

НАНОТЕХ

ПАМЯТКА

РАЗРАБОТЧИКУ



**Проектирование для
автоматического монтажа**

WWW.RCB.VU

ПАМЯТКА РАЗРАБОТЧИКУ

Выпуск №5

Печатные платы – проектирование для автоматического монтажа

У нас Вы можете заказать изготовление печатных плат любого класса сложности и практически любого типа, а также сопутствующие товары:

- печатные платы одно-, двухсторонние
- многослойные, в том числе HDI
- гибкие и гибко-жесткие
- платы на алюминиевой подложке
- трафареты для паяльной пасты и клея лазерной резкой из нержавеющей стали с ультразвуковой очисткой
- паяльные пасты и припои COBAR для SMD и THT монтажа любого типа

К основным преимуществам работы с нами можно отнести:

- Высокое качество поставляемой продукции
- 100% выходной электроконтроль печатных плат
- Профессиональная техническая поддержка и сопровождение заказов
- Бесплатные консультации на этапе подготовки
- Минимальные сроки поставки
- Оптимальные цены и система скидок

Преимущества автоматического монтажа

В настоящее время все более актуальным становится вопрос эффективного и надежного монтажа печатных плат. Основными тенденциями в области производства электроники являются задачи повышения надежности изделия за счет применения современной элементной базы и, одновременно, снижения его себестоимости за счет использования преимуществ автоматического монтажа SMD компонентов.

Не секрет, что современная элементная база развивается в сторону повышения интеграции, и, как следствие, повышения плотности упаковки кристаллов в микроминиатюрные корпуса. Как пример можно привести стремительное развитие в последнее время таких SMD корпусов как QFP и QFN, BGA и μ BGA, CSP и других. Также все большее распространение получают миниатюрные двухвыводные пассивные элементы, такие как 0402, 0201 и даже 01005.

Использование подобного рода элементов существенно затрудняет ручной монтаж, а порой делает его невозможным. Например, установка корпусов BGA¹ без автоматического или полуавтоматического оборудования едва ли представляется возможной. То же самое верно для двухвыводных корпусов начиная с 0402 и мельче.

Также существенным аргументом в пользу автоматического монтажа выступает фактор надежности собираемых электронных узлов. Автоматический монтаж обеспечивает многократное преимущество по качеству, точности и повторяемости в сравнении с ручным монтажом.

Другим немаловажным фактором в производстве электроники, как уже упоминалось, является фактор себестоимости изделия.

Как показывает анализ реального рынка производства электроники в Беларуси, количество изделий в наиболее типичных производимых партиях лежит в диапазоне от единиц сотен до единиц тысяч штук. Причем, как правило, изделия требуют смешанного – поверхностно-выводного монтажа.

¹ см. выпуск №4 «BGA – это просто!»

По нашим наблюдениям, ряд производителей продолжает активно использовать собственные мощности (монтажников на участках ручного монтажа) для сборки изделий. Основными аргументами в пользу задействования собственных сборочных мощностей, как правило, являются следующие:

- исторический фактор (ранее сложившиеся производственные схемы)
- укоренившееся неверное мнение о якобы более низких удельных затратах на единицу продукции
- нежелание зависеть от третьих лиц

На наш взгляд у такого подхода имеются два существенных недостатка. Первый – это временной аспект. Контрактный сборщик, располагающий современной автоматической линией поверхностного монтажа и участком монтажа штырьковых компонентов, гораздо быстрее и качественнее собирает изделия. А в настоящий момент временные затраты на этапе вывода продукции на рынок имеют ярко выраженный финансовый эквивалент.

Однако главным минусом собственного ручного монтажа мы считаем его экономическую неэффективность. Существует распространенное заблуждение, что, отдавая изделие на сборку контрактнику, производитель переплачивает за работу, которую мог бы сделать сам, задействуя собственные ресурсы. Это заблуждение основано на неполном анализе затратных статей собственного производства. Обычно не учитываются расходы на содержание инфраструктуры, покупку расходных материалов, оплату труда в периоды простоя и многое другое.

Поэтому основным выводом, который мы хотели бы донести до читателя брошюры, является наша рекомендация рассматривать контрактную сборку как наиболее эффективный инструмент по снижению себестоимости собираемых изделий, а также по обеспечению их надежности в процессе эксплуатации.

Основные этапы автоматического поверхностного монтажа

Формально процесс автоматического поверхностного монтажа можно описать в виде следующей последовательности:

- Нанесение паяльной пасты на контактные площадки (обычно используется принтер трафаретной печати или дозатор)
- Установка SMD компонентов на печатную плату (автоматический установщик)
- Оплавление паяльной пасты (специализированная печь для группового оплавления)
- Выходной контроль (визуальный контроль, автоматическая оптическая инспекция, рентген-контроль, внутрисхемный тест)

Однако вышеприведенное классическое описание, мы бы дополнили еще одним, существенным с нашей точки зрения пунктом:

- Проектирование печатной платы (групповой заготовки) для эффективного автоматического поверхностного монтажа

Этот пункт зачастую незаслуженно игнорируется разработчиками печатных плат. А ведь правильное проектирование печатной платы (с учетом требований накладываемых автоматическим монтажом) позволяет снизить себестоимость монтажа изделия и порой весьма значительно.

