

доза D. Доза D – это поглощённая энергия, отнесённая к единице массы вещества:

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m},$$

ΔE – энергия излучения;

Δm – масса в которой поглощена данная энергия.

Способность органических материалов сохранять в определенных пределах свои свойства качественно определяют по величине пороговых доз, при которых материал становится непригодным для применения в конкретных условиях эксплуатации.

В качестве показателя стойкости материалов можно использовать предел прочности. Он может уменьшиться до 50% и более (таблица 1).

Таблица 1 - Пороговые дозы уменьшения в два раза прочности при разрыве полимеров (облучение при 300 К, на воздухе)

Полимер	Доза, МГр
Политетрафторэтилен $\sim\text{CF}_2\text{-CF}_2\sim$	0,01
Полиметилметакрилат $\sim\text{CH}_2\text{-C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)\sim$	0,3
Поликапролактан $\sim\text{CH}_2\text{CONH}(\text{CH}_2)_5\sim$	0,6
Полиэтилен $\sim\text{CH}_2\text{CH}_2\sim$	1
Поливинилхлорид $\sim\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)\sim$	5
Эпоксидные смолы и композиционные на их основе	10-100
Полиимиды	100

Однако пороговая доза — это универсальная величина, которая в свою очередь зависит от ряда других показателей: температура, при которой происходит облучение; доза; мощность дозы; состав окружающей среды (аэрозоли в воздухе и т. д.) и многое др.

УДК 658.5+621.382

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПЫТАНИЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ НА ПАЯЕМОСТЬ И ПЕРЕПАЙКУ

М.В. Гурьянов

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

Предлагается технология испытаний и методика оценки паяемости поверхности и сквозных металлизированных отверстий печатных плат. В качестве образцов для испытаний допускается применять тесткупоны или готовые печатные платы в состоянии поставки. Проверку паяемости проводят на образцах с числом точек проверки (отверстий или контактных площадок) не менее 30.

Предложена установка для проверки паяемости в виде ванны с припоем и держателем для образца, который при повороте обеспечивает соприкосновение поверхности образца с расплавленным припоем. Возможно также применение волны припоя. Испытания на паяемость с использованием оловянно-свинцового припоя необходимо проводить при температуре $(235\pm 5)^\circ\text{C}$, с использованием бессвинцового припоя – при температуре $(255\pm 5)^\circ\text{C}$. Перед испытанием с образцов удаляют консервирующее покрытие и наносят флюс методом погружения, дают возможность излишкам флюса стечь в течение 2-3 мин. На испытуемый образец воздействуют расплавленным припоем в течение 3 с для образцов толщиной до 2 мм и в течение 5 с для образцов толщиной свыше 2 мм. Качество паяемости оценивают визуально.

Испытание на перепайку проводят путем моделирования процесса повторной пайки в сквозные металлизированные отверстия для подтверждения способности печатной платы к проведению ремонта и устранения неисправностей. Требуется провести пять операций моделирования пайки после предварительного кондиционирования термообработкой.

В качестве образца для испытаний используют тесткупон или участок готовой печатной платы, как минимум, с тремя сквозными металлизированными отверстиями. Предпочтительно выбирать отверстия с максимальным числом соединений. Для испытаний применяют паяльник с регулируемой температурой с точностью $\pm 6^\circ\text{C}$ и предварительно выбранной температурой 260°C , 315°C или 371°C в зависимости от типа используемой технологии пайки.

Кроме того, используют следующие материалы и средства:

- покрытую оловом медную проволоку с диаметром на 0,25-0,71 мм меньше диаметра контролируемого отверстия;
- припой для пайки, например Sn60Pb40A или Sn63Pb37A;
- жидкий флюс под пайку;
- металлограф с увеличением до $\times 200$;
- конвекционную печь с принудительным воздухообменом при температуре от 120°C до 150°C ;
- ножницы для резки проволоки;
- систему для удаления припоя с использованием вакуума.

Ручную пайку и операцию распайки проволоки проводят следующим образом:

- 1) проволоку впаивают в сквозное металлизированное отверстие;
- 2) проволоку расплавляют и удаляют из отверстия;
- 3) проволоку повторно впаивают в отверстие;
- 4) проволоку повторно расплавляют и удаляют из отверстия;
- 5) проволоку еще раз впаивают в отверстие.

После каждой пайки и распайки образец охлаждают до комнатной температуры. Каждое следующее испытание проводят на следующем отверстии в ряду.

Отрезок облуженной проволоки запаивают в отверстие так, чтобы она проходила через фольгу в отверстие. Образованная между проволокой и паяльником капля припоя должна полностью покрыть контактную площадку. Время воздействия паяльника при пайке равно (4 ± 1) с, время воздействия при распайке также равно (4 ± 1) с. Паяльник не должен касаться контактной площадки. Во время пайки и последующего охлаждения проволока должна быть совершенно неподвижной.

После испытания микрошлиф отверстия проверяют на металлографическом микроскопе при увеличении 200 на наличие трещин, отслоения металлизации отверстия и других дефектов.

УДК 621.396+629.7-192

МЕТОДИКА И МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ БОРТОВОГО КОМПЛЕКСА АППАРАТУРЫ

А.А. Назаров

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

Функциональная сложность современных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в последние годы резко возросла. Это привело к усложнению бортовых радиоэлектронных систем (РЭС).

Современные РЭС БПЛА включают большое число компонентов, выполняют сложные и разнообразные функции, имеют разветвленные структуры. В этом отношении РЭС БПЛА относятся к сложным системам.

Последовательность разработки методики и модели надежности РЭС БПЛА включает в себя следующие этапы:

1. Анализ задания на расчет надежности с указанием следующих сведений:

- назначение системы, её состав и основные сведения о функционировании;
- требуемые показатели надежности;
- определение отказа системы.

2. Составление структурной и функциональной схемы РЭС с минимально необходимым для выполнения заданных функций составом.

3. Построение расчетно-логической схемы РЭС по имеющимся данным.

4. Анализ и определение надежности входящих в РЭС узлов.

5. Принятие решения о законах распределения вероятности безотказной работы отдельных элементов.