

Иммерсионные финишные покрытия под пайку

Аркадий Медведев, профессор МАИ

Светлана Шкундина, химик-технолог ООО «Остек-Сервис-Технология»

Монтажные поверхности печатных плат несут покрытия, которые должны иметь способность к смачиванию припоем и длительно сохранять эту способность. Для успешной пайки электронных модулей покрытия компонентов и печатных плат (финишные покрытия) должны хорошо сочетаться, поскольку при пайке они находятся в одинаковых условиях и по припою, и по флюсу, и по температурно-временным режимам. Сложившиеся оценки финишных покрытий под пайку сегодня приходится рассматривать вновь в связи с вторжением в производство бытовой аппаратуры бессвинцовых технологий пайки.

ПОКРЫТИЯ ПОД ПАЙКУ

Большое разнообразие предлагаемых финишных покрытий говорит об отсутствии однозначного выбора в пользу какого-либо одного из них. Поэтому их перечень широк [1]:

- OSP (Organic Solderability Preservative);
- NiAu (ENIG — Electroless Ni & Immersion Gold — химический никель и иммерсионное золото);
- ImmAg (Immersion Ag);
- ImBi (Immersion Bi);
- Pd (Electroplate or Electroless Pd — химический или гальванический палладий);
- NiPd (Electroless Ni & Immersion Pd);
- NiPdAu (Electroless NiPd & Immersion Au);
- ImmSn (Immersion Sn);
- NiSn (Electroplate Ni & Sn);
- SnAg (Electroplate Sn & Ag);
- HASL (Hot-Air Solder Leveling).

В этом ряду лидирующими финишными покрытиями печатных плат являются OSP, ENIG, ImmSn, ImmAg и HASL.

HASL-ПРОЦЕСС

Процесс горячего облуживания плат состоит в их погружении на ограниченное время в ванну с расплавленным припоем и последующем выравнивании расплава струями горячего воздуха, которые сдувают излишки припоя. Но, несмотря на старания, наплывы припоя на монтажных элементах остаются. В последующей сборке наплывы мешают установке мелких компонентов, что ограничивает применение HASL. Тем не менее, с точки зрения качества и исключительной длительной способности к пайке это покрытие, безусловно, наилучшее.

Еще один существенный недостаток HASL-процесса — жесткий термомоудар, который испытывают платы при погружении в расплавленный припой. Приемлемые по качеству и относительно низкотемпературные бессвинцовые припои для HASL-процессов на сегодняшний день отсутствуют.

Преимущества: отличная, длительно сохраняющаяся способность к пайке.

Недостатки: наплывы припоя на монтажных элементах.

ПОКРЫТИЕ OSP

Обеспечивает защиту медной поверхности от окисления в процессе хранения и пайки. В конце пайки этот слой, выполнив свою функцию, теряет способность обеспечивать последующие процессы пайки. Но OSP имеет короткий жизненный цикл, что негативно сказывается на технологической надежности. Это покрытие не обеспечивает многократную пайку, тем более при высоких температурах.

Преимущества: очень низкая стоимость покрытия.

Недостатки: неспособность обеспечивать многократные пайки, что накладывает ограничения на конструкции электронных модулей для обеспечения пайки за один проход.

ПОКРЫТИЕ ENIG

ENIG (~ 4 мкм Ni + ~ 0,1 мкм Au) обладает хорошей смачиваемостью и способно к многократной пайке при высоких температурах. Функция тонкого слоя золота — защищать никель от окисления, а сам никель служит барьером, предотвращающим взаимную диффузию золота и меди.

Преимущества:

- жизнеспособность более года;
- плоская контактная поверхность;
- хорошая смачиваемость припоем при правильном подборе флюса;
- неокисляемая поверхность применительно к нажимным и скользящим контактам,
- хорошая коррозионная стойкость,
- длительно сохраняемый декоративный вид.

