

УДК 004.415.2

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



И.А. Евдокимова
Студентка БГУИР

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
E-mail: svetaand85@gmail.com

И.А. Евдокимова

Студент 4 курса ФКП специальности «Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств» Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Аннотация. В данной статье рассмотрен процесс построения моделирования механических процессов на синтезаторе частоты на микроконтролере PIC18F252 и модуле SI5351A

Ключевые слова: моделирование, микроконтроллер, механические процессы

Для компьютерного моделирования синтезатора частоты на микроконтролере было выбрано программное обеспечение – *SolidWorks*.

Моделирование механических процессов включает частотный анализ печатной платы и ударные нагрузки на электронный модуль.

Анализ собственных форм и частот является основой любого динамического расчета конструкции. Правильное выполнение модального анализа позволяет заранее предугадать динамическое поведение конструкции. Явление резонанса происходит при приближении частоты внешнего воздействия к собственной частоте [1].

Для оценки виброустойчивости был выполнен расчёт собственной частоты упрощенной печатной платы с установленными на нее компонентами.

Последовательность проведения частотного анализа изложена в рисунках 1.1 – 1.4.

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

2 Указание необходимого материала для платы и каждого элемента.

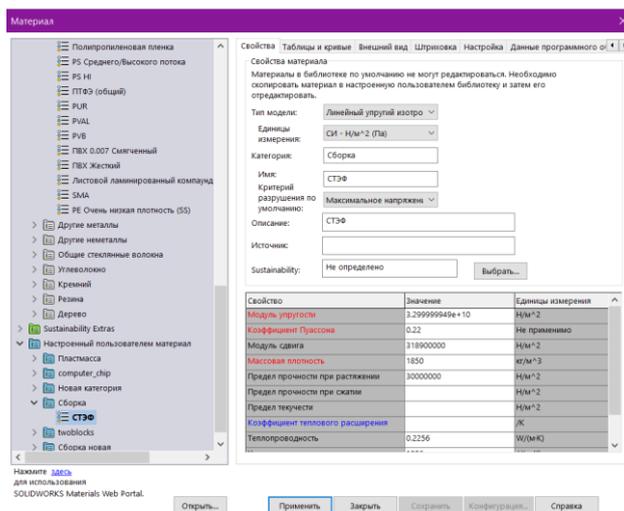


Рисунок 1.1 – Установка материала (СТЭФ) для ПП

3 Задание граничных условий: печатная плата фиксируется при помощи крепежных отверстий в четырех местах по углам платы, как указано на рисунке 1.2:

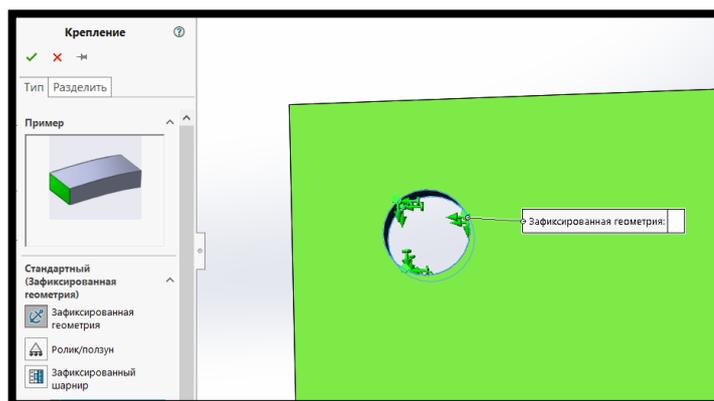


Рисунок 1.2 – Крепление ПП за крепежные четыре отверстия

4 После добавления граничных условий была построена сетка конечных элементов. Плотность сетки выставляем достаточно высокой, чтобы увеличить точность результатов.

