

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

2006 г.

В ЭТОМ ВЫПУСКЕ:

КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ. УСЛОВИЯ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ. ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ И ПРУЖИННЫЙ МАЯТНИК

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЯХ

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ

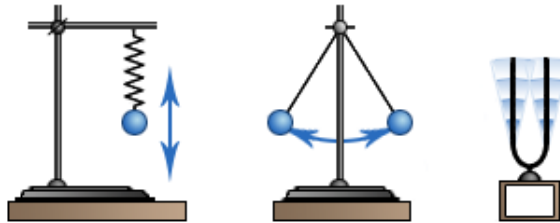
РЕЗОНАНС

АВТОКОЛЕБАНИЯ

КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Колебаниями называются периодические изменения величин или периодически повторяющиеся движения или процессы.

Механические колебания – это повторяющееся движение, при котором тело многократно проходит одно и то же положение в пространстве.



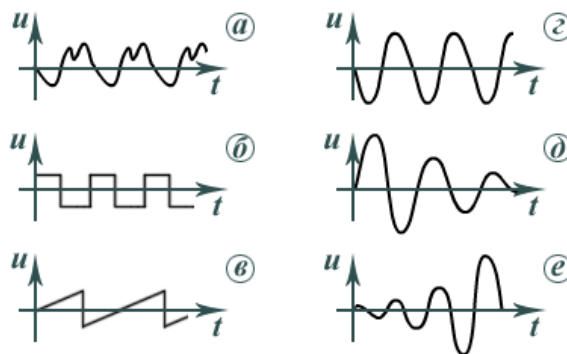
Классификация колебаний:

1. По условию возникновения:

- Свободные;
- Вынужденные;
- Автоколебания.

По характеру изменения во времени кинематических характеристик:

- Пилообразные;
- Гармонические;
- Затухающие.



a – сложной формы,

б – прямоугольные,

в – пилообразные,

г – гармонические,

д – затухающие,

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ. УСЛОВИЯ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ.

Свободными колебаниями называются колебания в системе под действием внутренних сил, после того, как система выведена из положения равновесия (за счет первоначально сообщенной энергии).

Условия возникновения свободных колебаний:

- После выведения системы из положения равновесия должна возникнуть сила, стремящаяся вернуть ее в положение равновесия.
- Силы трения и сопротивления в системе должны быть достаточно малы.

ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ. ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ.

Колебания, при которых физическая величина, характеризующая эти колебания, изменяется во времени по закону синуса или косинуса, называются **гармоническими**.

При отсутствии сил сопротивления в системе периодически колеблющаяся величина изменяется в соответствии с уравнением:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Основные характеристики колебаний:

x – значение колеблющейся величины в момент времени t ,

A – амплитуда колебаний, наибольшее отклонение колеблющегося тела от положения равновесия (отклонение величины от ее среднего значения);

ω – циклическая (или круговая) частота, это число колебаний, совершаемых за 2π секунд. Единица измерения – $[c^{-1}]$.

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

T – *период колебаний* – время, через которое движение тела полностью повторяется (повторяются все кинематические характеристики колебаний). Единица измерения – $[c]$.

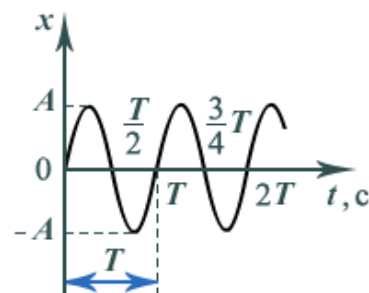
ν – *частота колебаний* – величина, показывающая число колебаний, совершаемых за 1 с. Единица измерения – $[Гц]$

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

$(\omega t + \varphi_0)$ – фаза гармонических колебаний, Она показывает место нахождения тела в момент времени t .

φ_0 – начальная фаза. Она показывает место нахождения колеблющегося тела (или точки) в начальный момент времени (при $t=0$).

Графиком гармонических колебаний является синусоида.



