

ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТОТИПА БЛОКА БОРТОВОЙ КОСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

Во Тхе Хай, Долматов А.В., Нгуен Минь Тьонг
МИРЭА – Российский технологический университет, Москва

Ключевые слова: Solidworks Simulation, диагностика, математическое моделирование, механическое воздействие, ударное воздействие, гармонический вибрационный импульс.

Аннотация. В цели ограничения потенциальных отказов блоков радиоэлектронных устройств необходима разработка методики диагностирования ее структуры. Исследование амплитудно – частотных характеристик (АЧХ) прототипа блока бортовой космической аппаратуры является основой при построении базы данных для сравнения его технических состояний. Solidworks позволяет проводить математическое моделирование объекта исследования, пакеты технического анализа в Solidworks Simulation обеспечивают точные прогнозы о техническом состоянии объекта при различных видах механических воздействий с помощью исследования прототипа АЧХ объекта.

RESEARCH OF AMPLITUDE-FREQUENCY CHARACTERISTICS PROTOTYPE OF BLOCK ONBOARD SPACE EQUIPMENT

Vo The Hai, Dolmatov A.V., Nguyen Minh Tuong
MIREA – Russian Technological University, Moscow

Keywords: Solidworks Simulation, diagnostics, mathematical modeling, mechanical impact, impact, harmonic vibration pulse.

Abstract. In order to limit potential failures of radio-electronic device units, it is necessary to develop a method for diagnosing its structure. The study of the frequency response of a prototype unit of onboard space equipment is the basis for constructing a database for comparing its technical conditions. Solidworks allows you to carry out mathematical modeling of the object under study; technical analysis packages in Solidworks Simulation provide accurate forecasts about the technical condition of the object under various types of mechanical influences using a prototype study of the object's frequency response.

Создание программы, обеспечивающей высокий уровень визуализации, имеет решающее значение при развитии технологии неразрушающего диагностического контроля и неинвазивной диагностики в медицине. В настоящее время существует множество различных программных предложений от отечественных и зарубежных издательств, используемых большим количеством инженеров с целью углубленных исследований и тестирования в направлении конкретных исследований [1]. Дополнительный модуль инженерного анализа SolidWorks Simulation Professional включает расчёты на прочность конструкции, определение собственных форм и частот колебаний, расчёт конструкции на устойчивость, усталостные расчёты, тепловые расчёты [2]. Виды исследований, проводимых в SolidWorks Simulation Professional:

- статический анализ;
- частотный анализ;
- динамический анализ;

- исследования потери устойчивости;
- исследования на термическую нагрузку;
- исследования на ударные воздействия;
- исследования на усталость изделия;
- расчёт нелинейных систем;
- оптимизация параметров устройства [3].

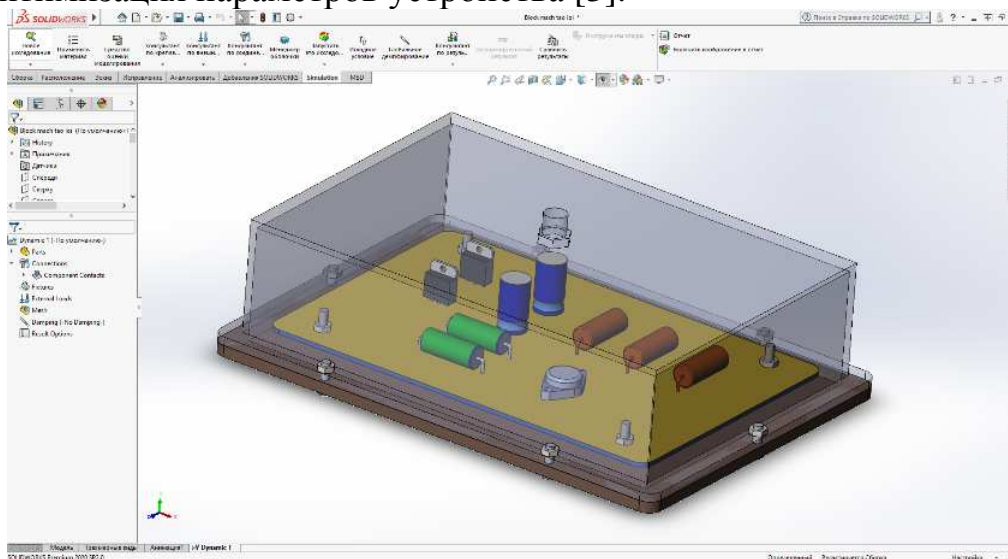


Рис. 1. Рабочее окно модуля SolidWorks Simulation

Физическая структура электротехнических элементов и параметры материала моделируются в среде Part, затем они строятся и собираются в соответствии с технической структурой устройства в среде Assembly программы поставки Solidworks [4]. С помощью этого механизма моделирования операции сложные структуры радиоэлектронных устройств легко реализуются с высокой точностью по сравнению с реальным устройством.

