

ПРИНЦИП РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Н.С. Шматко

Научный руководитель – Боровиков С.М.

канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

При расчете надежности печатных плат возникает вопрос, какая методика для расчета обеспечивает получение более достоверных результатов. При этом, для одной и той же печатной платы значение эксплуатационной интенсивности отказов λ_3 оказывается разным в зависимости от используемого справочника или стандарта. За основу для исследования были взяты модели, включенные в справочники или стандарты для расчета надежности электронного оборудования следующих стран: Россия, США, Франция [1–3].

После проведения анализа установлено, что в большей степени учёт условий эксплуатации, конструкторско-технологических и других особенностей печатных плат обеспечивает модель расчета эксплуатационной надежности, включенная 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 печатной платы, количество отверстий для установки элементов, площадь печатной платы, количество токопроводящих дорожек, значение преобладающей ширины токопроводящих дорожек, возможные тепловые изменения при использовании печатной платы на объекте в составе аппаратуры. Далее показано математическое представление данной модели:

$$\lambda_3 = 5 \cdot 10^{-12} K_t K_c \left(N_t \sqrt{1 + \frac{N_t}{S}} + N_p \frac{1 + 0,1\sqrt{S}}{3} K_L \right) \left\{ 1 + 3 \cdot 10^{-3} \left[\sum_{i=1}^l (K_n)_i (\Delta T_i)^{0,68} \right] \right\},$$

где K_t – коэффициент, учитывающий температуру окружающей среды; K_c – коэффициент, учитывающий количество слоев печатной платы; N_t – количество отверстий в печатной плате для установки элементов; S – площадь печатной платы в см²; N_p – коэффициент, учитывающий количество токопроводящих дорожек; K_L – коэффициент, учитывающий преобладающую ширину токопроводящих дорожек; ΔT_i – температурные изменения, соответствующее i -м условиям использования; K_n – коэффициент, учитывающий количество тепловых изменений в год при ΔT_i ; l – количество изменения тепловых условий в год.

Данная модель требует уточнения для различных режимов работы электронных устройств. Согласно ГОСТ 27.003-90 по режимам применения (функционирования) изделия подразделяют на: изделия непрерывного длительного применения, изделия многократного циклического применения, изделия однократного применения (с предшествующим периодом ожидания применения и хранения).

Принимая во внимание различные режимы работы модель для расчета интенсивности отказов печатных плат необходимо адаптировать. Для режима работы, соответствующему только наработке:

$$\lambda_{\text{нар}} = 5 \cdot 10^{-12} K_t K_c \left(N_t \sqrt{1 + \frac{N_t}{S}} + N_p \frac{1 + 0,1\sqrt{S}}{3} K_L \right),$$

Для случая, когда печатная плата находится на хранении:

$$\lambda_{\text{э.хр}} = \lambda_{\text{нар}} \cdot K_{\text{хр}} \cdot K_{t.\text{хр}} \cdot K_{\text{усл}} \cdot K_{\text{п}},$$

где $\lambda_{\text{нар}}$ – интенсивность отказов при наработке; $K_{\text{хр}}$ – коэффициент, показывающий какую долю от $\lambda_{\text{Б}}$ составляет интенсивность отказов при хранении в лабораторных условиях; $K_{t.\text{хр}}$ – коэффициент, учитывающий изменение $\lambda_{\text{э.хр}}$ в зависимости от температуры окружающей среды; $K_{\text{п}}$ – коэффициент приёмки, учитывает степень жёсткости требований к контролю качества; $K_{\text{усл}}$ – коэффициент, учитывающий изменение $\lambda_{\text{э.хр}}$ в зависимости от условий эксплуатации в режиме ожидания (хранения).

При эксплуатации печатной платы в течении календарного времени t , включающего время наработки $t_{\text{нар}}$ и хранения $t_{\text{хр}}$:

$$\lambda_{\text{э}} = \lambda_{\text{нар}} \frac{t_{\text{нар}}}{t} + \lambda_{\text{э.хр}} \frac{t_{\text{хр}}}{t}.$$

Если режим работы печатной платы включает в себя наработку и хранение, а также имеет место цикличность работы:

$$\lambda_{\text{э}} = \lambda_{\text{нар}} \cdot \left\{ 1 + 3 \cdot 10^{-3} \left[\sum_{i=1}^l (K_n)_i (\Delta T_i)^{0,68} \right] \right\} \frac{t_{\text{нар}}}{t} + \lambda_{\text{э.хр}} \frac{t_{\text{хр}}}{t}.$$

Используя данные принципы производится расчет эксплуатационной надежности печатных плат для различных режимов работы.

Библиографический список

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.