

Бессвинцовая пайка в подробностях

Андрей Ивасык, руководитель отдела поставки, фирма СЭА

Леся Рошук, менеджер отдела паяльного оборудования, фирма СЭА

Юрий Коваль, руководитель технического отдела, фирма СЭА

E-mail: smolka@sea.com.ua

Разработка нового законодательства об охране окружающей среды, такого как директива Совета Европы по экологической безопасности RoHS (Restriction of use of Certain Hazardous Substances – ограничение на использование опасных вещества) стала причиной многих проблем для фирм занимающихся распайкой плат традиционными методами с использованием свинцовосодержащих припоев, особенно принимая во внимание тот факт, что на Европейском рынке свинец будет полностью запрещен к применению в большей части электронного оборудования начиная с июля 2006 года.



БЕССВИНЦОВАЯ ПАЙКА ДИКТУЕТ ПЕРЕМНЫ

К счастью, уже была проделана большая часть работы по определению жизнеспособной композиции бессвинцового припоя, комбинации материалов и условий технологических процессов пайки обеспечивающих экономическую целесообразность, а также надежность равную или лучшую чем у технологий, основанных на использовании оловяно-свинцовых припоев.

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 еще не определились с решением этой проблемы. Но все фирмы, поставляющие оборудование и материалы, стараются предложить рынку решения для перехода на бессвинцовую технологию.

Существуют две основные причины перехода к бессвинцовым технологиям.

Первая – влияние свинца на здоровье человека. Это влияние хорошо известно. При попадании в организм через дыхательные пути или пищевод сви-

нец накапливается в пищеварительном тракте, что оказывает вредное воздействие на кровеносную и центральную нервную системы человека. Кроме того, свинец влияет и на репродуктивную функцию человека. Стандартное значение максимально допустимой концентрации свинца в крови составляет 130 мг/л. В США допустимая концентрация – 100 мг/л. Основные потребители свинца – автомобильная и военная отрасли промышленности. В электронной промышленности удельный вес применения свинца относительно мал – 0,5–7%, по различным источникам. Но вследствие стремительного роста отходов электронных систем, особенно бытовых, проблема избавления от свинца становится все острее. При выборе альтернативы свинцовой пайке следует руководствоваться степенью опасности материалов:

- кадмий – высоко токсичен и применяться не должен. Компания Ford Motors, например, запрещает использование материалов с содержанием кадмия;
- сурьма – высокотоксична и не рассматривается как основной металл в сплавах (средний риск, европейские ученые считают этот материал канцерогенным);
- серебро и медь используются в бессвинцовых сплавах в малых количе-

ствах – в Европе уровень опасности этих материалов считается низким;

- олово и цинк – основные элементы, которые могут использоваться для покрытий пищевой тары, но становятся токсичными при повышенных дозах в пище;
- висмут – безвредный металл, применяемый в медицине.

Вторая причина – большие термические нагрузки на компоненты. Это влечет за собой ужесточение требований к работоспособности узлов пайки. В автомобильной промышленности для уменьшения числа проводов и, следовательно, снижения стоимости электронной системы все больше микросхем размещается в моторном отделении, температура которого может превышать 150 °С. Прочностные характеристики припоев Sn6xPb3x при циклических термических нагрузках ухудшаются уже при температуре 125 °С, а более высокая температура приводит к пластическим деформациям, диффузии, рекристаллизации и росту зерна внутри узла пайки. Обычные припои Sn62/Pb36/Ag2 (температура плавления 179 °С) и Sn63/Pb37 (183 °С) характеризуются достаточно хорошей стабильностью свойств и микроструктуры и, следовательно, надежностью паяных соединений при рабочей температуре до 150 °С. Однако механическая стабильность паяных соединений ухудшает-

ся при приближении рабочей температуры к точке плавления и при термоциклировании в условиях повышенных температур, поэтому вероятность повреждения сплавов Sn/Pb достаточно высока, а прочностные характеристики Sn₆₃Pb₃₇ могут ухудшаться уже при 125 °С. Более высокая температура приводит к пластическим деформациям, диффузии, рекристаллизации и росту зерна внутри узла пайки. Один из перспективных альтернативных сплавов – система Sn/Ag/Cu. Этот сплав включен в список JEIDA и рекомендован Европейско-британским консорциумом по исследованию перспективных материалов (European Brite-Euram Consortia) как основной припой для электронной промышленности. Анализ систем сплавов Sn–Ag–X показал, что наиболее устойчив к появлению трещин при термических нагрузках и самая вероятная альтернатива системе Sn–Pb – это припой Sn/4Ag/0.5Cu. Существуют и другие сплавы, используемые в промышленности как альтернатива сплавам Sn/Pb.

