

10. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Уравнение гармонических колебаний:

$$x = x_0 \cos(\omega t + \varphi_0),$$

где x — координата гармонически колеблющейся точки (смещение точки от положения равновесия); x_0 — амплитуда колебаний (модуль наибольшего смещения точки от положения равновесия); ω — круговая (циклическая) частота; $(\omega t + \varphi_0)$ — фаза колебаний в момент времени t ; φ_0 — начальная фаза колебаний.

Уравнение гармонических колебаний может быть записано также с помощью синуса:

$$x = x_0 \sin(\omega t + \varphi_1),$$

где $\varphi_1 = \varphi_0 + \pi/2$.

Оба уравнения равнозначны и различаются только начальными фазами на величину $\pi/2$.

Период колебаний — это минимальный промежуток времени, по истечении которого повторяются значения всех физических величин, характеризующих периодический колебательный процесс.

Частота колебаний — это количество колебаний, совершаемых за единицу времени:

$$\nu = n/t, \nu = 1/T,$$

где n — количество колебаний за время t , T — период колебаний.

Круговая (циклическая) частота колебаний выражается формулой

$$\omega = 2\pi\nu = 2\pi/T,$$

где ν — частота колебаний; T — период.

Скорость точки, совершающей гармонические колебания:

$$v_x = -\omega x_0 \sin(\omega t + \varphi_0).$$

Ускорение точки, совершающей гармонические колебания:

$$a_x = -\omega^2 x_0 \cos(\omega t + \varphi_0) = -\omega^2 x.$$

Полная механическая энергия колеблющейся точки имеет вид

$$E = E_k + E_n = kx_0^2/2,$$

где E_k , E_n — соответственно кинетическая и потенциальная энергия.

Сила, под действием которой материальная точка совершает гармонические колебания (возвращающая сила), пропорциональна смещению и направлена противоположно ему:

$$F_x = -kx,$$

где $k = m\omega^2$; m — масса материальной точки; ω — круговая (циклическая) частота.

Период колебаний математического маятника

$$T = 2\pi\sqrt{l/g},$$

где l — длина маятника; g — ускорение свободного падения.

Период колебаний пружинного маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{m/k},$$

где m — масса груза, прикрепленного к пружине; k — коэффициент жесткости пружины.

Связь между длиной волны λ , скоростью волны v и периодом T (или частотой ν) выражается соотношениями

$$v = \lambda/T = \lambda\nu.$$