

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЯХ АКТИВАЦИЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Ланин В.Л., Лаппо А.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

*Минск, Республика Беларусь*

Паяные электрические соединения являются самыми распространенными монтажными соединениями в электронных модулях благодаря низкому и стабильному электрическому сопротивлению, широкой номенклатуре соединяемых металлов, легкости автоматизации, контроля и ремонта. Директивы RoHS и WEEE ограничивают производство, распространение и утилизацию любых электроприборов, включающих свинецсодержащие припои. Переход на бессвинцовую технологию — процесс сложный и касается не только изменения паяльных материалов, но и режимов работы оборудования. Как правило, большинство бессвинцовых сплавов имеют температуру плавления выше, чем у сплава олово-свинец. Переход к бессвинцовым припоям поставил задачу повышения прочностных характеристик паяных соединений [1].

Наиболее приемлемым и распространенным бессвинцовым сплавом является эвтектический сплав Sn95,5Ag3,8Cu0,7 (SAC4), который имеет более низкую температуру плавления, более высокую надежность паяных соединений и обладает наилучшей паяемостью среди всех бессвинцовых сплавов. Добавление меди снижает температуру плавления (217°C) и повышает прочность паяного соединения [2].

Главное отличие бессвинцовых технологических процессов пайки электронных модулей — это повышение температуры нагрева зоны соединений на 30–40°C, в связи с чем могут измениться такие свойства паст, как срок службы и хранения, текучесть, что потребует изменения конструкции ракета и режимов оплавления.

Воздействие энергии электрического тока увеличивает тепловую энергию системы, что позволяет ускорить достижение температуры пайки, увеличить растекание припоя и повысить тем самым качество соединений [3]. Электрическое поле в виде импульсов тока, пропускаемых через расплав с амплитудой, в 3–5 раз превосходящей амплитуду электрического тока начала электропереноса ионов, стимулирует диффузию реакционно-активных компонентов в зоне активации. Воздействие мощных импульсов тока способствует возникновению электропереноса и усиливает направленную диффузию компонен-

тов в паяном соединении, что должно приводить к расширению переходной зоны и к образованию химических соединений между компонентами припоя и паяемыми материалами.

Исследованы зависимости прочности и переходного электрического сопротивления паяных соединений, выполненных с применением трех типов припоев: оловянно-свинцового ПОС61, бессвинцовых SAC (Sn 96,5Ag3Cu0,5) и ПОМ (Sn 99,3Cu0,7) от температуры пайки и активации электрическим током. В процессе пайки через соединение пропускался ток от внешнего источника (рисунок 1). Температуру в зоне пайки контролировали прибором ТРМ1. В соответствии с ГОСТ 28830-90 образцы для испытания на растяжение были выбраны в виде двух латунных стержней диаметром 3,5 мм, а для равномерности распределения напряжений растяжения в соединении была обеспечена соосность стержней.

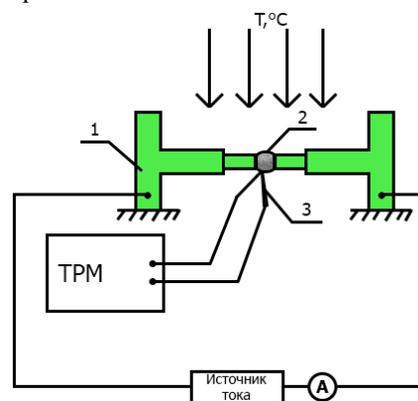


Рисунок 1 – Схема пайки с токовой активацией:  
1 – образцы, 2 – припой, 3 – термопара

Нагрев зоны пайки осуществляли с помощью жала паяльника, подключенного к паяльной станции Proskit, поддерживающей температуру жала на заданном уровне с точностью до 1°C (рисунок 2). Прочность паяных соединений образцов проверяли методом нормального разрыва на разрывной машине РП-100, а переходное сопротивление измеряли по 4-х проводной схеме с помощью источника тока и вольтметра В7-73/1.