Недостатки:

- характерный для покрытия ENIG дефект — черные контактные площадки,
- ENIG капризно в выборе флюсов, а его цена примерно на 25% выше, чем у OSP.

ИММЕРСИОННОЕ ОЛОВО (IMMSN)

Популярность ImmSn растет за счет обеспечения хорошей смачиваемости и простоты процесса осаждения. ImmSn демонстрирует беспроблемную и лучшую паяемость, чем ENIG.

Существовали ограничения для применения ImmSn из-за образования интерметаллических соединений Cu_xSn_y . При этом способность к пайке исчезала через две недели, поскольку толщина иммерсионного олова не превышает 1 мкм и Cu_xSn_y быстро поглощает этот тонкий слой. Но в последнее время возможность этого явления предотвращена введением барьерного подслоя различного содержания: органический металл и др.

Преимущества ImmSn с барьерным подслоем:

- относительно низкая стоимость процесса осаждения;
- хорошая и длительная паяемость;

– плоская поверхность покрытия (в отличие от HASL);

– хорошие условия для обеспечения беспаянных соединений Press-Fit (впрессовывание штырей-хвостовиков разъемов в металлизированные отверстия плат).

Недостатки:

– подозрения на возможность образования самопроизвольных нитевидных кристаллических усов из ImmSn;

– возможность «оловянной чумы» чистого олова.

ИММЕРСИОННОЕ СЕРЕБРО (IMMAG)

Толщина ImmAg не превышает 0,2 мкм, поэтому расходы на реализацию этого покрытия незначительны.

Преимущества: Хорошая жизнеспособность ImmAg — несколько меньше, чем ENIG.

Недостатки: Изменение цвета покрытия в процессе хранения, сборки и пайки — результат взаимодействия с загрязнениями воздушной среды сульфатами и хлоридами. Пожелтение не сказывается на свойствах ImmAg, но декоративность покрытия при этом страдает. Консервирующие покрытия антиокислителей тормозят процесс пожелтения и продлевают жизнеспособность покрытия. ImmAg менее популярно в Европе, чем в США, где оно более доступно.

ИММЕРСИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ

Необходимость использования иммерсионных покрытий для пайки обусловлена рядом основательных причин. В первую очередь, это альтернатива металлургическим покрытиям под пайку. И хотя горячее лужение (HASL-процесс) или оплавление гальванического сплава «олово-свинец» обладают лучшей паяемостью, они оставляют на плате наплывы, мешающие нанесению пасты и установке мелких компонентов. Кроме того, мощный термоудар, который испытывают платы при лужении и оплавлении, травмирует их, снижает ресурс в обеспечении надежности межсоединений.

С другой стороны, увеличение плотности компоновки печатных узлов за счет использования BGA-компонентов с малым шагом выводов и чип-компонентов в микрокорпусах потребовало плоских монтажных поверхностей. Именно это обусловило

применение финишных покрытий, обеспечивающих сочетание хорошей паяемости и плоской поверхности для установки и пайки высокоинтегрированных компонентов.

Преимущества иммерсионных покрытий состоит также в возможности избирательного нанесения только на поверхности, подлежащие пайке, — в окна паяльной маски. Рассмотрим существо иммерсионных процессов нанесения покрытий.

Всякий иммерсионный процесс состоит в реакции замещения одного металла другим из раствора. Поэтому толщина иммерсионно осажденного металла принципиально не может быть большой — как только поверхность подложки будет закрыта металлом, ее общение с раствором для реакции замещения прекратится. Это значит, что все участки поверхности основания будут обязательно покрыты металлом, пока они свободны для реакции замещения. Это еще значит, что, несмотря на чрезвычайно малую толщину иммерсионно осажденного металла, его сплошность гарантируется самим механизмом процесса.

