

Продолжение. Начало в № 1 `2009

Стандарт IEC (МЭК) 61192-1 «Подготовка компонентов»

Людмила Круглова

Подготовка компонентов

Паяемость вывода и выходного контакта

Перед приемкой деталей на хранение или применение сборщик или изготовитель должен тестировать их на паяемость по плану выборочного контроля.

Во время хранения, комплектования и обращения в производстве следует использовать процедуры, сводящие к минимуму ухудшение паяемости.

Удаление золота с клемм, выводов и выходных контактов компонентов

Обеспечить выполнение требований параграфа 6.2.2 МЭК 61191-1.

Для гарантированного удаления золота с предназначенных для пайки поверхностей содержимое бачков с припоем, используемого для двойного погружения, следует либо регулярно контролировать, либо периодически заменять свежим припоем.

С той же целью подобные меры предосторожности следует применять при пайке методами динамического погружения. Оборудование, используемое для удаления золота, не следует применять для пайки стандартных сборок, если при регулярном контроле содержания золота в ванне с припоем не подтверждается, что его уровень ниже пределов, установленных в стандарте IEC 61191-2. Однако в случае необходимости применения одной и той же ванны с целью предотвращения охрупчивания золота нужно поддерживать соответствующий температурно-временной режим и достаточный объем припоя.

Лужение выводов или выходных контактов для удаления золота не должно воздействовать на надежность компонента. Следует принимать меры по предотвращению теплового удара.

В технологиях с последовательностью процессов пайки (например, для сборок двустороннего поверхностного монтажа, которые включают только одну операцию доработки на каждой стороне платы, а доработка может включать до 5 операций пайки) сборщик должен получить от поставщика подтверждение, что термостойкость компонентов допускает предлагаемую последовательность технологических процессов.

После монтажа следует оценивать образцы соответствующих паяных соединений на прочность.

Покрытие выходных контактов для безвыводных компонентов

У большинства безвыводных компонентов керамические основания и участки, прилегающие к выходным контактам, покрыты соединениями из стекла и металлов с содержанием серебра. Для предотвращения выщелачивания серебра в бак с припоем

следует задавать требование, чтобы безвыводные компоненты, предназначенные для пайки погружением в припой, имели барьерный слой, например, металлизированный никель между основанием на основе серебра и внешним слоем, покрытым припоем.

Покрытие выводов компонентов

Методы покрытия выводов компонентов припоем включают: металлизацию (нанесение электролитического покрытия), погружение и металлизацию с последующим оплавлением. Погружение обеспечивает самое толстое покрытие, но не всегда пригодно для шаговых выводов. Металлизированные и оплавленные выводы менее пригодны для групповой пайки оплавлением из-за сильного утончения на концах и углах, способного замедлять образование менисков на боках выводов. Выводы, обрезаемые снаружи выводных рамок, могут оказаться не паяемыми на лицевой стороне носка, если их не металлизировали после обрезания.

Вспомогательные покрытия: электроосаждение палладия на никеле менее пригодно для методов оплавления, особенно когда требуются слабоактивные или «безотмывочные» флюсы.

Формовка вывода

Все инструменты, используемые для формовки выводов, должны быть безупречно чистыми, без следов грязи, смазочных масел, флюса, жира или других посторонних веществ.

Повреждение компонента

Для предотвращения повреждения корпуса компонента, внутренних соединений и мест заделки выходящих из корпуса выводов во время подготовки выводов компонента любой используемый гибочный и формовочный инструмент должен фиксировать часть вывода, примыкающего к корпусу (месту заделки вывода) до приложения срезающих, изгибающих и скручивающих усилий. Выводы со спроектированными или непредусмотренными торчащими или выпрессовкой должны считаться непригодными для формовки выводов, если зажимная часть инструмента не очищена от всего торчащего пластикового материала.

Ухудшение характеристик компонента

Электрические и механические характеристики корпусов, внутренних соединений и мест заделки выводов компонентов с поврежденными при формовке выводами не должны быть ниже соответствующих требований спецификации на основную деталь.

Пределы формовки выводов

Должны выполняться требования 6.4.2 МЭК 61191-1, 4.2.2 МЭК 61191-2 и 4.2 МЭК 61191-3.

Инструменты

Инструменты необходимо выбирать из условия, что выводы компонентов предварительно формируются до их конечной формы перед установкой, размещением или ручной сборкой, за исключением последнего изгиба или удерживающего загиба.

Формуются ли выводы вручную, автоматом или форм-штампом, компоненты нельзя монтировать, если вывод компонента имеет нежелательные зазубрины или деформацию в площади поперечного сечения, которые превышают 10% вывода. Допускается незащищенный стержневой металл для всех уровней, если дефект не затрагивает более чем 5% от площади паяемой поверхности вывода. Появление незащищенного основного металла в формованной площади вывода должно являться индикатором технологического процесса.

Формовка вывода не должна приводить к нарушению требования к заданному для сборки минимальному электрическому зазору.

Для компонентов поверхностного монтажа следует разрабатывать инструменты исходя из условия, что выводы не возвышаются над верхней частью корпуса, если только не планируется заранее сформированная петля снятия напряжения.

Инструменты должны предотвращать скручивание носка от двойного превышения толщины вывода.

Подгонка плоских корпусов ИС для поверхностного монтажа

Плоские корпуса ИС не следует подвергать операциям групповой пайки поверхностного монтажа без подтверждения от поставщиков компонентов, что они годны для этого технологического процесса.

Подгонка выводов корпусов типа

DIP/DIP для поверхностного монтажа (см. полную версию стандарта)

Компоненты штыревого монтажа не следует подвергать операциям групповой пайки поверхностного монтажа без подтверждения от поставщика, что они пригодны для используемых технологических процессов.

- а) Должны применяться требования 6.1.2–6.2.3 данного стандарта.
- б) Формовку и обрезку выводов необходимо проводить с применением специального инструментального штампа. Ручная формовка и обрезка запрещаются из-за риска повреждения компонента.
- в) Выводы, предназначенные для соединений типа крыла чайки и стыковых соединений, должны иметь достаточную длину для обеспечения требований, предъявляемых к условиям эксплуатации и сроку службы изделия.
- г) Прокладки, приклеенные между корпусом компонента и платой для повышения прочности крепления, должны согласовываться по коэффициенту теплового расширения (КТР) с материалом вывода.