Существует пять основных групп бессвинцовых припоев:

- 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.
- 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 по надежности пайки.
- 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). Соотношение компонентов в таком припое является по сей день предметом постоянных дискуссий. Припой с составом 95.5%Sn+3.8%Ag+0.7Cu рекомендован для Brite-Euram project (European Research in Advanced Materials). Этот проект показал, что такой тип припоя

обладает лучшей надежностью и спаиваемостью чем серебро и медьсодержащие бессвинцовые припои. Добавление сурьмы (0.5%Sb) позволило приспособить этот тип припоя для пайки волной. Этот тип припоя используется в промышленности наряду с серебросодержащим. Предпочтение тому или иному типу отдается исходя из экономических соображений и оборудования производства.

- 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. Компания Matsushita подтвердила, что 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.

- SnZnBi. Этот тип припоев имеет температуру расплавления близкую к эвтектическим свинецсодержащим припоям, однако наличие Zn приводит ко многим проблемам связанным с их химической активностью: малое время хранения припойной пасты, необходимость использования активных флюсов, чрезмерное шлакование и оксидирование, потенциальные проблемы коррозии при сборке, использование такого типа припоев рекомендуется для пайки в среде защитного газа.

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 двухкомпонентных эвтектических припоев. Для техники широкого потребления (ТВ, 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 – их выбор обусловлен финансовой политикой компаний (в основном по отношению к Bi содержащим припоям).

На рынке в настоящий момент представлено множество бессвинцовых при-

поев с целой номенклатурой температур плавления, но те, что показывают лучшие результаты в пайке оплавлением и волной обладают значительно более высокими температурами плавления, чем оловяно-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.

Совместно с тем обстоятельством, что бессвинцовые припои ведут себя отчасти не так, как оловяно-свинцовые, для достижения успешного бессвинцового монтажа необходимо принимать во внимание множество важных факторов.

Как и со многими вопросами, связанными с переходом на бессвинцовую сборку, поставщики все больше осведомлены о возникающих проблемах, и часто могут предложить специфические решения. Трудно переоценить важность установления диалога не только в вертикали цепи поставки электронных компонентов, но также и с производителями оборудования.

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

БЕССВИНЦОВАЯ АЛЬТЕРНАТИВА

Традиционный монтаж в электронной промышленности основан на использовании оловяно-свинцовых припоев с содержанием олова и свинца в отношениях 60:40 или 63:37 с температурой плавления равной, или близкой к 183 °С.

Было предложено много бессвинцовых припоев в замен традиционных, свинецсодержащих, с температурами плавления от значительно более низких до значительно более высоких чем у обычных припоев. Для того чтобы установить определенное соответствие бессвинцовых припоев свинецсодержащим, ряд организаций – таких как Soldertec, IPC и Intellect рекомендовали промышлен-

ности в большинстве применений ограничить свой выбор припоев и специальных сплавов.

Припои основанные на сплаве олово–серебра–меди – известные как SAC припои – широко используются как для пайки оплавлением, так и для пайки волной, а оловяно–медные припои используются в волновой пайке. Температуры плавления этих припоев лежат в диапазоне 215 °С – 220 °С. Для волновой пайки подходит оловяно–медный эвтектический сплав (Sn–0.7Cu) с температурой плавления 227 °С, являющийся одним из наиболее дешевых бессвинцовых сплавов на рынке. Характеристики этих припоев приведены в таблице 1.

Таким образом, для большинства Европейских компаний переходящих на бессвинцовые припои, ключевые проблемы во всем процессе производства сосредоточены вокруг использования разных составов припоев и факта, что все они, по всей видимости, потребуют более высоких температур пайки.

БЕССВИНЦОВАЯ ПАЙКА ОПЛАВЛЕНИЕМ

Для высоких пиковых температур пайки возможно понадобится изменить и оптимизировать как оборудование так и параметры процесса, такие как профиль оплавления, для каждого конкретного сплава.

