

Лекция 7. Механические волны.

Волна - это процесс распространения возмущений не-
которой физ. величины в пр-ве с течением времени.

Если возмущения описываются как мех. движение
среды, то волна наз. механической. (Возмущение - отклонение

Если эти отклонения направлены перпендику-
лярно движению волны, то волна наз. поперечной, если на-
правлены - продольной.

Монохроматическая волна - это бесконечная волна, при
которой состояние среды описывается с помощью гармониче-
ской функции постоянной частоты, явл. идеализацией вол-
нового процесса

$$K = \frac{\omega}{v} - \text{волновое число}$$

Поскольку ω - циклическая частота по времени, то временной пери-

$$\text{од } T = \frac{2\pi}{\omega}$$

K - циклическая частота колебания по x -ти λ , поэтому простран-
ственный период $\lambda = \frac{2\pi}{K}$ наз. длиной волны.

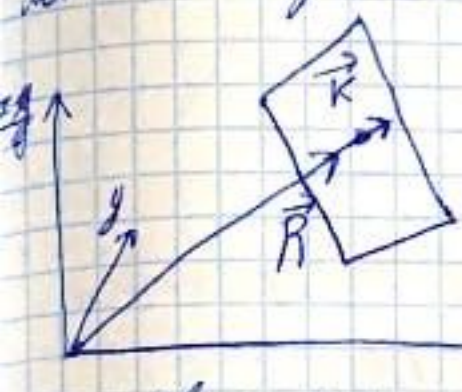
$$\lambda = vT$$

т.е. λ - рас-ие, пройденное волной за время, равное периоду
колебаний

Волновое уравнение для одномерного случая:

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2}$$

Уравнение плоской волны, распространяющейся в произвольном направлении.



Волновое уравнение для движения волны в 3-мерном пространстве в общем случае имеет вид:

$$\underbrace{\frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial z^2}}_{\Delta \varepsilon} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial t^2}$$

$$\Delta \varepsilon = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial t^2}$$

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad - \text{оператор Лапласа}$$

Сферическая волна описывается функцией

$$\varepsilon = \frac{A_0}{R} \cdot \cos(\omega t + (\vec{k}, \vec{R}) + \alpha) + \frac{A_0}{R} \cdot \cos(\omega t - (\vec{k}, \vec{R}) + \beta)$$

Амплитуда сферической волны обратно ~ расстоянию от центра волны.

- Величины скорости точек $\frac{d\varepsilon}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + kx + \alpha)$ и деформации среды $\frac{d\varepsilon}{dx} = k A \sin(\omega t - kx + \alpha)$ колеблются синфазно друг другу
- закон изменения плотности потока энергии описывается волновым уравнением и представляет собой волну плотности энергии. Скорость этой волны $V_{\text{эн}} = \frac{2\omega}{2k} = v$ в данном случае совпадает с фазовой скоростью волны. (в общем случае это не так)

Вектор Умова

Вектор Умова - вектор плотности потока энергии

$$\vec{j} = W \cdot \vec{v}$$

$$\text{тогда } \frac{dW}{dt} = j \cdot S \cdot \cos \alpha$$

Мощность переноса энергии через площадь определяется потоком вектора Умова через эту площадь $\frac{dW}{dt} = (\vec{j}, \vec{S})$

Интенсивность волны - это средняя по времени энергия переносимая волной через площадь в направлении перпендикулярной этой площади

$$I = \frac{\rho \omega^2 A^2}{2} \cdot S = \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot \frac{A_0^2}{R^2} 4\pi R^2 = 2\pi \rho \cdot \omega^2 \cdot A_0^2$$

Для сферической волны $I = \text{const}$

Если интенсивность волны при её распространении уменьшается, то среда пассивная, диссипативная.

Если увеличивается, то активная.

Интерференция волн - взаимное усиление или ослабление волн при их наложении друг на друга, что приводит к перераспределению энергии колебаний, устойчивому во времени.

Стоячая волна образуется при наложении 2-х волн одинаковой частоты, бегущих в противоположных направлениях.

$$E = A \cos(\omega t + kx + \phi_1) + A \cos(\omega t - kx + \phi_2)$$

Плотность энергии также явл. стоячей волной, т.е. энергия стоячей волной не переносится.