



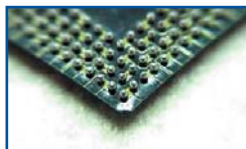
# Задача монтажа и демонтажа BGA-корпусов

**Задача монтажа и демонтажа корпусов микросхем BGA-типов (Ball Grid Array) стоит и перед ремонтной мастерской, и перед серьезным производством. Как ни странно, установить и припаять BGA проще, чем QFP-компонент, а вот демонтаж BGA и восстановление выводов без специального оборудования — серьезная проблема.**

**Андрей Жилин**

zhilin@mx.bmstu.ru

**К**рупнейшие производители электронной техники OEM, СЕМ применяют специальное оборудование для демонтажа микросхем в корпусах BGA. Так, в цеху производства материнских плат компании ASUS находится 4 установки для ремонта внутреннего брака BGA-корпусов. Крупнейшие производители микросхем ODM — (Original Design Manufacturer), такие как Intel и VIA, всегда применяют такое оборудование.



В этой статье приведены варианты технологии монтажа, демонтажа и восстановления выводов BGA, а также непредвзятый обзор ремонтных комплексов для этой цели.

## Технология демонтажа BGA

- Установка температурного профиля для установки
- Установка термопары



**Рис. 2.** Вид микросхемы



**Рис. 3.** Установка термопары под BGA с обратной стороны



**Рис. 4.** Установка термопары под BGA с обратной стороны



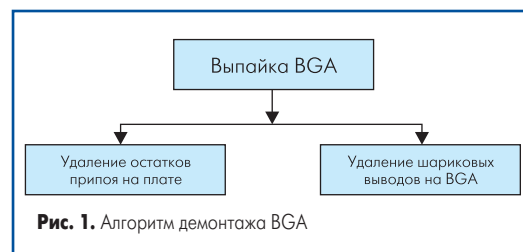
**Рис. 5.** Фиксация термопары термостойкой лентой с нижней стороны платы



**Рис. 6.** Фиксация термопары термостойкой лентой с верхней стороны платы



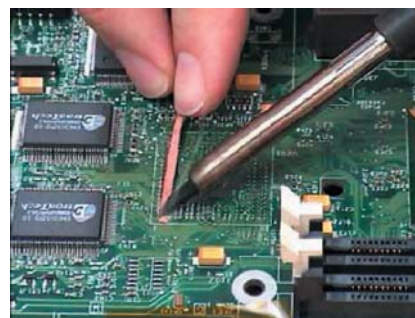
**Рис. 7.** Демонтаж BGA



**Рис. 1.** Алгоритм демонтажа BGA

Процесс демонтажа проиллюстрирован на рис. 1–7.

После демонтажа требуется очистить микросхему от старых шариковых выводов. Для этого наносим флюс-гель на поверхность микросхемы. Используя паяльную оплетку, убираем старые шариковые выводы. Следует обратить внимание, что без применения флюс-геля есть высокая вероятность повреждения контактных площадок (КП) выводов (можно поцарапать или порвать проводники).

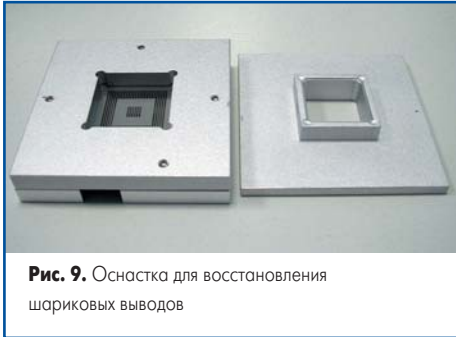


**Рис. 8.** Удаление излишков припоя паяльной оплеткой

## Технология восстановления шариковых выводов BGA

На данный момент существует большое количество разнообразных технологий восстановления шариков корпусов BGA-типов. Остановимся на трех из них.

1. Использование готовых преформ SolderQuik компании WinSlow Automation. Преформы представляют собой пластину полимера с запрессованными шариковыми выводами. Данная технология описывалась в статьях С. Борисенкова (см. «НТБ Электроника» «Восстановление шариковых выводов микросхем в корпусах BGA/CSP») и здесь рассматриваться не будет.



