

## ТЕХПОДДЕРЖКА

# Чистота — залог припоя: часть 2.

## Микролегированные бессвинцовые ПРИПОИ для групповой пайки



Текст: Денис Поцелуев



В предыдущей части статьи<sup>1</sup> на практическом примере были описаны роль и особенности применения технологических материалов в процессе групповой пайки. В качестве примера рассматривалась задача одного из клиентов ГК Остек по устранению дефектов и снижению шламообразования на участке селективной пайки, где использовался свинцовосодержащий припой. В статье был сделан упор на техническую сторону процесса: свойства технологических материалов, компетентность технических специалистов, роль поставщика. Во второй части статьи внимание будет уделено экономическим аспектам: как свойства припоя влияют на его расход и качество пайки? Может ли более дорогой припой быть выгодным? Как уменьшить стоимость точки пайки? Ответы на вопросы подкреплены практическим исследованием на примере бессвинцовых микролегированных припоев Elsold.

<sup>1</sup> Журнал «Вектор высоких технологий» № 3(24) май 2016

Перед тем, как перейти к практике, рассмотрим ряд теоретических аспектов. Самый распространенный бессвинцовый сплав в групповой пайке – олово-медь (Sn99,3Cu0,7; Sn97Cu3,0), реже – олово-серебро-медь (Sn99Ag0,3Cu0,7; Sn98,3Ag1Cu0,7) по причине его высокой стоимости. Из-за большого расхода припоя в установках волновой и селективной пайки производители электроники стремятся максимально снизить расходы на него. Наряду с желанием сэкономить на материалах сохраняется стремление обеспечить высокое качество пайки, снизить расход припоя и шламообразования. На первый взгляд, задачи противоречивые и взаимоисключающие, но если мы говорим о микролегированных припоях Elsold – оба условия выполнимы.

Кроме стандартных бессвинцовых сплавов в ассортименте ведущего европейского производителя припоев Elsold есть микролегированные бессвинцовые сплавы SN100 MA-S. Микролегированный припой Elsold для групповой пайки производится особым методом, в процессе которого из сплава удаляются примеси, влияющие на повышенное окисление и, как следствие, шламообразование (рис. 1). В результате этого микролегированные припои демонстрируют высокую стабильность в процессе пайки, пониженное шламообразование, малое количество дефектов (перемычки, усы). Добавление в микролегированные припои Elsold SN100 MA-S таких элементов как германий (Ge), никель (Ni) и фосфор (P) в предельно малых концентрациях придает припою уникальные свойства, не только повышающие качество пайки, но и снижающие на 80-90 % шламообразование по сравнению с обычными бессвинцовыми сплавами<sup>2</sup>. На поверхности расплавленного припоя образуется тонкая пленка фосфора, которая создает барьер для проникновения кислорода в припой и дальнейшего окисления припоя.

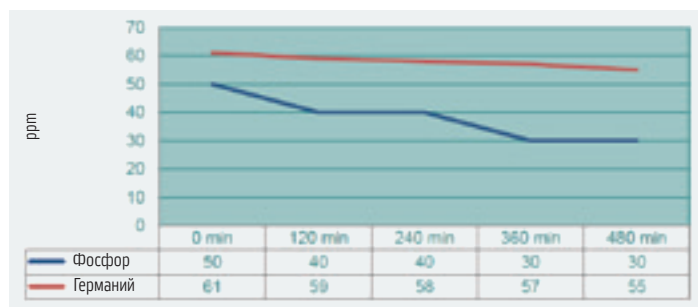
Следует также более подробно рассказать о влиянии фосфора в припое на оборудование и человека – эта тема актуальна, по ней часто задают вопросы. Основная задача фосфора в припое – снижение образования шлама в процессе пайки. Фосфор формирует нано-пленку на поверхности припоя, которая препятствует контакту с воздухом и окислению припоя. Содержание фосфора в припоях Elsold крайне мало (<<100 ppm), чтобы отрицательно влиять на здоровье человека. Гораздо большую опасность для здоровья представляет свинец, так как он более токсичен и содержится в припое в значительном количестве. Но при грамотной организации охраны труда на производстве риск неблагоприятного воздействия на сотрудников практически исключен.

Высокочистые припои Elsold с содержанием фосфора успешно применяются на различных установках волновой и селективной пайки в России. Малые концентрации фосфора в припое не влияют на работу оборудования.



1

Удаление примесей из припоя Elsold SN100 MA-S



2

Изменение концентрации фосфора и германия в припое Elsold SN100 MA-S

Однако у отдельных производителей установок селективной пайки может возникать проблема смачиваемости волнообразователей, вызванная крайне высоким содержанием фосфора. Чтобы исключить эту проблему, при первом запуске установки рекомендуется использовать припой со стандартным содержанием фосфора или без него.

