

$GD^2 = mgD^2$. Zaradi različnih vrednosti za g veličina GD^2 ni invariantna glede na pospešek sile teže g .

Zaključek

6.1. Veličinske enačbe so najpreglednejše, nazorne in se lahko naučimo z njimi zanesljivo računati, neutrudljiva kontrola pa je možna na vsaki stopnji računanja. So univerzalne, ker veljajo za kateri koli sistem enot, pa tudi za nesistematično skupino enot. Te prednosti veličinskih enačb so vzrok, da se njihova uporaba čedalje bolj širi. Ta razvoj podpira marsikje tudi standardizacija [3].

6.2. Številске enačbe, v katerih pomenijo simboli merska števila, so uporabne samo za določene enote. Z njimi avtor primora bralca, da mora računati prav s tistimi enotami, ki jih avtor najraje uporablja. V teh enačbah se pojavljajo tako imenovani »paraziti koeficienti«, ki zamegljujejo preglednost in napravljajo enačbe nenazorne, pri računu konkretnih primerov pa je treba zelo paziti,

da se ne prikrajajo računске napake. Po pedagoški plati so številске enačbe slabe, ker navajajo dijake, da se učijo zakonitosti v naravi v odvisnosti od enot, medtem ko veličinski račun temu nasproti zahteva proučevanje razmerij med veličinami ne glede na enote. To je naravno, kajti naravni procesi niso odvisni od tega, s čim jih ljudje merijo.

6.3. Prilagojene veličinske enačbe utegnejo biti morda kdaj koristne, če se ista enačba zaporedoma uporablja za preračunavanje cele vrste velikosti veličin.

Literatura:

[1] Brezinščak, M.: Mjere i sistemi jedinica, Tehnička knjiga, Zagreb 1961.

[2] Brezinščak, M.: Pouzdano računanje pomoću veličinskih jednadžbi, Elektrotehnički vjesnik (u tisku).

[3] Hochrainer, A.: Schreibweise physikalischer Gleichungen (Entwurf, DIN 1313), Elektronorm 51 (1961), No. 1—2, str. 31—34.

Avtor: ing. Marijan Brezinščak, Zagreb, Elektrotehnički institut poduzeća Rade Končar, Fallerovo šetalište 22, p. p. 304.

Popravek

V članku Đ. Taubkina: Nov preračun domačih klinastih jermenov, priobčenem v SV 1961—4/5, je treba na strani 93, v desni koloni, popraviti 22. vrsto od spodaj, v kateri mora biti pravilno: »za temperaturo okolice do + 40 °C«.

DK 621.822.8

Iglični ležaji — dandanes

FRANCI STARIHA

(Nadaljevanje in konec)

VPLIV TEMPERATURE NA OBRATOVANJE IGLIČNIH LEŽAJEV

Temperatura mesta, na katerem obratuje določen iglični ležaj, vpliva na več načinov. V glavnem je vsako prekomerno povečevanje temperature nezaželeno, ker predvsem zmanjšuje radialni zrak, vrh tega pa tudi neugodno vpliva na mazanje ležaja zaradi spremembe viskoznosti maziva, kar ima zopet druge posledice, posebno še, če se vse to dogaja pri velikih mehaničnih obremenitvah ležajnega sklopa in veliki vrtilni hitrosti.

Obratne temperature nad 100 °C zmanjšujejo nosilnost ležaja takole:

| | |
|------------|---------|
| pri 125 °C | za 5 % |
| pri 150 °C | za 10 % |
| pri 175 °C | za 15 % |
| pri 200 °C | za 20 % |

Pri temperaturah nad 200 °C se nosilnost ležaja hitro zmanjšuje.

Pri višjih temperaturah in v težjih obratovalnih pogojih nastajajo lahko resne posledice, zlasti popuščanje trdnosti materiala, kar povzroča hitro porušitev ležaja. V takih primerih je treba skrbeti za izdatno hlajenje ležajnega sklopa. Samo z odvajanjem toplote zmanjšujemo temperaturo na vrednosti, pri katerih ležaj lahko normalno obratuje.

UPORABNOST IGLIČNIH LEŽAJEV

Ceprav je iglični ležaj eden izmed najmlajših članov v družini kotalnih ležajev, saj je bil patentiran šele leta 1922 v Nemčiji, se je zdaj že tako prerinil v ospredje, da izpodriva vse ostale vrste kotalnih ležajev celo tam, kjer so do sedaj imeli popolno prednost. To morda ne velja toliko za Jugoslavijo, kjer so ti ležaji dandanes v primeri z drugimi malo v rabi, kar pa je mogoče nekako opravičiti. Naša industrija je razmeroma še zelo mlada, saj je bil pretežen del zgrajen tik pred vojno, med njo in po njej in sicer

v pogojih, ko ni bilo niti časa niti sredstev za kakršno koli eksperimentiranje. Dandanes pa so se razmere obrnile toliko na bolje, da so ustvarjeni vsi pogoji ne samo za smotno uvajanje in uporabo teh ležajev v lahki in težki industriji, temveč celo za njihovo domačo proizvodnjo, ki naj bi zadovoljevala glavne potrebe pri nas.

