

Стандарт IEC-PAS 62137-3.

Методы тестирования паяных соединений. Часть 2

Технический комитет ТК-91 Международной электротехнической комиссии (МЭК) предложил для пробного использования очередной стандарт PAS [1]. В [2] была опубликована часть 1 комментариев к этому стандарту. В данной статье продолжен обзор стандарта.

Сергей Арсентьев

Приложение А. Проведение термоциклирования

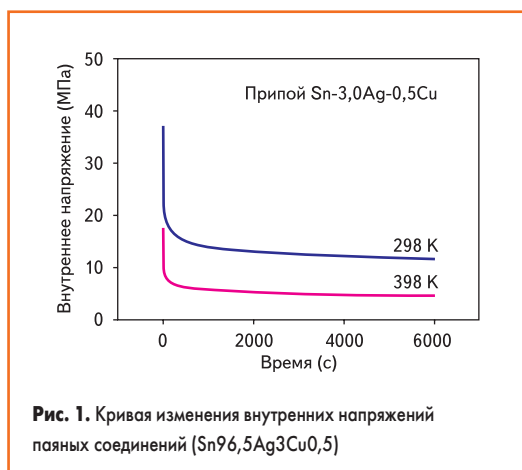
Примечание

Рекомендованные здесь условия проведения термоциклирования следует использовать лишь как отправные данные по тесту.

Время выдерживания опытного образца при температуре окружающей среды для эффективного проведения теста

Кривая, отображающая ослабление нагрузки на припой в ходе испытаний, показана на рис. 1. Несмотря на большую величину общего изменения нагрузки, со временем она падает за счет распределения ее внутри припоя.

Усталостная прочность припоя, таким образом, зависит от внутреннего распределения по нему получаемой нагрузки. Напряжение, получаемое паяным соединением из-за различных коэффициентов термического расширения подложки и компонента в ходе термоциклирования, со временем ослабевает, а его внутреннее распределение приводит к росту усталости паяного соединения. Поэтому необходимо выдерживать соединение в течение некоторого времени при высокой или низкой температуре. С другой стороны, для эффективной оценки не следует оставлять образец на длительное время при темпера-



турах, в которых изменение нагрузки на соединение незначительно.

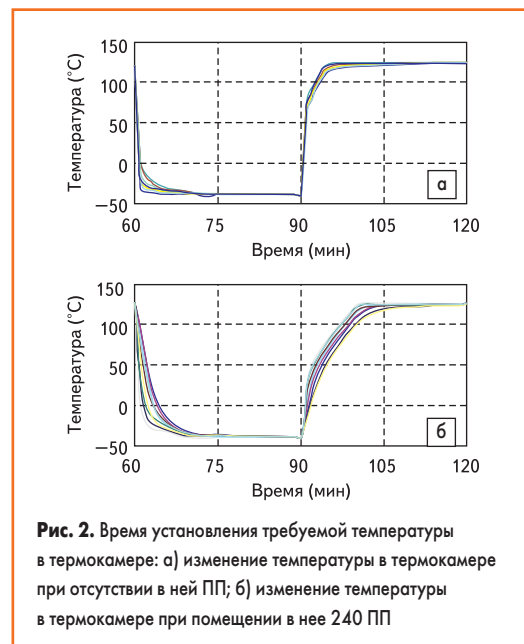
Рекомендуемое время выдерживания испытываемого образца при граничных значениях температуры — 15 мин.

Длительность изменения температуры

На рис. 2 показано изменение температуры в воздушной среде термокамеры. При небольшом количестве загруженных ПП температура изменяется до требуемого значения в среднем за 5 мин; при полной загрузке камеры это время составляет 15 мин. Испытываемые платы следует выдерживать при установившейся температуре в течение 15 мин.

Время выдержки образцов при высокой и низкой температуре (документируемое)

Установленное время выдержки образцов при требуемых граничных значениях температур составляет 30 мин — как суммарное время нагрева и остывания ПП в камере и ослабления напряжения внутри соединений (по 15 мин).



Приложение В. Электрический контроль проводимости паяных соединений

Применение

Данный тест позволяет контролировать функционирование паяных соединений посредством пропускания по ним электрического тока без какого-либо механического воздействия.

Тест на проводимость особенно удобно использовать для регистрации нарушения монтажа компонентов с большим количеством выводов (BGA и LGA), для которых неприменимы статические методы — например, испытание прочности на сдвиг.

«Последовательное включение» компонента — схема daisy chain

Этот тест используют для компонентов полупроводниковых устройств, выводы которых соединены по схеме рис. 3. Все выводы компонента должны образовывать последовательную цепь (daisy chain).

Крайне важно, чтобы тестируемый компонент обладал точно такой же структурой, что и полупроводники, используемые в производстве.

