

ПЕРЕЧЕНЬ НТД, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ГОСТ 17325–79. Пайка. Термины и определения

Настоящий стандарт устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий в области пайки и лужения металлов и неметаллических материалов.

ГОСТ 19249–73. Соединения паяные. Основные типы и параметры

С целью унификации паяных сборочных единиц, установления норм и требований к паяным изделиям разработан стандарт ГОСТ 19249–73 «Соединения паяные. Основные типы и параметры». Стандарт определяет конструктивные параметры паяного соединения, его условные обозначения, содержит классификацию основных типов соединений. В приложении к стандарту даны величины сборочных зазоров. Стандарт является основанием для унификации конструкторской и технологической документации еще на стадии создания паяного изделия. С этой стадии начинается и контроль качества пайки. В производстве высокий уровень качества продукции должен обеспечиваться начиная от заготовки и кончая контролем готовых изделий. При этом переход к массовому производству продукции не должен вести к снижению качества. Еще на стадии разработки изделия ОТК должен принимать участие в создании изделия. Технологическая документация на пайку, согласованная с заказчиком, должна отражать критерии неразрушающих и разрушающих методов контроля.

ГОСТ 20485–75. Пайка. Методы определения затекания припоя в зазор

Стандарт устанавливает метод определения затекания припоя: горизонтального – по коэффициенту заполнения и коэффициенту пористости, вертикального – по высоте подъема.

ГОСТ 23904–79. Пайка. Метод определения смачивания материалов припоями

Настоящий стандарт распространяется на метод определения смачивания материалов припоями по краевому углу смачивания и площади растекания, начальной скорости смачивания и времени растекания (для припоев с $T_{пл} \leq 723$ К).

Стандарт применяют для оценки совместимости материалов при пайке, разработке технологического процесса пайки и оптимизации его параметров, а также при разработке новых припоев и флюсов.

ПЕРЕЧЕНЬ НТД, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ГОСТ 24715–81. Соединения паяные. Методы контроля качества

Настоящий стандарт распространяется на основные типы паяных соединений, выполненных по ГОСТ 19249–73 всеми способами пайки. Стандарт устанавливает методы контроля качества паяных соединений с целью обнаружения поверхностных, внутренних и сквозных дефектов. Выбор метода или комплекса методов контроля для обнаружения дефектов паяных соединений следует проводить в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству паяных соединений стандартами, техническими условиями и чертежами, утвержденными в установленном порядке, и с учетом размеров фактически выявляемых дефектов и производительности методов контроля. Допускается использование других методов контроля качества паяных соединений при условии обеспечения чувствительности, гарантирующей выявление дефектов, недопустимых по требованиям технической документации на данное изделие, утвержденной в установленном порядке.

ГОСТ 26126–84. Контроль неразрушающий. Соединения паяные. Ультразвуковые методы контроля качества

Стандарт устанавливает ультразвуковые методы контроля качества паяных соединений.

ГОСТ 27947–88. Контроль неразрушающий. Рентгенотелевизионный метод. Общие требования

Настоящий стандарт распространяется на рентгенотелевизионный метод неразрушающего контроля материалов и изделий (далее – объект контроля). Рентгенотелевизионный метод применяют для выявления трещин, усадочных раковин, пор, металлических и неметаллических включений, непроваров сварных соединений, непропаев паяных соединений, рыхлот и других неоднородностей объекта, а также для выявления геометрии расположения внутренних деталей объекта, наличия внутри объекта инородных тел, нарушения целостности объекта, недоступных для внешнего осмотра наружных дефектов типа подрезов, превышений проплавов, прожогов, утяжин. При рентгенотелевизионном методе контроля не выявляют: поры и включения диаметром поперечного сечения менее удвоенной абсолютной чувствительности контроля; непровары и трещины, плоскость раскрытия которых не совпадает с направлением пучка излучения или с направлением строк телевизионного растра; дефекты, изображения которых совпадают с изображением посторонних деталей, острых углов и резких перепадов толщин объекта контроля. Рентгенотелевизионный метод контроля применяют в динамическом и статическом режимах.

