

Ce primerjamo metode, lahko ugotovimo, da je metoda, ki jo predlaga avtor, bolj dovršena in zanesljiva, ker upošteva s faktorji mnoge okoliščine, ki jih ne smejo zanemarjati (n. pr. določeno prednapetost jermena, temperaturo okolice, kot nagiba), saj se zaradi njih zmanjšuje dopustna obremenitev jermena. Za manjše dopustno obremenitev pa je za zanesljivo in dolgotrajno obratovanje potrebno večje število jermenov.

H kraju je treba poudariti še nekaj. Vse doslej še nimamo navodil za preračunavanje klinastega jermenja domače izdelave. Ta bi bilo treba izdelati in objaviti v naših standardih. Tako pa se klinasti jermeni preračunavajo po nemških ali avstrijskih navodilih, medtem ko se vgrajujejo in uporabljajo naši domači. To privaja lahko do slabih posledic. Ali jermenje ne traja dolgo ali — še raje — hitro poka. Računati z vrednostmi in izkušnjami, ki ne veljajo za naše jermene, je velika napaka. Nikakor ne smemo zahtevati in pričakovati od njih lastnosti, kakršnih ta čas še nimajo.

Ker potemtakem nimamo podatkov za domače jermene, menimo, da ne bi smeli uporabljati nobenega drugega preračuna kakor predlaganega, kajti sicer lahko zagrešimo grobo napako. Objavljena metoda je izdelana namreč za jermenje ne najboljše kakovosti, kakršna je naši skoraj podobna ali skoraj enaka.

Razumljivo zgornja metoda, uporabljena na domače klinaste jermene, še zdaleč ni povsem dognana in ji je zato tudi mogoče kar koli ugovarjati. Ni pa nobenega dvoma, da je ta metoda v osnovi bolj dovršena in previdna, kakor vse tiste, ki so sedaj v rabi, ker se oslanja na temelje nauka o trdnosti in bolje upošteva okoliščine obratovanja. Temu ni mogoče z ničimer prigovarjati.

Za našo industrijo bi bilo zelo velikega pomena, da bi laboratoriji oz. preizkuševališča ugotovili predvsem dopustne koristne napetosti σ_k v odvisnosti od prednapetosti σ_0 , od premera jermenice

in od površine prereza jermena. Potrebno bi bilo ugotoviti tudi natančne vrednosti temperaturnih faktorjev. Tako bi mogli po predloženi metodi preračunati prenose z vsemi domačimi profili, medtem ko jih lahko po dosedanjih podatkih preračunamo samo pet.

Za zaključek želim poudariti, da lahko veljajo številke v nekaterih tabelah za predloženi način preračuna samo kot smernice, ki jih je treba še preizkusiti in pregledati, metoda sama pa se ne spremeni in lahko koristno uporablja za preračune prenosov z domačim klinastim jermenjem, zlasti v primerih, kadar gre za zanesljivost v obratovanju.

Viri:

- [1] Bondarovski, Kornejev: Detalji mašin. Mašgiz, Kijev 1958.
- [2] Dobrovoljski, Zablonski i dr.: Detalji mašin, Mašgiz, Moskva 1956.
- [3] Krestnikov: Izmerenije predvariteljnogo natjanženija stanočnih remnej. »Vestnik inženierov i tehnikov«, N. 9, 1932.
- [4] Kutzbach und Wiegand: Versuche zur Ermittlung des günstigsten Winkels für Keilriemen. Forschungsarbeiten für das Kraftfahrzeugwesen, 1934.
- [5] Prof. ten — Bosch: Berechnung der Maschinenelemente, Springer-Verlag, Berlin 1951.
- [6] Prof. Tochtermann: Maschinenelemente, Springer-Verlag, Berlin 1956.
- [7] Dubbels Taschenbuch für den Maschinenbau, Bd. I, Springer-Verlag, 1956.
- [8] Prof. dr. Niemann: Maschinenelemente II, Springer-Verlag, 1960.
- [9] Nemški standardi DIN 2215 do 2218.
- [10] Sovjetski standardi GOST 1655 in GOST 1284-45.
- [11 a] JUS G.E2.050 Brezkončni klinasti jermeni,
- [11 b] JUS M.C1.250 Jermenice za klinaste jermene.
- [12] Prospekti, katalogi in navodila podjetij: a) Flender-Bocholt; b) Semperit, Avstrija; c) Gilmer, ZDA; d) Industria e commercio nastri e cinghie gomma, Milano.
- [13] Podatki tovarn »Borovo« in »Sava«.