ИММЕРСИОННОЕ ЗОЛОЧЕНИЕ ПОД ПАЙКУ

В последнее время все чаще появляются нарекания в адрес иммерсионного покрытия золотом контактных площадок печатных плат. Встречающаяся потеря смачиваемости или непрочные паяные соединения становятся общеизвестными пороками иммерсионного золочения. Это явление знакомо всем под названием «черный никель» (black nickel) или «черная контактная площадка» (black pad) [2].

Само покрытие представляет собой композицию из меди контактной площадки, подслоя химически осажденного никеля и иммерсионно осажденного золота. Тонкий слой золота толщиной 0,05...0,1 мкм несет единственную функцию — защитить никель от окисления для последующей пайки. При пайке оно быстро растворяется в припое и обнажает свежую поверхность никеля для смачивания припоем.

Иммерсионное золото можно было бы осаждать и прямо на медь контактной площадки, но их взаимная диффузия приводила бы к быстрой потере паяемости из-за превращения тонкого слоя золота в интерметаллоид Cu_xAu_y ,

не растворимого в припое. Барьерный подслоя никеля толщиной 3...6 мкм предотвращает этот процесс диффузии и потерю паяемости.

Иммерсионное золото может также использоваться как покрытие под накрутку, контактное покрытие для контактов нажимного типа, для разъемов с нулевым усилием сочленения (контактирование без трения), для разъемных соединителей при условии их сочленения/расчленения не более пяти раз [3].

Последовательность процесса нанесения иммерсионного золота с подслоем химического никеля [4]:

- кислая очистка;
- микротравление;
- активация;
- химического осаждение подслоя никеля;
- нанесение иммерсионного золота.

В работе [3] показано, что явление «черная контактная площадка» связано с чрезмерной коррозией никеля в процессе иммерсионного осаждения золота. Если кристаллическая структура осажденного никеля имеет вид, отличный от нормального, с большими межкристаллитными прослойками, как показано на рисунке 1, это означает, что не вся поверхность никеля участвует в обменных реакциях с раствором золочения, а сами инородные прослойки, не покрытые золотом, являются причиной зарождения очагов коррозии (см. рис. 2).

Мелкокристаллическая структура никеля с межкристаллитными прослойками образуется при содержании фосфора до 7%. При большем содержании фосфора — от 7 до 12 % — структура никелевого слоя приобретает аморфную форму и, значит, не имеет кристаллической структуры и межкристаллитных прослоек. В этом

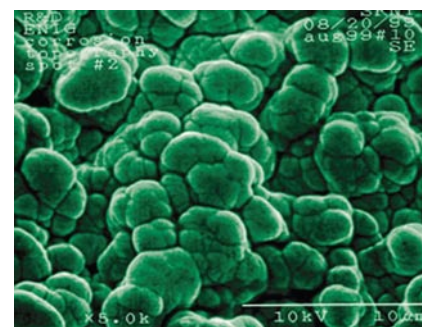


Рис. 1. Кристаллическая структура химически восстановленного никеля с большими межкристаллитными прослойками

- травление рисунка;
- удаление металлорезиста;
- нанесение, экспонирование и проявление паяльной маски;
- **кислая очистка медной поверхности** в окнах паяльной маски;
- микротравление — активация поверхности;
- **осаждение органического металла** (30 с);
- **осаждение иммерсионного олова** (9 мин).

Кислый очиститель удаляет окислы с поверхности меди.

Микротравитель на основе серной кислоты и перекиси водорода, химически воздействуя на медную поверхность, создает тонкую шероховатость поверхности, обеспечивающую хорошую адгезию с последующими химическими покрытиями.

Преимущества ImmSn с барьерным подслоем:

- относительно низкая стоимость процесса осаждения;
- простота эксплуатации;
- стабильный процесс;
- простые анализы;

можно использовать как в вертикальном типе оборудования на подвесках или в корзинах, так и в горизонтальном;

– можно использовать те же паяльные пасты, что и для плат с покрытием HAL;

– способность к многократной перепайке;

– плоская поверхность, покрытие подходит для установки компонентов с малым шагом выводов;

– хорошо подходит для ВЧ-плат (не содержит подслоя никеля);

– не влияет на размер металлизированных отверстий;

– полная совместимость с оловянно-свинцовыми и бессвинцовыми припоями;

– хорошие условия для обеспечения беспаянных соединений Press-Fit (впрессовывание штырь-хвостовиков разъемов в металлизированные отверстия плат).