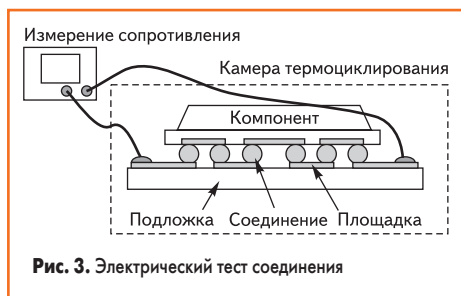


Рис. 3. Электрический тест соединения

Условия и материалы монтажа

Используемые материалы и монтируемые устройства были описаны в первой части статьи.

Методы тестирования

Необходимо провести измерение электрического сопротивления схемы daisy chain до и после термостатирования — для регистрации образования разрывов соединений. Для определения степени нарушений измерение нужно проводить постоянно. Прекращать тест желательно с появлением разрывов соединений. С методом тестирования можно ознакомиться в IEC62137.

Приложение С. Испытание прочности соединений кручением

Предмет

Здесь приводится подробное описание теста на прочность, упомянутого в [4, 5].

Метод тестирования

Оборудование и зажимы (фиксаторы) компонентов для теста выбирают в зависимости от формы корпуса компонента.

Подготовка теста

Для проведения теста необходимо выполнить условия, приведенные в [4, 5].



Рис. 4. Фиксация подложки для испытания прочности монтажа кручением

Фиксация испытываемой ПП

На тестовой установке ПП с установленными на нее компонентами закрепляют винтами со всех четырех углов или же зажимают ее по узким сторонам (рис. 4). Во время скручивания компонента момент вращения передается и на ПП; при надежной фиксации она не должна при этом гнуться.

Приложение силы кручения

Тестовое оборудование должно иметь регулировку скорости кручения и обеспечивать перпендикулярное направление оси вращения к поверхности ПП.

Погрешность скорости кручения

Необходимо предварительно на опытном образце определить среднюю максимальную скорость кручения. Допустимую погрешность устанавливают в зависимости от требуемого момента приложения максимальной силы кручения — от нескольких десятков секунд до нескольких минут.

Примечание: данный стандарт не определяет допустимую погрешность, однако при возможности регулировки рекомендуется устанавливать ее значение от 0,00698 до 0,01175 рад/с (0,4–1 °/с).

Если погрешность вращения не регулируется, то следует руководствоваться тем условием, что максимальная нагрузка на компонент должна достигаться через несколько десятков секунд или несколько минут после начала теста.

Регулировка положения фиксатора

Зажим (фиксатор), используемый при проверке прочности кручением, устанавливают так, чтобы он накрывал компонент по поверх-

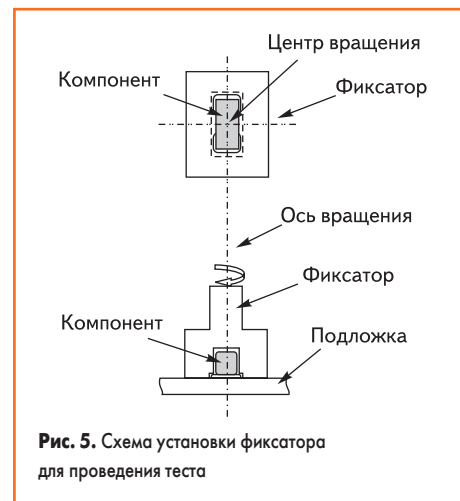


Рис. 5. Схема установки фиксатора для проведения теста

ности ПП, и производят его медленное вращение (рис. 5). Ось вращения следует отрегулировать по центру тестируемого компонента. Для предотвращения возможного смещения оси вращения рекомендуется использовать вспомогательный фиксатор.

Проведение теста

Тестовый зажим устанавливают строго перпендикулярно над испытываемым компонентом и медленно его вращают. Датчик скорости вращения также следует устанавливать перпендикулярно поверхности ПП. Скорость вращения по возможности устанавливают от 0,00698 до 0,01175 рад/с (0,4–1 °/с). Если скорость вращения не регулируется, зажим очень медленно вращают до разрыва паяного соединения.

