

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЖЕСТКОСТИ ПРУЖИНЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЖЕСТКОСТИ ПРОВОЛОКИ ОТ ЕЕ ТОЛЩИНЫ

Цель работы: определить коэффициент жесткости пружины, а также исследовать зависимость жесткости от толщины проволоки, из которой изготовлена пружина.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, пружинный динамометр, пружина, отличающаяся по толщине проволоки от пружины динамометра, три груза, линейка.

Сила упругости — это сила, возникающая при упругой деформации тела и направленная в сторону, противоположную смещению частиц тела в процессе деформации. Силы, возникающие при пластических деформациях, не относятся к силам упругости.

Деформация — это изменение формы и размеров тела. К деформациям относятся: растяжение, сжатие, кручение, сдвиг, изгиб. Деформации бывают упругими и пластическими.

Закон Гука Абсолютная величина силы упругости прямо пропорциональна величине деформации. В частности, для пружины, сжатой или растянутой на величину x (разница между крайними положениями), сила упругости задается формулой $F=kx$, где k — коэффициент жесткости пружины. Единицы измерения коэффициента жесткости: $k=[Н/м]$. Закон Гука о линейной зависимости силы упругости от величины деформации справедлив лишь при малых деформациях тела.

Эксперименты проводятся сначала с динамометром, а затем с пружиной, укрепленной на штативе.

Ход работы.

1. При помощи динамометра измеряем поочередно веса трех грузов. Линейкой измеряем удлинение x пружины динамометра в каждом случае.
2. Укрепим пружину на штативе. Поставим рядом линейку, запишем значение высоты h_0 , на которой находится нижний конец пружины в недеформированном состоянии.
3. Поочередно подвешиваем грузы и определяем положение нижнего конца пружины (высота h_i) в трех случаях.
4. Используя полученные данные и учитывая, что в нашем случае

$F_i = P$, сделаем расчеты.

5. Таблица 1 – результаты измерений, таблица 2 – результаты вычислений, таблица 3 – результаты вычислений погрешностей, таблица 4 – полученные результаты.

Таблица № 1.

№ опыта	$P, Н$	$x, мм$	$h_0, мм$	$h_i, мм$	$\Delta h_i, мм$
1					
2					
3					

$$\Delta h_i = h_i - h_0, \quad x = \sum h_i / 3$$

Таблица № 2.

Вычисление погрешностей.

№ опыта	$k_1 = \frac{P}{x}, Н/м$	$k_2 = \frac{P}{\Delta h_i}, Н/м$
1		
2		
3		
среднее		

Погрешности измерений: $\Delta P = 0,05 Н$, $\Delta x = 1 мм$, $\Delta(\Delta h_i) = 2 мм$.

$k_1 = \frac{P}{x}$. Абсолютная

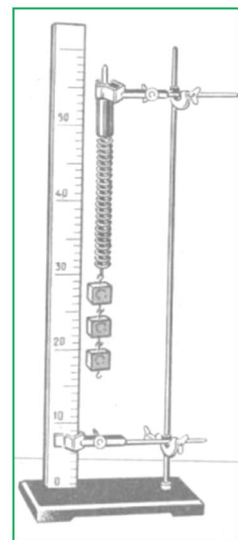
погрешность: $\Delta k_1 = \frac{P}{x} \left(\frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta x}{x} \right)$.

Относительная погрешность $\varepsilon = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta x}{x}$, где $x = \sum h_i / 3$, $\Delta x = \Delta(\Delta h_i)$,

$k_2 = \frac{P}{\Delta h_i}$. Абсолютная погрешность: $\Delta k_2 = \frac{P}{\Delta h_i} \left(\frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta(\Delta h_i)}{\Delta h_i} \right)$. Относительная погрешность $\varepsilon = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta(\Delta h_i)}{\Delta h_i}$, $\Delta h_i = \sum \Delta h_i / 3$.

Таблица № 3.

№ опыта	$\frac{\Delta P}{P}$	$\frac{\Delta x}{x}$	$\frac{\Delta(\Delta h_i)}{\Delta h_i}$	$k_1 = \frac{P}{x}, Н/м$		$k_2 = \frac{P}{h_i}, Н/м$	
				Δk_1	ε	Δk_2	ε
1							
2							
3							



среднее				
---------	--	--	--	--

$k_1 \pm \Delta k_1, \text{ Н/м}$	$k_2 \pm \Delta k_2, \text{ Н/м}$
$\frac{\Delta k_1}{k_1} \cdot 100\%$	$\frac{\Delta k_2}{k_2} \cdot 100\%$

ВЫВОДЫ: Полученные результаты экспериментов доказывают, что жесткость пружины зависит от толщины проволоки.

Пружина динамометра толще. Ее жесткость ($\pm$) Н/м.

Исследуемая проволока тоньше. Ее жесткость ($\pm$) Н/м.