Далее рассмотрим данную тему несколько подробнее.

Проектирование печатной платы для эффективного поверхностного монтажа

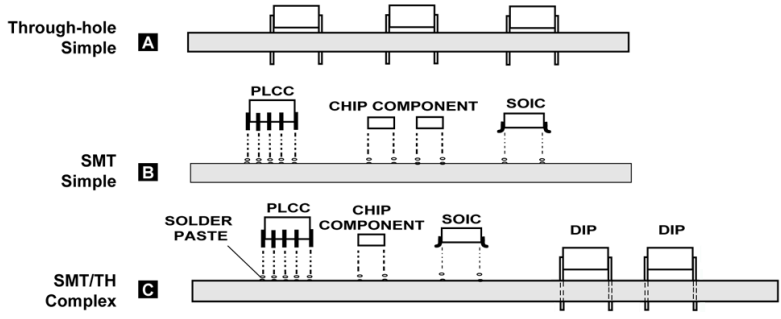
При проектировании печатной платы, которую впоследствии планируется собирать на автоматической линии поверхностного монтажа, мы рекомендуем придерживаться следующей последовательности действий:

1. Прежде всего, нужно связаться с изготовителем печатных плат и компанией, осуществляющей сборку, для выяснения проектных норм и особенностей проектирования, а также требований по групповой заготовке, полям, реперам и трафаретам для нанесения пасты. Очень удобно, когда изготовление плат и монтаж осуществляет одна компания.

2. Необходимо проанализировать СХЭП и предполагаемую топологию ПП с учетом габаритных размеров и принять решение – будут ли располагаться SMD элементы только с одной стороны платы или с обеих сторон. Это в первую очередь повлияет на стоимость монтажа. Каждая из сторон платы при двухстороннем SMD монтаже тарифицируется как самостоятельное изделие. При отсутствии необходимости обратного, лучше всего расположить все SMD элементы с одной стороны. В случае, если одностороннее размещение компонентов невозможно, рекомендуется небольшие, например, пассивные, компоненты разместить на одной стороне платы, а микросхемы и другие «тяжелые» компоненты – на другой стороне. (см. Рис. 1).

3. Нужно создать библиотеку компонентов, используемых в данном проекте, таким образом, чтобы размеры и форма контактных площадок компонентов строго соответствовали требованиям для данного типоразмера корпуса, изложенным в официальном техническом описании на компонент, либо в международном стандарте IPC-7351A. При проектировании площадок для микросхем в корпусах типа BGA, также настоятельно рекомендуем ознакомиться с брошюрой №4 «BGA – это просто!».

Type 1



Type 2

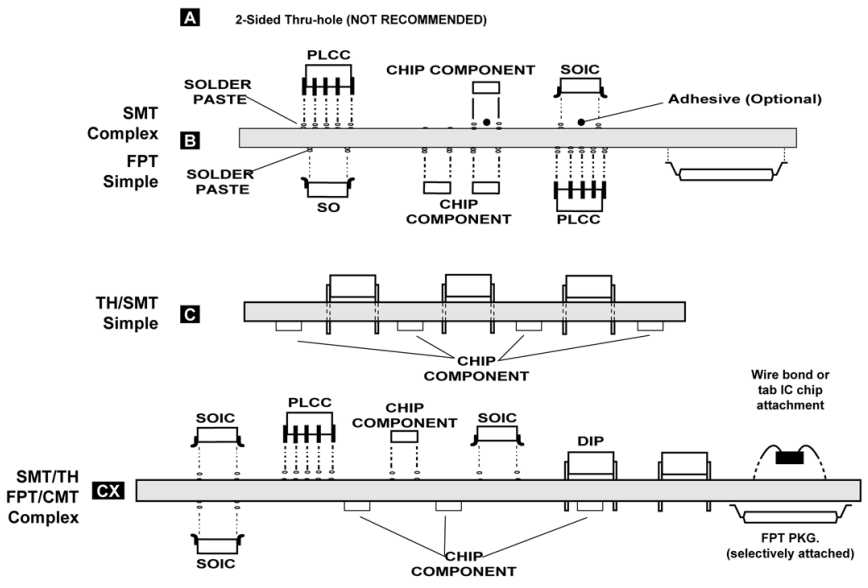


Рис. 1. Типы монтажа согласно IPC

При создании графики компонентов желательно прорисовывать их реальные габариты, а лучше зону, занимаемую компонентом, с учетом пространства, необходимого для инспекции и ремонта. Это поможет правильному размещению компонентов и позволит избежать ошибок. Не забудьте правильно указать точку привязки для захвата компонента автоматом, именно ее координаты будут выгружаться в файл pick-and-place.

