

## ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ

### Конструирование

ОСТ4 ГО.010.011

Редакция 1—70

Взамен НГО.010.021

ЮГО.010.001

Настоящий стандарт устанавливает основные нормы, требования и рекомендации по конструированию вновь разрабатываемых печатных плат, в том числе многослойных (МПП). Стандарт не распространяется на конструирование плат СВЧ и гибких печатных плат.

### 1. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1.1. В стандарте приняты следующие условные обозначения:

$a$ —расстояние от края платы, отверстия, выреза или "окна" в плате до печатного проводника;

$b$  — ширина контактной площадки в узком месте (гарантийный пояс);

$C$ —суммарный коэффициент, учитывающий изменение диаметров отверстий, контактных площадок, межцентрового расстояния и смещение слоев в процессе изготовления платы и т. п.;

$C_1$  — коэффициент  $C$ , используемый при расчетах, когда допуск на отклонение размеров между центрами отверстий задан 0,1 мм;

$C_2$ —коэффициент  $C$ , используемый при расчетах, когда допуск на отклонение размеров между центрами отверстий задан 0,2 мм;

$d$  — диаметр отверстия;

$d_{\text{закл}}$  — диаметр заклепки;

$d_3$  — диаметр зенковки;

$d_{\text{в}}$  — диаметр вывода навесного элемента;

$d_{\text{к}}$  — диаметр контактной площадки;

$F_{\text{к}}$  — площадь контактной площадки;

$F_{\text{мет}}$  — площадь металлизации;

$K$  — суммарный коэффициент, учитывающий изменение ширины проводника в процессе изготовления плат;

$l$  — расстояние между центрами двух монтажных отверстий;

$l_{\text{min}}$ —расстояние, необходимое для прокладки в узком месте между двумя отверстиями или контактными площадками  $n$  проводников, имеющих минимально допустимые для данного метода изготовления значения ширины и расстояний между ними, при обязательном учете суммарных коэффициентов  $K$  и  $C$ . В приведенных формулах обозначается  $l_A$  и  $l_B$  в зависимости от класса плат (см. приложение 1);

$t$  — ширина проводника;

$S$  — расстояние между проводниками;

$S_0$ —расстояние между контактными площадками или проводником и контактной площадкой.

### 2. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

2.1. Применение печатного монтажа в радиоаппаратуре повышает ее надежность и обеспечивает повторяемость параметров от образца к образцу, способствует механизации и автоматизации производственных процессов.

Для более полной реализации преимуществ печатного монтажа рекомендуется при разработке плат всех типов, в том числе и многослойных:

— предусматривать в конструкции изделия малогабаритные печатные платы;

— уменьшать с увеличением габаритов плат плотность печатного монтажа, параметры которого (ширина проводников и расстояния между ними) в узких местах находятся в пределах:

0,5—0,6 мм — для плат класса А;

0,3—0,4 мм — для плат класса Б;

0,1—0,2 мм — для плат класса В<sup>1</sup>.

2.2. Учитывая, что многослойные печатные платы (МПП) применяются для обеспечения необходимых соединений между выводами устанавливаемых на них навесных электрорадиоэлементов (преимущественно многовыводных) только тогда, когда соединения невозможно выполнить на одно- и двусторонних платах с повышенной плотностью монтажа (класс Б), или когда эти платы не удовлетворяют специфическим требованиям электрической схемы или конструкции, рекомендуется:

— отработать электросхемы изделий на МПП в максимальной степени, так как внесение изменений в многослойные платы чрезвычайно затруднительно;

— унифицировать габариты разрабатываемых МПП, так как процесс их изготовления требует применения сложного комплекса прецизионного оборудования и оснастки, а цикл изготовления; и трудоемкость платы по сравнению с одно- и двусторонними существенно увеличиваются.

### 3. ВЫБОР МЕТОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

3.1. Выбор метода изготовления плат необходимо производить при эскизной компоновке аппаратуры, в процессе которой определяются основные габариты и типоразмеры плат и требуемая для данного изделия плотность монтажа.

3.2. При выборе метода следует исходить из электрических параметров схемы изделия, климатических и механических требований, предъявляемых к его конструкции, и обеспечения необходимой надежности в различных условиях эксплуатации.

3.3. При создании новых изделий радиоэлектронной аппаратуры рекомендуются следующие методы изготовления печатных плат:

— комбинированный (позитивный и негативный) для изготовления двусторонних и односторонних печатных плат по нормам класса Б, предназначенных для использования в наиболее ответственной аппаратуре;

— химический — для изготовления односторонних печатных плат, предназначенных для использования в ширококвещательной аппаратуре;

— металлизация сквозных отверстий — для изготовления многослойных печатных плат.

Примечание. В технически и экономически обоснованных случаях» допускается по согласованию с 12 ГУ и ГТУ применение других конструктивно-технологических вариантов изготовления многослойных печатных плат, например: попарного прессования, открытых контактных площадок, выступающих выводов, послойного наращивания.

### 4. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

4.1. Материалы, рекомендуемые для изготовления печатных плат, приведены в справочной табл. 1.

Таблица 1

| Наименование                         | М а р к а | ГОСТ. ТУ или нормаль | Толщина матуриэла. мм | Толщина фольги. мкм |
|--------------------------------------|-----------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Гетинакс фольгированный <sup>2</sup> | ГФ-1-50   | ГОСТ 10316-70        | 1,0 - 3,0             | 50                  |
|                                      | ГФ-2-50   |                      | 1,5 - 3,0             | 50                  |
|                                      | ГФ-1-35   |                      | 1,5 - 3,0             | 35                  |
|                                      | ГФ-2-35   |                      | 1,5 - 3,0             | 35                  |

<sup>1</sup> Класс В следует применять в технически обоснованных случаях по согласованию с главным технологом предприятия.

<sup>2</sup> Только для изделий ширококвещательной аппаратуры

|  |          |                |           |        |
|--|----------|----------------|-----------|--------|
| Стеклотекстолит фольгированный   | СФ-1-35  | ГОСТ 10316-70  | 0,8 – 3,0 | 35     |
|  | СФ-2-35  |                | 0,8 – 3,0 | 35     |
|  | СФ-1-50  |                | 0,5 - 3,0 | 50     |
|  | СФ-2-50  |                | 0,5 - 3,0 | 50     |
|  | СФ-1Н-50 |                | 0,8 – 3,0 | 50     |
|  | СФ-2Н-50 |                | 0,8 – 3,0 | 50     |
| Фольгированный диэлектрик тонкий   | ФДТ-1    | ТУ ИЖ47-64     | 0,5       | 50     |
|  | ФДТ-2    |                |           |        |
| Фольгированный диэлектрик для микроэлектронной                           | ФДМЭ-1   | ТУ ИЖ54-67     | 0,1       | 35     |
| Фольгированный диэлектрик для многослойного печатного                    | ФДМ-1    | ТУ ИЖ51-66     | 0,20      | 35     |
|  | ФДМ-2    |                | 0,25      |        |
| Фольгированный диэлектрик для многослойного печатного монтажа травящийся | ФДМТ-1   | ТУ ИЖ67-70     | 0,10      | 35     |
|  |          |                | 0,20      |        |
|  |          |                | 0,25      |        |
| Стеклоткань прокладочная   | СП-1     | ТУ 16503085-71 | 0,025     | —      |
|  | СП-2     |                | 0,060     |        |
| Стеклоткань прокладочная, травящаяся                                     | СПТ-3    | ТУ 16503085-71 | 0,060     | —      |
|  |          |                | 0,025     |        |
| Лента медная   | М1       | ГОСТ 1173-70   | —         | 50; 80 |

Примечание. Допускается применение других материалов, прошедших соответствующие испытания.

## 5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

5.1. Электрические характеристики для печатных плат, удовлетворяющих требованиям нормали НГО.077.000 и ОСТ4 ГО.076.000, приведены в табл. 2 и 3.

