

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ ЮНГА ИЗ ДЕФОРМАЦИИ ИЗГИБА СТЕРЖНЯ

**Цель работы:** определение модуля Юнга из деформации изгиба стержня.

**Принадлежности и оборудование:** Установка для определения модуля упругости растяжения с набором стержней. Индикатор штангенциркуль, масштабная линейка.

### Краткая теория

Под действием внешних сил твердые тела изменяют свою форму: удлиняются, сжимаются, изгибаются, сдвигаются, скручиваются, другими словами; деформируются. Различают следующие виды деформации – растяжение (сжатие), сдвиг, кручение, изгиб. Основными являются деформации растяжения (сжатия) и сдвига, остальные виды деформации могут быть сведены к растяжению (сжатию) или сдвигу.

Рассмотрим деформацию изгиба.

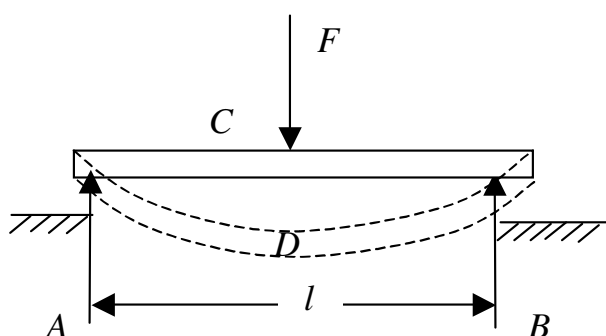


Рис. 1

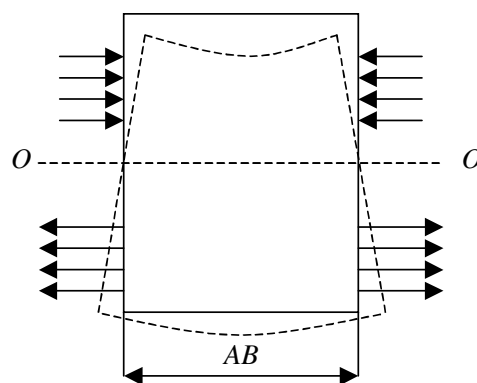


Рис. 2

Если упругий стержень положить на опоры (рис.1) и подействовать в середине стержня силой  $\vec{F}$ , то стержень прогнется. Если мысленно вырезать небольшой участок стержня и сравнить его форму до изгиба и после изгиба (рис.2), то можно заметить, что слои участка, лежащие выше оси  $O-O$ , будут сжаты, а слои, расположенные ниже  $O-O$ , растянуты. Слой, лежащий на оси  $O-O$ , не будет ни растянут, ни сжат, он только изогнется.

Перемещение  $CD = f$ , которое получает середина стержня под действием приложенной силы  $\vec{F}$ , принято называть прогибом, а точнее стрелой прогиба.

Опыты показывают, что стрела прогиба  $f$  зависит от приложенной силы  $\vec{F}$ , расстояния между опорами,  $AB = l$ , формы и размера стержня и от модуля упругости  $E$ , растяжения. Для стержня прямоугольной формы (в поперечном сечении) (рис.3) стрела прогиба

$$\text{равна } f = \frac{Fl^3}{4ab^3E},$$

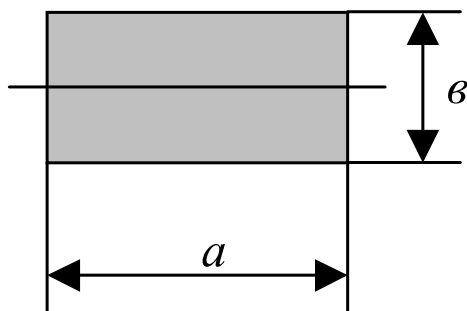


Рис. 3

опорами « $l$ » можно менять.

Для измерения стрелы прогиба служит индикатор (перед началом измерений необходимо ознакомиться с принципом действия индикатора и определить цену деления шкалы).

В качестве нагрузки (силы  $F$ ) служат гири.

**Задание:**

1. Проведите измерения ширины и толщины стержня штангенциркулем.

2. Установите опоры на определенном расстоянии  $l$  друг от друга и измерьте его.

3. Постепенно нагружая столик  $G_T$  гирями, определите для каждой нагрузки стрелу прогиба  $f$ .

Данные измерений занесите в таблицу.

Таблица

№ п/п	$a$ , м	$b$ , м	$l$ , м	$m$ , кг	$F$ , Н	$f$ , м	$E$ , Н/м <sup>2</sup>	$E_{\text{ср}}$ , Н/м <sup>2</sup>
1.								
2.								
3.								

откуда модуль  $E$  растяжения определится как:

$$E = \frac{Fl^3}{4ab^3f}$$

**Краткое описание установки**

В данной установке стержни, изготовленные из различного материала, устанавливаются на опоры, находящиеся на одном монорельсе. Расстояние между

Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерений. Результаты эксперимента сравните с табличным значением. Аналогичные измерения проведите для стержней из других материалов.

### **Контрольные вопросы**

1. Расскажите о явлении деформации. Приведите примеры.
2. Какие виды деформации вы знаете? Чем они отличаются друг от друга?
3. Что называется абсолютной величиной деформации и относительной деформацией для различных видов деформаций?
4. Что называется коэффициентом Пуассона? Его физический смысл?
5. Сформулируйте закон Гука. Связь между какими физическими величинами он дает? Физический смысл коэффициента упругости и модуля упругости?
6. 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.
7. Что называется стрелой прогиба? Почему важно знать эту характеристику материала помимо модуля Юнга?
8. Выведите формулу для расчета потенциальной энергии упругодеформированных тел.
9. Нарисуйте петлю упругого гистерезиса и объясните его.
10. Объясните явление деформации с точки зрения строения молекул.
11. Приведите примеры технического применения явления деформации.
12. Методика измерения. Анализ результатов.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Александров А.В., Яшкин А.Я.* Курс общей физики. Механика. – М.: Просвещение, 1978. – с.67-82.
2. *Архангельский М.М.* Курс физики. Механика. – М.: Просвещение, 1975. – Гл. XI, §1-§5.
3. *Савельев И.В.* Курс общей физики. – Т.1. – М.: Наука, 1973. – §6.
4. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики. – Т.1. – М.: Наука, 1974. §73-81.
5. *Стрелков С.П.* Механика. – М.: Наука, 1975. §81-91.