ГОСТ 28830–90. Соединения паяные. Методы испытаний на растяжение и длительную прочность

Настоящий стандарт распространяется на паяные соединения металлов и сплавов и устанавливает методы статических испытаний на растяжение и длительную прочность при нормальных, высоких и низких температурах от минус 269 до 1200 °С.

Дефекты паяных соединений

Качество паяных изделий определяется их прочностью, степенью работоспособности, надежностью, коррозионной стойкостью, способностью выполнять специальные функции (теплопроводность, электропроводность, коммутационные характеристики и т. п.). Обеспечение этих характеристик достигается оптимальными решениями в процессе производства паяного изделия. Дефекты, возникающие при изготовлении паяных изделий, можно разделить на дефекты заготовки и сборки, дефекты паяных соединений и паяных изделий.

К наиболее типичным дефектам паяных соединений относятся поры, раковины, шлаковые и флюсовые включения, непропаи, трещины. Эти дефекты классифицируют на две группы: связанные с заполнением расплавом припоя зазора между соединенными пайкой деталями и возникающие в процессе охлаждения изделия с температуры пайки. Дефекты первой группы связаны главным образом с особенностями заполнения капиллярных зазоров в процессе пайки. Дефекты второй группы обусловлены уменьшением растворимости газов в металлах при переходе их из жидкого состояния в твердое и усадочными явлениями. К ним также относится пористость кристаллизационного и диффузионного происхождения. Одним из основных дефектов, чаще всего встречающихся в паяном шве, является отсутствие его сплошности, пустоты и пористости. Так как пустоты нарушают непрерывность слоя припоя, они неизбежно оказывают неблагоприятное влияние на прочность паяного соединения, поэтому нужно создавать такие условия, при которых пустоты можно свести к минимуму.

В зависимости от условий паяния площадь пустот в паяном соединении может изменяться в пределах от 5 до 65 % всей площади спая. Особенно резко снижают усталостную прочность паяного соединения пустоты, расположенные у его края. При этих условиях они вызывают концентрацию напряжений и образец разрушается при напряжении, на 35 % меньшем обычного. Для того чтобы обеспечить высокое качество паяного соединения, необходимо, прежде всего, добиться минимального количества этих пустот или, по крайней мере, рассеянного расположения их.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ ЕДИНИЦ

Пайка происходит при температурах, существенно меньших температур плавления соединяемых материалов, что уменьшает их перегрев. При этом возможно соединение как металлических, так и неметаллических материалов. В зоне контакта должен образовываться промежуточный слой, состоящий из припоя и продуктов его взаимодействия с паяемыми материалами. Для образования качественного паяного соединения необходимо:

подготовить поверхности соединяемых деталей; активировать материалы и припой; удалить окисные пленки в зоне контакта; обеспечить взаимодействие на межфазной границе раздела; создать условия для кристаллизации жидкой металлической прослойки.

Подготовка поверхностей деталей к пайке включает механическую, химическую или электрохимическую очистки от окислов, загрязнений органического и минерального происхождения, а также нанесение покрытий, улучшающих условия пайки или повышающих прочность и коррозионную стойкость паяных соединений. При монтаже электронной аппаратуры применяют как методы непосредственного соединения контактируемых материалов, осуществляемые под воздействием давления (накрутка, обжатие), тепла и давления (различные методы сварки), давления и физического воздействия (ультразвуковая сварка), так и методы с использованием промежуточного материала в виде припоя (пайка), токопроводящего клея (склеивание) под действием давления, тепла и физических методов активации.

Паяные электрические соединения нашли самое широкое применение при монтаже ЭА вследствие следующих достоинств: низкого и стабильного электрического сопротивления, широкой номенклатуры соединяемых металлов, легкости автоматизации, контроля и ремонта. Процессы пайки легкоплавкими припоями широко используются при монтаже печатных и проводных плат, герметизации корпусов полупроводниковых приборов и гибридных интегральных микросхем, сборки керамических конденсаторов, поверхностно-монтируемых элементов. Недостатки паяных соединений связаны с высокой стоимостью используемых цветных металлов, необходимостью удаления остатков флюса, низкой термостойкостью, снижением прочности в результате термического старения.