Позиционирование корпуса компонента с выводами:

- а) Компоненты с корпусами, имеющими надлежащее изолированное внешнее покрытие, могут монтироваться без выступов над поверхностями, не имеющими незащищен-

ную токопроводящую дорожку или цепь. Это правило не применяется к мощным компонентам, температура поверхности которых может превышать 85 °С.

- б) Если требуется очистка, то компоненты, монтируемые поверх незащищенного печатного монтажа, должны обеспечивать минимальный зазор 0,25 мм между нижней частью компонента и незащищенным печатным монтажом. Максимальный зазор должен быть 2,0 мм.

- в) Радиальные и аксиальные выводы, адаптированные для поверхностного монтажа, могут надежно прикрепляться к плате, например, с помощью клея, до проведения пайки этих выводов к поверхности контактных площадок.

Устойчивость выводов

Выводы на компонентах штыревого монтажа, приспособленных для поверхностного монтажа, должны формоваться способом, который придает им после сборки достаточную гибкость, необходимую для поглощения напряжений в паяных соединениях, вызванных разностью теплового коэффициента расширения между подложкой и корпусом компонента. Поперечные сечения и устойчивость этих выводов обычно гораздо больше, чем у выводов, используемых в конструкциях компонентов поверхностного монтажа. Это обстоятельство следует должным образом учитывать при проектировании формы вывода. Нужно конфигурировать выводы или применять соответствующий держатель для обеспечения устойчивого положения компонента на месте.

Расплющивание выводов

Выводы с круглыми поперечными сечениями у компонентов с аксиальными выводами можно расплющивать (вычеканивать), что способствует получению точного места посадки компонента в поверхностном монтаже. Толщина расплющенного участка вывода должна быть не меньше 40% от первоначального диаметра.

Обрезание выводов

Для предотвращения повреждения корпуса, внутренних соединений и мест заделки выводов компонента все обрезные инструменты должны либо фиксировать часть вывода, примыкающую к корпусу (месту заделки вывода) до приложения срезающих, сдвигающих и скручивающих усилий, либо допускать свободное движение корпуса компонента на 90° в направлении обрезания.

Если необходимо обрезать твердые или закаленные выводы, рабочие инструкции должны задавать режущий инструмент, который не вызывает вредных напряжений и ударного воздействия на корпус, места заделки выводов или внутренние соединения компонента.

Направление обрезания

Направление обрезания следует определять планируемым методом пайки. Для пайки оплавлением направление обрезания следует задавать вниз от лицевой стороны корпуса компонента. Этот метод обеспечит заглубление

задира или зарубины в паяльную пасту во время размещения. Для пайки погружением в припой выбор направления менее важен.

Компланарность выводов

Компланарность выводов компонентов должна быть в пределах той спецификации поставщика или закупочной спецификации сборщика, которая имеет требование с наименьшим допустимым отклонением, например, отношение самого длинного вывода к самому короткому должно находиться в пределах 0,2 мм.

Тепловой удар во время повторного лужения

В тех случаях, когда покрытые припоем выводы компонентов штыревого монтажа сильно окислились и их погружают в горячий припой для повышения паяемости, следует предпринимать меры по предотвращению чрезмерного теплового удара на компонент, повреждения мест заделки выводов, например, с помощью предварительного нагрева или неполного погружения выводов. Следует сохранять минимальный зазор в 2,0 мм между поверхностью расплавленного припоя и корпусом сборки.

Влаго- и газоуловители

С учетом ограничений, налагаемых конструкцией компонента, детали и компоненты должны монтироваться таким образом, чтобы предотвращать образование «ловушек» влаги и газов, которые могут способствовать коррозии или мешать очистке или полному удалению газа.

Подготовка монтажной схемы и печатной платы

Подготовка поверхности

Абразивы, ножи, скребки, шкурки, наждачная бумага, стальная вата и другие абразивные материалы нельзя применять на поверхностях, предназначенных для пайки. Выравнивание покрытых припоем поверхностей на печатной плате разрешается с применением вращающихся нержавеющей стальных щеток при следующих условиях: поверхность тщательно очищается от осколков припоя, а плата собирается в течение трех рабочих дней.

Требования к временному маскированию

Временное маскирование применяется для предотвращения заполнения припоем металлизированных сквозных или переходных отверстий или для защиты поверхностей, не покрытых припоем. Требования таковы:

- а) Вся поверхность, которую необходимо защищать, должна быть покрыта маскирующим средством.
- б) Любые остатки от временного клея не должны снижать паяемость защищаемых участков.
- в) Маскирующие материалы не должны негативно влиять на последующие технологические процессы.

Золото на контактных площадках печатных плат поверхностного монтажа

В тех случаях, когда в качестве отделочного покрытия паяемой поверхности печатной платы наносилось золото методом погружения или другим способом, применяются следующие требования.

Толщина золота

Толщина покрытия не должна быть значительной, чтобы не приводить к охрупчиванию золота в паяном соединении. Это достижимо в большинстве применений, если толщина покрытия меньше чем 0,15 мкм, обычно она находится в диапазоне между 0,03 и 0,05 мкм.

Расчет содержания золота в паяном соединении должен показать, что содержание золота меньше чем 3% по весу или 1,4% по объему.

Изделия уровня С

Для изделий уровня С, содержащих компоненты поверхностного монтажа с выводами, при расчете необходимо учитывать, что все золото присутствует непосредственно под выводом (пренебрегая галтелями пятки и края).

Приповерхностные (барьерные) слои

Любой приповерхностный слой под золотом не должен уменьшать паяемость контактной площадки путем диффузии через золото.

Состояние печатной платы (см. полную версию стандарта)

Для достижения максимальной паяемости и плоскостности печатной платы необходимо выполнять условия:

- а) Следует подтверждать, что отделочное покрытие поверхности печатной платы, метод и срок его нанесения пригодны для технологического предполагаемого процесса пайки.
- б) Следует подтверждать, что материал печатной платы и ее плоскостность, плоскостность припойного покрытия и его отделка пригодны для компонентов, сборочного оборудования и технологических процессов пайки.
- в) Если используется тонкое золотое покрытие паяемых поверхностей, толщина электроосажденного золота должна соответствовать пункту 7.3.1 данного стандарта.
- г) Следует подтверждать, что любые антиоксидантные покрытия или покрытия предотварительного флюсования, нанесенные на плату, являются приемлемыми для последовательности планируемых технологических процессов сборки.
- д) Все паяемые поверхности печатных плат должны быть чистыми и свободными от оловков и загрязнений.
- е) Необходимо проводить выборочное испытание на базе партии в соответствии с МЭК 61198-3, методы 3X07 и 3X10.

