

ЧАСТОТНЫЙ АНАЛИЗ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ ПАЯЛЬНОЙ СТАНЦИИ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ ATMEGA4809-PF

Воронко Т.М.

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

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Проведен частотный анализ печатной платы паяльной станции на микроконтроллере *ATmega4809-PF* путем расчета частоты ее собственных колебаний и моделирования в системе автоматизированного проектирования *SolidWorks* механических нагрузок, воздействующих на нее, для нахождения резонансной частоты. По результатам анализа был сделан вывод об отсутствии необходимости в использовании упругих материалов в качестве прокладок для дополнительного гашения вибраций в устройстве.

Ключевые слова: частотный анализ, печатная плата, виброустойчивость

Введение. В процессе эксплуатации печатная плата (ПП) в составе ячейки и блока подвергается механическим воздействиям, к которым относятся вибрации, удары и линейные перегрузки [1].

Под вибрацией понимают механические колебания элементов конструкции или конструкции в целом. Вибрация характеризуется виброперемещением, виброскоростью и виброускорением [1].

Характерным видом отказов электрорадиоизделий при вибрационных воздействиях является усталостное разрушение (необратимое) выводов в области изгиба и соединения с контактной площадкой печатной платы в результате возрастания механических напряжений: при резонансных колебаниях электрорадиоизделий или резонансных колебаниях печатной платы, на которой установлены электрорадиоизделия [1].

Первый случай относится к условиям силового возбуждения механической колебательной системы, второй – к условиям кинематического возбуждения [1].

Виброустойчивость – способность конструкции выполнять функции и сохранять значения параметров в заданных пределах во время воздействия вибраций [1].

Основная часть. Для оценки виброустойчивости выполняется расчёт собственной частоты упрощенной печатной платы с установленными на нее компонентами.

Целью расчета является определение действующих на элементы изделия перегрузок при наличии вибрации, а также максимальных перемещений.

Исходные данные:

- длина ПП (a) – 110 мм;
- ширина ПП (b) – 110 мм;
- толщина ПП (h) – 1,50 мм;
- масса печатной платы с электрорадиоэлементами (ЭРЭ) (m) – 84 г.

Для расчета механической прочности и системы виброударной защиты была использована методика, изложенная в [2].

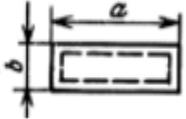
Характеристики стеклотекстолита приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики стеклотекстолита

Материал	Модуль упругости, $E \times 10^{10}$, Н/м ²	Коэффициент Пуассона, ν
Стеклотекстолит	3,2	0,279

В таблице 2 приведены коэффициенты, необходимые для расчета.

Таблица 2 – Значения коэффициентов

Эскиз закрепления	Коэффициенты			
	k	α	β	γ
	9,87	1	2	1

Пластина закреплена в четырех точках с помощью винтовых соединений.

Коэффициент K_α , зависящий от способа закрепления сторон пластины, определяется по общей формуле:

$$K_\alpha = k \left(\alpha + \beta \frac{a^2}{b^2} + \gamma \frac{a^4}{b^4} \right)^{1/2} = 9,87 \left(1 + 2 \frac{110^2}{110^2} + \frac{110^4}{110^4} \right)^{1/2} = 19,74. \quad (1)$$

Цилиндрическая жесткость пластины D определяется по формуле:

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\gamma^2)} = \frac{3,2 \cdot 10^{10} \cdot 1,5^3}{12(1-0,279^2)} = 9,76 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости, h – толщина пластины, γ – коэффициент Пуассона.

Частоту собственных колебаний печатной платы определяем как частоту собственных колебаний равномерно нагруженной пластины по формуле:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \frac{K_\alpha}{a^2} \sqrt{\frac{D}{m}} ab = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \frac{19,74}{110^2} \sqrt{\frac{9,76 \cdot 10^9}{84}} 110 \cdot 110 = 488,02 \text{ Гц}, \quad (3)$$

где D – цилиндрическая жесткость, K_α – коэффициент, зависящий от способа закрепления сторон пластины.

Частота зависит от геометрии изделия, от распределения массы по объему, от свойств материалов, от точек закрепления. В общем случае частота уменьшается при уменьшении жесткости изделия, при увеличении массы.

