

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н. Э. Баумана

К. Б. ЛУКИН

МИКРОСБОРКИ И КОРПУСА

Методические указания
по курсовому проектированию по курсу
«Конструирование и технология микросхем»

Данные методические указания издаются в соответствии с учебным планом. Рассмотрены и одобрены кафедрой П-8 ВГ.Ю.83г., методической комиссией факультета П 21.12.83 г. и учебно-методическим управлением 26.12.83 г.

Рецензент к.т.н., доц. А.В. Фролов

© Московское высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана

Оглавление

Введение	3
§ 1. Описание алгоритма автоматизированного проектирования разводки проводников в микросборках	3
§ 2. Методика составления задания на автоматизированное проектирование двухуровневой разводки проводников	6
§ 3. Правила оформления графического и расчетного материала по автоматизированному проектированию микросборок	9
§ 4. Типы корпусов	II
§ 5. Расчет основных размеров корпусов микросхем	16
§ 6. Методика проектирования корпуса микросхемы	23
§ 7. Пример проектирования корпуса	26
Литература	26

ВВЕДЕНИЕ

Микросборка — это гибридная микросхема, где в качестве навесных элементов используют не только диоды, транзисторы и другие дискретные радиоэлементы, но такие интегральные схемы (ИС), которые имеют автономное конструктивное оформление (в большинстве случаев бескорпусное) и могут быть испытаны до монтажа на общую диэлектрическую подложку. Микросборка конструктивно состоит из двух частей: коммутационной платы и ИС (или дискретных радиоэлементов), изготавливаемых отдельно.

В данной работе приводится методический и справочный материал по подготовке формализованного задания (кодировка исходных данных) для машинного проектирования топологии коммутационной платы, корпусов микросхем с тепловым расчетом.

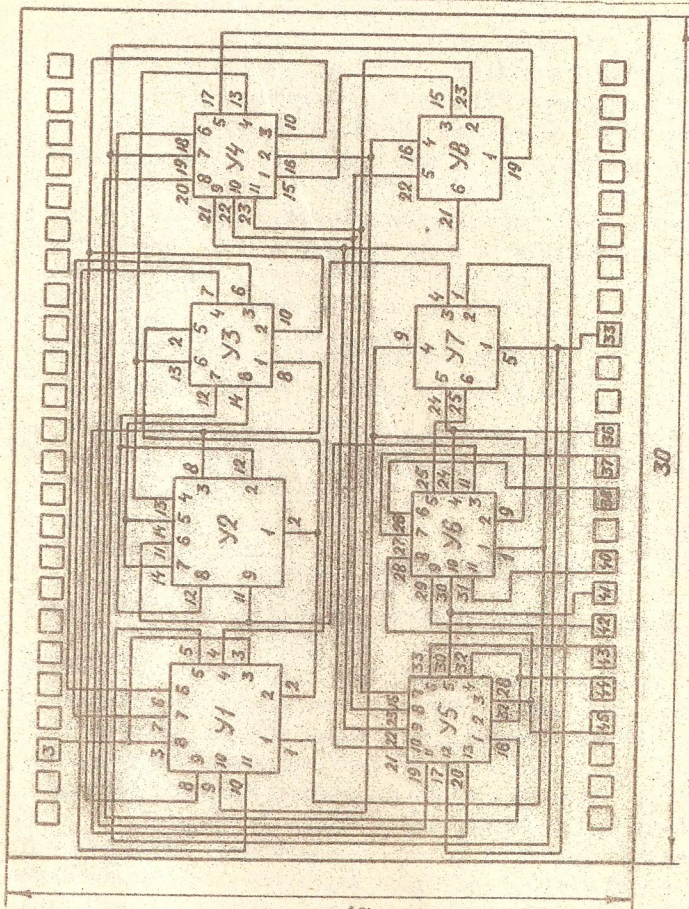
§ I. ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗВОДКИ ПРОВОДНИКОВ В МИКРОСБОРКАХ

В настоящее время для изготовления коммутационных плат используют: 1) тонкопленочную технологию; 2) толстопленочную технологию; 3) технологию на основе многослойной керамики; 4) технологию на основе полиамидной пленки. Наивысшей разрешающей способностью, т.е. наибольшим количеством проводников и их пересечений на единицу площади подложки, обладает тонкопленочная технология. Метод селективного травления тонких пленок позволяет создать двухуровневую коммутацию проводников.

Коммутационные платы микросборок насчитывают от нескольких десятков до тысяч цепей. Цепи связывают контактные площадки, к которым приваривают выводы бескорпусных полупроводниковых ИС, между собой и с внешними контактными площадками коммутационной платы. На рис. I изображен конструкторский эскиз микросборки, составленный по ее принципиальной схеме.

Каждый из квадратов на рис. I представляет собой бескорпусную полупроводниковую микросхему. Внутри квадратов пронумерованы контактные площадки ИС и соответствующие им контактные площадки коммутационной платы. На внешней стороне квадратов обозначены номера цепей — номера проводников, связывающих контактные площадки каждой ИС между собой и с внешними выводами платы.

Контактные площадки внешних выводов (их 48) расположены по



29

30

Рис. 1. Конструкторский эскиз коммутационной платы микросборки

периметру платы. Каждый проводник, коммутируемый с внешним выводом, обозначен номером той цепи, в которую он входит. Номера контактных площадок внешних выводов нанесены на семи площадки.

На рис. 1 бескорпусные микросхемы, обозначенные У1, У2, ... У8, расположены случайным образом. Поэтому не удалось добиться, чтобы количество пересечений проводников цепей и их длина были минимальны. В данном случае количество пересечений при случайном расположении микросхем и ручной трассировке равно 159. Машинным проектированием топологии коммутационной платы микросборки можно получить минимальную длину проводников цепей и наименьшее количество пересечений между ними. Это понижает трудоемкость изготовления микросборки и повышает ее надежность.

При размещении бескорпусных микросхем на плате используют алгоритм итерационного типа, реализующий парные перестановки микросхем [2]. После каждой новой перестановки производится подсчет суммарной длины всех проводников, связывающих на коммутационной плате контактные площадки микросхем между собой и с внешними контактными площадками. Из всех вариантов перестановок выбирается такой, который обеспечивает минимальную длину проводников.

После размещения полупроводниковых микросхем производится машинная трассировка. Целевой функцией при трассировке является количество пересечений проводников и их длина. При трассировке применяют волновой алгоритм в совокупности с алгоритмом поиска решений в пространстве состояний [2]. Этот алгоритм моделирует работу конструктора при проектировании разводки, что позволяет избежать в большинстве случаев тупиковых ситуаций.

