

Технология очистки электронных модулей с BGA после реболлинга

В статье рассказывается об исследовании процесса очистки остатков флюса из-под корпуса BGA-микросхем после реболлинга и повторного монтажа электронного модуля. Предложен новый способ струйной очистки плат после пайки.

**Олег Шапошников
Владимир Ланин**

vlanin@bsuir.by

Развитие современной электронной, информационной и вычислительной техники приводит к тому, что на печатных платах все чаще применяется сложная, современная элементная база в виде безвыводных микросхем. Процесс миниатюризации, усложнения привел к появлению корпусов типа BGA с массивом шариковых выводов. Все выводы находятся на одной плоскости с нижней стороны корпуса, что положительно отражается на паразитных излучениях и целостности сигналов в электронном изделии. Корпуса BGA обеспечивают меньшее тепловое сопротивление корпус-плата по сравнению с выводными элементами. Среди отдельных недостатков можно отметить сложность ремонта и контроля качества монтажа и пайки. Процесс реболлинга включает удаление старых шариков припоя с нижней части корпуса микросхемы, восстановление шариков припоя на плате, установку и пайку BGA, очистку платы от остатков флюса [1]. При этом в большинстве случаев перед монтажом потребители проводят замену бессвинцовых шариков на свинецсодержащие. Кроме того, для процесса пайки в большинстве случаев рекомендуют безотмывочные паяльные пасты и флюсы. Как показывает практика, для изделий СВЧ-электроники необходима качественная очистка. В данной работе поставлена задача исследовать и оптимизировать условия качественной очистки отмывочными жидкостями зоны пайки шариковых выводов с контактными площадками, где по разным причинам необходима замена BGA на печатных платах.

Для визуальной и оптической оценки качества пайки и очистки от остатков флюса были изготовлены имитаторы микросхем BGA. На кварцевом стекле размером 14×1 мм изготовлено 256 контактных площадок диаметром $0,45 \pm 0,05$ мм с шагом 0,8 мм, покрытые напыленным хромом 1 мкм, медью 1–3 мкм, гальванической медью 6–9 мкм и олово-висмутом 6–9 мкм. По размерам имитатор (рис. 1) полностью соответствует микросхеме BGAEP3C16U256A7 (Altera Corporation).

На контактные площадки наносили два типа флюсов: NS-559-ASM-UV(TPF) AMTECH (№ 1) и отечественный флюс по патенту № 2400340

(№ 2) [2]. Выбранные флюсы обладают клеящими свойствами, средним уровнем активности и водосмываемостью. Разложение шариков на площадки с флюсами проводили на специальной оснастке для реболлинга (рис. 2). Пайку шариков на контактные площадки вели на термовоздушной станции IBCJTSE-2A и ремонтном центре ZM-R720A. Удаление остатков флюса проводили в деионизованной воде, нагретой до температуры $+55 \dots +65$ °C.

