

# УНИВЕРСАЛЬНАЯ УСТАНОВКА МИКРОСВАРКИ ЭМ-4320У

Г.Ковальчук  
И.Петухов petuchov@kbtem.by  
В.Ланин, д.т.н.

Новое поколение универсальных установок микросварки позволяет сделать прорыв в технологии проволочного микромонтажа современных изделий электронной техники различной номенклатуры. Совокупность конструктивных решений, технологических свойств и возможностей новых установок обеспечивает качественное присоединение микропроводников золотой и алюминиевой проволоки диаметром 20–75 мкм и ленточных перемычек размерами до 200 мкм в широком диапазоне температур (100–250°C).

При монтаже изделий электронной техники одним из наиболее распространенных способов электрического соединения между контактными площадками кристалла и выводами корпуса является соединение с помощью проволочных и ленточных выводов. Это объясняется возможностью автоматизации процесса и универсальностью по отношению к различным технологическим вариантам производства и геометрическим размерам изделий.

Основные методы присоединения проволочных и ленточных выводов, используемые в микроэлектронике: термокомпрессионная сварка (ТКС), ультразвуковая сварка (УЗС), термозвуковая сварка (ТЗС) и контактная сварка расщепленным электродом. Наиболее широкое распространение получили методы ТЗС "шарик-клин" с использованием золотой (медной) проволоки диаметром 17,5–50 мкм и УЗС "клин-клин" для алюминиевой проволоки диаметром 20–500 мкм.

Учитывая требования современного производства электронных изделий и опыт использования установок модельного ряда типа ЭМ-4320 [1], в УП КБТЭМ-СО ГНПО "Планар" разработано новое поколение полуавтоматических установок ЭМ-4320У.

## Технические характеристики установки ЭМ-4320У

Применяемые материалы ..... Сварка ТЗС, УЗС:  
 Au проволока диаметром 17,5–75 мкм  
 Al проволока диаметром 20–80 мкм  
 Au, Al лента толщиной 20–30 мкм,  
 шириной до 250 мкм  
 Сварка расщепленным электродом:  
 Au-Pd, Au-Pt, Pt, Pd Ag, Cu  
 проволоки диаметром от 12,5 до 75 мкм  
 Перемещение рабочего  
 столика..... 0–150 мм (диаметр)  
 Точное перемещение рабочего  
 столика манипулятором, мм ..... 0–15  
 Вертикальное перемещение инструмента  
 (координата Z), мм ..... 15  
 Усилие нагружения, Н  
 статическое ..... 0,1–2,5  
 электромагнитное ..... 0,03–1,0  
 Рабочий диапазон частот УЗГ, кГц ..... 60–120  
 Выходная мощность УЗГ, Вт ..... 0,1–4,0  
 Длительность выходного  
 импульса, с ..... 0,001–0,255  
 Ток разряда БФШ, мА ..... 5–40  
 Полярность напряжения  
 на электроде ..... отрицательная



Рис.1. Установка микросварки ЭМ-4320У

Выходная мощность БКС, Вт ..... 2,5-125  
 Длительность выходного импульса, с ... 0,005-0,9  
 Угол подачи проволоки, град. .... 30/45  
 (опция 90° – вертикальная подача)  
 Вид сварки ..... полуавтоматический,  
 пошаговый, стежковый  
 Температура нагрева рабочей зоны, °С .... 150-300

Установка ЭМ-4320У (рис.1) предназначена для термозвуковой сварки золотой проволоки методом "шарик-клин", УЗС и ТЗС алюминиевой и золотой проволоки методом "клин-клин" и контактной сварки расщепленным электродом золотой, медной и платиновой проволоки, а также проволоки из сплавов золота с палладием и золота с платиной. Эти же методы применяются и в случае ленточных выводов. Установка комплектуется тремя быстросменными сварочными головками для каждого вида сварки. Программное обеспечение



Рис.2. Меню выбора метода сварки установки ЭМ-4320У

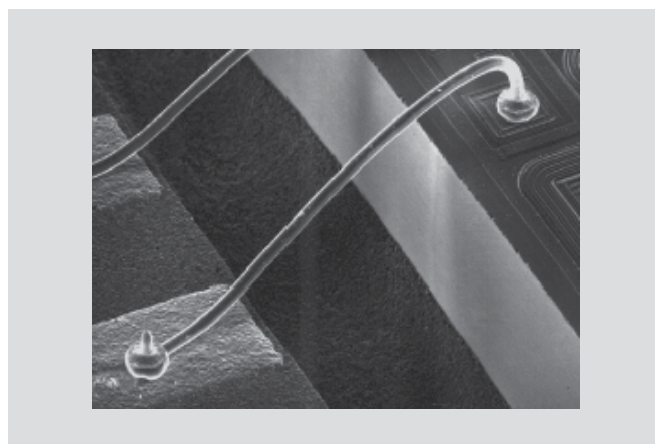


Рис.3. Вид соединений методом "шарик-клин-шарик"

позволяет в меню установки быстро выбрать соответствующий способ сварки (рис.2) после установки соответствующей сварочной головки.

Дополнительные опции установки: присоединение золотых шариков на контактные площадки (термозвуковое бампирование) и присоединение шарика после соединения второй точки сварки встык ("шарик-клин-шарик") (рис.3).

Установка (см. рис.1) содержит два блока управления: справа расположен блок управления со встроенным малогабаритным компьютером и сенсорным 7-дюймовым монитором. Слева расположен блок управления приводом и периферийными устройствами.