Для большинства применений использующих стандартные компоненты и печатные платы было определено, что с введением лучшего контроля за процессом пайки, пиковая температура пайки должна быть выше только на 15 – 20°С температуры плавления припоя.

Поддержание температуры оплавления как можно более низкой позволяет уменьшить нагрузки, которым подвергаются печатные платы и установленные на них компоненты (см. рис.1). Уход от чрезмерных температур также помогает уменьшить интерметаллические образования особенно в паяных соединениях подвергаемых более чем одному циклу пайки. Температурное профилирование необходимо для определения оптимального профиля оплавления особенно в случаях сложных печатных плат.

Основной вклад в оптимальную кривую оплавления вносят размер и вес сборки, плотность компоновки, соотношение больших и малых элементов, а также тип используемой паяльной пасты. Профиль должен также оптимизироваться для каждого выбранного сплава.

Таблица 1. Характеристики припоев

Сплав	SnCu	SnAgCu
Цена	Низкая	Высокая
Температура плавления	227°С	217°С
Пайка волной припоя	Иногда критическая	Хорошая
Пайка оплавлением	Менее удобна	Хорошая
Механическая прочность	++	+++
Растворения меди в ванне с припоем	Приемлемое	Высокое
Разрушение тигеля с припоем	Нет	Да

Условия пайки также должны быть оптимизированы для комбинации типа сборки, паяльной пасты и прочих ограничений связанных с используемыми материалами. Бессвинцовые компоненты могут паяться конвекционно, но многие проблемы могут быть решены применением современных печей с принудительной конвекцией и большим количеством нагревательных зон с более точным контролем над процессом оплавления.

Печи с атмосферой азота показывают лучшие результаты по смачиваемости при более низких пиковых температурах, при этом, позволяя получить более низкий градиент температур по сечению платы что, несомненно, является преимуществом в случае двухсторонней сборки. Вследствие использования более высокой температуры при пайке бессвинцовой пастой в отдельных случаях платы больше подвержены короблению в ходе пайки, впрочем, эта проблема может быть решена использованием конвейера с поддержкой центральной части плат. Для бессвинцовой пайки оплавлением рекомендуется использовать специальные паяльные пасты, приведенные в табл. 2 и рис. 2, а также бессвинцовые сплавы (см. табл. 3) компании Interflux Electronics.

Все сплавы компании Interflux Electronics производятся только из металлов первой плавки и имеют высшую степень очистки согласно общеевропейским нормам.



Рисунок 1 Печатные платы и установленные на них компоненты

Рекомендуется использовать термопрофиль пайки оплавлением для SAC и SnAg бессвинцовых сплавов изображенный на рис. 3.

Описание этого термопрофиля:

- Предварительный прогрев (preheat): от 25 °С до 120 °С со скоростью +1 °С/сек.
- Зона смачивания (soak): от 120 °С до ± 200 °С со скоростью +1 °С/сек.
- Скачек зоны оплавления (ramp to reflow): макс. +4 °С/сек.



Рисунок 2 Паяльная паста

Таблица 2. Паяльная паста

Название	Классификация IPC-JSTD-004A	Среда		Применение		Класс зерна	Прим.
		Воздух	Азот	Печать	Дозирование		
Не требующая отмывки							
IF9009It	RE/L1	**	***	***	**	3&AT(*)	Легко смываемая
Delphine 5500	RE/L0	**	***	***	**	3&AT(*)	Легко смываемая
Водосмываемая							
Nautilus 1	OR/M1	**	***	***	**	3&AT(*)	
Сокращения: ** хорошо, *** отлично, * – другой класс зерна возможен по запросу.							

