

Требуется

низкая температура?
пайки ■

Есть решение — паяльная паста

Indium 5.7LT



Текст: Станислав Баев

”

Все чаще перед производителями электроники встают задачи, требующие применения паст с низкой температурой плавления. Причин этому может быть много — чувствительные к температуре компоненты, оптимизация технологического процесса, необходимость ступенчатой пайки, технология Pin in Paste, которая в последнее время становится все более популярной.

Основной вопрос, который может возникнуть при решении данной задачи — каким материалом производить низкотемпературную пайку печатных узлов и какие технологические аспекты важно учитывать при использовании низкотемпературных паяльных материалов. В статье мы дадим ответ на данный вопрос и покажем возможности для применения низкотемпературной пасты.

Традиционно для пайки печатных узлов используются две основные категории паяльных паст: с содержанием свинца и бессвинцовые. В России более 90% продукции производится с применением паст, содержащих свинец. Обычно это материалы со сплавами $\text{Sn}_{63}/\text{Pb}_{37}$, $\text{Sn}_{60}/\text{Pb}_{40}$, $\text{Sn}_{62}/\text{Pb}_{36}/\text{Ag}_2$. Температура плавления таких сплавов лежит в диапазоне 179–183 °С. Бессвинцовая же технология и применение соответствующего класса материалов в России востребованы меньше, хотя некоторые крупносерийные производства работают именно по данной технологии и используют классические бессвинцовые припои SAC с температурой плавления в диапазоне 217–220 °С.

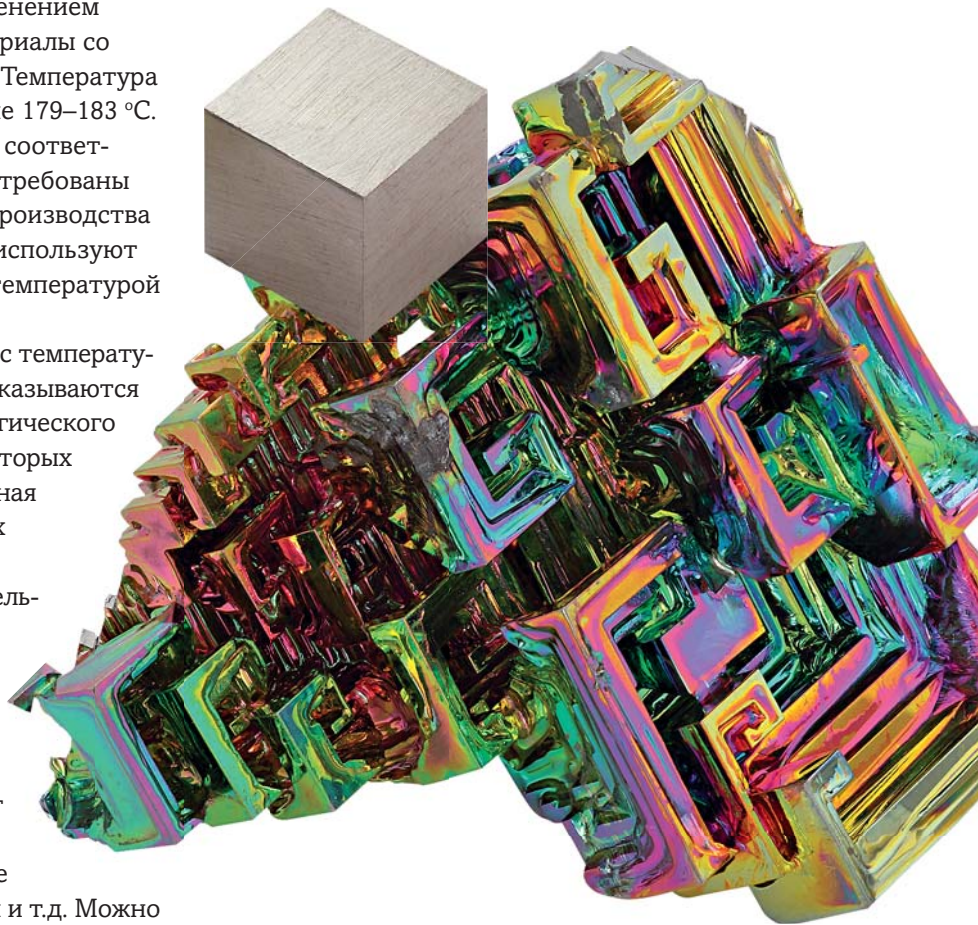
Как уже было отмечено, паяльные пасты с температурой плавления выше 180 °С в ряде случаев оказываются неприменимы на некоторых этапах технологического процесса. Основные задачи, для решения которых может быть использована низкотемпературная паяльная паста — это пайка чувствительных к температуре компонентов, двусторонний монтаж платы, необходимость допайки отдельных сложных компонентов печатной платы (BGA, QFP, PGA и другие). В этих случаях применяются ручная доработка, использование клеев для поверхностного монтажа, пайка волной, селективная пайка. Однако следствием внедрения таких решений могут стать дополнительные затраты на оборудование, заработную плату, дополнительные технологические материалы, энергоресурсы и т.д. Можно выбрать низкотемпературный припой с содержанием индия, но это зачастую дорогие материалы с продолжительным сроком поставки. И как быть в такой ситуации производителям электроники, которые выпускают продукцию серийно? Ведь при серийном производстве важно обеспечить и минимальную себестоимость сборки, и высокое качество, и своевременное производство, а также минимизировать простои производственных мощностей, обусловленные, в том числе, отсутствием требуемых технологических материалов.

