504А 192

2Д504А ОС 192

2Д509А 194
2Д510А 194
2Д522Б 194
ЗИ101А, ЗИ101Б 197
ЗИ101В, ЗИ101Г 197
ЗИ101Д, ЗИ101Е 197
ЗИ101Ж, ЗИ101И 197
ЗИ201Б, ЗИ201В 197
ЗИ201Г, ЗИ201Д 197
ЗИ201Е, ЗИ201Ж 197
ЗИ201И, ЗИ201К 197
ЗИ201Л 197
ЗИ306Г, ЗИ306Е 197
ЗИ306Ж, ЗИ306К 197
ЗИ306Л, ЗИ306М 197
ЗИ306Н, ЗИ306Р 197
ЗИ306С 197
ЗИ402А, ЗИ402Б 197
ЗИ402В, ЗИ402Г 197
ЗИ402Д, ЗИ402И 197
КД102А, КД102Б 195
КД105Б, КД105В 195
КД208А 195
КД209А, КД209Б 195
КД209В 195
КД407А 194
КД409К 196
КД410А, КД410Б 196
КД503 194
КД504А 192
КД509А 194
КД510А 194
КД512А 194
КД514А 194
КД522А, КД522Б 194
МД226Б, МД226В 291
МД226Г, МД226Д 291
МД226 ОС, МД226А ОС 291

Оптопары тиристорные

АОУ103А 215
АОУ103Б 215
АОУ103В 215

Оптроны

ЗОД101А, ЗОД101Б 215
ЗОД101В, ЗОД101Г 215

Стабилитроны

Д814А, Д814Б, Д814В 193
Д814Г, Д814Д 193
Д814А ОС, Д814Б ОС 193
Д814В ОС 193
Д814Г ОС, Д814Д ОС 193
Д818А, Д818Б, Д818В 193
Д818Г, Д818Д, Д818Е 193
Д818А ОС, Д818Б ОС 193
Д818В ОС, Д818Г ОС 193
Д818Д ОС, Д818Е ОС 193
КС133А, КС139А 193, 194
КС147А, КС156А 193

КС168А 193
2С107А 193
2С113А, 2С119А 193
2С156А, 2С168А 193, 194
2С175Ж, 2С182Ж 195
2С191Ж 195
2С210Ж, 2С211Ж 195
2С212Ж 195
2С213Ж, 2С215Ж 195
2С216Ж 195
2С218Ж, 2С220Ж 195
2С222Ж 195
2С224Ж 195
2С175Е, 2С182Е, 2С191Е 192
2С210Е, 2С211Е, 2С212Е 192
2С213Е 192
2С433А, 2С439А, 2С447А 193
2С456А, 2С468А 193
2С482А, 2С510А 193
2С512А 193
2С515А, 2С518А, 2С522А 193
2С524А, 2С527А 193
2С530А, 2С536А 193
2С551А, 2С591А, 2С600А 193

Двуанодные стабилитроны

КС162А, КС168В 196
КС170А, КС175А 196
КС182А, КС191А 196
КС210Б, КС213Б 196
2С162А, 2С168В, 2С170А 196
2С175А, 2С182А 196
2С191А, 2С210Б 196
2С211И, 2С212В, 2С213Б 196

Тиристоры

КУ101А, КУ101Б 211, 220
КУ101Г, КУ101Е 211, 220
2Н102А, 2Н102Б 198
2Н102В 198
2Н102Г, 2Н102Д 198
2Н102Е 198
2Н102Ж, 2Н102И 198
2У101А, 2У101Б, 2У101Г 211, 219
2У101Ж, 2У101И 211, 220
2У101Б ОС 211, 220
2У101Г ОС 211, 220
2У101Д ОС, 2У101Е ОС 211, 220
2У101Ж ОС, 2У101И ОС 211, 220
2У102А, 2У102Б, 2У102В 210
2У102Г 210
2У103В 220
2У111А, 2У111Б 210, 215
2У111В, 2У111Г 210, 215

Транзисторы

ГТ308А, ГТ308Б 210, 219, 222
ГТ308В 210, 219, 222
ГТ310А, ГТ310Б, ГТ310В 222
ГТ310Г, ГТ310Д, ГТ310Е 222
ГТ321А, ГТ321Б, ГТ321В 210, 219, 222

