



ЦЕЛЬ ОПЫТА
Подтверждение закона Гука для цилиндрических пружин, находящихся под напряжением

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Подтвердить закон Гука и определить коэффициент упругости пяти разных цилиндрических пружин.
- Сравнить измеренные значения коэффициента упругости с рассчитанными теоретическими значениями.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

В любом упругом теле деформация и напряжение пропорциональны друг другу. Это соотношение открыто Робертом Гуком и часто демонстрируется с помощью цилиндрической пружины с подвешенными к ней грузами. Изменение длины пружины пропорционально силе тяжести F подвешенного груза. В этом опыте измерение выполняется на пяти разных цилиндрических пружинах. Благодаря подходящему выбору диаметра проволоки и диаметру витка значения коэффициента упругости всех пружин находятся в одном порядке величин. В каждом случае действие закона Гука будет демонстрироваться для сил, превосходящих первичное напряжение.

ТРЕБУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Количество	Наименование	№ по каталогу
1	Набор цилиндрических пружин для демонстрации закона Гука	U40816
1	Набор гирь с радиальным вырезом, масса 20–100 г	U30030
1	Вертикальная линейка длиной 1 м	U8401560
1	Набор передвижных маркеров для линейки	U8401570
1	Тяжелая круглая опора, 1000 г	U13265
1	Стойка из нержавеющей стали, 1000 мм	U15004
1	Стойка-треножник, 150 мм	U13270
1	Зажим с крючком	U13252
Дополнительно рекомендуется иметь:		
1	Штангенциркуль, 150 мм	U10071
1	Внешний микрометр	U10070

Технические сведения об оборудовании изложены на сайте 3bscientific.com

1

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

В любом упругом теле деформация и напряжение пропорциональны друг другу. Эта зависимость открыта Робертом Гуком и представляет собой хорошее описание того, как ведет себя большое количество материалов при достаточно малой деформации. Этот закон часто демонстрируется с помощью цилиндрической пружины с подвешенными к ней грузами. Изменение длины пружины пропорционально силе тяжести F подвешенного груза.

Для повышения точности сначала следует определить первичное напряжение, которое может показываться пружиной, как результат процесса ее изготовления. Следует компенсировать первичное напряжение добавлением груза, который создаст силу F_1 , которая вызовет удлинение пружины сверх ее естественной длины без приложения груза s_0 до длины s_1 . Для грузов, создающих силу более F_1 , закон Гука применяется в следующем виде:

$$(1) \quad F - F_1 = k \cdot (s - s_1),$$

Это действительно для случаев, когда длина пружины s не превышает определенную критическую длину.

Коэффициент упругости k пружины зависит от ее материала и геометрических размеров. Для цилиндрической пружины с n витками и постоянным диаметром D справедливо следующее:

$$(2) \quad k = G \cdot \frac{d^4}{D^3} \cdot \frac{1}{8 \cdot n}.$$

d : диаметр проволоки витков пружины

Модуль сдвига G стальной проволоки, образующей витки пружины, составляет 81,5 ГПа.

В этом опыте измерение выполняется на пяти разных цилиндрических пружинах. Благодаря подходящему выбору диаметра проволоки и диаметру витка значения коэффициента упругости всех пружин находятся в одном порядке величин. В каждом случае действительность закона Гука будет демонстрироваться для сил, превосходящих первичное напряжение.

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Силу тяжести F можно определить с достаточной точностью на основании массы m груза, как описано ниже:

$$F = m \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

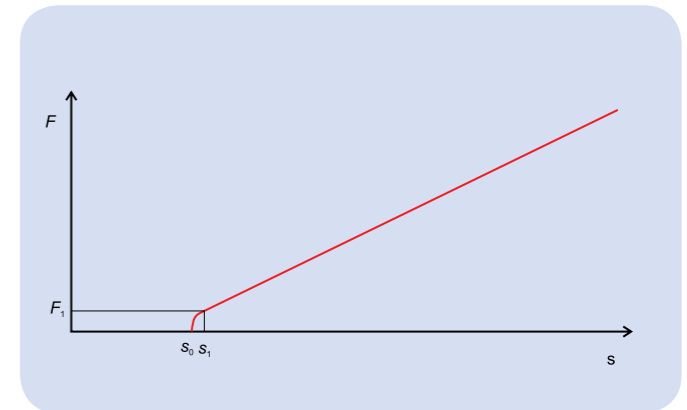


Рис. 1. Схематическое изображение характеристической кривой цилиндрической пружины длиной s с определенным первичным напряжением

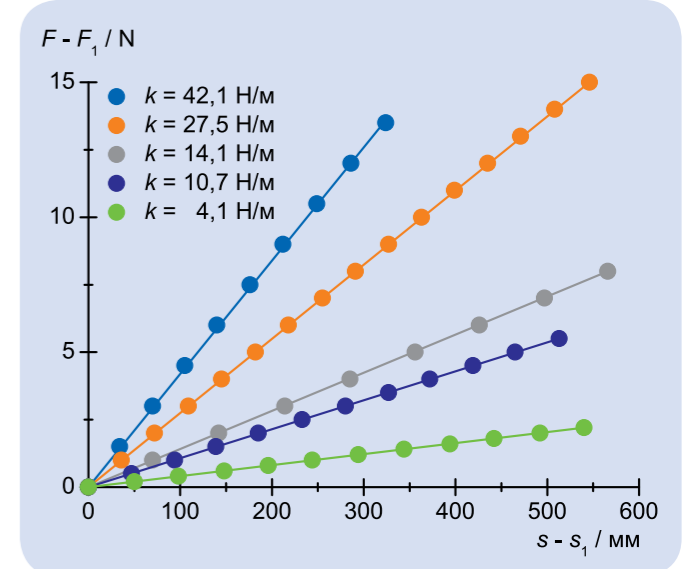


Рис. 2. Нагрузка как функция изменения длины