

Печатные платы. Требования для поверхностного монтажа

Аркадий МЕДВЕДЕВ,
д. т. н., профессор МАИ
medvedevam@bk.ru
Геннадий МЫЛОВ

Печатные платы относятся к самостоятельному производству монтажных подложек, но независимо от этого их можно отнести и к комплектующим сборочно-монтажного производства — как изделия, поступающие извне. Вопросы их сопрягаемости с современными компонентами всегда вынуждены решать как производители электронных модулей, так и поставщики печатных плат.

Требования к печатным платам

Что нас должно интересовать в печатных платах применительно к требованиям сборочно-монтажного производства?

1. Плотность монтажного поля. Размер контактных площадок для монтажа и зазоров между ними во многом определяют составляющие технологии сборочно-монтажного производства.
2. Размеры групповой заготовки, устанавливаемой на конвейер сборочно-монтажной линии.
3. Система совмещения (система базирования) с реперными знаками заготовки и прицелами для установки многовыводных компонентов на рабочем поле платы. Форма и точность позиционирования реперных знаков и контактных площадок монтажного поля должны быть согласованы между производителями печатных плат и сборочно-монтажным производством.
4. Финишные покрытия под пайку во многом определяют выбор флюсов, типов паст, температурные режимы пайки. Длительная способность финишных покрытий к пайке — одно из главных условий устойчивости сборочно-монтажного производства.
5. Коробление печатных плат. Зачастую плата бракуется из-за неприемлемого коробления, не позволяющего ей принять плоское состояние, необходимое для принтера и установщика компонентов.
6. Нагревостойкость печатных плат определяет приемлемость температурных режимов пайки. Особенно остро эта проблема стоит для технологий бессвинцовой пайки. Для обеспечения этих условий для изготовления печатных плат приходится использовать материалы с высокой температурой стеклования. Эти материалы дороже обычных, но приходится с этим мириться,

чтобы получить продукт приемлемого качества и надежности.

7. Исполнение паяльной маски. Конфигурация паяльной маски: точность совмещения с монтажным полем, наличие маски в зазорах между монтажными элементами, отсутствие «наползания» маски на контактные площадки — все это сказывается на качестве пайки. Нагревостойкость и влагостойкость паяльной маски сказываются впоследствии на характеристиках устойчивости печатного узла к воздействию внешних факторов.
8. Маркировка. Что она должна быть читаемой — спору нет. Но часто ее используют для центрирования компонентов. Тогда к качеству маркировки добавляется точность позиционирования реперных знаков, выполненных в виде маркировки.
9. Плата должна быть контролепригодной, то есть иметь дополнительные точки для контактирования зондов (пробников) для внутрисхемного контроля и диагностики качества. Как правило, эти дополнительные элементы уменьшают плотность компоновки на 10–15%. Но с этим приходится

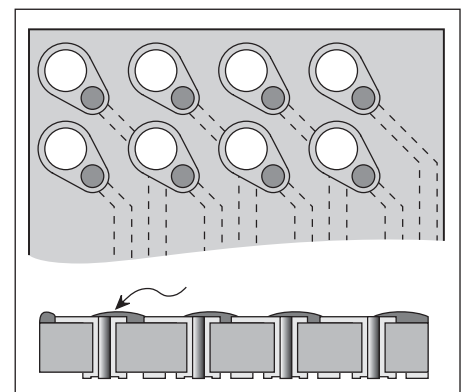


Рис. 1. Один из способов предотвращения перетока расплавленного припоя в отверстие

считаться, чтобы за счет тестирования обеспечить приемлемый уровень качества и надежности электронного модуля.