4. Далее следует правильно расположить компоненты на печатной плате в соответствии с выбранной стратегией размещения – с одной стороны платы или с обеих сторон. Большинство современного оборудования позволяет ставить компоненты с минимальным расстоянием друг от друга 0,2...0,3 мм, а от края платы – около 1 мм (при наличии технологических полей на заготовке). Но использование максимальных технических возможностей не всегда оправдано. Слишком близкое размещение компонентов очень сильно снижает ремонтпригодность изделия, затрудняет оптическую инспекцию компонентов, проверку паяных соединений. Близкое расположение компонентов, разных по размерам и теплоемкости может сказываться на качестве пайки. Рекомендуемые зазоры: 0,6...0,8 мм - между чип-компонентами; 1 мм – между чип-компонентами и крупными элементами платы; 1,2...1,5 мм – между микросхемами и крупными компонентами; 1,5 мм между SMD и выводными компонентами; 3 мм - от контура печатной платы до ближайшего SMD компонента (см. Рис. 2). Если в качестве метода пайки применяется метод оплавления, то ориентация компонентов не имеет большого значения.

При размещении компонентов с обеих сторон платы необходимо помнить, что даже при большом дефиците свободного места на плате размещать компоненты BGA, CSP, QFP, QFN и им подобные друг под другом не следует. Мало того, что в таком случае крайне трудно осуществить качественный монтаж, так и невозможно провести рентген-контроль паяных соединений.

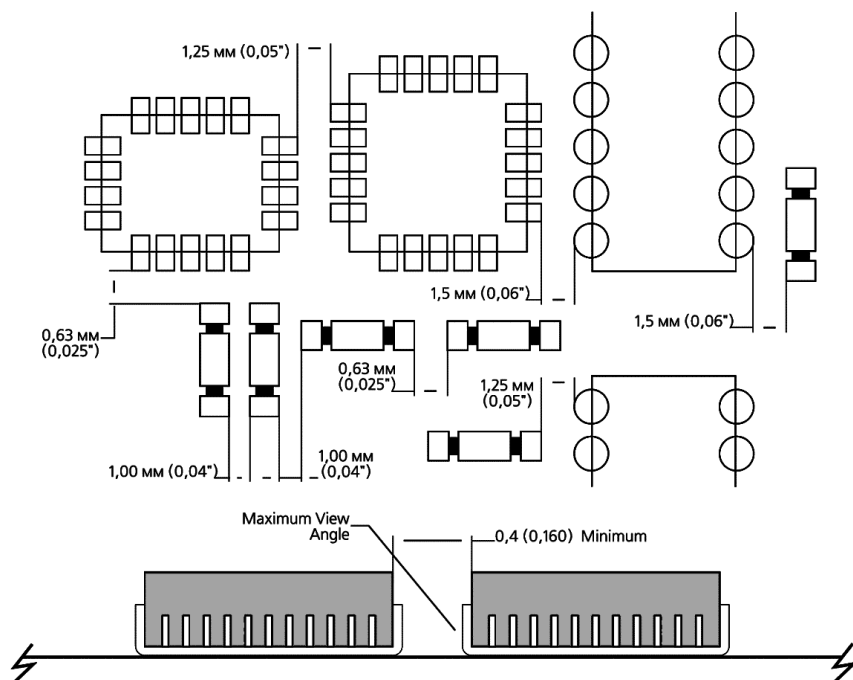


Рис. 2. Рекомендуемые расстояние между компонентами

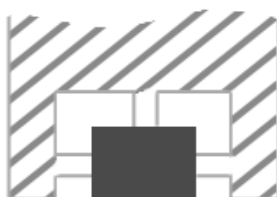
5. При трассировке соединений настоятельно рекомендуем соблюдать следующие несложные правила:

- Не следует располагать переходные отверстия на контактных площадках SMD элементов или в непосредственной близости от них. Переходное отверстие должно быть отделено от печатной площадки участком паяльной маски. В противном случае в процессе пайки могут образоваться дефекты непропая из-за вытекания припоя через переходное отверстие.
- Контактные площадки компонентов с малым шагом выводов обязательно должны быть разделены между собой паяльной маской. Переходные отверстия, расположенные в непосредственной близости от таких площадок, следует закрыть маской. Также необходимо обязательно закрывать маской все переходные отверстия под корпусами BGA, CSP, QFN.

- Контактные площадки SMD компонентов следует подключать к полигонам меди или широким проводникам узкими дорожками (через так называемый термобарьер), во избежание отбора тепла от площадки во время пайки (см. Рис. 3). Это позволит избежать смещения компонента во время оплавления пасты, а также эффекта «надгробного камня» и холодной пайки.



