

## 1.5 Механические колебания и волны

### 1.5.1 Гармонические колебания. Амплитуда и фаза колебаний.

#### Кинематическое описание

$$\begin{aligned}x(t) &= A \sin(\omega t + \varphi_0) \\V_x(t) &= x'_t \\a_x(t) &= (V_x)'_t = -\omega^2 x(t)\end{aligned}$$

#### Динамическое описание

$$\begin{aligned}ma_x &= -kx \\k &= m\omega^2\end{aligned}$$

#### Энергетическое описание

$$\frac{mV^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mV_{max}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = const$$

Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний ее скорости и ускорения

$$\begin{aligned}V_{max} &= \omega A \\a_{max} &= \omega^2 A\end{aligned}$$

### 1.5.2 Период и частота колебаний

$$T = \frac{t}{N} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$$

Период малых свободных колебаний математического маятника

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Период свободных колебаний пружинного маятника

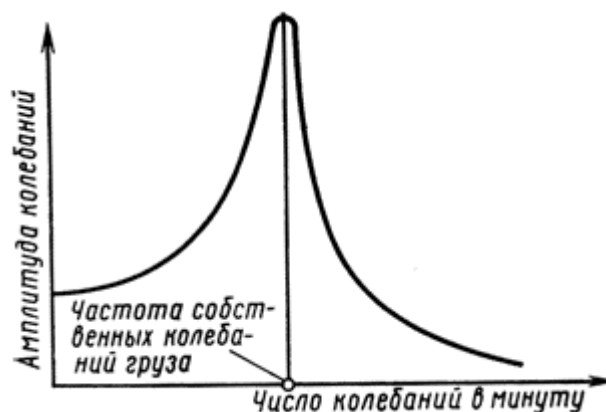
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

### 1.5.3 Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая

Колебания, совершаемые телом под действием внешней периодически изменяющейся силы, называются вынужденными колебаниями.

Внешняя периодически изменяющаяся сила, вызывающая эти колебания, называется вынуждающей силой.

Явление резкого увеличения амплитуды вынужденных колебаний при совпадении частоты вынуждающей силы с собственной частотой колебательной системы называется резонансом.



### 1.5.4 Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны

#### Интерференция и дифракция волн.

Возмущения, распространяющиеся в пространстве, удаляясь от возникновения, называются волнами.

Наряду с волнами на поверхности жидкости в механике изучают так называемые упругие волны — возмущения, распространяющиеся в различных средах, благодаря действию в них сил упругости.

**Упругие волны** - это механические возмущения, распространяющиеся в упругой среде.

**Волны, в которых колебания происходят вдоль направления распространения волны, называются продольными волнами.**

**Волны, в которых колебания происходят перпендикулярно направлению их распространения, называются поперечными волнами.**

Характерной особенностью механических волн является то, что они распространяются в материальных средах (твердых, жидких или газообразных).

**Продольные механические волны могут распространяться в любых средах — твердых, жидких и газообразных.**

**Поперечные волны могут существовать только в твердых средах.**

**Расстояние между ближайшими друг к другу точками, колеблющимися в одинаковых фазах, называется длиной волны.**

Или, можно сказать, что длиной волны называют расстояние между двумя ближайшими горбами или впадинами поперечной волны, или расстояние между двумя ближайшими сгущениями или разрежениями продольной волны.

*Длина волны обозначается греческой буквой  $\lambda$  (лямбда).*

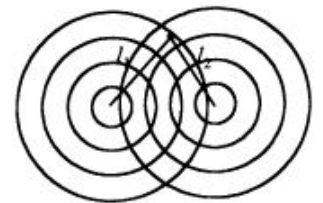
Каждая волна распространяется с какой-то скоростью. **Скоростью волны называется скорость распространения колебаний.**

Мы видели, что за время, равное периоду колебаний  $T$ , колебание распространяется на расстояние, равное длине волны  $\lambda$ . Поэтому

$$\lambda = VT.$$

**Наибольшая скорость распространения волн в твердых телах, наименьшая — в газах.**

**Интерференция** представляет собой явление увеличения или уменьшения амплитуды результирующей волны в результате сложения двух или нескольких волн с одинаковыми периодами колебаний.



**Разностью хода называется величина**

$$\Delta l = |l_1 - l_2|$$

**Условие интерференционного максимума** для волн от двух точечных источников, разность фаз которых равна нулю:

$$\Delta l = k\lambda$$

то есть разность хода волн  $\Delta l$  равна целому числу длин волн (или что то же самое, четному числу полуволн)

**Условие интерференционного минимума**

$$\Delta l = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$

то есть разность хода волн равна нечетному числу полуволн.

**Необходимое условие интерференции — когерентность** двух источников: они должны испускать волны одинаковой частоты с постоянной разностью фаз.

**Дифракция представляет собой отклонение от прямолинейного распространения волн, огибание препятствий.**

Дифракция проявляется, если размеры препятствий достаточно малы (сравнимы с длиной волны). Согласно принципу Гюйгенса-Френеля, дифракция обусловлена интерференцией вторичных волн.

ДИФРАКЦИЯ НА МАЛОМ ПРЕПЯТСТВИИ      ДИФРАКЦИЯ НА МАЛОМ ОТВЕРСТИИ



### **1.5.5 Звук. Скорость звука**

Звук может распространяться в любой среде — твердой, жидкой или газообразной, но не может распространяться в вакууме.

Звуковые волны, как и механические, распространяются в пространстве не мгновенно, а с определенной скоростью.

В жидкостях скорость звука, как правило, больше скорости звука в газах.

Скорость звука в твердых телах больше, чем в жидкостях и газах.

Скорость звука в воздухе  $v = 340$  м/с