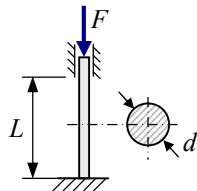


ЗАДАЧА № 2 ОРАЗМЕРЯВАНЕ ПО ЯСИНСКИ-ТЕТМАЙЕР

УСЛОВИЕ:



Да се оразмери показания прът.

Дадено е:

$F = 100 \text{ kN}$; $L = 2 \text{ m}$; $n_{изк} = 3$; материал: АСт3.

РЕШЕНИЕ:

1. Ойлеров случай и коефициент β :

IV Ойлеров случай; $\beta = 0,5$.

2. Минимален осев инерционен момент (I_{\min}) според формулата на Ойлер:

$$I_{\min} = \frac{F \cdot (\beta L)^2 n_{изк}}{\pi^2 E} = \frac{100 \cdot 10^3 \cdot (0,5 \cdot 2)^2 \cdot 3}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 14,47 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4.$$

3. Определя се I_{\min} на напречното сечение. От справочника за кръгово сечение:

$$I_{\min} = \frac{\pi d^4}{64}.$$

4. Оразмерява се напречното сечение. Приравнявам I_{\min} от точка 3 на I_{\min} от точка 2:

$$\frac{\pi d^4}{64} = 14,47 \cdot 10^{-8} \Rightarrow d = \sqrt[4]{\frac{14,47 \cdot 10^{-8} \cdot 64}{\pi}} = 0,04144 \text{ m}.$$

Приемам $d = 0,042 \text{ m}$ (закръглено до милиметър).

5. Проверка за валидност на формулата на Ойлер.

5.1. Минимален инерционен радиус: $i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} = \sqrt{\frac{15,27 \cdot 10^{-8}}{13,85 \cdot 10^{-4}}} = 0,0105 \text{ m}$, където

$$I_{\min} = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 0,042^4}{64} = 15,27 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4; \quad A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,042^2}{4} = 13,85 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2.$$

5.2. Стройност на пръта:

$$\lambda = \frac{\beta L}{i_{\min}} = \frac{0,5 \cdot 2}{0,0105} = 95,24.$$

5.3. Гранични стройности λ_p и λ_0 .

$\lambda_p = 100$; $\lambda_0 = 60$ (от справочника за АСт3).

5.4. Сравняват се λ с λ_p и λ_0 и се прави заключение:

$\lambda_0 < \lambda < \lambda_p$: ($60 < 95,24 < 100$) формулата на Ойлер не е валидна, решението продължава.

6. Критично напрежение по Ясински-Тетмайер:

$$\sigma_{кр} = a - b\lambda + c\lambda^2 = 304 - 1,12 \cdot 95,24 + 1,97 \cdot 95,24^2 = 197,33 \text{ МПа},$$

където стойностите на a , b и c са взети от справочника за АСт3.

7. Напрежение на натиск в пръта:

$$\sigma_{\text{нат}} = \frac{F}{A} = \frac{100 \cdot 10^3}{13,85 \cdot 10^{-4}} = 72,2 \cdot 10^6 = 72,2 \text{ МПа.}$$

8. Действителен коефициент на сигурност срещу изкълчване и заключение:

$$n_{\text{изк}}^{\text{изч}} = \frac{\sigma_{\text{кр}}}{\sigma_{\text{нат}}} = \frac{197,33}{72,2} = 2,73.$$

$n_{\text{изк}}^{\text{изч}} < n_{\text{изк}}$ ($2,72 < 3$): размерите се увеличават, решението се повтаря от точка 5.

Приемам $d = 0,044 \text{ m}$.

9. Проверка за валидност на формулата на Ойлер.

9.1. Минимален инерционен радиус: $i_{\text{min}} = \sqrt{\frac{I_{\text{min}}}{A}} = \sqrt{\frac{18,4 \cdot 10^{-8}}{15,21 \cdot 10^{-4}}} = 0,011 \text{ m}$, където

$$I_{\text{min}} = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi 0,044^4}{64} = 18,4 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4; \quad A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi 0,044^2}{4} = 15,21 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2.$$

9.2. Стройност на пръта: $\lambda = \frac{\beta L}{i_{\text{min}}} = \frac{0,5 \cdot 2}{0,011} = 90,91.$

$\lambda_0 < \lambda < \lambda_P$: ($60 < 90,91 < 100$), решението продължава по Ясински-Тетмайер.

10. Критично напрежение по Ясински-Тетмайер:

$$\sigma_{\text{кр}} = a - b\lambda + c\lambda^2 = 304 - 1,12 \cdot 90,91 = 202,18 \text{ МПа.}$$

11. Напрежение на натиск в пръта:

$$\sigma_{\text{нат}} = \frac{F}{A} = \frac{100 \cdot 10^3}{15,21 \cdot 10^{-4}} = 65,75 \cdot 10^6 = 65,75 \text{ МПа.}$$

12. Действителен коефициент на сигурност срещу изкълчване и заключение:

$$n_{\text{изк}}^{\text{изч}} = \frac{\sigma_{\text{кр}}}{\sigma_{\text{нат}}} = \frac{202,18}{65,75} = 3,075.$$

$n_{\text{изк}}^{\text{изч}} > n_{\text{изк}}$ ($3,075 > 3$), задачата е решена.

Проверка срещу преоформяване:

$$\Delta n = \frac{n_{\text{изк}}^{\text{изч}} - n_{\text{изк}}}{n_{\text{изк}}} 100 = \frac{3,075 - 3}{3} 100 = 2,5\%,$$

излишъкът от сигурност е в рамките на инженерния толеранс от 5%, следователно размерът $d = 0,044 \text{ m}$ е избран правилно.