# Бессвинцовые технологии

В современном производстве радиоэлектронной аппаратуры стремительно совершенствуются технологии, меняются электронные компоненты, используются новейшие материалы. Одним из новейших направлений развития РЭА является технология поверхностного монтажа, когда элементы располагаются не на штыревых выводах, вставленных в соответствующие отверстия печатной платы, а непосредственно на контактных площадках печатной платы, сформированными токоведущими дорожками. Это позволяет не только добиться огромной миниатюризации собранных таким образом устройств, но и к значительному снижению массы и стоимости, т.к. данная технология позволяет полностью автоматизировать производство, практически без участия человека. У этой технологии большое будущее. Она приводит к появлению миниатюрной теле- видео- аудиоаппаратуры, многофункциональной и гибкой бытовой техники, умных автомобилей.

Примером исследования и анализа современного рынка новейших производственных материалов явились паяльные пасты, которые широко применяются в технологии поверхностного монтажа. Одним из основных направлений данной технологии является применение экологически – чистых материалов в производстве радиоэлектронной аппаратуры.

Паяльная паста способствует образованию паяного соединения между контактами печатной платы и выводами поверхностно – монтируемых электронных компонентов. Одним из достоинств пасты является её многофункциональность и технологичность применения: помимо основного назначения в качестве припоя, она одновременно является флюсом, а также фиксирует компоненты при их установке на печатную плату. Применение паст позволяет значительно автоматизировать процесс нанесения. Правильный выбор пасты, соблюдение определенной технологии при подготовке ее к применению и предписанных производителем условий хранения - основные факторы в обеспечении качества сборки электронного модуля.

Основными причинами перехода к новому типу припоев (помимо экологической безопасности) являются более высокие эксплуатационные характеристики таких припоев. Существует ряд причин, по которым промышленное применение такого типа припоев до сих пор ограничено. Бессвинцовый типприпоев имеет более высокую температуру пайки, что сказывается на сложности паяльного оборудования: приходится выдерживать более узкую границу термопрофиля. В последнее время в промышленности все чаще и чаще начинают использовать паяльные пасты без содержания свинца. Это позволяет выпускать изделия, отвечающие нормам экологической безопасности, принятыми в Европейском союзе и повысить экологичность самого производства.

## Существует две основные причины перехода к бессвинцовым технологиям*:*

*Первая причина* заключается в том, что свинец оказывает вредное воздействие на здоровье человека. При попадании в организм через дыхательные пути или пищевод свинец накапливается в пищеварительном тракте, что оказывает вредное воздействие на кровеносную и центральную нервную системы человека. Стандартное значение максимально допустимой концентрации свинца в крови составляет 130 мг/л. В США допустимая концентрация – 100 мг/л.

*Вторая причина* – большие термические нагрузки на компоненты, что влечет за собой ужесточение требований к работоспособности узлов пайки.

На рынке на сегодняшний день представлено множество бессвинцовых припоев с целой номенклатурой температур плавления. Однако те, что показывают лучшие результаты в пайке оплавлением и волной, обладают значительно более высокими температурами плавления, чем оловянно-свинцовые припои, заменить которые они призваны. Для собираемых материалов и компонентов это означает необходимость применения более высокой температуры, требуемой для пайки оплавлением, волной и ручной пайки. Повышенные температуры означают изменения в материалах, оборудовании и процессах.

При использовании *бессвинцовых* припойных паст разница температур между участками плат с большей массой и меньшей должна быть минимальной. Это достигается правильно подобранным температурным профилем пайки. Уменьшить разницу температур позволяют следующие методы:

**1.** Увеличение времени предварительного нагрева. Этот метод позволяет в значительной степени уменьшить температурную разницу, однако при увеличении времени предварительного нагрева происходит испарение флюса, что приводит к ухудшению смачиваемости из-за окисления спаиваемых поверхностей.  
**2.** Увеличение температуры предварительного нагрева. Обычно температура предварительного нагрева 140-160°С, однако для *бессвинцовых* припойных паст она может быть увеличена до 170-190°С. Так как температура преднагрева повышена, скачок температур между этапом преднагрева и пайки будет меньше чем в обычном термопрофиле, следовательно не будет такой заметной разницы температур различных участков печатной платы, вызванной разной скоростью нагрева. Недостаток этого метода, как и предыдущего, заключается в быстром испарении флюса (еще на этапе предварительного нагрева), что сказывается на надежности пайки.  
**3.** Трапециевидный термопрофиль. Используя такую форму термопрофиля современные печи оплавления позволяют уменьшить температурную до 8°С, что считается приемлемым.

При переводе изделий на **бессвинцовую** пайку приходится учитывать целый ряд факторов. Припои подбирают, исходя из особенностей конструкции устройства, топологии печатной платы, механических и электрических характеристик блока, условий его эксплуатации. При выборе учитывают также температуру плавления припоя, надежность паяных соединений, устойчивость монтируемых компонентов к температуре пайки, различия режимов при пайке оплавлением и волной припоя.   
Основной критерий при выборе припоя — это температура плавления. Все припои в зависимости от температуры плавления можно разделить на четыре группы:

1. Низкотемпературные (температура плавления ниже 180°C),
2. С температурой плавления, равной эвтектике Sn63/Pb37 (180…200°C),
3. Со средней температурой плавления (200…230°C),
4. Высокотемпературные (230…350°). .

