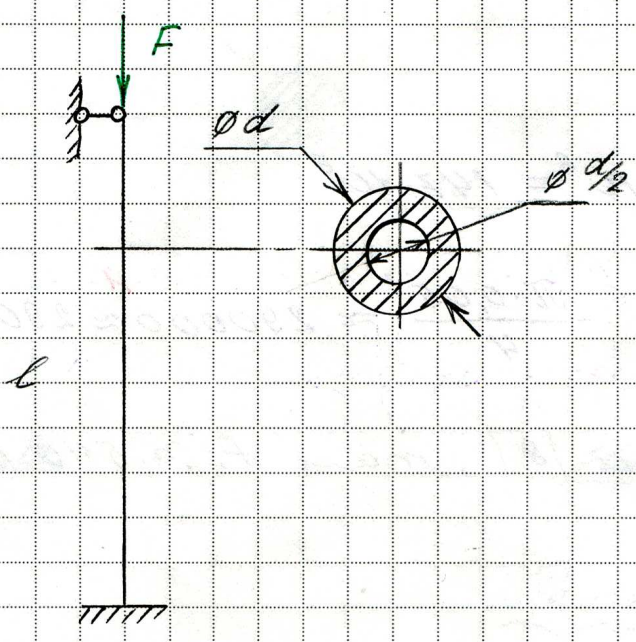


[10] Проектировочный расчёт:



$[\eta] = 1,3$

Дано: материал - Ст. 5

$F_{кр} = 200 \text{ кН}$

$l = 2 \text{ м}$

$\mu = 0,7$

$\sigma_{нг} = 320 \text{ МПа}$

$\sigma_T = 380 \text{ МПа}$

$E \approx 2,05 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

Найти: $d \pm 0,5 \text{ мм}$. т.е. с точностью до 0,5 мм - метра

Решение

$$A = \frac{\pi d^2}{4} - \frac{\pi (d/2)^2}{4} = \frac{3}{16} \frac{\pi d^2}{1} \approx \frac{9,4}{16} d^2 = 0,5890 d^2$$

$$J_x = \frac{\pi d^4}{64} \left[1 - \left(\frac{d/2}{d} \right)^4 \right] = \frac{15}{1024} \pi d^4 \approx 0,04602 d^4$$

$$i = \sqrt{\frac{J_x}{A}} = \sqrt{\frac{0,04602 d^4}{0,589 d^2}} = 0,2795 \cdot d$$

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i} = \frac{0,7 \cdot 2}{0,2795 \cdot d} = \frac{5,009}{d} \approx \frac{5}{d}$$

$$[\sigma]_c = \frac{\sigma_T}{[\eta]} = \frac{380 \cdot 10^6}{1,3} = 292,31 \cdot 10^6 \approx 292 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Подбираем:

$$\underline{d = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}}$$

$$A = 0,589 \cdot 0,01^2 = 58,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$\lambda = 5 / 0,01 = 500$$

$\varphi = ???$ в таблице нет φ для таких высоких λ , значит на практике такие стержни не применяются.

$$\underline{d = 4 \text{ см.}}$$

$$A = 0,589 \cdot 0,04^2 = 942,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$\lambda = 5 / 0,04 = 125$$

$$\varphi = 0,345$$

$$[\sigma]_{\text{кр}} = \varphi \cdot [\sigma]_c = 0,345 \cdot 292 \cdot 10^6 = 100,74 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$[F]_{\text{кр}} = \underbrace{100,74 \cdot 10^6}_{[\sigma]_{\text{кр}}} \cdot \underbrace{942,4 \cdot 10^{-6}}_A = 94937 \text{ Н} \approx 94,9 \text{ кН}$$

$$\underline{d = 6 \text{ см}}$$

$$A = 0,589 \cdot 0,06^2 = 2120 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$\lambda = \frac{5}{0,06} = 83,33$$

$$\varphi = 0,676$$

$$[\sigma]_{\text{кр}} = \varphi \cdot [\sigma]_c = 0,676 \cdot 292 \cdot 10^6 = 197 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$[F]_{\text{кр}} = 197 \cdot 10^6 \cdot 2120 \cdot 10^{-6} = 418471 \text{ Н} \approx 418 \text{ кН}$$

$$\underline{d = 5 \text{ см}}$$

$$A = 0,589 \cdot 0,05^2 = 1473 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$\lambda = \frac{5}{0,05} = 100$$

$$\varphi = 0,51$$

$$[\sigma]_{кр} = \varphi \cdot [\sigma]_c = 0,51 \cdot 292 \cdot 10^6 = 148,9 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$[F]_{кр} = 148,9 \cdot 10^6 \cdot 1473 \cdot 10^{-6} = 219359 \text{ Н} \approx 219 \text{ кН}$$

Теперь можно идти с шагом 1 мм.

$$\underline{d = 4,9 \text{ см}}$$

$$A = 0,589 \cdot 0,049^2 = 1414 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$\lambda = \frac{5}{0,049} = 102$$

$$\varphi = 0,49$$

$$[\sigma]_{кр} = \varphi \cdot [\sigma]_c = 0,49 \cdot 292 \cdot 10^6 = 143,1 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$[F]_{кр} = 143,1 \cdot 10^6 \cdot 1414 \cdot 10^{-6} = 202343 \text{ Па} \approx 202 \text{ кПа}$$

Итак, ^{нагрузки} диаметр d поперечного сечения стойки за 5 итераций подобран с точностью до миллиметра:

$$d = 49 \text{ мм}$$

При этом $[F]_{кр} = 202 \text{ кПа}$ ^н будет незначительно превышать заданную $F_{кр} = 200 \text{ кПа}$, ^н но это не страшно. Главное: при нагрузках меньших, либо равных $F_{кр}$ стойка с таким размером сечения будет гарантированно работоспособна.