



## Новые материалы фирмы Interflux Electronics

### для высоконадежной пайки

Г. Орликовский

*Фирма Interflux Electronics — один из крупнейших изготовителей современных материалов для пайки печатных плат. Уникальные свойства ее продукции позволяют упростить технологию производства, повысить его экономичность и экологическую чистоту. Новые материалы фирмы для безотмывочной технологии пайки: флюсы, паяльные пасты, флюсосодержащие припои и средства очистки паяльных ванн — обеспечивают не только высокую надежность соединений, но и существенную экономию средств.*

В 60–70-е годы для пайки печатных плат широко использовались смолосодержащие флюсы. Обладая очень высокой активностью, они оставляли осадки и остатки, которые приходилось тщательно снимать, используя фреоны, трихлорэтилен и водные мыльные растворы. После подписания в 1972 году Монреальского Протокола, предусматривающего отказ от применения фреонов, началось внедрение так называемых водорастворимых флюсов. Но в этих высокоактивных материалах с хорошими раскисляющими и чистящими свойствами высоко содержание галоидных соединений, способных вызывать коррозию и ухудшить качество изоляции между паяными соединениями. Поэтому остатки флюсов приходится смывать водой. В 80-х и начале 90-х годов были созданы флюсы, не требующие отмывок (“no-clean”). Новые материалы характеризовались мягкими остатками, низким содержанием твердых веществ (по весу 2–3% против 25–35% в традиционных флюсах) и более низкой активностью. Остатки таких флюсов на платах можно не отмывать. Однако их путь в производство оказался нелегким из-за жестких требований к условиям применения.

**Безотмывочная технология пайки.** Главные преимущества применения безотмывочных флюсов — исключение операций очистки (отмывки) плат и, следовательно, экологически опасных сливов и сбросов. Отпадает необходимость в визуальном контроле плат. Переход к безотмывочной технологии не требует больших капитальных вложений — можно использовать имеющееся оборудование, иногда с небольшой модернизацией. Компания IBM, например, сообщала о 10%-ной экономии средств после перехода на безотмывочный флюс при монтаже методом “flip-chip” на керамических носителях. По сведениям Сандийской национальной лаборатории (США), при переходе крупного произ-

водителя на безотмывочную технологию начальные затраты составляют 25 тыс. долл. США, а последующая экономия — 100–200 тыс. долл. в год.

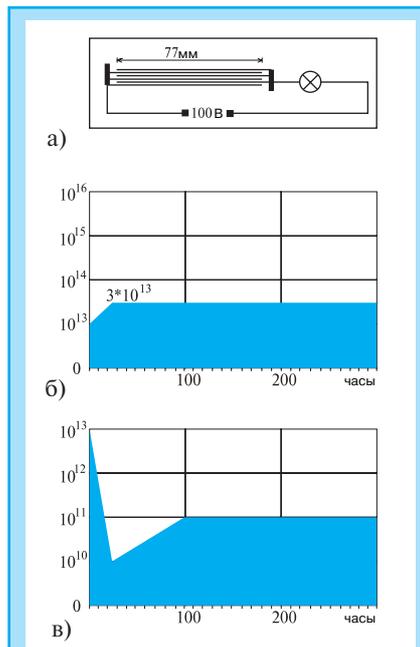
Сегодня безотмывочная технология пайки используется в серийном производстве многими известными фирмами: IBM, AT&T, Siemens и др. Исследования и испытания безотмывочных флюсов в опытном и серийном производствах,

проведенные по заказу Министерства обороны США, показали их несомненную перспективность для целого ряда производственных процессов, использующих пайку волной или оплавлением.

Качество пайки удовлетворяет требованиям большинства производителей. Однако некоторые безотмывочные флюсы дают видимые остатки или осадки, не ухудшающие каких-либо характеристик изделий, за исключением косметических. Поэтому критерии визуального контроля приходится снижать. Если к внешнему виду платы предъявляются жесткие требования, пайку производят в инертной (азот) или в реактивной (водород) атмосфере, что уменьшает осадки, а в ряде случаев снижает плотность дефектов.

