
Механические колебания и волны

5.1 Гармонические колебания

Определение

Гармонические колебания — это колебания, при которых физическая величина изменяется по закону синуса или косинуса. Уравнение гармонических колебаний имеет вид:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi_0),$$

где:

- $x(t)$ — значение колеблющейся величины в момент времени t ;
- A — амплитуда колебаний;
- ω — циклическая частота;
- ϕ_0 — начальная фаза.

Формула

Скорость и ускорение при гармонических колебаниях:

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \phi_0),$$

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \cos(\omega t + \phi_0).$$

5.2 Амплитуда и фаза колебаний

Определение

Амплитуда A — это максимальное отклонение колеблющейся величины от положения равновесия.

Фаза $\phi(t) = \omega t + \phi_0$ определяет состояние колебательной системы в данный момент времени.

5.3 Период колебаний

Определение

Период T — это время, за которое система совершает одно полное колебание. Связь с циклической частотой:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}.$$

5.4 Частота колебаний

Определение

Частота ν — это количество полных колебаний, совершаемых за единицу времени. Связь с периодом:

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

Циклическая частота ω связана с частотой ν соотношением:

$$\omega = 2\pi\nu.$$

5.5 Свободные колебания

Определение

Свободные колебания — это колебания, происходящие в системе под действием внутренних сил после выведения её из положения равновесия. Уравнение свободных колебаний:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0,$$

где ω_0 — собственная частота системы.

5.6 Вынужденные колебания

Определение

Вынужденные колебания — это колебания, возникающие под действием внешней периодической силы. Уравнение вынужденных колебаний:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = F_0 \cos(\omega t),$$

где:

- β — коэффициент затухания;
- F_0 — амплитуда внешней силы;
- ω — частота внешней силы.

5.7 Резонанс

Определение

Резонанс — это явление резкого увеличения амплитуды колебаний при совпадении частоты внешней силы ω с собственной частотой системы ω_0 . Условие резонанса:

$$\omega = \omega_0.$$

5.8 Длина волны

Определение

Длина волны λ — это расстояние, на которое распространяется волна за один период колебаний. Связь с скоростью v и частотой ν :

$$\lambda = \frac{v}{\nu}.$$

5.9 Звук

Определение

Звук — это механические колебания, распространяющиеся в упругой среде. Скорость звука v зависит от свойств среды:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}},$$

где:

- E — модуль упругости среды;
- ρ — плотность среды.

Характеристики звука

1. **Громкость** — зависит от амплитуды колебаний;
2. **Высота тона** — зависит от частоты колебаний;
3. **Тембр** — определяется спектром звука.