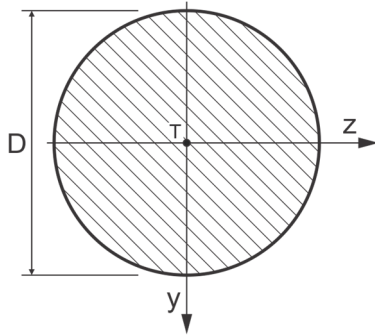


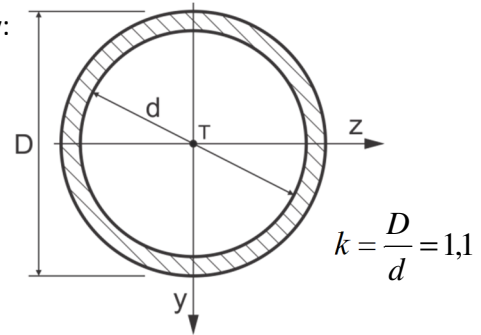
Naloga 2

Obravnavamo isti primer kot pri Nalogi 1 na vajah, le da tokrat izberemo za obremenitev silo $F = 1500N$ in dimenzioniramo gred polnega okroglega prereza in okroglo cev:

a) Polna okrogla gred:



b) Okrogla cev:



Za okrogle prereze velja, da je torzijski vztrajnostni moment I_T enak polarnemu vztrajnostnemu momentu I_p , ki je naprej enak vsoti obeh težiščnih vztrajnostnih momentov:

$$I_p = I_z + I_y \quad \text{- splošna enačba, ki velja za poljuben prerez}$$

$$I_T = I_p \quad \text{- enačba, ki velja le za okrogle prereze (gred in cev)}$$

Minimalni torzijski odpornostni moment okroglih prerezov $W_{T,MIN}$ pa je enak kvocientu torzijskega vztrajnostnega momenta I_T in zunanje polmera R :

$$W_{T,MIN} = \frac{I_T}{R} = \frac{I_T}{D/2}$$

(Zgornja enačba velja le za okrogle prereze.)

a) Polna okrogla gred:

$$I_T = I_p = I_z + I_y = \frac{\pi D^4}{64} + \frac{\pi D^4}{64} = \frac{\pi D^4}{32}$$

$$W_{T,MIN} = \frac{I_T}{D/2} = \frac{\pi D^3}{16}$$

Dimenzioniranje:

$$\tau_{MAX} = \frac{|M_T|_{MAX}}{W_{T,MIN}} \leq \tau_{DOP}$$

$$\frac{2Fa}{\frac{\pi D^3}{16}} \leq \tau_{DOP} \Rightarrow D \geq \sqrt[3]{\frac{32Fa}{\pi \tau_{DOP}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 1500N \cdot 400mm}{\pi \cdot 90MPa}}$$

$$D \geq 40,798mm$$

Zasuk prostega konca gredi je enak vsoti zasuka gredi v prvem polju in zasuka v drugem polju:

$$\hat{\phi}_{PR} = \hat{\phi}_1 + \hat{\phi}_2 = \frac{M_{T,1}}{G_1 I_{T,1}} L_1 + \frac{M_{T,2}}{G_2 I_{T,2}} L_2$$

$$\hat{\phi}_{PR} = \frac{2Fa}{G_1 I_{T,1}} L_1 + \frac{0}{G_2 I_{T,2}} L_2 = \frac{2 \cdot 1500N \cdot 400mm}{81000MPa \cdot 271991,5mm^4} 1000mm = 0,05447rad = 3,121^\circ$$

b) Okrogla cev:

$$I_T = I_P = I_z + I_y = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} + \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32}$$

$$W_{T,MIN} = \frac{I_T}{D/2} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{16D}$$

Uporabimo še zvezo:

$$k = D/d$$

$$I_T = \frac{\pi(k^4 d^4 - d^4)}{32} = \frac{\pi(k^4 - 1)d^4}{32}$$

$$W_{T,MIN} = \frac{I_T}{D/2} = \frac{2\pi(k^4 - 1)d^4}{32kd} = \frac{\pi d^3(k^4 - 1)}{16k}$$

Dimenzioniranje:

$$\tau_{MAX} = \frac{|M_T|_{MAX}}{W_{T,MIN}} \leq \tau_{DOP}$$

$$\frac{2Fa}{\frac{\pi d^3(k^4 - 1)}{16k}} \leq \tau_{DOP} \Rightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{32kFa}{\tau_{DOP}\pi(k^4 - 1)}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 1,1 \cdot 1500N \cdot 400mm}{90MPa \cdot \pi \cdot (1,1^4 - 1)}}$$

$$d \geq 54,396mm$$

$$D = k \cdot d = 59,835mm$$

Zasuk prostega konca gredi je enak vsoti zasuka gredi v prvem polju in zasuka v drugem polju:

$$\hat{\varphi}_{PR} = \hat{\varphi}_1 + \hat{\varphi}_2 = \frac{M_{T,1}}{G_1 I_{T,1}} L_1 + \frac{M_{T,2}}{G_2 I_{T,2}} L_2$$

$$\hat{\varphi}_{PR} = \frac{2Fa}{G_1 I_{T,1}} L_1 + \frac{0}{G_2 I_{T,2}} L_2 = \frac{2 \cdot 1500N \cdot 400mm}{81000MPa \cdot 398914,04mm^4} 1000mm = 0,03714rad = 2,128^\circ$$

Razmerje mase polne gredi in cevi:

$$\frac{m_G}{m_C} = \frac{\rho V_G}{\rho V_C} = \frac{\rho \frac{\pi D_G^2}{4} 2L}{\rho \frac{\pi(D_C^2 - d_C^2)}{4} 2L} = \frac{D_G^2}{(D_C^2 - d_C^2)} = \frac{(40,789mm)^2}{(59,835mm)^2 - (54,396mm)^2} = 2,68$$

Polna gred je (za prenašanje enakega torzijskega momenta) kar 2,68–krat težja od cevi.