**Рис. 9.** Оснастка для восстановления шариковых выводов

Данная технология применима для ремонтных мастерских.

Достоинства: не требуется оснастки для восстановления шариков.

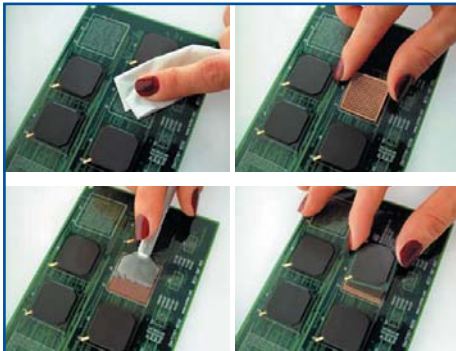
Недостатки: из-за высокой стоимости преформ себестоимость ремонта высока.

2. Использование готовых преформ, например, StencilQuik компании BEST Inc. Преформы представляют собой пластину полимера с отверстиями на месте шариковых выводов. Вы устанавливаете шаблон на нужное место на плате, затем шпателем наносите паяльную пасту, устанавливаете корпус микросхемы и оплавляете. Полимер, который является флюсом, растекается, а паяльная паста оплавляется, образуя паяное соединение в виде шара.

Данная технология применима для ремонтных мастерских.

Достоинства: не требуется оснастки для восстановления шариков. Используя ножницы, можно создать любую конфигурацию расположения выводов.

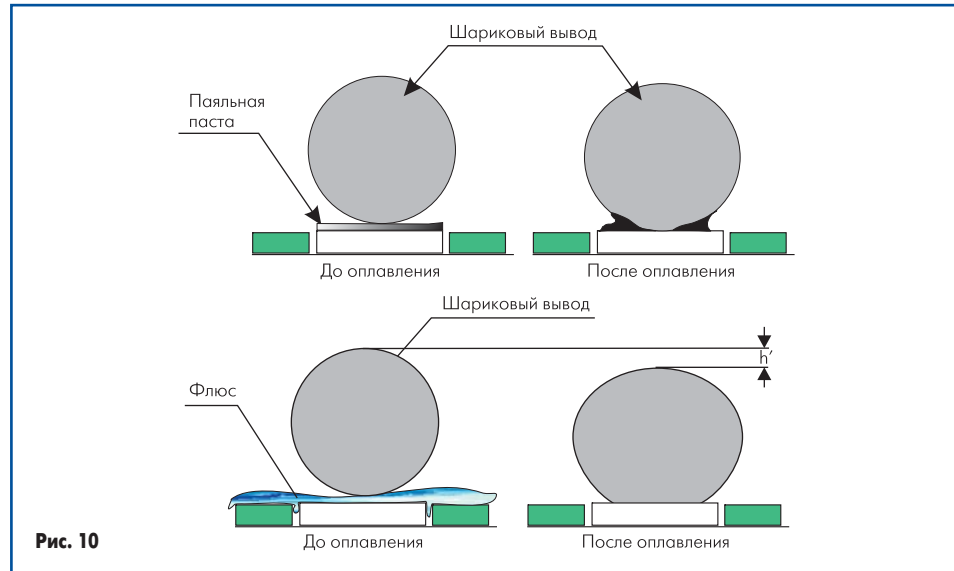
Недостатки: из-за высокой стоимости преформ себестоимость ремонта высока. Этот вариант хорош при одиночном ремонте.



3. Использование готовых шариковых выводов и шаблонов. Здесь возможно два варианта: установка шариков на пасту или на флюс.

3.1. Установка шариков на пасту. Так как температура оплавления паяльной пасты ниже, чем у вывода шарика, то температурная деформация незначительна. Этот вариант хорош в ремонте на среднесерийном и крупносерийном производстве для ремонта внутреннего брака.

3.2. Установка шариков на флюс. Этот вариант при нагреве приводит к излишнему оплавлению шарика и, как следствие (как известно, после оплавления шарик принимает бочкообразную форму), деформации (рис 10). Этот вариант хорош при одиночном и мелкосерийном ремонте.



