

# Адаптация технологических материалов под условия производства — современный подход к сборке электроники

Александр Смирнов, начальник отдела технологии и материалов, Global Engineering

*Адапта́ция (лат. *adapto* — приспосаблию) — процесс приспособления к изменяющимся условиям внешней среды [1].*

*В статье рассмотрены различные подходы к проблеме выбора и применения технологических материалов в производстве радиоэлектроники, отмечены их характерные различия, преимущества и недостатки. Особое внимание отводится концепции адаптации технологических материалов под условия производства.*



Рис. 1. Логотип ELSOLD

Во всем мире нет 2-х абсолютно одинаковых предприятий — производителей электронной аппаратуры. Даже если они производят одинаковую продукцию. Каждое предприятие уникально, у каждого производителя свои особенности организации технологического процесса. Особенности климата, конструктивные особенности изделий, имеющееся технологическое оборудование, принципы работы — все эти факторы определяют специфику каждого конкретного предприятия. Одной из основных задач при организации производства современной радиоэлектронной аппаратуры, обладающей высокой надежностью, является подбор оптимальных технологических материалов, полностью соответствующих производственному процессу. Существуют 2 ключевых подхода к подбору технологических материалов.

*Первый* — оптимизация техпроцесса и его подстройка под определенный вид технологических материалов. При реализации данного подхода производитель электроники, руководствуясь определенными критериями, выбирает поставщика/производителя технологических материалов и полностью подстраивает

техпроцесс под их особенности. Как показывает практика, зачастую у любого производителя электроники возникает необходимость в смене поставщика материалов, замене одного вида паяльных паст на другой. Часто этот процесс затягивается на долгое время и связан с проведением дорогостоящих испытаний, выделением дополнительного времени, ресурсов. Подобные затраты далеко не всегда оправданы, а окончательный результат — непредсказуем.

Тем не менее, на сегодняшний день большинство производителей тратят время, силы и деньги на опробование различных стандартных материалов, предлагаемых отечественными компаниями-дистрибьюторами. К счастью, сегодня на российском рынке представлены практически все мировые производители материалов. Однако ассортимент услуг по подбору технологических материалов практически всегда ограничен выбором наименее неподходящего продукта из всей линейки материалов производителей. Редко встречаются компании, берущиеся изготовить уникальный материал в соответствии с требованиями заказчиков, а если и берутся, то стоимость такого

материала, как любого изделия, изготавливаемого не серийно, заставит заказчика самого отказаться от своих идей. Подобный замкнутый круг порождает повсеместное использование стандартных решений. Безусловно, у такого подхода есть свои плюсы. Можно сказать, что все предлагаемые стандартные материалы — это решения, проверенные временем, удовлетворяющие большинству задач и применений.

В то же время, за рубежом довольно часто встречается практика, когда производитель технологических материалов изменяет свойства своих стандартных продуктов с целью удовлетворения специфических требований заказчиков. Нередко так рождаются новые паяльные пасты и флюсы, которые, со временем, приходят на смену стандартным продуктам. В этом заключается *второй* подход к выбору и применению материалов.

Итак, второй подход — адаптация технологических материалов под требования технологического процесса.

При реализации данного подхода производитель электроники как потребитель технологических материалов сам задает критерии, которым должны соответствовать используемые материалы. Поставщик материалов тесно взаимодействует с производителем, в результате чего создаются технологические материалы с уникальными свойствами, адаптированные для использования конкретным потребителем. Рассмотрим преимущества данного подхода на примере паяльной пасты.

www.elsold.de



JL Goslar GmbH & Co KG, Postfach 21 20, 30611 Goslar  
Lotprodukte / Solder Products

UAB CARGOBALTRANZIT  
Karevii g. 6-530  
09117 Vilnius  
Lettland

**ABNAHMEPRÜFZEUGNIS / СЕРТИФИКАТ КАЧЕСТВА**  
**EN 10204 - 3.1**

Ihre Bestellnr. / номер заказа.: Order No. ELS1001  
Unsere Auftragsnr. / внутренний номер заказа.: 30029909 Pos. 30  
Liefermenge / количество в заказе:  
Interne Nr.: / внутренний номер.: LOTPAST9999  
Bezeichnung / описание: Sn62PbAg2 NWS-4200 T3 90% Dose 500g  
Legierung / сплав: Sn62 Pb36 Ag2  
Spez. / спецификация: ISO 9453

Die Ergebnisse stammen von Proben, welche aus den Lieferungen selbst entnommen wurden.

Для проведения химического анализа были использованы образцы, отобранные из данной партии.