В настоящее время еще нет единого мнения о причинах появления пустот в паяном соединении. В общем случае образование пустот в слое припоя зависит от физико-химической природы и количества флюса, от атмосферы, в которой производилось паяние, состояния поверхности основного металла перед пайкой, состава припоя и металла основы, от температуры и способа паяния. Из всех этих факторов наибольшее влияние на появление раковин оказывают количество флюса и способ паяния.

Для получения удовлетворительного паяного соединения прежде всего нужно, чтобы как флюс, так и припой хорошо смачивали поверхность основного металла. При этом относительная смачивающая способность припоя должна быть больше, чем у флюса, в противном случае припой не будет замещать флюс в шве. Обычно эти условия соблюдаются, однако в некоторых отдельных участках паяного соединения, вследствие растворения во флюсе окислов, местных изменений поверхностного натяжения жидкого припоя или же ввиду неоднородности припоя или флюса, могут создаться условия, при которых жидкий припой не сможет заместить флюс; в этом случае в шве появятся включения флюса, ведущие к образованию раковин.

Другой причиной нарушений непрерывности слоя припоя в соединении являются пузырьки газа, образующегося в результате разложения флюса при температуре паяния. Эти газовые пузырьки аналогичны газовым раковинам в отливках. Чем значительнее площадь спаиваемых частей, тем труднее удаляется жидкий флюс из шва с избыточным припоем и тем больше возможность образования многочисленных раковин. Вредного влияния остатков флюса можно избежать, применяя пайку в газовой среде без жидких или порошкообразных флюсов. Влага в флюсе способствует образованию пустот. Лабораторные испытания и производственные наблюдения показывают, что при паянии с приложением давления или при скользящем смещении спаиваемых частей относительно друг друга образование раковин резко снижается.

В процессе охлаждения соединения из-за уменьшения растворимости газов происходит их выделение и образование рассеянной газовой пористости. Опыт высокотемпературной пайки алюминиевых сплавов с предварительной дегазацией припоев и флюсов показывает, что пористость металла шва при этом резко уменьшается.

Другой весьма распространенной причиной образования рассеянной пористости является возникновение так называемой усадочной пористости. Это явление характерно для случая затвердевания сплава с широким интервалом кристаллизации. При малых зазорах усадочные междендритные пустоты, как правило, тянутся в виде цепочки в центральной части шва. При больших зазорах усадочные поры располагаются в шве более равномерно в междендритных пространствах.

Причиной образования пор в паяных швах может быть эффект сфероидизации. В этом случае пористость в зоне шва возникает в результате нескомпенсированной диффузии атомов припоя и паяемого металла. Такого рода пористость возникает в системах припой – паяемый металл, у которых имеется заметное различие в коэффициентах диффузии.

Одной из существенных причин, вызывающих дефекты в паяных соединениях, является недостаточно тщательная подготовка паяемых поверхностей, плохая очистка от окислов и жира. В этом случае припой плохо затекает в зазор и не образует прочного соединения из-за недостаточной площади контакта между спаиваемыми поверхностями. По этому на очистку соединяемых поверхностей следует обратить особое внимание.

