

Долженков И.С.

## АЛГОРИТМ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОПРОЧНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

**Постановка проблемы.** На сегодняшний день компьютерные системы получили широчайшее распространение. Они эксплуатируются не только в стационарном исполнении в специально отведенных помещениях, но и устанавливаются на подвижные объекты, летательные аппараты, а также в местах, расположенных в непосредственной близости от устройств, являющихся источниками механических колебаний. В этой связи возникает проблема обеспечения вибропрочности и виброустойчивости для повышения надежности этих систем.

**Постановка задачи.** Необходимо разработать алгоритм расчета печатных плат на вибропрочность на основании расчетных выражений по методике, которая учитывала бы материал, из которого изготовлена печатная плата.

**Результаты работы.** Проведенный по литературным источникам анализ влияния различных факторов на надежность компьютерных систем выявил три основных фактора, влияющих на надежность при эксплуатации компьютерных систем: - температура;

- агрессивная среда;
- механические нагрузки.

Наиболее часто в качестве оценки надежности компьютерных систем принимают интенсивность отказов  $\lambda$ .

Поэтому разработка методики, позволяющей рассчитать основные параметры, характеризующие вибрационное воздействие на печатные платы, и затем учесть их влияние на интенсивность отказов компьютерных систем является важной задачей.

Существующие методики по расчету вибропрочности предлагают расчет собственной частоты колебания платы, которая определяется по выражению

$$f_0 = \frac{\alpha}{2\pi a^2} \sqrt{\frac{Dg}{M}} 10^4, \quad (1)$$

где  $\alpha$  - коэффициент, зависящий от способа закрепления сторон пластины;  $M$  - масса пластины;  $D$  - жесткость пластины;

$$D = \frac{Eh^2}{12(1-\nu^2)},$$

где  $E$  - модуль упругости;  $\nu$  - коэффициент Пуассона.

Такой подход имеет существенный недостаток, так как не учитывает свойства материала из которого изготовлена печатная плата, а также массу установленных на ней электрорадиоэлементов. С учетом этих параметров собственную частоту колебаний платы можно определить как

$$(2) \quad f_0 = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot B \cdot h \cdot 10^2}{a^2}$$

где  $k_1$  - коэффициент учитывающий материал из которого изготовлена печатная плата;

$$k_1 = \sqrt{\frac{E_M \rho_M}{E_c \rho_c}}$$

$E_M$  и  $\rho_M$  - модуль упругости и плотность материала печатной платы;  $E_c$  и  $\rho_c$  - модуль упругости и плотность стали;

$k_2$  - коэффициент учитывающий общую массу платы с электрорадиоэлементами:

$$k_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\dot{I}}{I} \frac{\dot{r}}{r}}}$$

$M_Э$  – масса электрорадиоэлементов размещенных на печатной плате;

$M_П$  – масса печатной платы.

$$B = \frac{\alpha \sqrt{\frac{E \times g}{12(1-\nu^2)}}}{2\pi}$$

**Выводы.** Такой подход к расчету вибропрочности, как показали проведенные расчеты, позволяет учесть влияние вибропрочности на надежность с более высокой точностью (порядка 10%-15%).

---

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. каф. РКС Смолина Ю.А.