	Sollwerte / Стандарт	Istwert / Значение
<b>Metallgehalt /</b> Содержание металла	90 ± 0,5 %	89,82
nach / в соответствии с QMP 3.6.1 L 001 <b>Lotaufschmelzung /</b> <b>Тест на шарики припоя</b>	Klasse:	1
nach / в соответствии с QMP 3.6.1 L 002 <b>Viskosität ( Brookfield) PaS</b> <b>Вязкость, Па*с</b>	600 - 700	672
nach / в соответствии с QMP 3.6.1 L 003		

Chargenr. / номер партии: 270-994/5307/  
138.01.10

JL Goslar GmbH & Co KG  
gez. Manfred Legzdins  
Technische Leitung

Dieses Dokument wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.  
Данный документ сгенерирован автоматически и является действительным без подписи

Goslar, 22.06.2010

In Schweiß 100  
D-38440 Goslar  
Telefon: +49 53 21 734-0  
Telefax: +49 53 21 734-333  
E-Mail: info@jlgoslar.de  
www.jlgoslar.de

JL Goslar GmbH & Co KG  
Goslar  
Ausgangsbrennverschweiß  
HRA 20054

Importeur/Импортёр  
Goslar  
Ausgangsbrennverschweiß  
HRA 17037

Geschäftsführer  
Erhard Graf, 3.03.08en

Colours/Цвет: Goslar  
RSL 248 400 317 742 700  
ISAP: CERNOMANCO 074220000  
S 1117 P 74810 - COB4-DIE-PP-248  
Spezialfarbe Goslar / Hartz  
RSL 248 300 01 3 0014 881

Рис. 2. Сертификат качества, поставляемый с каждой единицей продукции ELSOLD

Суть данного подхода основана на том, что каждый потребитель сам создает для себя паяльную пасту. Каждый специалист может принять участие не только в производственном процессе своего предприятия, но и повлиять на производство технологических материалов для своих задач:

- потребитель выбирает не из имеющегося на рынке ассортимента паяльных паст, а создает свой материал, полностью удовлетворяющий требованиям его технологического процесса;

- все затраты, связанные с подбором необходимых по свойствам паяльных паст, ложатся на поставщика и производителя. Заказчик только обозначает критерии и проводит «дегустацию» продукта;

- каждый потребитель получает свою индивидуальную паяльную

пасту, разработанную с учетом специфики его производственного процесса.

Адаптация материалов позволяет:

- создать уникальный продукт, свойства которого гарантированно удовлетворяют требованиям заказчиков;

- снизить временные затраты на подбор технологических материалов;
- принять участие в производстве материалов под индивидуальные задачи.

Преимущества данного подхода очевидны. Остается только определиться с ценой вопроса. На первый взгляд, создание материалов с уникальными свойствами должно непосредственным образом сказаться на цене паяльных паст. Однако подобное увеличение цены в большинстве случаев не происходит. В это трудно

поверить, но данный факт легко объясним. Поясним на примере.

В настоящее время в большинстве случаев российские компании — производители радиоэлектронной аппаратуры приобретают технологические материалы зарубежного производства у местных дилеров и дистрибьюторов. При этом часто бывает так, что отечественные дистрибьюторы имеют эксклюзивные права на поставку технологических материалов зарубежных производителей и по одной товарной позиции сотрудничают только с одним производителем. В такой ситуации, насколько бы ни был хорош дистрибьютор, гибкость его подхода к решению задач заказчиков будет, в большинстве случаев, ограничена стандартными решениями производителя, интересы которого он представляет. Будем смотреть правде в глаза. Редкий мировой производитель материалов станет менять свойства своих паяльных паст для удовлетворения требований российских потребителей. К сожалению, пока наш рынок не представляет столь большого интереса для производителей материалов. Тем не менее, среди достойных представителей зарубежных концернов имеются и такие, кто непосредственным образом заинтересован в развитии российского рынка технологических материалов. За примерами далеко ходить не нужно. Один из таких представителей — концерн JL Goslar GmbH, Германия, производящий паяльные материалы для электроники под маркой ELSOLD (см. рис. 1).

История концерна JL Goslar GmbH насчитывает более 100 лет производства припоев для различных отраслей применения. В ассортимент продукции ELSOLD входят как стандартные типы сплавов, так и собственные уникальные разработки [2]. Высочайшее качество продукции подтверждено соответствующими сертификатами соответствия (см. рис. 2). Из каждой произведенной партии материалов отбираются образцы, которые проходят обязательные испытания на соответствие полученных характеристик заявленным. Информация по результатам испытаний каждой партии материалов хранится в течение нескольких лет. Кроме того, также в течение нескольких лет хранятся и сами образцы материалов. Это обе-

спечивает прослеживаемость характеристик материалов от партии к партии, создает статистику, на основании которой можно говорить о стабильности свойств тех или иных видов продукции.