Другая отличительная характеристика сплава Elsold SN100 MA-S – его стабильность: состав элементов и их соотношение практически неизменны в процессе использования (рис. 2). Как видно из 1 и 2, все элементы на протяжении длительного времени остаются в изначальной концентрации. Только у германия и фосфора наблюдалось незначительное снижение концентрации на 6 ppm и 20 ppm соответственно. Со временем концентрация фосфора и других микроэлементов в ванне будет падать в результате химической реакции с кислородом и оксидами в припое. Поэтому для сохранения преимуществ микролегированного припоя Elsold необходимо не просто добавлять новый припой в ванну, но и поддерживать концентрацию микроэлементов на необходимом уровне. Это можно обеспечить двумя способами:

- добавлять таблетки деоксиданта;
- добавлять припой с более высокой концентрацией микроэлементов.

Преимущество второго способа в том, что заполняется также и объем ванны припоя, компенсируя естественные потери в процессе пайки.

При длительном использовании положительные качества микролегированных припоев становятся еще

<sup>2</sup> В открытых системах групповой пайки

Т 1

Анализ припоя SN100 MA-S в течение 8 ч при температуре 290 °С

ЭЛЕМЕНТ	ИСХОДНЫЙ СОСТАВ	СОСТАВ ПОСЛЕ 2 Ч	СОСТАВ ПОСЛЕ 4 Ч	СОСТАВ ПОСЛЕ 6 Ч	СОСТАВ ПОСЛЕ 8 Ч
Sn - олово	остаток	остаток	остаток	остаток	остаток
Cu - медь	0,67	0,69	0,69	0,69	0,70
Ag - серебро	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Ni - никель	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
Ge - германий	0,0061	0,0059	0,0058	0,0057	0,0055
P - фосфор	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003
Pb - свинец	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Sb - сурьма	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
As - мышьяк	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Fe - железо	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
In - индий	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Bi - висмут	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
Cd - кадмий	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zn - цинк	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Al - алюминий	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Au - золото	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Co - кобальт	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001



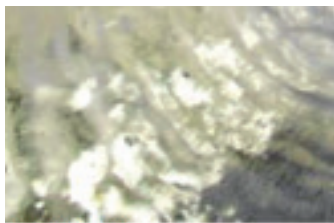
SN100 MA-S

3

Поверхность зеркала припоя за 8 часов до снятия шлама



SnCu0,7



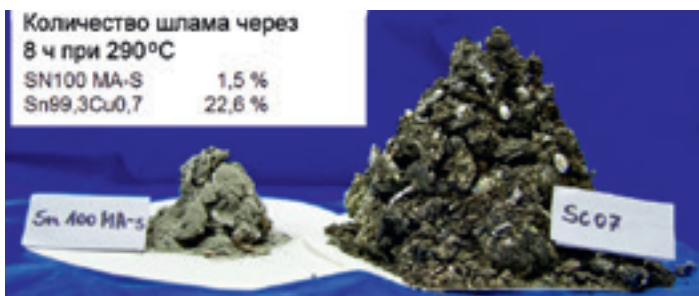
SN100 MA-S

4

Поверхность зеркала припоя через 8 часов после снятия шлама



SnCu0,7



5

Разница в количестве шлама между припоями SN 100 MA-S и SC07

очевиднее. Так, в установке волновой пайки с бессвинцовым припоем Elsold SN100 MA-S при температуре 290°C после 8 часов образовалось в 15 раз меньше шлама, чем в ванне с обычным припоем при тех же условиях (рис. 3, 4, 5). Соответственно, уменьшенный расход припоя, шлама и сокращение простоя оборудования позволяют снизить себестоимость процесса групповой пайки в целом. В долгосрочной перспективе разница в затратах при использовании микролегированных и обычных припоев еще заметнее (рис. 6, 7). Таким образом, более высокая стоимость микролегированного припоя по сравнению с другими припоями не приводит к увеличению затрат, а напротив, напрямую влияет на снижение стоимости точки пайки и себестоимости всего процесса в целом. В упрощенном примере расчеты представлены в Т 2.

Рассмотрим, как на практике подтверждаются свойства микролегированного припоя Elsold.

Большинство отечественных предприятий в производстве электроники использует в основном свинцовосодержащие материалы. Применение бессвинцовых технологий – пока редкость для нашей страны, но тем не менее есть ряд крупных производств, которые полностью отказались от свинца. На одном из таких предприятий и был проведен показательный эксперимент с микролегированным припоем Elsold SN100 MA-S.

Клиент попросил провести испытания в уменьшенном масштабе, чтобы были веские аргументы для при-