**Таблица 2**

Справочная величина сопротивления печатных проводников длиной 1 м

| Метод изготовления платы        | Толщина на проводе | Ширина проводника, мм |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                 |                    | 0,3                   | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 1,0  | 1,5  |
|                                 |                    | Сопротивление, Ом     |      |      |      |      |      |      |      |
| Химический                      | 50                 | 1,16                  | 0,87 | 0,70 | 0,58 | 0,50 | 0,44 | 0,35 | 0,20 |
| Комбинированный                 | 80                 | 0,83                  | 0,62 | 0,50 | 0,41 | 0,35 | 0,31 | 0,25 | 0,17 |
| Металлизация сквозных отверстий | 35                 | 1,66                  | 1,25 | 1,00 | 0,92 | 0,71 | 0,62 | 0,50 | 0,33 |
|                                 | 50                 | 1,16*                 | 0,87 | 0,70 | 0,58 | 0,50 | 0,44 | 0,35 | 0,20 |
| Попарное прессование            | 35                 | 1,90                  | 1,42 | 1,14 | 0,90 | 0,81 | 0,71 | 0,57 | 0,38 |
| Открытые контактные             | 35                 | 1,66                  | 1,25 | 1,00 | 0,92 | 0,71 | 0,62 | 0,50 | 0,33 |
| Выступающие выводы              | 70                 | 0,72                  | 0,54 | 0,43 | 0,36 | 0,31 | 0,27 | 0,21 | 0,14 |
| Послойное наращивание           | 35                 | 2,01                  | 1,80 | 1,50 | 1,31 | 1,00 | 0,80 | 0,60 | 0,40 |

Примечание. В реальной плате сопротивление проводников отдельных слоев (например, внешних) уменьшается за счет гальванического наращивания.

5.2 Плотность тока в печатном проводнике не должна превышать 20 А/мм<sup>2</sup> для наружных слоев и 15 А/мм<sup>2</sup> для внутренних слоев. Например, при ширине проводника 0,5 мм и толщинах фольги 35 и 50 мкм допустимые токи:

- для наружных слоев 0,35 и 0,50 А (соответственно);
- для внутренних слоев 0,26 и 0,37 А (соответственно).

Примечание. При конструировании печатных плат для изделий широковегательной аппаратуры допускается рассчитывать ширину проводников, исходя из плотности тока 30 А/мм<sup>2</sup>.

Таблица 3

Допустимые рабочие напряжения для плат, защищенных лаком

|                                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Расстояние между проводниками, | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 2,5 |
| Напряжение, В, не более        | 50  | 75  | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 |

Примечание. Для цепей с напряжением свыше 250 в МПП применять не рекомендуется.

5.3. Межслоевая емкость печатных проводников многослойных плат по сравнению с одно- и двусторонними платами увеличивается за счет уменьшения толщины слоев до 0,1 мм и не постоянна в пределах одной МПП за счет применения материалов с различной толщиной и диэлектрической проницаемостью.

Для предварительных расчетов емкости, величину диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  для всех материалов, указанных в табл. 1, следует в целях упрощения расчетов принимать равной 6.

Уточненные результаты может дать только проверка образцов печатных плат.

## 6. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУИРОВАНИЮ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

6.1. При разработке конструкции изделия следует стремиться к ограниченному количеству типоразмеров плат (для практического выполнения данного положения организациям-разработчикам необходимо периодически систематизировать используемые размеры плат и после соответствующего анализа с помощью головной организации по стандартизации принимать меры к их сокращению).

Типоразмеры многослойных плат следует выбирать в соответствии с ОСТ4ГО.010.009.

6.2. Разрабатываемые печатные платы рекомендуется выполнять прямоугольной формы. Конфигурацию плат, отличную от прямоугольной, следует использовать только при необходимости.

6.3. Размеры разрабатываемых плат не должны превышать:

— для одно- и двусторонних плат 240×360 мм (крупногабаритные);

— для многослойных плат 200×240 мм (среднегабаритные).

Рекомендуемые соотношения сторон 1:1; 1:2; 2:3; 2:5.

Примечание. Допускается применение плат больших габаритов и с большим соотношением сторон в технически обоснованных случаях, по согласованию с отделом главного технолога предприятия-разработчика.

6.4. Платы всех размеров рекомендуется выполнять с плотностью монтажа, соответствующей классу А.

Плотность монтажа, соответствующую классу Б, следует использовать на малогабаритных платах (до 120×180 мм).

Допускается в технически обоснованных случаях использовать плотность монтажа класса Б на среднегабаритных платах (до 200×240 мм).

Крупногабаритные платы (до 240×360 мм) следует выполнять только по классу А.

6.5. Рекомендуются платы толщиной 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мм.

Может использоваться промежуточная толщина.

6.6. Рекомендуемые предельные отклонения толщины плат:

±0,15 мм — при толщине до 1 мм включительно;

±0,20 мм — при толщине платы от 1 до 2 мм включительно;

±0,30 мм — при толщине платы от 2 до 3 мм включительно.

Допускается по согласованию с отделом главного технолога предприятия-разработчика изменение указанных отклонений.

6.7. Толщину плат следует выбирать с учетом метода изготовления, исходя из механических требований, предъявляемых к конструкции печатного узла. Толщина платы обеспечивается:

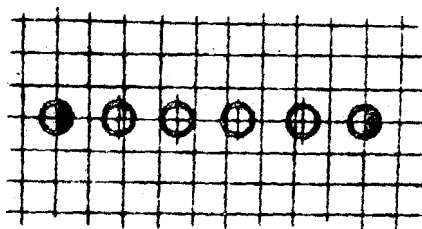
— для одно и двусторонних плат подбором материала по соответствующим техническим условиям и стандартам;

— для многослойных печатных плат подбором толщин материалов печатных слоев и толщины склеивающих прокладок. При этом суммарная толщина склеивающих прокладок рекомендуется не менее двух толщин проводников, располагающихся на внутренних слоях.

6.8. Шаг координатной сетки применять в соответствии с ГОСТ 10317-79. При установке многовыводных элементов с шагом выводов 1,25 мм применять координатную сетку с шагом 1,25 мм.

6.9. Центры монтажных и переходных отверстий должны располагаться в узлах координатной сетки. При этом центры отверстий под выводы многоконтактных навесных элементов, выводы которых не подлежат дополнительной формовке и не кратны шагу координатной сетки, располагать по следующим правилам;

— если в конструкции навесного элемента имеются два или более выводов, расстояния между которыми кратны шагу координатной сетки, то центры отверстий под эти выводы обязательно располагать в узлах сетки, а центры отверстий под остальные выводы располагать согласно чертежу на данный элемент (черт. 1);



Черт. 1.

— если в конструкции элемента не имеется выводов, расстояния между которыми кратны шагу координатной сетки, то в узле сетки располагать центр одного из отверстий, принятого за основное, а центр одного из остальных отверстий располагать на вертикальной или горизонтальной линии координатной сетки.

6.10. Расположение, размеры и конфигурацию крепежных и других конструктивных отверстий, например, под корпуса навесных элементов, следует выбирать в зависимости от требований конструкции. Центры крепежных отверстий рекомендуется располагать в узлах координатной сетки. Как исключение, при компоновке сложных электронных узлов, исходя из специальных требований, допускается размещение отдельных отверстий под выводы навесных элементов не в узлах координатной сетки.

6.11. Применение различных диаметров отверстия в одной печатной плате следует ограничивать. Не рекомендуется применять более трех различных диаметров монтажных и переходных отверстий.

6.12. Диаметры монтажных и переходных отверстий следует выбирать:

— неметаллизированные — в зависимости от диаметров выводов навесных элементов, устанавливаемых а эти отверстия (табл. 4);

— металлизированные — в зависимости от диаметров выводов навесных элементов и толщины платы, в которой выполняются отверстия (табл. 5). Допускаются в технически обоснованных случаях отверстия других диаметров.

Таблица 4

| Номинальный диаметр неметаллизированного | Диаметр вывода, не более, мм |
|--|------------------------------|
| 0,6                                      | 0,4                          |
| 0,8                                      | 0,6                          |
| 1,0                                      | 0,8                          |
| 1,3                                      | 1,0                          |

|     |     |
|-----|-----|
| 1,5 | 1,2 |
| 1,6 | 1,5 |
| 2,0 | 1,7 |

Таблица 5

| Номинальный диаметр металлизированного | Диаметр вывода, не более, мм | Номинальная толщина платы, не более, мм |
|--|------------------------------|---|
| 0,6                                    | 0,4                          | 1,2                                     |
| 0,8                                    | 0,5                          | 1,6                                     |
| 1,0                                    | 0,7                          | 2,0                                     |
| 1,3                                    | 0,8                          | 2,5                                     |
| 1,5                                    | 1,0                          | 3,0                                     |
| 1,8                                    | 1,2                          | 3,0                                     |
| 2,0                                    | 1,5                          | 3,0                                     |

Примечание. Применение отверстия для диаметра вывода большего, чем указано в табл. 4, и на большей толщине платы, чем указано в табл. 5, допускается по согласованию с отделом главного технолога предприятия-разработчика.