Чтобы составить исходные данные, которые необходимы для ввода в ЭВМ, по конструкторскому эскизу составляют список цепей. Например, для конструкторского эскиза (см. рис. 1) список цепей приведен в табл. 1.

В табл. 1 под У1, У2, ..., У8 обозначены бескорпусные полупроводниковые микросхемы, имеющие на конструкторском эскизе (см. рис. 1) форму квадрата. Обозначение У0 имеют все внешние контактные площадки платы. Обозначения контактов даны в порядке перечисления устройств. Например (см. табл. 1), в пятой цепи устройству У1 соответствует контакт К5, устройству У7 - контакт К1, а У0 (внешним контактными площадкам) соответствует контакт К33. Иными словами, пятая цепь соединяет контакты К5, К1, К33, при-

надлежащие соответственно микросхемам У1, У7 и внешним контакт-ным площадкам У0. Сложность коммутации платы определяют по ко-личеству цепей и по среднему числу устройств, входящих в каждую цепь.

Таблица I

Список цепей

№ цепи	Устройство	Контакты
1	У1, У6, У7	К1, К1, К2
2	У1, У2, У3	К2, К1, К5
3	У1, У1, У0	К3, К8, К3
4	У1, У7	К4, К3
5	У1, У7, У0	К5, К1, К33
6	У1, У3	К6, К3
7	У1, У3	К7, К4
8	У1, У2, У3	К8, К3, К1
9	У1, У6, У7	К10, К2, К4
10	У1, У3, У4	К11, К2, К3
11	У2, У2	К9, К6
12	У2, У2, У3	К8, К2, К7
13	У2, У3, У4	К4, К6, К4
14	У2, У2, У3	К5, К7, К8
.....		
32	У5, У5, У0	К2, К4, К44

§ 2, МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ЗАДАНИЯ НА АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВУХУРОВНЕВОЙ РАЗВОДКИ ПРОВОДНИКОВ

Задание на проектирование. Для описания исходных данных в САПР двухуровневой разводки проводников применяют списки с та-кими заголовками: СС - список спецификаций; СОП - список описа-ния платы; ССУ - список стандартных устройств; СЦ - список це-пей; СВК - список выходных контактов; СОТ - список ограниченный трассировки; СПУ - список перечня устройств; СКП - список кон-

тура платы.

Первым списком в исходных данных САПР является список ИМЯ ПЛАТЫ, в котором указывают десятичный номер платы.

Кодировка СС. В СС помещают информацию об исполнителе, проектируемой микросборке и о коррективах списков. СС состоит из четырех предложений, содержащих такую информацию: плата (десятичный номер); исполнитель (Ф.И.О.); дата (число, месяц и год последней корректировки).

Кодировка СОП. Кодировку СОП производят в виде списка описания платы; исходная информация - конструкторский эскиз, перечень элементов, ТЗ на проектирование микросборки.

В список описания микросборки заносят символы: ХПЛ - размер платы по оси X; УПЛ - размер платы по оси Y; ЧУ - число стандартных устройств; ЧП - число позиции стандартных устройств (микросхемы, мозаичные радиоэлементы); ЧК - число контактов; ЧЦ - число цепей; ЧВК - число выходных контактов; ЧКО - число конструкторских ограничений; ЧОТ - число ограничений трассировки; ТК - номер типовой конструкции; ШАГ - шаг координатной сетки (минимальный шаг - 0,25 мм, последующие - кратные 0,25 мм). Эти данные берут из конструкторского эскиза и затем заносят на специальные бланки. Например, для эскиза (см. рис. 1) СОП имеет вид, представленный в табл. 2.

Пример бланка СОП

Таблица 2

СОП					
ХПЛ	30	ЧУ	8	ЧК	87
УПЛ	24	ЧП	8	ЧЦ	32
ЧВК	11	ЧКО	0	ЧОТ	0
ШАГ	0,25				

Кодировка ССУ. Результаты кодировки стандартных устройств представляют в виде списка. Кодирование производят последовательным занесением в список координат базовых точек стандартных устройств, считанных с конструкторского эскиза, номеров устройств и информации об их конструктивных типах, взятых из перечня элементов. Форма записи списка имеет вид: 3 ж номера типа и Y (номер устройства) и X (координата X) и Y (координата Y). В этой записи: 3 - признак закрепления, X и Y - координаты базовых то-

чек устройств. Для бескорпусных подупроводниковых микросхем базовой точкой является геометрический центр кристалла. Все типы стандартных устройств могут быть разделены на устройства, повороты которых: запрещены (символ А); разрешены на 90° (символ Б); разрешены на 180° (символ В).

Стандартные устройства, имеющие в соответствии с конструкторским эскизом металлизированные посадочные площадки, кодируются признаком М в начале описания конструктивного типа. Например: 3 ж МБ2 ж У5 ж Х15 ж У20 (устройство закреплено, может быть повернуто на 90° , имеет металлизированную посадочную площадку, конструктивный тип 2, номер устройства - 5, $X=15$, $Y=20$).

По периферии металлизированной посадочной площадки на расстоянии в 1 шаг координатной сетки от края платы запрещается расположение каких-либо конструкторских элементов (проводников и т.п.).

Кодировка перечня устройств. Результаты кодировки представляются в виде списка перечня устройств. Исходный документ - перечень элементов. Форма записи имеет вид: признак типа (номер типа) ж У (номер устройства на плате). Под признаком типа и номером типа понимают ГОСТ или отраслевой стандарт на дискретное устройство.

Кодировка цепей. Форма записи: (номер слоя) ж признак цепи (номер цепи) ж У (номер устройства) ж признак контакта (номер контакта). При кодировке цепей питания задаются символом Ц и соответствующим номером слоя питания. Для цепей, топологию которых проектируют автоматизированно с шириной $0,35$ мм, задаются признаком широкого проводника Ш. Признак сигнальной цепи - символ С.

Последовательность кодировки: сигнальные цепи, цепи питания в порядке возрастания номеров. При кодировке списка цепей порядок следования номеров должен быть строго возрастающим. При кодировке в списке цепей контактов стандартных устройств в качестве признака указывают символ К. Если от контакта устройства цепь идет на внешний контакт, то в качестве признака контакта задают символ ВМ. Например (см. рис. 1, табл. 1):
I ж CI ж UI ж KI - I слой, I сигнальная цепь, I устройство, I контакт;
I ж CI ж U6 ж KI - I слой, I сигнальная цепь, 6 устройство, I контакт;

I ж С1 ж У7 ж К2 - I слой, I сигнальная цепь, 7 устройство,
2 контакт;

I ж С3 ж У0 ж ВК3 - I слой, 3 сигнальная цепь, внешний контакт,
3 контактная площадка.

