

Выбор паяльной пасты при производстве радиоэлектронной аппаратуры, или не вся пайка одинаково хороша

Дмитрий КАРПОВ,
Karpov-dv1985@yandex.ru,
solder@gradient.ru

В настоящее время в связи с международным геополитическим положением сложилась очень интересная ситуация в отрасли радиоэлектроники. Если к новостям о дефиците ЭКБ или ЭРИ (компонентной базы и радиодеталей) импортных («недружественных» стран) мы уже привыкли, то о расходных материалах для пайки и сборочно-монтажного производства предоставляется гораздо меньше информации.

С российского рынка ушла продукция известных марок (компаний), чьими паяльными материалами (пастами, припоями, клеями, флюсами, отмывочными жидкостями и т. д.) мы привыкли пользоваться: Alpha, Koki, AIM, Indium, Multicore и т. д. Конечно, спасибо некоторым компаниям, которые могут поставлять указанные материалы по «параллельному» импорту (учитывая все новые сложности как в оплате поставщикам, так и по логистическому плечу), но их конечная стоимость, срок поставки, «остаточный» гарантированный срок применения и вероятность полного неполучения заказа заставляют призадуматься об их применении на производстве. Для сборки особенно важных и сложных, с технологической точки зрения, печатных узлов мы вынуждены использовать эти паяльные материалы, но в большинстве случаев наблюдается «импортозамещение» китайской продукции или появление паяльных материалов российского производства. Отечественные компании, которые занимаются производством расходных материалов для пайки, стараются выпустить собственную продукцию. Однако в настоящее время ее стоимость (в первую очередь), минимальный объем заказа/производства (на нестандартные позиции) и стабильность качества иногда вызывают вопросы (гораздо реже в последнее время, что не может не радовать). Хотелось бы заметить также, что нашим «партнерам» (производителям и поставщикам из КНР), безусловно, интересен российский рынок электронной промышленности (что очень хорошо видно по тематическим выставкам и отраслевым конференциям). Появляется много продукции и компаний, которые предлагают паяльные материалы, название которых никто ранее не слышал.

Проанализировав текущую ситуацию, наша компания, имея значительный практический опыт в производстве, поставке изделий для электротехнической отрасли и общения с производителями в Китае, разработала и начала изготавливать паяльные пасты по ТУ 20.59.59-001-30242108-2021 и трубчатые припои по ТУ 24.43.24-001-30242108-2024 (все указанные технические условия разработаны и базируются на ГОСТ, ОСТ, IPC-стандартах). Производственная площадка компании находится в КНР, продукция изготавливается по схеме ODM (Original Design Manufacturer).

Далее в этой статье рассматриваются только паяльные пасты. Хотелось бы напомнить, что паяльная паста является основным конструкционным материалом, так как она отвечает за качество пая-

ного соединения на весь срок службы электронного блока – изделия. Паста функционирует и обеспечивает электрический и механический контакт между контактной площадкой печатной платы и «ножкой» (поверхностью) компонента. От ее качества и технологии нанесения, оплавления, отмывки (при необходимости) напрямую зависят надежность и работоспособность изделия. Контролируется не только качество внешнего вида продукции, но и наличие скрытых дефектов пайки, которые влияют на срок службы изделия в целом.

В инициативном порядке наша компания совместно с одним из ведущих предприятий радиоэлектроники России осуществила подбор, отработку технологии применения и контроля качества паяного соединения при использовании паяльной пасты разных изготовителей и поставщиков. Для тестирования по общим критериям мы выбрали самую распространенную и востребованную на производстве пасту:

- состав сплава металла: Sn62Pb36Ag2;
- тип пасты: 4 (дисперсность) – размер шарика металла 20–38 мкм;
- флюс: низкоактивный, не требующий отмывки (не будем глубоко вникать в его состав и классификацию «канифольный», «синтетический» или «органический»).

Кроме того, в техническом задании для производства мы указали «без галогенов» (или с их минимальным/незначительным содержанием).

Этот запрос был реализован нашей службой снабжения: мы получили 14 банок паяльной пасты с указанными выше характеристиками (не будем называть поставщиков и пасты, которые использовались в данной работе). Тестирование осуществлялось при одинаковых условиях и режимах работы. Мы старались не отклоняться от технологического цикла и маршрута, который установлен на предприятии. Для однозначности восприятия результатов, работы выполнялись на серийно изготавливаемом изделии (печатная плата 4-го класса точности, в состав которой вошли монтируемые BGA-компоненты).

В ходе работы было задействовано следующее технологическое оборудование:

- автоматический принтер DEK Horizon для нанесения паяльной пасты. Толщина трафарета из нержавеющей стали: 0,127 мм; материал ракеля: сталь; угол: 45° (двойной проход); основные режимы: скорость печати: 50 мм/с; давление: 6 кг (значения приводятся не полностью).