Avtor: docent ing. Đuro Taubkin,
Tehnološki fakultet, Zagreb
(Iz hrvatske prevedel: prof. ing.
Boris Černigoj)

DK 621.822.8

Iglični ležaji — dandanes

FRANCI STARIHA

UVOD

Iglični ležaji po obliki in konstrukciji v strojni tehniki niso nič novega, vendar so bili in so še zmeraj pri nas v rabi v preskromni meri, medtem ko so v svetu, v bolj razvitih in industrijsko močnih državah kakor so Amerika, Nemčija, Francija, Švica in druge, že dolga leta predmet vsakdanje uporabe v strojegradnji, tako v precizni kakor v težki.

Posebno zadnja leta je mogoče opaziti, da se razni tipi igličnih ležajev čedalje bolj uporabljajo, ker jim njihove prednosti pred drugimi kotalnimi ležaji odpirajo pot k uvajanju tudi v pomembnejše konstrukcije strojne tehnike.

Tudi pri nas raste zanimanje za ta strojni element in celo do take mere, da vse tri jugoslovanske tovarne kotalnih ležajev IKL v Beogradu, PRETIS v Sarajevu in MOL v Ličkem Osiku proučujejo možnosti za njihovo domačo proizvodnjo, kajti dan za dnem naraščajoče potrebe naše industrije po ceneni in hkrati dobrih kotalnih ležajih čedalje bolj obremenjujejo naš uvoz.

Namen tega članka je, da bi se naši strokovnjaki, konstruktorji in praktiki v tovarnah in šolah seznanili z najvažnejšimi problemi glede uporabe, preračuna in izbire ter vzdrževanja igličnih ležajev.

IZDELAVA IGLIČNIH LEŽAJEV

Normalni iglični ležaj sestoji iz dveh prstanov (zunanjega in notranjega), iglic in kletke (sl. 1). Zunanji prstan se vgradi v okrov, notranji na os, iglice pa posredujejo vrtilno gibanje osi proti okrovu in obratno. Količnik trenja pri igličnih ležajih je 0,003 do 0,004.

Osnovni materiali za izdelavo sestavnih delov igličnih ležajev so legirana jekla, kakor n. pr.: domače OCR-4, Poldijevo KLZ, SKF-ovo Hofors, Bühlerjevo KK, FLW itd. Približna kemična sestava teh jekel je: 0,9...1 % C, 0,9...1,5 % Cr, 0,2...0,4 % Mn, 0,15...0,30 % Si, ostalo pa so majhni dodatki S, P, Ni in Cu.

Oba prstana se grobo obdelujeta na večvretenskih avtomatih na mere, ki vsebujejo 0,1...0,4 mm dodatka za brušenje in poliranje. Ostruženi prstani se dalje

obdelujejo termično pri temperaturi $\approx 840^\circ\text{C}$, kalijo v repičnem ali cilindričnem olju, nato pa popuščajo v cilindričnem olju pri temperaturi do 180°C . Po končani termični obdelavi se brusijo grobo in fino na avtomatskih brusilnih strojih za čelno brušenje, medtem ko se zunanje cilindrične površine brusijo na brusilnih strojih za brušenje brez konic (Centerless). Notranje površine pa se brusijo na običajnih brusilnih strojih za notranje brušenje z vpenjalnimi glavami.

Groba obdelava iglic sestoji iz rezanja svetlo ali temno vlečenega kalibriranega jekla prej navedenih kvalitet. Po končani termični obdelavi se iglice grobo in fino brusijo na brusilnih strojih brez konic, ki omogočajo veliko storilnost in natančnost obdelave. Pri posebno natančnih ležajih se kotalne površine prstanov in iglic polirajo po posebnem postopku za veliko natančnost.