Недостатки:

– платы требуют осторожного обращения.

Это покрытие используется за рубежом и в России уже около восьми лет. В настоящее время ImmSn с подслоем органического металла внедрено на 14 российских предприятиях и успешно используется без нареканий.

На все растворы, составляющие процесс осаждения иммерсионного олова с подслоем органического металла, написаны российские ТУ, а сам процесс введен в действующий стандарт отрасли ОСТ 107.460092.028-96 «Печатные платы. Технические требования к технологии изготовления» [8].

ИММЕРСИОННОЕ СЕРЕБРЕНИЕ

Ассоциация IPC недавно выпустила новую редакцию отраслевого стандарта IPC-4553A [9]. Документ устанавливает требования к слою иммерсионного серебрения, наносимому в качестве финишного покрытия под пайку печатных плат. В пересмотренном стандарте увеличена максимальная толщина серебра. Минимальная толщина осталась той же, что и в старой редакции стандарта IPC-4553. Документ также содержит единую систему диапазона толщин во избежание недоразумений в отношении понятий «тонкое» и «толстое» покрытие.

Неясность в отношении требований к максимальной толщине, отмеченная в документе 2005 года, приводила к путанице при квалификации покрытий и зачастую — к невольному нарушению требований стандарта. Все это неизбежно сказывалось на общем уровне качества отраслевой продукции.

Четко разграничивая понятия «тонкое» и «толстое» покрытие, поправка А задает единую систему диапазона толщина покрытия. По словам представителей Ассоциации, «то, что раньше подразумевалось под «тонким» покрытием, было исключено из стандарта IPC-4553A. «Тонкое» иммерсионное серебрение стало занимать столь мизерную долю по сравнению с общим объемом иммерсионных покрытий, что использование этого термина только путает производителей печатных плат и поставщиков химической продукции».

Освоившая технологию иммерсионного серебрения отечественная компания ТАБЕРУ в настоящее время по умолчанию наносит это покрытие на все платы, в том числе изготавливаемые по 5 классу точности, включая платы для монтажа компонентов с шариковыми выводами (BGA, μ BGA и др.) [10].

Практика использования иммерсионного серебра подтвердила его *преимущества*:

– процесс иммерсионного серебрения происходит при температурах, не превышающих 50°C;

– покрытие обладает отличной паяемостью и совместимо почти со всеми флюсами и паяльными пастами;

– покрытие пригодно для разварки алюминиевых и золотых микропроводов;

– благодаря очень низкому электрическому сопротивлению покрытие иммерсионным серебром великолепно приспособлено для изготовления контактных площадок клавиатур;

– покрытие обеспечивает отличную поверхность для контроля установками автоматического оптического и электрического контроля;

– покрытие иммерсионным серебром обладает предсказуемой и повторяемой толщиной 0,3 мкм, что очень важно для печатных плат, работающих на высоких и сверхвысоких частотах.

К *недостаткам* покрытия можно отнести несколько меньшее, по сравнению с горячим лужением, время гарантированной сохранности паяемости (12 месяцев) и склонность к миграционным процессам.

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Иммерсионные покрытия под пайку прошли сопоставительные испытания, подтвердившие возможность использования иммерсионных покрытий для пайки. Образцы для испытаний были профессионально изготовлены по стандартным процессам и требованиям к каждому типу финишного покрытия [6, 11-13].