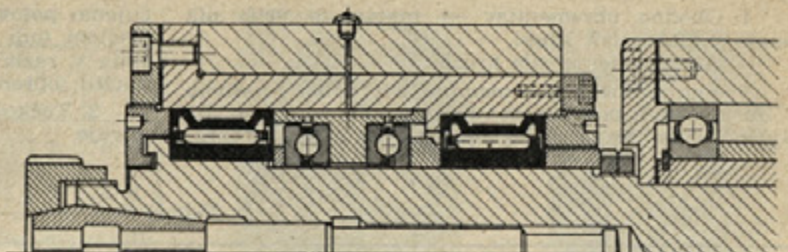
Kakšne pa so znatne prednosti igličnih ležajev pred ostalimi, ki omogočajo, da se njihova uporaba čedalje bolj širi po vseh panogah strojne tehnike? Te so:

1. majhne dimenzije in majhna teža nasproti ostalim ležajem, kar pomeni manjšo porabo prostora za vgraditev (sl. 3),
2. velika nosilnost in daljša življenjska doba,
3. velika dopustna vrtilna hitrost,
4. velika obratna varnost pri spremenljivem režimu obratovanja,
5. enostavna konstrukcija,
6. enostavna uporaba, vzdrževanje, montaža in demontaža,
7. možnost regulacije radialnega zraka in celo med obratovanjem (sl. 9),
8. velika izbira dimenzij, kar daje konstrukterju velike možnosti pri uporabi,
9. majhni stroški vzdrževanja in predvsem manjša poraba maziva,
10. sorazmerno enostavnejša proizvodnja sestavnih delov za ležaj,
11. možnost uporabe v vseh panogah strojne tehnike, od najbolj preciznih ležajnih sklopov raznih strojev in naprav do ležajnih sklopov za težko industrijo.

Te prednosti igličnih ležajev pred ostalimi kotalnimi ležaji, da ne govorimo o drsnih, omogočajo dandanes prehod na enostavnejše in funkcionalno boljše konstrukcije ležajnih sklopov pri raznih strojih in napravah.

Odlični uspehi z uporabo igličnih ležajev so bili doslej doseženi za delovna vretena in menjalnice nor-

Sl. 12. Konstrukcija ležajnega sklopa delovnega vretena na specialnem frezalnem stroju

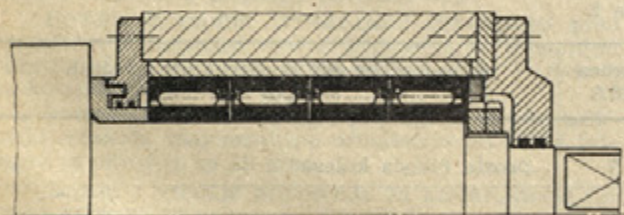


malnih, preciznih in težkih obdelovalnih strojev, v ležajnih sklopih raznih zobniških prenosov, menjalnikov, reduktorjev, elektromotorjev, črpalk, kompresorjev, raznih avtomatičnih strojev, za vodila pri raznih avtomatih, v letalski in motorni industriji itd.

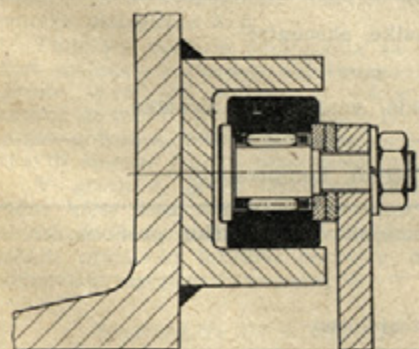
Izčrpen pregled uporabnosti igličnih ležajev bi terjal posebno obdelavo, ki pa presega okvir tega sestavka. V nadaljnjem navajam zato nekaj primerov za sodobne konstrukcije z igličnimi ležaji vseh vrst. Slika 12 kaže konstrukcijo delovnega vretena preciznega frezalnega stroja za maksimalno vrtilno hitrost 7000 vrt./min. Aksialne sile, ki se pojavljajo pri frezanju, prenašata dva normalna aksialna ležaja, vreteno samo pa se radialno vodi z dvema specialnima radialnima igličnima ležajema, ki omogočata spreminjanje radialnega zraka med obratovanjem.