ГТ321Г, ГТ321Д, ГТ321Е 210, 219, 222
 ГТ328А, ГТ328Б, ГТ328В 213
 ГТ346А, ГТ346Б, ГТ346В 213, 222
 ГТ402Д, ГТ402Е 209, 212
 ГТ402Ж, ГТ402И 209, 212
 ГТ403А, ГТ403Б, ГТ403В 216, 222
 ГТ403Г, ГТ403Д, ГТ403Е 216, 222
 ГТ403Ж, ГТ403И 216, 223
 ГТ403Ю 216
 ГТ404А, ГТ404Б, ГТ404В 209, 212, 223
 ГТ404Г, ГТ404Д, ГТ404Е 209, 212, 223 -
 ГТ404Ж, ГТ404И 209, 212, 223
 КП103Е, КП103Ж 207, 222
 КП103ЕР 207, 222
 КП103ЖР, КП103И 207, 222
 КП103К 207, 222
 КП103Л, КП103М 207, 222
 КП103ИР 207, 222
 КП103КР, КП103ПР 207, 222
 КП103МР 207, 222
 КП304А 213, 223
 КП305Д, КП305Е 214, 223
 КП305Ж, КП305И 214, 223
 КП306А, КП306Б, КП306В 214, 223
 КП350А, КП350Б, КП350В 214, 223
 КТ117А, КТ117Б 215
 КТ117В, КТ117Г 215
 КТ201А, КТ201Б, КТ201В 208, 215,
 221, 223
 КТ201Г, КТ201Д 208, 215, 221, 223
 КТ203А, КТ203Б, КТ203В 208, 215, *
 221, 223
 КТ306А, КТ306Б, КТ306В 208
 КТ306Г, КТ306Д 208
 КТ315А, КТ315Б, КТ315В 207
 КТ315Г, КТ315Д, КТ315Е 207
 КТ315Ж, КТ315И 207
 КТ316А, КТ316Б, КТ316В 215, 221
 КТ316Г, КТ316Д 215, 221
 КТ325А, КТ325Б, КТ325В 215, 223
 КТ326А, КТ326Б 221, 223
 КТ339А 213, 223
 КТ342А, КТ342Б, КТ342В 221
 КТ347А, КТ347Б, КТ347В 221
 КТ361А, КТ361Б, КТ361В 207
 КТ361Г, КТ361Д, КТ361Е 207
 КТ361Ж, КТ361И, КТ361К 207
 КТ363А, КТ363Б 215, 221
 КТ368А, КТ368Б 213
 КТ601А 212, 218
 КТ602А, КТ602Б 210, 216, 220, 223
 КТ603А, КТ603Б, КТ603В 209, 212, 223
 КТ603Г, КТ603Е, КТ603Ж 209, 212,
 223
 КТ603И 209, 212, 223
 КТ608А, КТ608Б 209, 212, 218, 223
 КТ801А, КТ801Б 210, 216, 220, 223
 МП9А, МП10, МП10А, МП10Б 208,
 211, 217
 МП11, МП11А 208, 211, 217
 МП9А ОС, МП10 ОС, МП10А ОС
 208, 211, 217
 МП10Б ОС, МП11 ОС 208, 211, 217
 МП11А ОС 208, 211, 217
 МП13, МП13Б, МП14 208, 211, 217
 МП14А, МП14Б, МП14В 208, 211, 217
 МП15, МП15А, МП15И 208, 211, 217
 МП13 ОС, МП14 ОС, МП14А ОС 208,
 211, 217, 225
 МП14Б ОС, МП15 ОС, МП15А ОС 208,
 211, 217, 225
 МП16, МП16А, МП16Б 208, 211, 217,
 225
 МП16 ОС, МП16А ОС, МП16Б ОС 208,
 211, 217, 225
 МП20, МП21, МП21А, МП21Б 209,
 211, 217
 МП25, МП25А, МП25Б 209, 211, 217
 МП26, МП26А, МП26Б 209, 211, 217
 МП42, МП42А, МП42Б 209, 211, 217
 МП101, МП101А, МП101Б 209, 212,
 217
 МП102, МП103, МП103А 209, 212, 217
 МП101 ОС, МП101А ОС, 209, 212, 218
 МП102 ОС, МП103 ОС, МП103А ОС
 209, 212, 218
 МП104, МП105, МП106 209, 212, 218
 МП104 ОС, МП105 ОС, МП106 ОС
 209, 212, 218
 МП111, МП111А 209, 212, 218
 МП111Б, МП112 209, 212, 218
 МП113, МП113А 209, 212, 218
 П27, П27А, П27Б, П28 208, 211, 216
 П27 ОС, П27А ОС 208, 211, 216
 П27Б ОС, П28 ОС 208, 211, 216
 П29, П29А, П30 208, 211, 216
 П29 ОС, П29А ОС, П30 ОС 208, 211,
 216
 П307В, П308, П309 209, 210, 212, 225
 П401, П402, П403 210, 219
 П416, П416А, П416Б 210, 219
 П416 ОС, П416А ОС, П416Б ОС 210,
 219
 П417, П417А 210, 219
 П422, П423 219
 2П102А, 2П102Б, 2П102В 222, 224
 2П102Г, 2П102Д 222, 224
 2П103А, 2П103Б 222, 224
 2П103В, 2П103Г, 2П103Д 222, 224
 2П301А, 2П301Б 213, 225
 2П302А, 2П302Б, 2П302В 215, 224
 2П303А, 2П303Б, 2П303В 213
 2П303Г, 2П303Д, 2П303Е 213
 2П305А, 2П305Б, 2П305В, 2П305Г
 213, 224
 2П306А, 2П306Б, 2П306В 213, 224
 1Т101, 1Т101А, 1Т101Б 209, 218, 212
 1Т102, 1Т102А 209, 218, 212
 1Т116А, 1Т116Б 209, 212, 218
 1Т116В, 1Т116Г 209, 212, 218
 1Т308А, 1Т308Б, 1Т308В 210, 225
 1Т308А ОС, 1Т308Б ОС, 1Т308В ОС