Следовательно, чем толще проволока, тем больше жесткость.

Полученные результаты. Таблица 4.

Сила упругости — это сила, возникающая при упругой деформации тела и направленная в сторону, противоположную смещению частиц тела в процессе деформации. Силы, возникающие при пластических деформациях, не относятся к силам упругости.

Деформация – изменение взаимного положения частиц тела, связанное с их перемещением относительно друг друга. Деформация представляет собой результат изменения межатомных расстояний и перегруппировки блоков атомов. Деформации разделяют на обратимые (упругие) и необратимые (пластические, ползучести). Упругие деформации исчезают после окончания действия приложенных сил, а необратимые — остаются. В основе упругих деформаций лежат обратимые смещения атомов металлов от положения равновесия; в основе пластических — необратимые перемещения атомов на значительные расстояния от исходных положений равновесия.

Закон Гука: «Сила упругости, возникающая при деформации тела, пропорциональна его удлинению и направлена противоположно направлению перемещения частиц тела при деформации». $F_{\text{упр}} = -kx$

Жесткостью называют коэффициент пропорциональности между силой упругости и изменением длины пружины под действием приложенной к ней силы. Обозначают k . Единица измерения Н/м. Согласно третьему закону Ньютона, приложенная к пружине сила по модулю равна возникшей в ней силе упругости. Таким образом жесткость пружины можно выразить как: $k = F_{\text{упр}}/x$

Абсолютной погрешностью приближенного значения называется модуль разности точного и приближенного значений. $\Delta x = |x - x_{\text{ср}}|$

Относительной погрешностью приближенного значения называется отношение абсолютной погрешности к модулю приближенного значения. $\varepsilon = \Delta x/x$

Измерения никогда не могут быть выполнены абсолютно точно. Результат любого измерения приближенный и характеризуется погрешностью – отклонением измеренного значения физической величины от ее истинного значения. К причинам, приводящим к появлению погрешностей, относятся: – ограниченная точность изготовления средств измерения. – изменение внешних условий (изменение температуры, колебание напряжения) – действия экспериментатора (запаздывание с включением секундомера, различное положение глаза...). – приближенный характер законов, используемых для нахождения измеряемых Величин

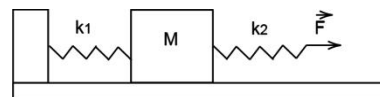
Погрешности, возникающие при измерениях, делятся на систематические и случайные. Систематические погрешности – это погрешности, соответствующие отклонению измеренного значения от истинного значения физической величины всегда в одну сторону (повышения или занижения). При повторных измерениях погрешность остается прежней. Причины возникновения систематических погрешностей: – несоответствие средств измерения эталону; – неправильная установка измерительных приборов (наклон, неуравновешенность); – несовпадение начальных показателей приборов с нулем и игнорирование поправок, которые, в связи с этим возникают; – несоответствие измеряемого объекта с предположением о его свойствах.

Случайные погрешности – это погрешности, которые непредсказуемым образом меняют свое численное значение. Такие погрешности вызываются большим числом неконтролируемых причин, влияющих на процесс измерения (неровности на поверхности объекта, дуновение ветра, скачки напряжения и т.д.). Влияние случайных погрешностей может быть уменьшено при многократном повторении опыта. Погрешности средств измерений. Эти погрешности называют еще инструментальными или приборными. Они обусловлены конструкцией измерительного прибора, точностью его изготовления и градуировки. При построении графика по результатам опыта экспериментальные точки могут не оказаться на прямой, которая соответствует формуле $F_{\text{упр}} = kx$. Это связано с погрешностями измерения. В этом случае график надо проводить так, чтобы примерно одинаковое число точек оказалось по разные стороны от прямой. После построения графика возьмите точку на прямой (в средней части графика), определите по нему соответствующие этой точке значения силы упругости и удлинения и вычислите жесткость k . Она и будет искомым средним значением жесткости пружины $k_{\text{ср}}$.

Задачи:

№ 1 На штативе закреплён школьный динамометр. К нему подвесили груз массой 0,1 кг. Пружина динамометра при этом удлинилась на 2,5 см. Чему будет равно удлинение пружины, если масса груза увеличится втрое? (Ответ дайте в сантиметрах)

№ 2



К системе из кубика массой $M = 3$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила F величиной 20 Н (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жёсткость первой пружины $k_1 = 400$ Н/м. Жёсткость второй пружины $k_2 = 800$ Н/м. Каково удлинение первой пружины? (Ответ дайте в сантиметрах)

№ 3 Определите силу, под действием которой пружина жёсткостью 200 Н/см удлинится на 5 мм.

№ 4 Пружина одним концом прикреплена к неподвижной опоре, к другому концу приложили силу равную 1500 Н, при этом пружина растянулась на 0,2 м. Определите жесткость данной пружины. Ответ дать в Н/м.