

# Рекомендации по пайке компонентов типа BGA

**Страхи по поводу бессвинцовых технологий понемногу уходят в прошлое. Этому способствовало широкое обсуждение проблем смешанных технологий на всевозможных форумах.**

**Анатолий Бекишев,  
д. т. н.  
Аркадий Медведев,  
д. т. н., профессор  
Юрий Набатов  
Аркадий Сержантов,  
к. т. н.**

27–28 апреля 2009 г. в Санкт-Петербурге прошла Международная научно-практическая конференция «Совершенствование производства радиоэлектронной аппаратуры с использованием бессвинцовых и смешанных технологий пайки». Центральные доклады о результатах испытаний надежности бессвинцовых и комбинированных паяных соединений [1] прочли специалисты ОАО «Авангард» Н. Н. Иванов и В. Д. Ивин. Конечно, рекомендации по пайке «бессвинцовых» компонентов припоем типа ПОС-61 можно сделать только после завершения работ ОАО «Авангард». Но работающие предприятия до получения окончательных рекомендаций на свой страх и риск принимают индивидуальные решения, чтобы не останавливать текущее производство.

Сложившаяся практика использования импортных компонентов с пайкой оловянно-свинцовыми припоями позволяет сформулировать общие рекомендации по технологии пайки.

1. Все компоненты, предназначенные для бессвинцовой пайки, имеют покрытия, смачиваемые при определенных условиях оловянно-свинцовыми припоями [1]. Мало того, сертификационные центры (вторые поставщики компонентов) проверяют паяемость (смачиваемость) выводов по стандартной методике ГОСТ 28235-89 (МЭК 68-2-54-85) с припоем ПОС-61 и флюсом ФКСп. Значит, здесь проблем возникнуть не может.
2. Теперь уже все убедились, что все компоненты и печатные платы должны к процессу пайки приходиться сухими [3]. Это связано с относительно длительным временем пребывания элементов паяного узла в зоне группового нагрева. Это и раньше было актуально, особенно при автоматизированной пайке волной припоя, да и при пайке паяльниками. Особенно влажным летом. Сейчас, при групповых методах пайки, необходимость удалять влагу и хранить компоненты и платы в сухих камерах стала очевидным требованием для предотвращения эффекта типа «попкорн» и дефектов в виде расслоения плат.

На упаковках теперь указывается возможное время пребывания компонентов в распакованном состоянии до пайки. Высушенные платы могут быть использованы в течение одной смены. Если же проводится ручная установка компонентов на плату, то приходится использовать дополнительную сушку до пайки.

3. Гораздо сложнее обстоит дело с компонентами типа BGA с шариковыми выводами из бессвинцовых припоев. Дело в том, что непременным условием качественной пайки BGA-компонентов является расплавление шариков выводов. При температурах групповой пайки оловянно-свинцовыми припоями бессвинцовые шарики выводов не расплавляются полностью (жидко-текущее состояние), что необходимо для «осаживания» корпуса BGA и ориентирования его на монтажном поле платы. Некоторые [2] предлагают варварский способ решения этой проблемы: проводить процесс «реболлинг». Это замена бессвинцовых шариков на оловянно-свинцовые. При этом корпус подвергается воздействию минимум двух термоударов и теряются все гарантированные обязательства на BGA-компоненты.

Более приемлема пайка BGA-компонентов с бессвинцовыми шариками на паяльную пасту на основе оловянно-свинцового припоя. Испытания, проведенные специалистами ОАО «Авангард», подтвердили это. Очевидно, что расплавленный оловянно-свинцовый припой смачивает поверхность шариковых выводов, растекается по их поверхности и образует с ними надежную прочную химическую и металлургическую связь [1]. Внешнее проявление завершения пропая шариковых выводов BGA — диффузия свинца из ПОС по всему объему шарика [1].

4. Тем не менее, термопрофиль пайки (время, температура и т. д.) определяется типом BGA [4]. Хорошо, когда схемотехники и конструкторы учитывают необходимость подбора BGA-компонентов с одинаковым термопрофилем пайки. Но, как правило, они игнорируют требования производства. Тогда при наличии BGA-компонентов с разными циклограммами пайки на плату необходимо первоначально устанавливать только BGA с минимальными температурами пайки. Остальные BGA-компоненты устанавливаются и паяются позже на ремонтном центре типа Martin.
5. Все BGA-компоненты должны храниться в герметично закрытой таре и извлекаться из нее только при наличии полного комплекта компонентов, чтобы время от распаковки до начала пайки было максимально ограничено.

При наличии BGA-компонентов не в герметичной упаковке они должны быть выдержаны в шкафах сухого хранения для извлечения накопившейся влаги

и храниться в этих шкафах до использования в сборке.

6. Паять электронные узлы с BGA-компонентами следует в туннельных печах с количеством зон нагрева не менее чем по 8 сверху и снизу и минимум по две зоны охлаждения сверху и снизу. Хорошо, когда на узле отсутствуют «теневые» эффекты.