неправильно



правильно

Рис. 3. Подключение КП к полигону

- Следует обеспечивать симметричное подключение проводников к контактным площадкам двух- и трехвыводных компонентов во избежание смещения и разворота компонента в процессе оплавления (см. Рис. 4). Эффект обусловлен тепловым градиентом в момент оплавления из-за отвода тепла в сторону дорожки. Компонент имеет склонность смещаться в сторону отвода тепла.

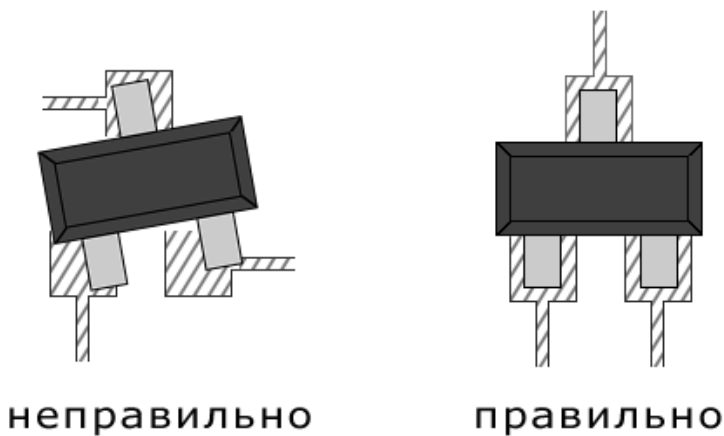


Рис. 4. Подключение дорожек к контактным площадкам SMD компонентов.

- Перемычки между контактными площадками SMD микросхем необходимо выполнять вне зон пайки. (см. Рис. 5).

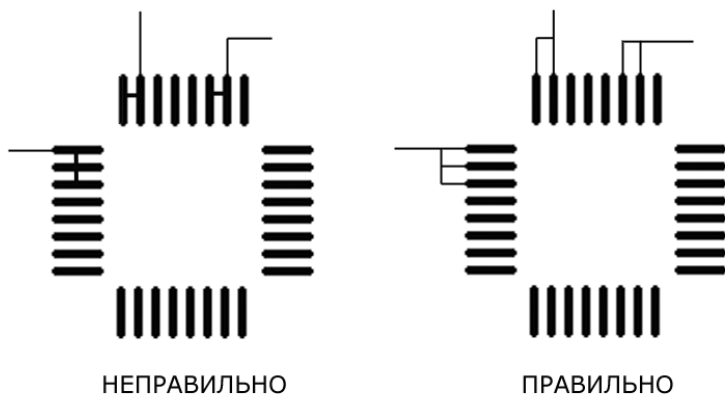


Рис. 5. Подключение дорожек к контактным площадкам SMD компонентов.

б. Еще одним важным шагом при проектировании платы для автоматического монтажа является принятие мер по обеспечению ее устойчивости к деформациям.

На обеспечение равномерного и надежного паяного соединения SMD компонентов с печатной платой сильно влияет значение деформации прогиба/кручения. В особенности это существенно при больших размерах корпусов компонентов, таких как BGA и QFP/QFN. Согласно стандартам IPC-2221, IPC-A-600 максимальное значение деформации прогиба/кручения платы, предназначенной для SMT-монтажа, и измеренной по методике IPC-TM-650, не должно превышать 0,75% на всю длину платы или групповой заготовки, если сборка ведется на платах в заготовках.

В процессе изготовления печатные платы подвергаются всевозможным механическим и температурным стрессам, и при определенных неблагоприятных факторах могут иметь склонность к деформациям прогиба/кручения. Основными факторами в данном случае могут являться свойства базового материала (диэлектрика), неравномерное распределение меди по слоям, массивы или ряды переходных отверстий или площадок для выводного монтажа, конфигурация внутренних пазов и вырезов, неоптимальный размер заготовки, неоптимальный способ крепления плат на групповой заготовке.

Существует ряд приемов, позволяющих снизить вероятность деформации печатных плат или групповых заготовок.

В первую очередь необходимо позаботиться о равномерном распределении меди по слоям. Если на плате имеются массивные полигоны меди, нужно постараться распределить их равномерно по всей поверхности платы, причем с обеих сторон. Если это невозможно, желательно полигоны выполнить не сплошной заливкой, а в виде сетки (это особенно актуально для односторонних плат). Полигон в виде сетки по своим электрическим параметрам не отличается от полигона со сплошной заливкой. Для многослойных печатных плат необходимо выбирать симметричные по чередованию ядер и препрегов стекапы (расслоевки), а также симметрично размещать сплошные слои земли и питания по толщине платы.

Следует избегать размещения выводных компонентов, особенно разъемов, сплошными рядами. Также не стоит рядами размещать переходные отверстия.

