

KONSTRUISANJE MAŠINA

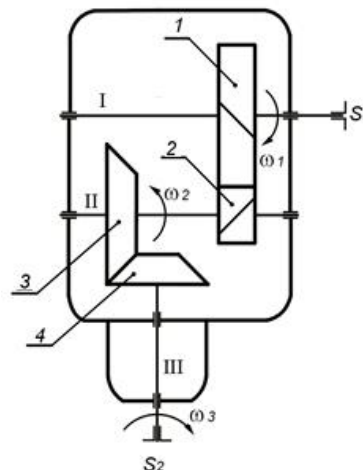
Zadaci za samostalni rad – I kolokvijum MI – Rešenja

Zadatak 1.

Za reduktor dat na slici sa desne strane, odrediti za svako vratilo broj obrtaja, snagu, ugaonu brzinu i obrtni moment.

Poznato je:

- potreban broj obrtaja na izlazu $n_{III} = 140 \text{ min}^{-1}$
- snaga elektromotora $P = 2 \text{ kW}$
- prenosni odnosi $i_{1,2} = 2$, $i_{3,4} = 3$
- stepen iskorišćenja zupčastog para 1- 2: $\eta_{1,2} = 0,98$
- stepen iskorišćenja zupčastog para 3- 4: $\eta_{3,4} = 0,96$
- stepen iskorišćenja para kotrljajnih ležajeva: $\eta_L = 0,99$.



Rešenje

- Brojevi obrtaja:

$$n_{III} = 140 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{II} = i_{3,4} \cdot n_{III} = 3 \cdot 140 = 420 \text{ min}^{-1}$$

$$n_I = i_{1,2} \cdot n_{II} = 2 \cdot 420 = 840 \text{ min}^{-1}$$

- Ukupan prenosni odnos (dobija se kao proizvod parcijalnih prenosnih odnosa):

$$i = i_{1,2} \cdot i_{3,4} = 2 \cdot 3 = 6$$

- Snaga na vratilima:

$$P_I = P \cdot \eta_L = 2 \cdot 0,99 = 1,98 \text{ kW} \text{ prema izrazu } \eta = \frac{P_{iz.}}{P_{ul.}}, P_{ul.} \text{ je } P, \text{ a } P_{iz.} \text{ je } P_I; \eta \text{ je } \eta_L \text{ jer je}$$

u obzir uzima stepen iskorišćenja kotrljajnih ležajeva (snaga elektromotora se preko spojnice S_1 prenosi na vratilo I tako da se u obzir se uzima samo stepen iskorišćenja ležajeva koji pružaju oslonac vratilu I)

$$P_{II} = P_I \cdot \eta_L \cdot \eta_{1,2} = 1,98 \cdot 0,99 \cdot 0,98 = 1,92 \text{ kW} \text{ prema izrazu } \eta_L \cdot \eta_{1,2} = \frac{P_{iz.}}{P_{ul.}} = \frac{P_{II}}{P_I}; \text{ u ovom}$$

slučaju snaga P_{II} dobija preko izraza za stepen iskorišćenja zupčastog para 1-2 ali se pri tom uključuje ponovo stepen iskorišćenja η_L koji se odnosi na par ležajeva na vratilu II.

$$P_{III} = P_{II} \cdot \eta_L \cdot \eta_{3,4} = 1,92 \cdot 0,99 \cdot 0,96 = 1,82 \text{ kW} \text{ prema izrazu } \eta_L \cdot \eta_{3,4} = \frac{P_{iz.}}{P_{ul.}} = \frac{P_{III}}{P_{II}}; \text{ u ovom}$$

slučaju snaga P_{III} dobija preko izraza za stepen iskorišćenja zupčastog para 3-4 i kao u prethodnom slučaju uključuje se stepen iskorišćenja η_L koji se odnosi na par ležajeva na vratilu III.

- Ugaone brzine:

$$\omega_I = \frac{\pi \cdot n_I}{30} = \frac{\pi \cdot 720}{30} = 75,398 \text{ s}^{-1}$$

$$\omega_{II} = \frac{\pi \cdot n_{II}}{30} = \frac{\pi \cdot 360}{30} = 37,699 \text{ s}^{-1}$$

$$\omega_{III} = \frac{\pi \cdot n_{III}}{30} = \frac{\pi \cdot 140}{30} = 14,661 \text{ s}^{-1}$$

- Obrtni momenti:

$$M_{oI} = \frac{P_I}{\omega_I} = \frac{1,98 \cdot 10^3}{75,398} = 26,26 \text{ Nm} = 26260 \text{ Nmm}$$

$$M_{oII} = \frac{P_{II}}{\omega_{II}} = \frac{1,92 \cdot 10^3}{37,699} = 50,93 \text{ Nm} = 50930 \text{ Nmm}$$

$$M_{oIII} = \frac{P_{III}}{\omega_{III}} = \frac{1,82 \cdot 10^3}{14,661} = 124,14 \text{ Nm} = 124140 \text{ Nmm}$$

Zadatak 2.

