

4. primer

Enostavni kroglični ležaj po SIST ISO 15 (DIN 625) premera $d = 40$ mm je obremenjen z radialno silo $F_r = 1200$ N. Izberi vrsto ležaja, kontroliraj njegovo življenjsko dobo in vrtilno frekvenco, če ležaj obratuje z vrtilno frekvenco $n = 1440 \text{ min}^{-1}$ pri temperaturi, nižji od 100°C . Življenjska doba stroja, v katerega je ležaj vgrajen, naj bo najmanj 18.000 ur.

Rešitev

1 Izbira ležaja

Ležaj izberem glede na njegovo dinamično nosilnost, ki jo izračunam z enačbo 2.39:

$$C = P \cdot \frac{f_L}{f_n \cdot f_\theta} = 1200 \cdot \frac{3,30}{0,2852 \cdot 1} \approx 13.855 \text{ N}$$

Ker je ležaj obremenjen samo z radialno obremenitvijo, izračunam dinamično ekvivalentno obremenitev ležaja z enačbo 2.43:

$$P = F_r = 1200 \text{ N}$$

$$f_L = 3,30$$

(TAB 119, za življenjsko dobo $L_h = 18.000$ ur)

$$f_n = 0,2852$$

(TAB 120, za vrtilno frekvenco $n = 1440 \text{ min}^{-1}$)

$$f_\theta = 1$$

(TAB 123, za temperaturo nižjo od 150°C)

Glede na izračunano dinamično nosilnost izberem iz SP 659 ležaj z oznako **6008**, ki ima naslednje podatke: $d = 40$ mm, $D = 68$ mm, $b = 15$ mm, $C = 16800$ N.

2 Kontrola življenjske dobe izbranega ležaja

Dejansko življenjsko dobo ležaja izračunam z enačbo 2.45:

$$L = L_0 \cdot \left(\frac{f_9 \cdot C}{P} \right)^x = 10^6 \cdot \left(\frac{1 \cdot 16.800}{1200} \right)^3 = 2744 \cdot 10^6$$

$L_0 = 10^6$ vrtljajev (osnovna življenjska doba)

$x = 3$ (za kroglične ležaje – SIK 3, str. 59)

Življenjsko dobo ležaja v obratovalnih urah izračunam z enačbo 2.46:

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n} = \frac{2744 \cdot 10^6}{60 \cdot 1440} \approx 31.759 \text{ ur}$$

Ker je dejanska življenjska doba ležaja večja od zahtevane, izbrani ležaj ustreza.

3 Kontrola kritične vrtilne frekvence izbranega ležaja

Največjo dovoljeno vrtilno frekvenco izbranega ležaja izračunam z enačbo 2.48:

$$n_k \approx \frac{A}{D - 10} \cdot k = \frac{500.000}{68 - 10} \cdot 1 \approx 8621 \text{ min}^{-1}$$

$A = 500.000$ (konstanta vrtilne frekvence – TAB 127, za enostavni kroglični ležaj)

$D = 68 \text{ mm}$ (zunanji premer ležaja – podatek izbranega ležaja)

$k = 1$ (korekturni koeficient, ki upošteva kombinirano obremenitev ležaja – diagram slika 2.63, SIK 3, na str. 60, za $\beta = 0$)

Ker je največja dovoljena vrtilna frekvenca ležaja večja od zahtevane, izbrani ležaj ustreza.

5. primer

Vmesna gred zobniškega gonila je uležajena s krogličnima ležajema s poševnim dotikom po SIST ISO 15 (DIN 628). Premer tečajev $d = 30 \text{ mm}$, gred se vrti z vrtilno frekvenco $n = 600 \text{ min}^{-1}$. Na vsak ležaj deluje radialna sila $F_r = 1000 \text{ N}$ in aksialna sila $F_a = 2000 \text{ N}$. Ležaja sta na gred pritrjena s tesnim ujemom, tako da se skupaj z gredjo vrtita notranja obroča ležajev. Izberi ležaja, kontroliraj njuno življenjsko dobo in vrtilno frekvenco, če je zahtevana življenjska doba $L_h = 20.000 \text{ ur}$. Ležaja obratujeta pri temperaturi 45°C .

