



## ГАЗОПЛАМЕННАЯ ПАЙКА ПРИ МОНТАЖЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

С. П. ПАВЛЮК, канд. физ.-мат. наук., Г. Н. КУТЛИН, инж. (Киев. нац. ун-т им. Тараса Шевченко),  
В. М. КИСЛИЦЫН, канд. техн. наук, А. Г. МУСИН, инж. (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Описан новый способ соединения выводов микросхем с дорожками печатных плат. Предложен способ пайки, позволяющий повысить плотность монтажа элементов и исключить ошибки оператора. Приведены результаты испытаний на разрыв соединений, полученных при нагреве пламенем водородно-кислородной смеси и горячим газом.

*Ключевые слова:* пайка, печатная плата, газопламенный нагрев, водородно-кислородная смесь, принудительное охлаждение, прочность соединений

В настоящее время наметился определенный разрыв между достигнутой высокой плотностью элементов микросхемы в объеме кристаллов кремния, размеры которых измеряются в нанометрах, и относительно невысокой плотностью монтажа навесных узлов (микросхем, конденсаторов, разъемов и других дискретных элементов) на печатных платах.

Актуальность разработки новых конструкций печатных плат и способов монтажа навесных узлов с применением пайки определяется, с одной стороны, тенденцией к миниатюризации узлов радиоэлектронной аппаратуры, а с другой — требованиями к удешевлению процесса сборки и повышению надежности электронных узлов в эксплуатации.

Одним из перспективных способов нагрева при монтаже бескорпусных микросхем непосредственно на печатных платах является электроконтактный нагрев [1], однако он применим только при монтаже способом flip-chip, т. е. для микросхем, контактные площадки которых обращены к металлической разводке печатной платы.

В настоящее время широкое распространение получили бескорпусные микросхемы с проволочными внешними выводами. Для пайки микросхем

этого типа определенный интерес представляют результаты исследований новых источников нагрева на основе монокристаллического кремния, легированного особым образом, которые, кроме того, обеспечивают усиление сжатия паяемых деталей [2], а также энергии лазера, которая в данном случае поступает к присоединяемому выводу по гибкому светопроводу [3].

Повышение уровня миниатюризации электронных блоков возможно при условии совершенствования существующих конструкций печатных плат, а также способов соединения навесных узлов с печатной платой и должно сопровождаться как удешевлением процесса сборки, так и повышением надежности готовой продукции.

В связи с тем, что решение этих проблем возможно далеко не при любом способе нагрева, в настоящей работе исследуется вариант газопламенной пайки выводов навесных узлов электронной аппаратуры на печатную плату специальной конструкции.

С этой целью мы выбрали именно ту конструкцию паяного узла (рис. 1), которая, по нашему мнению, в наибольшей степени соответствует требованиям дальнейшей миниатюризации. В этой конструкции выводы 4 бескорпусной интегральной схемы 5 соединяются групповой пайкой с дорожками печатной платы 6. При приклеивании основания интегральной микросхемы к печатной плате

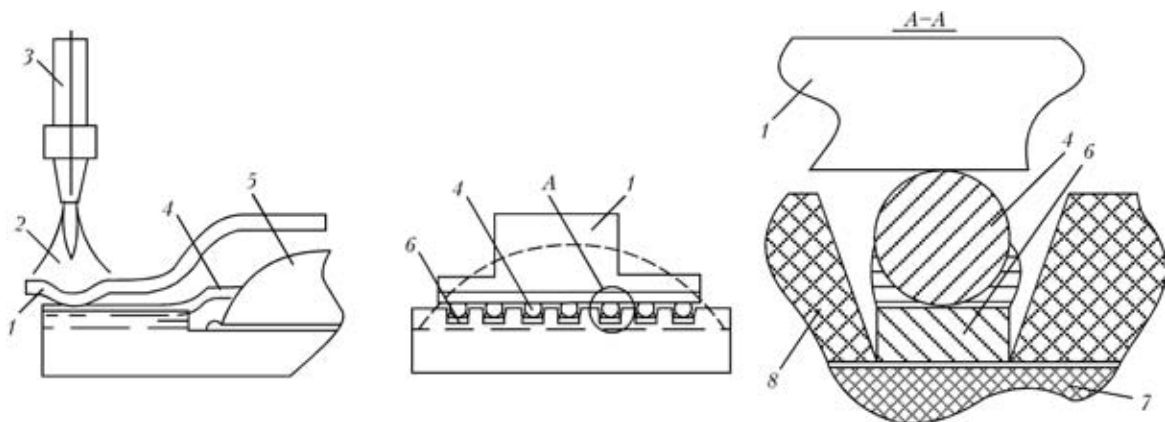


Рис. 1. Схема паяного узла: 1 — нагреватель; 2 — струя горячего газа или водородно-кислородной смеси; 3 — сопло; 4 — выводы микросхемы; 5 — бескорпусная интегральная микросхема; 6 — дорожка печатной платы; 7 — печатная плата; 8 — трафарет