Минимальный набор задаваемых и поддерживаемых параметров: температура для каждой зоны отдельно, минимальный допуск на поддержание температуры, скорость конвейера, скорость потока горячего газа снизу и сверху, скорость потока холодного воздуха в зоне охлаждения.

7. Но лучшие условия для пайки электронных узлов с разнородными элементами создает технология конденсационной пайки [5]. В конденсационных печах невозможны перегревы, в том числе и локальные, даже при наличии на одной плате совершенно разнородных электронных компонентов по габаритам и массе. Главное их преимущество: температура пайки определяется температурой кипения (конденсации) рабочей жидкости, время — завершением процесса конденсации.

8. Предпочтительное покрытие монтажных поверхностей на плате под пайку — иммерсионное олово с разделительным барьерным слоем из органического металла между оловом и медью, который предотвращает образование интерметаллидов и за счет этого сохраняет паяемость в течение длительного времени (по крайней мере, гораздо более года) [6]. Иммерсионное олово — хорошая альтернатива иммерсионному золоту, которому свойственна непредвиденная потеря паяемости. Это обусловлено высокой температурой процесса осаждения никеля (подслоя) и золота (~85 °С) и избыточной концентрации фосфора в растворе осаждения, а также иногда и из-за остатков тонких пленок на золоте, когда паяльная маска формируется по иммерсионному золоту.

9. Для пайки нужно использовать паяльные пасты и флюсы в соответствии с рекомендациями для данного типа BGA. При их

отсутствии использовать паяльную пасту на основе припоя типа ПОС-61. Например, водосмывная паста Sn63Pb37 со слабоактивированным флюсом типа R562 фирмы KESTER для нанесения через трафарет (IPC/J-STD-004 Flux Designator ORM0).

10. Если в структуре плат присутствуют «толстые» слои «земли» и питания, и они для отвода тепла контактно замыкаются на металлизированные торцы печатных плат, или если плата припрессована к металлическому основанию, то электронный узел на основе этого монтажного основания нельзя паять в туннельной печи с ИК или конвекционным нагревом. Единственная технология, приемлемая для таких монтажных оснований, — конденсационная пайка. При ее отсутствии можно сначала паять BGA-компоненты на установке Martin, а затем вручную допаявать все остальное.

11. Признак качественной пайки BGA-компонентов: корпус с шариковыми выводами должен «просесть» за счет расплавления паяльной пасты и сориентироваться на контактных площадках печатной платы.

12. Отмывать электронные узлы нужно в предусмотренных для этого жидкостях. Окончательную отмывку нужно проводить в деионизированной воде при температуре 55...65 °С. Для хорошей промывки пазух под корпусами BGA-компонентов целесообразно использовать ультразвук [7].

13. Качество пайки можно контролировать на эндоскопе с подсветкой, например от фирмы ERSA. Но эндоскоп позволяет увидеть только несколько рядов паек и «не видит» поры в паяных соединениях, поскольку смешанная технология пайки BGA-компонентов отличается от стандартной своеобразием образования паяных соединений. Для хорошей гарантии качества лучше контролировать их на специализированной рентгеновской установке.

Предложенные читателям рекомендации авторы сформулировали на основании своего опыта в реальном производстве электронных модулей по смешанной технологии. Эти рекомендации не претендуют на «истину в по-

следней инстанции». Но авторы надеются, что они помогут специалистам-технологам осваивать новые процессы и послужат началом обмена опытом в современной сложной обстановке применения компонентов, предназначенных для бессвинцовой пайки, с их пайкой оловянно-свинцовыми припоями с сопутствующими им флюсами.

С согласия редакции авторы предлагают читателям направлять в журнал короткие заметки с критикой предложенных рекомендаций и собственные результаты использования смешанных технологий пайки «бессвинцовых» компонентов.

Предложенные рекомендации одобрены Гильдией профессиональных технологов приборостроения.

## Литература

1. Материалы Международной научно-практической конференции «Совершенствование производства радиоэлектронной аппаратуры с использованием бессвинцовых и смешанных технологий пайки». 27–28 апреля 2009 г.
2. Лейтас И. Л. Проблемы бессвинцовой пайки в контрактном производстве электронных модулей / Международный семинар «Проблемы бессвинцовых технологий производства электроники». Москва, ООО «Предприятие Остек», 13–14 марта 2007 г.
3. Сержантов А., Медведев А. Процессы увлажнения и сушки печатных плат // Технологии приборостроения. 2007. № 1.
4. Медведев А., Арсентьев С. Маркировка компонентов, печатных плат и электронных сборок на присутствие/отсутствие свинца // Компоненты и технологии. 2008. № 7.
5. Fillog U., Zabel C. Надежность процесса для бессвинцовой пайки // Технологии в электронной промышленности. 2007. № 4.
6. Медведев А. Покрытия под пайку // Технологии в электронной промышленности. 2006. № 2.
7. Медведев А. Ультразвуковая очистка поверхности печатных плат // Производство электроники. 2006. № 1.