

УДК 004.942

## Модели и численный метод в проектировании авиаприборов

Е.Д. Калинов<sup>1</sup>

Ульяновский государственный университет<sup>1</sup>

При проектировании авиационных приборов, таких как частотные датчики давления, целесообразным является применение систем инженерного анализа для расчета рабочих параметров изделия.

Принцип работы рассматриваемого датчика основан на функциональной зависимости частоты резонансных колебаний упругого чувствительного элемента от величины измеряемого давления:  $f=F(P)$ . В качестве чувствительного элемента – резонатора – применяется тонкостенный цилиндр.

Система самовозбуждения поддерживает незатухающие изгибные колебания резонатора, в процессе которых его поперечное сечение принимает форму эллипса, вытянутого попеременно то по одной, то по другой из двух взаимно перпендикулярных осей (рис. 1) [1].

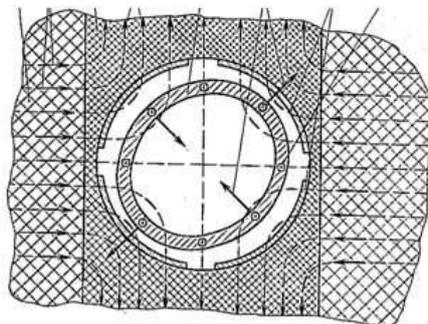


Рис. 1. Деформация резонатора

Применяя пакет программ Ansys, можно рассчитать свободные и вынужденные колебания резонатора датчика в условиях, аналогичных рабочим: находящегося под воздействием теплового поля, внутреннего давления и внешних сил.

Схема построения расчетной модели представлена на рисунке 2:

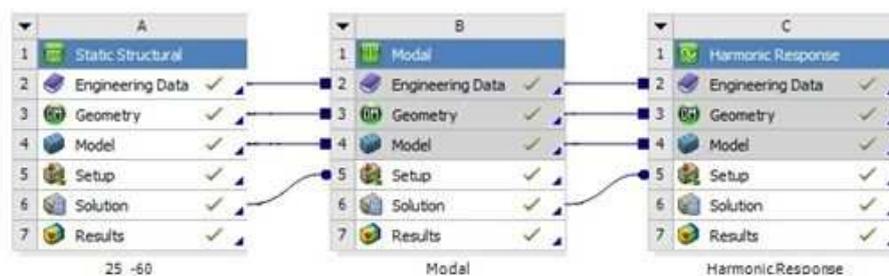


Рис. 2. Схема решения задачи

Геометрическая модель резонатора подготавливается к CAD-системе и импортируется в Ansys. В окне Engineering Data создается материал со свойствами, соответствующими

заявленной температуре.

В модуле Static Structural во вкладке Mesh, предварительно выставив необходимые параметры сетки, выполняется конечно-элементное разбиение модели. Далее задается значение давления (Pressure) на внутренние стенки, величина теплового воздействия (Thermal Condition) на резонатор и его закрепление (Fixed Support) по внешней поверхности цилиндра.

Настройкой связей между модулями Ansys задается передача результатов расчета Static Structural в модуль Modal, в параметрах которого выставляется количество искомых мод.

В модуле Harmonic Response используется метод суперпозиции мод, в основу которого заложено применение ранее полученных собственных векторов (мод) для определения отклика конструкции [4]. В настройках расчета задаются минимальные и максимальные значения частот, количество интервалов предела исследуемых частот, а также параметры амплитуды ускорения.

Обновив проект с помощью Update Project в окне Ansys Workbench выполняем последовательное решение в модулях Static Structural, Modal и Harmonic Response.

В результате расчета выявляется рабочая частота резонатора на форме колебаний, деформация датчика на которой совпадает с его рабочим поведением.

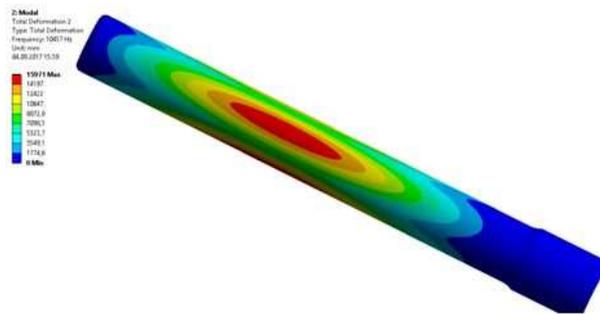


Рис. 3. Деформация резонатора на рабочей частоте

Используя результаты гармонического анализа, строится амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) резонатора.

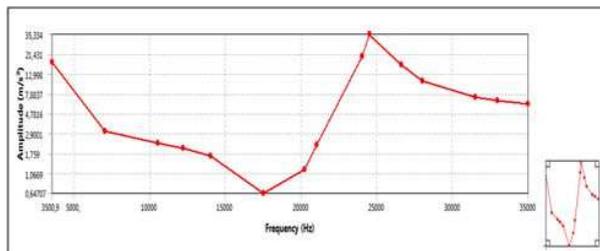


Рис. 4. АЧХ резонатора

Изменив предварительно значения начальных условий и выполнив перерасчет можно выявить рабочие частоты датчика в различных состояниях окружающей среды. Учет допусков на размеры резонатора в геометрических моделях позволяет отследить их влияние на показания датчика.

Для повышения эффективности расчетов статики и динамики датчиков могут быть использованы вариационно-сеточные методы [2, 3], в которых применяются ортогональные финитные функции.

## Литература

1. Аш Ж. Датчики измерительных систем. М.: Мир, 1992. 654 с.
2. Красильников А. Р., Леонтьев В. Л. О вариационно-сеточном методе теории пластин // Математическое моделирование, 2005. Т. 17, № 3. С. 23-34.
3. Леонтьев В. Л. Вариационно-сеточный метод решения задач о собственных колебаниях упругих трехмерных тел, связанный с использованием ортогональных финитных функций // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела, 2002. № 3. С. 117.
4. Леонтьев Н. В. Применение системы ANSYS к решению задач модального и гармонического анализа. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Информационные системы в математике и механике». Нижний Новгород, 2006. 101 с.

MSC 68U20

## Models and numerical method for the design of aircraft sensors

E.D. Kalinov<sup>1</sup>

Ulyanovsk state university<sup>1</sup>