

ELSOLD TC07 — новый бессвинцовый припой для пайки волной

«Это не похоже на бессвинцовую пайку! Паяное соединение выглядит практически так же, как привычное оловянно-свинцовое!» Такова реакция людей, которые в первый раз видят результат пайки волной бессвинцовым припоем ELSOLD TC07. И это только одна из причин, по которой многие начинают использовать этот припой.

Антон Большаков

materials@ostec-smf.ru

Удивительно, но, смирившись с тем, что в отличие от привычного блестящего оловянно-свинцового бессвинцовое паяное соединение матовое, поражаешься, насколько эстетически красивыми, блестящими и гладкими выглядят галтели сплава ELSOLD TC07.

Исследуя бессвинцовые сплавы и процессы их кристаллизации, разработчики нового сплава обнаружили, что появление матовости на поверхности галтели связано с нарушением образования интерметаллического соединения Cu_6Sn_5 . Дальнейшее изучение процессов образования интерметаллических соединений показало, что атомы никеля, внедренные в структуру припоя, могут стабилизировать образование правильной кристаллической решетки интерметаллида Cu_6Sn_5 .

Эта гипотеза была подтверждена исследованиями, при которых добавление в сплав менее чем 1% никеля радикально изменило внешний вид паяного соединения. Припой и количество различных примесей в его составе являются определяющими факторами, от которых зависит качество и надежность паяных соединений. В таблице 1 приведен типовой состав припоя ELSOLD TC07 и предельно допустимое содержание примесей в ванне.

Однако сплав ELSOLD TC07 интересен не только внешней привлекательностью. Когда в 1999 году модифицированный сплав впервые испытали в установке пайки волной припоя, получили ошеломляющий результат. При температуре 255 °С был достигнут уровень перемычек, сопоставимый с пайкой обычным оловянно-свинцовым сплавом. Поверхность галтелей была гладкая и блестящая и опровергала мнение о матовости бессвинцовых паек. Столь же положительные результаты были получены и при горячем лужении.

Примеры параметров процесса пайки приведены в таблице 2. Рекомендуемое время контакта печатного узла с волной припоя — 3–4 с.

Говоря о бездефектности пайки, отсутствии перемычек, непропаев, неполном заполнении монтажных отверстий и форме галтелей, следует отметить, что благодаря присутствию в сплаве никеля, который препятствует преждевременной кристаллиза-

ции, припой ELSOLD TC07 имеет повышенную текучесть, и в результате отмечен более низкий процент перемычек и непропаев. Удивительно, но по сравнению с бессвинцовым сплавом олово-серебро-медь, где серебро присутствует, в том числе и для достижения полного заполнения монтажных отверстий и хорошей формы галтелей, припой ELSOLD TC07 обеспечивает такой же хороший результат, как и при пайке обычным сплавом олово-свинец.

Другая сложность при бессвинцовой пайке волной припоя — это выщелачивание меди с поверхности печатных плат. В результате появляется много проблем по контролю загрязнения припоя медью, постепенного увеличения шламообразования и эрозии ванн из нержавеющей стали.

Выщелачивание меди определяется скоростью, с которой медь растворяется с поверхности печатного узла в ванне с бессвинцовым припоем. Это особенно важно для печатных узлов с медной металлизацией с органическим защитным покрытием. Для бессвинцовых процессов более высокая температура ванны и более высокое содержание олова увеличивает скорость растворения меди. В свою очередь, увеличение содержания меди увеличивает температуру жидкого припоя в ванне, и, соответственно, приходится повышать температуру ванны, увеличивая скорость растворения меди. И так по кругу.

Что может случиться, если медь быстро растворяется с контактных площадок, становится ясно при анализе рис. 1. Печатная плата находилась в контакте с бессвинцовым припоем в течение 3 с. Медь при пайке сплавом олово-серебро-медь была растворена настолько, что это может повлиять на целостность паяного соединения.