10. Наконец, конфигурация монтажных элементов на плате должна быть приспособлена для групповых методов пайки. Иначе печатный узел будет иметь многочисленные перемычки и непропаи, для обнаруже-

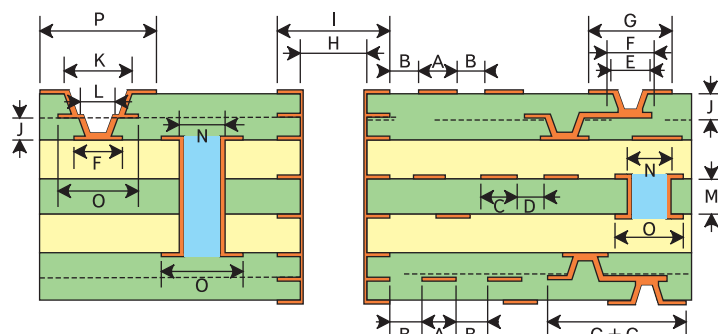


Рис. 2. Геометрические характеристики МПП

Таблица. Численные характеристики МПП

Символ	Наименование параметра	Минимальный размер, мм		
		Сегодня	Завтра	Послезавтра
Характеристики рисунка				
A	Ширина проводника на внешней поверхности	0,1	0,075	0,05
B	Зазор на внешней поверхности	0,1	0,085	0,062
C	Ширина проводника на внутреннем слое	0,1	0,075	0,025
D	Зазор на внутреннем слое	0,1	0,085	0,062
Характеристики сквозных отверстий				
H	Диаметр сверления сквозного отверстия	0,25	0,2	0,2
I	Контактные площадки сквозного отверстия	0,55	0,5	0,4
J	Отношение толщины платы к диаметру сквозного сверления	10	15	20
Характеристики глухих отверстий				
E	Диаметр глухого отверстия	0,1	0,075	0,025
F	Контактная площадка основания глухого отверстия	0,25	0,2	0,05
G	Контактная площадка входа глухого отверстия	0,3	0,25	0,05
J	Отношение глубины к диаметру глухого отверстия	= 1	= 1	= 1
K	Диаметр верхнего глухого отверстия	0,175	0,15	0,075
L	Диаметр нижнего глухого отверстия	0,1	0,075	0,025
P	Контактная площадка верхнего глухого отверстия	0,375	0,325	0,25
Характеристики слепых отверстий				
M	Глубина металлизированного слепого отверстия	0,2	0,15	0,1
N	Диаметр сверления слепого отверстия	0,25	0,2	0,2
O	Контактные площадки слепого отверстия	0,55	0,5	0,4

ния и исправления которых приходится идти на дополнительные трудозатраты и увеличение себестоимости продукции.

11. Отдельно для монтажа BGA-компонентов необходимо соблюсти условия пайки без утечки припоя в металлизированные отверстия (рис. 1) или с заполнением отверстий металлом (медью по специальной технологии).

Обозначение геометрических характеристик печатных плат показано на рис. 2, а численные характеристики плат сегодня и в перспективе приведены в таблице.

Материалы монтажных оснований

Чтобы избежать проблем расслоения и коррозия оснований печатных плат, их необходимо изготавливать из материалов с большей температурой стеклования (T_g) — около 150 °C и выше. Группа материалов типа FR-4¹ с $T_g = 125$ °C, обычно используемая при пайке сплавом SnPb, уже не годится для пайки сплавом SnAgCu. Особенно критично поведение материала основания в процессе горячего облуживания HASL. Материалы типа FR-5² и полиимидные платы могут использоваться для бессвинцовой пайки без ограничений. Дешевые материалы типа FR-1, FR-2, FR-3 с $T_g < 130$ °C уже не годятся для бессвинцовой пайки.

Законы Евросоюза RoHS (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment) предлагают уйти от галогеновых пламегасителей, входящих в состав связующего материала печатных плат массового применения. Материалы FR-4 с таким связующим имеют T_g в диапазоне 130–150 °C,

¹ FR — Fire Retardant (огнеустойчивый).
FR-4 — эпоксидная смола, армированная стеклотканью.
FR-1 = FR-2 — бумага с фенолоформальдегидной пропиткой.
FR-3 — бумага с эпоксидной пропиткой.
² FR-5 — полифункциональная эпоксидная смола ($T_g = 150$ –160 °C), армированная высокосортной стеклотканью.