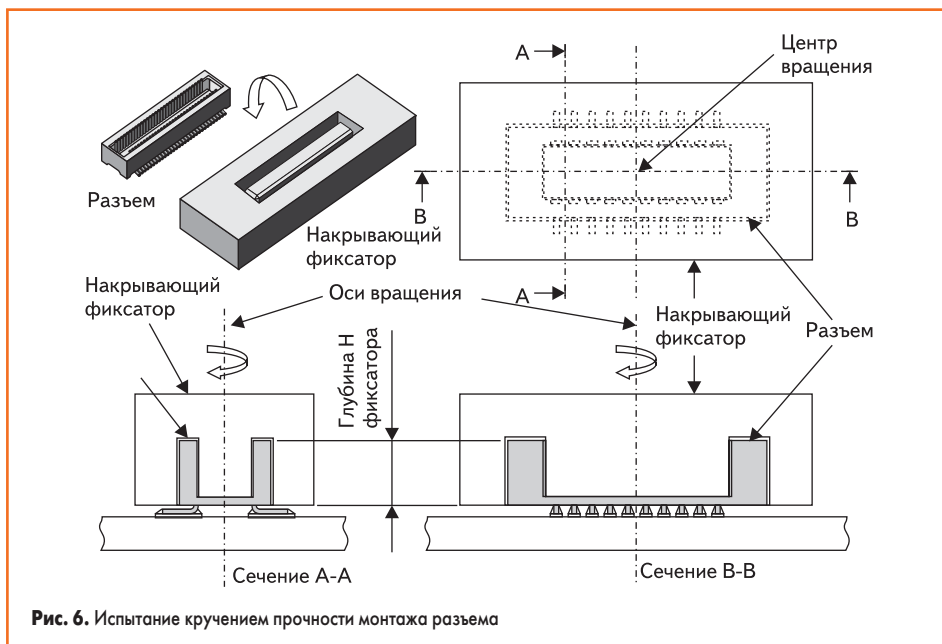


Рис. 6. Испытание кручением прочности монтажа разъема

Испытание кручением прочности разъема

Рекомендуется использовать тестовое оборудование с регулировкой скорости вращения и системой поддержания перпендикулярности оси вращения к поверхности платы.

Зажимы (фиксаторы) для кручения разъемов

Для оценки механической прочности разъема используют показанный на рис. 6 фиксатор, подбираемый для конкретного вида его контактов и формы корпуса. Фиксатор устанавливают поверх смонтированного на плату разъема. По возможности фиксатор должен как можно плотнее «сидеть» на разъеме, чтобы повысить точность измерений теста. Глубина выемки Н фиксатора должна соответствовать высоте разъема.

Погрешность скорости кручения разъема
Смотри ранее.

Регулировка положения фиксатора
Смотри ранее и рис. 5.

Проведение теста
Смотри ранее.

Приложение D. Испытание прочности монотонным изгибом

Предмет

В данном приложении дается подробное описание упомянутого в [4, 5] теста прочности соединений монотонным изгибом ПП.

Тестовое оборудование

При отсутствии особых указаний в спецификации на изделие тестовое оборудование должно быть следующим.

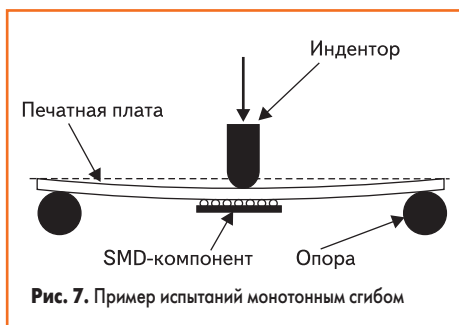
Тестовая установка

Испытания проводят на установке измерения прочности монотонным сгибом, обеспечивающей следующие требования:

- Создание давления на ПП индентором на требуемую глубину (максимум 20 мм); точность измерения смещения должна быть $\pm 1\%$ от фиксируемого значения.
- Установка должна обеспечивать возможность замера прикладываемой к индентору силы, а также скорости его движения.

Фиксация сгибаемой ПП

На рис. 7 показана схема установки ПП на опорные фиксаторы монтажной стороной вниз; сгиб платы производят нажимом индентора сверху (по центру ПП). При отсутствии особых указаний в спецификации на плату система фиксации должна быть следующей:



а) Материал опорных фиксаторов — сталь.

Примечание. Для предотвращения деформации опор в ходе тестирования рекомендуется использовать более прочные виды стали.

- Радиус индентора должен быть $5 \pm 0,2$ мм.
- Радиус опорных фиксаторов — $2,5 \pm 0,2$ мм.
- Расстояние между опорами — 90 ± 1 мм.

Измерение электрического сопротивления

Инструмент, измеряющий сопротивление через испытываемый компонент, должен отслеживать электрическую проводимость контура и фиксировать его нарушение при $R > 1000$ Ом. Для более точного определения момента образования разрыва инструмент должен обеспечивать точность $(10 \dots 100) \times 10^{-6}$ с.

Запись результата

Рекордер должен фиксировать глубину сгиба (величину смещения индентора), приложенную силу и длительность теста.

Процедура тестирования

При отсутствии особых указаний в спецификации на изделие процедура тестирования должна быть следующей.

- Установить ПП на две опоры:
 - пайка выводов испытываемого компонента в последовательную цепь daisy chain с целью отслеживания нарушения монтажа измерением ее сопротивления; подключение к цепи измерителя;
 - проверка расстояний от центров опор до индентора (по $45 \pm 0,5$ мм);
 - установка опытной ПП на опоры монтажной стороной вниз (нужно убедиться, что индентор направлен в центр платы);
 - регулировка направления индентора при его контакте с ПП.

Примечание. Для гарантии контакта следует надавить индентором на ПП с силой $1 \pm 0,1$ Н.

- Производить усиление нажима на плату до тех пор, пока не будет зафиксировано нарушение монтажа. Записать в отчет силу, глубину сгиба и электрическое сопротивление схемы daisy chain.
- Паяное соединение считается поврежденным при разрыве цепи daisy chain. В момент разрыва необходимо записать силу нажима на ПП.

