

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ БЕССВИНЦОВЫМИ ПРОПОЯМИ

*В.Л. Ланин, А.И. Лаппо*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

*Минск, Беларусь*

[vlanin@bsuir.by](mailto:vlanin@bsuir.by)

**Abstract.** Durability and transitive electric resistance soldering connections executed with application Pb-free solders are investigated. At introduction grafen a mass fraction of 0,5 % transitive resistance decreases on 0,2 mOm, and the additive Ge a mass fraction of 1,8 % increases durability characteristics on 20 МПа.

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. Переход на бессвинцовую технологию — процесс сложный и касается не только изменения паяльных материалов, но и режимов работы оборудования. Переход к бессвинцовым припоям поставил задачу повышения электрофизических и прочностных характеристик паяных соединений.

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), повышает смачиваемость, а также прочность паяного соединения.

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 ракеля и режимов оплавления. При воздействии повышенной температуры пайки может произойти расслоение печатных плат, вспучивание корпусов компонентов, растрескивание кристаллов, нарушение функционирования схем. Под действием температуры ухудшается плоскостность платы, что отрицательно сказывается на точности установки компонентов в корпусах больших размеров.

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. Температуру в зоне пайки контролировали с помощью прибора ТРМ1. В соответствии с ГОСТ 28830-90 образцы для испытания на растяжение выбраны в виде двух латунных стержней диаметром 3,5 мм, а для равномерности распределения напряжений растяжения в соединении была обеспечена их соосность.

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 1). Прочность паяных соединений образцов проверяли методом нормального разрыва на разрывной машине РП–100, а переходное сопротивление измеряли по 4–х проводной схеме с помощью внешнего источника тока и вольтметра В7–73/1.

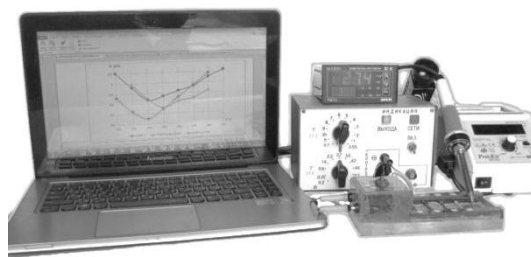


Рис. 1 – Рабочее место исследования пайки соединений

Исследованиями установлено, что легирование примесью графена и германия приводит к снижению переходного сопротивления. Так, для припоя легированного графеном снижение переходного сопротивления составило 11%. Припой с легирующей примесью германия показали улучшение по сравнению с ПОМ-3 – 23%, что составляет 0,65 мОм (рисунок 2а).

Легирование примесью графена и германия приводит также к росту прочностных характеристик припоев. Так, введение легирующей примеси германия массовой долей 1,8% в ПОМ-3 привело к увеличению прочностных характеристик на 39%, а для графена массовой долей 0,5%, легированного в ПОМ-3, рост составил 44% (рисунок 2б).

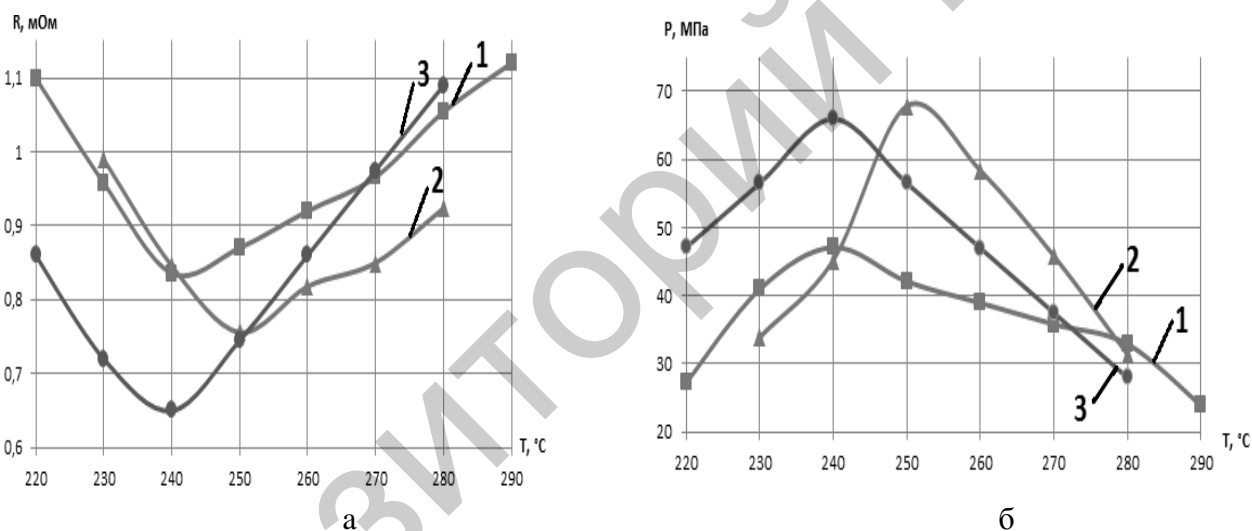


Рис. 2 – Зависимости характеристик бессвинцовых припоев с легирующими примесями от температуры пайки: 1 – ПОМ-3, 2 – ПОМ графен 0,5%, 3 – ПОМ Ge 1,8% а – переходное сопротивление, б – прочность

Лучшие механические и электрические характеристики получены при введении графена массовой долей 0,5% в ПОМ-3, что привело к уменьшению переходного сопротивления на 0,2 мОм. Введение германия массовой долей 1,8% в ПОМ-3 вызвало увеличение прочностных характеристик на 20 МПа благодаря сведению к минимуму толщину оксидного слоя и улучшению адгезии.