6.13. Необходимость зенкования монтажных и переходных отверстий определяется конкретными требованиями конструкции и выбранным методом изготовления платы (разделы 8—11).

**Диаметр зенковки следует выбирать по табл. 6.**

Таблица 6

| Номинальный диаметр отверстия, мм | Диаметр зенковки, мм |
|-----------------------------------|----------------------|
| 0,6                               | 0,9                  |
| 0,8                               | 1,1                  |
| 1,0                               | 1,5                  |
| 1,3                               | 1,8                  |
| 1,5                               | 2,0                  |
| 1,8                               | 2,3                  |
| 2,0                               | 2,5                  |

Примечание. На платах (слоях) толщиной менее 0,8 мм вместо зенкования рекомендуется притупление острых кромок отверстия.

**6.14. Допуски на обработку:**

**+0,10 мм — для отверстий диаметром до 0,8 мм;**

**+0,12 мм — для отверстий диаметром от 1,0 мм;**

**+0,20 мм — для зенковок всех диаметров металлизированных отверстий.**

6.15. Расстояние между центрами отверстий на печатных платах необходимо выдерживать с допуском  $\pm 0,2$  мм, за исключением расстояний между центрами взаимосвязанных отверстий под выводы многовыводных навесных элементов, специальных отверстий в слоях плат, изготавливаемых методом «выступающих выводов», и т. п., допуски на которые следует оговаривать особо.

Для многослойных и сложных плат класса Б рекомендуется использовать допуск  $\pm 0,1$  мм.

Отверстия на плате должны располагаться таким образом, чтобы расстояние между краями отверстий (без учета зенковки) было не менее толщины платы.

6.16. Металлизированные отверстия на одно- и двусторонних платах, а также на наружных слоях многослойной платы, должны иметь контактные площадки. На внутренних слоях (при их

наличии) контактные площадки должны быть у тех отверстий, которые связаны с ними электрически.

Допускается наличие контактных площадок на внутренних слоях у металлизированных отверстий, электрически не связанных с этими слоями.

6.17. Металлизированные отверстия всех видов должны располагаться в зоне контактной площадки. Неметаллизированные монтажные отверстия рекомендуется располагать в зоне контактной площадки (при ее наличии).

Допускается расположение неметаллизированных монтажных отверстий вне контактной площадки.

6.18. Контактные площадки могут иметь произвольную форму и развиваться в свободную от проводников сторону. Контактные площадки рекомендуется выполнять прямоугольной или близкой к ней формы. Контактные площадки отверстий рекомендуется выполнять в виде кольца с диаметром  $d_k = d + C + 2b$ .

Величину  $C$  следует выбирать из табл. 7 и 8 в зависимости от метода изготовления печатных плат и допуска на межцентровые расстояния: для допуска  $\pm 0,1$  —  $C_1$ ;  $\pm 0,2$  —  $C_2$ .

По согласованию с отделом главного технолога предприятия-разработчика диаметр контактной площадки может быть уменьшен. Рекомендуется плавный переход проводника к контактной площадке.

Примечание. Если контактная площадка имеет специфическое назначение, например, обозначает 1-й вывод многовыводного навесного элемента, то она должна иметь специальную форму (для данного случая форму «усика» длиной 1—4 мм).

6.19. Печатные проводники рекомендуется выполнять прямоугольной конфигурации.

Допускается выполнение проводников произвольной конфигурации и скругление перегибов проводников.

6.20. На одно- и двусторонних платах и на всех слоях многослойных плат следует выдерживать расстояние между краем проводника, контактной площадки, экрана и краем платы, в том числе краем неметаллизированного отверстия, паза, выреза и т. п., равное толщине платы, с учетом допуска на габарит платы.

6.21. Печатные проводники необходимо выполнять одинаковыми по ширине на всем их протяжении. Для прохождения узкого места допускается сужать проводник до минимально допустимых значений его ширины на возможно меньшей длине.

При необходимости прокладки проводника шириной 0,3—0,4 мм на всем его протяжении рекомендуется через 25—30 мм длины проводника предусматривать переходные отверстия или местное расширение проводника типа контактной площадки, размерами не менее 1×1 мм или с иным соотношением сторон, но при сохранении площади.

6.22. Пересечение проводников устраняется переходом на другую сторону платы с помощью монтажного или переходного отверстия. Допускается из плат с насыщенным монтажом установка как и металлизированные, так и в неметаллизированные отверстия перемычек, которые следует устанавливать по тем же правилам, что и навесные элементы.

Примечание. Перемычки, а также места пропайки переходных отверстий с введением в каждое отверстие отрезка объемного проводника необходимо указывать в чертеже печатного узла.

6.23. Проводники шириной более 5 мм рекомендуется выполнять согласно правилам выполнения экранов.

6.24. Экраны как наружных, так и внутренних слоев следует выполнять с вырезами. Экраны без вырезов допускаются только на наружных слоях по согласованию с отделом главного технолога предприятия-разработчика.

6.25. Вырезы в экранах могут иметь щелевидную или прямоугольную форму, форму овала, круга или "сетки". Форма вырезов определяется конструктором и показывается на чертеже.

6.26. Для экранов наружных слоев размеры вырезов и расстояний между ними рекомендуется выдерживать в соответствии с черт. 2, а, б, в.

Для внутренних экранов предпочтительной является форма "сетки" (черт. 2,г). Допускаются двусторонние экраны внутренних слоев со смещенной сеткой (черт. 2,д).

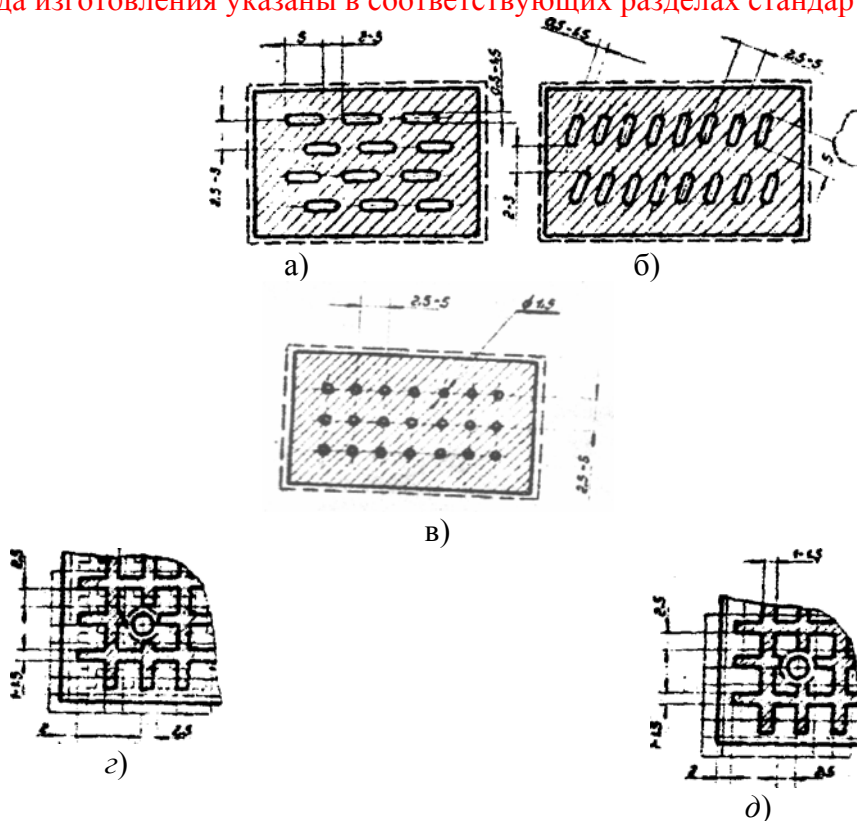
Площадь вырезов не должна быть менее 50% общей площади экрана.

6.27. Вокруг отверстия, электрически связанного с экранами, рекомендуется выполнять 2 - 4 отдельных (секторных) выреза на расстоянии 1,0 - 1,5 мм от кромки или от зенковки.

На экранах наружных и внутренних слоев, при попадании в зону экрана отверстия, электрически с ним не связанного, следует сделать вырез («освобождение») вокруг этого отверстия с расстоянием до кромки или до зенковки отверстия 1,0—1,5 мм.