Осаждение паяльной пасты для поверхностного монтажа

Описание технологического процесса (см. полную версию стандарта)

На контактные площадки печатной платы, намеченные под посадочные места, необходимо локально осаждавать регулируемые количе-

ства паяльной пасты до размещения компонентов и до проведения пайки оплавлением.

Хранение паяльной пасты и обращение с ней

Температура пасты

Для обеспечения равномерного осаждения пасты следует создать условия, при которых паяльная паста до своего применения достигает минимальной температуры окружающей среды, заданной для печати. Ту же температуру следует поддерживать в установке трафаретной печати. Вязкость (устойчивость/подвижность) пасты необходимо, как минимум, оценивать путем ее перемешивания внутри контейнера перед ее загрузкой в установку трафаретной печати. Не следует исправлять повышенную текучесть добавлением более густой подсушенной пасты или снижать чрезмерную плотность добавлением растворителя или разбавителя. Такую пасту следует сразу браковать и выбрасывать в отходы.

Если паста хранилась в холодильнике, ее нужно помещать в установку для трафаретной печати, по меньшей мере, за четыре часа до применения.

Размещение оборудования осаждения пасты

Для сведения к минимуму разбросов температуры установки трафаретной печати следует размещать вдали от прямого освещения и защищать от оборудования групповой пайки или других источников локального нагрева. Предпочтительно использовать их в помещениях с низким уровнем пыли, без источников воздушных потоков. Должен обеспечиваться диапазон температуры осаждения, рекомендованный изготовителем пасты.

Размеры отверстий сеток и трафаретов

Для удовлетворительного управления количеством осажденной пасты и, следовательно, контура паяного соединения следует применять сито с размером отверстий не меньше, чем удвоенная толщина защитной эмульсии, а трафареты — с размером отверстий не меньше удвоенной толщины трафарета.

Смешивание паяльной пасты

Паста, снятая с сетки/трафарета в конце цикла (прохода ракеля), не должна смешиваться со свежей пастой в контейнере. Если требуется повторное применение, пасту необходимо помещать в чистый пустой контейнер и использовать в течение 48 часов. Следует отбраковывать всю пасту, остающуюся на трафарете, через равные заданные интервалы времени, например каждый день, каждые пять дней. Несоблюдение этих требований может привести к сильному загрязнению пасты частицами окисленного припоя, приводящему к образованию шариков припоя и непропаянных соединений.

Чистка сеток и трафаретов

Если сетки и трафареты не используются непрерывно в течение 24 часов, то их следует тщательно очищать после каждого прохождения или смещения. Нужно удалять пасту не только из отверстий, но также из всех углов и сторон, где сетка/трафарет соприкасается с рамкой. Несоблюдение этого правила может

привести к отверждению и окислению пасты, которая разрыхляется и поглощается свежей пастой, используемой в следующем прогоне, что может привести к засорению отверстий и/или образованию шариков припоя и непропаянным соединениям.

Чистка обратной стороны сетки/трафарета

В эксплуатации трафареты более подвержены к накоплению нежелательной пасты на обратной стороне, чем сетки. Хотя некоторые установки трафаретной печати обеспечивают механизированную очистку обратной стороны, периодический осмотр и удаление избытка пасты может быть необходимым условием для получения требуемых результатов.

Трафаретная (бесконтактная) печать

Описание технологического процесса

Установка трафаретной печати состоит из технологического стола с плоской столешницей, на которой держится печатная плата, средств внесения печатной платы под трафарет, совмещения с трафаретом и извлечения из-под трафарета. Механизм перемещения ракеля по сетке одновременно прогибает ее до плотного соприкосновения с платой и продавливает пасту через отверстия в сетке на плату.

Элементы управления установкой для трафаретной печати

Следует осматривать сетчатый трафарет для проверки чистоты и знаков повреждения или износа перед его размещением и совмещением с подготовленной платой на установке трафаретной печати. Все отверстия и края сита, где трафарет соприкасается с рамкой, должны быть совершенно чистыми, без следов старой пасты.

Технологические параметры, которые могут влиять на процесс трафаретной печати:

- температура окружающей среды;
- изгиб платы;
- плоскостность пасты;
- вязкость пасты;
- температура пасты;
- размер частиц пасты;
- номер сита;
- толщина эмульсионного слоя на трафарете;
- размер и форма отверстий трафарета;
- целостность трафарета;
- натяжение трафарета;
- используемая площадь трафарета в процентном отношении;
- совмещение трафарета;
- печатный зазор (зазор отскока);
- скорость отделения платы/трафарета;
- количество перемещений на плату;
- количество пасты на трафарете;
- поперечное сечение ракеля;
- угол ракеля;
- твердость ракеля;
- давление ракеля;
- скорость перемещения ракеля.

Трафаретная (контактная) печать

Описание технологического процесса

Для трафаретной печати применяются принципы, указанные в пункте 8.3.1 данного

стандарта, но этот трафарет, как правило, полностью соприкасается с поверхностью платы во время действия ракеля и снимается с нее отдельным подъемно-опускным механизмом.

Трафаретная контактная печать используется для прецизионной печати. Наиболее дорогие машины трафаретной печати имеют автоматическое совмещение и коррекцию положения пасты. Должны применяться требования пункта 8.1 данного стандарта.

Элементы управления установкой для трафаретной печати

Требования аналогичны требованиям, предъявляемым к бесконтактной трафаретной печати (см. предыдущий параграф и полную версию стандарта).

Дозирование шприцем

Описание технологического процесса

Автоматизированное осаждение (см. полную версию стандарта)

Шприц-дозатор, содержащий паяльную пасту, подвешивается над печатной платой, закрепленной на координатном столике с цифровым управлением перемещения по координатным осям X, Y; стол перемещается в последовательности, при которой под насадкой дозатора оказывается местоположение каждой контактной площадки (посадочного места).