В Бингэмстонском университете испытаны 10 различных безотмывочных паяльных паст на реальных платах военного назначения (Lockheed Martin). На основании этих работ Сандийская и Лос-Аламосская национальные лаборатории совместно с работающей по правительственным заказам электронной группой фирмы Motorola создали безотмывочный флюс для использования в военной электронике вместо смолосодержащих флюсов. МО США адаптировало свои промышленные стандарты к безотмывочным процессам. С этого момента безотмывочная технология стала технологией двойного применения.

Новый шаг в развитии безотмывочной технологии сделала в начале 90-х годов компания Interflux Electronics N.V. (Gent-Belgium), специалисты которой создали новый безостаточный (“no-residue”) паяльный флюс IF2005M, полностью отвечающий требованиям военного стандарта США (MIL 14256 F) и аналогичным стандартам стран НАТО. Благодаря этому компания в короткие сроки стала крупнейшим производителем материалов для пайки. Сегодня ее дочерние фирмы и дистрибьюторские агентства успешно действуют в США, Австралии, Южной Аме-



#### Результаты сравнительных испытаний безостаточного флюса IF2005M и традиционного галогеносодержащего безотмывочного флюса:

а) тестовая цепь, расстояние между медными полосками — 0,5 мм, ширина медных полосок — 0,7 мм. Испытания проводились в камере влажности при температуре 400°C и влажности 93%. Постоянное напряжение в цепи — 100 В. Сопротивление измерялось каждый час при напряжении 500 В. Общее время испытаний — 21 день; б) результаты измерений сопротивления изоляции (в Ом) с флюсом IF2005M; в) результаты измерений сопротивления изоляции (в Ом) с галогеносодержащим безотмывочным флюсом

рике, Сингапуре, на Тайване, в Индии и странах Европы.

Флюс IF2005M – это активированный раствор (термоактиваторы не активны ниже 160°C), полностью лишенный природных или синтетических смол и галогенов. Содержание твердого компонента не превышает 2%, осадки или остатки после пайки полностью отсутствуют. Новый флюс обеспечивает превосходную паяемость, высокую надежность соединений, некоррозийность и беспрецедентно высокое сопротивление изоляции (рис.). Другие уникальные свойства флюса: неограниченный срок годности и отсутствие токсичных испарений. Загрязнение окружающей среды (воздуха) ничтожно по сравнению со смолосодержащими флюсами. IF2005M допускает использование комформных покрытий плат непосредственно после пайки (без очисток), прекрасно совместим с пассивированной медью. Его применение почти вдвое сокращает классический производственный цикл пайки за счет исключения целой группы операций, в том числе очистки плат. Флюс можно наносить различными методами: пеной, аэрозолем, волной, разбрызгиванием, погружением, кистью (щеткой) и др.

Основные физические и химические характеристики флюса IF2005M и применяемого для поддержания его оптимальной плотности растворителя T2005M приведены в табл. 1.

Для пайки оплавлением компания Interflux на основе безостаточного флюса разработала паяльные пасты IF9002 – 9003 (табл. 2). Они используются при поверхностном монтаже по безотмывочной технологии класса “low residue”, не требующей очистки. Благодаря гидрофобной природе паст воздействие влаги на химию процесса минимально. Пасты серии IF9000 обладают отличными смолородными реологическими и клеящими свойствами, прекрасно держат форму до температур 150°C, что снижает вероятность образования мостиков и других дефектов. Оплавление плат возможно через 24 часа после нанесения флюса. Его активационная система обеспечивает хорошее смачивание луженых и медных поверхностей, а также покрытий никель–золото. При темпе-

**Таблица 2**  
Основные характеристики безотмывочных малоостаточных паст

Диаметр шариков, мкм	Содержание металла	Сплав	Точка плавления, °C
45–75 (нормальная)	90%, 89,5%,	Sn63Pb37	183
25–45 (мелкодисперсная)	89%, 88%	Sn62Pb36Ag2 Sn5Pb93,5Ag1,5	179 269-310

ратурах оплавления флюс в пасте испаряется.