Для низкотемпературной пайки эффективным решением могут быть паяльные пасты со специальными низкотемпературными сплавами. Существует материал,



2
Паяльная паста
Indium 5.7LT

1
Синтетический
кристалл висмута
и слиток



который уже опробовали и применяют многие ответственные производители — паяльная паста Indium 5.7LT (рис 1). Это материал на основе припоев висмут/олово (Bi/Sn), разработанный и выпускаемый компанией Indium с 2012 года.

Паяльная паста Indium 5.7LT выпускается с двумя типами сплавов: Indalloy 281 ($\text{Bi}_{52}\text{Sn}_{48}$) и Indalloy 282 ($\text{Bi}_{52}\text{Sn}_{47}\text{Ag}_1$). Температуры плавления данных сплавов соответственно 138 °С и 140 °С, а температура пайки — 160 °С. Это позволяет выполнять пайку сначала паяльной пастой со сплавом $\text{Sn}_{62}\text{Ag}_{36}\text{Pb}_2$ с температурой плавления 180 °С, а потом проводить пайку паяльной пастой Indium 5.7LT без риска, что отпадут запаянные при первой операции компоненты. При использовании припоев висмут/олово риски повреждения чувствительных к температуре компонентов также существенно минимизируются.

Сплавы олова с висмутом (рис 2) хорошо смачивают и растекаются по большинству видов покрытий. Их твердость ниже твердости сплавов олова со свинцом, но они обладают значительно большей пластичностью, что позволяет им лучше переносить вибрации. В них создаются меньшие остаточные напряжения, вероятность появления трещин значительно снижена. Любопытный факт: именно высокая пластичность сплавов висмут-олово не

позволяет производить из него трубчатые припои с каналами флюса внутри по существующим технологиям.

С другой стороны, особого внимания требует взаимодействие сплавов висмут-олово со свинцом. Присутствие свинца в сплавах висмут-олово значительно снижает температуру плавления, так как при этом образуется тройная эвтектика олово-висмут-свинец с температурой плавления 90 °С. Перед применением пасты со сплавом висмут-олово важно убедиться, что температура изделия при эксплуатации и транспортировке не будет выше 80 °С или в отсутствие свинца на плате и компонентах.

