

ОЦЕНКА ЗНАЧЕНИЙ МОДУЛЯ КРУЧЕНИЯ И МОДУЛЯ СДВИГА ПО ЗАТУХАЮЩИМ КРУТИЛЬНЫМ КОЛЕБАНИЯМ

Студент гр. 10309122 Божко В. В.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бобученко Д. С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Упругие свойства материалов характеризуются модулем растяжения и сжатия (модулем Юнга), модулем сдвига G и коэффициентом Пуассона [1]. В данной работе определялись модули кручения и сдвига с помощью крутильного маятника. Крутильный маятник представляет собой твердое тело I , закрепленное на двух металлических проволоках 2, крайние концы которых жестко связаны с неподвижной установкой (рис. 1). Тело, выведенное из положения равновесия, совершает затухающие колебания с периодом:

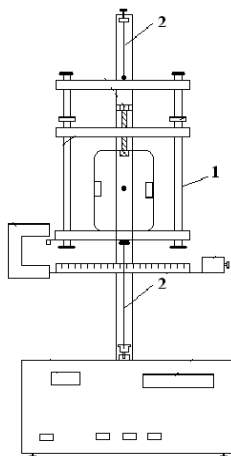


Рис. 1. Крутильный маятник

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{f}{I_0 + I} - \beta^2}},$$

где f – модуль кручения проволоки, I_0 – момент инерции куба, I – момент инерции маятника без закрепленных тел, β – коэффициент затухания. Из этой формулы можно выразить модуль кручения проволоки:

$$f = \left(\frac{4\pi^2}{T^2} + \beta^2\right)(I_0 + I).$$

Сначала рассчитывался момент инерции куба, измерялись периоды колебаний маятника без куба, с кубом, рассчитывались моменты инерции I_0 , I . Затем определялся коэффициент затухания: $\beta = \frac{1}{\tau} \ln \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$, где τ – время, в течение которого амплитуда колебаний убывает от α_1 до α_2 . Измерения показали, что $\frac{4\pi^2}{T^2} \gg \beta^2$ на 5–6 порядков, и период колебаний хорошо описывается формулой для незатухающих колебаний. Модуль кручения проволоки оказался равным: $f = (7,6 \pm 0,7)10^{-3} \frac{\text{кг м}^2}{\text{с}^2 \text{ рад}}$. Между модулем кручения f , модулем сдвига G и линейными размерами цилиндрической проволоки (длиной L , диаметром d) существует определенная связь [1]:

$$f = \frac{\pi G d^4}{32 L}.$$

Поскольку тело маятника закреплено на двух проволоках разной длины и приблизительно одинаковых диаметрах при условии, что проволоки из одинакового материала, связь между f и G будет следующей:

$$f = \frac{\pi G d^4}{32} \left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}\right).$$

Отсюда, расчетная формула для определения модуля сдвига:

$$G = \frac{32 f L_1 L_2}{\pi d^4 (L_1 + L_2)}.$$

При $d = (0,50 \pm 0,05)$ мм, $L_1 = (132 \pm 1)$ мм, $L_2 = (124 \pm 1)$ мм, модуль сдвига $G = (7,9 \pm 4,1) 10^{10}$ Па. Полученные значения соответствуют стали.

Литература

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: в 5 т. / Д. В. Сивухин. – 4-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2005. – Т. 1: Механика. – 560 с.