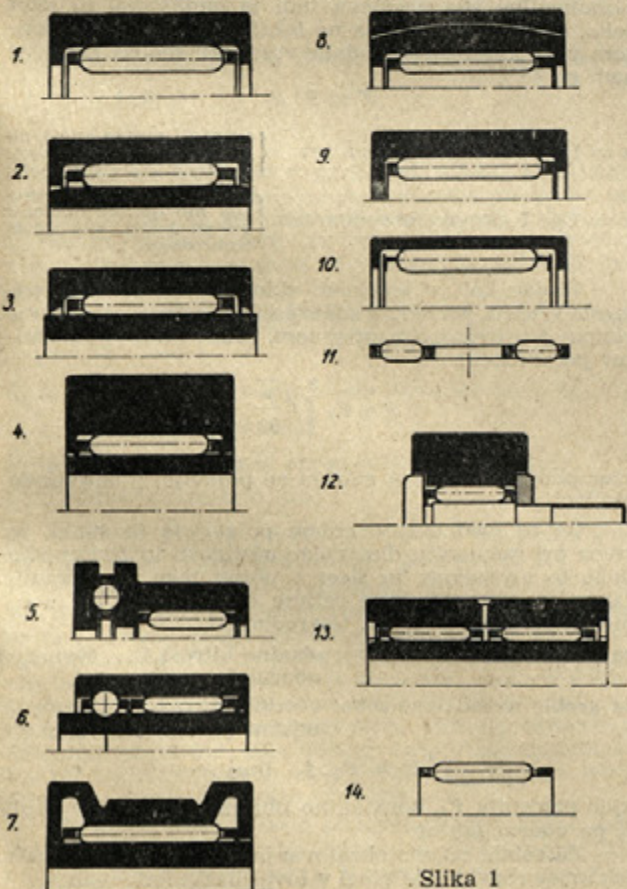
Kletke se izdelujejo iz dvakrat dekapirane pločevine St VI 23, medene in aluminijaste pločevine ali plastičnih mas.

Površinska trdota prstanov in iglic mora biti v mejah $62 \pm 3 \text{ HRC}$. Trdota kotalnih površin je neposredno povezana z nosilnostjo in življenjsko dobo ležaja, kajti čim večja je trdota, tem večji sta nosilnost in življenjska doba ter obratno.

Kotalne površine prstanov in iglic morajo biti fino brušene v tolerancah za kotalne ležaje, ki so zelo stroge glede na to, da bi se vsaka najmanjša nenatančnost ležaja kvarno pokazala pri natančnosti delovanja stroja, v katerega je ležaj vgrajen. Globina profila hrapavosti se giblje okrog $0,2 \dots 1$ mikrona. Pri ležajih za podrejene namene so dopustni odstopki od zgornjih kakovostnih in dimenzijskih določb.

Po končani obdelavi se sestavni deli ležajev v oddelkih tehnične kontrole premerijo in 100 % prekontrolirajo, hkrati pa sortirajo in nato v montaži montirajo.

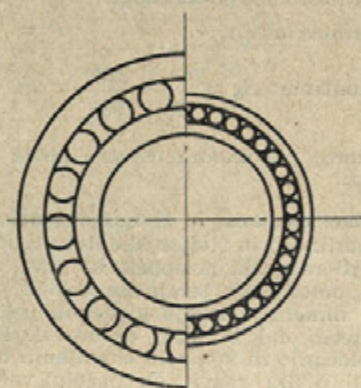
VRSTE IGLIČNIH LEŽAJEV



Slika 1



Sl. 2. Nihajni iglični ležaj



Sl. 3. Primerjava zunanjih dimenzij igličnega in normalnega kotalnega ležaja za enak premer luknje in enako nosilnost

NOSILNOST IN ŽIVLJENJSKA DOBA IGLIČNIH LEŽAJEV

Statična nosilnost C_0 . O statični nosilnosti igličnih ležajev govorimo analogno kakor pri drugih klasičnih oblikah kotalnih ležajev tedaj, kadar je ležaj v mirovanju obremenjen z določenimi silami ali ležaj posreduje zelo majhno vrtilno hitrost (število vrtljajev ali oscilacij do 10 v minuti). Največja dopustna obratna obremenitev v tem stanju je omejena z začetkom trajnih deformacij dotikajočih se delov ležaja, iglic in kotalnih površin obeh prstanov. Statična nosilnost posameznih tipov ležajev je dana v katalogih.