что приемлемо для бессвинцовой пайки. Но стоимость таких материалов более чем на 30% выше. Для удешевления в состав армирующих компонентов вводят целлюлозную (CEM-1) или стеклянную (CEM-3) бумагу (CEM — Composite Epoxy Material). Такие материалы мягче, поэтому лучше ведут себя при сверлении: при их использовании стенки отверстий ровнее, а расход сверл меньше, что создает CEM некоторые преимущества перед FR-4.

Металлизация отверстий

Пластичность медных осадков должна соотноситься с температурным расширением основания плат по оси Z. Оно будет явно больше при более высоких температурах пайки бессвинцовыми припоями. Чтобы устоять перед расширением основания и гарантировать большую прочность и большую пластичность медных осадков, необходимо более жестко управлять процессом металлизации сквозных отверстий. Для обеспечения прогрева сквозных монтажных отверстий до более высоких температур, свойственных бессвинцовым пайкам, необходимо обеспечить соответствующую теплопроводность металлизации за счет увеличения ее толщины. Все это вынуждает пересмотреть нормы требований к технологии металлизации отверстий печатных плат.

Покрyтия под пайку

Большое разнообразие финишных покрытий говорит об отсутствии выбора в пользу одного-двух, удовлетворяющих всем требованиям по стоимости, смачиваемости, долговечности и т. д. Их перечень широк:

- OSP (Organic Solderability Preservative);
- NiAu (ENIG — Electroless Ni & Immersion Gold, химический никель и иммерсионное золото);

- ImmAg (Immersion Ag);
- ImmBi (Immersion Bi);
- Pd (Electroplate or Electroless Pd — химический или гальванический палладий);
- NiPd (Electroless Ni & Immersion Pd);
- NiPdAu (Electroless NiPd & Immersion Au);
- ImmSn (Immersion Sn);
- NiSn (Electroplate Ni & Sn);
- SnAg (Electroplate Sn & Ag);
- HASL (Hot-Air Solder Leveling).

В этом ряду лидирующими покрытиями печатных плат под бессвинцовую пайку являются OSP, ENIG, ImAg и HASL.

HASL

HASL-процесс горячего облуживания плат состоит в их погружении на ограниченное время в ванну с расплавленным припоем. Во время быстрой выемки плат их обдувают струей горячего воздуха, которая снимает лишние припоя и выравнивает покрытие. Но, несмотря на старания, наплывы припоя остаются. Особенно много их на развитых металлических поверхностях. При последующей сборке наплывы мешают установке мелких компонентов, что ограничивает применение HASL. Тем не менее, с точки зрения качества и исключительной способности к пайке это покрытие, безусловно, наилучшее. Поэтому там, где изготовление плат и сборка происходят на одном предприятии, всегда стараются найти компромиссы, чтобы использовать HASL.

Еще один существенный недостаток HASL-процесса — жесткий термоудар, который испытывают платы при погружении в расплавленный припой. Чем выше рабочая температура припоя, тем серьезнее проблема обеспечения надежности межсоединений. Ряд предприятий не использует HASL-процессы для многослойных плат, считая, что они уменьшают надежность внутренних межсоединений из-за таких термоударов. Приемлемые по качеству и относительно низкотемпературные бессвинцовые припоя для HASL-процессов сегодня отсутствуют.

OSP

Покрyтие OSP обеспечивает защиту медной поверхности от окисления в процессе хранения и пайки. В конце пайки этот слой, выполнив свою функцию, теряет способность обеспечивать последующие процессы пайки. В Японии это дешевое покрытие применяется более 20 лет. Но чтобы процесс пайки проходил в течение одной стадии группового нагрева, конструкторы изделий учитывают эту особенность в целях снижения себестоимости. OSP — хорошая альтернатива HASL. Но OSP имеет короткий жизненный цикл, что негативно сказывается на технологической надежности. Это покрытие не обеспечивает многократную пайку, тем более при высоких температурах. Чтобы избежать этих затруднений, приходится использовать азот в качестве нейтральной среды пайки.