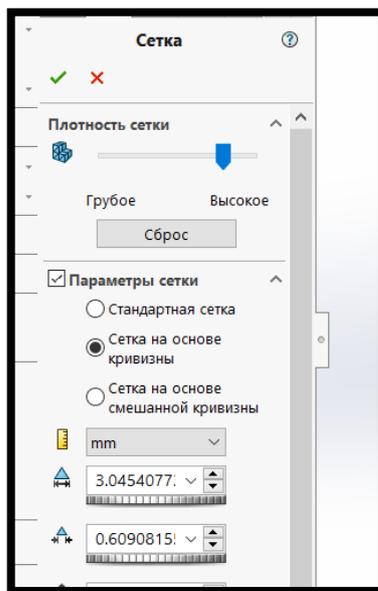


Рисунок 1.3 – Создание параметров сетки

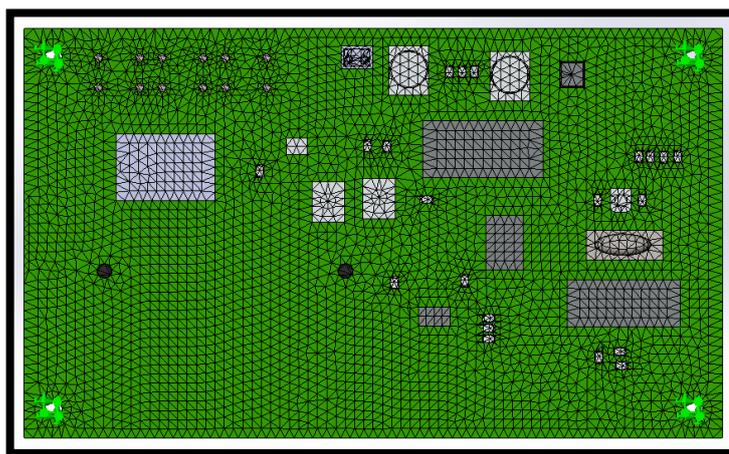


Рисунок 1.4 – Создание механической сетки на модели

5 После создания сетки конечных элементов переходим к самому моделированию.

Собственная частота платы не должна попадать в диапазон частот, при которых эксплуатируется устройство синтеза частоты, что приведет к резонансу частот и произойдет разрушение ПП.

Устройство относится к классу наземных РЭС, для которого воздействующий фактор – вибрация, лежит в пределах от 10 до 70 Гц. Резонансная частота ПП выше диапазона дестабилизирующего фактора – 381,76 Гц. Максимальное отклонение составляет – 4,53 мм.

Устройство не выйдет из строя под действием дестабилизирующего фактора – вибрации. Нет необходимости в использовании упругих материалов в качестве прокладок для дополнительного гашения вибраций.

Результаты моделирования частотного анализа показаны на рисунках 1.5 – 1.6, где также можно увидеть собственную резонансную частоту и деформацию ПП.

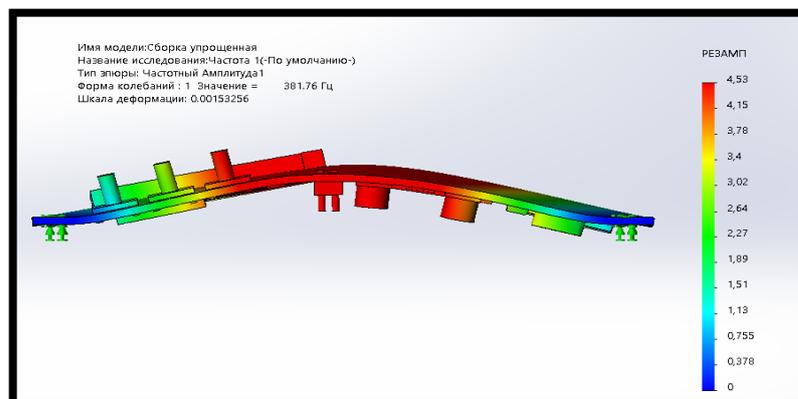


Рисунок 1.5 – Результат эксперимента в *SolidWorks* (вид 1)