В ИК-конвекционной печи для паяльной пасты требуется определенный температурный режим. Процесс оплавления включает четыре этапа прогрева и охлаждения: линейный подъем температуры со скоростью 1,6–2,2°C/с до 130°C; медленный подъем температуры от 130 до 180°C за 100–120 с; подъем температуры от 180°C до пикового значения; охлаждение со скоростью 2,5–5°C/с. Интервал между прохождением точки оплавления 180°C при нагревании и охлаждении должен составлять 30–60 с в зависимости от размеров зерен порошка.

**Трубчатый припой с безотмывочным малоостаточным флюсом** фирмы Interflux Electronics дает минимальное количество остатков, не требующих отмытки

благодаря полному отсутствию галогенов (табл. 3). Флюс обеспечивает пайку как луженых, так и медных поверхностей. При правильной технике пайки (оплавление проволоки на предварительно прогретой площадке или выводе компонента, а не на жале паяльника) и температуре паяльника 360°C припой IF14 обеспечивает прекрасное и быстрое смачивание.

При температуре паяльника 330°C использование припоев IF14-09 и IF14-06 остатка почти не дает.

Компания Interflux предложила новую технологию обработки паяльных ванн. Если не принимать специальных мер, то в припое происходит сильное шлакообразование. Это вызывает излишнее потребление припоя и загрязнение печатных

плат – на них образуются микромостики, ухудшается теплопередача при пайке и т.д.

Новая технология предполагает добавление в припой в пропорции 3 г на килограмм антиоксидантных (АО) таблеток, значительно снижающих скорость образования шлаков в паяльной ванне и препятствующих их флотации. Таблетки не меняют объемный химический состав припоя, а лишь защищают поверхность ванны от реакции с кислородом воздуха. Кроме АО-таблеток, фирма производит раскисляющее масло (ДО-масло), добавляемое при чистке ванны. ДО-масло IF910 отделяет шлак от расплава припоя. Собираемый в одном месте ванны, шлак поливается маслом и растирается двумя шпателями. Образовавшийся порошок шлака не смачивается припоем и легко удаляется.

**Таблица 3**  
Разновидности трубчатого припоя фирмы INTERFLUX ELECTRONICS

Характеристики	IF14	IF14-09	IF14-06	Вес катушки, г
Содержание флюса	1,4%	0,9%	0,6%	
ДИАМЕТР, мм				
1,5	x	x	x	500
1,0	#	#	#	500
0,7	#	#	#	500
0,5	#	#	#	500
0,35	x	x	x	100
СПЛАВ				Точка плавл., °C
Sn60Pb40	#	–	–	183-190
Sn63Pb37	x	#	#	183
Sn62Pb36Ag2	x	x	x	179
Sn5Ag1,5	x	x	x	269-310
Sn99Cu1	+	+	+	227
Sn96Ag4	+	+	+	221

“#” – стандартная поставка, “x” – изготавливается по заказу, “+” – не содержит свинца, “–” – не производится

Если эту процедуру проводить регулярно и при загрузке в ванну новых слитков припоя добавлять необходимое количество АО-таблеток, можно сэкономить до 50% припоя. При этом резко снижается число дефектов пайки, что подтверждают многие производители, успешно применяющие новую технологию.

Таким образом, применение безостаточных материалов в безотмывочной технологии пайки на печатных платах обеспечивает существенный экономический эффект и беспрецедентно высокую надежность паяных соединений. Одновременно это реальный путь к полной автоматизации процесса пайки.

**Таблица 1**

**Физико-химические характеристики флюса IF2005M и растворителя T2005M**

Характеристики	Флюс IF2005M	Растворитель T2005M
Удельный вес при 20°C	0,810	0,804
Цвет	бесцветный	бесцветный
Содержание твердого вещества	1,8%	0%
Содержание галогенидов	0%	0%
Содержание воды	3–4%	3–4%
Общее кислотное число	11–17 мг КОН/г	–