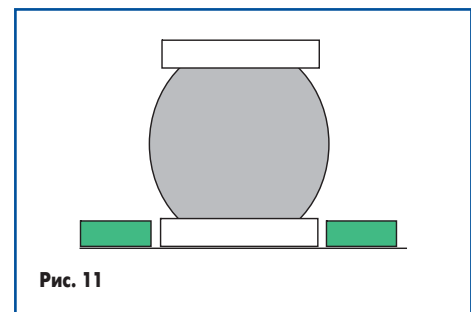
**Рис. 10**

Автор является сторонником первого способа восстановления. Так как целостность шариков сохраняется, и разница в высоте шариков минимальна, вероятность припая выводов становится выше. Вид идеального шарика после пайки изображен на рис. 11.

4. В свою очередь, процесс укладки можно производить вручную и полуавтоматически. Для всех вариантов процессов применяются шаблоны (трафареты) для укладки. Так как существует большое разнообразие BGA-корпусов, то универсальных шаблонов не существует.

Материал для изготовления шаблонов может быть следующим:

- Стеклотекстолит или пластик — для мелкосерийного ремонта, для шариков диаметром 0,7–0,9 мм. Метод изготовления шаблонов — сверление.
- Бронза, медь — для мелкосерийного и среднесерийного ремонта, для шариков диаметром 0,5–0,9 мм. Метод изготовления шаблонов — травление.
- Нержавеющая сталь — для ремонта любой серийности, для шариков диаметром 0,3–0,9 мм. Метод изготовления шаблонов — лазерная резка.



**Рис. 11**

Самым практичным и воспроизводимым считаются шаблоны из нержавеющей стали. В России существует много компаний, продающих готовые шаблоны или изготавливающих на заказ. Следует обратить внимание — при изготовлении и заказе металлических шаблонов нужно учитывать толщину шаблона  $h = (0,5-1) \times D_{\text{вывода}}$ , где  $D_{\text{вывода}}$  — диаметр вывода.

Для ручной укладки существуют разнообразные оснастки (рис. 9). Технология использования показана на рис. 12–17.

Оборудование для полуавтоматической укладки шариковых выводов представлено на рис. 18–19.

Пайка шариковых выводов осуществляется в зависимости от применяемой технологии:



**Рис. 12.** Фиксация корпуса микросхемы



**Рис. 13.** Установка крышки в оснастке



**Рис. 14.** Фиксация крышки



**Рис. 15.** Нанесение припойной пасты



**Рис. 16.** Установка шариковых выводов



**Рис. 17.** Оплавление



Рис. 18. Для одиночной укладки



Рис. 19. Для групповой укладки



Рис. 20

- в многозонной конвекционной печи (рис. 20);
- на ремонтном комплексе с контролем термoproфиля.

**Главный инструмент ремонта**

1. Метод использования двух термофенов. Автор статьи не рекомендует данный способ пайки, считая его варварским, но приводит его в силу распространенности.

Для демонтажа применяется два термофена, имеющих регулировку и индикацию температуры. Один фен устанавливается снизу платы, под корпусом BGA, второй — над корпусом BGA. Даже профессионал, имеющий большой опыт демонтажа таким способом, не может гарантировать нужную температуру, то есть сохранность (целостность) микросхемы. Выход годных после перепайки таким способом — 40–60%. (Методы проверки качества пайки будут описаны в следующей статье.)

