

билет №15.

①. Вынужденное колебание. Понятие резонанса. Выражение для резонансной частоты (без вывода)

Вынужденное колебание - колебание, совершаемое под воздействием внешней периодической изменяющейся силы.

Резонанс - явление резкого возрастания амплитуды установившихся колебаний при приближении частоты вынуждающей силы к собственной резонансной частоте системы.
Выражение резонансной частоты системы:

$$\Omega_{\text{рез}} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$$

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m}$$

$$2\beta = \frac{r}{m}$$

r - коэффициент сопротивления

② Импульс тела. Импульс механической системы. Уравнение изменения импульса механической системы. Закон сохранения импульса.

Импульс тела: $\vec{p} = m\vec{V}$ [кг·м/с]

Импульс механической системы: $\vec{p}_{\text{сист}} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \sum_{i=1}^n m_i \vec{V}_i$

Уравнение изменения импульса механической системы:

$$\vec{p}'_c(t) = \vec{F}^{\text{внешн}} \Leftrightarrow \Delta \vec{p}_c = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}^{\text{внешн}} dt.$$

Закон сохранения импульса:

$$\vec{p}'_c(t) = \vec{F}^{\text{внешн}} = 0 \Leftrightarrow \vec{p}_c = \text{const}$$

13. Лептунга со скоростью 1000 м/с пуля бросается, совершая 2000 оборотов в секунду вокруг продольной оси. Чему равна её кинетическая энергия? При каком значении момента сил трения пуля перестанет вращаться, совершив 3000 оборотов? Пуля считайте сплошным цилиндром, массой 10 г и радиусом 4 мм .

Дано:

$$R_0 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

$$V = 1000 \text{ м/с}$$

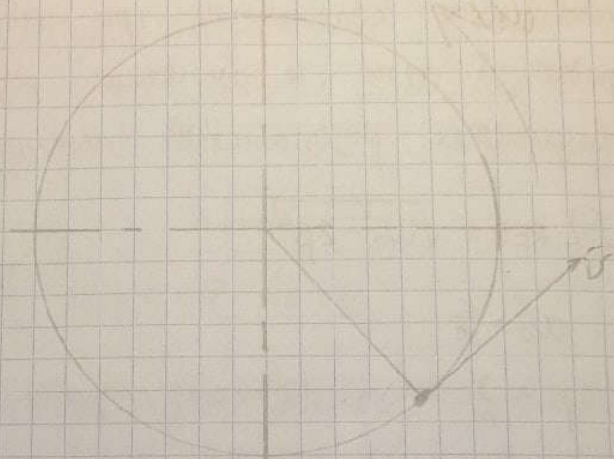
$$\omega_0 = 2000 \text{ об/с.}$$

$$m_y = 10^{-2} \text{ кг}$$

$$N = 3000 \text{ обр.}$$

$$W_{\text{кин}} = ?$$

$$M_{\text{внеш}} = ?$$



$$1) \omega_0 = 2\pi\nu_0; \omega_k = 0. (1)$$

$$2) I_{\text{цилиндра}} = \frac{m_y R_0^2}{2} (2)$$

$$3) \text{ Теорема об } \Delta W_{\text{кин}}: A = W_{\text{кин} \text{ в } p}^{\text{кон}} - W_{\text{кин} \text{ в } p}^{\text{нач}} = \frac{I_{\text{цпл.}} \omega_k^2}{2} - \frac{I_{\text{цпл.}} \omega_0^2}{2} = - \frac{I_{\text{цпл.}} \omega_0^2}{2} (3)$$

$$4) \text{ в начале: } 0 = \omega_0 - \varepsilon t$$

$$\text{в конце: } 2\pi N = \omega_0 t - \frac{\varepsilon t^2}{2} \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} 0 = \omega_0 - \varepsilon t \\ 2\pi N = \omega_0 t - \frac{\varepsilon t^2}{2} \end{matrix}} \right\} 2\pi N = \frac{\omega_0 t}{2} \Rightarrow t = \frac{4\pi N}{\omega_0} (4)$$

$$\varepsilon = \frac{\omega_0}{t} (5)$$

$$5) M_{\text{внеш}} = \frac{dL}{dt} = \frac{I d\omega}{dt} = I_y \varepsilon (6)$$

$$6) W_{\text{кин}} = W_{\text{кин}}^{\text{тр}} + W_{\text{кин}}^0 = \frac{I \omega_0^2}{2} + \frac{m_y V^2}{2} (7)$$

$$\begin{aligned}
 (6, 5, 4, 2, 1) &\Rightarrow M^{\text{new}} = I_y \epsilon = \frac{m_y R_y^2}{2} \cdot \frac{\omega_0}{t} = \\
 &= \frac{m_y R_y^2}{2} \cdot \frac{2\pi \omega_0 \cdot \omega_0}{4\pi N} = \frac{m_y R_y^2}{2} \cdot \frac{4\pi \omega_0^2}{4\pi N} = \frac{m_y R_y^2 \pi \omega_0^2}{2 N} = \\
 &= \frac{10^{-2} \cdot 16 \cdot 10^{-6} \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^8}{2 \cdot 3000} = 3,355 \cdot 10^{-6} \text{ [H} \cdot \text{m]}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (7, 2, 1) &\Rightarrow W_{\text{kin}} = \frac{I_y \omega_0^2}{2} + \frac{m_y V^2}{2} = \frac{m_y R_y^2}{2} \cdot 2\pi \omega_0 + \frac{m_y V^2}{2} = \\
 &= \frac{m_y}{2} (2 R_y^2 \pi \omega_0 + V^2) = \frac{10^{-2}}{2} (2 \cdot 16 \cdot 10^{-6} \cdot \pi \cdot 2 \cdot 10^3 + 10^6) =
 \end{aligned}$$

$$= 5 \text{ [kJ]} \quad \text{[Dm]}$$

$$\text{Answer: } 3,355 \cdot 10^{-6} \text{ [H} \cdot \text{m]}$$

$$5 \text{ [kJ]}$$