Причиной образования непропаев, которые берут начало у границы раздела с паяемым металлом, может явиться неправильное конструирование паяного соединения (наличие «глухих», не имеющих выхода полостей), блокирование жидким припоем газа при наличии неравномерного нагрева или неравномерного зазора, местное отсутствие смачивания жидким припоем поверхности паяемого металла. Причиной появления заблокированных остатков газа в швах может быть неравномерность движения фронта жидкости при затекании припоя в зазор. Фронт дробится на участки ускоренного и замедленного продвижения, в результате чего могут отсекаются малые объемы газа. Таким же образом может происходить захват флюса и шлаков в шве. Трещины в паяных швах могут возникать под действием напряжений и деформаций металла изделия в процессе охлаждения. Принято различать холодные и горячие трещины. Холодные трещины образуются при температурах до 200 °С. Горячими называются трещины, образующиеся при температуре выше 200 °С. Эти трещины обычно имеют кристаллизационное или полигонизационное происхождение. Если в процессе кристаллизации скорость охлаждения высока и возникающие напряжения велики, а деформационная способность металла шва мала, то появляются кристаллизационные трещины. Полигонизационные трещины возникают уже при температурах ниже температуры солидуса после затвердевания сплава по так называемым полигонизационным границам, образующимся при выстраивании дислокации в металле в ряды и образовании сетки дислокаций под действием внутренних напряжений. Холодные трещины возникают чаще всего в зоне спаев, особенно в случае образования прослойки хрупких интерметаллидов. Трещины в паяемом металле могут появиться и в результате воздействия жидких припоев, вызывающих адсорбционное понижение прочности.

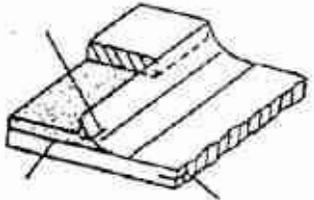
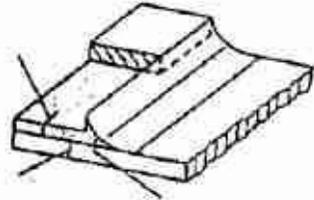
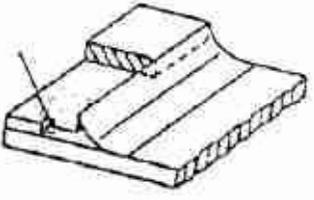
Неметаллические включения типа флюсовых или шлаковых возникают при недостаточно тщательной подготовке поверхности изделия к пайке или при нарушении ее режима. При слишком длительном нагреве под пайку флюс реагирует с паяемым металлом с образованием твердых остатков, которые плохо вытесняются из зазора припоем. Шлаковые включения могут образоваться также из-за взаимодействия припоев и флюсов с кислородом воздуха или пламенем горелки.

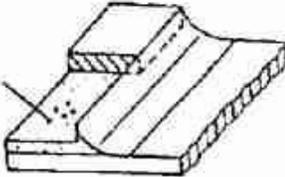
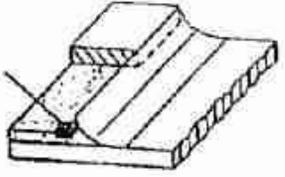
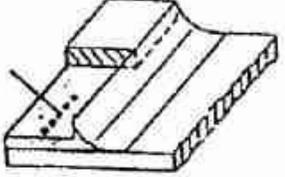
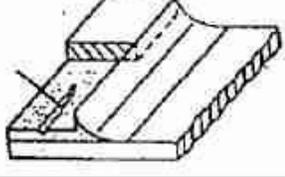
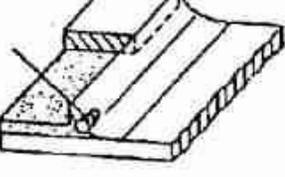
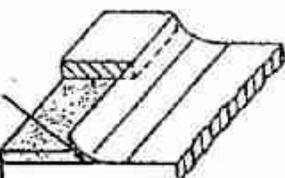
Правильное конструирование паяного соединения (отсутствие замкнутых полостей, равномерность зазора), точность сборки под пайку, дозированное количество припоя и флюсующих сред, равномерность нагрева – условия бездефектности паяного соединения. Методы контроля паяных изделий, браковочные признаки и нормы определяются назначением изделия и обусловлены техническими требованиями на их производство. Метод контроля пайки выбирается в зависимости от требований к паяемому изделию. Чаще всего контроль ограничивается внешним осмотром после очистки от флюса и окислов: паяный шов не должен иметь видимых непропаянных мест, наплывов припоя и черноты. Детали, от которых требуется герметичность шва, испытываются воздухом или жидкостью под давлением.