Для многослойных плат желательно использовать базовый материал с высокой температурой стеклования (High Tg) – до 150 - 180 °С. Причем, чем больше количество слоев в плате, тем более актуально это требование. Настоятельно рекомендуем для плат с количеством слоев 6 и более обязательно использовать высокотемпературный диэлектрик, также обязательно его использовать для всех плат, предусматривающих бессвинцовую пайку.

7. На печатной плате должны присутствовать реперы для позиционирования плат или групповых заготовок в сборочных автоматах.

Рекомендуется размещать реперы на каждой плате, как индивидуальной, так и в составе групповой заготовки, а также на полях групповой заготовки, если таковые имеются. Такие реперы называются глобальными. Количество глобальных реперов нужно выбирать, исходя из размеров платы. Для плат среднего и большого размера количество глобальных реперов должно быть не менее трех, а лучше четырех. Для плат небольшого размера может быть достаточно двух реперов. Для очень маленьких плат, как исключение, можно использовать один глобальный репер. В этом случае стоит предусмотреть реперы на полях для позиционирования заготовки целиком.

В зависимости от количества реперов сборочный автомат может производить различные корректировки. Так наличие всего одного репера позволяет привязаться лишь по координатам. Двух – позволяет контролировать координаты и поворот относительно оси z. Три и более репера позволяют автомату скорректировать деформации и ошибки изготовления печатного рисунка типа растяжения/сжатия и дисторсии.

Если на плате имеются микросхемы с большим числом выводов и мелким шагом (0,8 мм и менее), например, такие как TSOIC, QFP, QFN, BGA, то помимо глобальных реперов следует добавить пары локальных реперов для каждой микросхемы подобного типа. Локальные реперы размещаются обычно по два, по диагонали области занимаемой корпусом микро-

схемы на максимальном удалении друг от друга (см. Рис. 6). Правильнее всего включить локальные реперы в графику корпуса библиотечного компонента. В таком случае, исключается возможность не проставить локальные реперы на плате по недосмотру или забывчивости.

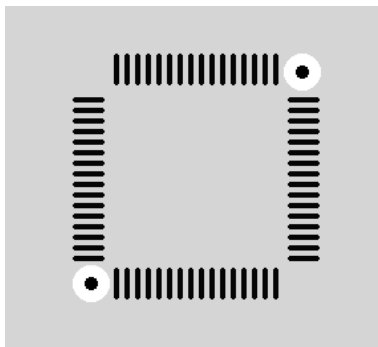


Рис. 6. Локальные реперы

Форма и размеры используемых реперов могут быть различными, в зависимости от типа автоматической сборочной линии. Поэтому перед проектированием реперов, а также групповой заготовки следует обратиться к сборщику с соответствующим запросом. Чаще всего встречаются реперы в виде круглой площадки диаметром 1 мм на слое проводников, открытой из-под маски на 2 мм в диаметре. Вокруг репера должна быть зона свободная от проводников, компонентов и прочих элементов топологии шириной более 2-3 мм. Также репер должен отстоять от края платы/заготовки на расстояние не менее 4-6 мм.

У некоторых сборщиков могут быть иные, более специфичные требования по проектированию реперов.

Типичный пример групповой заготовки с полями и разными типами реперов показан на Рис. 7.

Групповая заготовка с полями и реперами

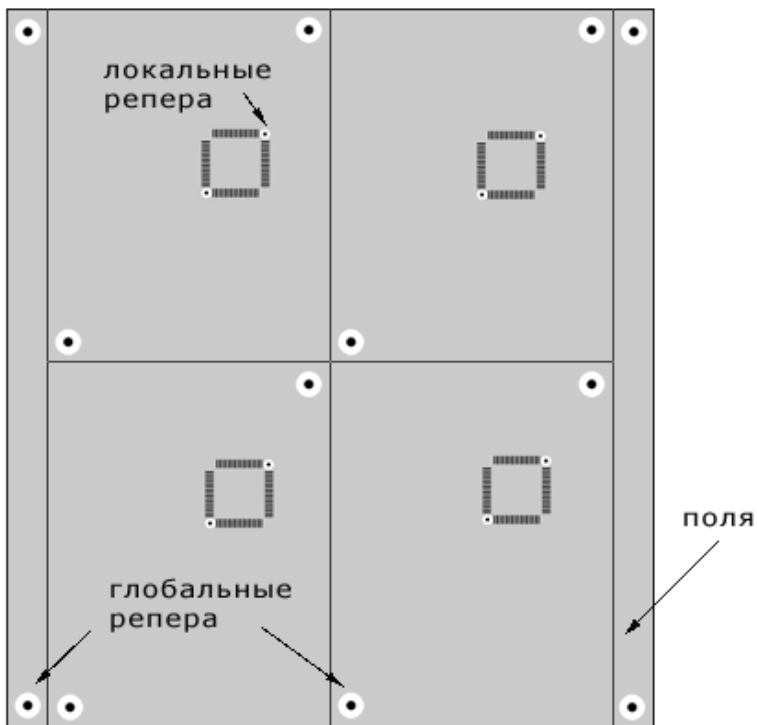


Рис. 7. Пример групповой заготовки под автоматический монтаж

Объединение плат в групповые заготовки

Когда плата полностью спроектирована и проверена, следует подумать о необходимости объединения ее в групповую заготовку. При автоматизированном монтаже компонентов очень удобно объединять платы в групповые заготовки для существенного уменьшения времени монтажа. Минимальные и максимальные размеры групповых заготовок, необходимость наличия полей и тип реперов для установщика компонентов необходимо уточнять на предприятии-сборщике.

