

ТЕХПОДДЕРЖКА

Трубчатые припои ELSOLD – современный взгляд на технологию ручной пайки



Текст: **Денис Поцелуев**



На протяжении многих десятилетий трубчатые припои являются самым распространенным решением для ручной пайки, обеспечивающим одновременную дозированную подачу припоя и флюса к месту пайки. Несмотря на широкое применение паяльных паст, которые выполняют схожую задачу, трубчатые припои прочно заняли свою нишу и применяются для определенных задач: доработка, ремонт, мелкосерийное производство, производство прототипов. В России трубчатые припои находят все более широкое применение благодаря технологичности и удобству использования. Специфика и многообразие задач обуславливают повышенные требования к качеству, составу и широте ассортимента. В данной статье на примере продукции марки Elsold описываются основные типы и характеристики трубчатых припоев, особенности производства и рекомендации по выбору.

Современные тенденции в производстве электроники оказывают определяющее влияние на выбор и использование материалов, в том числе при ручной пайке. Основным материалом, применяемым в процессах ручного монтажа, по-прежнему является трубчатый припой. Вспомним определение: трубчатый припой — это припой в виде проволоки с флюсом внутри, который позволяет выполнять операцию ручной пайки в соответствии с современными требованиями. Использование трубчатых припоев способствует повышению производительности ручной пайки и в определяющей степени повторяемости результата.

Многообразие требований и задач привело к тому, что были разработаны и выпускаются сотни видов трубчатого припоя с различными сплавами, диаметрами, составом флюса и его количеством. Введение в 2006 году директивы RoHS об ограничении использования свинца в производстве электроники увеличило число типов трубчатого припоя более чем в два раза.

Современные припои можно разделить по типу сплава на две большие группы: бессвинцовые и свинецсодержащие. Среди бессвинцовых припоев чаще всего используются два типа сплава: олово-серебро-медь (SAC305, SAC105) и олово-медь (SC07, C1). Помимо законодательных ограничений бессвинцовый сплав выбирается в зависимости от задач и требований к изделию. Основным является вопрос совместимости сплавов и необходимая температура плавления. Большинство свинцовых сплавов совместимы с бессвинцовой технологией и пригодны для пайки бессвинцовых покрытий. А вот при ремонте бессвинцовых изделий нужно руководствоваться тем сплавом, которым была произведена изначальная пайка.

Свинецсодержащие сплавы — это исторически зарекомендовавшие себя в производстве электроники сплавы олова и свинца, широко применяемые на российских производствах (Sn60Pb40; Sn63Pb37; Sn62Pb36Ag2).

Наряду с общепринятыми рекомендациями по выбору трубчатых припоев следует учитывать и практические аспекты, влияющие на технологию, качество, экономичность. Современные тенденции к повышению контроля качества и процессов производства, а также новый этап индустриализации, известный как «Индустрия 4.0», также оказывают влияние на решение о выборе продукта. В совокупности можно составить примерный перечень критериев и требований, предъявляемых к современным трубчатым припоям:

- устойчивость к образованию коррозии;
- высокая скорость пайки и смачиваемость;
- сохранение свойств при повышенных температурах пайки;
- прозрачные остатки флюса;

- малое количество остатков на поверхности печатного узла;
- малая разбрызгиваемость;
- низкое содержание вредных веществ, приятный запах;
- малое количество остатков на жале паяльника.

При существующем многообразии трубчатых припоев и предъявляемых к ним требований процесс выбора необходимого продукта может быть затруднительным. Основные параметры, на которые необходимо обращать внимание: сплав, диаметр припоя, тип и количество флюса.

Со сплавом и диаметром припоя определиться достаточно просто. Сплав припоя следует выбирать аналогичный или максимально близкий сплаву, которым производилась основная пайка. Диаметр трубчатого припоя подбирается в соответствии с размерами паяемого вывода и жала паяльника.

Флюс необходимо выбирать более тщательно как по химическому составу, так и по объему его содержимого в трубчатом припое. Химический состав влияет на качество паяемости, а также на безопасность остатков. От количества флюса в припое (указывается в процентах по весу от общего веса припоя) зависят смачиваемость, глубина протекаемости, количество остатков. Основная задача флюса в трубчатом припое — улучшать смачиваемость, формировать качественные паяные соединения и обеспечивать отсутствие коррозии в конечном изделии. Также флюсы должны удалять с поверхности спаиваемых материалов налеты, прежде всего оксиды, и снижать поверхностное натяжение. Флюс должен способствовать передаче тепла к месту пайки и оставлять минимальное количество неактивных остатков.