Таблица. Паяльные станции для демонтажа и монтажа микросхем

Производитель	Модель	Martin	Weller	PACE	Metcab
www					
Метод пайки	Martin Expert 04.S	Auto-Vision-Placer Expert 09	WQB 3000	TF-700E	APR-5000
Метод подогрева			с подключением азота	с подключением азота	
Мак размер зоны ремонта			300x400 (тонкая регулиров.)		
Размер зоны подогрева			250x250		
Центровка			механическая центровка	механическая центровка	видео центровка
Как производится температурный контроль			Температурный профиль настраивается на компьютере и на программаторе		Температурный профиль настраивается на компьютере
Комплектация			Поозиционирование осуществляется по осям X, Y, Z В состав ремонтного комплекта входят: шариковые выходы, флюс-гель, флюс-корндаш 7 паяльных насадок для PLCs, CLCCs, QFPs Программное обеспечение Easy-Solder (WIN 95/98/NT) с протоколом и анализом статистики ISO 9000 подсветкой, охлаждением, 3 магнитными PCB фиксаторами и 4 упорами Измерительный модуль (термопрофиль), двухканальный вакуумный модуль с вакуумным захватом, 4 установочных головками (0,7, 1,5, 6,3, 8,5 мм)	1. TF200E блок управления с терминструментом (220 В, 50 Гц) 2. Рабочая платформа 3. Юстировочный стол HS200E конвекционный подогреватель платы 4. Держатель большой платы (максимальный размер платы 510x460 мм) 5. Адаптер для наконечников 1321-0387 6. Набор вакуумных присосок 6993-0169 7. Инструкция по эксплуатации	1. APR5000 установка с системой видеосоветвления и паяльной головкой (230v, 2kw) 2. PC контроллер с клавиатурой и мышью 3. LCD VGA монитор 15" (установлено на PC) 4. Программное обеспечение для захвата компонента (5 видов) 5. Вакуумные расштубы 6. Инструкция (установлено на PC, перевод прилагается) 7. Термопары (3 шт.) 8. Держатель платы (max 381x229 мм) 9. Нижний подогреватель платы (встроенный)
Опция для восстановления Шариков выводов	Reballing Tools				
Цена	5000–10 000	20 000–25 000	10 000–15 000 10 000–15 000 20 000–25 000	5000–10 000	35 000–40 000 30 000–35 000
Продавец		Электрон-Сервис	Клевер-Электроникс; Электрон-Сервис	OSTEC; Апрус ИКС	Апрус ИКС, TekServe (info@tekservice.com.tw)



Таблица. Паяльные станции для демонтажа и монтажа микросхем (продолжение)

Производитель	ERSA		A.P.E		PDR		Den-On			ChipMaster	FONTON INDUSTRIAL CO., LTD.			
	IR550A+RPC 550A	IR550A+PL 550AU	IR/PL 550A	SMD-7500 BANDIT	IR-X410i	IR-X410vi	IR-X310B	IR-X310BV	200			300	500	500S
www	www.ersa.de		www.ape.com		www.techno.ru/7_9.htm		www.shremate.com.tw			www.fonton.com.tw				
Метод пайки	IR		Hot Air		IR		IR			Hot Air				
Метод подогрева	IR		IR		IR		IR			IR				
Мак размер зоны ремонта	135×260		203×305		240×300		120×120							
Размер зоны подогрева					механическая центровка		механическая центровка			видео центровка				
Центровка					видео центровка		видео центровка			видео центровка				
Как производится температурный контроль			Температурный профиль настраивается на контроллере		Температурный профиль настраивается на компьютере		Температурный профиль настраивается контроллером			Температурный профиль настраивается на компьютере				
Комплектация			<ul style="list-style-type: none"> <li>• источник питания 220 В 50Гц,</li> <li>• головка оплавления (1200 Вт), перемещаемая по оси Z на 63,5 мм,</li> <li>• встроенная система предварительного подогрева (1200 Вт),</li> <li>• цифровой контроллер с четырьмя режимами работы,</li> <li>• видеосистема установки компонентов в ручном исполнении,</li> <li>• 13" цветной монитор,</li> <li>• держатель платы 203×305 мм,</li> <li>• автономное вакуумное устройство для демонтажа компонентов,</li> <li>• набор инструментов,</li> <li>• галогенный осветитель,</li> <li>• ножная педаль,</li> <li>• силовой кабель,</li> <li>• три насадки для оплавления</li> </ul>							Vision Magnification. 20x (Optional 40x or 60x)				
Требуемые опции	Включает в себя: IR 550A+PL 550AU		призмное видеоразрешение в ручном исполнении											
Цена	10 000–15 000	20 000–25 000	25 000–30 000	20 000–25 000	10 000–15 000	15 000–20 000	5000–10 000	10 000–15 000	15 000–20 000	10 000–15 000	30 000–35 000	5000–10 000	10 000–15 000	20 000–25 000
Продавец	Eurostar.ru, OSTEC		ООО «ИПТ»		Техно			HIPO Tech,			FONTON INDUSTRIAL CO., LTD.			



