

Работа 1.19

Изучение деформации изгиба

Оборудование: прибор для изучения деформации изгиба, набор стержней прямоугольного сечения, штангенциркуль, линейка, грузы.

Введение

Тело может испытывать разные виды деформаций в зависимости от условий, в которых оно находится, величины и направления силы, точки ее приложения. Если к стержню приложить силу F , как показано на рис. 1.55, то он прогнется.

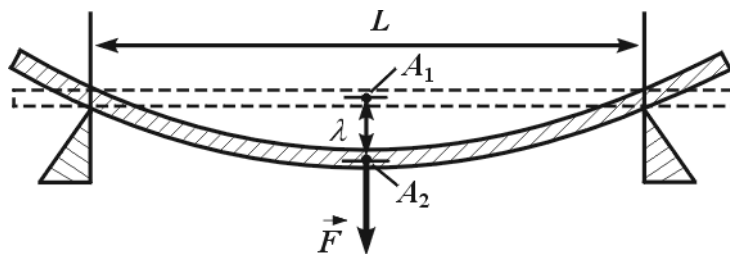


Рис. 1.55

Деформацию стержня при действии силы, направленной перпендикулярно его оси, называют *деформацией поперечного изгиба*. Расстояние λ между точками A_1 и A_2 называют *стрелой прогиба*. При деформации изгиба с выпуклой стороны стержень растягивается, а

с вогнутой — сжимается. Средний (нейтральный) слой не деформируется, поэтому, согласно закону Гука, в нем не возникают силы упругости и он не вносит вклада в сопротивляемость деформации. Это свойство деформации изгиба имеет большое практическое значение, поскольку позволяет значительно облегчить балки, удалив часть материала из середины. При этом они не утрачивают своей прочности.

Описание метода и установки. Цель работы — проверка закона Гука для деформации изгиба и определение модуля Юнга.

Стрела прогиба λ стержня прямоугольного сечения, который лежит на двух опорах, прямо пропорциональна силе F , приложенной к его середине, и кубу расстояния L и обратно пропорциональна ширине a и кубу толщины b :

$$\lambda = \frac{FL^3}{4Eab^3}. \quad (1)$$

Проверка прямо пропорциональных зависимостей сводится к доказательству постоянства для данного стержня соотношений:

$$\frac{F}{\lambda} = \frac{4Eab^3}{L^3} = \text{const} \quad \text{и} \quad \frac{L^3}{\lambda} = \frac{4Eab^3}{F} = \text{const},$$

а обратно пропорциональных зависимостей — к доказательству постоянства произведений $\lambda a = \text{const}$ и $\lambda b^3 = \text{const}$.

Модуль Юнга материала находится по формуле:

$$E = \frac{FL^3}{4\lambda ab^3}. \quad (2)$$

Исследуемый стержень 3 с подвесом 4 для размещения грузов размещается на опорах 1 — 2 (рис. 1.56). На стойке 5 укреплен микрометрический индикатор 6 для измерения стрелы прогиба.

Порядок выполнения работы

1. Измерьте ширину a , толщину b стержня и расстояние L между опорами.
2. Закрепите подвес 4 на стержне и поместите его на опоры.
3. Перемещением вдоль стойки 5 приведите микрометрический индикатор 6 в соприкосновение со стержнем. Поворотом ободка индикатора установите нулевое показание.
4. Нагружая подвес грузами массой m_i , измерьте с помощью индикатора стрелу прогиба λ_i для разных сил $F_i = m_i g$.
5. Прodelайте то же, снимая поочередно грузы с подвеса.
6. Вычислите отношения F_i / λ_i .
7. Данные измерений запишите в таблицу:

№ п/п	m , кг	F , Н	λ , мм	F/λ
-------	----------	---------	----------------	-------------

8. Постройте график зависимости $\lambda (F)$.

9. По формуле (2) рассчитайте модуль Юнга материала исследуемого стержня, взяв среднее арифметическое отношений F_i / λ_i .

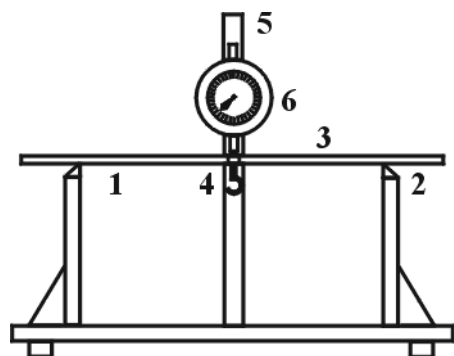


Рис. 1.56

10. Оцените предельную погрешность определения модуля Юнга.

11. Исследуйте зависимость стрелы прогиба от ширины стержня. Для этого возьмите два стержня одинаковой толщины ($b_1 = b_2$), но разной ширины ($a_1 \neq a_2$) и, измеряя стрелы прогибов λ_1 и λ_2 при одинаковой нагрузке, проверьте соотношение: $\lambda_1 a_1 = \lambda_2 a_2 = \text{const}$.

12. Для проверки зависимости стрелы прогиба от толщины стержня необходимо выбрать два стержня одинаковой ширины ($a_1 = a_2$), но разной толщины ($b_1 \neq b_2$) и, измерив стрелы прогиба λ_1 и λ_2 при одинаковой нагрузке, проверить соотношение $\lambda_1 b_1^3 = \lambda_2 b_2^3 = \text{const}$.

13. Оцените предельную погрешность произведений $\Delta(\lambda a)$ и $\Delta(\lambda b^3)$.

14. Результаты запишите в таблицу:

№ п/п	m , кг	a , мм	b , мм	λ , мм	$\overline{\lambda a} \pm \Delta(\lambda a)$	$\overline{\lambda b^3} \pm \Delta(\lambda b^3)$
-------	----------	----------	----------	----------------	--	--



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем отличаются силы, возникающие внутри тела, при упругих и пластич-
ных деформациях?
2. В чем особенность деформации изгиба? Как смещаются частицы тела при
изгибе?
3. Что называют стрелой прогиба? От чего она зависит?
4. Какой вид имеет закон Гука для деформации изгиба?
5. Как на практике используются свойства деформации изгиба?
6. Во сколько раз изменится стрела прогиба пластинки толщиной 1 мм и ши-
риной 10 мм, если ее перевернуть с одной грани на другую? (Действующая сила
неизменна).
7. Объясните график зависимости напряжения от величины относительной
деформации.