Кодировка внешних контактных площадок. Исходный документ - конструкторский эскиз, на котором нанесены позиции расположения выходных контактов. Кодировка заключается в последовательном занесении в список выходных контактов координат базовых точек и номеров контактов, считанных с конструкторского эскиза.

Форма записи имеет вид: тип ж номер контакта ж X (координата X) ж Y (координата Y). Типовой контакт обозначают КА. Если контакт расположен в поле платы, то перед номером во втором слове ставят КИЛ. Например: КА ж КИЛ3 ж X4,4 ж Y23.

Кодировка ограничений трассировки. Ограничения трассировки - прямые, параллельные осям координат, пересечение которых другими конструктивными запрещено. До начала трассировки описывают области, где по каким-то соображениям запрещено проведение трасс цепей. Исходный документ - конструкторский эскиз. Форма записи: M ж C (номер слоя) ж признак начала ж X (координата X) ж Y (координата Y).

металлизированные области, где запрещена трассировка, описывают в системе ограничений символом M в первом слове описания контура.

Кодировка контура платы необходима для нанесения контуров подложки на фотооригиналы и чертежи технологических слоев микросборки. Исходный документ - конструкторский эскиз с контурами подложки. Форма записи: C (номер слоя) ж признак начала ж X (координата X) ж Y (координата Y).

§ 3. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО И РАСЧЕТНОГО МАТЕРИАЛА ПО АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ МИКРОСБОРОК

По принципиальной схеме микросборки на формате А2 выполняют конструкторский эскиз коммутационной платы такого же типа, как на рис. 1. В правом углу над штампом этого формата располагают таблицу цепей.

Далее в расчетно-пояснительной записке анализируют алгоритмы

автоматизированного размещения и трассировки проводников коммутационной платы [2]. С использованием методики (см. § 2) составляется формализованное задание на автоматизированное проектирование разводки проводников коммутационной платы. По конструкторскому эскизу рассчитывают суммарную длину проводников и количество их пересечений, получившиеся при случайном "ручном" расположении и случайной "ручной" трассировке коммутационной платы.

по разработанным спискам формализованного задания оператор САПР перфорирует карты программы, формирует пакет и вводит его в ЭВМ.

САПР коммутационной платы микросборки включает: БЭСМ-6, автоматические координатографы КПА-1200 и КАРТИМАТ, ручной графопостроитель АП 7252, входящий в состав АРМ РО5. Хотя ныне САПР эксплуатируют на БЭСМ-6, но возможен перевод САПР на технику ЕС, что не связано со значительными затратами труда. Программное обеспечение САПР разработано применительно к операционной системе ДИСПАК. САПР проектирует микросборку, у которой шаг координатной сетки 0,25 мм и такие параметры: 1) ширина проводников - 0,1 мм; 2) ширина впадов между проводниками - 0,15 мм; 3) размер изолирующих прокладок в местах пересечений проводников - 0,3 x 0,3 мм.

С помощью САПР выпускается комплект перфолент для координатографа, изготовляющего фотооригиналы и чертежи коммутационной платы слоев. В комплект фотошаблонов, изготовляемых по фотооригиналам, входят: а) фотошаблон для фотолитографии 1-го уровня металлизации; б) фотошаблон для фотолитографии слоя изоляции; в) фотошаблон для фотолитографии 2-го уровня металлизации.

Основные параметры САПР: число стандартных устройств, помещаемых в поле микросборки, не более 128 микросхем или других дискретных элементов; максимальное число предложений в списке - не более 6000; число цепей в микросборке - не более 500; число выходных контактов - не более 511; общее число контактов - не более 2048; число контактов в цепях, топология которых проектируется автоматизированно, не более 170; число строк в списке ограничений трассировки - не более 511; число конструктивных ограничений - не более 511; площадь платы - не более 50000 дискретов (50000 латв по осям X и Y); максимальный размер платы по оси Y для получения несегментированной распечатки коммутационного поля микросборки - не более 120 дискретов; число типов

стандартных устройств в библиотеке конструктивных типов - не более 63; число типов контактных площадок в библиотеке контактных типов - не более 511.

Выполненный графопостроителем САПР чертеж, например 1-го слоя проводников, помещают на формате А2. На чертеж наносят обозначения, принятые для конструкторского эскиза (см. рис. 1). Подсчитывают общую суммарную длину проводников и количество пересечений между ними. Оценивают их относительное изменение ΔS и Δn по отношению к ручному размещению и трассировке:

$$\Delta S = \frac{S_p - S_m}{S_p} 100\% ; \Delta n = \frac{n_p - n_m}{n_p} 100\% , \quad (I)$$

где S_m ; n_p - соответственно общая длина всех проводников и количество их пересечений при ручном размещении и трассировке, а S_p и n_m - при машинной разводке проводников.

Чертежи слоев изоляции и 2-го уровня проводников приводят в приложении расчетно-пояснительной записки.

Пример проектирования слоя 2-го уровня проводников, выполненного САПР, приведен на рис. 2. Исходные данные брали с конструкторского эскиза (см. рис. 1) и списка целей (см. табл. 1). На рис. 2 количество пересечений проводников $n_m = 97$. Относительное изменение количества пересечений $\Delta n = \frac{159 - 97}{159} 100\% \approx 39\%$. Относительное изменение суммарной длины проводников

$$\Delta S = \frac{4,8 \text{ м} - 2,9 \text{ м}}{4,8 \text{ м}} 100\% \approx 40\% .$$

Таким образом, помимо снижения трудоемкости изготовления фотосаблонов отдельных слоев применение САПР позволило повысить качество разводки проводников коммутационной платы. На 40 и 39% соответственно уменьшена длина проводников и число их пересечений. Это приводит к уменьшению переходного сопротивления проводников и повышению надежности изоляции между пересекающимися проводниками из-за уменьшения количества пересечений между ними.

§ 4. ТИПЫ КОРПУСОВ

Основными типами корпусов являются пластмассовый (рис. 3а), металлостеклянный (рис. 3б), полимерный (рис. 6), металлокерамический (рис. 12), стеклянный (рис. 9а), керамический (рис. 9б).

В пластмассовых корпусах (рис. 3а) основание из пластмассы армировано выводовани, а крышку изготавливают из такого же материала, что и основание, и приклеивают к нему.