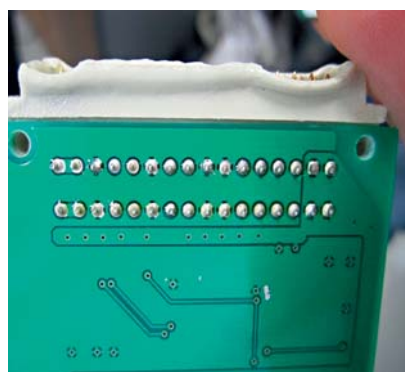
Паяльная паста Indium 5.7LT отличается прозрачными ультрамалыми остатками флюса после оплавления, не содержит галогенов и соответствует требованиям самых жестких директив RoHS и REACH. Паяльная паста поставляется в банках по 500 грамм и в шприцах 10 см³ по 25 грамм. Стоимость подобных паяльных паст в разы ниже аналогичных продуктов, содержащих индий.

Как уже говорилось, остатки флюса после оплавления пасты Indium 5.7 LT очень малы и в большинстве случаев не требуют отмывки. При необходимости удаления остатков флюса рекомендуется применять стандартные процессы отмывки с использованием отмывочных жидкостей компании Zestron.

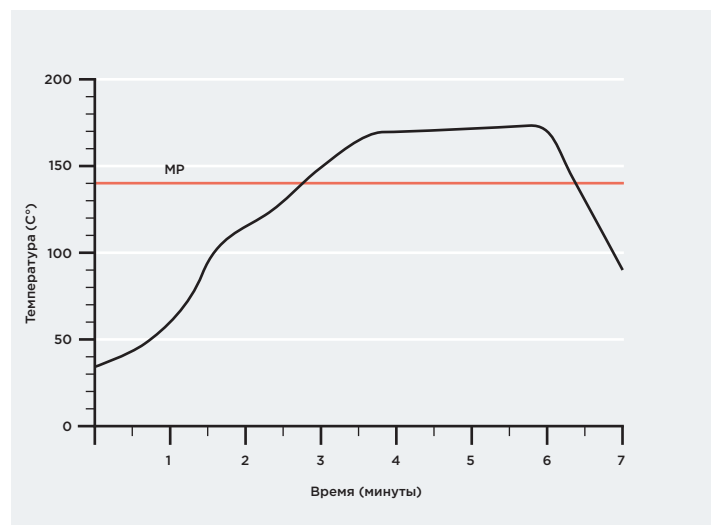
Пример из практики

Рассмотрим пример технологического процесса одного из российских производителей электроники. Была поставлена задача по производству телекоммуникационного изделия со сложными микросхемами в корпусах BGA и QFP, большим количеством поверхностно-монтируемых пассивных компонентов, а также разъемами со штыревыми выводами. Инженеры предприятия решили применить технологию поверхностного монтажа PiP (Pin in Paste — монтаж компонентов со штыревыми выводами на паяльную пасту), так как использование других технологий не позволяло обеспечить необходимые производительность и качество.

Работа по технологии PiP и разработка трафарета не вызвали вопросов, но инженеры столкнулись с задачей, требующей внесения корректировок в технологию пайки печатного узла. Выяснилось, что некоторые выводные



3
Пример разъема, не выдержавшего температуры оплавления больше 200 °С



4

Температурный профиль пайки оплавлением рекомендованный производителем для паяльной пасты Indium 5.7

компоненты, которые ранее штучно допаивались вручную, не выдерживают температуру пайки, необходимую для паяльных паст со сплавом Sn₆₂Pb₃₆Ag₂. Например, один из разъемов после воздействия температуры 190–200 °С деформировался до такой степени, что его использование в изделии в процессе эксплуатации оказалось невозможным [рис 3](#).

