



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Брянский государственный технический университет

Кафедра «Общей физики»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № _____

(название лабораторной работы)

Выполнил студент группы _____

(Ф.И.О)

Отметка о допуске: _____

Отметка о защите: _____

Брянск 20 ____

Лабораторная работа №4

Определение модуля упругости стали.

Цель работы:

1. изучения поведения образца под нагрузкой и описание этого поведения с помощью кривой σ - ε .
2. определение модуля упругости стали по закону Гука.
3. ознакомление с методом измерения малых удлинений.

Теоретическое введение.

Под действием сил происходит деформация тел, т.е. изменение их размеров и формы. Вид деформации (упругая или пластическая) зависит от величины действующей силы, времени воздействия и температуры.

Поведение образца под нагрузкой описывается кривой σ - ε ., где σ -напряжение, равное $\frac{F_n}{S}$, (F_n – нормальная сила, S – площадь сечения), ε -относительное удлинение равное $\frac{l-l_0}{l_0}$.

На рис.1 видно, что на начальных стадиях деформации зависимость между удлинением ε и напряжением σ - линейная, т.е. $\varepsilon=\alpha\sigma$, (1.1.) где α – коэффициент упругости.

Соотношение (1.1) носит название закона Гука.

Линейная зависимость сохраняется до предела пропорциональности $\sigma_{пр}$.

Выше предела пропорциональности наблюдается отступление от линейности, хотя деформации еще упругие: т.е. после снятия нагрузки тела восстанавливаются. Напряжение, до которого деформации остаются упругими, называется пределом упругости σ_e . За пределом упругости поведение образца меняется: после снятия нагрузки наблюдается остаточное удлинение $\varepsilon_{ост}$. Такие деформации называют пластическими. При некотором напряжении σ_t (характерном для каждого материала) наблюдается удлинение образца без увеличения напряжения (говорят образец « течет»). Этот участок носит название площадки текучести , σ_t –напряжение текучести. Для продолжения деформирования приходится увеличивать прикладываемые напряжения, на кривой наблюдается подъем. Этот участок кривой соответствует деформационному упрочнению образца. При напряжении, равном σ_b , происходит разрушение образца. Это напряжение носит название предела прочности.

Описание метода и установки.

При определении модуля упругости твердых тел приходится измерять очень малые удлинения этих тел при растяжении. Для этой цели используется установка (рис.2), в состав которой входит оптическая труба. (рис.3).