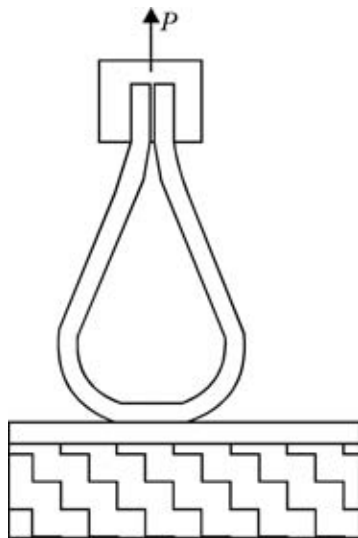


Рис. 2. Схема испытаний на разрыв ( $P$  — приложенное усилие)

ее выводы в виде золотой проволоки диаметром 0,06 мм укладывают в специальные пазы. Во время пайки выводы прижимают к дорожкам печатной платы гофрированным выступом нагревателя 1 с усилием, достаточным для незначительной, но заданной степени деформации и выдавливания тонкого слоя припоя из зоны контакта вывода с облуженными дорожками печатной платы.

Печатная плата 7 в данной конструкции состоит из основы, на которую в соответствии с топологией электронной схемы нанесены медные дорожки 6 с облуженными низкотемпературным припоем контактными площадками, и приклеенного к ней трафарета 8, изготовленного из электроизоляционного материала со сквозными отверстиями прямоугольной формы, расположенными напротив каждой из контактных площадок печатной платы. Таким образом, каждая контактная площадка оказывается утопленной в специальные пазы печатной платы, что предотвращает возможность ошибки при размещении в них выводов, если ширина контактных площадок почти равна диаметру присоединяемых выводов (60 мкм), а также исключает электрический контакт между смежными выводами интегральной микросхемы в случае, если расстояние между дорожками составляет около 60 мкм.

Наличие трафарета позволяет реализовать вариант групповой пайки нескольких выводов бескорпусной микросхемы к контактным площадкам печатной платы, избежать ошибки при раскладке выводов, сократить время подготовки к процессу пайки.

Пайку указанной конструкции осуществляли с помощью двух способов нагрева: струей горячего газа и пламенем водородно-кислородной смеси, направляемыми на гофрированный выступ нагревателя 1, являющегося своеобразным коллектором и рассекателем пламени. В обоих случаях в конструкцию нагревательного устройства входит сопло 3, из которого истекает струя горячего газа или пламени водородно-кислородной смеси 2.

Контролируемыми параметрами процесса пайки являются усилие сжатия паяемых выводов и температура начала плавления припоя, предваритель-

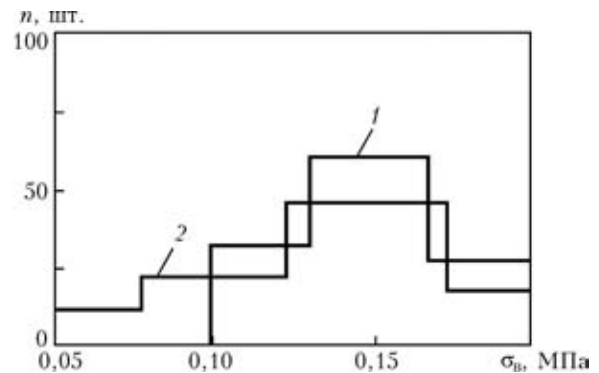


Рис. 3. Плотность распределения значений временного сопротивления паяных соединений при нагреве пламенем водородно-кислородной смеси (1) и горячим газом (2)

но нанесенного на контактные площадки печатной платы. Начало плавления припоя определяли по осадке пластины нагревателя, что косвенно подтверждает наличие деформации присоединяемых выводов и выдавливания прослойки припоя из зоны контакта выводов с дорожками печатной платы. По сигналу датчика осадки происходит автоматическое отключение подачи горячего газа или водородно-кислородной смеси, т. е. прекращение нагрева присоединяемых выводов и включение принудительного охлаждения паяемых соединений путем подачи через то же сопло струи охлаждающего воздуха. Каждый способ нагрева исследовали на партии (120 шт.) образцов паяных соединений. Качество пайки оценивали по значениям временного сопротивления соединения. Учитывая специфику данной конструкции паяного соединения, не соответствующей требованиям существующих стандартов на проведение испытаний, мы использовали схему испытаний на разрыв, представленную на рис. 2. По этой схеме предусматривается фиксирование в зажимных губках разрывной машины одновременно двух концов паяного вывода, что приближает испытания к реальным условиям эксплуатации.