Проектированием групповой заготовки и полей может заниматься как разработчик платы, так и производитель печатных плат. Однако в этом случае его следует предупредить о необходимости поставки печатных плат в заготовках, причем заготовки (и поля) должны соответствовать требованиям контрактного сборщика.

Выбирать размер групповой заготовки следует исходя из параметров технологического оборудования контрактного сборщика, а также производителя печатных плат. Однако, не всегда резонно закладывать максимально возможный размер групповой заготовки. В ряде случаев это приводит к усложнению процесса изготовления плат, снижению процента выхода годных, и, как следствие, к удорожанию печатной платы. Также чрезмерно большие групповые заготовки более склонны к разного рода деформациям, что усложняет процесс их монтажа.

Исходя из нашей практики, можем порекомендовать выбирать размер групповой заготовки в диапазоне от 100x150 мм до 250 x 400 мм. Групповая заготовка такого размера является разумным компромиссом с точки зрения сложности ее изготовления и, с другой стороны, с точки зрения эффективности автоматического монтажа. Конечно, допустимы и другие размеры групповых заготовок, как больше рекомендуемых, так и меньше. Однако, в любом случае выбор должен быть осознанным, учитывающим сложность печатной платы, толщину базового материала, характеристики ее контура, способы крепления плат в групповой заготовке и другие параметры, влияющие на механические свойства групповой заготовки в целом.

В качестве способов обработки контура плат в групповой заготовке наиболее распространены следующие:

- с использованием скрайбирования по контуру
- с использованием фрезерования и перфорации
- комбинированный (сочетание первых двух)

Скрайбирование является самым дешевым способом разделения печатных плат. Этот способ подходит для плат с прямоугольным контуром. В зависимости от требований заказчика и используемого инструмента может варьироваться угол вырезаемого клина, а также глубина реза. После окончательно-

го разделения печатных плат на гранях остаются артефакты в виде остатка материала (в форме гребня) – см. Рис. 8. При применении скрайбирования в качестве обработки контура индивидуальные платы в составе групповой заготовки обычно не раздвигают.

В том случае, когда печатная плата имеет сложный контур, либо требует более точной обработки, применяется операция фрезерования по контуру. Причем в этом случае требуется предусмотреть перемычки с перфорацией (мостики), скрепляющие платы и обеспечивающие жесткость заготовки.

При разделении фрезерованием платы на групповой заготовке раздвигаются на ширину фрезы. Обычно используются фрезы диаметром 1,5 .. 3,0 мм. Если нет требований к малым радиусам скругления или узких пазов, то лучше всего использовать фрезы 2,0 .. 2,4 мм. Фрезы меньшего диаметра следует использовать только в случае явной необходимости, так как они имеют больший износ.

При проектировании заготовок с фрезерованием в первую очередь необходимо уделять внимание ее жесткости. Немаловажную роль в этом играет способ крепления плат перемычками (их количество и расположение). На Рис. 9. показан фрагмент типичного мостика, соединяющего платы. Рекомендуем использовать 3-4 отверстия диаметром 0,6 – 0,7 мм с шагом 1 мм.

Разделение групповых заготовок на отдельные платы после сборки в случае фрезерования с перфорацией производится путем выкусывания мостиков кусачками или специальной гильотинкой, а в случае скрайбирования только дорезкой специальной дисковой фрезой. Категорически недопустимо разламывать платы с SMD компонентами вручную! Это может привести к повреждению паяных соединений, растрескиванию корпусов компонентов, расслаиванию многослойных печатных плат и повреждению переходных отверстий. Часть из этих дефектов могут быть скрытыми и проявить себя отказом лишь в эксплуатации. Пожалуйста, используйте соответствующий инструмент для разделения. Разделение групповых заготовок чаще всего можно заказать как опцию у контрактного сборщика.