Рисунок 2 – Рабочее место исследования пайки соединений с токовой активацией

Применение токовой активации позволило добиться снижения переходного сопротивления на 6–8% (рисунок 3) и повысить прочность паяных соединений припоем ПОС-61 на 8%. Отмечено сужение пика максимальной прочности и его смещение его в сторону более низких температур пайки вследствие дополнительного нагрева припоя проходящим током (рисунок 4).

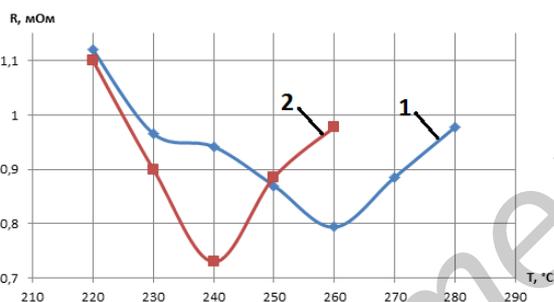


Рисунок 3 – Влияние токовой активации на переходное сопротивление: 1 – без тока, 2 – с током

С помощью ТРМ и компьютера получены термопрофили процесса пайки для различных режимов процесса пайки бессвинцовыми припоями (рисунок 5). Установлено, что с применением токовой активации и мощности нагрева электронных компонентов 35 Вт процесс пайки стабилизируется, что обеспечивает равномерный и необходимый прогрев, при этом рост температуры составил 5% (10°C) по сравнению с пайкой без токовой активации, что эквивалентно росту температуры при увеличении мощности с 35 до 50 Вт.

Токовая активация может найти свое применение в силовых и высоковольтных разъемах и соединениях, пайка которых традиционным способом ввиду их большой площади сечения затруднительна из-за сложности обеспечения равномерного и необходимого прогрева, а также при

пайке металлов с высоким сопротивлением (например, нихрома и вольфрама).

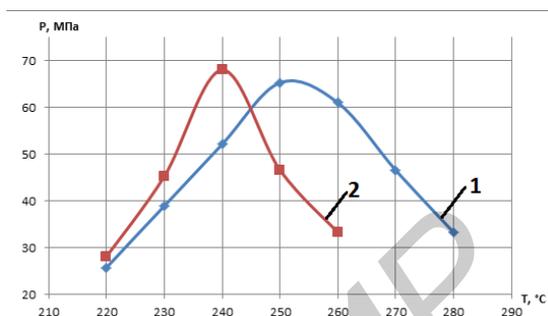


Рисунок 4– Влияние токовой активации на прочность соединений: 1 – ПОС 61, 2 – ПОС 61 + ток

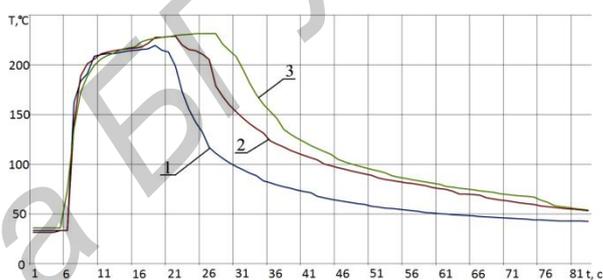


Рисунок 5 – Термопрофили процесса пайки: 1 – без токовой активации, 2 – токовая активация при мощности 35 Вт, 3 – при мощности 50 Вт

Применение токовой активации позволяет облегчить процесс пайки высоковольтных разъемов и соединений ввиду их больших диаметров, а также металлов, обладающих высоким сопротивлением, которые затруднительно паять традиционным способом.

### Литература

1. Джюд, М. Пайка при сборке электронных модулей / М. Джюд, К. Бридли. – М.: Издат. дом «Технологии», 2006. – 416 с.
2. Ланин, В.Л. Электромонтажные соединения в электронике: технология, оборудование, контроль качества / В.Л. Ланин, В.А. Емельянов.– Минск: Интегралполиграф, 2013. – 406 с.
3. Lanin, V.L. Activation of Soldered Connections in the Process of Formation Using the Energy of Ultrasonic and Electric Fields / V.L. Lanin // Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2008. –Vol.44.–№ 3.– P. 235–240.