ENIG

Покрытие ENIG (~4 мкм Ni + ~0,1 мкм Au) — другая альтернатива HASL-процессу. Это покрытие свободно от ионных загрязнений и способно к многократной пайке при высоких температурах. Тонкий слой золота защищает никель от окисления, а никель становится барьером, предотвращающим взаимную диффузию золота и меди. Характерный для покрытия ENIG дефект — черные контактные площадки, появляющиеся на поверхности из-за выделения никеля и восстановленного фосфора. Во время пайки золото растворяется в припое и обнажает плохо паяемый слой фосфора. Припой скатывается с фосфорированной поверхности, из-за чего и проявляется эффект черной контактной площадки. Черные контактные площадки могут возникать также при передержке процесса пайки. Передержка интенсифицирует образование интерметаллидов олова с никелем и олова с фосфором, внедренным в никель. Выделение фосфора на поверхности никеля может вызвать также процесс золочения. Осаждение золота из нейтральных электролитов уменьшает вероятность этих явлений.

ENIG «капризно» в выборе флюсов, а его цена примерно на 25% выше, чем у OSP. Преимущества ENIG:

- жизнеспособность более года;
- плоская контактная поверхность;
- хорошая смачиваемость припоем при правильном подборе флюса;
- неокисляемая поверхность нажимных и скользящих контактов.

Иммерсионное олово (ImmSn)

Иммерсионное олово (ImmSn) — еще одна альтернатива HASL-процессу. Популярность ImmSn растет благодаря обеспечению хорошей смачиваемости и простоты процесса осаждения. ImmSn демонстрирует лучшую паяемость, чем ENIG.

Существуют ограничения для применения ImmSn:

- самопроизвольные нитевидные кристаллические образования (усы), которые могут приводить к короткому замыканию;
- образование интерметаллических соединений Cu_xSn_y . При этом способность к пайке исчезает, поскольку толщина иммерсионного олова не превышает 1 мкм и Cu_xSn_y быстро поглощает этот тонкий слой. В последнее время возможность этого явления предотвращают введением барьерного подслоя различного содержания: металлоорганики и др.

Но у ImmSn есть и преимущества:

- низкая стоимость процесса осаждения;
- хорошая паяемость;
- плоская поверхность покрытия (в отличие от HASL);
- хорошие условия для обеспечения беспаяемых соединений Press-Fit (впрессовывание штырей-хвостовиков разъемов в металлизированные отверстия плат).

Иммерсионное серебро (ImmAg)

Толщина ImmAg не превышает 200 нм, поэтому расходы на реализацию этого покрытия незначительны. Жизнеспособность ImmAg гораздо выше, чем OSP, но несколько меньше, чем ENIG. Изменение цвета покрытия в процессе хранения, сборки и пайки — результат загрязнения воздушной среды сульфатами и хлоридами. Пожелтение не сказывается на свойствах ImmAg, но декоративность покрытия при этом страдает. Консервирующие покрытия антиокислителей тормозят процесс пожелтения и продлевают жизнеспособность покрытия. ImmAg менее популярно в Европе, чем в США: в Америке оно более доступно.

Заказчик и производитель

Обычно заказчик приходит на производство со своими компонентами и печатными платами. И тогда он обнаруживает полную непригодность его печатных плат для автоматизированного сборочно-монтажного производства. К сожалению, отечественная стандартизация на проектирование и производство электронных модулей пока что (на 2006 год) отсутствует. Фирмы и группы инженеров, специализирующиеся на проектировании электронных изделий, пользуются стандартами IPC и опытом, наработанным при создании проектов и их промышленной реализации. К сожалению, еще не созданы общие правила проектирования применительно к современным условиям производства. Востребованность в этом давно существует, можно ожидать на нее положительный отклик.

Тем не менее, практика взаимоотношений между заказчиком и производителем установила определенные правила взаимоотношений.

P-CAD или GERBER?

Один из первых вопросов, который возникает при размещении заказа, — вопрос о входном формате файлов. Обычно производитель принимает заказы в любом формате. Но общепринято передавать заказы в формате GERBER. Почему?

Универсальность

Практически любое технологическое оборудование, от сверлильных станков и фотоплоттеров до станков для V-надрезки, «понимает» GERBER в качестве входного формата. В то же время системы проектирования типа P-CAD, OrCAD и т. п. имеют встроенные постпроцессоры для связи проекта с технологическим оборудованием. Но перечень этого оборудования, естественно, охватывает далеко не весь парк машин. Для решения этой проблемы для того же P-CADa написаны гигабайты всевозможных трансляторов и постпроцессоров. Но доверие к ним не полное.