6.28. При разработке печатных плат необходимо производить проверочный расчет возможности прокладки проводников на заданном расстоянии  $l_{\min}$  с обязательным учетом технологических коэффициентов  $b$ ,  $c$ ,  $k$ , обеспечивающих возможность качественного изготовления платы.

6.29. Расчет  $l_{\min}$  производить по формулам (1) и (1а) или (2) и (2а) в зависимости от заданного варианта выполнения отверстий и контактных площадок. Значения  $t$ ,  $S$ ,  $S_0$ ,  $K$ ,  $C$ ,  $b$  для каждого метода изготовления указаны в соответствующих разделах стандарта.



Черт. 2

Вариант 1. Контактные площадки, охватывающие отверстия металлизированные, неметаллизированные, зенкованные, незенкованные, занижаются в узких местах до минимально допустимой величины  $b$ , тогда для отверстий без зенковки:

$$l_{\min} = \frac{d_1 + d_2}{2} + tn + 2S_0 + S(n-1) + Kn + C + 2b; \quad (1)$$

для отверстия с зенковкой:

$$l_{\min} = \frac{d_{31} + d_{32}}{2} + tn + 2S_0 + S(n-1) + Kn + C; \quad (1a)$$

Вариант 2. Контактные площадки у неметаллизированных отверстий отсутствуют (например, в методе выступающих выводов), а площадки, охватывающие металлизированные зенкованные отверстия, занижаются до зенковки ( $b = 0$ ), тогда для неметаллизированных отверстий без контактных площадок:

$$l_{\min} = \frac{d_1 + d_2}{2} + tn + 2a + S(n-1) + Kn + C; \quad (2)$$

для металлизированных зенкованных отверстий с заниженной контактной площадкой:

$$l_{\min} = \frac{d_{31} + d_{32}}{2} + tn + 2S_0 + S(n-1) + Kn + C. \quad (2a)$$

Примечания:



1. В варианте 1 для обеспечения величины  $b$  в коэффициент  $C$  входит удвоенное значение задаваемого конструктором допуска на межцентровое расстояние. В варианте 2 допуск на межцентровое расстояние входит в коэффициент  $C$  один раз.

2. Для некруглых отверстий, например, прямоугольных, под  $d_1$  и  $d_2$ ; подразумевается их ширина или длина от прокладки проводников.

6.30. Для упрощения расчетов рекомендуется для выбранного метода изготовления на основе формул (1—25) составлять справочные таблицы. Пример оформления таблицы см. в приложении 2.

### 7. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

7.1. Сущность метода заключается в изготовлении плат путем травления фольгированного диэлектрика без последующей металлизации (черт. 3).



Черт. 3.

7.2. Монтажные отверстия следует выполнять без зенковок. Допускается зенкование монтажных отверстий со стороны установки элементов, имеющих выводы штырькового типа. Прочие отверстия могут иметь зенковку с двух сторон.

Диаметр монтажных отверстий, в которые ставятся заклепки, следует выбирать из условия  $d = d_{\text{закл}} + 0,1 \text{ мм}$ .

7.3. Контактная площадка может быть занижена с одной или с двух сторон до величин  $b$ , указанных в табл. 7.

В случае занижения контактной площадки с одной или с двух сторон до 0,2 мм (платы класса А) площадь оставшейся части контактной площадки без учета площади отверстия должна составлять 2-4 мм<sup>2</sup> (и более).

Таблица 7

| мм    |      |      |             |      |       |       |      |
|-------|------|------|-------------|------|-------|-------|------|
| Класс | $t$  | $S$  | $S_0$       | $K$  | $C_1$ | $C_2$ | $B$  |
| А     | 0,50 | 0,60 | 0,50        | 0,15 | —     | 0,62  | 0,80 |
| Б     | 0,30 | 0,30 | 0,30(0,20)* | 0,10 | 0,40  | 0,60  | 0,15 |

7.4. Проверочный расчет укладки проводников следует производить по приведенным формулам (3) и (4), получаемым после подстановки данных из табл. 7 в формулу (1).

После преобразования формула (1) примет вид

$$I_A = \frac{d_1 + d_2}{2} + 1,25n + 1,42, \quad (3)$$

$$I_B = \frac{d_1 + d_2}{2} + 0,70n + 1,00. \quad (4)$$

Пример расчета. Определить минимальное расстояние между отверстиями диаметром 0,8 мм для прокладки двух проводников по нормам класса Б.

$$I_B = \frac{0,8 + 0,8}{2} + 0,70 \cdot 2 + 1,00 = 3,2 \text{ мм.}$$

## 8. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПЛАТ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ

8.1. Сущность комбинированного метода (позитивного или негативного) заключается в травлении фольгированного диэлектрика с металлизацией отверстий (черт. 4).

8.2. Металлизированные отверстия могут выполняться как с зенковкой, так и без зенковки. При наличии зенковки отверстий допускается:

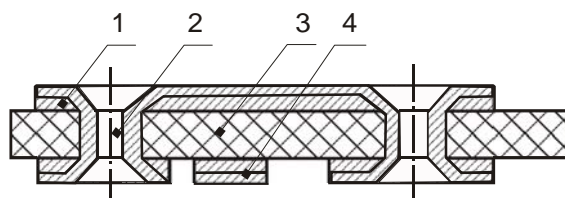
— для позитивного метода – занижение контактной площадки до зенковки с одной или с двух сторон;

— для негативного метода – занижение контактной площадки до 0,15 мм, считая от края зенковки.

При отсутствии зенковки – для позитивного и негативного методов – занижение контактной площадки до величин  $b$ , указанных в табл. 8.

Отверстия без зенковки следует выполнять по согласованию с отделом главного технолога предприятия-разработчика.

Примечание. При выполнении отверстия без зенковки допускается притупление острых кромок.



1 - площадка контактная переходящая в проводник; 2 - отверстие металлизированное; 3 - основание платы; 4 - проводник

Черт. 4.

8.3. Проверочный расчет укладки проводников следует производить по приведенным формулам (5-10), получаемым после подстановки данных из табл. 8 в формулы (1), (1а) и (2а).

Таблица 8

| ММ    |      |      |       |      |       |                 |      |
|-------|------|------|-------|------|-------|-----------------|------|
| Класс | $t$  | $S$  | $S_0$ | $K$  | $C_1$ | $C_2$           | $B$  |
| A     | 0,60 | 0,60 | 0,50  | 0,20 | —     | 0,70<br>(0,60)* | 0,30 |

|   |      |      |      |      |      |                 |      |
|---|------|------|------|------|------|-----------------|------|
| Б | 0,30 | 0,40 | 0,30 | 0,10 | 0,40 | 0,70<br>(0,60)* | 0,15 |
|---|------|------|------|------|------|-----------------|------|

После преобразования формула (1) примет вид

$$I_A = \frac{d_1 + d_2}{2} + 1,4n + 1,7 \quad (5)$$

$$I_B = \frac{d_1 + d_2}{2} + 0,8n + 1,0. \quad (6)$$

После преобразования формула (1а) примет вид

$$I_A = \frac{d_{3_1} + d_{3_2}}{2} + 1,4n + 1,6, \quad (7)$$

$$I_B = \frac{d_{3_1} + d_{3_2}}{2} + 0,8n + 1,0. \quad (8)$$

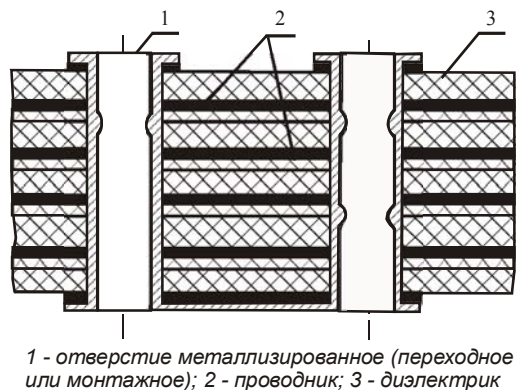
После преобразования формула (2а) примет вид

$$I_A = \frac{d_{3_1} + d_{3_2}}{2} + 1,4n + 1,0, \quad (9)$$

$$I_B = \frac{d_{3_1} + d_{3_2}}{2} + 0,8n + 0,7. \quad (10)$$

## 9. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ МЕТОДОМ МЕТАЛЛИЗАЦИИ СКВОЗНЫХ ОТВЕРСТИЙ

9.1. Сущность метода заключается в изготовлении внутренних слоев химическим методом, прессовании слоев в монолитную заготовку и изготовлении наружных слоев комбинированным, позитивным методом с одновременной металлизацией отверстий (черт. 5).