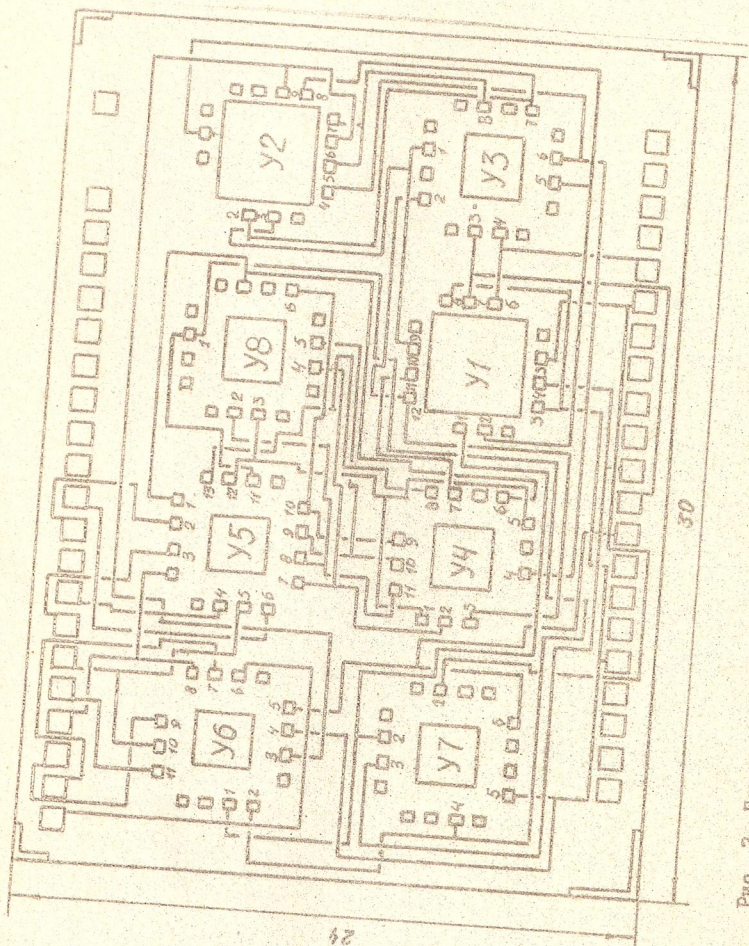


Рис. 2. Пример оформления чертежа слоя второго уровня проводников, выделенного САПР.

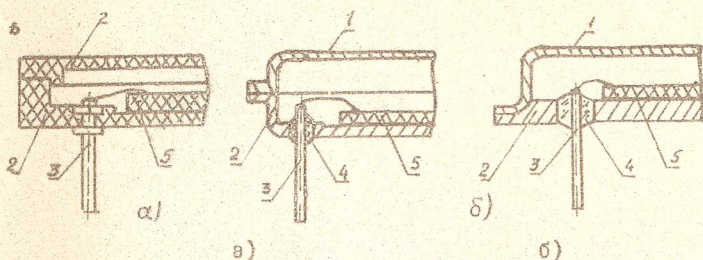


Рис. 3. Пластмассовый (а) и металлостеклянные (б) корпуса:
 1 - крышка; 2 - основание корпуса; 3 - вывод; 4 - бусина;
 5 - подложка

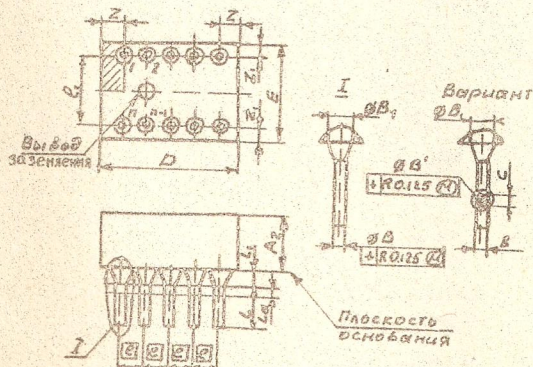


Рис. 4. Корпус подтипа I2

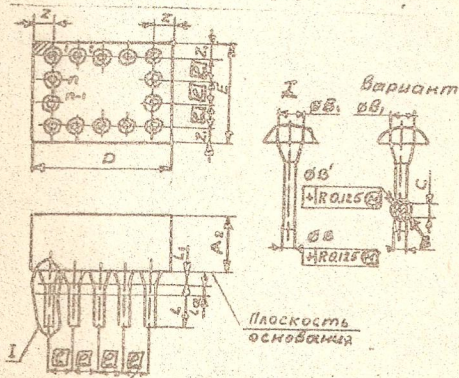


Рис. 5. Корпус подтипа I4

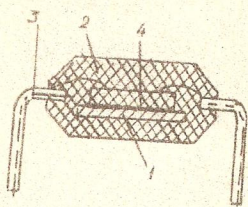


Рис. 6. Полимерный корпус:
 1 - основание; 2 - корпус;
 3 - вывод; 4 - подложка

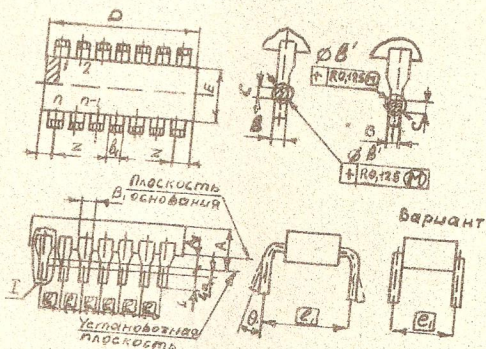


Рис. 7. Корпус подтипа 2I

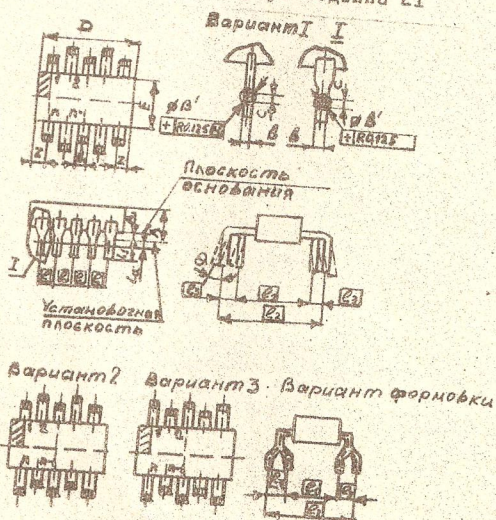


Рис. 8. Корпус подтипа 22

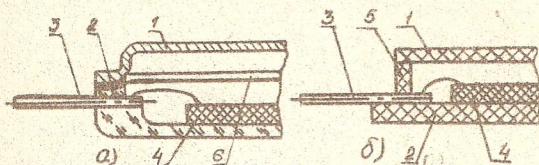


Рис. 9. Стекланный (а) и керамический (б) корпус типа 4:
 1 - крышка; 2 - основание; 3 - вывод; 4 - подложка;
 5 - рамка; 6 - ободок