Рис. 21. Fonton BGA-936A

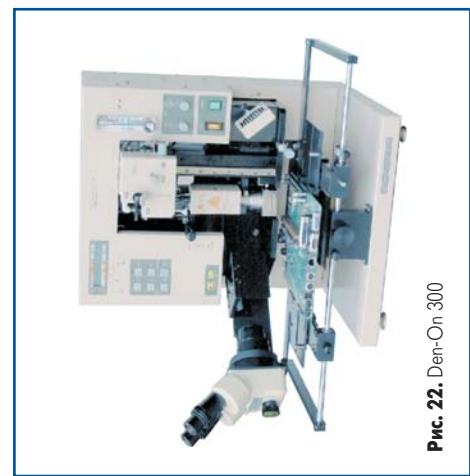


Рис. 22. Den-On 300

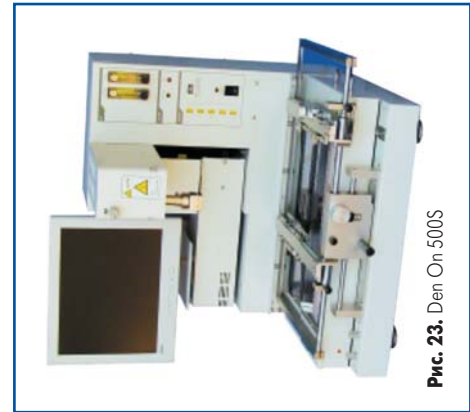


Рис. 23. Den-On 500S

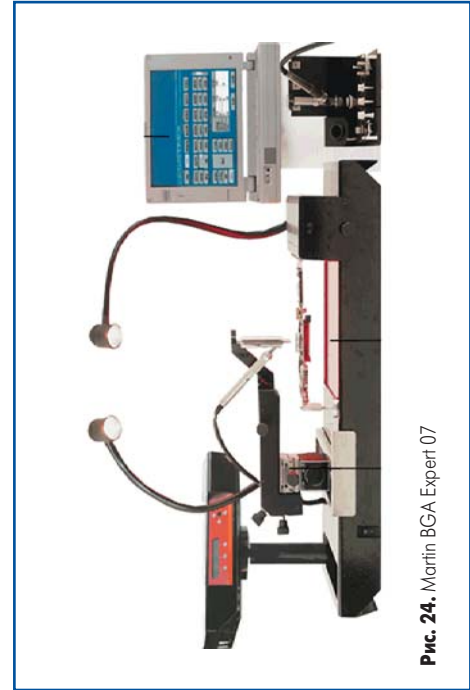


Рис. 24. Martin BGA Expert 07

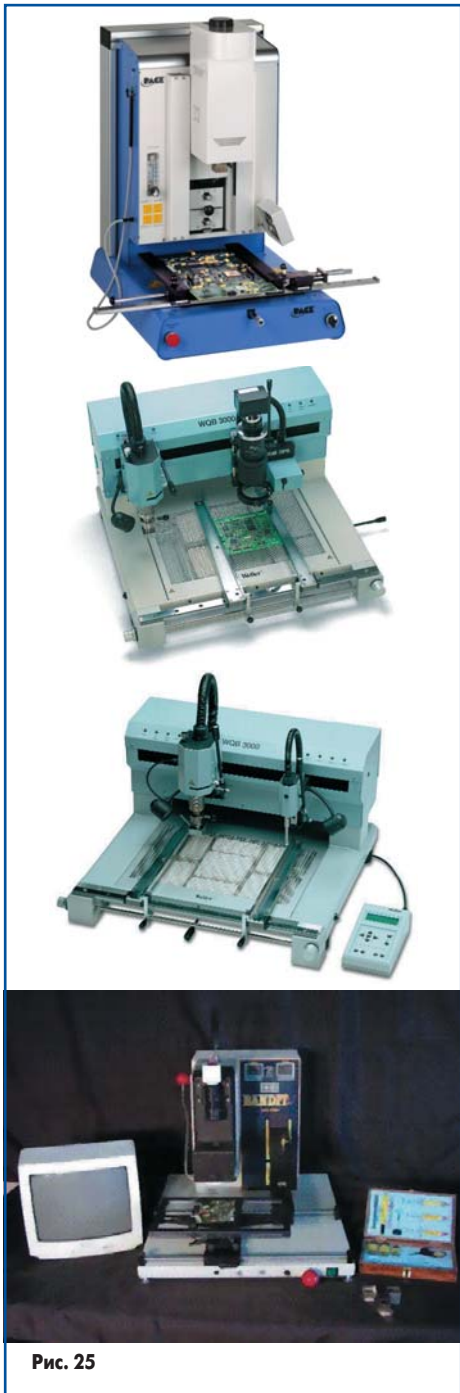


Рис. 25

2. Использование специализированного технологического оборудования — ремонтных комплексов (рис. 21–25).

Перед автором статьи была поставлена задача выбора и покупки ремонтного комплекса

для крупносерийного производства. Основные критерии: цена, качество ремонта, воспроизводимость результата.

### Цена

В процессе выбора была сформирована таблица, которую мы приводим. В ней вместо цены дается ценовой диапазон (чтобы не обидеть продавцов оборудования).

### Качество ремонта

Это многофакторная оценка:

1. Жесткость конструкции определяет точность позиционирования платы при выпайке и пайке (рис. 26).

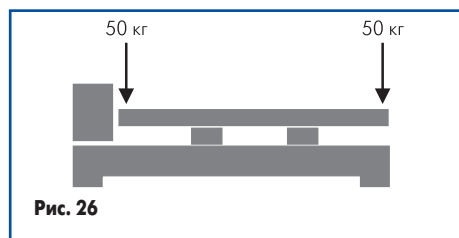


Рис. 26

2. Наличие микрометрических винтов подстройки по осям X, Y.  
3. Контроллер для пайки по температурному профилю (рис. 27).