Черт. 5.

9.2. Металлизированные отверстия следует выполнять без зенковки. Допускается зенкование отверстий по согласованию с отделом главного технолога предприятия- разработчика.

9.3. Диаметры металлизированных отверстий для плат толщиной до 1,6 мм включительно не должны быть менее 0,8 мм. Диаметры контактных площадок на внутренних слоях не должны быть менее 1,5 мм.

9.4. На наружных слоях проводники рекомендуется прокладывать по нормам класса А. Проводник между отверстиями, расположенными на расстоянии 2,5 мм, не прокладывать.

9.5. На внутренних слоях между отверстиями, расположенными на расстоянии 2,5 мм, в узком месте следует прокладывать проводник шириной 0,3 мм независимо от наличия у отверстия контактной площадки. При увеличении диаметров отверстий (толщина платы более 1,6 мм), расположенных на расстоянии 2,5 мм проводник между ними на внутренних слоях не прокладывать.

9.6. Расстояние от края металлизированного отверстия до края проводника на внутренних слоях платы не должно быть менее 0,6 мм.

9.7. Проверочный расчет укладки проводников следует производить по приведенным формулам (11-14), получаемым после подстановки данных из табл. 9 в формулу (1).

Таблица 9

| Слой       | Класс | $t$  | $S$  | мм              |      |       |       |      |
|------------|-------|------|------|-----------------|------|-------|-------|------|
|            |       |      |      | $S_0$           | $K$  | $C_1$ | $C_2$ | $B$  |
| Наружный   | A     | 0,60 | 0,60 | 0,50            | 0,20 | —     | 0,70  | 0,30 |
| Внутренний | A     | 0,50 | 0,60 | 0,50            | 0,15 | —     | 0,70  | 0,30 |
|            | Б     | 0,30 | 0,30 | 0,30<br>(0,25)* | 0,10 | 0,50  | 0,70  | 0,15 |

После преобразования формула (1) примет вид для наружного слоя

$$I_A = \frac{d_1 + d_2}{2} + 1,4n + 1,7 \text{ мм}, \quad (11)$$

$$I_B = \frac{d_1 + d_2}{2} + 0,7n + 1,1 \text{ мм}, \quad (12)$$

для внутренних слоев

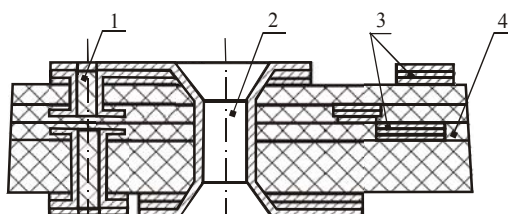
$$I_A = \frac{d_1 + d_2}{2} + 1,25n + 1,7 \text{ мм}, \quad (13)$$

$$I_B = \frac{d_1 + d_2}{2} + 0,7n + 1,1 \text{ мм}. \quad (14)$$

Рекомендуется данные расчета сводить в таблицу (см. приложение 2).

## 10. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ МЕТОДОМ ПОПАРНОГО ПРЕССОВАНИЯ

10.1. Сущность метода попарного прессования заключается в изготовлении комбинированным методом двух плат — заготовок с переходными металлизированными отверстиями и вытравленным рисунком проводников на одной из сторон заготовок, которая в дальнейшем является внутренним слоем, в прессовании плат-заготовок, с введением между ними изоляционных прокладок, и в повторном изготовлении платы (из прессованных плат-заготовок) комбинированным методом с получением монтажных отверстий и печатных проводников на наружных слоях (черт. 6).



1 - отверстие переходное с 1-го на 2-ой слой;  
2 - отверстие переходное с 1-го на 4-ый слой /монтажное/; 3 - проводник; 4 - диэлектрик

Черт. 6.

10.2. Металлизированные отверстия могут выполняться как с зенковкой, так и без зенковки. При наличии зенковки отверстий допускается занижение контактной площадки до зенковки с одной или с двух сторон.

При отсутствии зенковки контактные площадки следует занижать до величин  $b$ , указанных в табл. 10.

Таблица 10

| ММ    |      |      |       |      |       |                |      |
|-------|------|------|-------|------|-------|----------------|------|
| Класс | $t$  | $S$  | $S_0$ | $K$  | $C_1$ | $C_2$          | $b$  |
| А     | 0,60 | 0,60 | 0,50  | 0,20 | —     | 0,65**<br>0,75 | 0,30 |
| Б     | 0,30 | 0,40 | 0,30  | 0,10 | 0,55  | 0,65**<br>0,75 | 0,15 |

Отверстия без зенковки выполнять по согласованию с отделом главного технолога предприятия-разработчика.

Примечание. При выполнении отверстий без зенковки допускается притупление острых кромок.

10.3. Расстояние от края металлизированного отверстия до края проводника на внутренних слоях платы не должно быть менее 0,6 мм.

10.4. Проверочный расчет укладки проводников следует производить по приведенным формулам (15-20), получаемых после подстановки данных из табл. 10 в формулу (1), (1а) и (2а).

После преобразования формула (1) примет вид

$$I_A = \frac{d_1 + d_2}{2} + 1,4n + 1,65, \quad (15)$$

$$I_B = \frac{d_1 + d_2}{2} + 0,85n + 1,05. \quad (16)$$

Формула (1а) примет вид

$$I_A = \frac{d_{3_1} + d_{3_2}}{2} + 1,4n + 1,65, \quad (17)$$

$$I_B = \frac{d_{3_1} + d_{3_2}}{2} + 0,85n + 1,05. \quad (18)$$

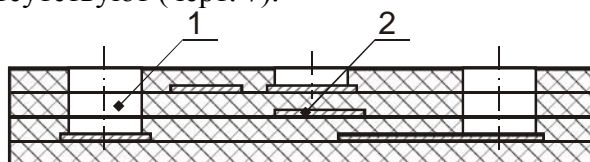
Формула (2а) примет вид

$$I_A = \frac{d_{3_1} + d_{3_2}}{2} + 1,4n + 1,05, \quad (19)$$

$$I_B = \frac{d_{3_1} + d_{3_2}}{2} + 0,85n + 0,75. \quad (20)$$

## 11. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ МЕТОДОМ ОТКРЫТЫХ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК

11.1. Сущность метода заключается в одновременном прессовании печатных слоев с перфорированными окнами. Связь выводов навесных элементов с контактными площадками внутренних слоев осуществляется через перфорированные окна вышележащих слоев. Межслойные соединения отсутствуют (черт. 7).



1- окно; 2 - площадка контактная

Черт. 7.

11.2. Контактные площадки должны быть под все выводы микросхем независимо от того, задействованы или нет эти выводы электрически.

11.3. Проводники, принадлежащие одной цепи, должны лежать в одном слое и выходить в окна в местах, не занятых контактными площадками других слоев.

11.4. Не допускается расположение в окнах друг над другом контактных площадок, принадлежащих разным слоям платы.

11.5. Расстояние между проводником и краем платы или окна не должно быть менее 0,5 мм.

11.6. Проверочный расчет укладки проводников следует производить по приведенным формулам (21, 22), получаемым после подстановки данных из табл. 11 в формулу (2).

Таблица 71

| Класс | $t$ | $S$ | $a$ | $K$ | $C$ |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| А     | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,5 |
| Б     | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,5 |

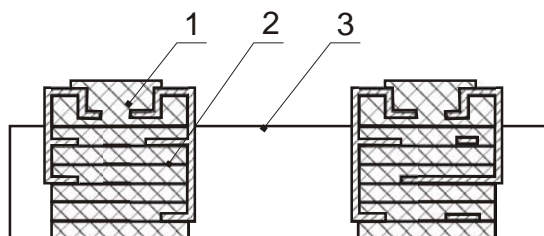
После преобразования формула (2) примет вид:

$$I_A = \frac{d_1 + d_2}{2} + 1,2n + 1,0 \text{ мм}, \quad (21)$$

$$I_B = \frac{d_1 + d_2}{2} + 1,0n + 0,6 \text{ мм}. \quad (22)$$

## 12. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ МЕТОДОМ ВЫСТУПАЮЩИХ ВЫВОДОВ

12.1. Сущность метода заключается в одновременном прессовании перфорированных заготовок печатных слоев с введенными между ними изоляционными прокладками (фольгирование перфорированной стеклоткани производится предприятием-изготовителем плат). Межслойные соединения отсутствуют. Выступающие выводы, являющиеся продолжением проводников, выходят из внутренних слоев в перфорированные окна на наружную поверхность платы и образуют контактные площадки или подпаиваются к контактным площадкам наружного слоя (черт. 8).



