

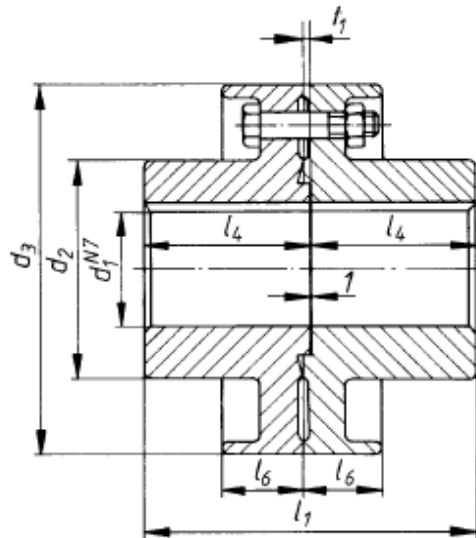


## Mehanički funkcionalni elementi

### Grafički rad – ugledni primer

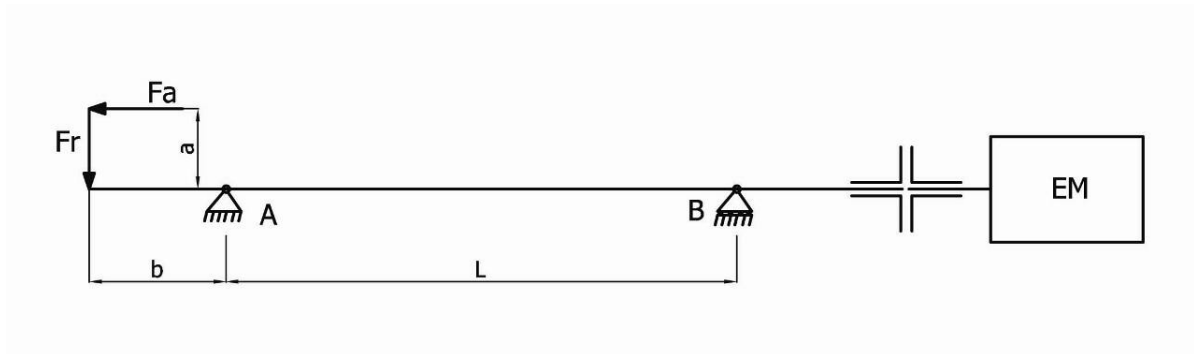
1.) Spojnica prenosi kretanje sa pogonskog vratila elektromotora na gonjeno vratilo radne mašine sa srednjim udarima. Snaga na spojnici je  $P = 5.5 \text{ kW}$  i broj obrtaja  $n = 1450 \text{ min}^{-1}$ .

- Vratila su spojena elastičnom periflex spojnicom. Izvršiti izbor spojnice proizvođača "Pobeda-Metalac" – Novi Sad.
- Ukoliko su vratila spojena elektro-magnetnom frikcionom spojnicom sa lamelama koje su podmazivanje prskanjem, odrediti potreban spoljašnji prečnik tarne površine lamela elektro-magnetne frikcione spojnice i normalnu silu u spojnici kojom je obezbeđeno njeno funkcionisanje. Unutrašnji prečnik tarne površine  $d_i = 40 \text{ mm}$ , broj lamela iznosi  $z_e = z_i = 1$  i izrađene su od kaljenog čelika.
- Spajanje vratila je izvršeno spojnicom sa obodom JUS M.C1.510 koja treba da prenese kretanje sa elektromotora na gonjeno vratilo. Odrediti prečnik podešenih zavrtnjeva kvaliteta 8.8 kada je broj zavrtnjeva  $z = 3$  i raspoređeni su na prečniku  $D = 60 \text{ mm}$ . Zavrtnjeve proračunavati za naizmenično promenljivo dinamičko opterećenje.



2.) Za vratilo koje je šematski prikazano na slici date su sile koje napadaju vratilo i način oslanjanja vratila. Zadatkom se traži:

- a.) Odrediti otpore oslonaca vratila,
- b.) Za prečnik vratila  $d_v = 35\text{mm}$  i unutrašnji prečnik kućišta  $D_k = 80\text{mm}$  odrediti tip i veličinu ležaja prema dinamičkoj nosivosti ležaja,
- c.) Za usvojeni tip i veličinu ležaja odrediti nominalni radni vek ležajeva za broj obrtaja vratila  $n = 750\text{min}^{-1}$ ,
- d.) U programskom paketu SolidWorks nacrtati 3d model i sklopni crtež spajanja vratila i ležaja i aksijalnog osiguranja ležajeva u odnosu na kućište i vratilo. Kako su data dva uležištenja, aksijalno fiksirano i aksijalno slobodno uležištenje, neophodno je napraviti crtež za oba uležištenja.