Obremenitev F igličnih ležajev v mirovanju kontroliramo z obrazcem

$$S_0 = \frac{C_0}{F} \quad (1)$$

ki je plod dolgotrajnih teoretičnih raziskovanj in praktičnih izkušenj pri uporabi teh ležajev. Da bi se pri uporabi in računanju statične nosilnosti izognili skrajni

Sl. 1. Pregled posameznih tipov in vrst igličnih ležajev:

1. normalni radialni, brez notranjega prstana,
2. normalni radialni,
3. radialni, dvostransko tesnjeni,
4. radialni oporni,
5. radialni aksialni, enostranski,
6. radialni aksialni, dvostranski,
7. specialni radialni za regulacijo radialnega zraka,
8. radialni aksialni, nihajni,
9. radialni z dnem,
10. iglična puša,
11. aksialni iglični venec,
12. krivuljni valjček, komplet,
13. radialni, dvojni,
14. radialni iglični venec.

meji zdržljivosti, t. j. področju plastičnih deformacij kotalne steze, smemo uporabiti samo manjšo obremenitev F , ki je določena s tako imenovanim varnostnim količnikom S_0 .

Varnostni količnik S_0 znaša:

0,5...1,0 za ležaje v zelo ugodnih obratovalnih pogojih, brez sunkov, nihanj itd.,

1,0...2,0 za konstrukcije v splošnem strojništvu,

2,0...4,0 za obdelovalne stroje, reduktorje itd.

Primer: Pri konstrukciji ležajnega sklopa za reduktor se odločimo za normalni radialni iglični ležaj NK 40/20 z naslednjimi podatki:

statična nosilnost po katalogu $C_0 = 2280$ kp

obremenitev ležaja $F = 950$ kp

$$\text{kontrola: } S_0 = \frac{C_0}{F} = \frac{2280}{950} = 2,4$$

Ležaj torej popolnoma ustreza glede na predpisano varnost.

Dinamična nosilnost in življenjska doba. Preračun dinamične nosilnosti in življenjske dobe igličnih ležajev je najvažnejši računski postopek, ki pove, ali smo pri konstrukciji določenega ležajnega sklopa pravilno izbrali tip in dimenzije ležaja glede na pogoje in razmere, v katerih naj bi ležaj obratoval. Postopek za računsko določanje in kontrolo omenjenih dveh veličin je v sedanji obliki razvit po načelu verjetnostnega računa, katerega rezultati so potrjeni z nizom uspešnih primerov iz prakse.

Na osnovi rezultatov in dolgoletnih poizkusov z uporabo raznih vrst igličnih ležajev v ležajnih sklopih skoraj vseh panog strojništva, od preciznih strojev do valjarskih prog, je nastal obrazec, ki določa, v kakšnem medsebojnem razmerju so dinamična nosilnost C , življenjska doba L in maksimalna dopustna obremenitev ležaja F :

$$L = \left(\frac{C}{F}\right)^3 \quad [10^6 \text{ vrt.}] \quad (2)$$

Življenjska doba ležaja L je izražena v milijonih vrtljajev. Po enačbi (2) določena velja za 90 % vseh preizkušenih ležajev, za ostalih 10 % ležajev pa je praksa pokazala, da jih približno toliko prej izpade iz obrata, kakor je predvideno.

Dinamična nosilnost C [kp] je nosilnost določenega igličnega ležaja, pri kateri se doseže življenjska doba enega milijona vrtljajev.