В качестве альтернативы — перемещается дозатор, а плата находится в неподвижном состоянии, или плата и дозатор одновременно перемещаются, но только в одном из двух направлений: Y или X. В нужном месте шприц опускается к плате, и дозированное количество пасты выдавливается поршнем на намеченное посадочное место. Как правило, количество осажденной пасты регулируется либо с помощью винта, либо с помощью программируемого синхронного импульса давления.

Ручное осаждение пасты

Ручной шприц-дозатор, работающий от ручного управления, может запускаться педальным выключателем.

Регулирование температуры

Точное регулирование температуры на корпусе шприца-дозатора и на насадке во время ручного дозирования более важно, чем для методов трафаретной печати. За исключением ручных операций, во всех случаях необходимо работать в диапазоне температур, рекомендованном изготовителем.

Хотя регулирование температуры во время ручного дозирования менее важно для дозировки количества пасты (поскольку его можно легко регулировать настройкой комбинации: время/импульс давления воздуха), не следует превышать максимальную температуру пасты и шприца-дозатора, установленную изготовителем, так как усадка и растекание пасты могут стать неприемлемыми.

Расслоение паяльной пасты

Если шприц-дозатор прозрачный, то перед его загрузкой в установку дозирования следует проверить его баллончик на наличие расслоения жидкости, носителя пасты, от припоя. Расслоение может выглядеть как локальное изменение цвета.

Осаждение переносного отформованного припоя

Описание технологического процесса

При этом методе монтажа отдельных многотырьковых и мелкошаговых интегральных схем (ИС) необходима установка для пайки оплавлением с термодами. Переносные образцы пленки отформованного припоя на пластиковые выносы размещаются между нижней стороной выводов компонентов и контактными площадками. Для каждого типа корпуса ИС имеется свой шаблон. Неотъемлемой частью технологии является нанесение флюса до размещения шаблонов с отформованным припоем и компонентов. Некоторые варианты отформованного припоя предварительно флюсуются, но даже для них рекомендовано предварительное нанесение флюса непосредственно перед пайкой.

Осаждение и отверждение токонепроводящего клея (см. полную версию стандарта)

Перед размещением компонента на плату необходимо осаждать регулируемое количество клея на посадочное место компонента или на нижнюю сторону корпуса компонента. Важными техническими характеристиками отложения клея являются:

- а) достаточная вязкость для ограничения осадки/растекания;
- б) достаточная клейкость для удержания компонента на месте после размещения или любой обработки перед отверждением;
- в) сцепление обратной стороны компонента как с подложкой, так и с материалами, и надлежащая прочность на сдвиг при температуре пайке;
- г) низкое содержание свободных ионов, соответствующее требованиям сборки и режимам долгосрочной эксплуатации и хранения для собранного изделия.

Все материалы, используемые для этих процедур, следует хранить, обрабатывать и обращаться с ними в соответствии с инструкциями поставщика.

Трафаретная печать

Описание технологического процесса

Этот метод аналогичен методу, описанному в соответствующем параграфе для нанесения паяльной пасты трафаретной печатью. Установку трафаретной печати следует размещать вдали от внешних источников тепла, например, от прямого солнечного света, установок групповой пайки, а для предотвращения загрязнения их следует располагать в зоне, удаленной от других технологических процессов.

Используемое оборудование

Оборудование, процедуры и технические рекомендации, используемые для осаждения клея, аналогичны тем, которые приведены для паяльной пасты (см. соответствующий параграф).

Дозирование

Описание технологического процесса

Принцип технологического процесса заключается в том, чтобы осаждать заданный объем клея путем выбора диаметра шприца-дозатора

и регулированием объема клея, вытолкнутого в импульсном режиме. Объем клея можно регулировать для типов компонентов с помощью варьирования времени и давления воздушного импульса, используемого для выталкивания клея.

Эту операцию можно проводить на некоторых машинах, установщиках компонентов, путем замены съемной головки на дозатор клея или параллельной установкой дозирующей системы. Такое решение уменьшает производительность производственной линии и, что более важно, требует капитальных затрат, которые приходится на оборудование, на простую операцию. Для повышения пропускной способности следует использовать производственные поточные установки, специально предназначенные для технологии дозирования.

Используемое оборудование

Оборудование, процедуры и технические рекомендации, используемые для осаждения клея, аналогичны тем, которые приведены для паяльной пасты в пункте 8.4 данного стандарта.

Трафаретная печать с помощью штырькового переноса

Описание технологического процесса

Это, по существу, перевернутый шаблон оттиска штырьков, чей диаметр и конечный профиль регулирует объем клея или набранную пасту. Кончики штырьков опускают вертикально в поддон с клеем или флюсом, затем вынимают и опускают на печатную плату до соприкосновения. Во время подъема штырьков с платы клей или флюс осаждается на плате или на контактных площадках.

Управление технологическим процессом

Для поддержания постоянной вязкости клея необходимо регулировать температуру поддона. Этот параметр, а также продолжительность переноса и время соприкосновения с платой будут влиять на перенесенный объем клея или флюса.

Срок годности клея при хранении в поддоне можно продлить путем регулирования внешних условий. Из-за сравнительно высокой стоимости технологического оборудования этот технологический процесс, как правило, используют в высокопроизводительных производственных линиях.

Отверждение клея

Описание технологического процесса

Отверждение клея проводится после размещения компонентов. Процесс состоит из температурно-временного воздействия на отложенные холмики клея (и размещенные на них компоненты). Применяются несколько типов клея, включая эпоксидные смолы, акриловые волокна и компаунды на их основе. В качестве вариантов отверждения применяется ультрафиолетовое излучение или нагрев, в зависимости от типа клея.

Инфракрасное (ИК) излучение

Оборудование состоит из проходных туннельных печей конвейерного типа с разными зонами управления, которые настраиваются для создания надлежащего температурного профиля.

Конвекционные печи

Конвекционные печи — это, как правило, проходные печи конвейерного типа с нагретым воздухом с регулируемой температурой. Для создания надлежащего температурного профиля температура регулируется в зонах последовательного управления.

Вентилируемые статические печи

Эти печи обычно применяются для изготовления опытных образцов или в мелкосерийном производстве.