Примечание. Если в спецификации не оговорено особо, максимальная глубина прогиба должна быть 20 мм. Если при достижении этой глубины нарушения монтажа не происходит, тест завершают.

- При необходимости провести анализ поврежденного соединения, определить и записать его характер.

Скорость смещения

Если в спецификации не оговорено особо, скорость смещения индентора устанавливают от 0,0083 до 0,1 мм/с (0,5–6 мм/мин).

Примечание. При оптимальном значении скорости смещения повреждение монтажа происходит в течение нескольких десятков секунд — нескольких минут.

Приложение E. Многократное бросание стального шарика

Обзор

Данный вид испытаний проводят для ПП с поверхностным монтажом компонентов (BGA, LGA и QFN), обычно используемых в переносном электронном оборудовании. Тест может заменить собой более сложные испытания многократным бросанием ПП. Непосредственно надежность монтажа компонентов в ходе испытаний не измеряется — выявляется ее зависимость от внешней нагрузки, получаемой от ударов шарика.

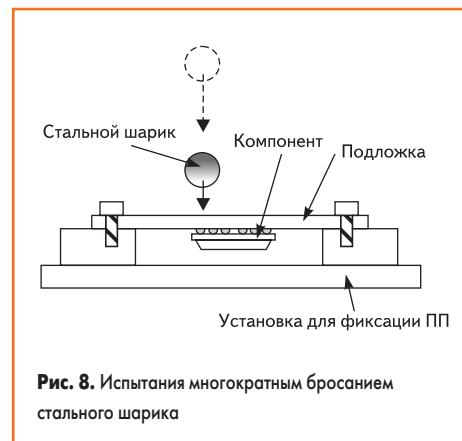
Условия и материалы монтажа SMD-компонентов

Испытываемый компонент и материалы выбираются в соответствии с рекомендациями, приведенными в [4, 5]. Материал, а также толщина ПП должны в достаточной мере обеспечивать способность ее изгибаться (до определенного радиуса кривизны), чтобы от ударов шарика не происходила ее деформация. Рекомендуемая толщина основания больше, чем в случае испытаний многократным бросанием ПП, — 1,6 мм.

Метод тестирования

ПП с установленным SMD-компонентом крепят к опорам монтажной стороной вниз и с определенной высоты сбрасывают на нее стальной шарик (рис. 8). Наиболее механически «уязвимые» точки монтажа располагаются по периметру испытываемого компонента — туда и следует производить броски. Количество бросков при этом подсчитывается до момента обнаружения поломки монтажа системой daisy chain. Желательно фиксировать открытую полумку соединения сразу же по ее возникновению.

Для повышения эффективности теста используемое оборудование должно обеспечивать точное определение места удара шариком. Также для контроля ударного импульса, получаемого паяными соединениями, рекомендуется проведение предварительных испытаний с замером формы и величины ударных импульсов при помощи устанавливаемого возле соединения измерителя.



Соответствие результатов данного теста испытаниям многократным бросанием ПП (пример)

Было проведено сравнение результатов испытаний многократным бросанием ПП и многократным бросанием на нее стального шарика для различных материалов электрода и сплавов припоя. В качестве компонента был установлен QFN с 64 выводами с шагом 0,5 мм на подложке 1,6 мм из FR-4. На рис. 9 показаны результаты измерений числа ударов, потребовавшихся для поломки монтажа; рисунок демонстрирует высокую корреляцию результатов двух тестов.



Приложение F. Измерение прочности на отрыв

Предмет

В данном приложении приведено подробное описание испытаний прочности компонентов на отрыв, упомянутых в [4, 5].

Проведение теста

Для проведения теста используют оборудование по вырыванию компонентов в соответствии со следующими требованиями.

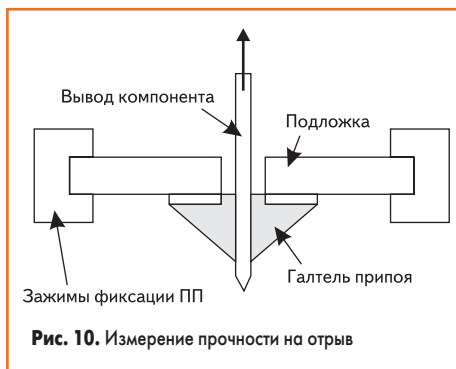
а) Испытываемая ПП должна предварительно находиться при нормальном атмосферном давлении не менее 4 ч (в соответствии с IEC 60068-1). Тест проводят после внешнего осмотра образца.

б) Крепление тестируемой ПП на установке производится по примеру схемы рис. 10.

Примечание. При фиксации платы вырываемый вывод должен находиться посередине между зажимами, перпендикулярно их плоскости.

в) Захватывается и закрепляется соответствующим зажимом вырываемый вывод.