Частотный анализ ПП в *SolidWorks* включает в себя следующие этапы:

– упрощенная модель платы была импортирована в *SolidWorks* в формате *STEP*. В дополнительном модуле *SolidWorks Simulation* было создано новое исследование и в его типах указан частотный анализ;

– для печатной платы и всех установленных на нее компонентов был задан соответствующий материал из стандартной библиотеки *SolidWorks*;

– для модели были заданы граничные условия;

– после добавления граничных условий была построена сетка конечных элементов.

Результат моделирования представлен на рисунке 1.

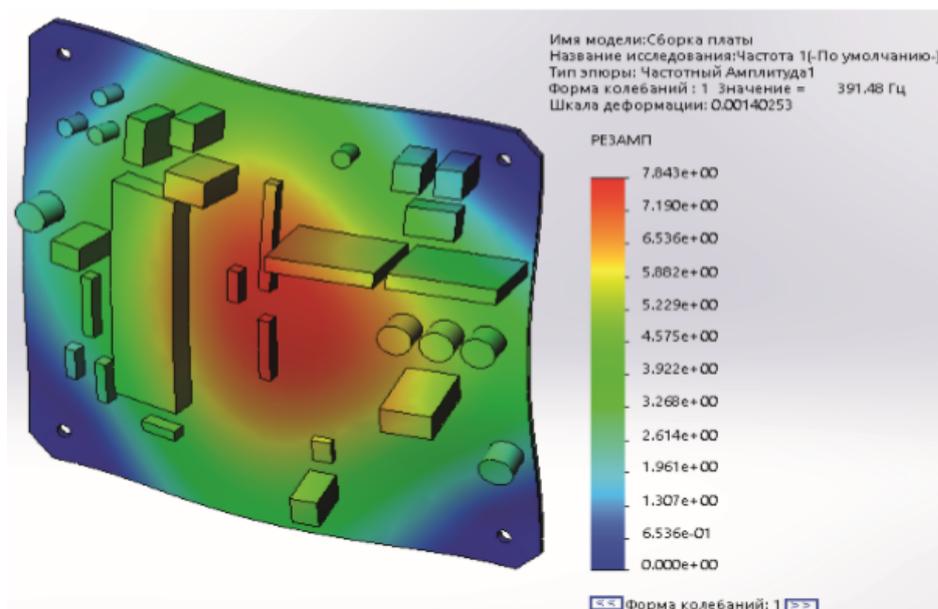


Рисунок 1 – Результат частотного анализа в SolidWorks

Заключение. В результате проведения частотного анализа была получена собственная частота колебаний печатной платы, равная 488,02 Гц, а также резонансная – 391,48 Гц. Собственная частота платы не должна попадать в диапазон частот, при которых эксплуатируется паяльная станция, так как это может привести к резонансу частот и разрушению ПП. Устройство относится к классу наземных РЭС, для которого воздействующий фактор – вибрация, лежит в пределах от 10 до 55 Гц. Резонансная частота ПП выше диапазона дестабилизирующего фактора. Устройство не выйдет из строя под действием дестабилизирующего фактора – вибрации, следовательно, нет необходимости в использовании упругих материалов в качестве прокладок для дополнительного гашения вибраций.

Список литературы

1. Studbooks – [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studbooks.net/2530668/tovarovedenie/raschyot_pechatnoy_platy.
2. Конструирование и технология электронных систем: пособие к курсовому проектированию для студентов специальности «Электронно-оптические системы и технологии» / А. А. Костюкевич [и др.]. – М.: БГУИР, 2011. – 119с.

UDC [621.396.6+004.3'1]–047.44

FREQUENCY ANALYSIS OF THE SOLDERING STATION ON THE ATMEGA4809-PF MICROCHIP PRINTED CIRCUIT BOARD

Voronko T.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ICSD

Annotation. The frequency analysis of the soldering station on the ATmega4809-PF microchip printed circuit board was carried out by calculating the frequency of its natural oscillations and modeling the mechanical loads acting on it in the SolidWorks computer-aided design system to find the resonant frequency. Based on the results of the analysis, it was concluded that there is no need to use elastic materials as gaskets for additional damping of vibrations in the device.

Keywords: frequency analysis, printed circuit board, vibration resistance