Для сопоставительных испытаний были выбраны:

– Горячее лужение (HASL) припоем 63%Sn, 37%Pb, 10...15 мкм;

– Иммерсионное олово с барьерным подслоем из органического металла (OM-ImmSn) — подслоем из органического металла толщиной 0,08 мкм, иммерсионное покрытие оловом — 0,5...0,8 мкм;

– Иммерсионное золото Ni/Au (ENIG), Ni — 3...5 мкм, Au ~ 0,1 мкм;

– Традиционное иммерсионное олово (ImmSn), Sn — 0,8...1,0 мкм;

– Иммерсионное серебрение (ImmAg), Ag — 0,2...0,4 мкм;

– Органическое защитное покрытие (OSP — organic solderability preservatives) на основе сложных орга-

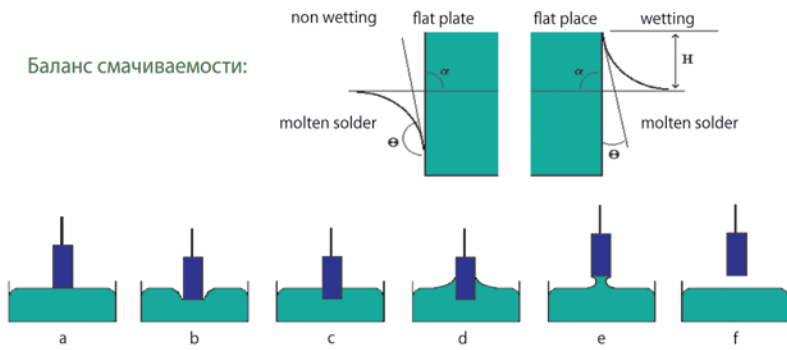


Рис. 5. Испытания на баланс смачиваемости (на менискографе): а — касание образца поверхности расплавленного припоя, б — вход образца в припой, с — смачивание образца припоём, d — выход из расплава образца, смоченного припоём, e — увлечение припоя образцом, f — образец полностью вышел из припоя. Non wetting — несмачивание, molten solder — расплавленный припой, flat plate — плоскость платы, wetting — смачивание.

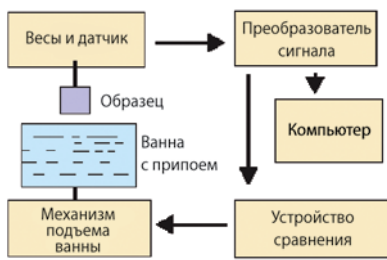


Рис. 6. Схема менискографа



Рис. 7. Количественные оценки качества паяемости, получаемые менискографом

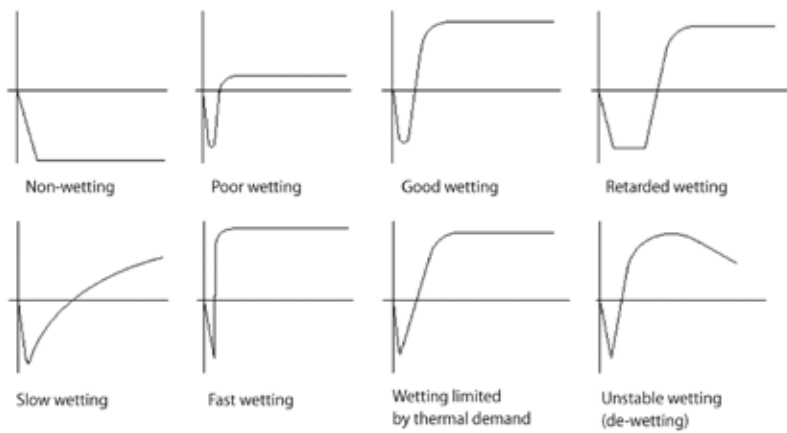


Рис. 8. Оценка качества смачиваемости на менискографе: non-wetting — несмачиваемость, poor wetting — плохая смачиваемость, good wetting — хорошая смачиваемость, retarded wetting — запаздывающая смачиваемость, slow wetting — медленная смачиваемость, fast wetting — быстрая смачиваемость, wetting limited by thermal demand — смачиваемость, ограниченная термодеструкцией, unstable wetting (de-wetting) — нестабильная смачиваемость (потеря смачиваемости).