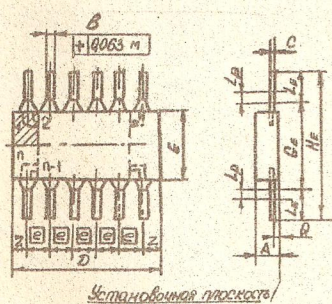


Рис. 10. Корпус подтипа 41

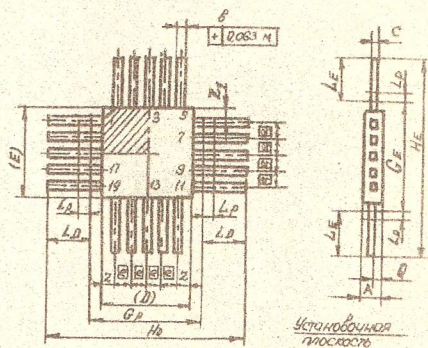


Рис. 11. Корпус подтипа 42

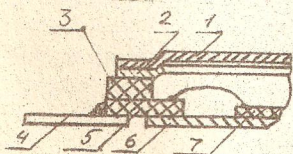


Рис. 12. Металлокерамический корпус типа 5: 1 - крышка; 2 - ободок; 3 - рамка; 4 - вывод; 5 - основание; 6 - дно; 7 - подложка

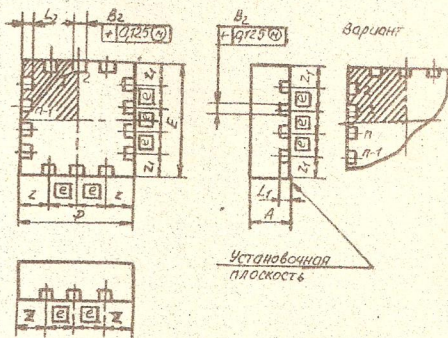


Рис. 13. корпус подтипа 51

Металлостеклянные корпуса (рис. 3б) состоят из металлической крышки и металлического основания, в которое с использованием стеклянных изоляторов впаяны выводы. В качестве изоляторов применяют стеклянные бусы (при изоляции вывода в отдельности) или стеклотаблетки (при изоляции группы выводов). Для обеспечения качественного металлостеклянного спая подбирают сочетаемые материалы таким образом, чтобы температурные коэффициенты линейного расширения (ТКЛР) стекла и металла были близкими по значению.

В полимерном корпусе (рис. 6) подложку приклеивают к центральному выводу, проходящему в центре корпуса между сигнальными выводами. После монтажа выводов производят предварительную зачистку кристалла с перемычками каплей компаунда, далее корпус направляют на заливку пластмассой под давлением. После герметизации технологическую рамку, связывающую выводы, отделяют, и выводы формируют, как показано на рис. 6.

В стеклянных корпусах (рис. 9а) основание формируют из стекла. В процессе изготовления основания в него впаивают выводы и ободок. Крышки могут быть как стеклянными, так и металлическими.

В керамических корпусах (рис. 9б) герметизацию осуществляют либо стеклосмалью, либо стеклоприпоем.

Широкое распространение получили металлокерамические корпуса (рис. 12). Для обеспечения более надежной герметизации плоские коваровые выводы не помещают внутрь корпуса. Между рамкой и основанием находятся проводники, выполненные по толсто-пленочной технологии. Корпуса без крышки и дна получают по технологии многослойной керамики, а герметизацию выполняют пайкой.

Материалы, рекомендуемые для изготовления корпусов микросхем, представлены в табл. 3.

§ 5. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ КОРПУСОВ МИКРОСХЕМ

Основные типы, габаритные и присоединительные размеры корпусов микросхем регламентирует ГОСТ 17467-79. По форме проекции тела на плоскость основания и расположению выводов корпуса делятся на пять типов и 12 подтипов. Чертежи корпусов четырех типов приведены на рис. 3, 6, 9, 12. Корпуса третьего типа - круглые - применяют редко из-за невысокой компоновки ЭВА и РЭА при их использовании, трудностей автоматизированного

проектирования и производства (выводы микросхем не попадают в узлы координатной сетки плат). Поэтому корпуса указанного типа в настоящих методических указаниях не рассматриваются.

Таблица 3

Материалы, рекомендуемые для изготовления корпусов

Тип корпуса	Материал	Марка материала	Стандарт или ТУ	Область применения
I	2	3	4	5
Полимерный (пластмассовый) (рис. 3а, б)	Пресс-материал	К-124-38 ЭФП-63	ТУ6-05-1017-71 УЮ.023.056.ТУ	Изготовление основания, крышки
	Латунь	Л-63	ГОСТ 1066-58	Изготовление выводов
	Медь	М1	ГОСТ 1173-70	
	Клей	ВК-9	ОСТ 4 ГО.029 004	Приклеива крышки к основанию
Металло-стеклянный (рис. 3б)	Сплавы с заданным ТКЛР	29НК	ГОСТ 14080-68	Изготовление основания, выводов
		29НК-ВМ		
	Стекло	С48-2	ТХО.027.059 ТХО.735.016 НПО.027.600	Изоляция выводов
		С52-1		
Никель	НП-2	ГОСТ 2170-73	Изготовление крышки	
Сталь	Х18Н10Т	ГОСТ 4986-70		
Стеклоклянный (рис. 9а)	Сплавы с заданным ТКЛР	29НК	ГОСТ 14080-68	Изготовление выводов и ободка
		29НК-ВМ		
	Никель	НП2	ГОСТ 2170-73	Изготовление крышки
	Припой	ПСр 2.5	ГОСТ 8190-56	Присоединение ободка к крышке
ПОС-61		ГОСТ 1499-70		
Керамический (рис. 9б)	Сплавы с заданным ТКЛР	29НК	ГОСТ 14080-68	Изготовление выводов
		47НД		
	Керамика	22ХС, М7	УЮ.027.002ТУ	Изготовление

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
Керамический (рис. 9б)		"Поликор"	аяО.027.027ТУ	основания, крышки, рамки
	Припой	ПСр 2,5	ГОСТ 8190-56	Присоединение выводов к плате
		ПОС-61	ГОСТ 1499-70	
	Клей	ВК-9	ОСТ 4ГО.029004	Приклейка рамки к основанию (герметизация корпуса)
Компаунд	ЭК-16"Б"	-	Герметизация корпуса	
Металло-керамический (рис. 12)	Сплавы с заданным ТКЛР	29НК	ГОСТ 14080-68	Изготовление дна, выводов и ободка
		47НД		
		29НК-ВМ		
	Керамика	22ХС, М7	аяО.027.002ТУ	Изготовление основания
		"Поликор"	аяО.027.027ТУ	
	Никель	НП2	ГОСТ 2170-73	Изготовление крышки
	Припой	ПСр72	ГОСТ 8190-56	Присоединение ободка и дна к основанию
ПСр2,5				
ПОС-61		ГОСТ 1499-70	Присоединение ободка к крышке	

Когда проектируют корпуса микросхем, при определении габаритных размеров D ; E ; A ; A_2 ; G_r ; G_p ; e_1 ; e_2 ; z ; z_1 следует руководствоваться формулами, которые приведены в табл. 4.