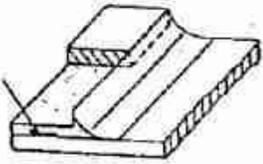
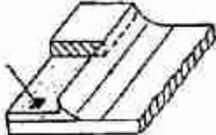
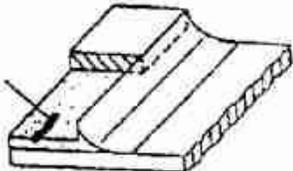
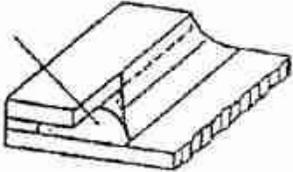
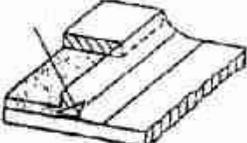
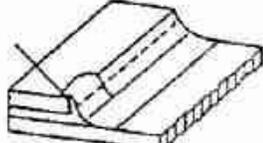
Выборочным контролем определяется степень пропаяивания, для чего детали разогревают до размягчения припоя, разъединяют и устанавливают качество затекания припоя в шов. В некоторых случаях определяется структура паяных соединений или исследуются образцы, вырезанные из паяных деталей. При разрушающих методах контроля паяных изделий испытанию до разрушения подвергают: непосредственно изделие, образцы, вырезанные из взятого от партии изделия, или образцы, вырезанные из «свидетеля», т. е. паявшегося по той же технологии изделия, предназначенного для проведения испытаний. Для выявления механических свойств паяных соединений проводят испытания паяных образцов при различных способах нагружения: растяжении, сжатии, изгибе, кручении и др.

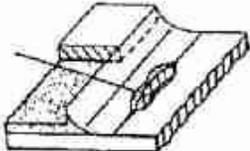
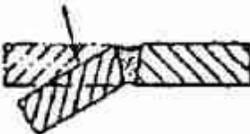
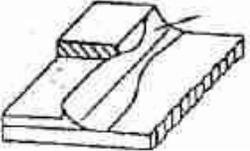
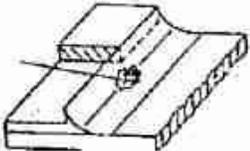
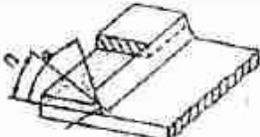
Вид и требования разрушающих методов контроля определяются техническими условиями на паяное изделие.

ДЕФЕКТЫ КОНСТРУКЦИЙ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Термины, определения их морфологические признаки	Генетические признаки дефектов	Чертеж
<p>1. Продольная трещина представляет собой разрыв металла, идущий параллельно плоскости спая. Она может располагаться в шве, в основном металле (ОМ), в зоне спая (ЗС)</p>	<p>Горячие и холодные трещины (ГТ И ХТ) в ОМ возникают под действием собственных напряжений, образующихся при сборке, нагреве под пайку, кристаллизации металла шва и охлаждения паяного изделия. Трещины в ОМ могут образоваться под действием расплавленного припая. Образование трещин наиболее часто наблюдается в швах, спаянных припоями, имеющими широкий интервал кристаллизации, а также загрязненных примесями (см. п. 2)</p>	
<p>2. Поперечная трещина – это разрыв металла, идущий перпендикулярно плоскости спая. Она может возникнуть в шве, в ОМ и в ЗС</p>	<p>Трещины в ЗС часто образуются при пайке разнородных материалов с резко различными физико-химическими свойствами. Часто этот дефект образуется при пайке пластин твердых сплавов с корпусом инструментов из конструкционных сталей. Трещины возникают также при пайке серебряными или медными припоями нержавеющей сталей в напряженном состоянии (см. п. 1)</p>	
<p>3. Пора и газовая раковина – это шарообразная или вытянутая полость, заполненная газом</p>	<p>Этот дефект связывают с химическими реакциями, протекающими в металле, со скоплением окислов и нитридов, с газовыделениями и усадочными явлениями, происходящими при переходе металла из жидкого состояния в твердое</p>	