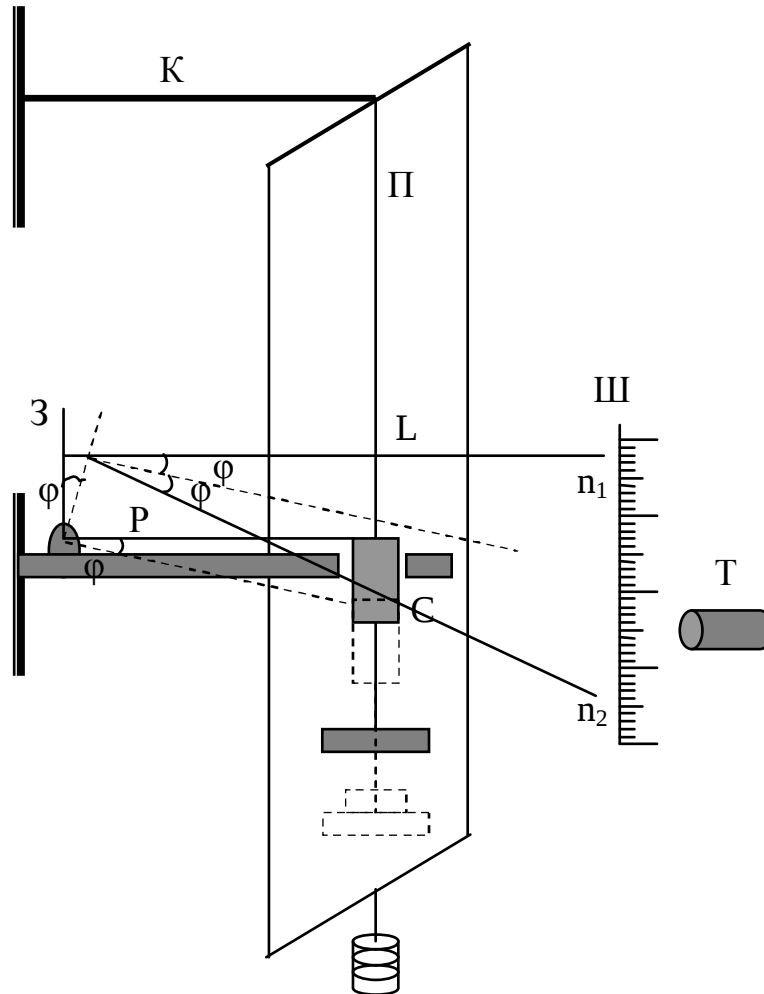
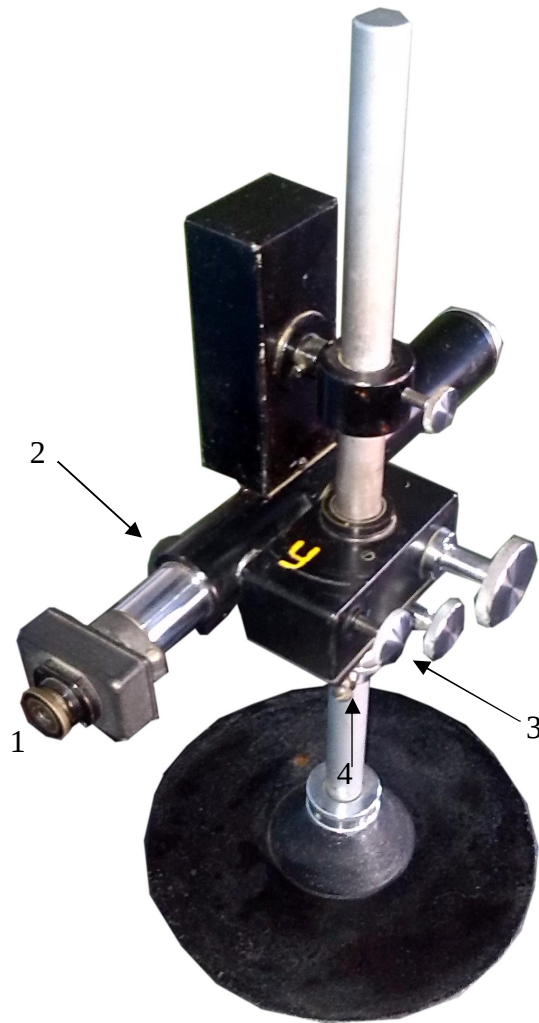


Рис.2

Исследуемым телом является стальная проволока П, верхний конец которой закрепляется в неподвижном кронштейне К, нижний конец проволоки имеет цилиндрическую оправу С, соединенную с концом горизонтального рычага Р, который предохраняет проволоку от качания. Зеркало З, труба Т и шкала Ш служат для измерения удлинения проволоки Δl .

Для устранения влияния кронштейна К на показания прибора все грузы, которыми пользуются в опытах, подвешены к кронштейну, поэтому его изгиб сохраняется постоянным и систематическая ошибка исключается. Рычаг зеркала жестко связан с ним и имеет длину $г$. Расстояние от зеркала до измерительной шкалы L .



1. наводка на резкое изображение перекрестия
2. наводка на резкое изображение объекта
3. наводка в вертикальной плоскости
4. наводка в горизонтальной плоскости.

Рис.3

Пусть в начальный момент с нитью трубы совпадает деление шкалы n_1 . При удлинении проволоки на Δl рычаг r вместе с зеркалом повернется на угол φ . На эту же величину изменяются углы падения и отражения лучей от зеркала, а общий угол между падающим и отраженным лучами изменится на 2φ . Из рисунка следует, что $\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{n_2 - n_1}{L}$, где n_2 - деление шкалы, совпадающее с нитью трубы после поворота зеркала. Обычно угол φ очень мал, поэтому можно считать $\operatorname{tg} 2\varphi \approx 2\varphi$. Следовательно, $\varphi = \frac{n_2 - n_1}{2L}$. Зная угол поворота зеркала и длину рычага r , можно найти абсолютное удлинение проволоки: $\Delta l = r \cdot \varphi = r \frac{n_2 - n_1}{2L}$.