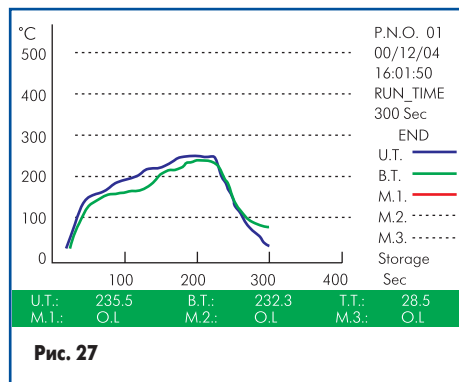


Рис. 27

4. Наличие призмы для совмещения КП на плате и КП на микросхеме (рис. 28).  
5. Пайка только горячим воздухом.  
6. Наличие подогрева платы снизу (рис. 29).

В связи с этим автор сгруппировал существующие ремонтные станции по цене.

1. Базирующиеся на основе универсальных станций пайки горячим воздухом, а также имеющие:



Рис. 28

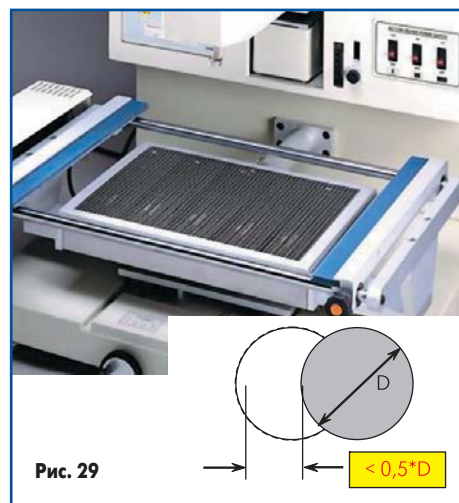


Рис. 29

- не жесткую фиксацию платы;
  - подогрев платы снизу;
  - ручное или полуавтоматическое управление по температурному профилю.
2. Полустационарные ремонтные станции, имеющие:
- жесткую фиксацию платы;
  - подогрев платы снизу;
  - полуавтоматическое управление нагревом по температурному профилю.
3. Стационарные ремонтные станции, имеющие:
- автоматическое управление нагревом по температурному профилю;
  - подогрев платы снизу;
  - совмещение микросхемы через призму;
  - подогрев.

В следующей статье будут описаны отличия и нюансы методики монтажа на ремонтных станциях.