

ФОРМИРОВАНИЕ ШАРИКОВ ПРИПОЯ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ ДЛЯ BGA

Слижэва А.В., Ковалёв Д.Ю.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ланин В.Л. – д. т. н., профессор, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Выбор режима работы термовоздушной паяльной станции очень важен для формирования выводов шариков припоя на печатных платах для BGA. Так же важным является выбор между нанесением готовых шариков припоя и формированием шариков из паяльной пасты. Исследованы два варианта формирования шариковых выводов на печатных платах для BGA.

Ключевые слова: шарики припоя, печатные платы, BGA, термовоздушная паяльная станция

Введение. Микросхемы BGA появились в ответ на возросшую потребность рынка в миниатюризации и усложнении электронных устройств и, соответственно, используемых для их изготовления электронных модулей. Выходом из сложившейся ситуации стали корпуса BGA с матричными выводами. Реболлинг шариков припоя в микросхеме BGA может потребоваться как при удалении или замене компонента, так и перед первичной установкой компонента на плату. Реболлинг необходим, если компонент BGA требуется удалить и/или заменить по причине имеющегося дефекта микросхемы или выполненной пайки, а также в случае, если неповреждённую работающую микросхему BGA планируется использовать повторно.

Для пайки компонентов на печатных платах в единичном производстве, а также для ремонта электронных устройств используются портативные термовоздушные паяльные станции. Для них важен поиск оптимального режима работы, при котором соединение шариков припоя с контактными площадками будет наилучшее. Необходимо сравнение характеристик использования готовых шариков припоя и шариков, наносимых паяльной пастой.

В работе для монтажа шариков припоя использована термовоздушная паяльная станция АОУЕ 852А. Бесконтактный монтаж/демонтаж SMD-компонентов на поверхности печатных плат горячим воздухом был всегда процессом эмпирическим. Температура воздуха в месте пайки регулируется двумя параметрами: выставленной мощностью (температурой) нагревательного элемента, через который пропускается воздух, и скоростью воздушного потока. При этом реальная температура воздуха на выходе из сопла выставляется весьма приблизительно, по градуировочным характеристикам для каждой головки.

Паяльная паста Mechanic XGSP-80 наносилась с помощью дозатора вручную на контактные площадки подложки. Так же вручную наносились шарики припоя (SnPb) различных диаметров. Методика проведения измерений массы пасты заключалась в следующем: с помощью электронных весов Explorer OHAUS с точностью до 0,1 мг была измерена масса подложек, после чего на них была нанесена дозируемая паста. Далее была повторно измерена их масса и высчитана разница, которая и является массой шариков пасты.

Для определения размеров шариков паста была нанесена на контактные площадки, оплавлена с помощью термовоздушной станции и электронным штангенциркулем были определены их диаметры. Зависимость массы шариков припоя от времени дозирования представлена на рисунке 1.

Внешний вид шариков припоя, сформированных таким образом, представлен на рисунке 2. Внешняя поверхность шариков глянцевая и блестящая, что свидетельствует об отсутствии перегрева.

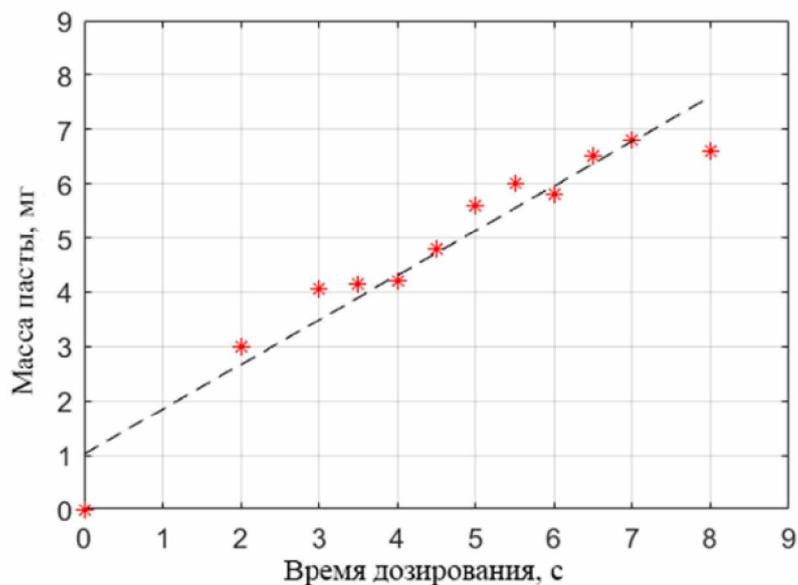


Рисунок 1 – Зависимость массы дозируемой пасты от времени дозирования

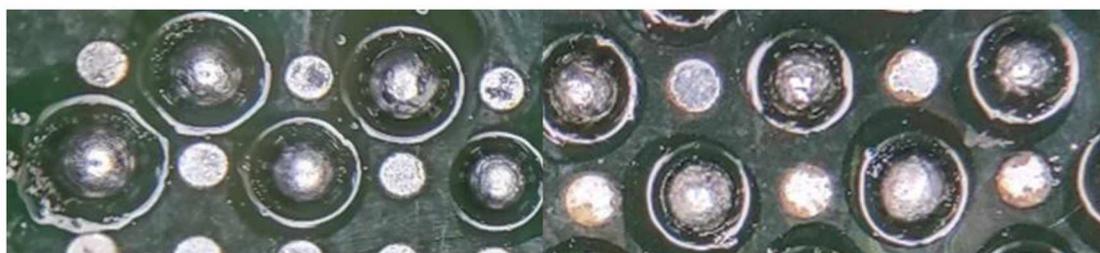
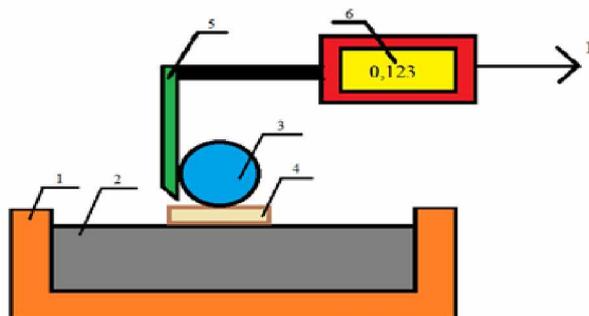