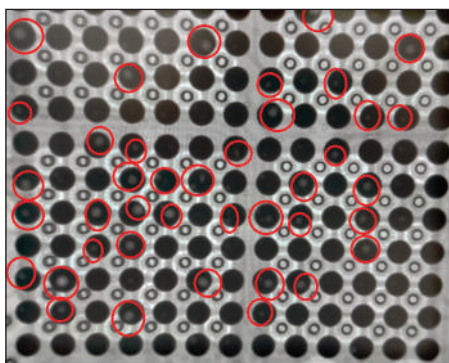


Рис. 1. Наличие значительного количества крупных пустот

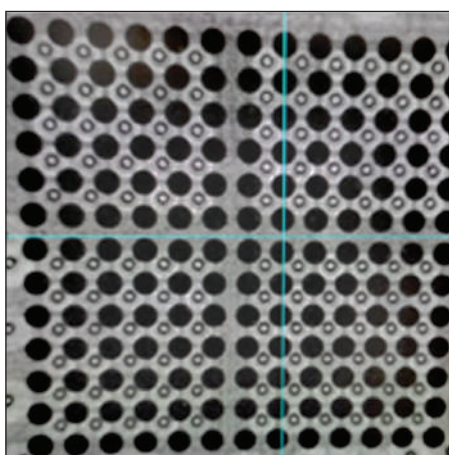


Рис. 2. Нормальное качество пайки

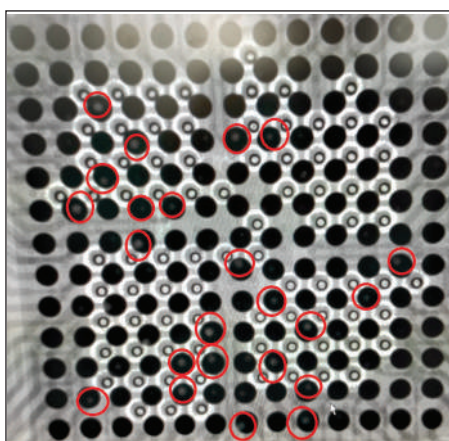


Рис. 3. Незначительное наличие пустот

- автоматические установщики компонентов Hanwha SM421/SM482;
- многозонная печь конвекционного типа Hotflow для пайки (термопрофиль типа «нагрев – выдержка – пик», настроенный под оловянно-свинцовый сплав);
- автоматическая установка струйной отмывки плат с помощью специализированной жидкости в соответствии с требованиями ГОСТ Р 70798-2023;
- оптические микроскопы, линзы с подсветкой, установка автоматической визуальной инспекции и установка рентген-контроля для межоперационного/проме-

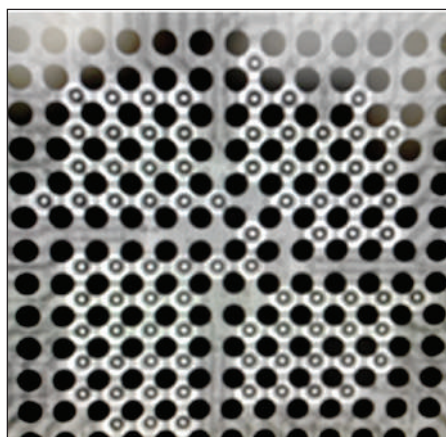


Рис. 4. Нормальное качество пайки

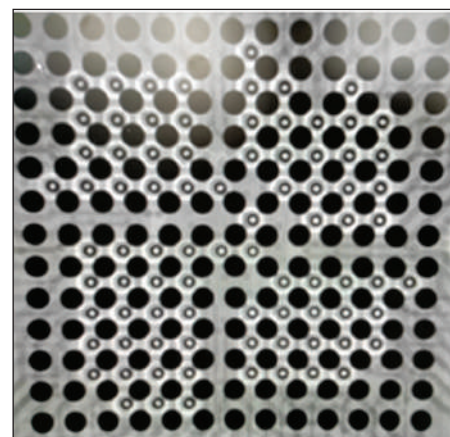


Рис. 5. Нормальное качество пайки

Таблица. Полученные результаты (выдержка)

№ п/п	Наименование	Контроль качества нанесения	Контроль качества оплавления	Отмывка	Рентген	Общий балл (макс. 40)
1	Sn62Pb36Ag2 тип 4 (пр-во Япония)	10	10	9	9	38
2	Sn62Pb36Ag2 тип 4 Радиант ПП 62,1/36/1,9-4	9	10	9	9	37
3	Sn62Pb36Ag2 тип 4 (пр-во Европа)	9	9	8	9	35
4	Sn62Pb36Ag2 тип 4 (пр-во Россия)	9	9	8	9	35
5	Sn62Pb36Ag2 тип 4 (пр-во КНР)	8	8	8	9	33
.	–	–	–	–	–	–
.	–	–	–	–	–	–
14	Sn62Pb36Ag2 тип 4 (пр-во КНР)	6	6	5	5	22

жуточного контроля и контроля качества готового изделия.

