

РАЗВИТИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ОСНОВ  
КОНТАКТНОЙ ПАЙКИ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОНИКИ

В. Н. ШТЕННИКОВ  
ФГАОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. Б.Н. Ельцина»  
Екатеринбург, Россия

Один из базовых принципов международной системы менеджмента качества говорит о том, что высокое качество продукции обеспечивается, в первую очередь, за счёт использования высококачественных материалов и комплектующих, соблюдения требуемых режимов монтажа.

Известно, что решающее влияние на качество паяных соединений оказывает температура пайки [1]. Так, например, согласно рекомендациям источника [2] при использовании припоя ПОСб1 температура контактной пайки должна быть в пределах 230...270 °С. Применение бессвинцовых припоев существенно сужает этот диапазон.

Необходимо отметить, что требуемая температура пайки, как правило, не совпадает с температурой, устанавливаемой на оборудовании: нагревателя, паяльного стержня, нагретого газа или жидкости. Она зависит как от перечисленных показателей, так и от ряда других параметров оборудования и паяных соединений.

Таким образом, актуальность решённой проблемы объясняется:

- потребностью изготовления электронных приборов высокого качества при отсутствии современных отечественных стандартов;
- большим влиянием качества паяных соединений на надёжность электронных приборов в целом;
- большим количеством и разнообразием конструкций паяных соединений в электронных приборах, обуславливающих применение оригинального оборудования и различных технологий пайки;
- наличием сложных зависимостей параметров технологического процесса пайки от параметров оборудования;
- наличием неточностей в технической литературе и нормативной документации по данному вопросу, включая международные стандарты IРС, МЭК;
- наличием только самых общих рекомендаций по отработке и соблюдению оптимальных режимов пайки, прогнозированию и решению проблем по их обеспечению.

Цель работы – обобщение результатов экспериментальных исследований, развитие научных основ обеспечения требуемых температурных режи-

мов монтажа электронных приборов, внедрение комплекса решений в области пайки электронных приборов.

Результаты проведенных исследований сопоставлены с литературными данными и требованиями используемых в России стандартов IPC, МЭК. Показано, что международные стандарты IPC, МЭК по пайке электронных приборов требуют уточнения по ряду вопросов: обеспечению температурного режима пайки; классификации способов пайки; выбору оборудования; преимуществам и недостаткам различных методов пайки, в том числе термочувствительных компонентов; по оптимальной продолжительности и температуре пайки; предварительному нагреву электронных сборок перед пайкой; оценке температурного профиля паяных соединений в зависимости от способа пайки; опасности образования интерметаллидов при пайке и распайке; марке используемого припоя для операции предварительного лужения; по влиянию длины и диаметра стержня паяльного инструмента на величину поправки к показаниям температуры паяльной станции; по оценке влияния защитного покрытия и формы заточки паяльного стержня на режимы пайки; повышению эффективности использования ступенчатой пайки и теплоотвода; оценке перепада температуры по глубине металлизированного отверстия печатной платы (ПП), другим вопросам. Сформулированные уточнения международных стандартов могут быть использованы для корректировки действующих и разработки перспективных национальных стандартов.

Показано, что стандартные режимы монтажа не гарантируют получение качественных паяных соединений уникальной конструкции и требуют проведения углубленных теоретических исследований.

Установлен комплекс аналитических зависимостей между параметрами технологического процесса, оборудования и конструкцией паяных соединений, позволивший сформулировать соответствующие предложения и рекомендации, ввести их в нормативную документацию, внедрить в серийное производство, в частности:

- показана зависимость снижения температуры паяльного инструмента и времени разогрева от его мощности, теплоемкости, теплопоглощения при пайке;

- установлено влияние начальной температуры паяльного стержня, диаметра, длины, условий теплового контакта с корпусом паяльного инструмента, защитного покрытия, формы заточки, коэффициента теплоусвоения материала на температуру его рабочего конца при пайке;

- определено влияние размеров, коэффициента температуропроводности материала паяльного стержня, времени пайки, условий теплового контакта с корпусом паяльного инструмента на время разогрева рабочего конца стержня после пайки;

- установлено, что для повышения качества ступенчатой пайки необходимо использовать эвтектические припои, теплоотвод с максимальной фактической площадью контакта, размещенный около первоначально выпол-

ненного паяного соединения, уменьшать время пайки, увеличивать расстояние между паяными соединениями, применять контакты из материала с минимальным коэффициентом теплопроводности;

– показано, что при монтаже компонентов в отверстия ПП необходимо учитывать перепад температуры по толщине, зависящий от толщины ПП, времени пайки, материала монтируемых компонентов, наличия широкого печатного проводника или другого теплоотвода со стороны установки компонентов.

Высокое качество паяных соединений, выполненных по традиционным и уникальным технологиям, подтверждено проведением комплекса испытаний блоков автоматики на устойчивость к воздействию механических нагрузок по ГОСТ В20.57.305-98, испытаниями приборов опытным хранением и на надежность, проверкой механической прочности нескольких сотен паяных соединений, визуальным контролем нескольких десятков тысяч паяных соединений, исследованием шлифов паяных соединений, форм паяных соединений, изучением внешнего вида разрушенных паяных соединений.

Результаты исследований внедрены в серийное производство электронных приборов, собираемых методами контактной ручной и полуавтоматической пайки, пайки волной припоя, по технологии смешанного монтажа, поверхностного монтажа.

Обнаружено, что пайка волной припоя отличается достаточно высокой точностью обеспечения требуемой температуры пайки, меньшим перепадом температуры по глубине паяного соединения по сравнению с контактной или лазерной пайкой.

Доказано, что размеры паяного соединения регламентируют минимальное время контактной и лазерной пайки из-за недопустимо высокого перепада температуры по его длине.

Установлено, что разогрев паяных соединений, а также перепад температуры по их глубине при контактной, волновой и лазерной пайке может быть оценен по уравнениям теплопроводности для полуограниченной пластины с граничными условиями четвертого рода.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лашко, Н. Ф.** Контактные металлургические процессы при пайке / Н. Ф. Лашко, С. В. Лашко. – М. : Металлургия, 1977. – 192 с.
2. **Манко, Г.** Пайка и припой / Г. Манко. – М. : Машиностроение, 1968 – 322 с.

E-mail: [Shtennikov\\_vn@mail.ru](mailto:Shtennikov_vn@mail.ru)