Система управления осуществляет программируемые перемещения сварочной головки по координате Z (по вертикали) и рабочего стола по координате Y (в направлении от оператора), а также управление программируемым приводом механизма отрываподачи. Все параметры процесса (каждая точка сварки и форма петли) программируются и сохраняются в памяти установки.

Для предварительного совмещения инструмента с точкой сварки используется световая указка, формирующая световое перекрестие на приборе. После перемещения сварочной головки в позицию совмещения по команде оператора вращением колесика манипулятора "мыши" можно медленно перемещать сварочную головку ближе к позиции сварки для точного совмещения торца инструмента с позицией сварки. Эта программная опция очень важна при сборке приборов с разновысотными точками сварки и с контактными площадками малых размеров (40-50 мкм). В предыдущих установках модельного ряда ЭМ-4320 [1]



Рис.4. Окно настройки профиля сварочного импульса УЗГ/БКС

Рис.5. Окно программирования петли

для предварительного совмещения использовался дополнительный механический манипулятор, что требовало определенных навыков оператора.

Интерфейс управления периферийными устройствами установки содержит дискретный ввод-вывод на основе платы PCI-1750 фирмы Advantech [2] и четыре канала RS-232. Все технологические системы сварки установки – ультразвуковой генератор (УЗГ), блок формирования шарика (БФШ), блок контактной сварки (БКС) – и параметры сварки программируются в соответствующих разделах (окнах) меню установки. Их четыре: окно настройки и контроля параметров

УЗ-системы, настройки профиля сварочного импульса УЗГ/БКС (рис.4), задания параметров БФШ, настройки параметров сварки.

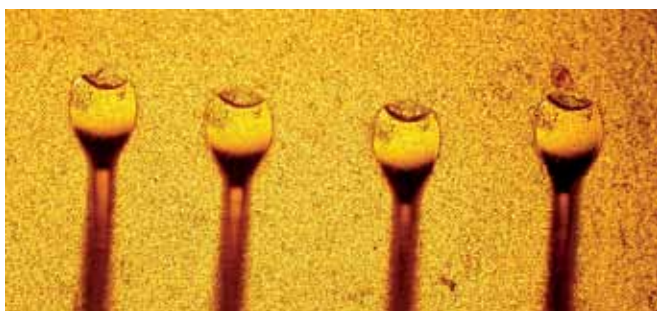
Сварочная головка легко снимается после ослабления фиксирующего винта и отсоединения разъема плоского кабеля. Основные кнопки управления – "Пуск" и "Зажим". На панели правого блока управления расположены кнопки включения и выключения установки, а также кнопка аварийного останова приводов.

Особенность установок ЭМ-4320У – применение в механизме отрыва-подачи маломощного шагового привода для программируемого перемещения зажимных губок проволоки. Это позволило стабилизировать подачу проволоки под



Рис.6. Внешний вид сварных соединений алюминиевой проволокой диаметром 27 мкм (а) и золотой проволокой диаметром 20 мкм (б) методом "клино-клин"





**Рис.7.** Внешний вид соединений шариком, полученных на золотой проволоке диаметром 20 мкм

инструмент и программировать скорость отрыва проволоки после второй сварки. При выборе последней обязательно надо учитывать разрывное усилие проволоки и ее относительное удлинение, особенно при контактной микросварке.

Прецизионные приводы по координатам X и Y и их программная интерполяция позволяют формировать петли стабильной формы при длине 150–200 мкм. Для ее формирования имеется набор программируемых параметров (рис.5). В правой части окна отображается траектория перемещения микроинструмента, это помогает подобрать параметры петлеобразования.

Разрушающие тесты тянущим усилием за центр перемычки сварных соединений алюминиевой проволокой (рис.6а) показали прочность 9–11 г без отслоения сварных точек. Тестовые присоединения золотой проволоки диаметром 20 мкм проводились на никелевых подложках с напылением серебра (рис.6б). Температура нагрева рабочей зоны 140°C. Разрушающие тесты соединения золотой проволокой тянущим усилием показали прочность перемычек 5–6 г при исходном разрывном усилии проволоки 8 г и относительном удлинении 4%.

Формирование соединений методом "шарик-клин" начинается с процесса образования шарика на конце золотой проволоки. В установке ЭМ-4320У применяется технология подачи на разрядник отрицательной полярности высокого напряжения, что позволяет получать шарики стабильного диаметра [3]. Бездефектный переход шарика в проволоку, так называемая "шейка", – это самое критическое место при образовании шарика из-за отжига проволоки при ее оплавлении (рис.7). От размера отожженной проволоки, так называемой HAZ-зоны, зависит не только прочность образованной перемычки, но и ее формообразование [4].

Новое поколение полуавтоматических установок присоединения выводов может использоваться в мелкосерийном производстве изделий электронной техники. Универсальность установки ЭМ-4320У, совмещающей три вида сварки, может быть также полезна для исследования процесса микросварки и подготовки специалистов в области сборки изделий электронной техники.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Ланин В., Петухов И., Шевцов В.** Ультразвуковое оборудование для сварки микропроводников. – Компоненты и технологии, 2009, №7, с.106–110.
2. <http://origindownload.advantech.com/ProductFile/1-36AZ96/PCI-750>
3. **Ланин В.Л., Цинман А.Ф., Петухов И.Б.** Выбор полярности электрического разряда при формировании шарика в установках присоединения проводочных выводов. – Вестник ПГУ, 2011, №3, с.110–116.
4. **Harmann G.G.** Wire bonding in microelectronics. – N.Y.: McGraw Hill, 3-ed., 2010.