Izvrši izbor ležaja u osloncu vratila ako su dati sledeći podaci:

- radijalno opterećenje $F_r = 1000 \text{ N}$,
- aksijalno opterećenje $F_a = 120 \text{ N}$,
- prečnik rukavca vratila $d = 25 \text{ mm}$,
- broj obrtaja vratila $n = 650 \text{ min}^{-1}$,
- željeni radni vek $T = 14000 \text{ h}$,
- faktor udara $\xi_D = 2$,
- temperatura rada je oko $200 \text{ }^\circ\text{C}$,
- u obzir uzeti kuglične ležajeve BC.

Rešenje

- Ekvivalentno opterećenje ležajeva računa se preko sledećeg izraza:

$$F = \xi_D \cdot (X \cdot F_r + Y \cdot F_a) = 2 \cdot (1 \cdot 1000 + 1,6 \cdot 120) = 2384 \text{ N}$$

gde su: X, Y – faktori za određeni tip ležaja (Prilog 16.5., strana 371 / page 3, napomene 1. i 2. uz tabelu 16.5.1.)

za ležajeve tipa BC: X = 1, Y = 1,6

- Potrebna dinamička moć nošenja

$$C_p = \xi_H \cdot F \cdot \sqrt[m]{\frac{T \cdot n}{16660}} = 1,2 \cdot 2384 \cdot \sqrt[3]{\frac{14000 \cdot 650}{16660}} = 23385 \text{ N} = 23,38 \text{ kN}$$

gde je m - eksponent koji zavisi od vrste kotrljajućih elmenata:

$m = 3$ - ležišta sa lopticama

$m = 3,333$ - ležišta sa valjcima, konusnim valjcima, iglicama, burićima i dr.

$\xi_H = 1,2$ - faktor temperature usvojen iz Priloga 16.2. za temperaturu rada od $200\text{ }^\circ\text{C}$

- Za prečnik $d = 25\text{ mm}$ i sve tipove ležaja BC, prema Prilogu 16.5., dinamičke moći nošenja iznose:

TIP	25 BC 10	25 BC 02	25 BC 03	25 BC 04
C[kN]	7,65	11	17,25	27,45

Usvajaju se vrednosti dinamičke moći nošenja za sve tipove ležajeva BC koji odgovaraju prečniku rukavca vratila od 25 mm (od 16.5.1. do 16.5.4.). Usvojene vrednosti se unose u tabelu (iznad) i usvaja se prvi ležaj koji ima veću dinamičku moć nošenja od potrebne, a to je u ovom slučaju ležaj 25BC04 ($C = 27,45 > C_p = 23,38$)

- Stvarni vek ležaja:

$$T = \frac{16660}{n} \cdot \left(\frac{C}{\xi_H \cdot F} \right)^m = \frac{16660}{650} \cdot \left(\frac{27450}{1,2 \cdot 2384} \right)^3 = 22643\text{ h}$$

Zadatak 3.

Odrediti potreban broj podešenih zavrtnjeva za obodnu spojnicu ako su poznati sledeći podaci:

- snaga na spojnici $P = 9\text{ kW}$
- broj obrtaja vratila $n = 720\text{ min}^{-1}$
- materijal zavrtnjeva Č 5.8
- prečnik zavrtnjeva $d = 3,5\text{ mm}$
- faktor neravnomernosti rada $\xi_R = 1,9$
- stepen sigurnosti na smicanje $S = 4$
- prečnik osnovog kruga zavrtnjeva $D_o = 120\text{ mm}$.

Rešenje

- Obrtni moment na spojnici

$$M_o = \frac{P}{\omega} = \frac{30 \cdot P}{\pi \cdot n} = \frac{30 \cdot 9000}{\pi \cdot 720} = 119,37\text{ Nm} = 119370\text{ Nmm}$$

- Tangentni napon na granici tečenja za materijal Č 5.8 (Prilog 4.1.)

$$\tau_T = 250 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

- Dozvoljeni napon od smicanja

$$\tau_{doz} = \frac{\tau_T}{S} = \frac{250}{4} = 62,5 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

- Poprečna sila na jednom zavrtnju

$$F_s = \tau_{doz} \cdot A_s = \tau_{doz} \cdot \frac{d_2^2 \cdot \pi}{4} = 62,5 \cdot \frac{3,110^2 \cdot \pi}{4} = 474,78 \text{ N}$$

gde je: $d_2 = 3,110 \text{ mm}$ - srednji prečnik za zavrtnaj M3,5 (Prilog 4.2.)

- Potreban broj zavrtnjeva

$$z = \frac{2 \cdot M_o}{D_o \cdot F_s} \cdot \xi_R = \frac{2 \cdot 119370}{120 \cdot 474,78} \cdot 1,9 = 7,96 \Rightarrow z = 8$$