Продукция **ELSOLD** соответствует международным стандартам на паяльные материалы для производства электроники ISO 9453:2006, DIN EN 29453, DIN EN 29454, DIN EN 61190 с 1-1 по 1-3. Благодаря высокому качеству продукции и стабильности характеристик материалов от партии к партии продукция **ELSOLD** одобрена к применению Европейским Космическим Агентством (ESA). Все космические летательные аппараты, выпускаемые ESA, собраны с применением паяльных материалов **ELSOLD**.

Но вернемся к примеру с паяльными пастами. Создание паяльных паст с уникальной рецептурой зависит, с одной стороны, от желания заказчика, а с другой стороны, от возможностей производителя. В случае с компанией **ELSOLD** обычно вопрос упирается только в желания заказчика. Специалисты **ELSOLD** обладают широчайшими возможностями по созданию уникальных технологических материалов. Это касается не только паяльных паст, но также жидких флюсов, флюс-гелей, припоев. При этом минимальное количество материала с уникальными свойствами определяется только возможностями технологического оборудования. Так, в случае с паяльными пастами, материал с уникальными свойствами доступен в минимальном

количестве всего в несколько банок пасты. Конкретное количество материала зависит от многих факторов и обсуждается индивидуально с каждым заказчиком. В конечном итоге, гибкость производственных возможностей компании **ELSOLD**, а главное — желание идти навстречу требованиям потребителей определяет минимальные возможные объемы заказа материалов. В этом и заключается уникальность сотрудничества с компанией **ELSOLD**, как с производителем паяльных материалов. Каждый заказчик на себе осознает, что именно для него работают специалисты на заводе в небольшом немецком городке Гослар.

Конечно, адаптировать паяльную пасту в соответствии с конкретными требованиями не всегда бывает просто. Для этого нужно знать и понимать, какие свойства материала требуют корректировки. А понять это можно, только оценив, насколько предлагаемые стандартные решения подходят под специфику производства. Всегда для того чтобы что-то улучшить, нужно понимать, от чего придется отталкиваться. Иными словами, должна быть точка отсчета.

Для этого компания **ELSOLD** предлагает ряд стандартных решений, который включает широкий ассортимент флюсов, паяльных паст и припоев. При желании свойства любых материалов можно корректировать, хотя в большинстве случаев материалы со стандартными свойствами удовлетворяют требованиям большинства заказчиков. Для примера, в таблице 1 указаны стандарт-



Рис. 3. Паяльная паста AP-10

ные виды паяльных паст и их характеристики.

Наиболее распространенный продукт — паяльная паста **AP-10** с традиционным сплавом Sn62Pb36Ag2 и флюсом, не требующим отмывки (см. рис. 3). В стандартной форме поставки удовлетворяет самым массовым требованиям. Однако в случае, если у заказчика есть желание изменить определенные свойства материала, такое вполне возможно. Любая паяльная паста представляет собой, в общих чертах, смесь порошка припоя и флюсующей композиции. В этой связи, в процессе создания эксклюзивного продукта возможны следующие шаги:

– **Изменение процентного содержания флюса.** Обычно это связано с требованиями к вязкости материала, обусловленными спецификой трафаретной печати. Подобные требования зависят от технологии трафа-

Таблица 1. Паяльные пасты ELSOLD [3]

Характеристика	Паяльная паста				
	AP-10	4300	AP-20	NWS-4200	LF-4300
Сплав	Sn62Pb36Ag2	Sn62Pb36Ag2	SAC305 (Sn96,5Ag3,0Cu0,5)	Sn62Pb36Ag2	SAC305 (Sn96,5Ag3,0Cu0,5)
Тип флюса	RELO	RELO	ROLO	REMO	RELO
Размер частиц, мкм	25...45 (Тип 3)	25...45 (Тип 3)	25...45 (Тип 3)	25...45 (Тип 3)	25...45 (Тип 3)
Метод нанесения	Трафаретная печать	Трафаретная печать	Трафаретная печать	Трафаретная печать	Трафаретная печать
	Дозирование		Дозирование		
Содержание металлической составляющей	90% — трафаретная печать	90%	88,5% — трафаретная печать	90%	88,5%
	87% — дозирование		86,5% — дозирование		
Примечания	Оловянно-свинцовая паяльная паста с флюсом, не требующим отмывки. Подходит для большинства применений. Позволяет осуществлять пайку свинцовых и бессвинцовых компонентов в одном процессе	<b>НОВИНКА!</b> Оловянно-свинцовая паяльная паста с водосмываемым флюсом, не требующим отмывки	Бессвинцовая паяльная паста с флюсом, не требующим отмывки	Оловянно-свинцовая паяльная паста с водосмываемым флюсом	Бессвинцовая паяльная паста с водосмываемым флюсом, не требующим отмывки