Ответственность

Ответственность за соответствие изготовленной печатной платы проекту несет, как правило, производитель. Но при подготовке производства проект всегда подвергается обработке CAM-CAD: в файл добавляют различные технологические элементы, мультиплицируют, пропускают через разные трансляторы. Это производственная необходимость, но она может невольно внести погрешность в проект заказчика. Например, при мультипликации плат в P-CADe могут пропадать проводники. Конечно, если это произойдет, будет виноват производитель. Но часто эта ошибка провоцируется файлом заказчика, подготовленным в нелегальной версии P-CADa. Подобных неприятностей можно избежать, используя все тот же GERBER-формат.

Безопасность

Выходной файл любой CAD-системы содержит намного больше информации о проекте, чем GERBER-файл. Вручая, например, PCB-файлы системы P-CAD производителю, заказчик передает ему свою интеллектуальную собственность, практически подготовленную для дублирования, редактирования и прочих нарушений авторских прав заказчика. В этих файлах, как правило, содержится информация не только о самой печатной плате, но и об установленных на плате элементах, связях между ними и т. п. В то же время GERBER-файл содержит лишь графическую информацию о плате.

Свобода действий

Если заказчик располагает GERBER-файлом своего проекта, он обладает большей свободой действий в выборе производителя печатных плат. Он может размещать заказы и в России, и за рубежом и всегда будет однозначно понят производителем. В случае, например, отличий топологии изготовленной платы от проекта заказчик всегда будет прав.

Необходимо иметь в виду, что все производители размещают на своих сайтах инструкцию по подготовке файлов для передачи в производство. Но предпочтительнее передать производителю свой проект в GERBER-файле. Это сэкономит время и позволит избежать возможных недоразумений.

Рекомендации по конструированию печатных плат применительно к автоматизированной сборке

1. При проектировании печатной платы (ПП) необходимо руководствоваться требованиями российских стандартов по конструированию ПП (в частности, ГОСТ 23751) и стандартов Международной Электротехнической Комиссии (МЭК) по конструированию печатных плат с применением технологии поверхностного монтажа.

- Наличие защитной маски на ПП обязательно.
- Величина деформации печатной платы не должна превышать требований ГОСТ 23752.
- ПП должна иметь не менее двух фиксирующих отверстий $\varnothing 2,7^{+0,06}$ мм или $3,0^{+0,06}$ на расстоянии 5,0–5,5 мм от края длинной стороны и не более 20 мм от края коротких сторон для перемещения платы для позиционирования (рис. 3). Фиксирующие отверстия ПП, необходимые для закрепления на координатном или рабочем столе технологического оборудования, выполняют по качеству Н9. При автоматизированной сборке предельные отклонения на межцентровые расстояния между фиксирующими отверстиями устанавливают не более $\pm 0,05$ мм, между фиксирующими отверстиями и контактными площадками — не более $\pm 0,1$ мм. При этом вокруг данных отверстий должна оставаться свободная зона диаметром не менее 10 мм.

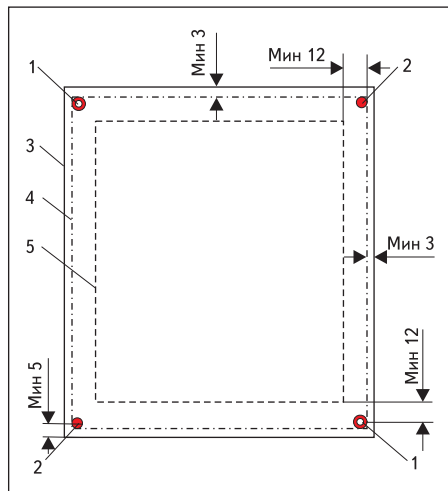


Рис. 3. Размещение реперных знаков на заготовке ПП:
 1 — базовые отверстия;
 2 — реперные знаки;
 3 — периметр заготовки ПП;
 4 — периметр мультиплицированной заготовки (панели), поступающей на сборку;
 5 — рабочее поле заготовки, на котором размещаются платы