Obremenitev F je sila, ki deluje na ležaj konstantno z enako jakostjo [kp]. Če se sila, ki obremenjuje ležaj, med obratovanjem menja v določeni časovni odvisnosti od najmanjše vrednosti $F_{\min}$ do največje vrednosti $F_{\max}$ linearno, moramo določiti srednjo vrednost sile, tako imenovano »idealno konstantno obremenitev« F . To je tista obremenitev ležaja, ki pri nespremenjenem številu vrtljajev omogoča enako življenjsko dobo kakor obremenitev, ki se s časom spreminja po jakosti. Določimo jo z obrazcem

$$F = \frac{F_{\min} + 2 \cdot F_{\max}}{3} \quad [\text{kp}] \quad (3)$$

Če se obremenitev F menja po jakosti in času trajanja ob spremenljivi vrtilni hitrosti, tedaj se približna vrednost idealne obremenilne sile določa po obrazcu:

$$F = \sqrt[3]{\frac{t_1 n_1 F_1^3 + t_2 n_2 F_2^3 + \dots + t_n n_n F_n^3}{t \cdot n}} \quad [\text{kp}]$$

kjer pomenijo:

$F_1, F_2 \dots F_n$ spremenljive obremenitve ležajnega sklopa [kp],

$t_1, t_2 \dots t_n$ čas, v katerem se menjajo zgornje obremenitve (v odstotkih),

$n_1, n_2 \dots n_n$ konstantno vrtilno hitrost v zgornjih časovnih enotah,

$n = 33,3$ vrt./min osnovno vrtilno hitrost, pri kateri vzdrži ležaj 500 obratovalnih ur (ali 1 milijon vrtljajev),

$t = t_1 + t_2 + \dots + t_n = 100\%$ vsoto posameznih časov trajanja obremenitve.

Pri ležajnih sklopih, pri katerih se med obratovanjem razen normalnih radialnih sil pojavljajo tudi aksialne obremenitve, določimo približno vrednost idealne obremenilne sile po obrazcu:

$$F = F_a + 1,25 \text{ tg } \alpha \cdot F_r \quad [\text{kp}]$$

kjer pomenijo:

F_a dejansko obremenitev ležaja v aksialni smeri [kp],

F_r dejansko obremenitev ležaja v radialni smeri [kp],

α kot med smerjo obremenitve in ravnine, normalne na os ležaja.

Pri čisto aksialnih ležajih, kjer je $\alpha = 90^\circ$ in $\text{tg } \alpha = \infty$, zgornji račun jasno pove, da teh ležajev ne smemo obremenjevati z radialnimi silami.

Raziskovanja so pokazala, da je med obratovanjem kotalnih ležajev vedno najbolj obremenjeni del notranji prstan, zlasti še tedaj, kadar je obremenitev mirujoča (notranji prstan rotira in se pod vplivom mirujoče obremenitve stalno pregiba, kar logično privaja do porušitve ležaja).

Glede na ta zaključek se pri določanju idealne obremenilne sile upošteva tudi ta okoliščina, in sicer tako, da se dejanska sila na ležaj pomnoži s koeficientom x , za katerega so podane vrednosti spodaj. Obrazec sam pa se glasi:

$$F = F_r \cdot x \quad [\text{kp}]$$

$x = 1,0$: obodna obremenitev $\left\{ \begin{array}{l} \text{notranji prstan kroži, sila miruje, ali zunanji prstan miruje, sila kroži;} \end{array} \right.$

$x = 1,4$: točkovna obremenitev $\left\{ \begin{array}{l} \text{notranji prstan miruje, sila miruje, ali notranji prstan kroži, sila kroži} \\ \text{sinhronsko.} \end{array} \right.$

Kadar koli v ležajnem sklopu določen ležaj namesto vrtenja posreduje samo oscilacije gredi ali okrovja skupaj z ustrežajočim prstanom, reduciramo obremenitev po obrazcu:

$$F = F_1 \sqrt[3]{\frac{\gamma}{90}} \quad [\text{kp}]$$

kjer pomenita F_1 [kp] silo, ki se pojavlja, γ amplitudo oscilacije [°].