1 - колодка; 2 - проводник, переходящий в выступающий вывод; 3 - окно.

Черт. 8.

12.2. Из каждого «окна» платы, предназначенной для установки микросхем, должны выходить концы проводников в количестве, равном числу выводов микросхем. Те выводы микросхем, которые электрически незадействованы, следует присоединять к «фальш»-проводникам, выходящим на наружные слои, но электрически не соединенным с проводниками внутренних слоев, из которых они выходят.

12.3. Проводники, принадлежащие одной цепи, должны лежать в одном слое и выходить в «окна» или на края платы в местах, незанятых выводами других слоев.

12.4. Если выступающий вывод присоединяется к контактной площадке на наружном слое платы, то сама контактная площадка не должна располагаться ближе 0,5 мм от края «окна», а ее площадь должна быть соответственно:

- не менее 5,5 мм<sup>2</sup> при присоединении к ней выступающего вывода и вывода микросхемы;

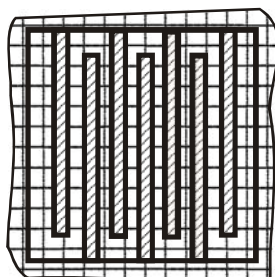
- не менее 3,5 мм<sup>2</sup> при присоединении к ней только выступающего вывода.

Длина вывода, присоединяемого к контактной площадке, не должна быть менее 1,5 мм.

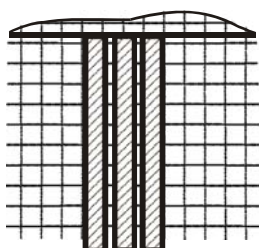
Длина вывода, присоединяемого к накладной планке, не должна быть менее 2,5 мм.

12.5. Выступающие выводы, лежащие на противоположных сторонах «окон» одного печатного слоя платы и идущие навстречу друг другу, не следует располагать на одной линии (черт. 9).

*Расположение выступающих выводов в отверстии (в окне)*



*Расположение выступающих выводов за пределами платы*



**Черт. 9.**

Допускается расположение выступающих выводов на встречу друг другу, если длина вывода является достаточной для образования контактной площадки, при этом между выводами зазор не должен быть менее 0,3 мм.

Не допускается как в «окнах», так и по краям платы расположение друг над другом выступающих выводов, принадлежащих разным слоям платы.

12.6. Расстояние между проводником и краем платы или «окна» не должно быть менее 0,5 мм.

12.7. Проверочный расчет укладки проводников следует производить по приведенным формулам (23, 24), получаемым после подстановки данных из табл. 12 в формулу (2).

**Таблица 12**

| Класс | <i>t</i> | <i>S</i> | <i>a</i> | <i>K</i> | <i>C</i> |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| А     | 0,6      | 0,5      | 0,5      | 0,1      | 0,5      |
| Б     | 0,5      | 0,4      | 0,5      | 0,1      | 0,5      |

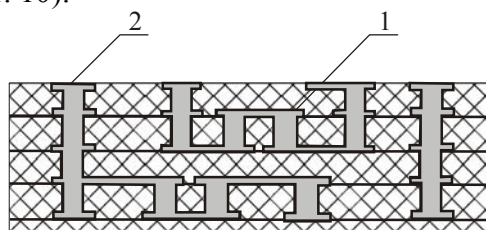
После преобразования формула (2) примет вид

$$I_A = \frac{d_1 + d_2}{2} + 1,2n + 1,0 \text{ мм}, \quad (23)$$

$$I_B = \frac{d_1 + d_2}{2} + 1,0n + 0,6 \text{ мм}. \quad (24)$$

### 13. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАРАЩИВАНИЯ

13.1. Сущность метода заключается в последовательном изготовлении печатных слоев электрохимическим осаждением меди на предварительно перфорированные заготовки диэлектрика. Межслойные соединения следует выполнять в виде металлизированных переходов в перфорациях диэлектрика (черт. 10).



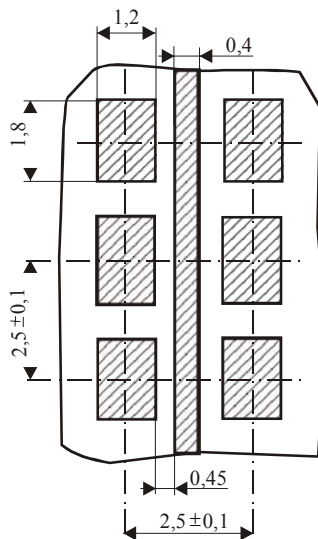
1 - площадка контактная первого слоя;  
2 - переход контактный

Черт. 10.

13.2. Диаметры отверстий под контактные переходы не должны быть менее 0,8 мм.

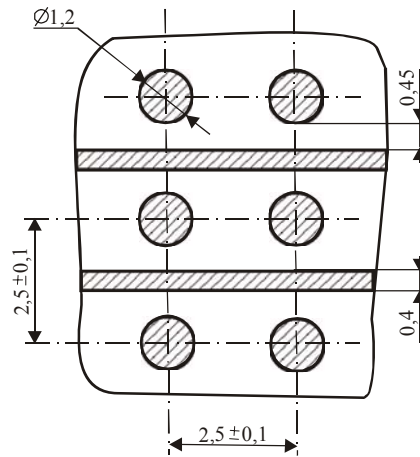
13.3. Размеры контактной площадки внутренних слоев (черт. 11, 12) не должны быть менее:

- круглой 1,2 мм;
- прямоугольной 1,2×1,8 мм.



Черт. 11.





Черт. 12.

13.4. Не допускается выход контактного перехода за пределы контактной площадки.

13.5. При переходе через слой контактный переход должен иметь контактные площадки на всех слоях.

13.6. Проверочный расчет укладки проводников следует производить по приведенной формуле (25), получаемой после подстановки данных из табл. 13 в формулу (1).

Таблица 13

| Класс | $t$ | $S$ | $S_0$ | $K_I$ | $C_I$ | $b$ |
|-------|-----|-----|-------|-------|-------|-----|
| А     | —   | —   | —     | —     | —     | —   |
| Б     | 0,3 | 0,3 | 0,3   | 0,1   | 0,1   | —   |

После преобразования формула (1) примет вид

$$I_A = \frac{d_{к1} + d_{к2}}{2} + 0,7n + 0,4. \quad (25)$$

#### 14. УСКОРЕННАЯ РАЗРАБОТКА И КОМПОНОВКА ЧЕРТЕЖЕЙ И ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

14.1. Процесс разработки и компоновки чертежа складывают из отдельных этапов: из компоновки, вычерчивания, оформления и т.д. На каждом этапе возможно использование тех или иных приемов, сокращающих общий цикл разработки. К числу таких приемов относятся:

- «машинное проектирование» - быстро развивающееся направление в области печатного монтажа, в котором с помощью комплекса счетно-вычислительных машин и специальных программных координатографов (или графопостроителей) производится оптимальная расстановка навесных элементов на плате и разводка («трассировка») печатных проводников.

Использование настоящего стандарта при машинном проектировании в части нормы требований, предъявляемых к печатным платам, обязательно:

- компоновка чертежа с помощью шаблонов – получение оптимальной расстановки навесных элементов на плате.

Процесс компоновки упрощается при использовании конструктором бумажных, пластмассовых или металлических шаблонов-имитаторов навесных элементов, выполняемых в том масштабе, в котором разрабатывается чертеж платы. Шаблоны разместить на листе бумаги, стекле или на специальном столе из прозрачного или из магнитного материала, с нанесенной на ней координатной сеткой. Помимо сокращения времени на конструирование платы, использование шаблонов позволяет оценить соотношение площади, занимаемой навесными элементами, и площадь самой платы, определяя тем самым коэффициент заполнения платы;

- упрощенное выполнение чертежей - изображение печатных проводников одной линией при ручной разводке печатных проводников, что существенно сокращает процесс разработки и оформления чертежа.

Изображение проводников одной линией принято в данном стандарте как основной вариант.