Примечания. Если необходимо испытывать вывод отдельно от компонента, при его «откусывании» нужно следить, чтобы не было повреждено паяное соединение. Необходимо записывать в отчете способ фиксации ПП и примерное положение вырывающего зажима и вырываемого вывода. При фиксации в зажиме вывода необходимо принять все возможные меры по предотвращению изгиба ПП либо искажений паяного соединения.



д) Значение скорости вырывания выбирают из ряда 0,167 мм/с (1 мм/мин), 0,333 мм/с (2 мм/мин), 0,833 мм/с (5 мм/мин), 1,67 мм/с (10 мм/мин) или 3,33 мм/с (20 мм/мин). Необходимое значение должно быть указано в спецификации на компонент.

Примечание. При верно подобранной скорости на вырывание вывода должно уходить от нескольких десятков секунд до нескольких минут.

е) Тянуть вывод со скоростью, выбранной в предыдущем пункте, до разрыва паяного соединения.

Примечание. При регистрации изменения силы отрыва также желательно записывать величину смещения вывода в нескольких моментах времени.

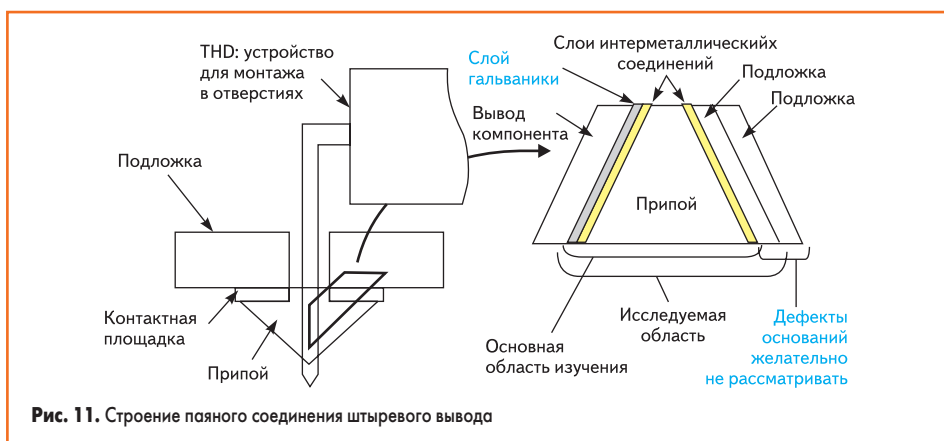
ф) Записать в отчет положение разрыва соединения и его тип.

Приложение G. Испытание прочности монтажа штыревых выводов

Обзор

В данном приложении приведены указания по проведению теста прочности монтажа штыревых выводов к контактным площадкам ПП на бессвинцовых видах припоя. Это относится и к тем компонентам, выводы которых могут быть аккуратно откусены (без воздействия на монтаж) и испытаны отдельно от компонентов. В случае же если отделение выводов от компонента затруднительно, вместо него можно тестировать рамку с выводами или же отрезки проводника (проволоки).

Тест позволяет оценить прочность монтажа штыревых выводов на односторонней ПП, выполненного волновой пайкой, посредством измерения его электрической проводимости



до момента его нарушения под действием подвешенного груза в термокамере.

Тест предназначен исключительно для оценки прочности паяных соединений, а не прочности компонентов или крепления их выводов. Поэтому в термокамере во время испытаний может быть установлена температура выше допустимой для тестируемого компонента.

На рис. 11 схематично показано строение испытываемого соединения.

Примечание. Ограничение на тестирование лишь односторонних плат введено ввиду того, что при испытании двусторонних ПП штыревые выводы могут быть оторваны от компонента прежде, чем будет нарушен монтаж. При испытании же выводов отдельно от компонентов следует также снижать нагрузку на соединение.

Описание механических воздействий на паяное соединение и контактные площадки ПП вследствие нагрева оборудования или изменения температуры окружающей среды приведено вместе с описанием испытаний прочности на отрыв в стандарте JEITA ET-7409/201.

Для исследования прочности крепления выводов к компоненту имеется стандарт IEC 60068-2-21. Документ содержит описание следующих тестов:

- Тест Ua1: растяжение выводов.
- Тест Ua2: сдавливание выводов.
- Тест Ub: изгиб выводов.
- Тест Uc: скручивание выводов.