Če se med obratovanjem pojavljajo še sunki, je treba pri računanju dinamične nosilnosti in življenjske dobe to upoštevati, in sicer v obliki tako imenovanih faktorjev za posamezne režime obratovanja. Pri zobniških prenosih so n. pr. te vrednosti:

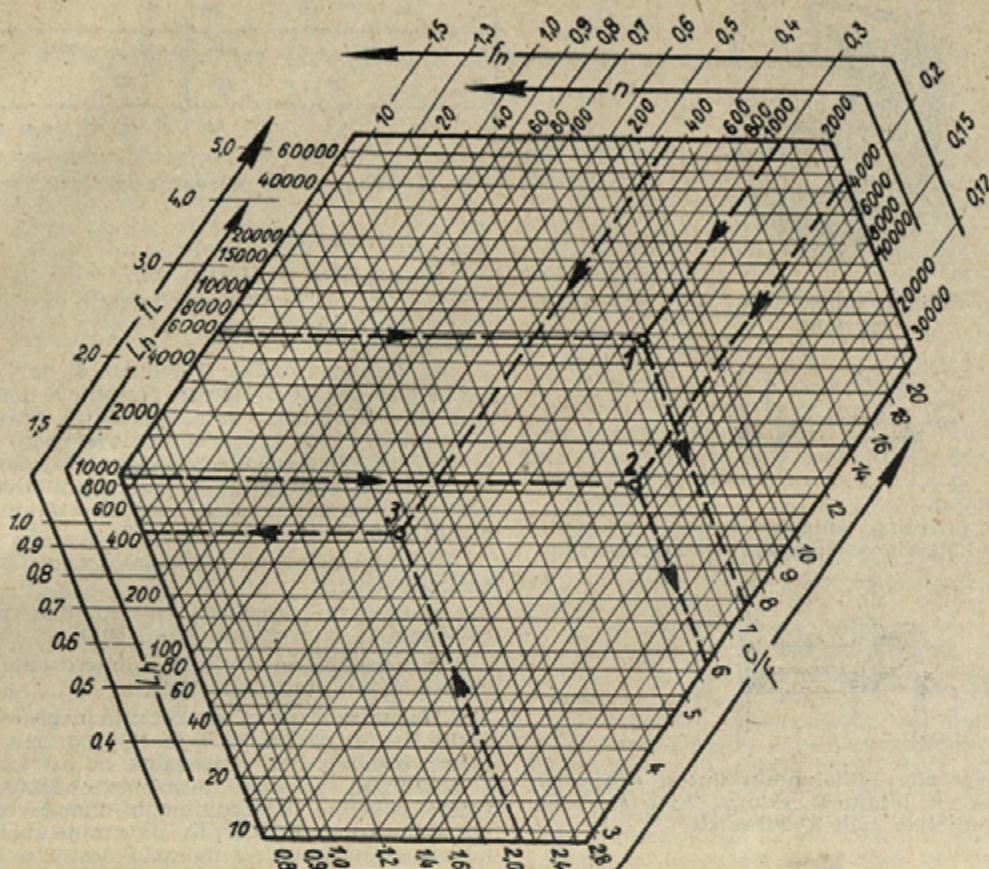
za brušene zobe: obodna hitrost 1...50 m/s, udarni faktor 1...1,4,

za grobe, neobdelane zobe: obodna hitrost 1...3 m/s, udarni faktor 1,6...2,5.

$$F = F_k \cdot f_s \quad [\text{kp}]$$

kjer pomenita F_k konstantno obremenitev ležaja [kp], f_s pa udarni faktor.

Za ostale režime obratovanja so vrednosti udarnih faktorjev razvidne iz tabel v tovarniških katalogih.



Sl. 4. Diagram INA za določanje življenjske dobe, nosilnosti, dinamične nosilnosti in vrtilne hitrosti igličnih ležajev

Glede na to, da se v praksi redkokdaj srečujemo z idealnimi pogoji obratovanja, kar velja predvsem za vrtilno hitrost, ki se stalno spreminja, pri računanju življenjske dobe to tudi upoštevamo tako, da dobimo vrednosti zanjo, izražene v obratovalnih urah po obrazcu:

$$L_h = \frac{16666}{n} \left(\frac{C}{F} \right)^3 \quad [h] \quad (4)$$

L_h življenjska doba ležaja v obratovalnih urah [h],

n vrtilna hitrost [vrt./min],

F (idealna konstantna) obremenitev ležaja [kp],

C dinamična nosilnost [kp].

Obrazec 4 je za praktično in hitro računanje življenjske dobe mnogo prikladnejši od obrazca 2.