Изображение проводников при машинном проектировании рассматривается отдельно;

- единая форма выполнения чертежей плат, изготавливаемых любым методом, сокращает цикл оформления чертежа и позволяет конструктору сосредоточить внимание непосредственно на особенностях конструкции, разрабатываемых ПП или МПП.

Специфику каждой платы конструктор отражает в ограниченном, по необходимости, количестве пунктов «Технических требований», позволяющих читать чертеж в любом производстве и на каждом этапе изготовления платы без дополнительных разъяснений. Форма «Технических требований» должна быть стандартизована.

14.2. Приемы ускоренного изготовления чертежей следует выбирать с учетом особенностей разрабатываемой конструкции.

## 15. ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

15.1. Оформление конструкторской документации на печатные платы должно производиться в соответствии с ЕСКД ГОСТ 2.109-68 и ГОСТ 2.417-68 и действующими нормативно-техническими документами с учетом особенностей в оформлении чертежей на печатные платы, изложенные ниже.

Обозначение чертежей печатных плат устанавливаются в соответствии с МН СЧХ НО.000.005 до введения классификатора по ЕСКД.

15.2. Чертеж одно- и двусторонней платы имеет наименование "Плата", ему присваивается класс ХХ7... Чертеж должен содержать основные проекции платы с печатными проводниками и отверстиями.

Допускается дополнительная проекция платы без проводников, на которой могут проставить размеры для механической обработки платы, маркировки и т. п.

15.3. Чертеж многослойной платы имеет наименование "Плата многослойная"; ему присваивается класс ХХ6... Чертеж должен содержать основные проекции платы с печатными проводниками и отверстиями.

Допускается дополнительная проекция платы без проводников, для простановки размеров механической обработки платы, маркировки и т.п.

Чертежи печатных слоев следует изображать на отдельных листах. Рекомендуется на изображении печатных слоев проставлять габаритные размеры для справок. В спецификации чертежа МПП печатные слои учитывать как материал, без присвоения им наименований и обозначений, и указывать количество материала.

При необходимости следует выпускать чертежи на вспомогательные детали.

15.4. Чертежи однотипных печатных плат, выпускаемых в большом количестве, необходимо выполнять по ГОСТ 2.113—70.

15.5. Чертеж печатной платы необходимо выполнять в масштабе 2:1 или 4:1.

Допускается по согласованию с отделом главного технолога предприятия разработчика масштаб 1:1.

Примечание: Рекомендуется чертеж печатной платы выполнять в том же масштабе, в каком необходимо выполнять фотооригинал.

15.6. На чертеж печатной платы необходимо носить линиями типа выносных координатную сетку с шагом, выбранным в соответствии с п. 6.8 настоящего стандарта. Нанесение координатной сетки на чертеж производить в соответствии с масштабом, указанным в основной надписи чертежа, при этом координаты сетки необходимо нумеровать. Номер координат обозначать через один шаг или через несколько шагов, но не более пяти.

Размер шага координатной сетки следует оговаривать в технических требованиях чертежа.

**Примечание. Допускается по согласованию с отделом главного технолога не наносить координатную сетку на проекцию платы без проводников.**

15.7. Проводники, ширина которых на чертеже менее 2 мм, рекомендуется изображать сплошной утолщенной линией, равной, примерно, двум толщинам контурных липни.

Проводники, экраны, контактные площадки и другие элементы, ширина которых на чертеже более 2 мм, необходимо штриховать. Штриховку производить под углом 45°.

На чертежах, выполняемых бескопировальным методом, изображений печатных проводников и элементов печатного монтажа сплошное (зачерненное). Допускается изображать на чертеже проводники сплошной утолщенной линией шириной 2 мм и более, если их ширина оговорена в технических требованиях чертежа.

15.8. Круглые контактные площадки отверстия изображать второй концентрической окружностью. Диаметр окружности должен соответствовать минимальному размеру контактной площадки. Размер диаметра следует указывать в технических требованиях чертежа.

При наличии на плаче контактных площадок, не оговоренных размерами или по форме, отличных от круглых, допускается все контактные площадки обозначать окружностью, равной диаметру отверстия.

Форму и размеры задавать записью в технических требованиях чертежа: "Форма контактных площадок произвольная,  $b_{min}=0,15$  мм. Для простановки размеров групповых контактных площадок вынести изображение контактной группы в увеличенном масштабе на поле чертежа.

15.9. Форма вырезов в широких проводниках и экранах должна быть показана на чертеже.

Допускается показывать форму вырезов выносным элементом на поле чертежа, обязательно указав размеры вырезов и расстояние между ними.

**15.10. Если на чертеже имеются проводники, которые по расчету должны иметь строго определенную ширину, то эту ширину следует оговаривать на чертеже. Если такой проводник, имеет по длине переменное сечение, то расчетную ширину печатного проводника следует указывать на каждом участке между двумя соседними переходными или монтажными отверстиями, или контактными площадками. Если печатный проводник с переменным сечением переходит с одного слоя платы на другой, то размеры его следует указывать на изображении этих слоев.**

15.11. Печатные проводники рекомендуется изображать в виде отрезков линий, проведенных параллельно линиям координатной сетки, при необходимости угол наклона проводника выполнять кратным 15.

15.12. Те участки на печатных платах, которые не допускается занимать проводниками и контактными площадками, на чертеже следует обводить штрих пунктирной утолщенной линией. Размеры участков следует определять по координатной сетке или проставлять на чертеже.

15.13. Монтажные и переходные отверстия, имеющие зенковку, изображать одной окружностью.

15.14. Рекомендуется отверстия, близкие по диаметру (например, 0,6 и 0,8 мм или 1,3 и 1,5 мм), изображать окружностью одного диаметра с обязательным показом условного обозначения диаметра отверстия.

Пример условного обозначения см. в табл. 14.

Т а б л и ц а 1 4






| Диаметр, мм                             | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,3 | 1,5 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| Условные обозначения отверстий на слоях |     |     |     |     |     |

15.15. На внутренних слоях МПП места, через которые проходят отверстия, не имеющие на этих слоях контактных площадок, рекомендуется обозначать специальными значками.

Примеры значков см. в табл. 15.

Т а б л и ц а 1 5

| Диаметр, мм | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,3 | 1,5 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|             |     |     |     |     |     |

|                    |   |   |   |  |   |
|--------------------|---|---|---|--|---|
| Условные<br>значки |  |  |  |  |  |
|--------------------|---|---|---|--|---|

15.16. Диаметр отверстия, его условное обозначение, диаметр зенковки, наличие металлизации и количество отверстий рекомендуется объединять в таблицу, примеры заполнения которой приведены в табл. 16 и 17.

Т а б л и ц а 1 6

| Обозначение   | Диаметр, мм          | Диаметр зенковки, мм                | Наличие металлизации | Количество |
|---|----------------------|-------------------------------------|----------------------|------------|
|  | 0,8 <sup>+0,1</sup>  | 1,1 <sup>+0,2</sup>                 | Есть                 | 60         |
|  | 1,0 <sup>+0,12</sup> | 1,5 <sup>+0,2</sup><br>с 2-х сторон | Есть                 | 30         |
|  | 5,0 <sup>+0,3</sup>  | -                                   | Нет                  | 4          |

Т а б л и ц а 1 7

| Обозначение   | Диаметр, мм          | Диаметр зенковки, мм                 | Наличие металлизации | Количество     |                |
|---|----------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------|----------------|
|   |                      |                                      |                      | На 1 и 2 слоях | На 3 и 4 слоях |
|  | 0,6 <sup>+0,1</sup>  | 0,9 <sup>+0,2</sup><br>с двух сторон | Есть                 | 34             | 48             |
|  | 0,8 <sup>+0,1</sup>  | 1,1 <sup>+0,2</sup><br>с двух сторон | Есть                 | 408            |                |
|  | 1,0 <sup>+0,12</sup> | 1,5 <sup>+0,2</sup><br>с двух сторон | Есть                 | 32             |                |

**Примечание.** Для случая, когда металлизированные отверстия не зенкуются, допускается острые кромки притупить.

15.17. При постановке координат отверстий за базы рекомендуется принимать осевые линии, проходящие через центры отверстий, расположенных в крайнем левом и крайнем нижнем рядах печатной платы, или точку пересечения образующих печатной платы нижнюю левую точку.

15.18. Рекомендуется на плате указывать ее десятичный номер с обозначением последней литературы изменения чертежа и ее порядковый (или условный) номер (можно указывать оба номера на одной плате).