Оборудование и материалы Ванна пайки волной припоя

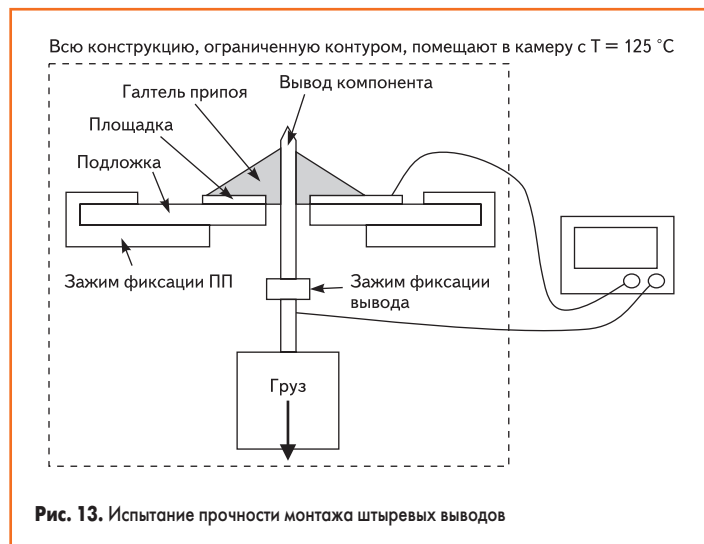
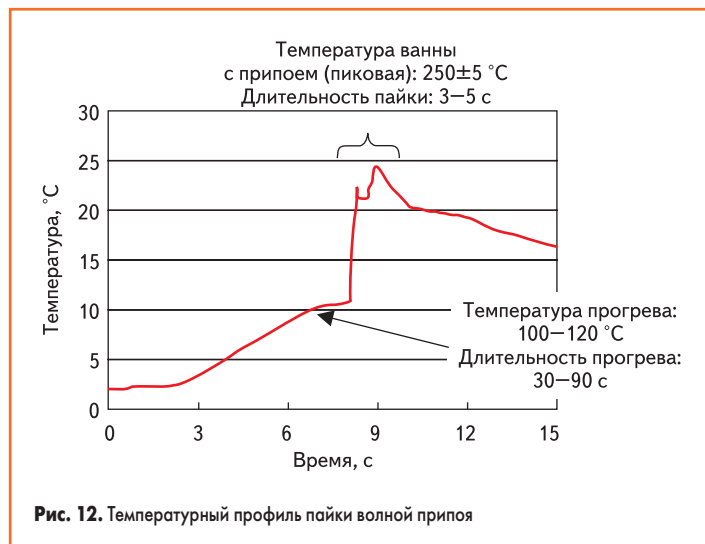
Используемая ванна должна обеспечивать указанную ниже температуру припоя. Пример температурного профиля пайки показан на рис. 12.

Термокамера

Используемая термокамера должна отвечать требованиям IEC 60068-2-2 и обеспечивать температурные воздействия испытаний. Также термокамера должна быть способна вместить в себя устройство для подвеса груза к тестируемым выводам.

Оборудование для испытаний подвешиванием груза

Оборудование должно обеспечивать требуемые условия тестирования и быть снабжено электрическим питанием, резисторным предохранителем, экраном для записи координат X-Y, фиксаторами для установки ПП в каме-



ре и зажимом подвешиваемого к тестируемому выводу груза.

Все перечисленные элементы оборудования могут быть собраны в единый инструмент.

Прикладываемое на соединение воздействие груза не должно быть кратковременным, а должно постепенно усиливаться в направлении испытываемого штыревого вывода.

Тестируемая ПП

Если в спецификации на изделие не оговорено особо, то тестируемая ПП должна отвечать следующим требованиям.

- Материал основания ПП — стеклоэпоксид с медным покрытием, используемый для обычных плат в соответствии с ИЕС 61249-2-7.
- Толщина ПП $1,6 \pm 0,2$ мм с учетом толщины медной фольги или какой-либо другой из указанных в ИЕС 61249-2-7.
- Размер ПП — 140×45 мм.

Примечание. В качестве примера для испытаний была взята ПП таких размеров, однако при волновой пайке размер ПП может быть в четыре раза больше (с возможностью последующей ее панелизации до данного размера).

- Толщина медных площадок должна быть $35\text{--}45$ мкм с учетом толщины гальваники.
- Диаметр сквозных отверстий: возможные значения диаметров сквозных отверстий приведены в таблице.
- Диаметр контактных площадок: возможные значения диаметров контактных площадок приведены в таблице.
- Паяльная маска не наносится.
- Антикоррозийная обработка: для предотвращения окисления медь контактных площадок покрывают флюсом.

Таблица. Поперечные сечения штыревых выводов и диаметры сквозных отверстий и контактных площадок

Номинальная площадь S поперечного сечения вывода, мм ²	Номинальный диаметр d штыревого вывода, мм	Диаметр сквозного отверстия, мм	Диаметр контактной площадки, мм
$S \leq 0,10$	$d \leq 0,35$	0,8	1,4
$0,10 < S \leq 0,28$	$0,35 < S \leq 0,60$	1,0	1,6
$0,28 < S \leq 0,50$	$0,60 < S \leq 0,80$	1,2	1,8
$0,50 < S \leq 0,79$	$0,80 < S \leq 1,00$	1,4	2,0
$0,79 < S \leq 1,20$	$1,00 < S \leq 1,25$	1,6	2,2

Припой

Если в спецификации на изделие не оговорено особо, используют припой Sn96,5AgCu3,5.

Покрывание флюсом после пайки волной припоя

Если в спецификации на изделие не оговорено особо, то используют флюс, указанный в ИЕС 61190-1-1.