Da bi se določanje medsebojne odvisnosti življenjske dobe, dopustne obremenitve, dinamične nosilnosti in vrtilne hitrosti, ki jih posreduje ležaj, še bolj poenostavilo, je tvrdka INA (najpomembnejši proizvajalec igličnih ležajev v Evropi) izdelala na osnovi obrazca 4 diagram, kakršnega vidimo na sliki 4. Ta diagram je izredno prikladen pri konstrukciji ležajnih sklopov z igličnimi ležaji. Omogoča hitro in enostavno kombiniranje pri izbiri najboljših karakteristik za določen ležaj glede na pogoje, v katerih obratuje.

Za boljše razumevanje gornjega gradiva kakor tudi za demonstracijo uporabe »diagrama INA«, navajamo nekaj primerov za računanje življenjske dobe, dopustne obremenitve in kontrole pri izbiri ležaja.

Primeri:

1. Določanje življenjske dobe. Iz kataloga smo izbrali ležaj »NK 40/20« sl. 5.

Znano je: $C = 2000$ kp

$F = 950$ kp

$n = 330$ vrt./min

Po diagramu dobimo za gornje podatke življenjsko dobo $L_h \approx 450$ obratovalnih ur.

Do te življenjske dobe pridemo takole: najprej izračunamo koeficient C/F , nakar gremo s to vrednostjo do točke 3, ki kaže presečišče linije n in linije C/F . Po horizontali dobimo sedaj na levi strani iskano življenjsko dobo L_h .

Če ta rezultat kontroliramo računsko, dobimo:

$$L_h = \frac{16666}{330} \left(\frac{2000}{950} \right)^3 = 460 \text{ ur}$$

2. Določanje dopustne obremenitve. Iz kataloga smo izbrali ležaj »Na 4822«.

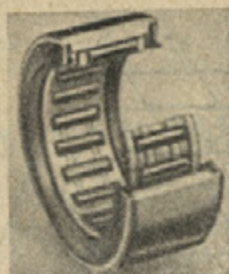
Znano je: $C = 6000$ kp

$n = 3200$ vrt./min

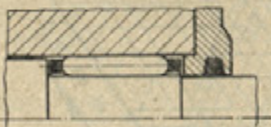
$L_h = 900$ obratovalnih ur.

Po diagramu dobimo za gornje podatke (glej točko 2) vrednost za $C/F \approx 5,55$, iz tega dobimo po računu, da je:

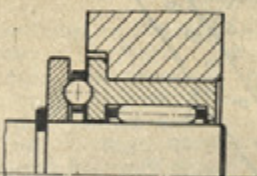
$$F = 6000/5,55 = 1080 \text{ kp.}$$



Sl. 5. Normalni-radialni iglični ležaj brez notranjega prstana



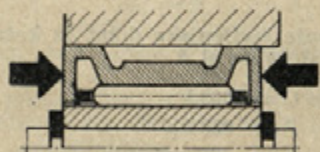
Sl. 6. Aksialna pritrditev igličnega venca s priložnim obročkom, v katerem je vgrajeno navadno tesnilo



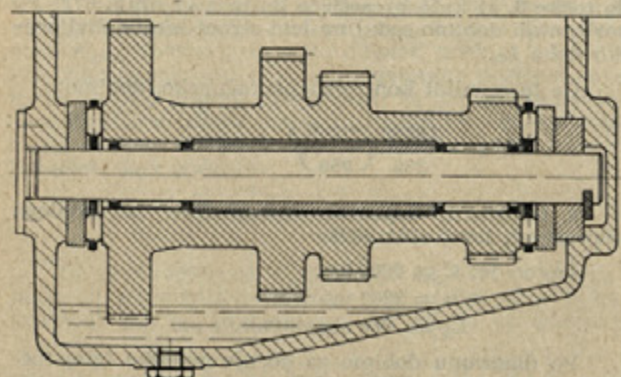
Sl. 7. Način uporabe radialno-aksialnega kroglično-igličnega ležaja v ležajnem sklopu, kjer so poleg radialnih tudi aksialne sile