нических кислот. Толщина покрытия 0,2...0,5 мкм.

Испытания проводились в Trase Labs (США), Ormecon Chemie (Германия) и Tele and Radio Research Institute (Польша) [11—13]. Все финишные покрытия были подвергнуты воздействию следующих одинаковых условий:

— Ускоренное (искусственное) старение в трех средах:

1. Атмосфера сухая при 155°C/4 ч;

2. Атмосфера пара/8 ч;

3. Атмосфера влажная 85°C/относительная влажность воздуха 85%/24 ч.

— Определение паяемости:

1. Пайка волной припоя;
2. Баланс смачиваемости (см. рис. 5).

Для тестирования применялась ванна с эвтектическим сплавом 63% олова и 37% свинца при температуре 250°C и слабоактивированным флюсом с низким содержанием сухого остатка. Были выбраны следующие

флюсы: для покрытий ANIG — TZ-3/ITR (на основе сложных органических эфиров дикарбоксилида, активированный дикарбоксилиом и органической солью), а для покрытий Sn-Pb HASL, ImmSn и OSP — TN//4A/ITR (на основе сложных органических эфиров дикарбоксилида, активированный смесью дикарбоксилидов).

Для тестирования паяемости использовался соединенный с компьютером менискограф типа МК6А (см. рис. 6, 7, 8).

Наличие интерметаллидов и окислов на финишном покрытии олова определялись с помощью электрохимического анализатора.

Результаты испытаний и тестирования паяемости показаны в таблицах 1, 2, 3.

Результаты тестирования паяемости показали, что:

- все покрытия обеспечили высокий уровень паяемости, поскольку $P_{max} > 120$ мН/м, $t_z < 2$ с и поверхности покрыты широким, гладким, непрерывным и ярким слоем припоя как в исходном состоянии, так и после ускоренного «старения»;

- исключение составляет покрытие OSP. Оно неустойчиво при длительном высокотемпературном воздействии (155 °C, 4 часа). После этого воздействия платы, защищенные OSP, полностью потеряли паяемость ($P_{max} = -438$ мН/м);

- в исходном состоянии покрытия HASL (Sn-Pb), ImmSn и OSP продемонстрировали сопоставимо высокий уровень паяемости — выше чем у покрытия Ni/Au и чистой поверхности меди;

- естественное и ускоренное «старение» снижает паяемость всех тестированных покрытий, однако в разной степени: для покрытий HASL, OM-ImmSn и OSP существует эффект снижения паяемости в зависимости от условий испытаний;

- решающим оказалось сухое старение для OSP и серебрения (почти полное отсутствие поверхностного натяжения и угол смачиваемости $> 120^\circ$);

- покрытия HASL и OM-ImmSn показали хорошие результаты по смачиваемости после всех испытаний на старение;

- покрытие ENIG показало, что угол смачиваемости повышается до 101° после старения в атмосфере пара.

Полученные данные тестирования приводят к следующей иерархии — предпочтительной расстановке покрытий по их способности к пайке:

1. Горячее лужение (HASL-процесс).

2. Иммерсионное олово с барьерным подслоем из органического металла (OM-ImmSn).

3. Иммерсионное золото с подслоем химического никеля (ENIG).

4. Простое иммерсионное олово (ImmSn).

5. Иммерсионное серебрение (ImmAg).

6. Органическое защитное покрытие (OSP).

Наряду с испытаниями на паяемость было определено влияние технологий покрытий на сопротивление изоляции. Для этого были проведены испытания по ANSI/J-J-STD-004, которые показали, что после 96 и 168-часовой выдержки образцов «гребенок» в камере влажности поверхностное сопротивление изоляции для всех покрытий превышало 10^{10} Ом, что на два порядка выше установленных норм.