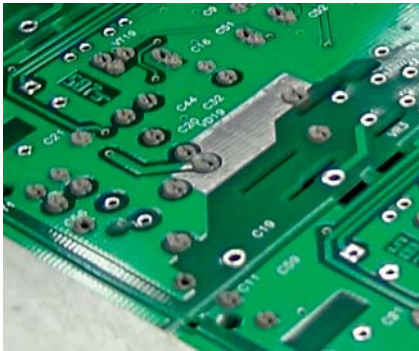
Решением задачи стало применение паяльной пасты Indium 5.7LT с пиковой температурой, в зоне оплавления не превышающей 170 °С. Температурный профиль для пайки был разработан инженерами Остека и специалистами технической поддержки с учетом рекомендаций компании Indium [рис 4](#). Для проверки найденного решения на практике провели эксперимент. Работа состояла из двух основных этапов:

- Проверка возможности сборки печатного узла с двусторонним монтажом и применением двух типов паяльных паст: пасты с традиционным сплавом Sn₆₂Pb₃₆Ag₂ на одной стороне платы и пасты со сплавом Bi₅₂Sn₄₈ на второй стороне.
- Проверка возможности качественной сборки печатной платы с компонентами, критичными к температурам нагрева выше 190 оС с применением пасты со сплавом Bi₅₂Sn₄₈.

Этап №1

Ранее вторая сторона платы допаивалась либо вручную, либо на установке пайки волной, либо с помощью специального оборудования. По расчетам и прогнозам инженеров перевод изделия полностью на технологию поверхностного монтажа повышал производительность, положительно влиял на качество и себестоимость сборки.

Профиль для оплавления был построен на основании профиля, рекомендованного производителем, но с учетом теплоемкости и особенностей конкретных печатных узлов. Пайка второй стороны печатной платы с использованием сплава $\text{Bi}_{52}\text{Sn}_{48}$ никак не отразилась на ранее сформированных паяных соединениях. Качество сборки и технологичность процесса оправдали все ожидания специалистов. Результат эксперимента: паяльная паста Indium 5.7LT утверждена для использования в процессе монтажа плат для технологии по PiP.



5
Дефект: отсутствие пайки вывода у компонента SO-8 под различными углами обзора

Этап №2

При сборке использовались классическая технология поверхностного монтажа и технология PiP, паста Indium 5.7LT, сплав $\text{Bi}_{52}\text{Sn}_{48}$. В качестве критичного компонента был выбран отрицательно зарекомендовавший себя разъем. В эксперименте максимальная пиковая температура при оплавлении составила 160 °C.

Результаты показали, что у всех критичных к температуре компонентов после оплавления с использованием паяльной пасты Indium 5.7LT не выявлено изменений от воздействия температур оплавления припоя. Проведенные позже тесты подтвердили, что форма и характеристики компонентов после оплавления полностью соответствуют техническим нормам и описанию. Результат эксперимента: паяльная паста Indium 5.7LT утверждена также и для пайки компонентов, критичных к воздействию высоких температур.



Висмут (лат. Bismuthum),

Bi — химический элемент V группы периодической системы Менделеева; серебристо-серый металл с розоватым оттенком. Цветная глянцевая поверхность — это оксидная пленка висмута, который в сухом воздухе устойчив, во влажном наблюдается его поверхностное окисление. При нагревании выше 1000 °C сгорает голубоватым пламенем с образованием окиси Bi_2O_3 .

Висмут был известен в 15-16 вв., но долгое время его считали разновидностью олова, свинца или сурьмы. Как самостоятельный металл он был признан в середине 18 века — французский химик А. Лавуазье включил его в список простых тел.

Физические и химические свойства висмута:
Плотность 9,80 г/см³; $t_{пл}=271,3$ °C;
 $t_{кип}=1560$ °C. Удельная теплоёмкость (при 20 °C) 123,5 Дж/кг·K (0,0294 кал/г·°C); термический коэффициент линейного расширения при комнатной температуре $13,3 \cdot 10^{-6}$; удельная теплопроводность (при 20 °C) 8,37 Вт/(м·K) [0,020 кал/(см·с·°C)]; удельное электрическое сопротивление (при 20 °C) $106,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м ($106,8 \cdot 10^{-6}$ Ом·см).

В завершение подчеркнем, что паяльные пасты и другие продукты компании Indium помогают решать самые сложные задачи при пайке и гарантируют надежный результат. Широкая номенклатура форм припоев, типов сплавов и формул флюсов позволяют найти оптимальное технологическое решение практически для любой задачи в области сборки электроники. 