- Оптимальный зазор между выводом компонента и стенкой монтажного отверстия должен составлять 0,2–0,3 мм. При меньшем расстоянии припой плохо затекает в отверстие, появляются пустоты и непропаи. С увеличением зазора возрастает расход припоя, появляются усадочные раковины в припое. При выборе диаметра отверстия необходимо учитывать толщину слоев основной металлизации и финишного покрытия.
- Предельные отклонения расстояний между центрами монтажных отверстий и базового отверстия для автоматизированной сборки без применения средств технического зрения не должны превышать $\pm 0,05$ мм, между осями контактных площадок — $\pm 0,1$ мм.
- На печатной плате с SMD-компонентами необходимо иметь реперные знаки, выполняющие роль элементов базирования при установке компонентов. В качестве реперного знака рекомендуется кружок металлизации с покрытием диаметром 1,0–1,6 мм, вокруг которого должно быть свободное от маски кольцо шириной не менее 0,3 мм. Вокруг реперного знака на расстоянии трех его радиусов не должно быть элементов проводящего рисунка. Необходимо по 2 реперных знака на каждом краю платы в удаленных углах (например: левый нижний, правый верхний) на расстоянии не менее 5 мм от края ПП (рис. 3).
- Платы малого размера рекомендуется выполнять в виде мультиплицированной заготовки. Она должна иметь базовые отверстия на технологическом поле. Каждая из плат в мультиплицированной заготовке должна иметь свои реперные знаки. Таблицы мультиплицированных заготовок (панелей) рекомендуется выбирать из стандартного ряда размеров.
- При размещении SMD-компонентов на ПП следует руководствоваться требованиями ОСТ 4.42.02-93 п. 6. Рекомендуется при установке компонентов в chip-корпусах на стороне пайки располагать их продольной осью вдоль короткой стороны ПП (по направлению пайки волной), SMD-компоненты в корпусах типа SO целесообразно располагать стороной корпуса с выводами вдоль направления пайки волной; за последней парой выводов должны быть сделаны вспомогательные (незадействованные) площадки для предотвращения образования спаек:
 - Минимальное расстояние между контактными площадками соседних SMD-компонентов должно быть не менее 1 мм, а между SMD-компонентами и компонентами со штырьковыми выводами — не менее 1,5 мм.
 - Переходные отверстия должны находиться вне контактных площадок для монтажа выводов SMD-компонентов. Переходные отверстия $\varnothing 0,6$ мм с открытыми контактными площадками должны находиться вне проекции корпусов типа CHIP, MELF, SOT, SOIC на ПП.
- Не рекомендуется располагать рядом друг с другом компоненты, значительно отличающиеся по высоте, так как при пайке оплавлением паяльной пасты «тепловая» тень от больших компонентов ухудшает пайку низких компонентов.
- Chip-компоненты рекомендуется располагать не ближе 3 мм от выводов корпусов микросхем.
- Под компонентами в неизолированных корпусах, устанавливаемыми вплотную на плату, не должно быть проводников, так как применение изолирующих прокладок усложняет и удорожает процесс сборки.
- Каждый типоразмер SMD-компонента должен иметь свою конфигурацию монтажного поля и форму контактных площадок (целесообразно руководствоваться стандартами IPC-SM-782A “Surface Mount Design and Land Pattern Standard” и IPC-7351 “Generic Requirements for Surface Mount Design and Land Pattern Standards” или соответствующими им стандартами МЭК). Для обеспечения возможности использования микросхем в различных корпусах рекомендуется использование универсального монтажного поля с возможностью замены корпусов от различных поставщиков компонентов.
- Контактные площадки вокруг отверстий и площадки для SMD-компонентов должны соединяться между собой проводником номинальной ширины, перекрытым защитной маской. Слияние этих площадок недопустимо (рис. 4).
- Размещение контактных площадок непосредственно в полигонах недопустимо (большой теплоотвод делает невозможной качественную пайку), они должны быть отделены от полигона тепловыми зазорами и электрически соединяться с ним только проводником номинальной ширины. Выполнение полигонов в виде сетки уменьшает теплоемкость и коробление платы во время пайки. При прохождении монтажного отверстия сквозь несколько полигонов в разных слоях необходимо делать в них увеличенные тепловые зазоры для уменьшения теплоемкости, в противном случае, при пайке охлаждающийся припой не протекает сквозь металлизированное отверстие со стороны пайки на противоположную сторону.
- Расстояние между контактной площадкой монтажного отверстия и контактной площадкой для chip или MELF-компонентов, перекрытое паяльной маской, должно быть не менее половины высоты компонента, но более 0,5 мм.
- Минимальная ширина контактной площадки при шаге выводов 0,5 мм должна составлять 0,27 мм.
- Рекомендуется нанесение защитной маски между контактными площадками под компоненты с шагом выводов до 0,5 мм включительно.
- Незадействованные контактные площадки для микросхем в корпусах типа QFP, PLCC, SO рекомендуется снабжать «аппендиксом» в виде короткого печатного проводника, заходящим под защитную маску. Это позволяет предотвращать отслоение площадок при ремонте.
- Соединения между соседними выводами микросхем должны выполняться за пределами монтажного поля, так как после пайки перемычка между соседними площадками может выглядеть как спайка. Соединительный проводник должен под-