Основная составляющая флюса — активаторы. В большинстве своем это органические карбоновые кислоты (например, адипиновая кислота) и/или галлоидные соединения алюминия (например, диэтилхлоридалюминия). Существенную роль играют смолы, которые могут присутствовать во флюсе в концентрации до 100 %. Так, канифоль, натуральный продукт, добываемый из смолы итальянской сосны (*Pinus pinea* L.), сама действует как активатор и присутствует во флюсах класса ROL0 в чистом виде или в виде спиртового раствора. Наряду с канифолью используются также ее производные, такие как гидрированная димеризированная и этерифицированная канифоль с улучшенной температурной стабильностью. Под общее понятие канифоли подпадают также различные натуральные виды смол, например, талловая и экстракционная канифоль. Следует отличать искусственные смолы, которые обладают меньшей активностью в процессе пайки. Вместе с тем флюсы на основе

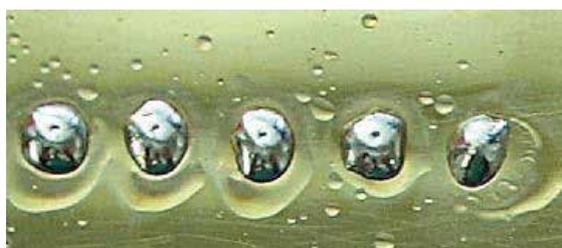
искусственных или модифицированных смол обладают определенными преимуществами, в первую очередь, широким спектром свойств и большими возможностями оптимизации в части количества остатков флюса, их цвета, разбрызгиваемости и паяемости **Т 1**. Все виды смол, помимо содействия процессу пайки, обладают еще одним положительным свойством — герметизировать остатки флюса и, таким образом, препятствовать возникновению последующих реакций (например, коррозии).

При выборе типа флюса необходимо учитывать назначение и класс производимой продукции, а также наличие или отсутствие процесса отмытки. При производстве печатных узлов, не требующих в дальнейшем отмытки, предпочтительнее использовать флюсы с умеренной активностью (класс L или M). Сильно активные флюсы (класс H) не рекомендованы к применению. Стандартно при ручной пайке используются флюсы типа RO (1.##) RE (1.##) и OR (2.##) классов LO (##.3), L (##.2), MO (##.3). Ограниченно используются RO/REM1 (1.##.2). Другие классы флюсов могут применяться по рекомендации специалистов и после проведения испытаний. Выбирая трубчатый припой, нужно учитывать его совместимость с другими используемыми при сборке печатных узлов флюсами, чтобы не вызвать химическую несовместимость, которая может привести к непредсказуемым последствиям.

Флюсы для трубчатых припоев, применяемых в электронной промышленности, состоят в основном из органических соединений. Это преимущественно органические и синтетические смолы с добавлением реактивных соединений — активаторов. Органические соединения обладают высокой чувствительностью к термическим нагрузкам и способны проявлять различные реакции. Например, при высоких температурах пайки наблюдается потемнение остатков флюса и разбрызгиваемость **рис 1**, **рис 2**. Другими типичными реакциями могут быть полимеризация смолы, разложение карбоновых кислот



1
Термически перегруженные остатки флюса (400 °С, 10 сек.)



2
Разбрызгивание флюса

Т 1

Сравнительные характеристики свойств трубчатых припоев с различными классами флюсов

Особенности трубчатых припоев / класс флюса	RO	RE	OR
Устойчивость к образованию коррозии	v	v	
Устойчивость к электромиграции	v	v	
Механическая прочность	(v)	v	(v)
Высокая скорость пайки и смачиваемость	Для каждого типа		
Сохранение свойств при повышенных температурах пайки		v	v
Прозрачные остатки флюса		v	v
Малое количество остатков флюса			v
Малая разбрызгиваемость		v	(v)
Невысокое содержание вредных веществ		(v)	(v)
Приятный запах	Типичный для смол		(v)
Малое количество остатков на жале паяльника			v