Таблица 4

Формулы для определения основных габаритных размеров микросхем

Подтип	Обозначение	Формула для определения размеров
1	2	3
12	D_{max}	$(n/(2r)-1)e + 2z_{max}$

I	2	3
12	e_{inom}	$e m_{e_1}$, где $m_{e_1} = 1; 2; 3; 4; 6; 7; 9; 11$
	E_{max}	$e_1 + 2 z_{1max}$
	A_{2max}	$e m_{A_2}$, где $m_{A_2} = 2; 3; 4; 6; 8$
	z_{max}, z_{1max}	$e = 0,25$
13, 14	D_{max}	$(n_D - 1)e + 2 z_{max}$
	E_{max}	$(n_E - 1)e + 2 z_{1max}$
	A_{2max}	$e m_{A_2}$, где $m_{A_2} = 2; 3$
	z_{max}, z_{1max}	$e = 0,25$
21	D_{max}	$(n/(2) - 1)e + 2 z_{max}$
	E_{max}	e_{inom}
	e_{inom}	$e m_{e_1}$, где $m_{e_1} = 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9$
	A_{max}	$e m_A$, где $m_A = 2; 3$
	z_{max}	$2,25$
22	D_{max}	$(n/(2) - 1)e + 2 z_{max}$
	e_{inom}	$e m_{e_1}$, где $m_{e_1} = 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9$
	e_{2nom}	$e_{inom} + 2e$
	E_{max}	$e m_e$, где $m_e = 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 11$
	A_{max}	$e m_A$, где $m_A = 2; 2,5; 3$
	z_{max}	$e = 0,25$
41	D_{max}	$(n/(2) - 1)e + 2 z_{max}$
	$E_{max}, G_{E_{max}}$	$e m_G$, где $m_G = 4; 6; 7; 11; 12; 16$
	A_{max}	$e m_A$, где $m_A = 2; 4; 6$
	$H_{E_{max}}$	$G_{E_{max}} + 2(A_{max} - 6,25)$
	$H_{E_{min}}$	$G_{E_{max}} + 6,0$
z_{max}	$e = 0,25$	
42	$D_{max}, G_{D_{max}}$	$(n_D - 1)e + 2 z_{max}$
	A_{max}	$e m_A$, где $m_A = 2; 4; 6$

1	2	3
42	H_{Dmax}	$G_{Dmax} + 2(A_{max} + 6,25)$
	H_{Dmin}	$G_{Dmin} + 6,0$
	$E_{max} ; G_{E_{max}}$	$(n_E - 1)e + 2Z_{imax}$
	$H_{E_{max}}$	$G_{E_{max}} + 2(A_{max} + 6,25)$
	$H_{E_{min}}$	$G_{E_{max}} + 6,0$

$m_e ; m_{A_2} ; m_A ; m_e ; m_G$ - коэффициенты кратности.

Для определения габаритных размеров корпусов подтипа 51 (рис.13) следует пользоваться табл. 9. ГОСТ 17467-79 устанавливает шаг расположения в корпусе. Шаг выводов для каждого из указанных корпусов составляет: для типа 1 - 2,5 мм; для типа 2 - 2,5 мм (для подтипа 22 его величина равна 1,25 мм и 2,5 мм); для типа 4 - 1,25 мм и 0,625 мм; для типа 5 - 1,25 мм.

Количество выводов устанавливается при разработке корпуса, причем пропуски рядов и отдельных выводов стандартом не регламентируются. В поперечном сечении выводы должны быть круглой, квадратной или прямоугольной формы. Возможен переход по длине вывода от одной формы поперечного сечения к другой. Каждому выводу присваивается номер его позиции.

Каждому корпусу присваивается условное обозначение. Например: корпус 2101.14-5 ГОСТ 17467-79.

Число 2101 характеризует типоразмер микросхемы, включающий подтип корпуса (21) и его порядковый номер в данном подтипе (01), число 14 соответствует количеству выводов корпуса, а число 5 - его порядковому регистрационному номеру.

Присоединительные размеры микросхем в корпусах должны быть выдержаны в соответствии с величинами, указанными в табл. 5, 6, 7, 8.

Каждая микросхема должны иметь ключ (конструктивный элемент, который служит началом отсчета выводов). Ключом может служить первый вывод, выполненный с переменной сечением по его длине, выступ или другой конструктивный знак на корпусе, либо знак, нанесенный на корпус микросхемы маркировкой. Ключ располагается чаще всего в левом верхнем углу корпуса, если смотреть на него со стороны плоскости основания, или в левом нижнем углу - для корпуса с многорядным расположением выводов. Область рас-

положения ключа для каждого из рассмотренных подтипов корпусов показана штриховкой (см. рис. 3...13). На этих же рисунках указаны и порядок нумерации выводов корпуса.

Таблица 5

Основные присоединительные размеры микросхем
в корпусах типа I

Обозначение размера	Размеры, мм		
	минимальные	номинальные	максимальные
b	0,3	-	0,5
φb	0,3	-	0,5
φb ₁	0,4	-	0,6
φb ₂	-	-	1,5
c	0,2	-	0,4
e	-	2,5	-
L _a	-	-	0,7
L ₁	-	-	0,5
L	3	-	8

Таблица 6

Основные присоединительные размеры микросхем
в корпусах типа 2

Обозначение размера	Размеры		
	минимальные	номинальные	максимальные
A ₁	0,51 мм	-	1,80 мм
b	0,38 мм	-	0,59 мм
b ₁	-	-	1,50 мм
φb ₁	0,40 мм	-	0,60 мм
c	0,20 мм	-	0,36 мм
L	2,54 мм	-	5 мм
L _a	-	-	0,70 мм
θ	0°	-	15°

Основные присоединительные размеры микросхем
в корпусах типа 4

Таблица 7

Обозначение размера	Размеры, мм		
	минимальные	номинальные	максимальные
\varnothing	0,25	-	0,54
c	0,07	-	0,2
$L_E ; L_D$	$\varnothing + 3$	-	-
L_P	-	-	0,7
Q	-	-	A - c

Основные размеры микросхем в корпусах типа 5

Таблица 8

Обозначение размера	Размеры, мм		
	минимальные	номинальные	максимальные
\varnothing_2	0,3	-	0,9
$L_1 ; L_2$	0,4	-	1,6
e	-	1,25	-
z	-	-	2,5
z_1	-	-	1,25

Размеры микросхем в корпусе подтипа 5I

Таблица 9

№ и др типа размера	n_E	n_D	Размеры, мм	
			D_{max}	A_{max}
5I01	7	5	10	5
5I02	9	9	12,5	5
5I03	11	11	15	5
5I04	13	11	17,5	5
5I05	15	13	20	5

§ 6. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРПУСА МИКРОСХЕМЫ

Проектирование корпуса начинают с теплового расчета [3]. Для этого рассчитывают мощность P , рассеиваемую микросхемой (произведение потребляемого тока на напряжение питания). Геометрические размеры подложки микросхемы должны быть определены ранее при проектировании топологии. Допустимая температура $T_{\text{доп.}}$ элементов микросхемы для тонкопленочных и полупроводниковых микросхем равна $150 \dots 175^{\circ}\text{C}$. Максимальную температуру окружающей среды $T_{\text{с.макс.}}$ задают из эксплуатационных требований. Выбирают способ крепления подложки к основанию корпуса и определяют по табл. 10 (см. [4]) коэффициент теплопроводности соединения λ_c .