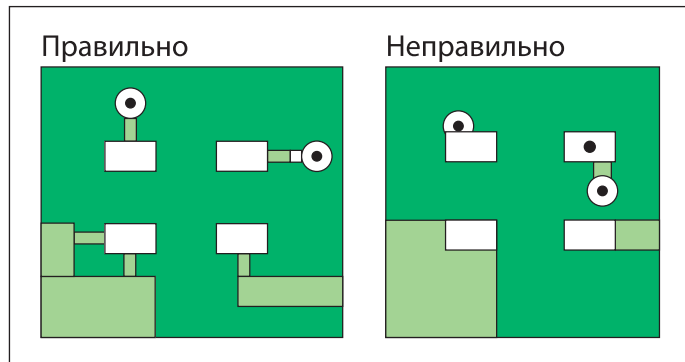


Рис. 4. Контактные площадки отверстий и контактные площадки для монтажа компонентов должны соединяться (при необходимости) проводниками номинальной ширины (правильно) и не выполняться в виде общего массива (не сливаться), что было бы неправильно

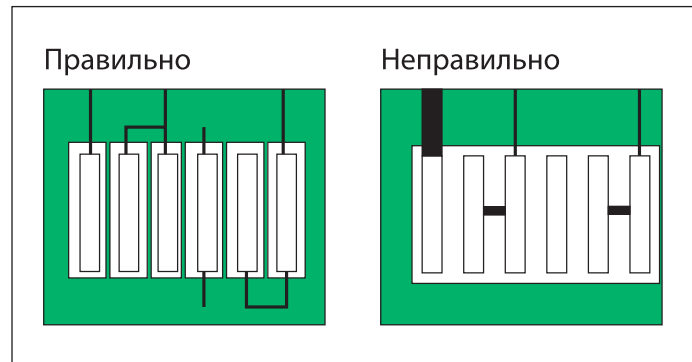


Рис. 5. Правила соединений соседних контактных площадок

- ходить соосно к торцу контактной площадки, а его ширина должна быть не более ширины площадки (рис. 5).
21. Для точной установки BGA-компонентов и микросхем с шагом менее 0,625 мм рекомендуется делать два локальных реперных знака, расположенных по диагонали на периметре монтажного поля микросхем.
 22. Для обеспечения качества пайки chip-компонентов в корпусах типа А, Е и т. п. (танталовые конденсаторы, диоды, резисторы) волной припоя (сторона пайки) рекомендуется удлинение контактной площадки за пределы корпуса (с торцов) на 0,2 мм больше высоты компонента (рис. 6).
 23. Рекомендуется при разработке проекта электронного модуля максимально заменять выводные компоненты на SMD-компоненты.
 24. Следует сокращать количество типоминималов корпусов компонентов в пределах одного проекта платы и изделия в целом, так как это сокращает время на подготовку производства и сборку. Рекомендуется заменять уникальные типоминималы компонентов на 2–3 обычных, соединяя их параллельно или последовательно.
 25. Нежелательно без необходимости применять chip-компоненты в корпусах размера менее 0805.
 26. Не рекомендуется применять в пределах одной платы разные типоразмеры корпусов для одного номинала. Это усложняет процесс монтажа и увеличивает вероят-