***Существует 5 основных групп****бессвинцовых припоев****:*  
1.** SnCu Медьсодержащие эвтектические припои изначально создавались для пайки печатных плат волной припоя. Недостатком этого типа является высокая температура расплавления и худшие механические свойства по сравнению с другими ***бессвинцовыми припоями.*2.** SnAg Серебросодержащие припои используются в качестве ***бессвинцовых припоев*** уже много лет. Они имеют хорошие механические свойства и лучше паяются чем медьсодержащие припои. Эти припои также являются эвтектическими, температура расплавления 221°С. Сравнительные тесты пайки таким типом припоя и обычным свинецсодержащим припоем показывают значительное преимущество **бессвинцового припоя**понадежности пайки.  
**3.** SnAgCu Сплав олова серебра и меди является трехкомпонентным эвтектическим припоем. Он использовался задолго до появления серебросодержащего припоя. Преимущество такого типа заключается в более низкой температуре расплавления (217°С). Припой обладает лучшей надежностью и спаиваемостью. Добавление сурьмы (0,5%Sb) позволило приспособить этот тип припоя для пайки волной. Этот припой используется в промышленности наряду с серебросодержащим. Предпочтение тому или иному типу отдается исходя из экономических соображений и оборудования производства.  
**4.** SnAgBi (Cu) (Ge). Низкая температура плавления такого сплава сильно повышает надежность пайки. Температура расплавления такого типа припоя в различных сочетаниях соотношений металлов колеблется в диапазоне 200-210°С. Этот тип припоев обладает лучшей спаиваемостью среди ***бессвинцовых припоев***. Добавление Cu и/или Ge улучшает прочность паяного соединения, а также смачиваемость спаиваемых поверхностей припоем. Значительная тенденция такого типа припоев образовывать припойные перемычки по сравнению с другими **бессвинцовыми припоями** может быть уменьшена добавлением других примесей.  
**5.** SnZnBi. Этот тип припоев имеет температуру расплавления близкую к эвтектическим свинец содержащим припоям, однако наличие Zn приводит ко многим проблемам связанным с их химической активностью:

1.Малое время хранения припойной пасты  
2.Необходимость использования активных флюсов  
3.Чрезмерное шлакование и оксидирование  
4.Потенциальные проблемы коррозии при сборке

Использование такого типа припоев рекомендуется для пайки в среде защитного газа. В электронной промышленности преимущественное распространение получили следующие припои: Sn63/Pb37 и Sn62/Pb36/Ag2 (добавление серебра снижает его миграцию с покрытия контактных поверхностей ЭК в материал припоя) для эвтектической пайки и Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7 и Sn96,5/Ag3,5 – для бессвинцовой.  
Для сборки особо важных устройств (оборонная промышленность, автономные устройства) рекомендуется использование высококачественных SnAgCu припоев с добавкой (при необходимости) Sb. Для профессиональной техники (промышленность, системы связи) рекомендуется использование SnAgCu или SnAg двухкомпонентых эвтектических припоев. Для техники широкого потребления (TV, аудио- видео, офисное оборудование) может использоваться широкий диапазон сплавов, таких как SnAgCu(Sb) и сплавов SnAg группы. В меньшей степени используются SnCu и SnAgBi припои.

Учитывая, что бессвинцовые припои ведут себя отчасти не так, как оловянно-свинцовые, для достижения успешного бессвинцового монтажа необходимо принимать во внимание множество важных факторов.

Качество бессвинцового припоя определяется долей «вредных» примесей в сплаве, снижающих прочность паяного соединения. Так, например, примесь никеля способствует образованию пустот в паяном соединении, примесь алюминия - тусклости и зернистости, железо увеличивает окалину*,* излишняя медь снижает смачиваемость, а излишняя сурьма чревата хрупкостью паяного соединения при низких температурах. Поэтому чистота металлов в сплаве является важнейшим слагаемым качества!

Проводимые электронными компаниями мира программы перехода на полностью бессвинцовое производство электроники набирают темпы. В Японии работы подошли к заключительной стадии. Европейские законодатели торопят своих производителей отказаться от использования свинца в припоях для пайки электронной аппаратуры. Американские законодатели ещё не определились с решением этой проблемы. Но все фирмы, поставляющие оборудование и материалы, стараются предложить рынку решения для перехода на бессвинцовую технологию.

Не остаются в стороне и наши производители электронной техники. Технологию поверхностного монтажа освоили практически все электронные предприятия республики Марий-Эл. Сегодня они стараются внедрять экологически чистые технологии. Применение бессвинцовых технологий требует много затрат и усилий, но несмотря на трудности, электронные предприятия республики (ООО «Объединение Родина», ОАО «Хроматэк», ОАО «НАТА-ИНФО») активно учавствуют в борьбеза экологическую безопасность.