15.19. При маркировке плат рекомендуется руководствоваться следующими правилами:

- указания номеров плат, отверстий или схемных обозначений выполнять согласно требованиям соответствующих стандартов; рекомендуется шрифт 3 по ГО.010.007;
- маркировать краской МКЭЧ или МКЭБ по НГО.028.000 или любой другой краской, устойчивой к воздействию спиртобензиновой смеси или других растворителей, с применением ультразвука.

Допускается расположение маркировки, выполняемой краской на печатных проводниках;

- при выполнении маркировки способом, которым выполняется печатный монтаж, в технических требованиях чертежа способ маркировки не указывать;
- рекомендуется нанесение на плату знака, указывающего сторону установки элементов и определяющего положение печатного узла при его окончательной установке в изделие.

15.20. В технических требованиях чертежа печатной платы или многослойной печатной платы помимо особых требований, вносимых конструктором, необходимо указывать:

- а) плату изготовить методом... (указать метод);
- б) плата должна соответствовать... (указать технические условия);
- в) шаг координатной сетки... (указать шаг сетки);
- г) конфигурацию проводников выдерживать по координатной сетке с отклонением от чертежа  $\pm \dots$  (указать величину отклонения: 1,5; 1,0 или 0,5 мм).  
Допускается скругление углов контактных площадок и проводников;
- д) места, обведенные штрих пунктирной линией, проводниками не занимать;
- е) требования к параметрам элементов платы в соответствии с

конструктивными данными рекомендуется оформлять таблицей (см. табл. 18).

Т а б л и ц а 1 8

| Параметры элементов платы, кроме мест, оговоренных особо                             | Размеры, мм, не менее |                |
|--|-----------------------|----------------|
|  | В свободных местах    | В узких местах |
| Ширина проводников   | 1,0                   | 0,5            |
| Расстояние между двумя проводниками  | 0,6                   | 0,4            |
| Расстояние между двумя контактными площадками или проводником и контактной площадкой | 0,6                   | 0,3            |

П р и м е ч а н и е . Допускается параметры элементов платы записывать без таблицы.

ж) форма контактной площадки-произвольная  $b_{\min} = 0,15$  мм.

Допускается занижение контактных площадок металлизированных отверстий:

- на наружных слоях, до зенковки;
- на внутренних слоях... (указать занижение);

з) предельные отклонения расстояний между центрами отверстий, кроме оговоренных особо, в узких местах  $\pm \dots$  мм, в свободных местах  $\pm \dots$  мм (указать величину);

и) предельные отклонения расстояний между центрами контактных площадок в группе  $\pm \dots$  мм (указать величину);

к) ключ базовой контактной площадки выполнить в виде «усика» длиной 1-2 мм и направить в свободную от проводников сторону;

л) маркировку производить краской МКЭЧ или МКЭБ по НГО.028.000 шрифт (указать размер шрифта) по НО.010.007;

м) электрический контроль платы производить по таблице...;

н) площадь металлизации  $F_{\text{мет}} = \dots$  (указать величину).

П р и м е ч а н и е . Допускается по согласованию с головным институтом по внедрению ЕСКД для плат с большой номенклатурой выпуск документации (Д), учитывающей общие технические требования на конструирование этих плат. В технических требованиях на чертеж платы делается ссылка на эту документацию.

15.21. Примеры оформления чертежей печатных плат приведены в приложении 3.

## Приложение 1

### Термины и их обозначения

**Печатная плата** – изоляционное основание с нанесенным на нем печатным монтажом.

**Одно- и двусторонняя плата** – плата с одно- или двусторонним печатным монтажом (ПП).

**Многослойная печатная плата** - несколько спрессованных через склеивающие прокладки печатных слоев, имеющих межслойные соединения или открытый доступ к внутренним слоям (МПП).

**Печатный слой** – печатный монтаж, находящийся в одной плоскости на изоляционном основании и предназначенный для применения в многослойной плате.

**Печатный монтаж** – система печатных проводников обеспечивающих электрическое соединение элементов схем или экранирование.

**Печатная схема** - система печатных проводников и печатных электро- и радиоэлементов, нанесенная на изоляционное основание.

**Печатный проводник** – участок токопроводящего покрытия, нанесенный на изоляционное основание.

**Элемент печатного монтажа** – проводники (в том числе технологические), контактные площадки, зенковки, экраны, вырезы в экранах, зазоры, отверстия, маркировка и т. д.

**Печатный элемент** – сопротивление, емкость, индуктивность и другие радиоэлементы, получаемые на общем с печатными проводниками изоляционном основании.

**Навесные элементы** – электро- и радиоэлементы, устанавливаемые на печатной плате и имеющие электрический контакт с печатным монтажом.

**Контактная площадка** – участок печатного проводника, предназначенный для присоединения объемных проводников и выводов навесных элементов; при наличии монтажных отверстий этот участок окружает отверстия или примыкает к ним.

**Контактный переход** – токопроводящий участок, обеспечивающий электрический контакт между проводниками, находящимися на различных сторонах или слоях платы.

**Переходное отверстие** – контактный переход, выполненный в виде металлизированного отверстия.

**Металлизированное отверстие** – отверстие в печатной плате, на стенки которого нанесен слой металла.

**Монтажное отверстие** – металлизированное или не металлизированное отверстие, предназначенное для монтажа вывода навесного элемента.

**Крепежное отверстие** – отверстие, предназначенное для крепления платы в блоке или элементов на плате.

**Технологическое отверстие** – отверстие в печатной плате, предусмотренное для технологических целей и используемое при выполнении технологических операций.

**Координатная сетка** – сетка, наносимая на чертеж платы и служащая для определения положения монтажных и переходных отверстий, а так же печатных проводников и других элементов платы.

**Шаг координатной сетки** – постоянная величина, определяющая расстояние между соседними линиями координатной сетки:

а) для сетки в прямоугольной системе координат – линейный шаг одинаковый по горизонтали и вертикали;

б) для сетки в полярной системе координат – линейный шаг концентрических окружностей и угловой шаг радиальных линий.

**Узел координатной сетки** – точка пересечения линии координатной сетки.

**Особо малогабаритная плата** – плата, размеры которой не превышают 60×90мм.

**Малогабаритная плата** – плата, размеры которой свыше 60×90 до 120×180мм.

**Среднегабаритная плата** – плата, размеры которой свыше 120×180 до 200×240мм.

**Крупногабаритная плата** – плата, размеры которой свыше 200×240 до 240×360мм.

**Печатный узел** – печатная плата с навесными элементами и другими деталями, прошедшая этапы сборки, пайки и, в случае необходимости, влагозащиты.

**Технологический проводник** – временный печатный проводник, соединяющий отдельные элементы схемы для получения гальванического покрытия, удалять или разрывать его следует после нанесения покрытия.

**Свободные места** – участки печатной платы, где при размещении проводников могут быть выдержаны рекомендуемые значения ширины проводников и расстояний между проводниками и контактными площадками.

**Узкие места** – участки печатной платы, где при размещении проводников ширина проводников, расстояния между проводниками и контактными площадками выполняются меньшими, чем рекомендуемые (вплоть до минимально допустимых).

**Платы класса А** – платы с пониженной плотностью монтажа.

**Платы класса Б** – платы с повышенной плотностью монтажа.

**Платы класса В** – платы с высокой плотностью монтажа.

Приложение 2

**Пример оформления таблицы межцентровых расстояний**  
(метод металлизации сквозных отверстий второй слой, класс А)

| Количество проводников | Диаметры отверстий |          |          |          |          |          |          |          |
|------------------------|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                        | 0,8; 0,8           | 0,8; 1,0 | 0,8; 1,3 | 0,8; 1,5 | 0,8; 1,8 | 0,8; 2,0 | 1,0; 1,0 | 1,0; 1,5 |
| 1                      | 3,9                | 4,0      | 4,15     | 4,25     | 4,4      | 4,5      | 4,1      | 4,35     |
| 2                      | 5,3                | 5,4      | 5,55     | 5,65     | 5,8      | 5,9      | 5,5      | 5,75     |
| 3                      | 6,7                | 6,8      | 6,95     | 7,05     | 7,2      | 7,3      | 6,9      | 7,15     |
| 4                      | 8,1                | 8,2      | 8,35     | 8,45     | 8,6      | 8,7      | 8,3      | 8,55     |
| 5                      | 9,5                | 9,6      | 9,75     | 9,85     | 10,0     | 10,1     | 9,7      | 9,95     |