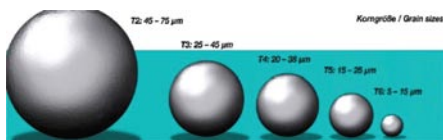


Рис. 4. Сравнительное изображение размеров частиц припоя

Таблица 2. Классификация частиц припоя (см. рис. 4)

Тип	Размер частиц припоя, мкм	Примечания
1	75...150	На сегодняшний день не применяются при производстве паяльных паст
2	45...75	
3	25...45	Стандартный размер частиц
4	20...38	Для монтажа компонентов с малым шагом
5	15...25	Применение в микроэлектронике и для решения специальных задач
6	5...15	

ретной печати (ручное нанесение, полуавтоматическое, автоматическое), производственного климата, конструктивных особенностей изделий, привычек оператора. Последнее, чаще всего, является определяющим. В большинстве случаев процент флюсующей составляющей варьируется в диапазоне 9—18%. Изменение процентного содержания флюса, как правило, не влияет на стоимость паяльной пасты.

– **Изменение размера частиц припоя.** Стандартный размер частиц



Рис. 5. Разнообразие форм упаковки паяльных паст ELSOLD

припоя во всех традиционных паяльных пастах составляет 25...45 мкм (Тип 3). В последнее время тенденции миниатюризации приводят к необходимости использования радиоэлектронных компонентов с минимальным шагом между выводами. Паяльные пасты с 3-м Типом частиц припоя не всегда подходят для пайки подобных компонентов. Для решения таких задач компания ELSOLD предоставляет возможность использовать паяльные пасты с меньшим размером частиц. Стоит понимать, что подобное изменение свойств паяльной пасты ведет к ее удорожанию, что естественно. Чем меньше дисперсность порошка паяльной пасты, тем дороже стоит такой порошок. Для информации, в таблице 2 приведена классификация размеров частиц припоя в паяльных пастах в соответствии со стандартом IPC J-STD-005 [4].

– **Изменение типа сплава.** Изменение типа сплава на сегодняшний день не пользуется большой популярностью. Однако такая возможность существует. Так, например, паяльная паста AP-10 может поставляться со сплавами Sn62Pb36Ag2, Sn63Pb37, Sn96.5Ag3.5, Sn99.3Cu0.7, SAC305, Sn42Bi58, Sn42Bi57Ag1 и др., в зависимости от требований заказчиков.

– **Изменение типа флюса.** Подобные изменения в составе паяльной пасты бывают связаны с тем, что простым варьированием процентного содержания флюса в пасте нужный эффект не достигается. Обычно это проясняется на ранних стадиях переговоров с заказчиком, когда проведены пробные испытания и имеется предварительное заключение. Говоря о смене типа флюса, мы подразумеваем смену вида паяльной пасты. Изменение типа флюса — наиболее сложная и технически интересная задача. Ее решение рождается в результате плотного взаимодействия заказчика с представителем производителя, в ходе которого проясняются критерии, предъявляемые к паяльной пасте, особенности организации технологического процесса, режимы пайки и многое другое. Благодаря широкой номенклатуре различных флюсов, используемых в паяльных пастах производства ELSOLD, подобная задача решается в кратчайшие сроки.

– **Изменение формы поставки.** Любая паяльная паста производства ELSOLD может поставляться в банках для трафаретной печати, шприцах для дозирования, SEMCO-картриджах, Pro-Flow кассетах (см. рис. 5).

Изменение свойств паяльных паст под конкретные производственные задачи и условия — не роскошь, а оправданный подход к организации производства.

В рамках данной статьи был рассмотрен только пример с паяльными пастами. Однако, как уже было сказано ранее, возможно также изменение свойств и других технологических материалов, используемых в производстве электроники.

Подобный подход — не просто красивая теория. Специалисты компании «Глобал Инжиниринг» на практике убедились в его состоятельности и применимости к российским реалиям. Существуют реализованные проекты с заказчиками, которые путем изменения свойств материалов добились соответствия полученного продукта своим производственным требованиям. Можно с уверенностью сказать, что адаптация технологических материалов под условия производства работает! И именно в этом заключается современный подход к выбору используемых технологических материалов.

Подробнее о концепции данного подхода к выбору и применению технологических материалов вы сможете узнать, посетив 26 октября бесплатный семинар, проводимый компанией «Глобал Инжиниринг». В рамках семинара, среди прочего, вы сможете задать интересующие вас вопросы специалистам компании ELSOLD и получить компетентный ответ от первоисточника. Подробная информация о семинаре размещена на сайте компании [www.global-smt.ru](http://www.global-smt.ru).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
2. А. Большаков. ELSOLD TC-07 — новый бессвинцовый припой для пайки волной. — Технологии в электронной промышленности, №4, 2008.
3. [www.global-smt.ru](http://www.global-smt.ru)
4. Международный стандарт J-STD-005 «Требования к паяльным пастам» (Requirements for Soldering Pastes).