Rešitev

1 Izbira ležaja

Ležaj izberem glede na njegovo dinamično nosilnost, ki jo izračunam z enačbo 2.39:

$$C = P \cdot \frac{f_L}{f_n \cdot f_9} = 1490 \cdot \frac{3,42}{0,382 \cdot 1} \approx 13.340 \text{ N}$$

Iz SP 661 orientacijsko izberem ležaj z oznako 7206 in ga kontroliram.

Ker je ležaj obremenjen z radialno in aksialno obremenitvijo, ekvivalentno obremenitev ležaja izračunam z enačbo 2.40:

$$P = V \cdot X \cdot F_r + Y \cdot F_a = 1 \cdot 0,35 \cdot 1000 + 0,57 \cdot 2000 = 1490 \text{ N}$$

$V = 1$ (SIK 3, str. 57)

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = \frac{2000}{1 \cdot 1000} = 2 > e \Rightarrow X = 0,35, Y = 0,57 \quad (\text{TAB 124})$$

$e = 1,14$ (TAB 124, za vrsto 72)

$f_L = 3,42$ (TAB 119, za življenjsko dobo $L_h = 12.000 \text{ ur}$)

$f_n = 0,382$ (TAB 120, za vrtilno frekvenco $n = 600 \text{ min}^{-1}$)

$f_9 = 1$ (TAB 123, za temperaturo, nižjo od 150°C)

Ker je izračunana potrebna dinamična nosilnost ležaja manjša od tiste, ki jo ležaj ima, predpostavljeni ležaj z oznako **7206** ustreza. Izbrani ležaj ima naslednje podatke: $d = 30 \text{ mm}$, $D = 62 \text{ mm}$, $b = 16 \text{ mm}$, $C = 23.800 \text{ N}$.

2 Kontrola življenjske dobe izbranega ležaja

Dejansko življenjsko dobo ležaja izračunam z enačbo 2.45:

$$L = L_0 \cdot \left(\frac{f_9 \cdot C}{P} \right)^x = 10^6 \cdot \left(\frac{1 \cdot 23.800}{1490} \right)^3 \approx 4075 \cdot 10^6$$

$L_0 = 10^6$ vrtljajev (osnovna življenjska doba)

$x = 3$ (za kroglične ležaje – SIK 3, str. 59)

Življenjsko dobo ležaja v obratovalnih urah izračunam z enačbo 2.46:

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n} = \frac{4075 \cdot 10^6}{60 \cdot 600} \approx 113.194 \text{ ur}$$

Ker je dejanska življenjska doba ležaja večja od zahtevane, izbrani ležaj ustreza.

3 Kontrola kritične vrtilne frekvence izbranega ležaja

Največjo dovoljeno vrtilno frekvenco izbranega ležaja izračunam z enačbo 2.48:

$$n_k \approx \frac{A}{D - 10} \cdot k = \frac{500.000}{62 - 10} \cdot 0,97 \approx 9327 \text{ min}^{-1}$$

$A = 500.000$ (konstanta vrtilne frekvence – TAB 127, za enoredni kroglični ležaj s poševnim dotikom)

$D = 62 \text{ mm}$ (zunanji premer ležaja – podatek izbranega ležaja)

$k = 0,97$ (korekturni koeficient, ki upošteva kombinirano obremenitev ležaja – diagram 2.63, SIK 3, na str. 60, za $\beta \approx 63,4^\circ$)

$$\tan \beta = \frac{F_a}{F_r} = \frac{2000}{1000} = 2 \Rightarrow \beta = 63,4^\circ$$

Ker je največja dovoljena vrtilna frekvenca ležaja večja od zahtevane, izbrani ležaj ustreza.

6. primer

Enoredni valjčni ležaj po SIST ISO 15 (DIN 5412) s premerom $d = 50 \text{ mm}$ se vrti z vrtilno frekvenco $n = 930 \text{ min}^{-1}$ in prenaša radialno silo $F_r = 9300 \text{ N}$ pri temperaturi $\vartheta = 175^\circ \text{C}$. Izberi ustrezeni valjčni ležaj, če je zahtevana življenjska doba $L_h = 25.000 \text{ ur}$.