$L = 300\text{mm}$   
 $b = 120\text{mm}$   
 $a = 50\text{mm}$   
 $F_r = 40\text{kN}$   
 $F_a = 5\text{kN}$

1.)

$$T_n = 9549 \frac{P}{n} (Nm) = 9549 \frac{5.5 kW}{1450 \text{ min}^{-1}} = 36.22 Nm \text{ - nominalni obrtni moment}$$

$$T_R = C_A \cdot T_n = 1.25 \cdot 36.22 Nm = 45.28 Nm \text{ - računski obrtni moment}$$

Vrednosti faktora radnih uslova biramo iz tablice P33-1 i za mašinu sa srednjim udarima on iznosi  $C_A=1.25$ .

a.) Na osnovu tablice podataka za elastične perifleks spojnice proizvođača "Pobeda-Metalac" za obrtni moment  $T_R=45.28Nm$  i broj obrtaja  $n=1450\text{min}^{-1}$  usvajamo spojnicu "Elast" – spojnica sa obručem veličine 10-1

b.) Obrtni moment koji prenosi spojnica je  $T_R = C_A \cdot T_n = 1.25 \cdot 36.22 Nm = 45.28 Nm$   
Iz uslova da površinski pritisak ne prelazi dozvoljenu vrednost dobijamo:

$$A \geq \frac{F_n}{p_{doz}}$$

$$\text{odnosno: } \frac{\pi}{4} \cdot (d_e^2 - d_i^2) \geq \frac{2T \cdot S_\mu}{i \cdot \mu \cdot d_\mu \cdot p_{doz}}$$

Usvajamo potrebne veličine za proračun:

- kinetički koeicijent trenja (Tablica P44-3)  $\mu=0.06 \dots 0.11$   
usvojeno  $\mu=0.085$
- dozvoljeni površinski pritisak (P44-3)  $p_{doz}=(0.5 \dots 2)N/mm^2$   
usvojeno  $p_{doz}=1.25 N/mm^2$
- stepen sigurnosti protiv klizanja  $S_\mu= 1.1 \dots 1.6$   
usvojeno  $S_\mu=1.35$
- broj parova dodirnih površina  $i=z_e + z_e - 1 = 1+1-1 = 1$

Zamenom izraza za srednji prečnik trenja  $d_\mu = \frac{2}{3} \cdot \frac{d_e^3 - d_i^3}{d_e^2 - d_i^2}$  u gornji izraz dobijamo:

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{4}{3\pi} \cdot \frac{S_\mu T}{i \cdot \mu \cdot p_{doz}} + d_i^3} = \sqrt[3]{\frac{4}{3\pi} \cdot \frac{1.35 \cdot 45.28 \cdot 10^3}{1 \cdot 0.085 \cdot 1.25} + 40^3} = 67.55 mm$$

usvajamo  $d_e=70mm$

Srednji prečnik sile trenja:

$$d_\mu = \frac{2}{3} \cdot \frac{d_e^3 - d_i^3}{d_e^2 - d_i^2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{70^3 - 40^3}{70^2 - 40^2} = 56.36 mm$$

Potrebna normalna sila:

$$F_n = \frac{2T \cdot S_\mu}{i \cdot \mu \cdot d_\mu} = \frac{2 \cdot 45.28 \cdot 10^3 \cdot 1.35}{1 \cdot 0.085 \cdot 56.36} = 25.52 kN$$

c.) Moment koji prenosi spojnica je  $T_R = C_A \cdot T_n = 1.25 \cdot 36.22 \text{ Nm} = 45.28 \text{ Nm}$

Sila smicanja koja napada zavrtnjeve se dobija:

$$F_s = \frac{2T}{D} = \frac{2 \cdot 45.28 \cdot 10^3}{60} = 1509.67 \text{ N}$$

Napon smicanja prema kome se dimenzionišu podešeni zavrtnjevi je:

$$\tau = \frac{F_s}{i \cdot A} \leq \tau_{doz} \Rightarrow A \geq \frac{F_s}{i \cdot \tau_{doz}} \quad A = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4}$$

- za statičko opterećenje  $\tau_{doz} = R_e / S = R_e / 1.7 \approx 0.6 R_e$
- za jednosmerno promenljivo dinamičko opterećenje  $\tau_{doz} = R_e / S = R_e / 2 = 0.5 R_e$
- za naizmenično promenljivo dinamičko opterećenje  $\tau_{doz} = R_e / S = R_e / 2.5 = 0.4 R_e$

Za podešene zavrtnjeve u kvalitetu 8.8 granica elastičnosti  $R_e = 640 \text{ N/mm}^2$  te je:

$$\tau_{doz} = R_e / S = R_e / 2.5 = 0.4 R_e = 0.4 \cdot 640 = 256 \text{ N/mm}^2$$

$$A = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4} = \frac{F_s}{i \cdot \tau_{doz}} \Rightarrow d_z = \sqrt{\frac{4 \cdot F_s}{\pi \cdot i \cdot \tau_{doz}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1059.67}{\pi \cdot 3 \cdot 256}} = 1.6 \text{ mm}$$

**Usvajamo podešeni zavrtnj M6 sa prečnikom  $d_z = 7.2 \text{ mm}$ .**