Таблица 1. Типовой состав припоя ELSOLD TC07 и предельно допустимое содержание примесей в ванне

Химические элементы	Обозначение	ELSOLD TC07 типовой
Олово	Sn	Остальное
Медь	Cu	0,6 ± 0,1
Никель	Ni	<0,1
Серебро	Ag	<0,05
Алюминий	Al	<0,001
Мышьяк	As	<0,03
Висмут	Bi	<0,03
Кадмий	Cd	<0,002
Железо	Fe	<0,02
Свинец	Pb	<0,05
Сурьма	Sb	<0,05
Цинк	Zn	<0,001

Таблица 2. Параметры процесса пайки

Тип ПУ	Температура предварительного нагрева на верхней стороне ПУ, °С	Температура в ванне припоя, °С
Односторонние ПУ	100	250
Двусторонние ПУ	115	255
Многослойные ПУ	130	260

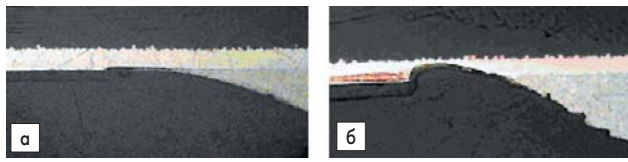


Рис. 1. Микрошлиф контактной площадки с растворенной медью: а) ELSOLD TC07; б) Sn3,0Ag0,5Cu

Таблица 3. Скорость растворения медной проволоки

Тип сплава	Время до разрыва, мин	
	Опыт № 1	Опыт № 2
63/37 с примесью меди 0,00%	9	10
63/37 с примесью меди 0,17%	15	16
63/37 с примесью меди 0,25%	16	18
SAC305	25	25
ELSOLD TC07	50	45

Для определения скорости растворения меди был проведен ряд лабораторных исследований с использованием сплавов олово-серебро Sn63/Pb37, олово-серебро-медь (SAC305) и ELSOLD TC07. В одном из тестов тонкую медную проволоку диаметром 0,48 мм, находящуюся под контролируемым натяжением, погружали в расплавленный припой при температуре 255 °С, после чего измеряли время до ее разрыва. По результатам, приведенным в таблице 3, можно видеть, что припой ELSOLD TC07 растворяет медь гораздо медленнее, чем остальные сплавы.

На диаграмме (рис. 2) показано, какое количество меди растворяется в припое при температуре 270 °С за единицу времени. Припой ELSOLD TC07 не только растворяет медь медленнее, чем другие бессвинцовые припои, но и медленнее, чем сплав олово-свинец 63/37.

Надежность, одно из самых используемых в последнее время слов по отношению к бессвинцовой технологии, подразумевает способность изделия соответствовать требованиям условий, в которых оно будет эксплуатироваться в течение определенного времени. При этом подразумевается как механическая надежность, так и электрическая функциональ-

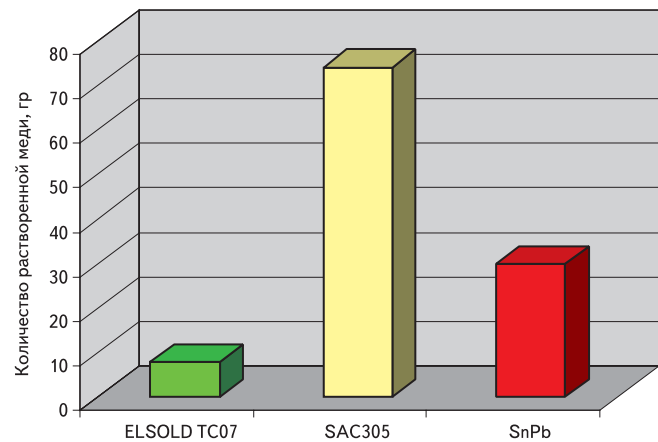


Рис. 2. Количество меди, растворяемой различными припоями за единицу времени

ность. Испытания на ускоренное старение по стандарту IPC показали, что ELSOLD TC07 имеет лучшие характеристики, чем олово-серебро-медь SAC. Сравнение физических свойств сплавов приведено в таблице 4.