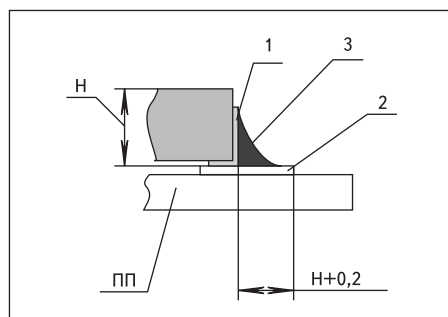


Рис. 6. Выбег контактной площадки из-под безвыводных компонентов

- ность ошибки (например, если на плате значительное количество компонентов chip-резисторов с 5%-ным отклонением от номинала в 1206-корпусах при наличии таких же компонентов в 0805-корпусах, следует заменить корпус 0805 на 1206).
27. Все компоненты одного типоминимала рекомендуется располагать на одной стороне ПП.
 28. При смешанном монтаже установка выводных компонентов должна соответствовать ОСТ45.010.030-92 «Электронные модули первого уровня РЭС. Установка изделий электронной техники на печатные платы. Технические требования. Конструкция и размеры».
 29. При установке на ПП разъемов типа Press-Fit (Z-pack, Hard metric) необходимо предусмотреть на стороне выводов зону для опоры инструмента, свободную от компонентов и паек.
 30. Если платы имеют небольшие размеры, целесообразно заказывать мультиплицированную заготовку, спроектированную по нормам панели для группового монтажа. Тогда для отделения одной платы от другой необходимо предусмотреть фрезеровку их контура с легко переламываемыми перемычками или скрайбирование (надрезы) контура для удобства последующего отделения плат от панели, например, роликовыми ножницами. Можно предусмотреть то и другое, если контуры плат не представляют собой прямые линии.

Оформление конструкторской документации

Вся конструкторская документация должна быть выполнена в соответствии с ЕСКД (сборочный чертеж и спецификация). При разработке КД необходимо выполнять требования ОСТ4.42.02-93 п.п. 9.4–9.7 (схема нанесения точек клея, направления пайки, таблица координат центров компонентов...). Толщина припоя на контактных площадках для SMD-компонентов должна составлять 8–25 мкм.

Спецификация должна содержать следующую информацию:

- наименование компонента (детали, материала);
- номинал;
- допуск;
- тип корпуса;
- позиционное обозначение;
- количество;
- номер чертежа деталей;
- вариант исполнения.

Сборочный чертеж обязательно должен содержать: виды, сечения, разрезы и размеры, необходимые для изготовления электронного модуля, технические требования к установке и монтажу компонентов с указанием необходимых стандартов, применяемые материалы, варианты установки компонентов, выноски на нестандартную установку компонентов, номера позиций деталей и т. п.

Графическое изображение каждого из типов корпусов SMD-компонентов и других ЭРЭ на сборочном чертеже должно быть единым для всех изделий предприятия-разработчика. Изображение должно быть четким, понятным и максимально приближенным к конфигурации реального корпуса. Обозначение полярности (ключа) должно быть однозначным и соответствовать реальному виду (точка, скос, выступ и т. д.).

Заключение

В статье были приведены лишь общие требования к печатным платам применительно к SMT-монтажу.

На сайтах производителей печатных плат и электронных модулей, как правило, размещаются подробные инструкции, отражающие индивидуальные требования к конструкциям и подготовке файлов, которые необходимо учитывать для предотвращения конфликтов.

Литература

1. www.pcbtech.ru. Рекомендации А. И. Акулина по проектированию печатных плат и подготовке проектов к производству.
2. Медведев А. Сборка и монтаж электронных устройств. М.: Техносфера, 2007.