Таблица 3. Бессвинцовые сплавы

SAC	SnAg	SnCu	Упаковка
Sn95.5 Ag4Cu0.5	Sn95.8 Ag4.2	Sn99.3 Cu0.7	500 г банки. 500 г картриджи
Sn96.5 Ag3 Cu0.5	Sn96.5 Ag3.5		ProflowTMI ПускракTМ кассеты 5, 10, 30см ³ шприцы

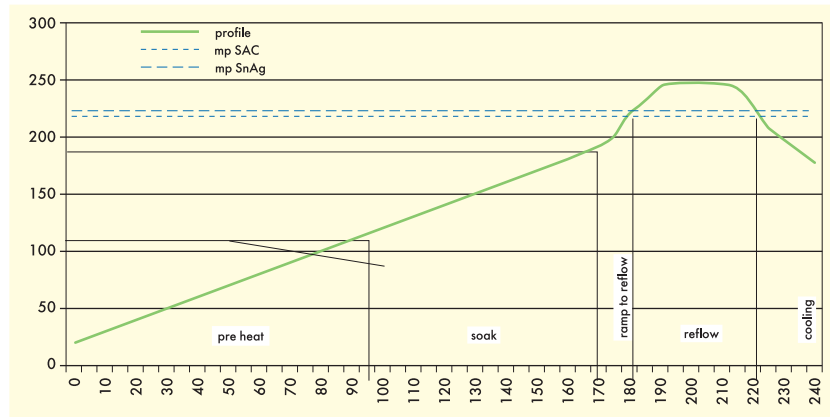


Рисунок 3 Рекомендуемый термопрофиль для SAC и SnAg сплавов

- Оплавление (reflow): от 225 °С до 240 °С длительностью 30 – 60 сек.
- Охлаждение (cooling): макс. -4 °С/сек.

ПАЙКА ВОЛНОЙ

Ключевым требованием для формирования высококачественного паяного соединения в процессе пайки волной является правильная комбинация флюса, нагрева и припоя. Критические переменные включают нанесение флюса, подогрев, температура припоя и время воздействия припоя.

В случае условий волновой пайки не оптимизированных под конкретный тип платы и сплав припоя могут создаваться условия для множества дефектов. Среди прочих возможно образование перемычек между контактными площадками, пайка с излишками припоя. Платы могут также коробиться.

Феномен известный как отслаивание контакта (рис. 4) наблюдался в бессвинцовых сборках, в прочем это не приводит к каким-либо значительным отказам. Могут иметь место другие проблемы, включая отслаивание контактных площадок и разрыв соединений.



Рисунок 4 Отслаивание контакта

Использование разных типов припоев приводит к возможности нежелательного загрязнения тигля, приводящего к композиционным изменениям состава припоя. Увеличение содержания меди в припое приведет к интерметаллическим образованиям, уровень которых увеличивается с увеличением температур пайки. Со временем, концентрация меди может достичь 2% что приведет к дендритной кристаллизации, возникающие при этом оловяно – медные образования оседают на дне тигля утрудняя смесу припоя.

Как только концентрация меди превышает 1.55% целесообразно слить припой, заменив его новым. Тип гальванического покрытия контактов печатных плат также оказывает влияние на уровень растворения меди в ванне с припоем, и применение никелирования может иметь – положительный эффект.

Бессвинцовые припои не смачивают паяемую поверхность так эффективно, как оловяно-свинцовые эвтектические припои, поэтому требуются большее время воздействия припоя и большая температура тигля. Также обычно сталкиваются с тем, что применяемые материалы окисляются больше, чем обычные



Рисунок 5 Жидкие флюсы, не требующие отмытки

SnPb. Это приводит к образованию окислыны и загрязнений и ухудшению текучести. Впрочем, применение атмосферы инертного газа (азота) и антиокислительных шариков могут значительно улучшить смачиваемость, позволяя снизить температуру тигля при пайке бессвинцовым припоем не ухудшая паяемость.

Компания Interflux Electronics предлагает высококачественные жидкие флюсы, не требующие отмытки, см. табл.4 и рис. 5.

Все флюсы Interflux Electronics не содержат галогенов, что гарантирует высокое качество пайки. Так же, они имеют свойство испаряться из-под компонентов, уменьшая тем самым ионное загрязнение платы. На рис.6 показано отличное качество пайки выводных компонентов на плате, порьтой NiAu, при помощи флюса PacFic2009M.

В таблице 5 и на рис.7 приведены припои в прутках от компании Interflux Electronics.

