



Рисунок 2 – Последовательная схема отведения тепла от блоков без отдельного основания

Денисюк Алина Алексеевна, студент кафедры КТЭСиУ. E-mail: mikki90210@yandex.ru

УДК 621.3

**АЛГОРИТМ, МЕТОДИКА И СРЕДСТВА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ
УСТРОЙСТВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

А.В. Иванов

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

На данном этапе возникла необходимость в совершенствовании методов оценки качества паяных соединений, обеспечивающих объективную оценку необходимых параметров паяных соединений и оптимизацию материальных затрат на оснащение производственной базы средствами контроля и диагностики. В связи с этим была проведена НИОКР. Результаты сводятся к следующему.

1. Проведенный анализ технологии и физических принципов создания паяных соединений показал необходимость адаптации типовых процессов и оборудования для конкретных устройств и условий производства. Определены вероятные причины появления дефектов в паяных соединениях. Рассмотрена модель Энгельмайера-Уайльда для эвтектических и почти эвтектических оловянносвинцовых припоев и припоев SAC. Указанная модель была адаптирована для новых конструкторно-технологических вариантов радиоэлектронных устройств космических аппаратов.

2. Предложена методика выбора средств контроля и оценки качества паяных соединений, включающая инструментальную и испытательную составляющие и обеспечивающая повышение выхода годных. Она определяет критерии параметров оборудования для оценки качества паяных соединений и устанавливает требования к внешнему виду паяного соединения для различных типов компонентов.

3. Разработаны алгоритм и программа оценки качества и расчета паяных соединений, отличающиеся учетом параметров компонентов, печатной платы и позволяющие получать расчетные данные усталостной прочности на длительный проектный срок служения. Проведена оценка результатов работы программы, в ходе которой выяснилось, что различие результатов вычисления программы и эталонного решения составили не более 1%, что позволяет сделать вывод о пригодности использования данной программы для прогнозирования надежности паяных соединений радиоэлектронной аппаратуры космического назначения.

4. Получены новые результаты комплексного анализа структуры и состава паяных соединений на основе свинецсодержащих и бессвинцовых паяльных паст, на основании которых была проведена оптимизация технологии получения паяных соединений и контроля их качества и модернизация технологического процесса поверхностного монтажа бортовой аппаратуры.

5. Предложена система подготовки и принятия решений по сопровождению технологического процесса монтажа компонентов для КА, позволяющая учитывать режимы нанесения паяльной пасты и пайки и обеспечивающая заданный уровень качества за счет минимизации появления брака на последних стадиях изготовления радиоэлектронной аппаратуры.

6. Получены данные о дефектообразовании в паяных соединениях компонентов на многослойных печатных платах. Что позволило модернизировать основные монтажно-сборочные операции производства модулей 1 и 2 уровня. Рассмотрены основные виды отказов, предложены критерии отказа паяных соединений для условий комбинированной пайки и методика анализа их дефектов. Выявлены наиболее критичные дефекты паяных соединений и условия их возникновения. Это позволило определить запас надежности отказа радиоэлектронной аппаратуры космического назначения. Интенсивность отказов ПС снижена до уровня $(2, 4-3) \cdot 10^{-12} 1/\text{час}$.

7. Результаты исследовательских испытаний паяных соединений различных видов компонентов с многослойными печатными платами показали высокую эффективность и реализуемость методик оценки их качества в условиях мелкосерийного производства. Определен вариант ускоряющих факторов испытаний, позволяющий управлять воздействиями на испытываемое изделие для обеспечения наименьшей трудоемкости при

неизменной информативности и минимальной погрешности результатов. Использование разработанной методики позволяет сократить время испытания изделий, а также снижает его затраты

8. Разработана математическая модель технологического процесса монтажа и пайки компонентов радиоэлектронных устройств космических аппаратов, учитывающая параметры нанесения паяльной пасты и вариант монтажа и обеспечивающая выбор рациональных режимов процесса.

9. Разработана прогнозная математическая модель оценки качества и надежности паяного соединения, включающая новые информативные данные и обеспечивающая повышение эффективности прогнозирования.

УДК 621.3

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ

А.В. Иванов, М.Н. Пиганов

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

На основе проведённого анализа литературы, изучения опыта ряда предприятий и с учётом современных тенденций развития техники и технологии испытаний радиоэлектронных средств была предложена структура методики оценки качества паяных соединений, показанная на рисунке 1.

С целью оценки эффективности данной методики были проведены работы на производственной базе АО «РКЦ «Прогресс».

По данной методике были проведены ускоренные испытания паяных соединений. Задачами исследовательских испытаний стали:

- металлографический анализ паяных соединений;
- испытание паяных соединений ЭРИ на стойкость к воздействию механических и климатических факторов;
- оценка безотказности паяных соединений ЭРИ с бессвинцовым покрытием выводов;
- оценка безотказности паяных соединений ЭРИ с бессвинцовым покрытием выводов, выполняемых по технологии поверхностного монтажа с применением припойной пасты на основе оловянно-свинцового припоя;
- оценка безотказности паяных соединений выводов ВГА-компонентов.

Работа по подтверждению технологии проводилась в несколько этапов:

Этап 1 - разработка унифицированного блока для отработки технологии поверхностного монтажа.