210, 225
 1Т320А, 1Т320Б, 1Т320В 210, 219
 1Т321А, 1Т321Б, 1Т321В 210, 219
 1Т321Г, 1Т321Д, 1Т321Е 210, 219
 1Т329А, 1Т329Б, 1Т329В 210, 219, 225
 1Т335А, 1Т335Б, 1Т335В 210, 219
 1Т335Г, 1Т335Д 210, 219
 1Т367А 213
 1Т403А, 1Т403Б, 1Т403В 216, 224
 1Т403Г, 1Т403Д, 1Т403Е 216, 224
 1Т403Ж, 1Т403И 216, 224
 2Т117А, 2Т117Б, 2Т117В, 2Т117Г 214,
 221, 224
 2Т118А, 2Т118Б, 2Т118В 214, 221, 224
 2Т201А, 2Т201Б, 2Т201В 208, 214, 224
 2Т201Г, 2Т201Д 208, 214, 224
 2Т203А, 2Т203Б, 2Т203В 208, 214, 221,
 224
 2Т203Г, 2Т203Д 208, 214, 221, 224
 2Т301Г, 2Т301Д 208
 2Т301Е, 2Т301Ж 208
 2Т306А, 2Т306Б 208
 2Т306В, 2Т306Г 208
 2Т312А, 2Т312Б, 2Т312В 208, 224
 2Т316А, 2Т316Б, 2Т316В 208, 214, 221
 2Т316Г, 2Т316Д 208, 214, 221
 2Т325А, 2Т325Б, 2Т325В 210, 215
 2Т326А, 2Т326Б 214, 221
 2Т355А 215
 2Т363А, 2Т363Б 214, 221
 2Т368А, 2Т368Б 213
 2Т602А, 2Т602Б 210, 216, 218, 220
 2Т602АОС, 2Т602БОС 210, 216, 218,
 220
 2Т603А, 2Т603Б 209, 212, 218
 2Т603В, 2Т603Г 209, 212, 218
 2Т608, 2Т608Б 209, 212, 215, 218
 2Т630А, 2Т630Б 209, 212, 215