Импульс, скорость и ускорение тоже меняются по гармоническому закону

$$v(t) = x'(t) = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0),$$

$$a(t) = v'(t) = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0).$$

Сравнивая выражения для $x(t)$ и $a(t)$, получаем соотношение

$$a = -\omega^2 x,$$

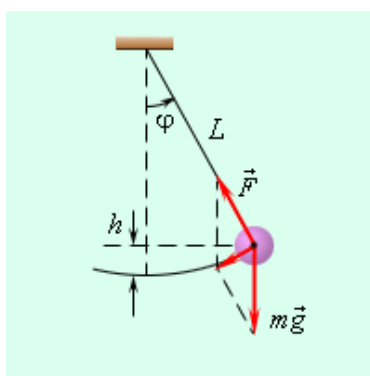
которое принято считать уравнением гармонических колебаний в динамике.

Ускорение при гармонических колебаниях всегда направлено в сторону, противоположную смещению.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ И ПРУЖИННЫЙ МАЯТНИК

Простейшими колебательными системами, в которых совершаются гармонические колебания, являются математический и пружинный маятники.

Математический маятник – колеблющаяся материальная точка, подвешенная на невесомой и нерастяжимой нити в гравитационном поле Земли.

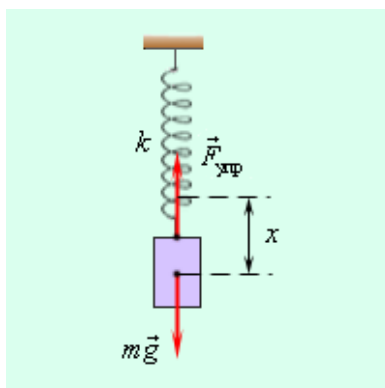


Циклическая частота и период колебания математического маятника определяются выражения:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}},$$

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

Пружинный маятник – это тело массой m , колеблющееся на пружине с коэффициентом жесткости k .



Циклическая частота и период колебания пружинного маятника определяются выражения:

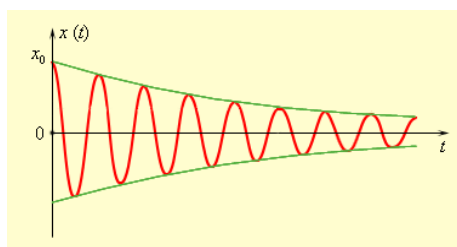
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}},$$

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

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЯХ

$$E = E_p + E_k = \text{const}$$

В процессе гармонических колебаний кинетическая энергия системы превращается в потенциальную энергию и наоборот, таким образом, полный запас механической энергии остается неизменным:



В реальных условиях любая механическая система находится под действием сил трения (сопротивления). При этом часть механической энергии превращается во внутреннюю энергию теплового движения, и свободные колебания становятся **затухающими**.

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ

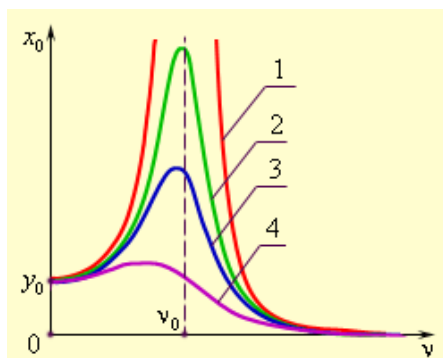
Вынужденные колебания – колебания, возникающие под действием внешней периодически изменяющейся силы.

$$\nu_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$$

Частота вынужденных колебаний равна частоте изменения внешней силы.

РЕЗОНАНС

Явление резкого возрастания амплитуды колебаний при совпадении частоты внешней силы с частотой свободных колебаний называется **резонансом**.



АВТОКОЛЕБАНИЯ

Автоколебаниями называются незатухающие колебания возникающие в колебательной системе в которой имеется источник энергии.

Система, в которой существуют автоколебания, называются **автоколебательными**. При этом подача энергии к колебательной системе регулируется самой системой по каналу обратной связи. Например, в механических часах, в двигателе внутреннего сгорания и др.