

**ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ РЕЗОНАНСНЫХ МЕТОДОВ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УПРУГИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ**

Студентка гр. 113626 Юрчик Е.Н.,
кандидат техн. наук Д.А. Степаненко
Белорусский национальный технический университет

Одной из важнейших задач, возникающей при создании новых материалов и испытании качества изделий, является определение упругих свойств, которое может производиться с помощью механических методов и ультразвука. Эта задача особенно актуальна для композиционных материалов и для испытания микромеханических систем.

Определение упругих свойств с помощью УЗ осуществляется методом резонансной ультразвуковой спектроскопии, который основан на измерении резонансных частот исследуемого образца. Достоинством данного метода является неразрушающий характер и возможность определения упругих постоянных для образцов сложной геометрической формы. Измерения могут выполняться бесконтактным способом с возбуждением колебаний образца с помощью лазерного излучения, акустической радиационной силы. Помимо резонансных частот для определения упругих постоянных необходимо иметь информацию о форме колебаний. Такая информация может быть получена с помощью метода фотоупругости, лазерной доплеровской виброметрии, фигур Хладни и голографической лазерной интерференции.

Математически расчет упругих постоянных порезонансным частотам представляет собой обратную задачу, которая решается итеративным методом и сводится к последовательности прямых задач. На каждом шаге итерации задается приближение упругих постоянных, по которому рассчитываются резонансные частоты и величина невязки между расчетными и экспериментальными частотами. Последовательность приближений строится таким образом, чтобы минимизировать функцию невязки, для чего могут использоваться стандартные методы оптимизации. Решение последовательности прямых задач может производиться вариационным методом или методом конечных элементов (МКЭ). Достоинствами последнего являются возможность применения стандартного программного обеспечения и расчета собственных частот для тел сложной формы.

В данной работе рассматривается задача об определении упругих постоянных тела в виде диска по двум резонансным частотам. Возникающая последовательность прямых задач решается двумя способами: аналитическим с использованием программы MathCad и с помощью МКЭ с применением программы ANSYS. Для минимизации функции невязки используется метод градиентного спуска. Рассматриваемая задача благодаря своей простоте дает наглядное представление о методах, положенных в основу РЭС, и может быть использована в учебном процессе при изучении таких курсов как «Физические основы измерений» и «Электроакустическое медицинское оборудование».