Таблица 10
Теплопроводность и тепловое расширение материалов

Материал	λ_c	$\text{ТКЛР} \times 10^7, ^{\circ}\text{C}^{-1}$	Материал	λ_c	$\text{ТКЛР} \times 10^7, ^{\circ}\text{C}^{-1}$
	$\text{Вт/м} \cdot ^{\circ}\text{C}$			$\text{Вт/м} \cdot ^{\circ}\text{C}$	
Алюминий	210	240	Кварц	1,3	45
Медь	420	165	Керамика 22ХС	1,4	70
Никель	90	133	Керамика "Полисор"	23	76
Сталь	70	115	Ситалл СТ50-1	1,7	60
Ковар	20	47	Стекло	0,8	40...120
Эвтектика	310	-	Эпоксидная смола (без наполнителя)	0,1	700
Припой	390	260	Воздух (в малых за- зорах)	0,025	-

Далее задают толщину соединения h_c . После этого определяют допустимое значение полного теплового сопротивления корпуса $R_{\text{тк}}$:

$$R_{\text{тк}} \leq \frac{T_{\text{доп.}} - T_{\text{с.макс.}}}{P} = \frac{1}{S_n} \left(\frac{h_n}{\lambda_n} + \frac{h_c}{\lambda_c} \right) \quad (2)$$

где S_n ; h_n ; λ_n - соответственно площадь, толщина и коэффициент теплопроводности подложки микросхемы.

По графикам (рис. 14, 15) выбирают тип корпуса (см. § с учетом условий его охлаждения.

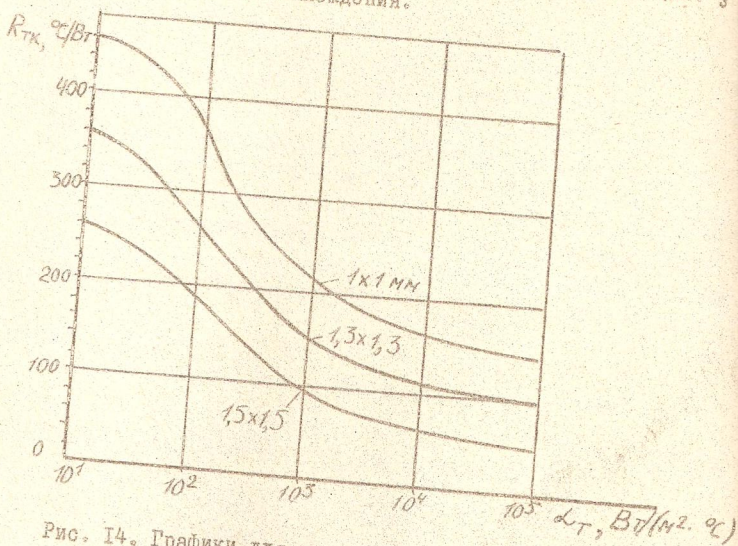


Рис. 14. Графики для расчета полного теплового сопротивления стеклянных, пластмассовых, полимерных, керамических корпусов при различных размерах подложки

По оси абсцисс графиков нанесено значение коэффициента удельной теплопроводности контакта корпуса — теплоотвод α_c . Величина коэффициента α_c [размерность $Bt/(m^2 \cdot ^{\circ}C)$] зависит от условий охлаждения корпуса: при естественной конвекции и излучении $\alpha_c = 5 \dots 20$, при обдуве $\alpha_c = 20 \dots 100$, при кондукции через слой воздуха при величине зазора 100 мкм $\alpha_c = 3 \cdot 10^2$, при кондукции через слой клея при зазоре 100 мкм $\alpha_c = 3 \cdot 10^2 \dots 3 \cdot 10^3$, при плотно прижатых металлических поверхностях $\alpha_c = (1 \dots 10) 10^4$.

Графики (см. рис. 14) используют для выбора стеклянных, пластмассовых, полимерных, керамических корпусов, т.е. тех корпусов, у которых теплоотдача от подложки микросхемы осуществляется через слой диэлектрика основания корпуса. Графики (см. рис. 15) используют для металлостеклянных и металлокерамических корпусов с металлическим основанием.

Если условие (2) не выполняется для любого из перечисленных методов теплоотвода, то выбирают другой метод соединения подложки микросхемы с основанием, который дает больший коэф-

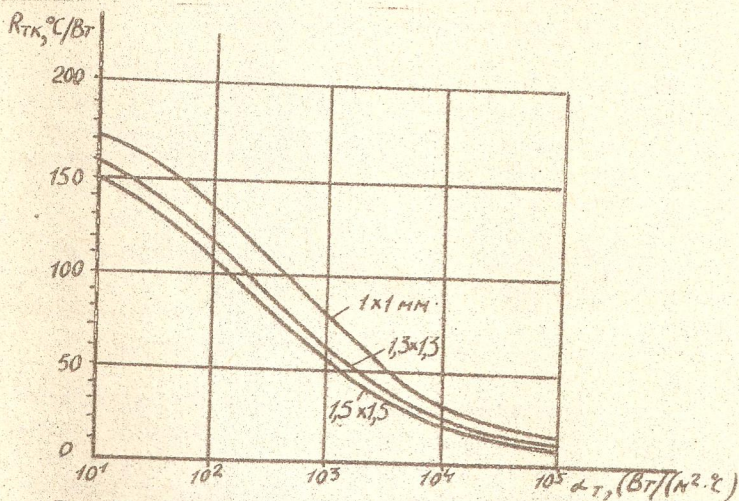


Рис. 15. Графики для расчета полного теплового сопротивления металлостеклянных и металлокерамических корпусов при различных размерах подложки

коэффициент теплопроводности соединения λ_c . Например, заменяют приклеивание подложки эпоксидными клеями ($\lambda_c \approx 0,1$ Вт/м. $^\circ$ С) на приклеивание легкоплавкими стеклами ($\lambda_c \approx 0,8$ Вт/м. $^\circ$ С) или соединение пайкой ($\lambda_c \approx 310 \dots 390$ Вт/м. $^\circ$ С).