Rešitev

Iz enačb 2.45 in 2.46 izračunam dinamično nosilnost ležaja:

$$C_{\min} = \frac{P}{f_9} \cdot \sqrt[10]{\frac{L_h \cdot n \cdot 60}{L_0}} = \frac{9300}{0,95} \cdot \sqrt[10]{\frac{25.000 \cdot 930 \cdot 60}{10^6}} \approx 85.927 \text{ N}$$

Ker je ležaj obremenjen samo z radialno obremenitvijo, izračunam dinamično ekvivalentno obremenitev ležaja z enačbo 2.40:

$$P = F_r = 9300 \text{ N}$$

$f_9 = 0,95$ (TAB 123, za temperaturo 175°C)

$L_0 = 10^6$ vrtljajev (osnovna življenjska doba)

$x = 10/3$ (za valjčne ležaje – SIK 3, str. 59)

Iz SP 664 izberem enoredni valjčni ležaj z oznako **NU310**, ki ima naslednje podatke: $d = 50 \text{ mm}$, $D = 110 \text{ mm}$, $b = 27 \text{ mm}$, $C = 110.000 \text{ N}$.

7. primer

Vrtljivi steber žerjava je uležajen z enorednim aksialnim krogličnim ležajem po SIST ISO 104 (DIN 711), k prenaša največjo statično obremenitev $F_a = 450.000$ N. Ležaj se vrti z vrtilno frekvenco $n = 7 \text{ min}^{-1}$. Izber ustrezní ležaj, če je premer tečaja $d = 90$ mm.

Rešitev

Ker se ležaj vrti z vrtilno frekvenco $n < 10 \text{ min}^{-1}$, ga izbiram glede na njegovo statično nosilnost. Izračunam jo z enačbo 2.43:

$$C_0 = f_s \cdot P_0 = 0,9 \cdot 450.000 = 405.000 \text{ N}$$

$$f_s = 0,8 \text{ do } 1,2 \quad (\text{SIK 3, str. 58, za normalne zahteve})$$

Ker je ležaj obremenjen samo z aksialno obremenitvijo, statično ekvivalentno obremenitev ležaja izračunam z enačbo 2.43:

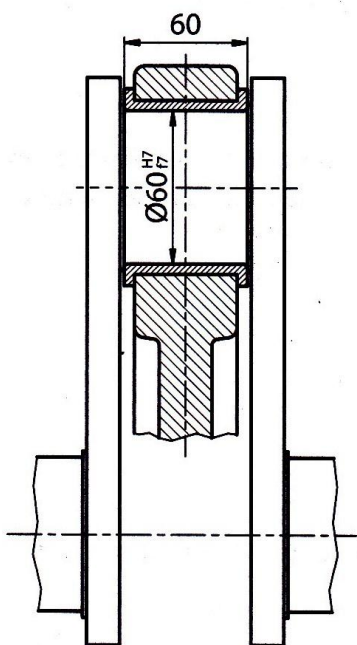
$$P_0 = F_a = 450.000 \text{ N}$$

Iz SP 673 izberem enoredni aksialni kroglični ležaj z oznako **51318**, ki ima naslednje podatke: $d = 90$ mm, $D = 155$ mm, $b = 50$ mm, $C_0 = 500.000$ N.

1. naloga

Radialni drsni ležaj je izveden z ležajno pušo iz rdeče litine C. CuSn7Pb6Zn4. Ležaj je vgrajen v ohišje obdelovalnega stroja in je ročno mazan z mastjo. Tečaj se vrti z vrtilno frekvenco $n = 430 \text{ min}^{-1}$ in je obremenjen z radialno silo $F = 1800$ N. Premer tečaja $d = 55$ mm. Določi širino ležaja, kontroliraj srednji površinski tlak v ležaju, izračunaj potrebno zračnost v ležaju ter izberi ujem med tečajem in ležajem.

2. naloga



Drsni ležaj motorne gredi je obremenjen s silo $F = 10$ kN in obratuje z vrtilno frekvenco $n = 320 \text{ min}^{-1}$. Ležajna puša je izdelana iz bele kovine L. PbSn10. Tečaj motorne gredi in ležaj imata ujem $\phi 60_{f7}^{H7}$. Izberi mazivo, če je ležaj mazan z oljem in je dovoljena temperatura v mazivu 70°C .

3. naloga

Drsni ležaj ima pušo izdelano iz kositrovega brona z oznako P. CuSn14. Ležaj je obremenjen z radialno silo $F = 1300$ N, ima premer $d = 25$ mm in širino $b = 25$ mm. Kontroliraj temperaturo olja, če je temperatura okolice 24°C (297 K), dovoljena temperatura v mazivu 60°C , tečaj pa se vrti z vrtilno frekvenco $n = 630 \text{ min}^{-1}$. Sommerfeldovo število $S_0 = 0,93$.