

Dimenzionisanje lakih transmisionih vratila

1. Prema uglu uvijanja dozvoljeni ugao uvijanja pojedini dužine

$$\theta' = \frac{M_t}{G \cdot I_0} \leq \theta'_{doz} = \frac{1}{4}^\circ \text{ uslov deformabilnosti}$$

2. Prema dozvoljenom tangencijalnom naponu

$$\tau = \frac{M_t \cdot R}{I_0} = \frac{M_t}{W_0} \leq \tau_d \text{ uslov nosivosti dozvoljeni smicajni napon}$$

$$\tau_d = 12 \text{ MPa za meki topljeni čelik}$$

$$\tau_d = 20 \text{ do } 30 \text{ MPa za legiran čelik}$$

$$P = \frac{dA}{dt} = M \frac{d\varphi}{dt} = M \cdot \omega \quad W = \frac{J}{s} = \frac{Nm}{s}$$

ω – Ugaona brzina 1/s ako je dat minutni broj obrta ugaon brzina se dobija

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ s}^{-1}$$

P snaga w

M obrtni moment J = Nm

Ako je data snaga u KS treba znati da je 1KS=75 kpm=735.5 Nm

Zadatak 4.4.

Vratilo kružnog poprečnog preseka, prečnika 80 mm, prenosi snagu P=30 kW pri broju obrta n=240 o/min. Odrediti najveći tangencijalni napon i ugao uvijanja vratila ako je njegova dužina 5 m a modul klizanja G=8 10¹⁰ Pa.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 240}{30} = 8\pi$$

$$M = \frac{P}{\omega} = \frac{30 \cdot 10^3}{8\pi}$$

$$\tau_{max} = \frac{16 M_t}{d^3 \pi} = \frac{16 \cdot 30 \cdot 10^3}{0.08^3 \pi} = \frac{16 \cdot 30 \cdot 10^3}{8\pi \cdot 0.08^3 \pi} = 11873576.21 \text{ Pa} = 11.87 \text{ MPa}$$

$$I_0 = \frac{d^4 \pi}{32}$$

$$\theta = \frac{M \cdot l}{G \cdot I_0} = \frac{\frac{30 \cdot 10^3}{8\pi} \cdot 5}{8 \cdot 10^{10} \cdot \frac{0.08^4 \pi}{32}} = \frac{32 \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 5}{8\pi \cdot 8 \cdot 10^{10} \cdot 0.08^4 \pi} = 0.01855 \text{ rad} = 1.063^\circ$$

Zadatak 4.5.

Izračunati prečnik vratila, kružnog poprečnog preseka ako prenosi snagu od 150 kW, pri 300 obrtaja u minuti. Dozvoljeni tangencijalni napon je 70 MPa.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 300}{30} = 10\pi$$

$$M = \frac{P}{\omega} = \frac{15 \cdot 10^4}{10\pi} = 4.77464 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$\tau = \frac{M_t \cdot R}{I_0} = \frac{M_t}{W_0} \leq \tau_d \text{ odavde sledi}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 M_t}{\pi \tau_d}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 4.77464 \cdot 10^3}{\pi \cdot 70 \cdot 10^6}} = 0.07029 \text{ m}$$

Zadatak 4.6.

Izračunati prečnik vratila, poprečnog preseka kružnog prstena odnosa $d/D=0.8$ ako prenosi moment od $2.8 \cdot 10^4 \text{ J}$. Dozvoljeni tangencijalni napon je 16 MPa. Koliki je ugao ugla uvijanja vratila po jedinici dužine.

Prečnik šupljeg vratila

$$W_0 = \frac{d^3 \pi}{16} \left(1 - \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4\right) = \frac{D^3 \pi}{16} (1 - \psi^4)$$

$$\tau = \frac{M_t \cdot R}{I_0} = \frac{M_t}{W_0} \leq \tau_d \text{ odavde sledi} \quad W_0 = \frac{M}{\tau_d} = \frac{D^3 \pi}{16} (1 - \psi^4)$$

$$\text{sledi} \quad D = \sqrt[3]{\frac{16M}{\pi(1-\psi^4) \cdot \tau_d}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 2.8 \cdot 10^4}{\pi(1-0.8^4) \cdot 16 \cdot 10^6}} = 0.2471 \text{ m}$$

Usvaja se $D=250 \text{ mm}$ i unutrašnji prečnik $d=200 \text{ mm}$

Ugao uvijanja vratila po jedinici dužine:

$$\theta' = \frac{M}{G \cdot I_0} = \frac{2.8 \cdot 10^4}{8 \cdot 10^{10} \cdot \frac{0.25^4 \pi}{32}} = \frac{32 \cdot 2.8 \cdot 10^4}{8 \cdot 10^{10} \cdot 0.25^4 \pi} = 0.000912 \frac{\text{rad}}{\text{m}} = 0.0522^\circ / \text{m}$$