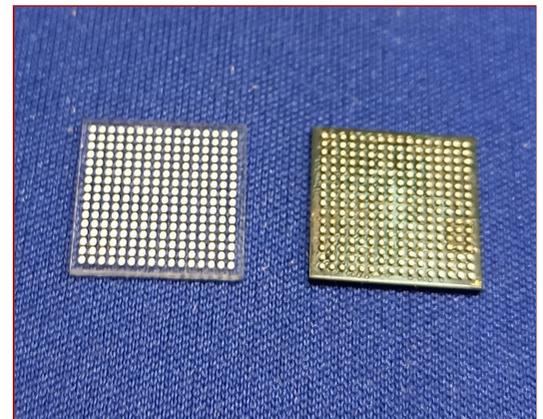


Рис. 1. Имитаторы микросхемы BGA

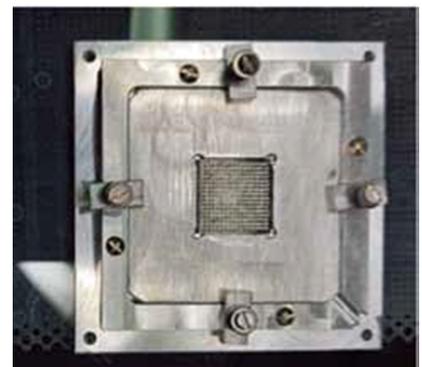


Рис. 2. Оснастка для реболлинга

Монтаж изготовленного имитатора проводили на текстолитовые платы, контактные площадки которых покрыты иммерсионным золотом. На контактные площадки наносили флюсы № 1 и № 2 по шесть образцов каждого вида, монтаж и пайку проводили на ремонтной паяльной станции ZM-R720A, термопрофиль пайки приведен на рис. 3. Для равномерного прогрева использован термопрофиль «нагрев-выдержка-пик», максимальная температура составляла $+220 \pm 5$ °C. Выбранный термопрофиль предотвращает термоудар, флюс активируется и подготавливает сборку к плавлению припоя.

При пайке, демонтаже, а тем более при ремонте производители BGA-микросхем рекомендуют использовать безотмывочный флюс, поскольку очистка из низкопрофильных полостей крайне затруднена. В промышленности известны различные способы очистки: ручная, ультразвуковая, струйная (струи в воздухе, струи в жидкости), барботажа [3]. Ультразвуковая очистка при всей ее эффективности, к сожалению, несовместима со многими компонентами, в том числе с некоторыми микросхемами, например BGA.

Помимо способа очистки, немаловажную роль играет выбор моющей жидкости. В работе использовали отмывающие жидкости VIGON, «Лира» и дистиллированную воду. Процесс очистки проводили на автоматической установке струйной очистки (струи в воздухе) (рис. 4), в качестве моющей жидкости использовали VIGON. Режимы очистки приведены в таблице 1.

Температуру моющей жидкости и деионизованной воды выбрали с учетом того, что при более высоких температурах возможно нарушение целостности маркировки на элементах российского производства. Качество очистки на образцах имитаторов оценивали под микроскопом МБС-10. В полостях между шариковыми выводами присутствуют частицы не отмытого флюса и разводы (рис. 5). По тем же режимам выполнена повторная очистка на установке с последующей проверкой качества очистки. Дефекты полностью не устранились.

В работе сделана попытка модернизировать известный способ очистки «струи в жидкости». Изготовлено приспособление, которое позволяет подавать сжатый воздух под корпус имитатора микросхемы BGA и наблюдать за процессом (рис. 6).

Отмывка осуществлялась погружением платы с имитатором BGA в моющие жидкости «Лира» и дистиллированную воду, нагретую до температуры $+55...+65$ °C. Под корпус BGA подводятся сопла, через которые подается сжатый воздух. При этом визуально можно наблюдать образование струй и пузырьков на концах сопел. Пузырьки имеют различную форму, размер и при соприкосновении с поверхностью, на которой находится флюс, вызывают агитирующее действие с последующим удалением их остатков.

Следует отметить, что для практической оценки работы механизма очистки «струи в жидкости» процесс проимитировали следующим образом. Очистку плат с прозрачными



Рис. 3. Термопрофиль пайки имитатора на плате

Таблица 1. Режимы струйной очистки

Применяемый флюс	Температура моющей жидкости VIGON, °C	Температура деионизованной воды, °C	Температура предварительной сушки, °C
№ 1	+40	40	+80
№ 2	+40	40	+80

BGA проводили в термостакане, что позволяло визуально оценить динамику процесса и измерять сопротивление дистиллированной воды. При подаче струй воздуха под корпус BGA с одной из сторон установлено, что в течение 120 с происходит до 60% очистки поверхности от флюса и удельная проводимость дистиллированной воды изменяется с 2,8 до 11,9 мкСм/см. Процесс проводился в ограниченном объеме 0,5 л, удельная проводимость измерялась кондуктометром HANNAPWT (HI 98308). В связи с ограниченным объемом дистиллированной воды увеличение времени подачи воздуха не приводит к изменению удельной проводимости дистиллированной