*Микросхемы и микросборки
в корпусах*

151.15-4 242
 151.15-5 242
 151.15-6 242
 151.15-8 242
 153.15-1 242
 153.15-2 242
 153.17-1 242
 155.15-1 243
 155.15-2 243
 155.36-2 243
 157.29-1 243
 157.29-2 244
 159.49-1 244
 201.8-1 245
 201.14-1 245
 201.14-10 245
 201.16-5 245
 201.16-8 245
 201.16-9, 201.16-13 245
 201А.16-1 245

209.24-4 245
 210А.22-1 246
 210Б.24-1 246
 212.32-1 246
 244.48-8, 244.48-11 246
 249.42-1 246
 301.8-1, 301.8-2 247
 301.12-1 247
 311.8-1, 311.10-1 248
 401.14-3, 401.14-4 249
 401.14-5 249
 402.16-1, 402.16-2 249
 402.16-6, 402.16-7 249
 402.16-16, 402.16-21 250
 405.24-2 251
 421.40-1 251
 421.48-2 251
 421.50-1 252
 422.48-1, 422.48-2 251
 422.48-3 251
 429.42-1 252
 4112.16-1, 4112.16-2 250
 4112.16-3 250

Реле

РПС32, РПС32А 254, 256
 РПС34, РПС34А 254, 256
 РПС36, РПС36А 254, 257
 РПС43 257
 РПС45 257
 РПС46 257
 РПС47 257
 РПС48 257
 РПС49, РПС50, РПС51 253, 255, 257
 РПС52, РПС53, РПС54 253, 257
 РПС55, РПС56 253, 257
 РЭВ20 257
 РЭС34 254, 255
 РЭС47 253, 254, 255
 РЭС48А 253, 254, 255
 РЭС49 253, 254
 РЭС52 255
 РЭС53 255
 РЭС54А 253, 255
 РЭС55А 254, 255
 РЭС59А 253, 254, 255
 РЭС60 253, 255
 РЭС64А 254, 255
 РЭС78 256
 РЭС79 253, 255
 РЭС80 253, 255
 РЭС81, РЭС82, РЭС83 253, 256
 РЭС84 253, 256
 РЭС85, РЭС86 253, 256
 РЭС90 253, 255
 РЭС91 256
 РЭС93 256

Трансформаторы

ГХ4.720.022—ГХ4.720.024 164, 165,
 176, 177

ГХ4.720.040—ГХ4.720.048 164, 165,
176, 177
Е 166, 176, 177
И 167, 168, 176, 177
ММТС 164, 176, 177
С 164, 176, 177
ТИ 166, 167, 176, 177
ТИМ 168, 176, 177
ТНМ 169, 172, 176, 177
ТНЧЗ 164, 176, 177
ТП 168—172, 176, 177
ТрН-200 168, 176, 177
ТрН-300 168, 176, 177
ТНС 164, 176, 177
ФИТ 165, 166, 176, 177

Разъемы

ГРПМ1 262—266, 270, 272
ГРПМ5 258, 259, 263, 274
ГРПМ6 258, 259, 260, 263, 274
ГРПМ7 258, 260, 261, 263, 272, 274
ГРПМ8 258, 260, 262, 263, 264, 273,
275
ГРПМ10 258, 262, 264, 273, 276
ГРППЗ 267, 276, 271, 272
ГРПМ9 267, 268, 269, 270, 271
РППМ26 258, 259, 273, 276

Соединительные платы

ПСП1 277, 279
ПСП2 277, 279
ПСПЗ 277, 280
ПСП4 277, 280
ПСП5 277, 280

ПСП6 277, 281
ПСП7 277, 281
ПСП8 277, 281
ПСП9 277, 281
ПСП10 277, 281
ПСП11 277, 278, 282
ПСП12 277, 278, 282
ПСП13 277, 278, 282
ПСП14 277, 278, 283
ПСП15 277, 279, 283
ПСП16 277, 283
ПСП17 277, 283
ПСП18 277, 284

Ленточные провода

ЛВ 285
ЛВКЭВ 285
ЛЛП 286
ЛМФ 286
ЛМФГ 286, 287
ЛПМФмн 287
ЛПМФКмн 287
ЛПМФмс 287
ЛФ 287, 289
ЛФЭ 289
ЛЭФ 287

Элементы крепления ЭРЭ

Втулки 291, 292
Подставка 290, 291, 292
Стойки 291, 292
Шайба 292

Материалы РЭА

Пластмассы 293—305