В итоге была осуществлена пайка тестовых изделий и оценка характеристик паяльных паст до и после оплавления. Основными критериями анализа до оплавления при нанесении (печати) являются:

- излишек или недостаток паяльной пасты на контактной площадке;
- нарушение формы печати (растекание, деформации, перегибы и планарность).

Заметим, что все образцы пасты хранились в холодильнике при 5 °С, 2 часа конденсировались при комнатной температуре и перед непосредственным использованием перемешивались на планетарном миксере.

Затем был осуществлен контроль качества паяного соединения (оплавления) на следующие виды присутствия дефектов:

- паяные соединения с трещинами;
- разрушенные паяные соединения;
- «холодная» пайка (признаки неполного оплавления – зернистый вид поверхности);

- качество галтели припоя;
- отсутствие смачивания или плохая смачиваемость контакта либо контактной площадки;
- наличие перегибов припоя.

Произведена и также качественно была оценена отмывка печатного узла, а также результаты рентген-контроля качества пайки.

По всем упомянутым выше критериям эксперты (сотрудник ОТК, инженер-технолог участка поверхностного монтажа, оператор линии и монтажник РЭА 6-го разряда) выставили баллы каждому образцу (наименованию).

Хотелось бы отдельно отметить, что в данной работе присутствовали и субъективные оценки, так как в целом было сложно сделать выбор и многие образцы показали хорошие результаты. Технологическое оборудование было настроено и работало по одним и тем же режимам, то есть режимы печати (нанесения) под каждую пасту не подбирались и не перенастраивались термопрофиль

(хотя мы настоятельно рекомендуем это делать и корректировать при запуске в монтаж нового изделия, смене трафарета, смене партии и наименования пасты).

После испытания каждого наименования паяльной пасты трафарет протирали или отмывали в специальном оборудовании.

Содержание полного отчета с результатами тестирования является конфиденциальным, и опубликовать его не представляется возможным. Приведем выдержку и общий вид таблицы, которую мы получили в ходе выполнения работы.

Приведем также некоторые рентген-снимки, которые наиболее объективно и наглядно демонстрируют качество пайки (рис. 1–5).

Получив оценку образцов паяльной пасты по качеству, добавив к ней стоимость и срок поставки, предприятие, на котором производилось тестирование, остановило свой выбор на паяльной пасте «Радиант ПП 62,1/36/1,9-4». Ее стоимость находится на среднем

уровне (некоторые «китайские» пасты были дешевле, а «брендовые» пасты – значительно дороже). Эта паста набрала высокий балл по качеству и показала хороший стабильный результат по применению. Без значительных проблем и сложностей печатные узлы прошли отмывку. При ее использовании не были зафиксированы сложные, критически значимые дефекты и отклонения. В планах развития этого направления компания ООО «Радиант» рассматривает вариант изготовления паяльных паст марки «Радиант» на территории России, но подробнее эти планы мы комментировать пока не будем.

Дополнительно хотелось бы отметить, что данный материал является субъективной оценкой и результатом работы одного предприятия. Повторимся, что технологическое оборудование было настроено и работало по одним и тем же режимам. Если бы параметры подбирались под каждое наименование паяльной пасты, результаты могли бы выглядеть иначе.

Паяльные материалы «РАДИАНТ»



соответствуют требованиям ТУ
классические сплавы металлов
стабильно высокое качество
адекватная стоимость



ООО «РАДИАНТ»

г. Москва, ул. Скотопрогонная 29/1
Тел. +7 (495) 135-26-25

www.r-smd.ru
m1@r-smd.ru

Паяльные пасты

Производятся по ТУ 20.59.59-001-30242108-2021



Трубчатые припои

Производятся по ТУ 24.43.24-001-30242108-2024

СОБЫТИЯ РЫНКА

Россия создаст гигантское суверенное производство силовых полупроводников

ГК «Элемент» намерена начать выпуск силовых диодов и транзисторов на территории России. Это будет первое производство такого рода, размещенное в пределах российских границ. Масштабы выпуска внушительные – вплоть до 140 тыс. пластин с кристаллами полупроводников в год, и это на начальном этапе.

На реализацию задуманного проекта в 2026 г. были привлечены заемные средства

в размере 15 млрд руб. К 2030 г. планируется выход завода на полную мощность в 140 тыс. пластин в год.

Новое производство может обеспечить до 70% потребностей российского рынка в силовой электронике к 2030 г.

Итоговая стоимость проекта составляет 19,5 млрд руб. Новое отдельное производство будет открыто в Зеленограде:

«Новое предприятие станет первым в России крупным серийным производством кристаллов силовых диодов и транзисторов на основе кремния и карбида кремния с использованием современных технологий изготовления силовых устройств», – заявили представители ГК «Элемент».

Основные потребители компонентов – предприятия авиастроительной отрасли, производители электромобилей, операторы крупных инфраструктурных проектов, а также компании энергетического сектора.

<https://russianelectronics.ru>