воды. При замене новой порции дистиллированной воды и смене стороны и подаче воздуха в течение 120 с происходит полное удаление остатков флюсов № 1 и № 2 и удельная проводимость дистиллированной воды изменяется до

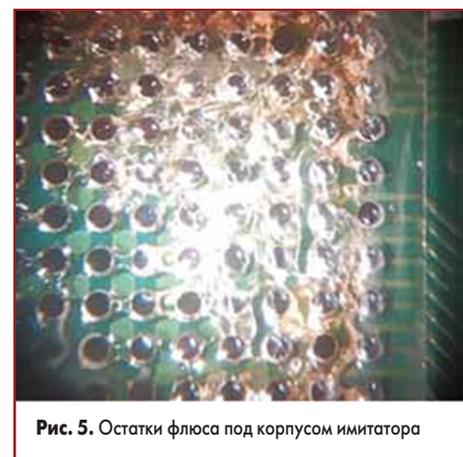


Рис. 5. Остатки флюса под корпусом имитатора



Рис. 4. Установка струйной очистки Kolb PSE-SVS

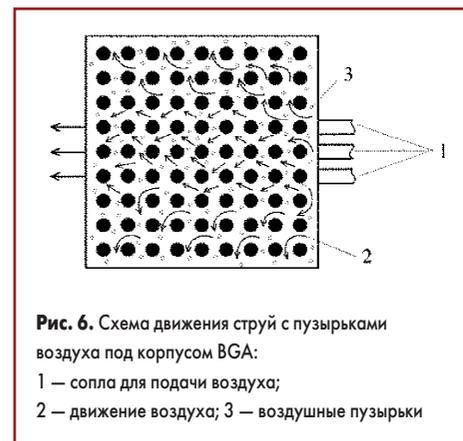


Рис. 6. Схема движения струй с пузырьками воздуха под корпусом BGA:

- 1 — сопла для подачи воздуха;
- 2 — движение воздуха;
- 3 — воздушные пузырьки

3–4 мкСм/см. Полное удаление остатков флюса подтверждается визуальным осмотром под микроскопом МБС-10 и контролем удельной проводимости дистиллированной воды. При погружении очищенной платы в дистиллированную воду не происходит изменение удельной проводимости, что свидетельствует практически о качественной очистке остатков флюсов. Кроме того, для оценки качества очистки были проведены исследования по использованию отечественной отмывочной жидкости ОЖ «Ли́ра», эквивалентной функциональному аналогу ZestronFA+. Очистку плат с напаянными имитаторами в ОЖ «Ли́ра» проводили по ранее описанному методу. При отработке режимов очистки определено, что

наиболее оптимальными являются: температура +50...+55 °С, время предварительной замочки 5 мин, подача сжатого воздуха 2 мин с двух сторон BGA-микросхемы.

Таким образом, экспериментально установлено, что для качественной очистки достаточно использовать ОЖ с концентрацией 50% «Лиры» и 50% дистиллированной воды. Показана возможность очистки остатков флюса из зоны пайки шариковых выводов BGA-микросхемы за счет локальной подачи струй воздуха в жидкость под низкопрофильный корпус. Наиболее качественная очистка флюсов № 1 и № 2 достигается при использовании отмывочных жидкостей: дистиллированная вода и смесь 50% дистиллированной

воды плюс 50% жидкости «Ли́ра», нагретых до температуры +50...+55 °С.

Литература

1. Шихов С. Реболлинг: вторая жизнь BGA-микросхемы // Технологии в электронной промышленности. 2022. № 2.
2. Курляндский И. А., Шапошников О. А., Фетисова Т. А. Патент РФ № 2 400 340. Флюс для низкотемпературной пайки. Опубл. 27.09.2010. БИ № 27.
3. Смирнов А. И. Струйная отмывка печатных узлов. Вопросы выбора промывочной жидкости // Производство электроники: технологии, оборудование, материалы. 2011. № 6.

190x198 мм