Производители аудиотехники, сравнивая электрические свойства, обнаружили интересный эффект. Они отметили улучшение качества звучания моделей, собранных на основе печатных плат, при изготовлении которых был использован сплав ELSOLD TC07. Конечно, оценка уровня звучания — субъективна, но сплав ELSOLD TC07 имеет электрическую проводимость на 23% выше, чем сплав олово-свинец, что способствует поддержанию чистоты сигнала.

Стоимость работы с припоями ELSOLD TC07 и олово-серебро-медь SAC будет складываться из цены припоя и стоимости обслуживания ванн.

Применение серебра в сплаве олово-серебро-медь SAC добавляет к стоимости ≈5 рублей на каждый грамм припоя.

Шламообразование также влияет на экономические показатели работы установки. Уровень образования шлама будет зависеть от температуры припоя, интенсивности агитации, условий окружающей среды, степени частоты припоя и наличия компонентов, уменьшающих шламообразование. При всех прочих равных условиях при сравнении со сплавом олово-серебро-медь припой ELSOLD TC07 за счет содержания никеля обеспечивает экономию на шламе до 50% в зависимости от условий работы.

Итак, новый сплав ELSOLD TC07 обладает следующими преимуществами:

- Используется как в установках пайки волной припоя, так и горячего лужения.
- Лучшая замена обычного оловянно-свинцового сплава.
- Уменьшение количества непропаев и перемычек.
- Блестящая и гладкая поверхность галтели.
- Более экономичный по сравнению со сплавом олово-серебро-медь.
- Имеет минимальную скорость растворения меди.
- Более чем 1500 установок пайки волной припоя успешно работают по всему миру.

Таблица 4. Сравнение физических свойств сплавов 965C, ELSOLD TC07, SN63

Тест	Тип сплава			Тестовый метод						
Название сплава	965C			ELSOLD TC07			SN63			
Сплав	Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7			Sn/0,7Cu/Ni			Sn63/b37			
Температура плавления, °С	217			227			183			
Плотность, г/см ³	7,5			7,4			8,4			
Удельная теплоемкость, Вт/м ³ град	220			220			176			
Теплопроводность, Вт/м ³ град	64			64			64			
Предел прочности на разрыв, МПа	52			32			44			
Относительное удлинение, %	27			48			25			
Коэффициент растекания, %	230 °С	77			-			91		
	240 °С	77			77			92		
	250 °С	77			77			93		
	260 °С	78			78			93		
	280 °С	-			78			-		
Смачиваемость		T _a	T _b	F _{max}	T _a	T _b	F _{max}	T _a	T _b	F _{max}
	250 °С	0,72	2,10	0,213	1,0	4,53	0,159	0,12	0,80	0,195
	260 °С	0,37	1,46	0,213	0,86	2,79	0,181	0,11	0,64	0,200
	280 °С	0,23	0,81	0,192	0,47	1,46	0,186	0,10	0,41	0,206
270 °С	0,21	0,48	0,192	0,31	0,8	0,192	0,07	0,31	0,211	
Электрическое сопротивление, мкОм	0,15			0,13			0,17			
Скорость эрозии меди при 260 °С	Около 2 минут			Около 2 минут			Около 1 минуты			
Предел текучести, время до разрушения	>300 часов			>300 часов			20 часов			
	>300 часов			>300 часов			3 часа			
	>300 часов			>300 часов			7 минут			
Термоудар	>1000 циклов			>1000 циклов			500–600 циклов			
Электромиграция	>1000 часов			>1000 часов			>1000 часов			
Тест на образование нитей олова	>1000 часов			>1000 часов			>1000 часов			