

Лабораторная работа № 1_09

Определение коэффициента упругости и модуля упругости при деформации растяжения

Цель работы: определение коэффициента упругости и модуля упругости при деформации растяжения.

Оборудование: виртуальная лабораторная работа 1.09 Определение коэффициента упругости и модуля упругости при деформации растяжения

<http://mediadidaktika.ru/mod/page/view.php?id=13>

Краткая теория

В теории упругости под словом «деформация» понимают всякое изменение в относительном расположении частиц твердого тела, возникающее под влиянием внешних сил.

Среди множества различных видов деформации следует отметить простейшие: деформация растяжения (сжатия) и деформация сдвига. Все остальные виды деформации имеют более или менее сложный характер. В случае, если деформации малы, то можно любую деформацию рассматривать как сумму некоторых растяжений и сдвигов.

При любом виде деформации, если она не очень велика по сравнению с размерами самого тела, возникает сила, которая старается вернуть тело в то состояние, в котором оно было до деформации. Эта сила и называется силой упругости. Сила упругости с вызывающей ее деформацией связана:

$$F_{\text{упр}} = -kx,$$

здесь k – коэффициент пропорциональности, называемый жесткостью тела; x – удлинение тела.

Рассмотрим деформацию растяжения. Под действием силы тяжести груза F проволока или стержень длиной L поперечного сечения S растягивается на величину ΔL . Связь между удлинением проволоки ΔL и силой $F = mg$, вызывающей это удлинение, выражается законом Гука

$$\frac{\Delta L}{L} = K \frac{F}{S},$$

где K – коэффициент упругости; $\frac{\Delta L}{L} = \varepsilon_L$ – относительная деформация,

$\frac{F}{S} = \sigma$ – усилие (механическое напряжение). Следовательно,

$$K = \frac{\Delta L}{L} * \frac{S}{F}, \quad (1)$$

Коэффициентом упругости называется физическая величина, численно равная относительному удлинению при действии усилия равного единице.

Тогда модуль упругости (модуль Юнга) равен

$$E = \frac{1}{K} = \frac{L \cdot F}{\Delta L \cdot S}, \quad (2)$$

Следовательно, модуль Юнга численно равен отношению напряжения к относительному удлинению. Другими словами, модуль Юнга численно равен тому напряжению, при котором длина растягиваемого образца удвоилась бы (если бы при таких напряжениях тело оставалось упругим и продолжало следовать закону Гука). В действительности гораздо раньше, чем будет достигнуто такое напряжение, тело испытает пластическую деформацию и разорвется.

Для каждого материала модуль Юнга имеет постоянное значение. Модуль Юнга в СИ измеряют в единицах давления Н/м^2 . При растяжении стержня или проволоки работа внешней силы увеличивает энергию упруго растянутой проволоки.

Описание установки и метода измерения



Рисунок 1.

Для работы используется установка, показанная на рисунке 1, которую необходимо запустить по ссылке с портала

Установка представляет собой натянутую проволоку длиной L , к нижнему концу которой прикрепляется груз массой m . В верхнем правом углу расположен индикатор, указывающий величину деформации растяжения в сотых долях миллиметров. В нижнем правом углу имеется панель «Параметры установки». В ней можно задавать значения диаметра и длины проволоки d и

L , соответственно, массу груза, вызывающего деформацию растяжения, m и удлинение проволоки ΔL .

Порядок выполнения работы

1. Введите нужные параметры d , L (выбрать самим или ввести заданные преподавателем) и запишите их значения перед таблицей 1. Рассчитайте площадь поперечного сечения проволоки S . Впишите в таблицу 1.
2. Меняя значения массы от 0 до 10 кг с шагом 1, запишите в таблицу показания ΔL .
3. Вычислите значения действующей силы F .
4. Для каждого значения нагрузки определите среднюю величину коэффициента K и модуль упругости E .
5. Оцените погрешность полученного значения $E_{\text{ср}}$ косвенных измерений.
6. Используйте полученные результаты для построения графика зависимости абсолютного удлинения от приложенной силы $\Delta L = f(F)$. Сделайте вывод о применимости закона Гука при этих нагрузках.

Начальная длина проволоки $L =$

Диаметр проволоки $d =$

Площадь поперечного сечения проволоки $S =$

Таблица 1.

№	$m, \text{ кг}$	$\Delta L, \text{ м}$	нагрузка на проволоку, $F, \text{ Н}$	напряжение $\sigma, \text{ Н/м}^2$	Относительная деформация, ε_L	$K, \text{ м}^2/\text{Н}$	$E, \text{ Н/м}^2$	$E_{\text{ср}}, \text{ Н/м}^2$
1								
2								
3								

7. По результатам измерений определите материал, из которого изготовлена проволока.

Контрольные вопросы

1. Какой вид деформации имеет место в данной работе? Запишите закон Гука для этого вида деформации.

2. Каков физический смысл модуля Юнга? Запишите формулу, по которой можно рассчитать модуль Юнга.
3. Какие деформации называются упругими? Что называется пределом пропорциональности и пределом прочности? Нарисуйте диаграмму напряжений для какого-нибудь вещества и на нем покажите области, соответствующие пределу пропорциональности, пределу упругости, пределу текучести и пределу прочности.
4. Выведите формулу для расчета энергии упругой деформации.
5. Объясните явление деформации с точки зрения строения молекул.
6. Приведите примеры технического применения явления деформации.