Размещение компонентов поверхностного монтажа

Примеры типичных корпусов активных и пассивных компонентов даны на рис. 6, 7.

Безвыводные дискретные компоненты с металлизированными выходными контактами

В зависимости от формы и размера контактной площадки, во время пайки оплавлением возможно небольшое самосовмещение, но не следует полагаться на этот фактор при оценке технологического процесса размещения. Более того, во время пайки возможно смещение безупречно установленных компонентов, обусловленное воздействиями поверхностного натяжения между соединяемыми поверхностями, например подъем компонента из-за ненадлежащего проектирования топологии или разной паяемости соединяемых поверхностей.

При обращении с керамическими компонентами нужно проявлять осторожность во избежание причинения механических повреждений. Их можно повредить неправильно настроенными центрирующими кулачками на сборочном оборудовании, часто это происходит незаметно. Микротрещины, недостаточные для появления отказа во время испытания до отгрузки, могут, например, привести к появлению макротрещин во время эксплуатационной наработки и к отказу во время эксплуатации.

При рассмотрении полуавтоматических ручных и автоматических установок размещения лентопротяжные механизмы могут быть более предпочтительны, чем тубусы или подающие кассеты с насыпными компонентами, в зависимости от типа и размера компонентов. Ленты обеспечивают защиту для отдельных компонентов, простоту съема, а также удобны для обращения в небольших количествах, требуемых для ручной сборки и доработки.

Безвыводные цилиндрические компоненты с металлизированными выходными контактами (MELFs)

Этот класс компонентов включает, главным образом, диоды, резисторы и керамические конденсаторы. В основном, это дискретные компоненты, у которых выводы были заменены на паяемые металлические или металлизированные выходные контакты.

Несмотря на то, что их можно точно позиционировать, они подвержены эффекту несомещения во время групповой пайки оплавлением,



Рис. 6. Конструкции типовых корпусов пассивных и активных компонентов поверхностного монтажа

нием, который обусловлен отличиями в паяемости на каждом конце, несбалансированными тепловыми воздействиями или воздействиями поверхностного натяжения в топологии контактных площадок и смежных схем.

Малогобаритные корпуса безвыводных дискретных компонентов

Эти компоненты представляют собой керамические или пластмассовые корпуса, имеющие два, три или четыре плоских «ленточных» вывода, горизонтально выходящих от стенки корпуса, которые формируются ниже уровня нижней части основания корпуса для контакта с соответствующими контактными площадками печатной платы. Например, малогобаритные диоды (SOD), малогобаритные транзисторы/тиристоры (SOT), керамические корпуса в виде таблетки.

Некоторые компоненты способны самосовмещаться во время пайки. Однако следует контролировать и оценивать точность размещения без учета эффекта самосовмещения.

Из-за очень маленьких размеров этих корпусов плоскостность верхней поверхности корпуса является важным параметром при эксплуатации вакуумных захватывающих насадок на быстродействующих автоматах-установщиках. Отсутствие следа от формы после литья также считается ключевым параметром, особенно для оборудования, где центрирующие кулачки подгоняются к монтажным головкам компонентов.

При проведении теста на паяемость не следует предполагать, что если вывод на одном конце является паяемым, то выводы на другом конце также будут паяемыми. Отклонения в толщине покрытия, наносимого в электролитической ванне с припоем при массовом производстве, могут привести к значительному различию в паяемости выводов более «старых» компонентов — исходя из времени, истекшего с момента изготовления. Этот фактор важен, поскольку дискретные компоненты обычно выпускаются в очень больших количествах, и наиболее вероятно, что они часто хранятся на складе дольше, чем компоненты, изготавливаемые в небольших количествах.

Если планируется пайка погружением, нужно с осторожностью гарантировать, что корпуса заданных компонентов будут хорошо сцепляться с планируемым клеем после раз-

мещения компонентов и отверждения клея. Компоненты с корпусами, сделанными из пластики, содержащих полупроводниковые элементы, или компоненты, чья литая нижняя поверхность очень тщательно отполирована, могут быть несовместимы с обычными соединительными клеями. Это также относится и к компонентам, описанным в пунктах 10.4 и 10.5 данного стандарта.

Корпуса интегральных схем с выводами

Корпуса ИС с выводами представляют собой, в основном, формованные прямоугольные или квадратные пластмассовые корпуса, чьи ленточные выводы горизонтально выходят из двух или четырех реберных граней и затем преобразуются в различные формы (например, выводы в виде крыла чайки или J-образные выводы), которые обеспечивают удобные компланарные соединения с контактными площадками (рис. 7).

Для всех методов пайки точность размещения и компланарность выводов являются самыми важными параметрами для минимизации степени доработки на многостырьковых корпусах.

Корпуса интегральных схем с мелкошаговыми выводами

В данном стандарте под «мелкошаговыми» понимаются выводы с шагом меньше 0,8 мм. Сравнительная хрупкость этих выводов означает, что они более чувствительны к механическим силам, особенно те выводы, которые находятся близко к углам корпуса.

Модифицированные корпуса с выводами штыревого монтажа

Размещение корпусов с выводами штыревого монтажа (ШМ), модифицированных для поверхностного монтажа (ПМ), обычно проводится ручным способом после групповой пайки. Некоторые компоненты ШМ, например, соединители, не предназначены для выдержки высоких температур, которым подвергаются компоненты поверхностного монтажа во время операций групповой пайки оплавлением.

Там, где применяются такие компоненты, можно прикреплять корпус компонента к плате клеем. Для сборок уровня С прикрепление должно проводиться до пайки выводов к контактными площадкам.