Компания ELSOLD GmbH & Co. KG была основана в декабре 2010 года и входит в состав группы компаний JL Goslar. С 1954 года ELSOLD GmbH & Co. KG развивалась как самостоятельная бизнес-единица в области производства, развития и поставок паяльных материалов. Сегодня ELSOLD известен как ведущий производитель инновационных паяльных материалов для электронной промышленности. Продукция под маркой ELSOLD ассоциируется с высоким качеством. Подтверждением этому служит тот факт, что компания является единственным поставщиком припоев для Европейского космического агентства. Технологические материалы и решения, а также возможности по оптимизации технологических процессов разрабатываются в тесном взаимодействии с клиентами. Высококачественные продукты, опыт и практическая применимость знаний делают компанию ELSOLD признанным и компетентным партнером в области электроники.

с выделением окиси углерода и других нелетучих соединений. Галлоидные соединения уже при относительно низких температурах могут выделять галогенводородную кислоту. Хотя это положительно влияет на малое количество остатков галогенидов на месте пайки, но из-за стремительности реакции может приводить к разбрызгиванию флюса. Учитывая, что скорость химических реакций может вырасти почти в два раза при повышении температуры на 10 °С, становится очевидно, что увеличение температуры на 20-30 °С значительно повлияет на поведение флюса.

Чтобы избежать темных остатков и разбрызгивания, при производстве трубчатых припоев ELSOLD используют адаптированные композиции флюса. Синтетические смолы и активаторы подбираются с учетом температуры процесса пайки. Им свойственны светлые остатки, вплоть до бесцветных, а также стабильность при высоких температурах рис 3 и рис 4. Ориентиром для выбора флюса может служить информация о температурах разложения его основы, которая во многих случаях соответствует температуре плавления. Если эти данные неизвестны, подобрать можно только опытным путем.

Еще одним важным фактором, влияющим на качество пайки трубчатыми припоями, является процесс производства. При производстве трубчатого припоя флюс в жидкой форме добавляется в припой при темпе-



3 Пайка трубчатыми припоями с флюсом на основе канифоли RO (слева) и синтетической смолы RE (справа)



4 Сокращение темных остатков флюса на жале паяльника на примере пайки трубчатым припоем с флюсом на органической основе ORLO, 2 г трубчатого припоя, 380 °С

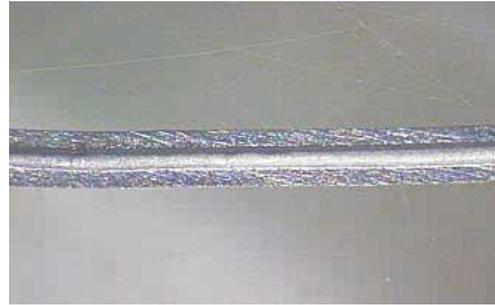
ратуре 120-140 °С рис 5. На первом этапе припой представляет собой проволоку диаметром 14 мм с содержанием канала флюса диаметром 2-3 мм. Если мельчайшие пузырьки газа, содержащиеся во флюсе, не будут удалены в процессе волочения проволоки, то это может привести к пропуску флюса рис 6. В тонких трубчатых припоях такие пустоты могут распространяться на несколько метров. Микропузырьки газа могут также способствовать разбрызгиванию флюса, так как при повышении температуры газы расширяются значительно больше, чем твердые вещества или жидкости.

Заключение

Трубчатые припои являются на сегодняшний день самым технологичным решением для ручной пайки, ремонта и доработки печатных узлов и приобретают все большую популярность. Многообразие задач и широкая номенклатура трубчатых припоев зачастую затрудняют выбор подходящего продукта. В данной статье, на примере трубчатых припоев Elsold, рассмотрены основные аспекты, которые следует учитывать при выборе подходящего под задачи продукта, а именно:

- сплав припоя;
- тип флюса и его содержание в припое;
- требования к остаткам флюса;
- качество изготовления припоя;
- диаметр припоя.

Решение в пользу выбора трубчатого припоя среди нескольких вариантов может основываться и на других факторах, например, запах, скорость пайки, отзывы персонала. В каждом конкретном случае рекомендуется проводить испытания и анализировать применимость трубчатого припоя к конкретной задаче. 



5
Микрошлиф трубчатого припоя с флюсом (0,8 мм, содержание флюса 2,5 %).



6
Микрошлиф трубчатого припоя с частичным пропуском флюса