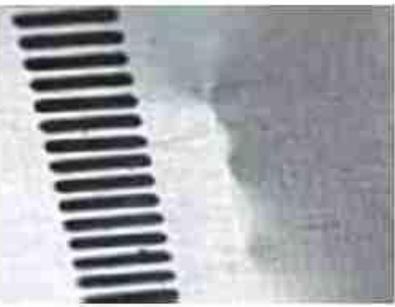
Термины, определения их морфологические признаки	Генетические признаки дефектов	Чертеж
4. Рассеянная пористость – это разбросанные по достаточно большой области многочисленные поры и/или раковины	Возникновение этого дефекта связано с химическим составом сплавов: она тем больше, чем шире двухфазная зона у затвердевающего сплава	
5. Сосредоточенная пористость – это локальное скопление пор и/или раковин	Сосредоточения образуются в результате выделения из металла при кристаллизации растворимых в нем газов	
6. Цепочка пор – это раковины (и/или поры), возникающие примерно по одной линии	Причиной их образования может быть выделение в процессе пайки газов, образующихся при испарении определенных компонентов припоев и флюсов	
7. Пора удлиненная – это заполненная газом червеобразная полость	Образуется в результате недостаточного питания соединительного зазора припоем и усадочных явлений, происходящих при кристаллизации. Возникновению способствует большой зазор	
8. Пузырь (вздутие) – это большое газовое включение вблизи поверхности	Причины возникновения – наличие влаги во флюсе и на заготовках припоя в виде адсорбированного локального слоя	
9. Твердотельное включение – это дефект в виде поры, внутри которой имеется металлический остаток	Причиной образования в расплаве ЗС служит массоперенос через шлаковую пленку, находящуюся на поверхности шарообразных включений – сферовдов, в результате наличия градиента концентрации компонентов в сфероиде и ЗС	

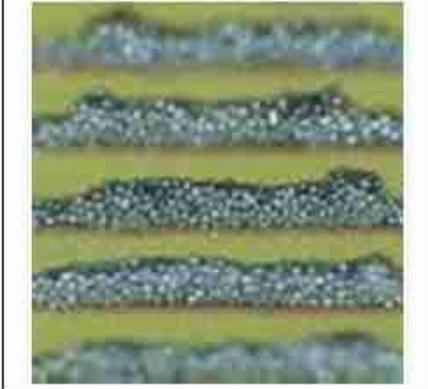
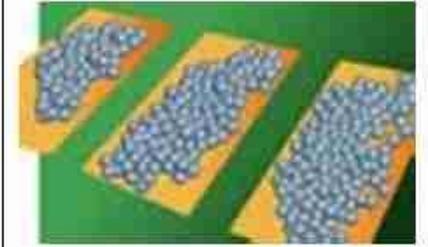
Термины, определения их морфологические признаки	Генетические признаки дефектов	Чертеж
10. Оксидное включение – это полости, заполненные оксидами, т. е. соединения элементов с кислородом	Причины их возникновения связывают с химическими реакциями, протекающими в металле, со скоплениями окислов и влиянием окисной пленки. При комнатной температуре большинство оксидов – твердые вещества	
11. Включение чужеродного металла – это полости, заполненные чужеродным металлом	В эту группу входят дефекты в виде инородных металлических частиц, попавших в ЗС механическим путем	
12. Флюсовое и шлаковое включение – это полости, заполненные флюсом или шлаком	Шлаковые включения образуются вследствие небрежной подготовки поверхности соединяемых элементов изделия перед пайкой, а также при слишком длительном нагреве под пайку, когда флюс, реагируя с ОМ, образует твердые остатки, которые плохо вытесняются припоем. При пайке газовой горелкой шлаковые включения могут образоваться в результате применения пламени с избытком кислорода	
13. Непропай – это несплошное заполнение зазора припоем. Неспай – это отсутствие в определенных местах спая между ОМ и припоем	Непропай возникают из-за неправильного температурного режима, недостаточного затекания припоя в зазор, в результате неправильной укладки перед пайкой или недостаточного его количества, включений флюса, плохой очистки поверхности ОМ, несоблюдения требуемого зазора. Причиной неспая может быть локальное несмачивание ОМ	
14. Подрез – это дефект поверхности в ЗС в виде углубления, расположенного по всей длине или на отдельных участках ЗС	Дефект возникает из-за неправильной настройки аппаратуры и несоблюдения технологии пайки	
15. Наплыв пайки – это дефект в виде напльвшего на ОМ припоя, неспаянного с ОМ	Причиной может быть небрежная пайка	