Прочность паяных соединений на различных финишных покрытиях отличается не существенно. Испытания на сдвиг чип-резистора 1206 после пайки и выдержки при температуре 145°C в течение 200 ч показали разрушающие усилия в пределах 80—95 Н. Наибольшее разрушающее усилие сдвига было получено для ENIG, однако оно незначительно больше, чем значения, полученные для покрытий HASL и OM-ImmSn.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все исследованные покрытия печатных плат продемонстрировали приемлемый уровень паяемости, требуемый в электронной промышленности, за исключением покрытия OSP, неустойчивого к многократному высокотемпературному воздействию.

В исходном состоянии покрытия Sn-Pb HASL, ImmSn и OSP Enthone Entek Plus имеют сравнимую паяемость, а ENIG характеризуется чуть меньшей паяемостью.

Ускоренное «старение» снижает паяемость всех покрытий, но не ниже требуемого уровня.

Все исследованные технологии покрытия не снижают поверхностного сопротивления печатных плат.

Таблица 1. Результаты испытаний пайкой волной припоя — степень заполнения отверстий припоем, %.

Воздействие	HASL	ENIG	ImmSn	OM-ImmSn	ImmAg	OSP
Исходное состояние	100	100	87	100	95	100
Водяной пар, 8 ч	98	43	91	98	89	79
Сухое тепло, 155°C/4 ч	95	100	78	100	95	11
Влага, 85°C/85%	100	96	54	95	88	88
Средние значения	98	85	78	98	92	70

Таблица 2. Требования к нормальной паяемости печатных плат по ANSI/J-J-STD-003

Критерий	Требование
Время смачивания, с	2
Максимальная сила смачивания, мН/м	120
Угол смачиваемости, °	менее 90

Таблица 3. Результаты тестирования смачиваемости покрытий менискографом (баланс смачиваемости)

Тип покрытия	Образец после обработки	T_z	R_{max}	Угол смачиваемости
Cu	Сразу после очистки	0,69	184	60
	В исходном состоянии	0,45	244	87
Sn-Pb HASL	1 проход через ИК систему	0,52	288	
	4 ч.при 155°C	0,61	165	83
	Водяной пар	0,79	121	84
	Влага	0,60	152	88
	В исходном состоянии	0,84	184	57
ENIG	1 проход через ИК систему	0,86	155	
	4 ч.при 155°C	1,86	126	56
	Водяной пар	0,94	148	101
	Влага	1,04	168	65
	В исходном состоянии	0,51	251	78
OM-ImmSn	1 проход через ИК систему	0,54	218	
	4 ч.при 155°C	0,69	131	77
	Водяной пар	0,94	134	71
	Влага	0,77	148	74
	В исходном состоянии	0,51	251	83
ImmSn	1 проход через ИК систему	0,54	218	
	4 ч.при 155°C	0,69	131	103
	Водяной пар	0,94	134	84
	Влага	0,77	148	89
	В исходном состоянии	0,51	251	83
ImmAg	1 проход через ИК систему	0,54	218	
	4 ч.при 155°C	0,69	131	103
	Водяной пар	0,94	134	84
	Влага	0,77	148	89
	В исходном состоянии	0,51	251	83
OSP	1 проход через ИК систему	0,54	218	
	4 ч.при 155°C	0,69	131	103
	Водяной пар	0,94	134	84
	Влага	0,77	148	89
	В исходном состоянии	0,51	251	83

Время смачивания $t_z(c)$ — время, от момента первого контакта образца с припоем до момента, когда угол контакта эквивалентен 90°. Максимальная сила смачивания R_{max} (поверхностное натяжение) (мН/м) — измеряемая сила смачивания F_{max} (мН) образца припоем, отнесенная к металлической поверхности образца.

Прочность на срез паяных соединений более-менее одинакова для всех покрытий.