После того, как по используемым материалам выбирают тип корпуса (при этом осуществляют тепловой расчет), проводят выбор подтипа корпуса. Последнее выполняют с учетом наиболее удобного для монтажа расположения внешних выводов относительно подложки, гарантирующей минимальную длину проволочных перемычек между контактными площадками микросхемы и внешними выводами, а также отсутствие пересечений проволочных перемычек. число незадействованных внешних выводов корпуса должно быть минимальным (см. рис. 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13).

Далее рассчитывают основные габаритные и присоединительные размеры корпуса микросхемы (см. табл. 4...9). После этого конструируют чертеж общего вида микросхемы (ГОСТ 2.102-68) и наносят на него все рассчитанные размеры, а также технические условия по монтажу подложки в корпус и по его сборке.

§ 7. ПРИМЕР ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРПУСА

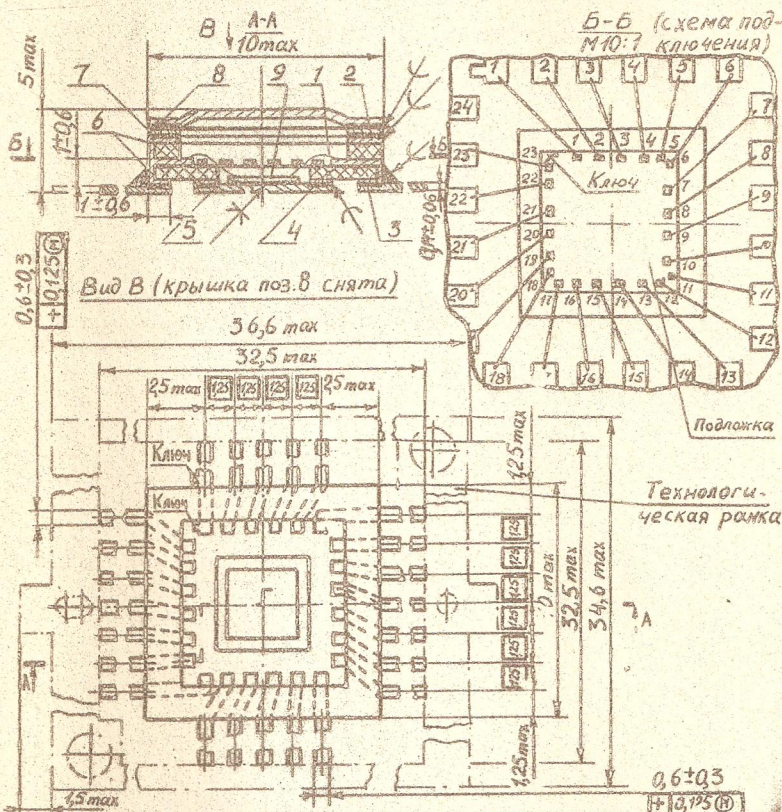
Согласно разработанной топологии полупроводниковой микросхемы размеры кристалла составляют 1,5 x 1,5 x 0,2 мм. Двадцать три контактные площадки распределены равномерно по периметру кристалла. Рассеиваемая мощность микросхемы $P = 0,2$ Вт. Метод соединения кристалла с основанием — пайка легкоплавким стеклом ($\lambda_c = 0,8$ Вт/м.°С), толщина зазора стекла $h_c = 0,1$ мм. Допустимая температура кристалла $T_{\text{доп.}} = 150^\circ\text{C}$. Максимальная температура окружающей среды $T_{\text{с.макс.}} = 125^\circ\text{C}$. Из (2) и табл. 10 следует:

$$R_{\text{тк}} \leq \frac{150 - 125}{0,2} - \frac{1}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6}} \left(\frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{140} + \frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{0,8} \right) \approx 69 \frac{\text{C}}{\text{Вт}}$$

При использовании металлостеклянного или металлокерамического корпуса с металлическим основанием его достаточно приклеить к плате, на которую устанавливается микросхема. Выбираем металлокерамический корпус подтипа 5I (см. рис. 13), у которого 24 вывода. Шаг расположения выводов в корпусе $e = 1,25$ мм. По табл. 8, 9 определяем габаритные и присоединительные размеры корпуса микросхемы, которые наносим на чертеж общего вида микросхемы (рис. 16).

Литература

1. Малышева И.А. Технология производства микроэлектронных устройств. — М.: Энергия, 1980. — 456 с.
2. Морозов К.К., Одинокоев В.И., Курейчик В.М. Автоматизированное проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Радио и связь, 1983. — 280 с.
3. Пономарев М.Ф. Конструкции и расчет микросхем и микроэлементов ЭВА. — М.: Радио и связь, 1982. — 288 с.
4. Парфенов О.Д. Учебное пособие по курсу "Конструирование и технология микросхем", ч. III. Конструирование микросхем. — М.: МВТУ, 1975. — 68 с.



9	Подложка	1	Подложку присоединить к 8-му контакту в виде стержня СВТ-7. Базы подложки раскладывать так на сечении Б-Б
8	Крышка	1	Крышку (никель НП2) паять к ободку 1, шпатель
7	Ободок	1	Ободок (золоченый ковер 29АК) паять к рамке с подложкой с шпатель припоем ПС-72
6	Металлизация	24	Трассировка металлизацией 20 мкм, по 19 выводов микроустройства, соединяет крышку с ободком и (земля)
5	Дно	1	Дно (золоченый ковер 29АК) паять к основанию припоем ПС-72
4	Основание	1	Основание (керамика 22ХС) металлизировать медью электролитическим способом; далее электрические медью
3	Вывод	24	Вывод (золоченый ковер 29АК) паять к основанию припоем ПС-72
2	Рамка	1	Рамку (керамика 22ХС) металлизировать медью электролитическим способом; далее электрические медью
1	Проволока	23	Проволоку 24 0,03±0,005 мм присоединить к контактам при помощи паяльника и ободка танталокремниевой сваркой
Поз.	Обозначение	Кол-во	Дополнительные указания

Рис. 16. Общий вид микросхемы в металлокерамическом корпусе
5101.24-I ГОСТ 17467-79 (масштаб 5:1)

Константин Борисович Лукин

Редактор Л.И. Толстой

Корректор Л.И. Малютина

Заказ 1168 Объем I, 75п.л. (I, 75уч.-изд.л.) Тираж 300 экз.

Бесплатно. Подписано к печати 08.06.84 г. План 1984г., № 48

Типография МВТУ. 107005, Москва, Б-5, 2-я Бауманская, 5.