Рисунок 2 – Внешний вид шариков, образованных из паяльной пасты

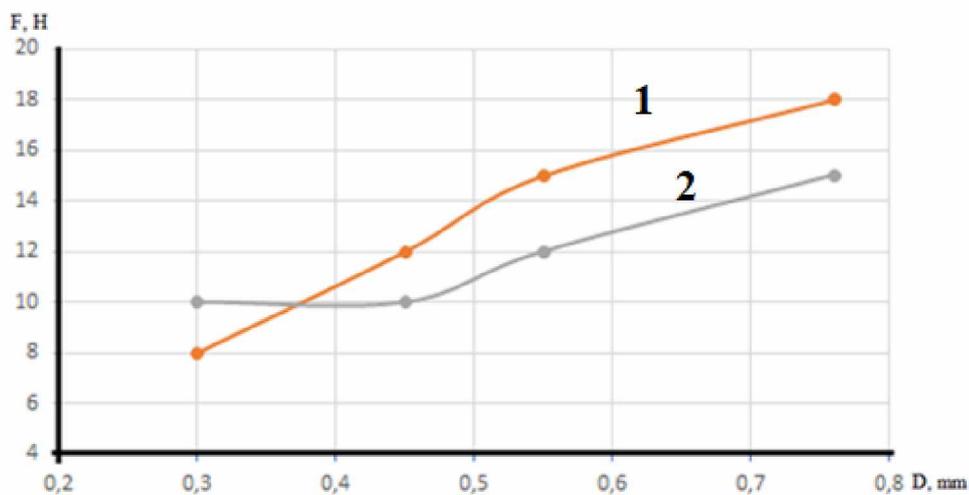
Для изучения качества полученных соединений микровыводов припоя с контактной площадкой использовался разрушающий метод контроля – определением усилия на сдвиг, которое проводили плавным увеличением усилия, приложенного к шариковому выводу вплоть до его сдвига с контактной площадки, на которой он был запаян. Значение усилия измерялось с помощью цифрового динамометра, который напрямую связан с захватом, производящим сдвиг шарика с позиции. Схема измерения представлена на рисунке 3, Проведен замер диаметров сформированных шариков и на рисунке 4 представлена зависимость усилия сдвига шариков с платы от их диаметра. Как видно из рисунка 4 с увеличением диаметра шарика растет их усилие сдвига. Так же видно различие между готовыми шариками BGA и шариками, полученными из паяльной пасты. Паяное соединение шарика с контактной площадкой в первом варианте оказалось в большинстве случаев прочнее второго.



1 – упор, 2 – плата, 3 – шарик, 4 – контактная площадка, 5 – захват, 6 – цифровой динамометр
Рисунок 3 – Схема контроля механической прочности соединения

Были проведены замеры электрических параметров R (мОм), L (нГн), C(пФ) и помощью прибора E7-20. На основе этих параметров рассчитана конструктивная задержка сигнала τ (с) и максимальная частота микропроцессора на микросхеме BGA F (ГГц). После чего составлена таблица 1 со сравнением различных видов монтажа. Конструктивная задержка сигнала τ рассчитывалась как:

$$\tau = \sqrt{LC}, \tag{1}$$



1- готовые шарики BGL 2 - Шарики паяльной пасты

Рисунок 4 – Зависимость усилия сдвига шариков припоя от их диаметра

Таблица 1 – Параметры контактных соединений на частоте 100 МГц

Параметр	Проволочный монтаж	FLIP-CHIP	BGA
Диаметр, мкм	Проволока 30	Шарик 80	Шарик 500
R, мОм	133	2,8	20
L, нГн	1,785	0,0002	57
C, пФ	18,8	14,8	5,6
τ , с	$1,83 \cdot 10^{-10}$	$1,72 \cdot 10^{-12}$	$5,65 \cdot 10^{-10}$
F, ГГц	5,46	581,4	176

Анализ данных показывает, что проволочный монтаж из-за паразитных емкостей и индуктивностей вносит значительную конструктивную задержку. Наибольшей граничной частотой отличается монтаж FLIP-CHIP, однако для его реализации требуются шарики малых диаметров, закрепление которых создает значительные технологические трудности.

Монтаж BGA занимает промежуточное положение при размерах шариков от 300 мкм до 760 мкм.

Список литературы

1. Хохлун, А. Некоторые особенности технологии производства современных многокристальных микросборок и «систем в корпусе» типа МКМ-К / А. Хохлун, В. Бейль // Технологии в электронной промышленности. 2011. – № 4. – С. 46–49.
2. Ланин, В.Л. Технология и оборудование сборки и монтажа электронных средств / В.Л. Ланин, И.Б. Петухов. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 512 с.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

FORMING SOLDER BALLS ON PRINTED BOARDS FOR BGA

Slizhova A., Kovaliou D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Scientific adviser: Lanin V.L. - Dr. of Sci., professor of the department of ETT

Annotation Selecting the operating mode of the hot air soldering station is very important for forming solder ball leads on PCBs for BGA. Another important parameter is the choice between applying ready-made solder balls and forming balls from solder paste. Various options for the diameters of two options for forming leads were studied.

Keywords. solder balls, printed boards, BGA, hot air soldering station