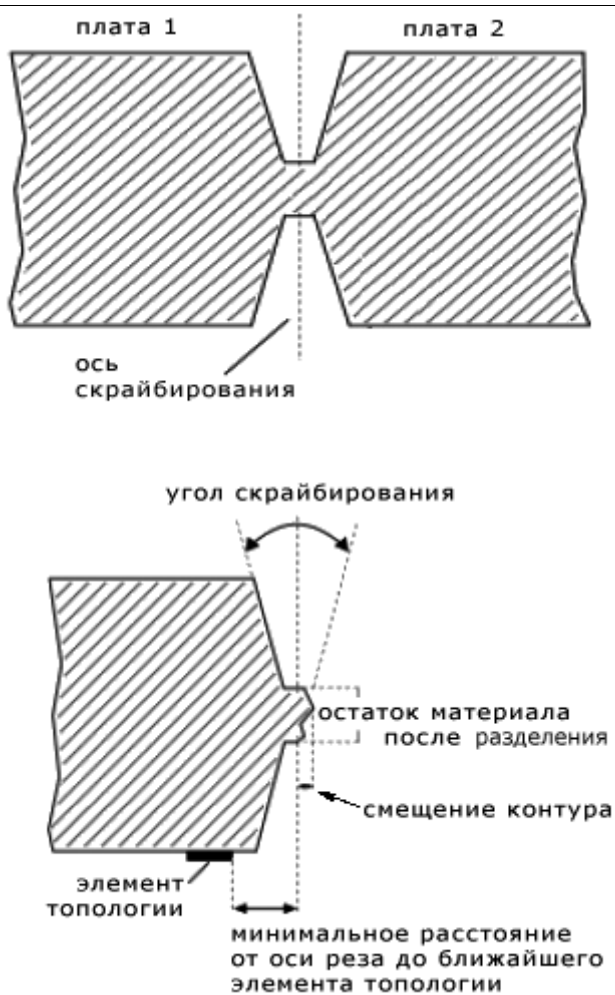


Рис. 8. Обработка контура платы скрайбированием

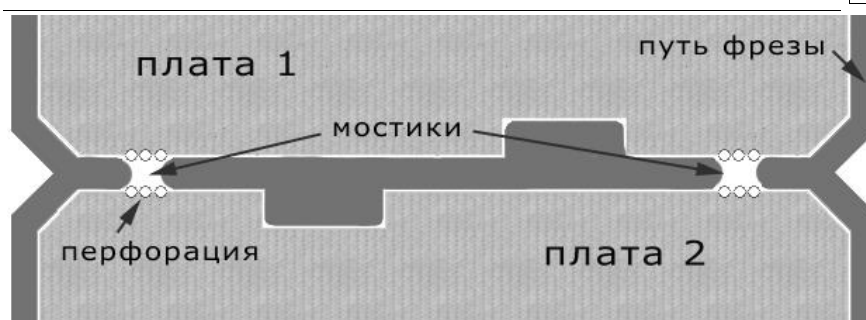


Рис. 9. Мостики с перфорацией

Проектирование трафарета для нанесения пасты

Целесообразно проектировать трафарет для пасты в одном цикле с дизайном групповой заготовки. Эту операцию можно переложить на плечи изготовителя печатных плат или компании, предоставляющей услуги по контрактной сборке. Если же вы хотите полностью контролировать процесс подготовки, обратитесь, пожалуйста, к нашей брошюре №3 «Трафареты для паяльной пасты» и руководствуйтесь ею при проектировании трафарета.

Оформление заказа на монтаж печатных плат у контрактного сборщика

По окончании процесса проектирования проекта рекомендуем еще раз связаться с изготовителем печатных плат, трафаретов и контрактным сборщиком, проверить и утвердить с ними окончательный дизайн.

После этого, можно размещать заказ на изготовление печатных плат (см. в интернете <http://www.pcb.by/clients.html>), заказ на изготовление трафаретов для паяльной пасты (см. в интернете <http://www.pcb.by/stencil.html>).

При размещении заказа на контрактную сборку следует предоставить сборщику следующее:

- файлы топологии печатной платы (групповой заготовки)

- перечень устанавливаемых компонентов с указанием позиционных обозначений, номиналов и типов, допусков на номиналы, температурных коэффициентов номиналов, типов корпусов, производителей, а также возможных замен (если заказ выполняется на давальческом сырье, то пункт о заменах можно опустить). Данный перечень также должен содержать информацию о неустанавливаемых компонентах
- сборочный чертеж с указанием позиционных обозначений и ориентации (полярности) компонентов
- спецификации на нестандартные компоненты (например, точные изделия или кабельные соединители)
- дополнительные требования, такие как необходимость формовки компонентов, отмывки, разделения групповых заготовок после монтажа, необходимость оптического или рентгеновского контроля

Также, если заказ выполняется на давальческом сырье, следует придерживаться определенных правил передачи компонентов сборщику:

- компоненты должны быть в оригинальной упаковке с указанием на ней типономинала и корпуса. Обычно это катушки, пеналы и матричные поддоны
- абсолютное большинство контрактных сборщиков не принимают электронные компоненты россыпью (не упакованными в оригинальную тару)
- компоненты для поверхностного монтажа, поставляемые в лентах, должны иметь свободный технологический запорочный конец (обычно не менее 25-30 см). Ленты, состоящие из нескольких частей, обычно к автоматическому монтажу не принимаются
- не допускается передавать компоненты с различно рода дефектами (такими как деформированные корпуса и выводы, окисленные поверхности выводов и т.д.)