Коэффициент упругости α в законе Гука и модуль упругости ϵ связаны между собой как величины взаимнообратные, т.е.

$$E = \frac{1}{\alpha} \quad (2.2)$$

Используя соотношение (2.2) закон Гука можно записать

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F_n}{S} \quad (2.3)$$

откуда

$$E = \frac{\frac{F_n}{S}}{\frac{\Delta l}{l}} = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.4)$$

Модуль упругости характеризует упругие свойства материала. Из соотношения (2.4) следует, что модуль упругости E равен такому приложенному напряжению, при котором относительное удлинение стержня было бы равно единице. металлические материалы не выдерживают таких напряжений, они разрушаются раньше, чем будут растянуты вдвое.

Техника безопасности.

1. При выполнении лабораторной работы необходимо соблюдать общие правила безопасности при работе на электроустановках.
2. Во избежании нанесения травмы осторожно обращаться с грузами при снятии и навешивании.

Порядок выполнения работы.

1. С разрешения преподавателя включить лампочку освещения шкалы Ш, чтобы в зеркале З были видны верхние деления шкалы. Устанавливают трубу Т таким образом, чтобы с нитью трубы совпадало некоторое деление n_1 и записывают его в таблицу 1.
2. Последовательно нагружая проволоку грузами один за другим, производят отсчеты делений шкалы n_2 , наблюдаемых в трубу. Определяют разность отсчетов $(n_2 - n_1)$, соответствующую нагрузке на проволоку.
3. Вычисляют соответствующее абсолютное удлинение Δl по формуле (2.1) и относительное $\frac{\Delta l}{l_0}$. Длина проволоки l_0 и рычага $г$ указаны на установке.
4. Микрометром измеряют в нескольких местах толщину проволоки, находят среднее значение d и заносят в таблицу 1.
5. Вычисляют нормальные напряжения σ_n , прикладываемые к проволоке.
6. Результаты вычислений ε и σ заносят в таблицу 1.

Таблица 1.

n_1 , мм	n_2 , мм	$n_2 - n_1$, мм	Δl	$\frac{\Delta l}{l_0}$	d , мм	σ_n

7. В координатной сетке ε - σ откладывают полученные точки.
8. Для нахождения модуля упругости используем метод парных точек.

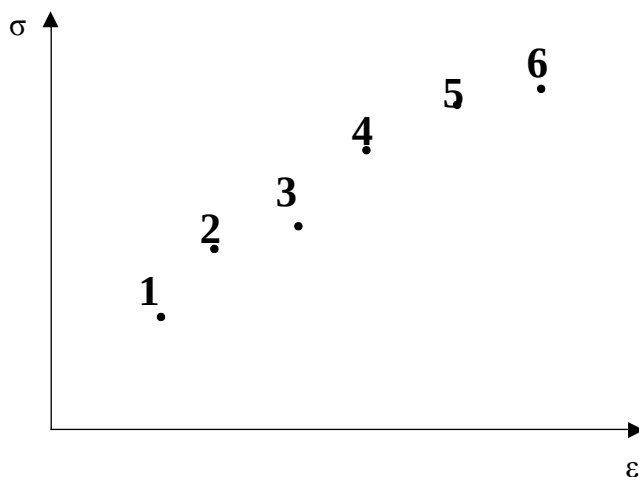


рис.4

Нетрудно увидеть, что модуль упругости будет равен тангенсу угла наклона прямой, т.е. $\operatorname{tg} \beta = E$. Требуется найти наилучшее значение тангенса угла наклона и его ошибку. Прономеруем точки по порядку от 1 до 6 (рис. 4). Возьмем точки 1 и 4, ими определяется некоторая прямая и, следовательно угол ее наклона, рассмотрим точно также другие пары точек (2 и 5, 3 и 6), получим в итоге три значения тангенса угла наклона. В качестве наилучшего значения $\operatorname{tg} \beta$ выберем среднее арифметическое ($\operatorname{tg} \beta_{cp}$).

9. Провести на графике прямую, соответствующую закону Гука.
10. Науги среднеквадратичную ошибку по формуле

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{\sum (\operatorname{tg} \beta_i - \operatorname{tg} \beta_{cp})^2}{n(n-1)}}, \text{ где } n = 3$$

Контрольные вопросы.

1. Кривая σ - ε .
2. Закон Гука, пределы применения.
3. Описать метод определения малых удлинений.
4. Сущность метода парных точек.

Список рекомендуемой литературы.

1. Трофимова Г.И. Курс физики. М.: Высш. шк., 1990. §21.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. Молекулярная физика. Учеб. пособие для студентов вузов. М.: Высш. шк., 1973, §45.