Таблица 4. Жидкие флюсы, не требующие отмытки

Название	Содержание твердых частиц	Атмосфера		Пайка		Остатки	Применение
		Воздух	Азот	Волна	Селективная		
На основе спирта/флюсы без остатка							
IF2005M	1.80%	**	***	***	**	***	Вспенивание, распыление
IF2005C	3.50%	***	**	**	***	**	Вспенивание, распыление
VOC-free (не содержат летучих органических соединений)							
PacFic2009M	3.70%	***	**	**	***	**	Распыление
PacFic2010F	2.50%	**	***	***	**	***	Вспенивание, распыление
Low VOC-free (низкое содержание летучих органических соединений)							
IF3001	3.20%	***	**	***	**	**	Распыление
IF3006	3.20%	***	**	***	**	**	Вспенивание, распыление

Когда у производителя нет возможности пайки волной в среде азота, компания Interflux Electronics рекомендует использовать антиокислительные шарики (см. рис.8), которые добавляются в соотношении 4 – 5 г шариков на 1 кг припоя. Они сокращают

слой окислительной пленки, покрывающей бессвинцовые прутки. Это приводит к лучшей растекаемости и смачиваемости, уменьшая тем самым возможность образования перемычек.

температуры паяльника при переходе на бессвинцовую пайку может лишь частично решить вопрос качественного паянного соединения – на самом деле лучшим вариантом будет увеличенная продолжительность контакта.

Таблица 5. Припой в прутках

Сплав	Температура плавления	Состав
Sn100	232°C	Sn100
SAC	217°C	Sn96.5 Ag3 Cu0.5
	217°C	Sn95.5 Ag4 Cu0.5
SnCu	227°C	Sn99.3 Cu0.7
Sn100C	227°C	Sn99.2 Cu0.7 Ni0.1

РУЧНАЯ ПАЙКА

Как правило, ручная пайка обычно выполняется ближе к концу процесса сборки. Обычно к этому моменту большая часть элементов установлена, и, следовательно, правильно налаженный процесс бессвинцовой пайки необходим для того, чтобы избежать дорогостоящих ошибок.

Обучение операторов и контроль за процессом ручной пайки может оказывать решающее влияние на уменьшение стоимости производства и увеличение производительности. Операторы должны быть поставлены в известность, что бессвинцовые припои плавятся при более высоких температурах, и паяются иначе, чем обычные оловяно – свинцовые припои. Простое увеличение темпе-

ратуры паяльника при переходе на бессвинцовую пайку может лишь частично решить вопрос качественного паянного соединения – на самом деле лучшим вариантом будет увеличенная продолжительность контакта.

Для ручной пайки компания Interflux Electronics рекомендует использовать припои, приведенные в табл. 6 и на рис.9, флюсы, приведенные в табл. 7 и на рис.10 и аксессуары – приведенные в таблице 8 и на рис. 11 – 14.

Форма и состояние наконечника, а также мощность паяльника и продолжительность нагрева соединения также должны учитываться. Потребуется более частая замена наконечников, поскольку припои с высоким содержанием олова разрушают покрытие жала призванное предотвратить растворение медного основания – также из-за высоких температур и более агрессивных флюсов. Галогены, содержащиеся в припое

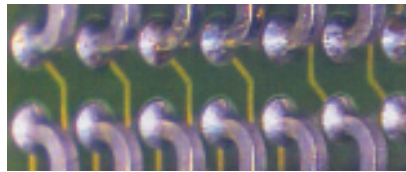


Рисунок 6 Пайка при помощи флюса PacFic 2009 M

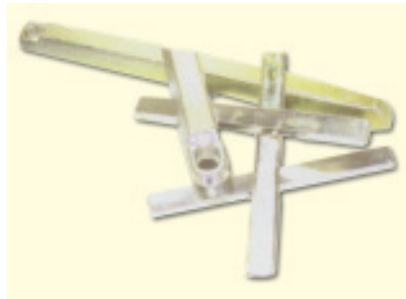


Рисунок 7 Припои в прутках от компании Interflux Electronics



Рисунок 9 Припои серии IF14



Рисунок 11 IF710 пленочная маска



Рисунок 8 Антиокислительные шарики



Рисунок 10 Флюсы, не требующие отмытки



Рисунок 12 Очистительные салфетки

Таблица 6. Припои

Название	Классификация IPC-J-STD-004A	Содержание флюса	Диаметр, мм	Sn96.5Ag3Cu0.5	Sn96.5Ag3.5	Sn99.3Cu0.7
IF14-14	RE/LO	1.40%	0.35	***	***	NA
			0.5	***	***	***
			0.7	***	***	***
			1	***	***	***
			1.5	***	***	***

Сокращения: *** – доступно, NA – не доступно. Припои серии IF14 не содержат галогенов и канифоли.