Количество согласований радикально уменьшается, если вы имеете дело с компанией, предоставляющей полный комплекс услуг от изготовления печатных плат до контрактной сборки изделия. В этом случае вы сможете застраховаться от

взаимных претензий сторон, выполняющих части задачи, а также значительно снизить вероятность ошибок в проекте.

Критерии приемки печатных плат и узлов по качеству

Каждый заказчик заинтересован получить на выходе изделие, полностью удовлетворяющее его представлениям о качестве. Для получения такого результата просто необходимо донести эти требования по качеству до изготовителя и изложить их на взаимопонятном языке. Таким языком сегодня является язык стандартов.

В настоящее время в силу разных причин наиболее широкое распространение получили современные международные стандарты IPC, которые охватывают и регламентируют все сферы, связанные с производством электроники, начиная от проектирования, базовых материалов и компонентов, до изделия в целом. Информацию о перечне стандартов и другие необходимые сведения можно получить на сайте организации www.ipc.org

Еще на этапе выбора компании-производителя печатных плат и/или собранных печатных узлов необходимо уточнить, согласно каким стандартам осуществляется их изготовление. А при размещении заказа в производство подробно оговорить критерии приемки партии изделий по качеству.

Именно для этих целей организация IPC и создала два стандарта группы Acceptability (критерии приемки), которые регулируют взаимоотношения заказчик-производитель на этапе приемки печатных плат и собранных печатных узлов по качеству. Это:

- IPC-A-600 – Acceptability of Printed Boards (Критерии приемки печатных плат)
- IPC-A-610 – Acceptability of Electronic Assemblies (Критерии приемки собранных печатных узлов)

Согласно этим стандартам все изделия электронной техники по своему назначению подразделяются на три класса жесткости требований, предъявляемых к их качеству:

- **Класс 1.** Электронные изделия общего назначения (бытовая электроника). Включает товары широкого потребления, некоторые компьютеры и периферию. В печатных платах и узлах этого класса изделий незначительные несовершенства не играют большой роли. Главным требованием является нормальное функционирование электронного блока.
- **Класс 2.** Специализированные электронные изделия (промышленная электроника). Включает телекоммуникационное оборудование, сложные промышленные компьютеры и инструменты, где требуются высокие эксплуатационные характеристики и длительный срок использования. В этих устройствах бесперебойная работа желательна, но не жизненно необходима. Определенные косметические дефекты допустимы.
- **Класс 3.** Электронные изделия высокой надежности (специальная техника). Включает оборудование, где надежность и бесперебойная работа играют решающую роль, такие как системы жизнеобеспечения, безопасности, медицинская, авиационная и космическая техника. Такие устройства требуют особенного уровня надежности и эксплуатируются в очень жестких условиях.

Согласно этой классификации в данных стандартах изложено описание разного рода дефектов, возникающих при изготовлении печатных плат и узлов, и приемлемости либо неприемлемости их присутствия в изделии соответствующего класса.

Данные стандарты содержат большое количество изображений реальных дефектов, их описаний, написаны доступным языком и просты в использовании. Если дополнить их стандартом IPC-TM-650 Test Methods Manual (Методики измерений) для урегулирования разногласий в методах количественной оценки характеристик дефекта, то в результате получится надежная база, обеспечивающая получение качественного результата на выходе.

На качество партии собранных печатных узлов, как сложного изделия электронной техники, оказывают влияние большое количество факторов. Нейтрализовать действие этих факторов можно лишь с определенной вероятностью. При оценке качества партии принято говорить языком статистики. Одним

из основных критериев приемки партии требуется оговорить с производителем приемлемый уровень дефектности. То есть при прохождении входного контроля качества на стороне заказчика партия признается годной, если уровень дефектности меньше либо равен оговоренному, и партия бракуется, если этот уровень превышен.

В терминах систем менеджмента качества приемлемый уровень дефектности носит обозначение AQL (Acceptable Quality Level). Статистические методы, позволяющие определить AQL для данной партии или разбраковать партию, согласно означенному AQL, подробно изложены в стандарте MIL-STD-105E. Настоятельно рекомендуем использовать этот стандарт в отношениях с производителями. Алгоритм использования может быть следующим:

- на основании стандартов IPC-A-600 и/или IPC-A-610 совместно с производителем оговаривается перечень критических и/или некритических (например, косметических) дефектов
- задается приемлемый уровень дефектности в партии отдельно для критических и некритических дефектов
- партия изделий разбраковывается на стороне заказчика в соответствии с MIL-STD-105E, исходя из заданных значений приемлемых уровней дефектности
- по результатам партия признается годной и принимается, либо возвращается изготовителю на доработку или замену (по предварительному согласованию сторон).