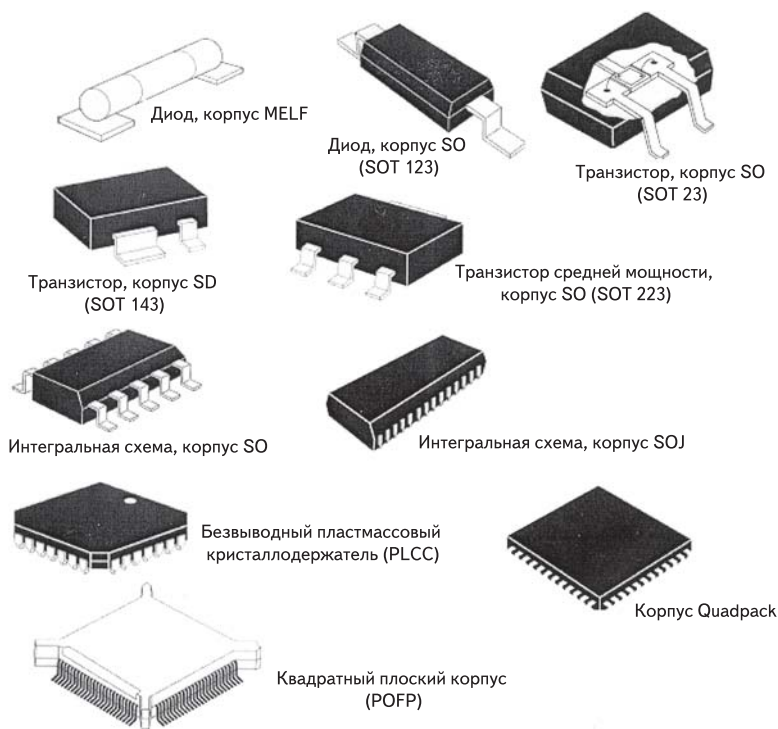


Рис. 7. Конструкции типовых корпусов полупроводниковых компонентов поверхностного монтажа

Безвыводные кристаллодержатели Безвыводные керамические корпуса

Во многих применениях безвыводные керамические корпуса считаются, как правило, непригодными для прямого монтажа на органические печатные платы, если не применяются средства согласования КТР или другие средства, поглощающие механические и термомеханические напряжения в паяных соединениях.

Их вид отличается разнообразием конструктивных оболочек, от простых пластиковых маленьких шариков или формованных пластиковых наружных сфер до (нормальных) герметических полых корпусов.

Металлизированные выходные контакты располагаются в зубчатых впадинах — с регулярными шаговыми интервалами вдоль двух или четырех кромок корпуса. Когда эти компоненты необходимо хранить длительное время, например, больше 1 месяца, металлизацию оставляют в виде золотой поверхности до тех пор, пока не будет проведена операция двойного погружения в припой незадолго до их сборки на печатную плату.

При проведении последнего процесса следует минимизировать действие теплового удара на содержимое корпуса с помощью предварительного нагрева.

Оборудование для размещения компонентов

Производительность размещения лежит в пределах от 100 размещений в час (для автономных ручных методов) до несколько сотен тысяч компонентов в час (для быстродействующих автоматов-установщиков).

Ручное размещение без и с применением вспомогательных средств (см. полную версию стандарта)

Во всех видах ручного размещения компоненты следует забирать прямо из карманов лент

или лотков или из выходных отсеков держателей магазинного типа. Это способствует сохранению паяемости, поскольку предотвращает воздействие на компоненты заводской пыли вплоть до последнего допустимого момента перед размещением. Вспомогательное оборудование для применения в операциях ручного размещения следует отбирать исходя из этого принципа, а также нужно избегать предварительной расфасовки компонентов в лотки.

Там, где значительная часть продукции выпускается небольшими по объему партиями, при выборе средств, предотвращающих ошибки ручного размещения (и, следовательно, доработки), предпочтение следует отдавать программируемым индикаторам и устройствам, предотвращающим неправильные связи компонентов с контактными площадками.

Реальная производительность вспомогательного оборудования для ручного размещения находится в диапазоне между 400 и 700 размещениями в час.

Установки для размещения с гибкими (подвижными) одинарными и сдвоенными головками (см. полную версию стандарта)

Установщики с одинарными и сдвоенными головками принимают широкий диапазон типов компонентов; они имеют от 50 до 120 подающих механизмов (8 мм) со скоростью размещения в диапазоне от 1200 до 2500 комп./ч. Их механизмы работают в режиме автоматического позиционного управления с точностью размещения, не корректируемой через обратную связь, и обычно включают отдельные перемещения по Y-оси для группы загрузчиков (подающих механизмов) и плату, поддерживающую печатную плату. Монтажная головка перемещается только по X-оси. Некоторые варианты исполнения имеют дополнительную оптическую систему корректировки.

Высокоскоростные многоголовочные сборщики чипов

Сборщики чипов применяются для быстрого размещения дискретных компонентов с выводами и небольших чипов. Головки (например, 12) часто компонуются как поворотный (карусельный) механизм, который выполняет действия захвата и размещения, и оказываются в 180° друг от друга. Используются промежуточные рабочие станции оптического совмещения.

Поскольку монтажные головки вращаются на поворотном механизме и перемещаются по X-оси, то, как правило, плата с платой перемещается только по Y-оси, поскольку ее продольно проносят через всю установку. Группа загрузчиков также перемещается только по Y-оси.

Одноголовочные и многоголовочные установки, предназначенные для объединения в поточную линию

Установки можно использовать как автономные машины или объединять в поточную линию, которая дает очень высокую скорость размещения. Обычно монтажные головки перемещаются только по X-оси между позициями захвата (съема) и размещения и каждая головка предназначена для одного типа компонента. Механизм прохода платы обеспечивает перемещение по Y-оси. Путем объединения нескольких установок достигается высокая скорость размещения — более чем 100 000 комп./ч.

Специализированные одноголовочные установки для размещения ИС

Эти установки обычно размещают в поточной линии после более быстродействующих машин, таких как сборщики чипов, и применяют для размещения больших или мелкошаговых интегральных схем. Для получения точного позиционирования мелкошаговых устройств в них используются системы оптической коррекции.

Установка компонентов штыревого монтажа

Общие требования

Примеры типичных конструктивных исполнений активных и пассивных компонентов штыревого монтажа представлены на рис. 8–11.

Требования к подготовке выводов и производственные меры предосторожности, относящиеся к установке компонентов, даны в приложении МЭК 61191-3. Они включают положение об изгибах выводов для снятия напряжения.