Финишное покрытие — иммерсионное олово с барьерным подслоем из органического металла — хорошая альтернатива другим покрытиям, включая и иммерсионное золото.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А. Медведев. Покрытия под пайку — «Технологии в электронной промышленности — 2/2006».
 2. The Black Pad Failure Mechanism — From Beginning to End\Ronald A.Bultwith, Michael Trosky, Louis Picehione, Darlene Hug\Cookson Electronics Assembly Materials

Group — Alpha Metals, Global SMT and Packaging Journal, Sept. 2002.

3. А. Медведев, Ю. Набатов, П. Семенов, С. Шкундина. Иммерсионное золочение под пайку — «Технологии в электронной промышленности — 2/2010».

4. С. Шкундина, П. Семенов, Г. Ващук. Отраслевым стандартом открыта дорога к использованию новых химических процессов и высококачественных материалов. — «Производство электроники, 1/2010».

5. Шкундина С. Новые процессы и материалы в производстве печатных плат//«Технологии в электронной промышленности. 2009, № 4».

6. А. Медведев, С. Шкундина. Иммерсионное олово. Прошлое и будущее//Технологии в электронной промышленности. 2010, № 3.

7. Химическая энциклопедия. Том 3. МЕТАЛЛЫ ОРГАНИЧЕСКИЕ. Большая российская энциклопедия. 2003.

8. ОСТ 107.460092.028-96 «Печатные платы. Технические требования к технологии изготовления» (ОАО «Авангард»).

9. IPC-4553A «Иммерсионное серебрение печатных плат».

10. www.tepro.ru.

11. А. Ефимов, С. Моравска. Финишные покрытия контактных площадок печатных плат. «Компоненты и технологии, № 1, 2003».

12. Advanced coating technologies for lead-free solders, Bill Boyd, Specialty Coating Systems, Indianapolis, IN, USA www.globalsmt.net.

13. J-KEM International. Финишные покрытия. www.jkem.se.

НОВОСТИ РЫНКА

Международный симпозиум АСОЛД-2010 включен в деловую программу «Российской недели электроники»

В этом году международный симпозиум АСОЛД пройдет 27 октября, в Конгресс-центре ЭкспоЦентра (зал «Стекланный купол»). Организатором и генеральным спонсором симпозиума выступит ЗАО Предприятие Остек.

Международный симпозиум АСОЛД проводится с целью пропаганды преимуществ новых технологий и обмена опытом по их эффективному внедрению. Первый симпозиум, прошедший в 1992 году, собрал представителей более 100 предприятий российской радиоэлектроники и подтвердил необходимость проведения мероприятий подобного рода и такого уровня.

В 2009 году очередной симпозиум был посвящен построению эффективных производств радиоэлектроники в современных экономических условиях. Участники АСОЛД 2009 отметили, что симпозиум — важный информационный ресурс в расширении технологического и управленческого кругозора, позволяющий получить концентрированную информацию по наиболее актуальным вопросам.

www.russianelectronics.ru

LionTech

Эффективное решение - при оптимальных вложениях

“ЛионТех” оказывает весь комплекс услуг в области постановки технологии, поставки оборудования для производств электронных изделий.

- Предпроектное обследование производств, анализ изделий Заказчика
- Разработка технологических процессов, отработка техпроцесса сборки
- Подготовка проекта
- Профессиональный подбор и поставка оборудования
- Комплексное оснащения производства под ключ
- Поставка расходных технологических материалов
- Консультации, шефмонтаж и пусконаладочные работы, обучение персонала
- Гарантийное и послегарантийное обслуживание

196158, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПР. 9-ГО ЯНВАРЯ, Д.3
 ТЕЛ./ФАКС : +7 (812) 715-09-50, +7 (812) 677-92-85, +7 (495) 646-14-76
 E-MAIL: MAIL@LIONTECH.RU | WWW.LIONTECH.RU