Длина зоны соединения большинства образцов, пайку которых выполняли при нагреве горячим газом или пламенем водородно-кислородной смеси, как правило, не превышала ширину гофрированного выступа нагревателя, а ее ширина была равна ширине предварительно облуженной контактной площадки.

При исследовании участков разрушения паяных образцов выявлена зависимость прочности соединения от толщины прослойки припоя, расположенного между выводом и дорожкой печатной платы, причем образцы, разрушенные при более высокой нагрузке, отличались меньшей толщиной прослойки припоя в зоне соединения.

Более полное выдавливание припоя из зоны контакта паяемого вывода с дорожкой печатной платы происходит в условиях интенсивного нагрева и принудительного охлаждения, а именно, при нагреве пламенем водородно-кислородной смеси.

Зависимость временного сопротивления паяных соединений, полученных при двух способах нагрева, от их количества  $n$ , представлена на рис. 3.

Расположение зоны соединения вывода с дорожкой в прорези трафарета, наклеенного на печатную



плату, исключает возможность соприкосновения выдавленного припоя на соседние дорожки, а значит, и появления нежелательного электрического контакта между ними. Временное сопротивление некоторых образцов паяных соединений составляет 0,2 МПа и превышает аналогичный показатель оловянно-свинцового припоя на 10... 15 %, что указывает на формирование сварно-паяных соединений.

### Выводы

1. Способ пайки с выдавливанием большей части припоя из зоны контакта соединяемых деталей при температуре, близкой к температуре его плавления, с последующим принудительным охлаждением способствует повышению прочности паяных соединений на 10... 20 % по сравнению с полученными без принудительного охлаждения.

2. Более интенсивный нагрев паемых деталей пламенем водородно-кислородной смеси по сравнению с нагревом горячим газом, а также быстрое

охлаждение зоны соединения до температуры затвердевания припоя позволяют повысить качество пайки и на 30... 50 % увеличить производительность процесса.

3. Незначительное усложнение конструкции печатной платы за счет наклеивания трафарета с прорезями напротив контактных площадок существенно увеличивает плотность монтажа и исключает появление брака, возникающего при замыкании выводов между собой или с контактными площадками из-за смещения выводов вследствие ошибочных действий оператора.

1. Кислицын В. М. Технология пайки электросопротивлением кремниевых диодов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Киев, 1987. — 16 с.
2. Использование кремния в качестве нагревательных элементов микропаяльников / С. П. Павлюк, А. А. Россосинский, В. М. Кислицын, Г. Н. Кутлин // Автомат. сварка. — 1999. — № 2. — С. 41–44.
3. Azdasht G., Zakel E., Reichl H. Implementation of low power diode laser for soldering by FPS method // Soldering and Surface Mount Technology. — 1996. — № 22. — P. 51–54.

New process is described for joining chip leads to tracks on printed circuit board. The method is suggested to prevent short circuiting of the leads, allowing a simultaneous increase in element packing density. Results of comparative tensile tests of the joints made by heating with oxyhydrogen flame and hot air are given.

Поступила в редакцию 18.10.2005,  
в окончательном варианте 16.11.2005

## К СВЕДЕНИЮ СВАРЩИКОВ!

На базе Международного учебно-исследовательского и консультационного центра «Интервелд» создан ООО «Международный грузино-украинский научно-технический центр по сварке и родственными технологиям «Интервелд» им. Е. О. Патона».

### Учредителями Центра являются:

Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины; Ассоциация сварщиков Грузии.

### Центр осуществляет деятельность по следующим направлениям:

1. Разработка научно-исследовательских и технологических проектов по сварке и родственными технологиям.
2. Оказание технической и консультативной помощи учреждениям, организациям, предприятиям и фирмам по вопросам сварочного производства.
3. Подготовка, переподготовка и повышение квалификации персонала сварочного производства.

Центр предлагает организациям и фирмам, занимающимся строительством зданий, сооружений, трубопроводов, терминалов и т. п., а также производствам сварных металлоконструкций и сварочного оборудования:

- разработку технических проектов и конструкторской документации сварных металлоконструкций и других изделий;
- технический надзор за технологией сварки;
- экспертизу сварных металлоконструкций и неразрушающий контроль качества сварных швов;
- исследование химического состава металла шва или основного металла и изменения параметров изделия в результате коррозии или механических воздействий;
- наладку сварочного оборудования;
- любые консультации в области сварки и родственных технологий.

Центр осуществляет подготовку, переподготовку, повышение квалификации и аттестацию персонала сварочного производства по программам, соответствующим евро- и международным стандартам (ISO, DIN, EN, IWI, DSW и др.).

Специалисты, прошедшие курс обучения и успешно сдавшие экзамены, получают квалификационный сертификат и удостоверение сварщика.

Тел.: (99532) 227511, 337644 Факс: (99532) 227511 E-mail: vabe@pisem.net