

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТКАЗОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Шматко Н.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Боровиков С.М. – канд.техн.наук

В ходе анализа методики определения эксплуатационной интенсивности отказов печатных плат было рассмотрено влияние условий эксплуатации на конечный результат. Данный подход будет использована при разработке программного средства для расчета эксплуатационной надёжности печатных плат электронной аппаратуры.

В зависимости от используемого справочника для одной и той же печатной платы (ПП) значение эксплуатационной интенсивности отказов λ_3 оказывалось разным. При выборе методики исследовались модели, включённые в справочники или стандарты по расчёту надёжности электронного оборудования следующих стран: Россия, США, Франция [1–3].

На основе анализа было установлено, что в большей степени учёт условий эксплуатации, конструкторско-технологических и других особенностей ПП обеспечивает модель расчёта эксплуатационной надёжности, включённая в справочник «RDF 2000 : Reliability Data Handbook. A universal model for reliability prediction of Electronics components, PCBs and equipment» [3]. Эта модель учитывает следующие важнейшие факторы: температуру окружающей среды, количество слоев ПП, количество отверстий для установки элементов, площадь ПП, количество токопроводящих дорожек, значение преобладающей ширины токопроводящих дорожек, возможные тепловые изменения при использовании печатной платы на объекте в составе аппаратуры. Математический вид модели количественной оценки эксплуатационной интенсивности отказов ПП λ_3 [3]:

$$\lambda_3 = 5 \cdot 10^{-12} \pi_t \pi_c \left(N_t \sqrt{1 + \frac{N_t}{S}} + N_p \frac{1 + 0,1\sqrt{S}}{3} \pi_L \right) \left\{ 1 + 3 \cdot 10^{-3} \left[\sum_{i=1}^j (\pi_n)_i (\Delta T_i)^{0,68} \right] \right\} \quad (1),$$

где π_t – коэффициент, учитывающий температуру окружающей среды; π_c – коэффициент, учитывающий количество слоев ПП; N_t – количество отверстий в ПП для установки элементов; S – площадь ПП в см²; N_p – коэффициент, учитывающий количество токопроводящих дорожек; π_L – коэффициент, учитывающий преобладающую ширину токопроводящих дорожек; ΔT_i – среднее колебание теплового изменения, соответствующее i -й фазе (циклу) использования; $(\pi_n)_i$ – коэффициент, учитывающий годовое число циклов теплового изменения со значением ΔT_i ; j – годовое число циклов с тепловым изменением ΔT_i .

Использование данной модели обуславливается температурными режимами эксплуатации. Согласно ГОСТ 15150-69, который устанавливает макроклиматическое районирование земного шара, исполнения, категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования изделий в части воздействия климатических факторов внешней среды, определяются температурные коэффициенты, соответствующие умеренному и холодному макроклиматическим районам. Данная модель требует уточнения для различных режимов работы электронных устройств. В общем виде математическая модель для расчета эксплуатационной интенсивности отказов ПП примет λ_3 вид:

$$\lambda_3 = \lambda_{нар} \frac{t_{нар}}{t} + \lambda_{хр} \frac{t_{хр}}{t} + \Lambda_{ц} F_{ц}; \quad (2),$$

где $t_{нар}$ – заданная суммарная наработка (суммарное время нахождения ПП в составе включённого устройства); $t_{хр}$ – суммарное время нахождения ПП в составе выключенного устройства (время хранения); $t = t_{нар} + t_{хр}$ – интересующая продолжительность эксплуатации ПП в составе электронного устройства; $N_{ц}$ – число циклов включения–выключения в течение наработки $t_{нар}$; $\Lambda_{ц}$ – интенсивность отказов на цикл «включено–выключено»; $F_{ц}$ – частота циклов включения–выключения за один час в течение наработки $t_{нар}$.

Модель также учитывает режимы функционирования изделия: непрерывного длительного применения, многократного циклического применения, однократного применения.

Список использованных источников:

1. Надёжность электрорадиоизделий, 2006 : справочник / С. Ф. Прытков [и др.] // научн. руководитель авторского коллектива С. Ф. Прытков. – М. : ФГУП «22 ЦНИИИ МО РФ», 2008. – 641 с.
2. Reliability prediction of electronic equipment : Military Handbook MIL-HDBK-217F. – Washington : Department of defense DC 20301, 1995. – 205 p.
3. A universal model for reliability prediction of Electronics components, PCBs and equipment. RDF 2000 : reliability data handbook. – Paris : UTE C 80-810. 2000. – 99 p.