Т 2

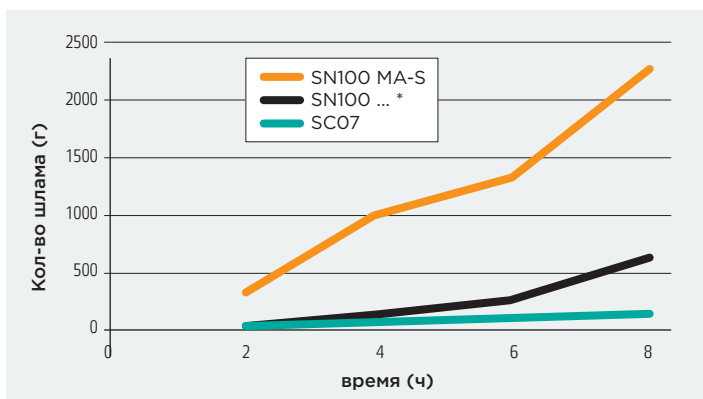
Расчет затрат на припой

ПРИПОИ ДЛЯ ПАЙКИ ВОЛНОЙ В БРУСКАХ 1 КГ	ЦЕНА ЗА КГ, У.Е.	КОЛ-ВО ШЛАМА, КГ/МЕС.	ОБЩИЙ РАСХОД ПРИПОЯ, КГ В ГОД*	ЗАТРАТЫ НА ПРИПОИ, У.Е. / ГОД**
Бессвинцовый припой SC07	1	50	1094	1094
Бессвинцовый припой Elsold SN100 MA-S	1,4	5	554	776

Расчеты приведены для ванны объемом 400 кг.

\* средний расход на плату 20 г, 100 плат в день, 297 рабочих дней, одна смена 8 часов

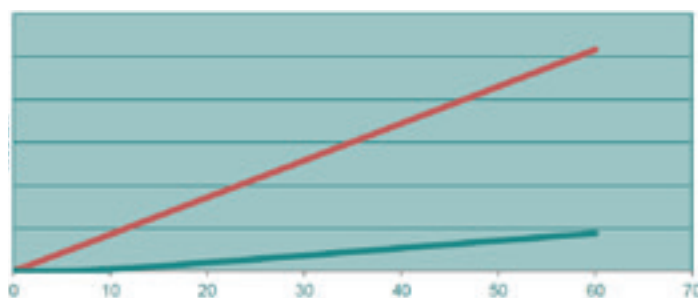
\*\* при поддержании требуемого уровня германия и фосфора (путем добавления припоя Elsold SN100 MA-S Refill с повышенным содержанием германия и фосфора)



6

Шламообразование припоев с течением времени (после 8 ч при 290 °С)

нения решения о полной замене припоя в установке волновой пайки. Для этого были использованы паяльные ванночки и терморпары, фиксирующие температуру припоя. Припой Elsold SN100 MA-S и припой зарубежного производителя со сплавом SnCu0,7Ni были нагреты до температуры 275-280 °С (рабочая температура установки клиента) и расплавлены (рис. 8, 9). В течение трех часов каждые 10 минут производилось снятие шлама с поверхности припоя. По истечении трех часов визуально количество шлама в ванночке с припоем Elsold SN100 MA-S было в три раза меньше, чем в припоее другого про-



7

Затраты при использовании припоев в долгосрочной перспективе

изготовителя (рис. 10), причем с течением времени разница становилась более ощутимой. Также было замечено, что конкурентный припой быстрее окисляется, в то время как зеркало припоя Elsold SN100 MA-S длительное время остается чистым. Данный эксперимент наглядно подтвердил, что содержание в припоее Elsold SN100 MA-S фосфора и германия способствует снижению оксидообразования и препятствует повышенному образованию шлама. Следует отметить, что заявленные свойства припоев Elsold действительно также и для микролегированных свинцовосодержащих сплавов.



8, 9

Сравнительные испытания бессвинцового припоя Elsold SN100 MA-S у заказчика







10

Различие в шламообразовании после трех часов  
(Elsold SN100 MA-S слева)

**ООО «Остек-Интегра» предлагает вам убедиться в преимуществах микролегированных припоев Elsold для волновой и селективной пайки. Наши специалисты окажут необходимую помощь в проведении испытаний на вашем производстве или в технологическом центре ГК Остек. Заявки на проведение испытаний направляйте по электронной почте: [materials@ostec-group.ru](mailto:materials@ostec-group.ru) или по телефону 8 (495) 788-44-44, ООО «Остек-Интегра».**

Подводя итоги, выделим ключевые преимущества применения микролегированных припоев Elsold в процессах групповой пайки:

- Экономичность. Из-за большого количества шлама расходы припоя на единицу изделия могут вырасти втрое. Дополнительно растут затраты на простой и обслуживание оборудования. Уникальная технология производства и особые свойства применения микролегированных припоев Elsold позволяют существенно сократить расход припоя, уменьшить шламообразование и тем самым снизить себестоимость процесса групповой пайки и стоимость одной точки пайки.
- Сокращение времени и затрат на обслуживание оборудования. Использование припоев с низкой чистотой сплава или без специальных добавок, препятствующих быстрому окислению, может существенно увеличить простой оборудования и затраты на его обслуживание. Благодаря высокой устойчивости к окислению высокочистых припоев Elsold меньше времени тратится на сборку шлама, воздействие на детали оборудования более щадящее.
- Высокое качество пайки. В процессе пайки припой переходит на печатные узлы. Примеси и окислы, содержащиеся в ванне, также частично переходят на паяные соединения. Если концентрация примесей велика, это может привести к различного рода дефектам. Высокая чистота припоев Elsold способствует минимизации дефектов пайки, таких как перемычки, усы, темные пайки.
- Высокая стабильность процесса. Припой Elsold в сочетании с деоксидантом обеспечивают длительный срок службы при стабильно высоком качестве пайки. 