Во избежание повреждений маркировки компонента, раскалывания герметика в месте заделки вывода или потери паяемости и меха-



Рис. 8. Типовые компоненты с коаксиальными выводами



Рис. 9. Типовые компоненты с двумя радиальными выводами

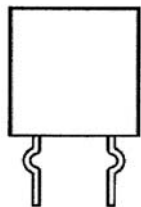


Рис. 10. Компонент с радиальными выводами, отформованными по зиг-типу

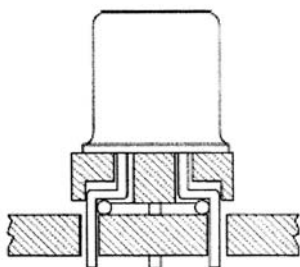


Рис. 11. Типовой транзистор с радиальными выводами на установочной шайбе

нической целостности вывода необходимо с осторожностью проводить любые операции обрезки и формовки, а также загибания выводов. Возможно ухудшение паяемости из-за изгиба вывода со слишком острым искривлением, которое приводит к растрескиванию металлизированной поверхности и обнажению основного металла, или из-за неподходящих смазочных материалов, используемых в инструментальной оснастке.

Основные причины, по которым устанавливается отступающий зазор между корпусом компонента и печатной платой, заключаются в том, чтобы:

- минимизировать риск захвата воздуха, который может ограничивать подъем припоя в сквозном отверстии;
- уменьшить любые напряжения, обусловленные несовпадением КТР между корпусом компонента и печатной платой;
- минимизировать риск повреждения компонента от теплового удара во время пайки;
- обеспечить эффективную очистку под корпусом компонента (где требуется);
- избежать образования захвата влаги под корпусом компонента.

Компоненты с коаксиальными выводами (два вывода)

На рис. 8 показан стеклянный (для примера показан диод) и формованный пластмассовый (для примера, резистор, конденсатор) типы корпусов компонентов.

Обычно они имеют цилиндрическую форму и поступают от изготовителей с прямыми выводами.

Компоненты с радиальными выводами (два вывода)

Формы корпусов, показанных на рис. 9, меняются в соответствии с контуром содержащегося элемента.

Эти выводы можно не формовать, если требуемая высота зазора под корпусом достигается другими средствами (например, установочной шайбой или выступающим утолщением, являющимся составной частью корпуса компонента) и принимающие отверстия в печатной плате точно размещены. В некоторых случаях зазор получают локальным изменением конфигурации выводов (рис. 10).

Компоненты с радиальными выводами (три и больше)

В качестве примера на рис. 11 показан транзистор. Для компонентов с тремя или более выводами с помощью легкого предварительного изгиба выводов в отверстиях можно создать трение, достаточное для поддержания надлежащего зазора под корпусом компонента во время пайки. В качестве альтернативного варианта используется установочная шайба, или выводы формуются с заплечиками во время изготовления.

Многоштырьковые корпуса интегральных схем

На рис. 12 показаны типичные однорядные и двухрядные конструкции корпусов.

Корпуса компонентов с двухрядным расположением выводов

Как правило, корпуса полупроводниковых компонентов поставляются с выводами, выходящими из боковой поверхности корпуса, и ниже первого изгиба они формуются с заплечиками и сжимаются под небольшим углом. Во время установки на выводы требуется надавить вовнутрь для совмещения кончиков

выводов со стандартным интервалом между отверстиями в печатной плате. Упругость в выводах приводит к непрерывному напряжению на границе раздела межсоединения вывода/корпуса, но обеспечивает также достаточное трение в отверстиях, которое ограничивает движение компонента во время обработки перед пайкой: следовательно, загибание выводов может не потребоваться. Другие DIP-корпуса имеют выводы, выходящие под углом 90° прямо от нижней поверхности корпуса, и для них может потребоваться загибание или другие средства, удерживающие корпус на месте.

В случаях, когда требуется зазор, его величина определяется длиной корпуса; степенью рассогласования КТР между материалами компонента и платы; длиной, поперечным сечением и модулем упругости материала вывода и условиями эксплуатации во время срока службы. Керамические DIL-корпуса на типичных эпоксидно-стекловолоконных платах могут потребовать более высоких зазоров, чем большинство пластиковых корпусов.

Однорядные корпуса (корпуса типа SIP, SIMM)

Большинство однорядных корпусов имеют выводы, выходящие из одной из узких реберных граней корпуса, как показано на рис. 12а. В некоторых случаях, если шаг выводов позволяет, их загибают под углом 90° для обеспечения низкопрофильного посадочного положения, как на рис. 12в.

Компоненты с матричным расположением штырьковых выводов (PGA)

PGA — это корпуса интегральных схем с большим числом выводов, в которых гребенки штырьков конфигурированы в гнездообразные ряды. Пример такого корпуса показан на рис. 13.

Как правило, PGA-корпуса вставляются вручную, и местоположение устанавливается с помощью кольцевых выступов на угловых столбиках, так что при этом обеспечивается

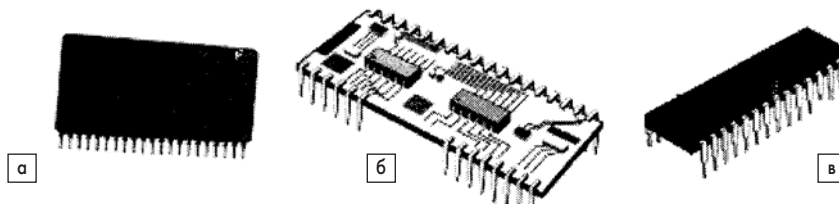


Рис. 12. Типовые многостырьковые корпуса ИС:

- пассивная сборка с однорядным расположением выводов (SIP);
- гибридная схема, корпус типа DIP (плоский корпус с двухрядным расположением выводов);
- полупроводниковая ИС, корпус типа DIP

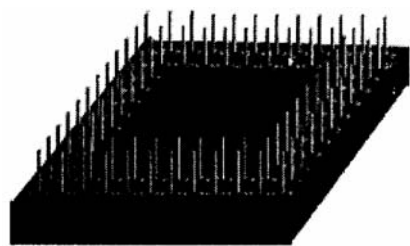


Рис. 13. Типичный корпус с матричным расположением штырьковых выводов (PGA-корпус)

параллельность относительно печатной платы и отступ от нее.

Корпуса поверхностного монтажа, модифицированные для штыревого монтажа

Для компонентов с плоскими корпусами и выводами, выходящими из корпуса параллельно печатной плате по одной или более граням, имеется возможность загибать и формовать выводы с целью их монтажа в сквозные отверстия. Такой способ конструирования не рекомендуется.

