

Определение упругих коэффициентов ортотропной прямоугольной пластины**Научный руководитель – Малашин Алексей Анатольевич****Кудасов Матвей Джамалханович***Аспирант*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

Механико-математический факультет, Москва, Россия

E-mail: motnick@yandex.ru

Ортотропные материалы имеют различные механические характеристики в различных направлениях, что делает их применение в инженерии обоснованным, особенно в строительстве и аэрокосмической отрасли. Также при конструировании дек музыкальных инструментов используются деревянные пластины-заготовки радиального распила, которые представляют собой ортотропный материал. Исследование упругих свойств таких материалов является важной задачей. Цель данного доклада — представить результаты расчетов по определению упругих коэффициентов ортотропной прямоугольной пластины на основе анализа собственных колебаний. Уравнение колебаний ортотропной пластины имеет вид:

$$D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2D_{xy} \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

В случае с ортотропной прямоугольной пластиной существует единственное граничное условие (простое опирание на ребрах), позволяющее аналитически решить задачу на нахождение собственных частот колебаний. Известна формула для их нахождения:

$$\omega_{m_x, m_y} = \frac{\pi^2}{\sqrt{\mu h}} \sqrt{\frac{m_x^4 D_x}{l_x^4} + \frac{2m_x^2 m_y^2 (D_{yx} + 2D_k)}{l_x^2 l_y^2} + \frac{m_y^4 D_y}{l_y^4}} \quad (2)$$

Однако, для теоретического расчета собственных частот исследователю требуется провести как минимум четыре эксперимента для нахождения упругих констант (два модуля Юнга, коэффициент Пуассона и модуль сдвига). В данной работе предложен обратный подход к задаче. Для определения упругих коэффициентов достаточно двух экспериментов. Первый - на определение первых трех собственных частот, которые будут подставлены в формулу (2), а затем через них выражены коэффициенты жесткости и впоследствии найдены упругие модули. Второй - на нахождение модуля сдвига, т.к. он и, соответствующий ему, коэффициент жесткости независимы от других параметров. Таким образом, данный метод подходит не только для нахождения упругих констант ортотропных материалов, но и для слоистых композитов.

Эксперимент проводился на образце ортотропной прямоугольной пластины, изготовленной из кавказской ели класса АА. Пластина была закреплена внутри металлической рамки, что удовлетворяет нужным граничным условиям. Оборудованием для возбуждения колебаний служат звуковые мониторы с ровной амплитудно-частотной характеристикой. К пластине были присоединены пьезодатчики, сигнал с которых шел в звуковую карту, а затем обрабатывался на компьютере. Обработка полученных данных велась в цифровой звукозаписывающей станции с использованием спектроанализатора. В результате эксперимента были определены частоты собственных колебаний пластины. На основе полученных значений и известных геометрических и физических параметров могут быть рассчитаны упругие коэффициенты.

Источники и литература

- 1) Leissa, Vibration of Plates. Nasa Sp-160. NASA, 1969.
- 2) Hearmon, R. F. S.: The Fundamental Frequency of Vibration of Rectangular Wood and Plywood Plates. // Proc. Phys. Soc. (London), vol. 58, 1946, pp. 78-92.