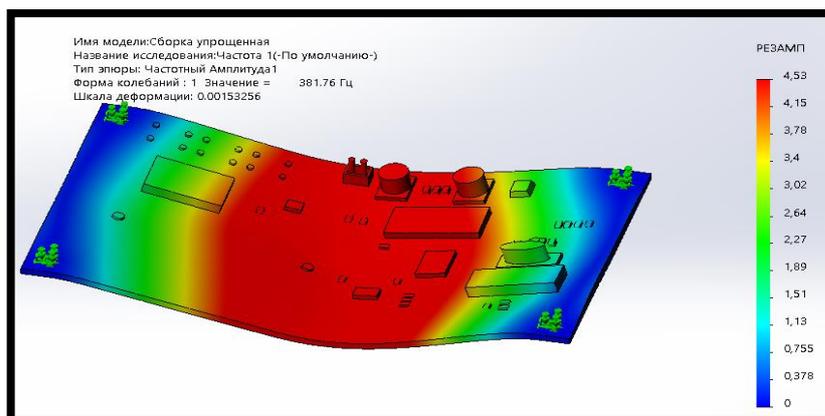


Рисунок 1.6 – Результат эксперимента в *SolidWorks* (вид 2)

Далее рассматриваются этапы моделирования на ударную нагрузку.

Данное устройство используется для производства синтеза частот и используется на высоте 1,0 метра. Данный модуль является самостоятельным устройством и для него выбран пластиковый корпус рисунок 1.7.

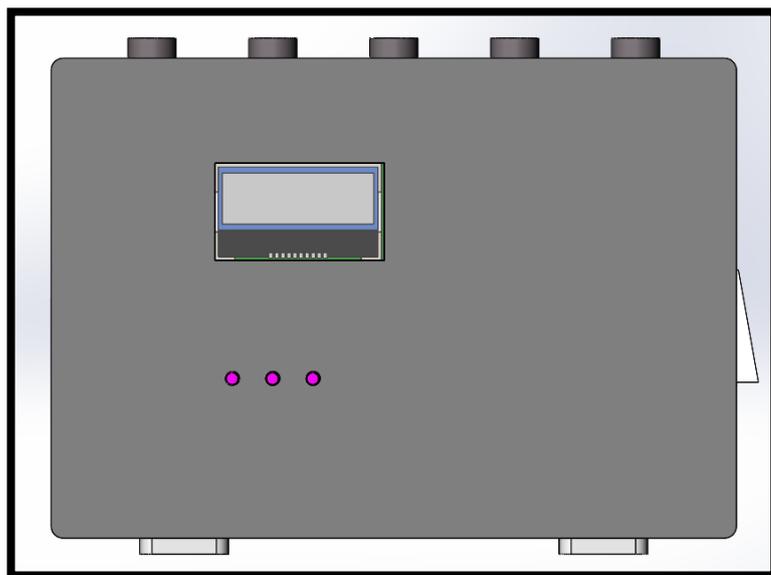


Рисунок 1.7– Корпус синтезатора частоты

Моделирование на ударную нагрузку включает в себя следующие этапы:

- 1 Импорт упрощенной модели в формате *STEP*.
- 2 Задание материала ПП и элементов.
- 3 Задание граничных условий для модели: выбор плоскости и высоты падения (рисунок 1.8.).