Монтаж компонента на плату

Монтаж тестируемого компонента на образец ПП

Монтаж тестируемого компонента на образец ПП осуществляют следующим образом:

- С использованием адгезива вставляют штыревые выводы компонента в сквозные отверстия ПП.
- Наносят на поверхность ПП слой флюса — в виде пены либо спрея.
- Если в спецификации на изделие не оговорено особо, осуществляют пайку компонента на плату в ванне с припоем, указанным выше. Параметры пайки такие: температура прогрева $100\text{--}120$ °C, температура припоя в ванне 250 ± 5 °C, длительность погружения $3\text{--}5$ с. На рис. 12 показан пример температурного профиля волновой пайки. Температура измеряется на поверхности контактных площадок, погруженных в расплавленный припой.

Подготовка компонента к тестированию

Для испытания прочности монтажа штыревых выводов необходимо откусить отдельный вывод от установленного на плату компонента, не повредив при этом паяное соединение. В тех случаях, когда тестируемый вывод проблематично зафиксировать в зажиме, можно применять другие методы фиксации (например, сварку). Выбранный метод должен обеспечивать однозначное определение нарушения испытываемого соединения.

Тест

Подготовка

Если в спецификации на изделие не оговорено особо, то перед проведением теста опытный образец следует выдержать в течение не менее 4 ч в нормальных условиях ок-

ружающей среды, определяемых стандартом ИЕС 60068-1, 5.13.

Процедура тестирования

Процедура тестирования на оборудовании выглядит следующим образом.

- По завершении процессов необходимо осмотреть испытываемый компонент.
- Для тестирования проводимости соединения образуют электрическую цепь из рисунка платы, подходящего к контактной площадке с расстояния не менее 10 мм (как «+») и из зажима с грузом (как «-»).
- Устанавливают ПП на стенд.

Примечание. При установке ПП испытываемый штыревой вывод компонента должен быть направлен в центр фиксирующего зажима.

- Если в спецификации на изделие не оговорено особо, стенд с тестируемой ПП помещают в термокамеру. Температуру в термокамере устанавливают по требованиям стандартов.

Примечания. Указанная в стандарте температура должна быть ниже допустимой для испытываемой ПП. Соединение не должно подвергаться чрезмерным химическим или температурным воздействиям. В отчете необходимо указать используемый метод фиксации ПП и примерное положение зажима относительно тестируемого соединения.

- Схема теста показана на рис. 13.
- Для приложения указанной в спецификации на изделие нагрузки на штыревой вывод к нему подвешивают груз требуемой массы (погрешность $\pm 1\%$).

Примечания. Испытываемый вывод, равно как и груз, не должен касаться зажимов и других элементов внутри термокамеры. При подвешивании груза к зажиму ПП не должна подвергаться динамическим воздействиям. При наборе необходимой массы груза следует начинать с достаточно большого значения (например, 90% силы на отрыв компонента), учитывая результаты предыдущих тестов. Для определения силы, под действием которой соединение разрушается, нужно построить график в двойном логарифмическом масштабе и при достижении в ходе теста най-

денного ее значения пробовать снижать усилие на соединение.

g) Включить в сеть стенд и рекордер и запустить тест.

h) Засечь время с момента запуска груза до поломки монтажа.

Примечание. Перед запуском теста необходимо проверить систему контроля электрической проводимости контура и убедиться в его цельности (без воздействия груза).

Приложение Н. Отслоение галтелей припоя при монтаже штыревых выводов и определение надежности получаемых электрических соединений

Обзор

Тест состоит из визуального осмотра галтелей припоя и измерения электрической проводимости паяных соединений.

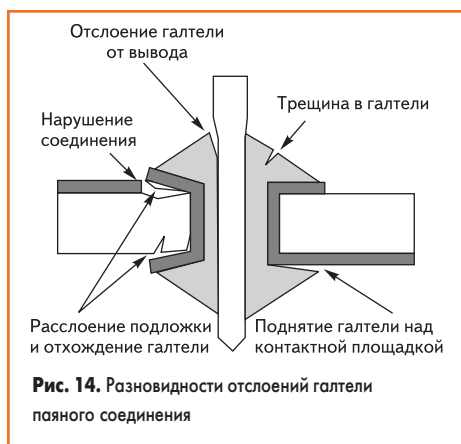


Рис. 14. Разновидности отслоений галтели паяного соединения

Можно выделить три типа отслоения галтелей (рис. 14):

- отхождение галтели от вывода компонента;
- поднятие галтели над контактной площадкой;
- отслоение контактной площадки вместе с припоем от ПП.

Примечание. Тест проводится для совокупности конкретных типов компонентов, припоя и печатного монтажа. Нарушение электрической проводимости обычно возникает при отслоении контактных площадок от ПП. Для его обнаружения рекомендуется проведение теста daisy-chain.

