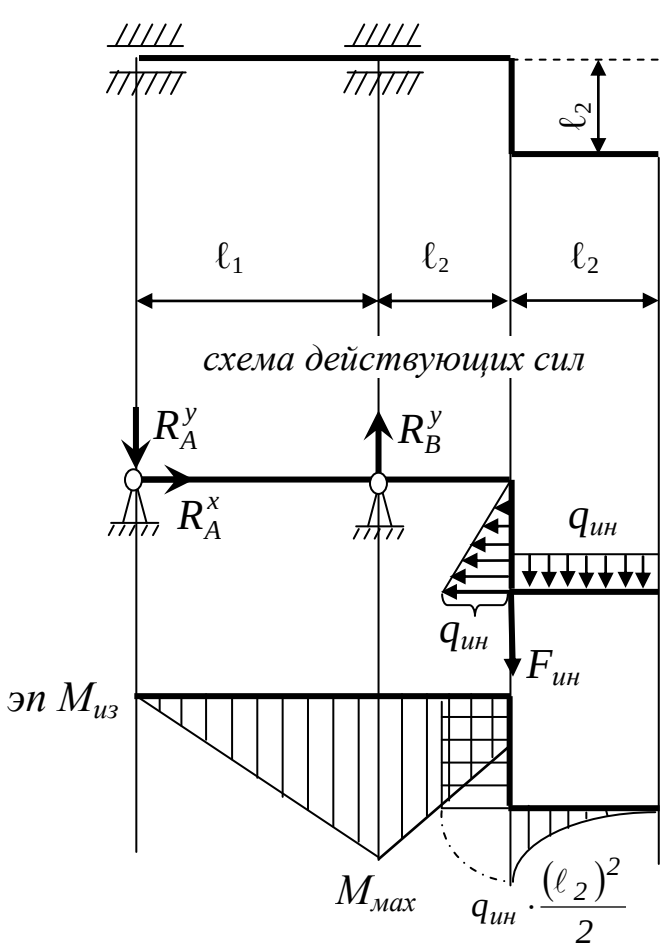


Расчеты на прочность при динамических нагрузках. Учет сил инерции при постоянных ускорениях.

Задача №1

Определить диаметр вала, вращающегося с угловой скоростью $\omega = 100 \text{ рад/с}$, если объёмный вес материала $\gamma = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ Н/мм}^3$, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$, $\ell_2 = 200 \text{ мм}$, $\ell_1 = 400 \text{ мм}$.

Решение



1) Определяем силы, действующие на конструкцию:

- инерционная нагрузка q , показывает интенсивность сил инерции на единицу длины, и определяется по II 3-му Ньютона:

$$F = m \cdot a,$$

где: m – масса, выраженная через вес:

$$m = \frac{G}{g} = \frac{V \cdot \gamma}{g} = \frac{A \cdot \ell \cdot \gamma}{g}$$

a — ускорение, выраженное через угловую скорость:

$$a = \varpi^2 \cdot R = \varpi^2 \cdot \ell_z,$$

Чтобы из F получить $q_{ин}$ принимаем, что $\ell = 1$, тогда:

$$q_{UH(\ell=1)} = \frac{A \cdot 1 \cdot \gamma}{g} \cdot \varpi^2 \cdot \ell_2$$

- сила инерции $F_{ин}$, которая определяется как площадь треугольника:

$$F_{un} = \frac{1}{2} q_{un} \cdot \ell_2 = \frac{A \cdot \gamma}{2 \cdot q} \cdot \varpi^2 \cdot \ell_2 \cdot \ell_2$$

2) Определяем значения изгибающих моментов по участкам:

I участок: $M = -\frac{q_{un} \cdot \ell_2^2}{2}$;

II участок: $M = -\frac{q_{ин} \cdot \ell_2^2}{2} = const$

$$\text{III участок: } M = -q_{\text{ин}} \cdot \ell_2 \cdot \left(\frac{\ell_2}{2} + \ell_2 \right) - F_{\text{ин}} \cdot \ell_2$$

Строим эпюры изгибающих моментов. Опасным сечением является сечение в

опоре $\mathbf{B}$, где $M_{max} = -q_{ин} \cdot \ell_2 \cdot \left(\frac{\ell_2}{2} + \ell_2 \right) - F_{ин} \cdot \ell_2$

3) Определяем размеры сечения вала из условия прочности на изгиб:

$$\sigma^{max} = \frac{M_{из}^{max}}{W_{н.л.}} \leq [\sigma],$$

где: $M_{из}^{max}$ - максимальный изгибающий момент

$$M_{из}^{max} = -q_{ин} \cdot \ell_2 \cdot \left(\frac{\ell_2^2}{2} + \ell_2 \right) - F_{ин} \cdot \ell_2 = -\frac{A \cdot \gamma}{2 \cdot g} \cdot \varpi^2 \cdot \ell_2^3 - \frac{A \cdot \gamma}{g} \cdot \varpi^2 \cdot \ell_2^3 -$$

$$-\frac{A \cdot \gamma}{2 \cdot g} \cdot \varpi^2 \cdot \ell_2^3 = -\frac{4 \cdot A \cdot \gamma \cdot \varpi^2 \cdot \ell_2^3}{2 \cdot g} = -2 \cdot \frac{A \cdot \gamma}{g} \cdot \varpi^2 \cdot \ell_2^3$$

$W_{н.л.}$ - момент сопротивления относительно нейтральной линии

$$W_{н.л.} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = 0.1 \cdot d^3$$

$$\sigma^{max} = 2 \cdot \frac{A \cdot \gamma \cdot \varpi^2 \cdot \ell_2^3}{g \cdot 0.1 \cdot d^3} = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \gamma \cdot \varpi^2 \cdot \ell_2^3}{4 \cdot g \cdot 0.1 \cdot d^3} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot \gamma \cdot \varpi^2 \cdot \ell_2^3}{4 \cdot 0,1 \cdot 9,81 \cdot 10^3 \cdot d} =$$

$$\frac{1,57 \cdot 10^{-3} \cdot \gamma \cdot \varpi^2 \cdot \ell_2^3}{d} = \frac{1,57 \cdot 10^{-3} \cdot 7,8 \cdot 10^{-5} \cdot 100^2 \cdot 200^3}{d} = \frac{9796,8}{d}$$

Отсюда

$$d = \frac{9796,8}{[\sigma]} = \frac{9796,8}{160} = 61,23 \text{ мм}$$

Принимаем $d = 65 \text{ мм}$