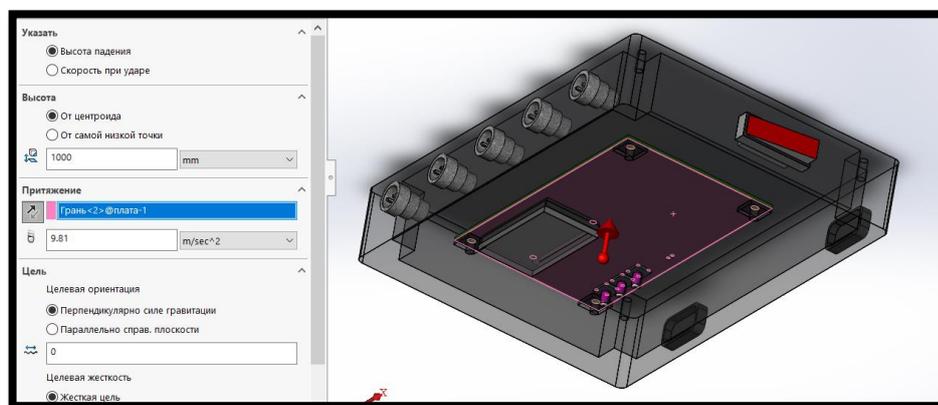


Рисунок 1.8 – Выбор плоскости и высоты падения

- 4 Построение сетки конечных элементов (рисунок 1.9).

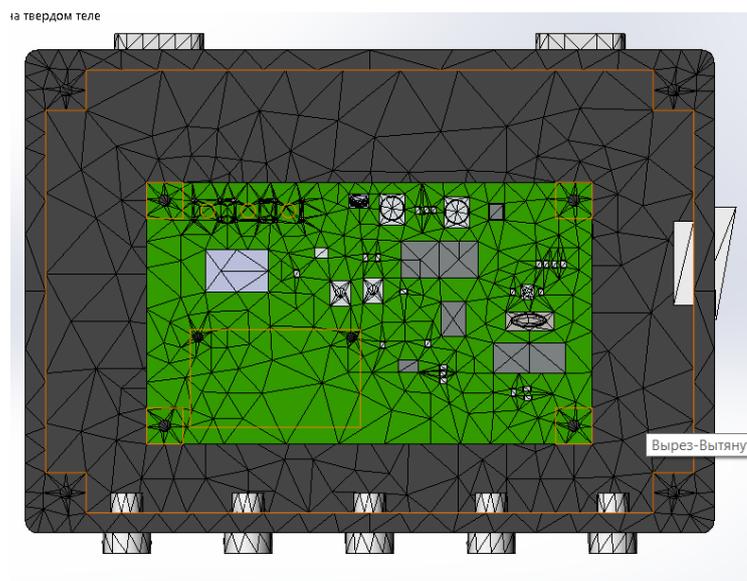


Рисунок 1.9 – Построение сетки конечных элементов

5 После создания сетки конечных элементов переходим к самому моделированию.

При моделировании падения электронного модуля в пластиковом корпусе получены значения максимального напряжения (*von Mises*) и результирующее перемещение (*URES*). Моделирование падения происходит на лицевую грань.

Материал начинает повреждаться в тех местах, где напряжение по Мизесу становится равным предельному напряжению. Напряжение *von Mises* или эквивалентное напряжение представляет собой величину напряжения, рассчитанную исходя из составляющих напряжения [2].

В отличие от компонентов напряжения, напряжение *von Mises* не имеет направления. Оно полностью определяется величиной, выраженной в единицах напряжения. Напряжение *von Mises* используется критерием отказа для оценки отказа пластичных материалов [2].

Предел прочности материала СТЭФ составляет $5 \times 10^8 \text{ Н/м}^2$, что в 3,7 раза превышает максимальное полученное значение в ходе моделирования падения. Результаты моделирования на ударную нагрузку представлены на рисунках 1.10 – 1.11:

