

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.

6. Получение аналитических выражений, описывающих взаимосвязь результирующих показателей и входных данных.

7. Расчет показателей надежности РЭС посредством использования полученной модели.

8. Оценка расчетного показателя надежности РЭС с требуемым значением и принятие решения о необходимых методах повышения надежности.

9. Уточнение модели надежности с учетом введенных мероприятий, направленных на повышение надежности.

10. Оценка расчетного показателя надежности РЭС по результатам эксплуатации.

11. Уточнение модели надежности РЭС при несоответствии расчетных показателей требуемым.

Под отказом системы будет пониматься неспособность выполнения системой своих функций. При начальных расчетах будем считать, что распределение вероятности безотказной работы носит экспоненциальный характер.

При проектировании РЭС в аппаратуре реализуется возможность выполнения системой набора функций, предусмотренных техническим заданием. Структурная и аппаратурная реализации на начальных этапах разработки сводятся к созданию минимально необходимого варианта системы, т.е. такого варианта, который содержит минимально необходимое число элементов, отказ каждого из которых приводит к невыполнению одной или нескольких функций и предусматривает обработку минимально необходимого количества информации за минимально допустимое время.

Для перехода от функциональной схемы к непосредственному расчету показателей надежности наиболее часто используют расчетно-логическую схему. Примем следующее определение: расчетно-логической схемой называется некоторое графическое изображение (граф-схема), отображающее элементы системы и ее функции и позволяющее с помощью набора формальных правил для произвольной совокупности состояний (работоспособности или отказа) всех элементов однозначно определить состояние (работоспособность или отказ) системы по каждой из выполняемых ею функций.

Нетрудно видеть, что уже это определение существенно ограничивает класс систем, представимых в языке расчетно-логических схем. Предполагается, что все элементы системы и система в целом по каждой реализуемой функции имеют только два возможных состояния – работоспособность и отказ. Предполагается также, что состояние системы в данный момент времени однозначно определяется набором состояний ее элементов.

После составления расчетно-логической схемы выполняется расчет показателей надежности путем приведения соединений элементов к

соединениям вида параллельное и последовательное, при этом считая, что вероятности безотказной работы отдельных элементов носят экспоненциальный характер.

Характеристики надежности необходимого варианта системы не всегда удовлетворяют предъявляемым требованиям, что вынуждает изыскивать способы повышения надежности разрабатываемой РЭС. Проблема повышения надежности должна решаться, в первую очередь, на основе разработки и применения высоконадежных элементов, из которых строится аппаратура.

Как показывает опыт, этот путь повышения надежности не всегда позволяет создавать высоконадежные РЭС. Необходимая надежность сложных систем может быть достигнута только при использовании различных видов резервирования. Данный вопрос будет рассмотрен в следующей работе.

УДК 658.5+621.382

КОНТРОЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ СКВОЗНОГО МЕТАЛЛИЗИРОВАННОГО ОТВЕРСТИЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

М.В. Гурьянов

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

На измерении сопротивления сквозного металлизированного отверстия основан неразрушающий контроль толщины металлизации в этом отверстии. В зависимости от геометрии отверстия и толщины слоя меди сопротивление будет меняться. Такие дефекты, как раковины, трещины или места с тонким покрытием, могут стать причиной повышения сопротивления по сравнению со значением, рассчитанным теоретически для конкретного отверстия. Расчет сопротивления отверстия проводят по формуле (1):

$$R=(\rho T)/(3,14 \cdot Dt), \quad (1)$$

где R – сопротивление, Ом;
 T – толщина печатной платы, мм;
 D – диаметр просверленного отверстия, мм;
 t – толщина меди в отверстии, мм;
 ρ – проводимость меди.

Когда известны значения D , T и R , можно рассчитать истинную толщину меди в отверстии t по формуле (2):

$$t=(\rho T)/(3,14 \cdot DR). \quad (2)$$

При этом принимают, что проводимость меди равна 100%.