



Механика

Лекция 20

"...количество энергии, протекающее через бесконечно малый плоский элемент в бесконечно малое время, равно отрицательной работе сил упругости, действующих на этот элемент".

Н.А.Умов

«Уравнения движения энергии в телах» (1874)

Лекция 20

План

Глава 8. Волны

П.8.1. Распространение импульса в среде. Волновое уравнение

П.8.1.5. Волны смещений, скоростей, деформаций, напряжений.

П.8.2. Плотность и поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.

П.8.3. Отражение волн, моды колебаний.

П.8.3.1. Явления на границе раздела двух сред. Граничные условия.

П.8.3.2. Стоячие волны, моды колебаний.

П.8.4. Элементы акустики.

П.8.4.1. Звук и его характеристики.

П.8.1.5. Волны смещений, скоростей, деформаций, напряжений.

$$u = u_0 \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$$

$$v_u = \frac{\partial u}{\partial t} = -u_0 \omega \sin(\omega t - kx + \varphi_0)$$

$$\varepsilon = \frac{\partial u}{\partial x} = u_0 k \sin(\omega t - kx + \varphi_0)$$

$$\sigma = E\varepsilon = Eu_0 k \sin(\omega t - kx + \varphi_0)$$

Лекция 20

План

Глава 8. Волны

П.8.1. Распространение импульса в среде. Волновое уравнение

П.8.1.5. Волны смещений, скоростей, деформаций, напряжений.

П.8.2. Плотность и поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.

П.8.3. Отражение волн, моды колебаний.

П.8.3.1. Явления на границе раздела двух сред. Граничные условия.

П.8.3.2. Стоячие волны, моды колебаний.

П.8.4. Элементы акустики.

П.8.4.1. Звук и его характеристики.

П.8.2. Плотность и поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.

Плотность энергии

$$W = W_{кин} + W_{пот} = \frac{1}{2} \rho_0 v_y^2 + \frac{1}{2} E \varepsilon^2$$

$$v_y = \frac{\partial u}{\partial t} = -u_0 \omega \sin(\omega t - kx)$$

$$\varepsilon = \frac{\partial u}{\partial x} = u_0 k \sin(\omega t - kx)$$

П.8.2. Плотность и поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.

$$S = -\rho v^2 \frac{\partial u}{\partial t} \cdot \frac{\partial u}{\partial x} \quad - \text{плотность потока энергии}$$

$$\vec{S} = w \vec{v} \quad - \text{вектор Умова (1874 г.)}$$

$$I = \langle w \rangle v = \frac{1}{2} v \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot u_0^2 \quad - \text{интенсивность волны}$$

Лекция 20

План

Глава 8. Волны

П.8.1. Распространение импульса в среде. Волновое уравнение

П.8.1.5. Волны смещений, скоростей, деформаций, напряжений.

П.8.2. Плотность и поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.

П.8.3. Отражение волн, моды колебаний.

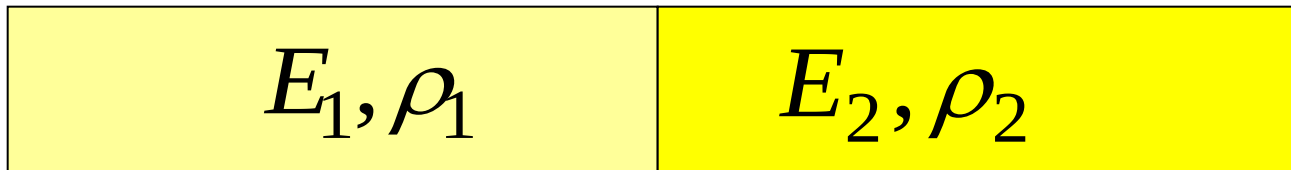
П.8.3.1. Явления на границе раздела двух сред. Граничные условия.

П.8.3.2. Стоячие волны, моды колебаний.

П.8.4. Элементы акустики.

П.8.4.1. Звук и его характеристики.

П.8.3.1. Явления на границе раздела двух сред. Граничные условия.



- 1) **Смещения** слева и справа от границы раздела одинаковы
- 2) **Напряжения** слева и справа от границы раздела одинаковы

Лекция 20

План

Глава 8. Волны

П.8.1. Распространение импульса в среде. Волновое уравнение

П.8.1.5. Волны смещений, скоростей, деформаций, напряжений.

П.8.2. Плотность и поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.

П.8.3. Отражение волн, моды колебаний.

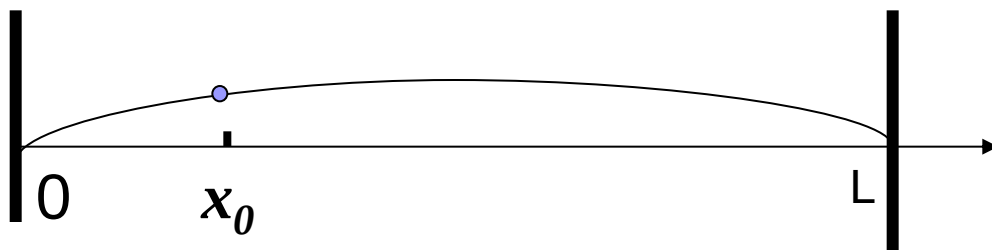
П.8.3.1. Явления на границе раздела двух сред. Граничные условия.

П.8.3.2. Стоячие волны, моды колебаний.

П.8.4. Элементы акустики.

П.8.4.1. Звук и его характеристики.

П.8.3.2. Стоячие волны, моды колебаний.



$$u(x_0, t) = u_{00} \cos(\omega t)$$

$$u(0, t) = 0,$$

$$u(L, t) = 0,$$

П.8.3.2. Стоячие волны, моды колебаний.


$$L = n \frac{\lambda_n}{2}$$

$$u(0, t) = 0, \quad u(L, t) = 0,$$


$$L = n \frac{\lambda_n}{2} + \frac{\lambda_n}{4}$$

$$u(0, t) = 0, \quad \frac{\partial u(L, t)}{\partial x} = 0,$$