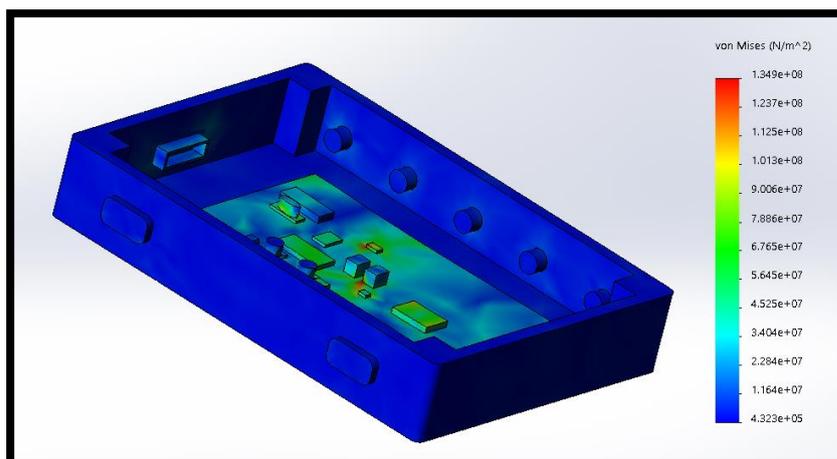


Рисунок 1.10 – Напряжение *von Mises* ПП в *SolidWorks*

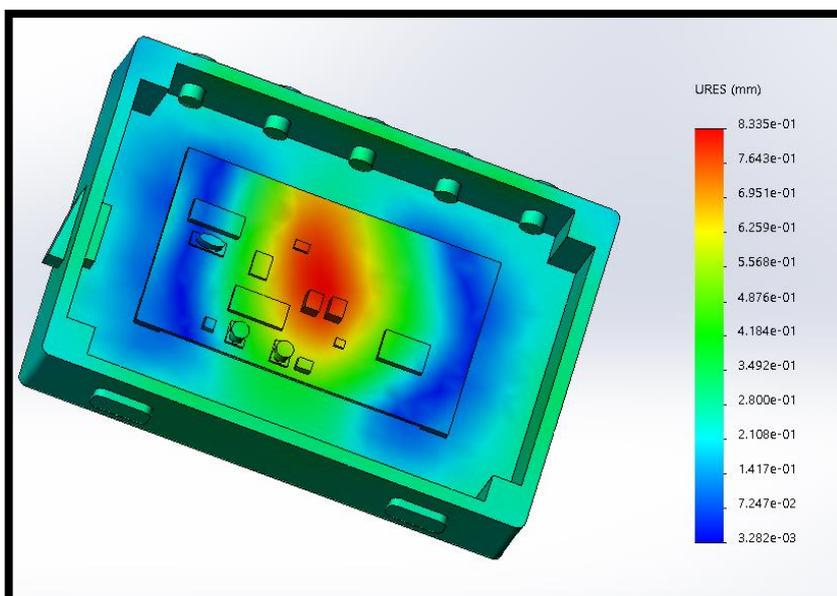


Рисунок 1.11 – Смещение объектов от их исходного положения в *SolidWorks*

Результаты моделирования ударных нагрузок представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Результаты испытания на ударную нагрузку

| Параметр | Значение |
|---|----------|
| Напряжение по Мизесу (<i>SolidWorks</i>), МПа | 134 |
| Смещение элементов (<i>SolidWorks</i>), мм | 0,83 |

Результаты испытания на ударную нагрузку показывают, что ПП при падении способна выдержать подобную нагрузку. Деформация и смещение элементов при падении платы являются незначительными.

В результате проведенного моделирования установлено:

1 Резонансная частота печатной платы в 5,1 раза выше диапазона дестабилизирующего фактора – устройство устойчиво к колебаниям;

2 ПП при падении способна выдержать нагрузку, деформация и смещение элементов при падении платы являются незначительными (0,83 мм). Предел прочности ПП в 3,7 раза превышает максимальное полученное значение в ходе моделирования падения.

Спроектированная модель является адекватной и пригодной для использования при условии эксплуатации устройства в пределах допустимых значений воздействующих факторов.

Список литературы

[1] Комплексная система проектирования радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://bntu.by/index.php/news/4626-Altium-Designer>

[2] Элементные и узловые напряжения [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: http://help.solidworks.com/2019/russian/SolidWorks/cworks/c_Elemental