Большие компоненты

Для больших компонентов, таких как трансформаторы и детали электрических соединителей (вилка/розетка) с типичным весом более 5 г, могут потребоваться различные методы механического закрепления для усиления электрических соединений, в зависимости от заданных эксплуатационных требований к толчкам, ударам, вибрации или ускорению.

Оборудование и методы установки компонентов штыревого монтажа (см. соответствующий параграф для поверхностного монтажа и полную версию стандарта)

Средства подготовки и установки компонентов находятся в диапазоне от полностью ручных методов с производительностью 80×120 комп./ч до сложных автоматов-установщиков, способных обрабатывать более чем 10 000 комп./ч.

Автоматизированная обработка и установка выводов компонентов, упакованных в ленту

Полностью автоматизированный стандартный технологический процесс состоит из отдельных, последовательно расположенных установок, каждая из которых способна перестав-

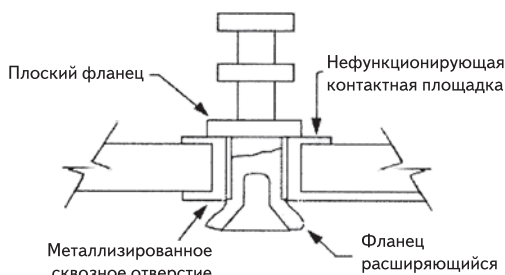


Рис. 14. Примеры закрепления клемм

лять все компоненты с аксиальными и радиальными выводами, соответственно, из транспортной упаковки на отдельные ленты. В каждой ленте компоненты размещаются в точном порядке, соответствующем программе автомата-установщика. Затем ленты передаются либо в один более сложный установщик, способный обрабатывать все типы, либо в группу более простых машин, например, где каждая предназначена для обработки радиальных или осевых лент.

Обычно перед установкой выводов в сквозные отверстия на печатной плате автоматы-установщики осуществляют операции обрезки и формовки для подгонки к требованиям, предъявляемым к виду отдельных компонентов.

Автоматизированная обработка и установка выводов интегральных схем

Интегральные схемы загружаются в кассеты, удобные для приема автоустановщиками. В некоторых случаях интегральные схемы сначала переставляют их из транспортной установки в специальные кассеты для автоматов-установщиков. В других случаях можно использовать транспортную упаковку для прямой загрузки в автоматы-установщики.

Установка нестандартных компонентов

В полностью автоматизированной технологической линии будет также применяться специализированное оборудование для установки нестандартных компонентов, например деталей электрических соединителей (розетки/вилки), трансформаторов.

Ручная формовка и установка выводов (см. полную версию стандарта)

Простая, вручную управляемая технологическая оснастка (круглогубцы и плоскогубцы-бокореzy) используется для обрезки и формовки выводов компонентов перед ручной установкой. Данный метод может подвергать

корпуса компонентов чрезмерному риску механического повреждения и не рекомендован для применения.

Обрезка и загиб выводов (см. полную версию стандарта)

Цель этой операции заключается в том, чтобы обрезать выводы до нужной длины после установки и загнуть их до соприкосновения с поверхностью контактной площадки, окружающей сквозное отверстие в печатной плате. Основные причины для проведения загиба заключаются в том, чтобы:

- закрепить установленный компонент на месте до пайки;
- увеличить размер смоченного участка паяного соединения до проволочного вывода;
- уменьшить общую толщину сборки печатной платы;
- обеспечить надлежащий контакт вывода с контактной площадкой в безопорных (неметаллизированных) отверстиях.

Размещение клемм (контактных зажимов) и запрессованных штырей

Прикрепление клемм (контактных зажимов) к печатным платам (см. полную версию стандарта)

Для крепления столбиковых выводов, наконечников и штырей в отверстиях в печатных платах используются многообразные методы установки клемм (контактных зажимов). Два из них представлены на рис. 14. На данном рисунке деталь, показанная с четким изображением крепления, вводится в металлизированное сквозное отверстие обычным способом. Второй тип крепления — фланец, обжатый руликом, — предназначен для применения в неметаллизированных отверстиях. Оба метода предназначены для получения механически прикрепленных соедине-

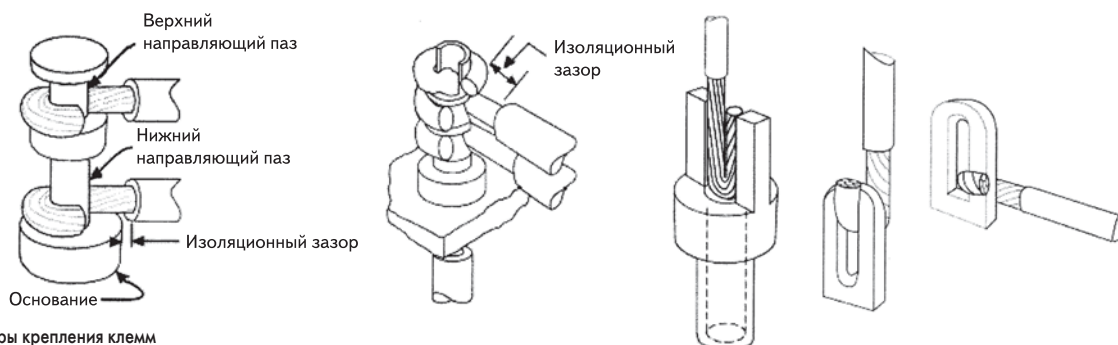


Рис. 15. Примеры крепления клемм

ний, например, для припаянных проводов, для соединения проводов закруткой без пайки. В МЭК 61191-4 приведены многочисленные примеры соединений.

Технические требования даны в МЭК 61191-4 (IEC 61191-4), а подробная рабочая информация приведена в МЭК 61192-4 (IEC 61192-4).

Пайка проводов и выводов компонентов к клеммам

Клеммы предназначены для частичного механического крепления проводов перед пайкой. Крепление получают либо накруткой проводов вокруг столбика, вдавливанием в паз или образованием петли через отверстие. При-

меры крепления показаны на рис. 15. Технические требования к соединениям между выводами компонентов или проводами и клеммами приведены в МЭК 61191-4, а рабочая информация дана в МЭК 61192-4. ■

Продолжение следует