Благодаря этому можем рассчитать и определить форму, размер и величину импульса при использовании неразрушающего воздействия на исследуемое устройство. К распространенным методам механического воздействия, используемым для исследования структуры оборудования в Solidworks Simulation, относятся метод при ударном воздействии, гармонический вибрационный импульс, метод любого импульсного воздействия и т.д. [1], Каждый метод воздействия позволяет нам фиксировать и хранить различные отклики, например:

- метод исследования при ударном воздействии: полученный результат представляет собой график временной амплитудной характеристики импульса, действующего на блок радиоэлектронного устройства в течение определенного промежутка времени;

- метод исследования гармонического вибрационного импульса: полученный результат представляет собой прототип амплитудно-частотной характеристики блока радиоэлектронного устройства в заданном диапазоне частот при воздействии импульсов гармонических колебаний.

На рисунке 2 показаны изменения в конструкции и характеристиках прототипа АЧХ, различные технические состояния блока радиоэлектронной аппаратуры на космическом аппарате.

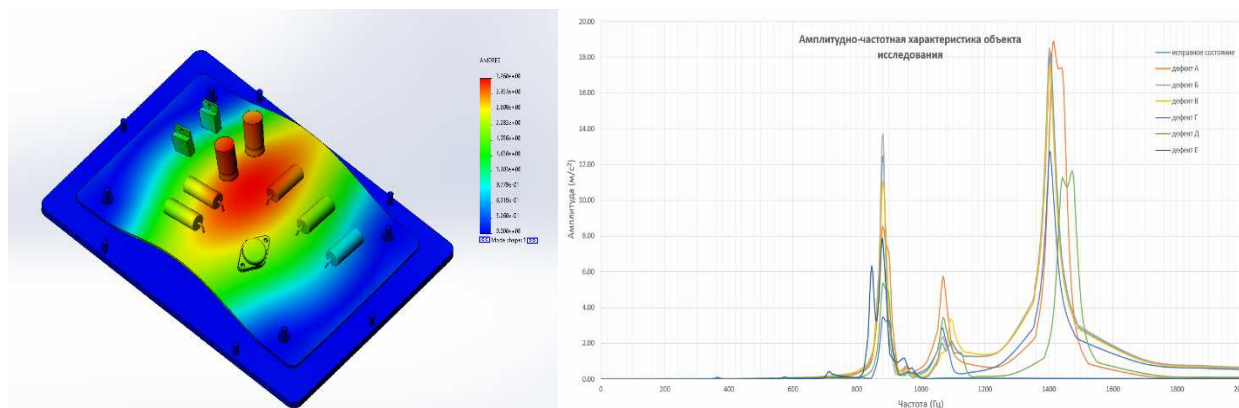


Рис. 2. Изменение структуры и отклик прототипа АЧХ, полученные при исследовании механических воздействий на блоки радиоэлектронного устройства в среде Solidworks Simulation

Таким образом, в соответствии с каждым методом можем получить различные временные либо частотные характеристики исследуемых блоков радиоэлектронного устройства. Полученные результаты являются значимым основанием для обработки информации, создания базы данных, анализ, сравнение и вывод о техническом состоянии блок радиоэлектронных устройств. При этом программное обеспечение Solidworks Simulation отказывается очень полезным средством для математического моделирования в процессе диагностики.

Список литературы

1. Donskoy D.M., Ramezani M. Separation of amplitude and frequency modulations in Vibro-Acoustic Modulation Nondestructive Testing Method // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2018, vol. 34(1), p. 045002.
2. Увайсов Р.И. Метод диагностирования дефектов бортовых радиотехнических устройств: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М.: МИЭМ, 2008. – 157 с.
3. Фам Лэ Куок Хань. Диагностика радиоэлектронных устройств при испытаниях на ударные воздействия: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2021. – 156 с.
4. Luke Malpass. SolidWorks 2009 API Advanced Product Development. – 2009. – 246 p.
5. Кубланов М.С., Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов: учеб. пособие. Ч. I. Изд. 3-е. – М.: МГТУ ГА, 2004. – 108 с.

Сведения об авторах:

Во Тхе Хай – аспирант;

Долматов Алексей Вячеславович – к.т.н., доцент кафедры КПрЭС;

Нгуен Минь Тьонг – к.т.н., доцент кафедры информатики, институт кибербезопасности и цифровых технологий.