

незначительна. Но для некоторых органических материалов [политетрафторэтилен (тефлон), полистирол], при дозе равной 10 кГр, основные показатели радиационной стойкости снижаются в 2 раза.

При дозах $\geq 10^5$ Гр наблюдаются изменения химического строения органических молекул. Именно в этом интервале доз принято определять радиационно-химические выходы продуктов радиолиза:

$$G = \frac{dN}{dD},$$

которые измеряют в единицах продукта N , отнесенного к 100 эВ поглощенной энергии (молекул или частиц/100 эВ) [2]. По данной величине ориентировочно оценивают радиационную стойкость материалов.

Заключение

Радиационная стойкость органических материалов зависит от пороговой дозы, которая в свою очередь является универсальной величиной. Данная величина тесно связана с такими параметрами как: доза, мощность дозы, окружающие условия и др.

От мощности дозы зависят как необратимые (окисление, разрушение и др.), так и обратимые процессы, которые при прекращении влияния радиации быстро исчезают.

Степень изменения свойств органических материалов линейно изменяются от увеличения поглощённой дозы. Поэтому, появление необратимых процессов при небольших дозах не проявляются (преобладают обратимые процессы).

Список использованных источников

1. Машкович В.П., Кудрявцева А.В. Защита от ионизирующих излучений: справочник. – М.: Энергоатомиздат. – 1995. – 496 с.
2. Радиационная стойкость органических материалов: справочник /Под ред. В.К. Милинчука и В.И. Тупикова. – М.: Энергоиздат. – 1986. – 260 с.
3. Милинчук В.К. Радиационная стойкость органических материалов //Известие вузов. Ядерная энергетика. – 2001. – №4. – С. 77- 85.

УДК 629.78

ВЫБОР МОДЕЛИ НАДЁЖНОСТИ МЕЖСОЕДИНЕНИЙ В РЭС

М.А. Панина

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

При использовании поверхностно монтируемых электрорадиоизделий (ЭРИ) ИП с бесвинцовым покрытием выводов остро встаёт вопрос качества паяных соединений (ПС) и таких дефектов, как оловянные усы, дендриты,

оловянная чума и др. Для прогнозирования отказов и их раннего выявления с целью корректировки технологии изготовления необходимо проводить исследовательские испытания паяных соединений.

В связи с тем, что в процессе испытаний не происходит восстановление паяных соединений, то получение последующих данных может служить основанием для определения параметра потока отказов.

Сбор, учёт, накопление, обработка и анализ отказов образцов тестовых модулей в процессе ускоренных испытаний должен производиться на основе заполнения карточек учёта отказа.

Для прогнозирования уровня надёжности ПС выбрана математическая модель на основе χ^2 – распределения, которая позволяет дать количественную надёжностную оценку ПС при относительно малом времени испытаний и малой степени выборки по результатам испытаний, а также установить связь традиционных показателей надёжности с полученными результатами испытаний.

На языке теории групп можно сказать, что множество результатов испытаний выделяет с помощью оператора χ^2 ряд подмножеств. Элементы ряда образуют аддитивную группу. Выделение любого частичного объединения или хотя бы одного из элементов ряда даёт аддитивную же подгруппу. Использование теории групп очень перспективно в развитии данного подхода при обработке результатов испытаний.

Продемонстрируем построение величины χ^2 и особенности ее применения при оценке надёжности любой подгруппы изделий. Назовем p — вероятность появления отказа, $q = 1 - p$. Тогда при испытании N образцов

$$\chi^2 = \frac{(x - Np)^2}{Np} + \frac{(y - Nq)^2}{Nq}, \quad (1)$$

где x - число отказов; $y = N - x$.

Так как практически всегда $q \ll p$, то выражение можно переписать в виде

$$\chi^2 = \frac{(x - Np)^2}{Np}. \quad (2)$$

Известно, что в этом случае распределение числа отказов x подчинено закону Пуассона

$$P_x = \frac{(Np)^x}{x!} e^{-Np}. \quad (3)$$

Из этих выражений следует, что выполняется первое предположение о моделях, если выполняется второе.

Два равенства

$$x + y = N, \quad (4)$$

$$\lim_{N \rightarrow x} \sum_{x=0}^N P_x(N) = 1, \quad (5)$$

с учётом $N \gg 1$ определяют минимальное число степеней свободы, равное 2.

При испытаниях две степени свободы соответствуют отсутствию отказов, так как предполагается $q = 1$. В этом случае распределение величины $u = \chi^2/2$ будет экспоненциальным. Если в процессе испытаний был зарегистрирован отказ, то это означает, что число степеней свободы становится больше двух. Каждый отказ эквивалентен, по крайней мере, одному новому условию связи (речь идет о факте, считающемся непреложным). Будем считать, что каждый отказ генерирует дополнительно две степени свободы. Тогда не могут возникать дробные степени в распределении χ^2 . Общее число степеней свободы $m = 2n + 2$. Соответственно, меняются квантили распределения и возрастает вероятность отказа. С учётом изложенного, вычисляется интенсивность отказов (Failure Rate):

$$FR = \frac{x^2}{2NHA t}, \quad (6)$$

где N — число ПС, поставленных на испытания; H — число часов при испытании под нагрузкой; $A t$ — коэффициент ускорения.

e-mail: kipres@ssau.ru

УДК 621.382

АНАЛИЗ НАДЁЖНОСТИ РЭС НА ОСНОВЕ ТУННЕЛЬНЫХ ДИОДОВ

А.Ю. Сорокина

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

Современный этап развития радиоэлектроники и телекоммуникационных систем характеризуется обострением проблемы надежности и качества в целом вследствие усложнения радиоэлектронных средств (РЭС), выражающемся как в резком увеличении количества используемых элементов и блоков, в появлении качественно новых ответственных функций, возлагаемых человеком на аппаратуру, так и в расширении условий работы. Аппаратуре различного назначения