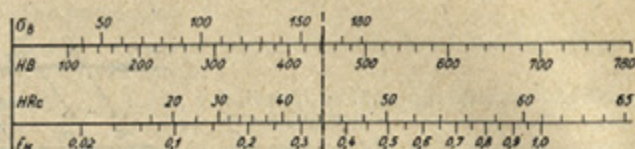
Sl. 8. Pregled označb za določanje radialnega zraka



Sl. 9. Specialni iglični ležaj, ki omogoča regulacijo radialnega zraka tudi med pogonom. Radialni zrak reguliramo s povečanjem ali zmanjšanjem pritiska na bočne površine ležaja (puščice)



Sl. 10. Skica štiristopenjskega menjalnika, opremljenega z igličnimi ležaji



Sl. 11. Diagram za določanje količnika trdote f_H

3. Izbira ležaja:

Znano je: $n = 1200$ vrt./min

$L_h = 5500$ obratovnih ur

$F = 200$ kp

Iz diagrama (točka 1) dobimo, da je $C/F \approx 7,4$; od tod je $C = 7,4 \cdot 200 = 1480$ kp. Na osnovi dobljene vrednosti za C izberemo iz kataloga ležaj, katerega dinamična nosilnost je približno enaka vrednosti, dobljeni po računu. Tako izberemo iz kataloga ležaj močne izvedbe »NKIS 25« s $C = 1990$ kp, z notranjim premerom $d = 25$ mm, zunanjim premerom $D = 47$ mm in širino $b = 22$ mm.

Za primerjavo omenjam, da bi za enako dinamično nosilnost dobili:

a) normalni kroglični ležaj z dimenzijami $d = 50$ mm in $D = 80$ mm (ležaj 6010),

b) normalni valjni ležaj z dimenzijami $d = 40$ mm in $D = 68$ mm (ležaj NU 1008).

Kadar koli se iglice kotalijo neposredno po površini osi ali okrova (sl. 5 in 10), moramo kotalne površine obdelati čim natančneje in pri tem težiti, da s posebnimi postopki termične obdelave dosežemo trdoto površine, kakršna ne bi mnogo odstopala od normalne trdote 62 HRC. Če pa zaradi kvalitete osnovnega materiala osi ne moremo doseči te trdote, smo dolžni reducirati nosilnost C s količnikom trdote, ki ga določimo po diagramu na sl. 11. Na primer za jeklo z natezno trdnostjo 160 kp/mm² dobimo količnik trdote $f_H = 0,35$, s katerim moramo pomnožiti vrednost za C pred računanjem življenjske dobe. Le tako dobimo približno realne rezultate za zdržljivost ležaja (ležajnega sklopa).

DOPUSTNA VRTILNA HITROST

Kakor pri ostalih kotalnih ležajih je tudi pri igličnih določena zgornja meja za vrtilno hitrost. To mejo določajo pogoji zdržljivosti pri posameznih sestavnih delih ležaja, predvsem iglice in kletke.

Kadar je izvedeno zadovoljivo mazanje, bodisi z mastjo ali oljem, in so ostali obratovalni pogoji normalni, določamo maksimalno dopustno vrtilno hitrost takole:

$$a) \text{ pri mazanju z oljem: } n_{max} = \frac{300\,000}{L_i} \text{ (vrt./min)} \quad (5)$$

$$b) \text{ pri mazanju z mastjo: } n_{max} = \frac{230\,000}{L_i} \text{ (vrt./min)} \quad (6)$$

kjer pomeni L_i premer kotaljenja notranjega prstana.

Primer: ležaj NK 40/20; mazanje z oljem;
 $L_i = 40$ mm:

$$n_{max} = \frac{230\,000}{40} = 5750 \text{ vrt./min}$$

To velja za vse vrste normalnih igličnih ležajev razen za kombinirane radialno-aksialne (kroglično-iglične). Pri morebitni uporabi igličnih ležajev z veliko natančnostjo je pri enakih obratovalnih pogojih in z oljnim mazanjem dopustna dvakrat večja vrtilna hitrost.
(Konec prihodnjič)

Avtor: ing. Franci Stariha, Tvornica MOL, Ljčki Osik