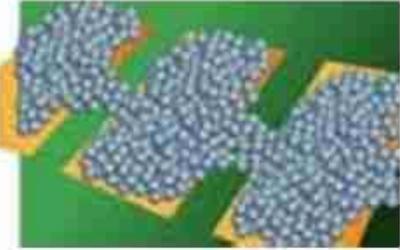
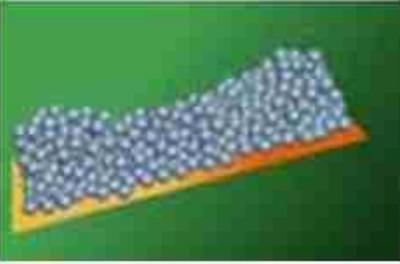
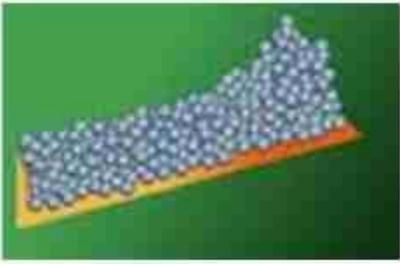
Термины, определения их морфологические признаки	Генетические признаки дефектов	Чертеж
16. Смещение кромок – это дефект в виде параллельного смещения кромок с отклонением от заданного техническими условиями (ТУ)	Причина – смещение элементов в процессе закрепления, а также отсутствие приспособлений, обеспечивающих надежную фиксацию элементов изделия	
17. Проплавление – это дефект в виде сквозной несплошности в ОМ	Причина – дефекты ОМ и слишком большая выдержка при температуре пайки	
18. Угловое смещение кромок – дефект в виде смещения элементов изделия, при котором элементы паяного изделия соединены под углом с отклонением от заданного в ТУ	Причина – смещение элементов в процессе закрепления, а также отсутствие приспособлений, обеспечивающих надежную фиксацию элементов изделия	
19. Неполномерный ШОВ – это неполное заполнение соединения припоем	Возможной причиной образования такого дефекта может быть недостаточный нагрев при пайке или недостаточное количество припоя	
20. Недостаточное заполнение бокового шва припоем. Часто имеет локальный характер	Причина – неравномерный нагрев или недостаточное количество припоя	
21. Выход флюса на поверхностную пору	При слишком длительном нагреве под пайку флюс, реагируя с ОМ, образует твердые остатки, которые плохо вытесняются припоем	
22. Дефект угла наклона шва пайки, при котором угол наклона углового шва к поверхности ОМ слишком велик (мал)	Причина – отклонение технологии пайки от оптимальной	
23. Брызги – это прилипшие к поверхности паяного соединения капли припоя	Причина небрежная пайка	

Дефекты паяных соединений, выявляемые визуальным и измерительным методом контроля

Дефекты трафаретной печати

Пример дефекта	Описание дефекта	Возможные причины	Методы предотвращения
	<p>Загрязнение трафарета с нижней стороны – может привести к образованию шариков припоя и перемычек при пайке оплавлением</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Плохая очистка трафаретов. 2. Редкая очистка трафаретов. 3. Плохая поддержка печатных плат (прогиб). 4. Плохое совмещение трафарета с рисунком контактных площадок. 5. Зазор между трафаретом и печатной платой 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использовать специальные материалы для очистки трафаретов. 2. Увеличить частоту очистки трафаретов снизу. 3. Обеспечить поддержку печатных плат снизу. 4. Обеспечить точное совмещение трафарета с рисунком контактных площадок. 5. Исключить зазор между платой и трафаретом
	<p>Деформация трафарета – может приводить к попаданию пасты за пределы контактных площадок, перемычкам и шарикам припоя</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокое давление ракеля. 2. Большое давление при совмещении трафарета с платой. 3. Плохое натяжение трафарета 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уменьшить давление ракеля, (при походе ракеля трафарет должен полностью очищаться от паяльной пасты). 2. Уменьшить давление. 3. Обеспечить натяжение трафарета