Материалы и оборудование теста

Устанавливаемые компоненты и материалы ПП и монтажа определены в части 1 данной статьи. Для исследований берут двустороннюю ПП со сквозными отверстиями (таблица). Электрический контур образуют таким образом, чтобы через переходные отверстия все контактные площадки обеих сторон ПП были последовательно соединены (рис. 15).

Примечание. Отхождения галтелей обычно наблюдают на двусторонних ПП; на односторонних платах они возникают значительно реже.

Обнаружение отхождений галтелей

Наличие отхождений галтелей желательно проверять сразу после монтажа компонентов

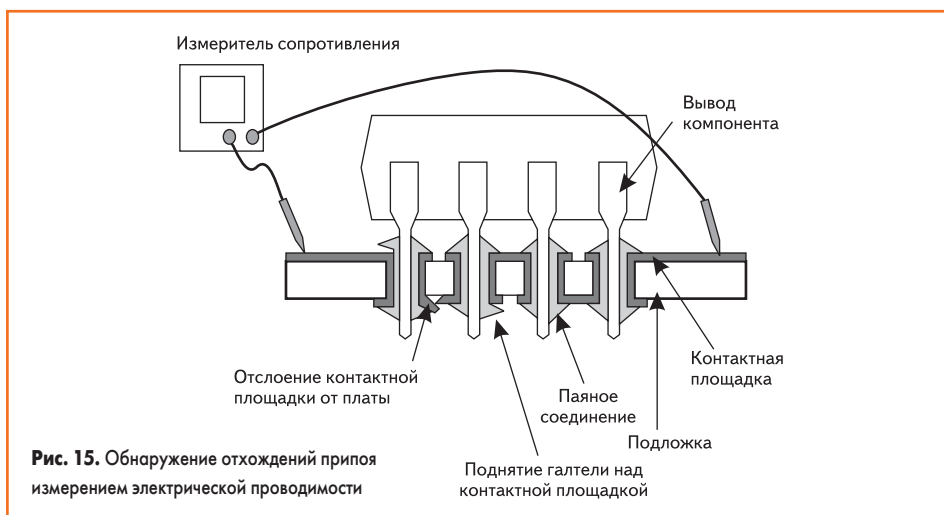


Рис. 15. Обнаружение отхождений припоя измерением электрической проводимости

на плату. Для этого паяные соединения рассматривают в увеличительное стекло под углом 10–30° к поверхности ПП.

Электрическая надежность соединений

Измерение проводимости паяных соединений проводят до и после термоциклирования [4, 5]. Для этого используют систему последовательного соединения контактов daisy-chain (рис. 15).

Заключение

По существу, предлагаемый стандарт — программа испытаний, признанная на международном уровне, и может быть полностью заимствована для исследований новых технологий паяных соединений.

Литература

1. Медведев А. Стандарты МЭК в отечественной нормативной базе // Производство электроники. 2007. № 2.
2. Арсентьев С. Стандарт IEC-PAS 62137-3. Технология электронного монтажа — методы тестирования надежности паяных соединений. Часть 1 // Технологии в электронной промышленности. 2008. № 7.
3. IEC 60068-1:1988, Environmental testing. Part 1: General and guidance, Amendment 1:1992.
4. IEC 60068-2-2:2007, Basic environmental testing procedures. Part 2: Tests, Test B: Dry heat.
5. IEC 60068-2-14:1984, Environmental testing. Part 2: Test N: Change of Temperature, Amendment 1:1986.
6. IEC 60068-2-78:2001, Environmental testing. Part 2-78: Tests — Test: Cab: Damp heat, steady state.
7. IEC 60194:2006, Printed board design, manufacture and assembly. Terms and definitions.
8. IEC 61188-5(all parts): Printed boards and printed board assemblies. Design and use.
9. IEC 61190-1-1:2002, Attachment materials for electronic assembly. Part 1-1: Requirements for soldering fluxes for high-quality interconnections in electronics assembly.
10. IEC 61190-1-2:2007, Attachment materials for electronic assembly. Part 1-2: Requirements
11. IEC 61249-2-7:2002, Materials for printed boards and other interconnecting structure. Part 2-7: Reinforced base materials clad and unclad. Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad.
12. IEC 62137:2005, Environmental and endurance testing. Test methods for surface-mount boards of area array type packages FBGA, BGA, FLGA, LGA, SON and QFN.
13. IEC 62137-1-1:2007, Surface mounting technology — Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint. Part 1-1: Pull strength test.
14. IEC 62137-1-2:2007, Surface mounting technology — Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint. Part 1-2: Shear strength test.
15. Future IEC/PAS 62137-3 © IEC:200x-7-91/784/PAS.
16. IEC 62137-1-3(91/708/CDV), Surface-mount technology. Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint. Part 1-3: Cyclic drop test.
17. IEC 62137-1-4(91/746/CDV), Surface mounting technology. Environmental and endurance test methods for surface mount solder joints. Part 1-4: Cyclic bending test.
18. IEC 62137-1-5(91/743/CDV), Surface mounting technology. Environmental and endurance test methods for surface mount solder joints. Part 1-5: Mechanical shear fatigue test.