

**Обеспечение виброустойчивости печатных плат***Ухин В.А.*

При проектировании электронной аппаратуры эксплуатируемой в условиях повышенного воздействия вибраций, разработчик сталкивается с необходимостью обеспечения её виброустойчивости. В настоящее время применяют следующие методы повышения виброустойчивости (виброзащиты):

1. Виброизоляция - основана на применении специальных устройств – виброизоляторов.
2. Частотная отстройка - обеспечивается повышением жёсткости конструкции.
3. Увеличение демпфирующих свойств конструкции – основано на использовании вибропоглощающих материалов.

В литературе достаточно хорошо рассмотрены перечисленные способы повышения виброустойчивости.

Наиболее простым способом виброзащиты печатных плат является частотная отстройка. Сущность частотной отстройки заключается в том, чтобы вывести спектр собственных частот колебаний за верхнюю границу диапазона воздействующих вибраций, причем считается, что первая СЧК должна не менее чем на 20-30% превышать эту частоту.

Частотную отстройку можно реализовать способами, представленными на рисунке 1.



Рис.1. Способы частотной отстройки

Недостаток частотной отстройки: приводит к увеличению массы и габаритов ячеек.

Виброустойчивость конструкции оценивается по следующим параметрам, а именно, собственным частотам колебаний, деформациям, напряжениям, формам колебаний. Оценить эти параметры можно только с помощью вычислений.

Провести расчёт в настоящее время возможно двумя способами: аналитическим и численным.

### 1. Аналитический.

Способ основан на применении существующих математических моделей, представленных в литературе. Его основным преимуществом является простота вычислений, а недостатком - невозможно рассчитывать оригинальные конструкции, математические модели не учитывают расположенные на печатной плате электрорадиоэлементы, невысокая точность.

### 2. Численный

Метод основан на применении систем конечно-элементного анализа. Его преимущество - возможен расчёт любых конструкций, высокая точность, учитывается расположение ЭРЭ. Недостаток - необходим специалист, разбирающийся в конечно-элементном анализе.

На рисунке 2 представлены некоторые собственные формы колебаний печатной платы, полученные численным способом

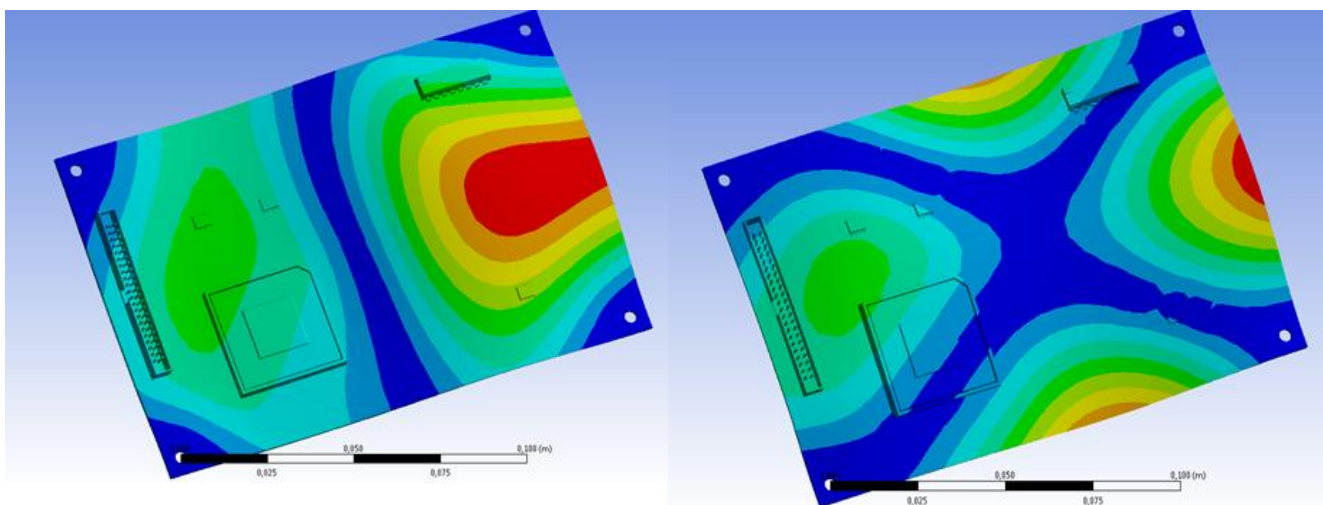


Рис. 2 Формы колебаний печатной платы

По формам колебаний можно оценить максимальные прогибы на тех или иных частотах. Применяв способы частотной отстройки, возможно, повысить собственную частоту колебаний или ограничить деформацию печатной платы.

Системы конечно-элементного анализа позволяют рассчитывать не только печатные платы, но и элементы конструкции аппаратуры (рис. 3).

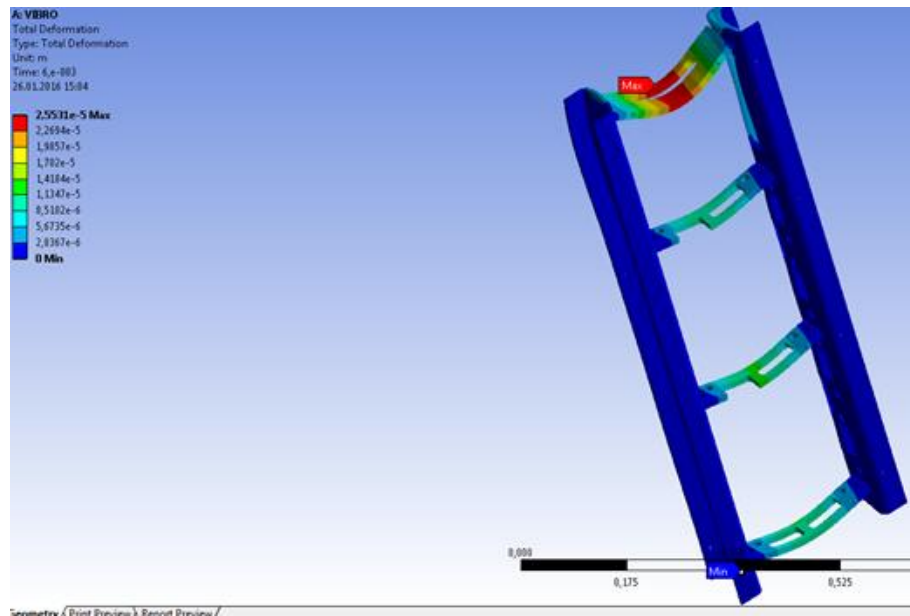


Рис.3 Деформация и напряжение в стойке

Своевременно проводя вычисления параметров виброустойчивости можно оценить поведение конструкции при воздействии вибрации.