Таблица 7. Флюсы, не требующие отмывки

IF8001	IF8300
Ручная пайка SMD компонентов	Для пайки BGA, μ BGA, FlipChip компонентов
Для пайки при помощи жала миниволна	Не содержит галогенов
Не содержит галогенов	Не оставляет остатков

Таблица 8. Аксессуары

Название	Применение
IF710 пленочная маска	быстрое удаление; возможность применения для бессвинцовой технологии (выдерживает высокие температуры, эластичные остатки)
Очистительные салфетки	для очистки трафарета; IPA/DI; удаляет клей; для очистки стола и металлических поверхностей; не содержит спирта
ISC 8020 жидкость для очистки	для очистки трафаретов и автоматических установщиков
Антистатический лосьон для рук	содержит Алоэ Вера для ухода за кожей рук; не загрязняет плату и элементы; не влияет на пайку; не содержит формальдегидов, силикона, ланолина и других веществ, которые могут ухудшать качество пайки

Таблица 9. Жала серии LF для бессвинцовой пайки

Наименование	Ширина, А	Толщина, В
LT A LF	1.6	0.7
LT B LF	2.4	0.8
LT C LF	3.2	0.8
LT D LF	4.6	0.8
LT LL LF	2.0	1.0
LT ML LF	3.2	1.2
LT AS LF	1.6	–
LT CS LF	3.2	–
LT BB LF	2.4	4.0
LT CC LF	3.2	6.0
LT DD LF	4.6	6.0
LT GW LF (миниволна)	2.3	3.2
LT KN LF	6.3	–

(Cl, Br, F), образуют на поверхности платы металлическую соль, которая лучше растворима в воде, чем SnPb – соли, и может привести к коррозии. Поэтому все припои не должны содержать галогенов.

Требования к инструментам для ручной пайки

Так как температура плавления бессвинцовых припоев высокая, то необходимо соблюдать такие меры:

- Оборудование должно быть высокой мощности и с контролем температуры.
- Паяльники с лучшей теплопроводностью для передачи тепла к жалу паяльника без потерь.
- Предпочтительнее выбор более короткого и широкого жала.

Lead free ремонт (выпайка)

При локальном нагревании компонента до температуры плавления припоя плата испытывает большой температурный стресс, что может привести к расслоению платы и порче компонентов. Для

предотвращения этого необходим предварительный подогрев платы. Флюсы не должны содержать галогенов для предотвращения коррозии.

Фирма Weller производит специальные жала серии LF для бессвинцовой пайки. (см. табл. 9).

ВЫВОДЫ

Можно сделать несколько основных выводов, способных облегчить задачу инженеров-технологов при переходе к бессвинцовой пайке. Сплав необходимо выбирать, руководствуясь типом производства, условиями работы конечного изделия, типом покрытия печатной платы и выводов компонентов, чувствительностью компонентов к температуре и технологией пайки. Температурный профиль, используемый при пайке Sn62Pb36Ag2, переносится на 30°C вверх по температурной шкале, при этом максимальная температура пайки составит 235°C. Такой сплав требует применения специального флюса с продленной активностью, способного работать



Рисунок 13 ISC 8020 жидкость для очистки



Рисунок 14 Антистатический лосьон для рук

при повышенных температурах. Для электронной промышленности наиболее приемлемый припой для замены традиционных сплавов Sn63Pb37 и Sn62Pb36Ag2 – Sn95.5Ag3.8Cu0.7, пригодный для пайки оплавлением (т.е. в пасте) и для пайки волной. Наличие меди препятствует образованию интерметаллидов. Отдельно необходимо отметить припои, содержащие висмут. Эти сплавы не могут применяться в процессах, где присутствует свинец (покрытия платы или выводов компонентов). Существует еще несколько сплавов, которые могли бы применяться в различных областях промышленности. Но из-за специфических свойств и содержания дорогостоящих металлов их применение существенно ограничено.

Более детальную информацию можно получить на фирме СЭА по адресу:

**2094, Киев,
ул. Краковская, 36/10,
тел. (044) 575-94-03,
e-mail: info@sea.com.ua,
www.sea.com.ua**