	<p>Паяльная паста остается в аперттурах после разделения трафарета с печатной платой</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отверстия в трафарете заблокированы. 2. Высокая скорость разделения трафарета с печатной платой. 3. Неправильно выбран размер частиц паяльной пасты. 4. Площадь стенок апертур значительно больше площади контактных площадок 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверить и очистить окна в трафаретах. 2. Откорректировать скорость разделения трафарета с платой. 3. Заменить пасту. 4. Конструкция апертур должна соответствовать требованиям стандарта IPC-7525
	<p>Неравномерные отпечатки паяльной пасты</p>	<p>Плохое отделение пасты от апертур в трафарете</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проконтролировать скорость разделения трафарета и платы. 2. Проверить чистоту трафарета. 3. Увеличить скорость нанесения пасты для уменьшения вязкости. 4. Проверить качество паяльной пасты. 5. При локальном расположении дефектов проверить поддержку плат
	<p>Объем паяльной пасты на контактных площадках меньше 80 % от объема аперттуры трафарета</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточное количество пасты на трафарете. 2. Плохое отделение пасты от апертур в трафарете. 3. Длительное время нахождения пасты на трафарете может приводить к подсыханию пасты и увеличению вязкости. 4. Слишком большой размер частиц припоя 5. Частичное закупоривание апертур трафарета 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверить количество пасты на трафарете. 2. Проконтролировать скорость перемещения и давление ракеля. 3. Проконтролировать свойства паяльной пасты. 4. Минимальная ширина окна в трафарете должна быть больше или равна пяти максимальным диаметрам шариков припоя. 5. Произвести очистку трафарета

	<p>Образование перемычек при нанесении паяльной пасты</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Слабое натяжение трафарета на раме. 2. Низкая вязкость паяльной пасты. 3. Повреждения (деформация) трафарета. 4. Размер апертур в трафарете равен размеру контактных площадок 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обеспечить тщательное натяжение трафарета. 2. Проконтролировать температуру в рабочем помещении; снизить скорость перемещения ракеля; заменить пасту. 3. Заменить трафарет. 4. Уменьшить размер апертур
	<p>Избыточное количество паяльной пасты на контактных площадках – может стать причиной возникновения перемычек после установки компонентов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низкое давление ракеля. 2. Истирание кромки ракеля (вмазывание пасты). 3. Зазор между трафаретом и платой. 4. Большая толщина трафарета. 5. Недостаточная поддержка платы снизу 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличить давление ракеля. 2. Заменить ракель. 3. Устранить зазор. 4. Заменить трафарет. 5. Обеспечить поддержку печатных плат снизу
	<p>Дефект «собачьи уши» – достаточное количество паяльной пасты в целом, но неправильная форма отпечатка пасты, возможно возникновение перемычек при пайке</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не отрегулирована скорость разделения трафарета с печатной платой. 2. Низкое давление ракеля. 3. Низкая скорость ракеля 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отрегулировать скорость разделения трафарета с платой. 2. Увеличить давление ракеля (трафарет должен полностью очищаться от паяльной пасты после прохода ракеля). 3. Увеличить скорость перемещения ракеля
	<p>Вычерпывание паяльной пасты – недостаточное количество паяльной пасты на контактных площадках</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточная жесткость ракеля. 2. Высокое давление ракеля. 3. Большой размер апертур (больше 2 × 2 мм) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использовать металлический ракель. 2. Уменьшить давление ракеля. 3. Уменьшить размер окон в трафарете