Slika 10 ponazarja konstrukcijo vmesne osi štiristopenjskega menjalnika. Aksialne sile v obeh smereh prenašata dva aksialna iglična venca, radialno vodenje pa dosežemo z dvema normalnima radialnima igličnima ležajema. Jasno je, da morata biti obe kotalni površini na osi kakor tudi čelne kotalne površine zobnika in vmesnega obročka primerno mehanično in termično obdelane z zadostno površinsko trdoto.

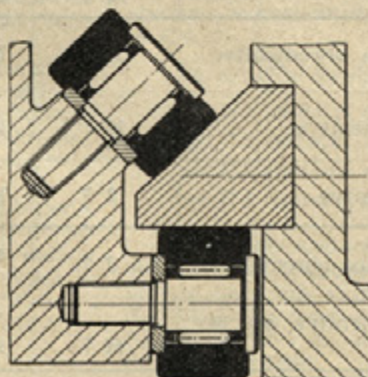
Slika 13 prikazuje ležajni sklop valja, valjčne proge za pločevino. V tem primeru se pojavljajo v glavnem radialne sile, in sicer precejšnje, zaradi če-



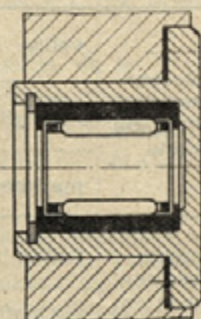
Sl. 13. Konstrukcija ležajnega sklopa valja za valjčno progo za pločevino z uporabo težkih vrst iglič. ležajev



Sl. 14. Konstrukcija ležajnega sklopa vodila za tekoči trak z uporabo valjčnega vodilnega kolesca



Sl. 15. Konstrukcija ležajnega sklopa vzdolžnih vodil podajalne mize na listni žagi z uporabo valjčnih vodilnih kolesc



Sl. 16. Način konstrukcije ležajnega sklopa z normalnim igličnim ležajem, ki je grajen v priležno pušo. Ležaj je proti aksialnim pomikom zavarovan z zunanjim umetnim obročkom.

sar uporabljamo v podobnih primerih več igličnih ležajev težke vrste, kolikor je pač v skladu z računom nosilnosti in življenjske dobe.

Sliki 14 in 15 kažeta dva primera za uporabo valjčnih vodilnih kolesc. V primeru na sliki 15 vidimo konstrukcijo ležajnega sklopa z uporabo valjčnega kolesca na vzdolžnem vodilu podajalne mize pri listni žagi. Slika 14 pa kaže primer za uporabo ležajnega sklopa valjčnega kolesca pri konstrukciji vodil za tekoči trak. Valjčna vodilna kolesca se posebno uspešno uporabljajo tudi kot vodila pri kopiranju raznovrstnih dirigiranih gibanj na avtomatičnih obdelovalnih strojih in tekstilnih avtomatih, pri tiskarskih strojih, pogonih z ekscentri itd.

Na slikah 7, 6 in 16 je videti še nekaj načinov za konstrukcijske rešitve uporabe raznih tipov igličnih ležajev.

IZBIRA PRILEGOV ZA LEŽAJNE SKLOPE Z IGLIČNIMI LEŽAJI

Kakor za druge kotalne ležaje, tako so tudi za iglične standardizirani prilegi v okviru mednarodnih predpisov, ki upoštevajo tolerance po ISA, s čimer je dosežena univerzalnost pri uporabi po vsem svetu, ne glede na to, kdo je proizvajalec in kdo uporabnik ležaja.

Konstrukterjeva naloga pri izbiri prilegov je potem samo, da glede na možnosti v ležajnem sklopu izbere najugodnejše tolerance ter tako doseže najboljše in najučinkovitejše prileganje, in sicer zunanega prstana v okrovu in notranjega na osi ali gredi. Poglavitna naloga pravilno izbranega priloga pa je, da preprečuje škodljivo premikanje ležajnih prstanov v radialni, tangencialni in aksialni smeri.

Predvsem je za pravilno izbiro prileganja važno, določiti karakter obremenitve ležaja v določenem ležajnem sklopu. Analogno kakor pri ostalih kotalnih ležajih razlikujemo naslednje obremenitve:

1. Obodno obremenitev — prstan se vrti, sila deluje v stalno isti smeri,
— prstan miruje, sila kroži.

V tem primeru obremenitve sila kroži relativno k mirujočemu prstanu in obratno. Tu izbiramo izključno samo tesna prilaganja, ker le s tem prepre-

čujemo potovanje prstanov v okrovu ali na čepih in obenem tudi obrabo stičnih ploskev, ki bi lahko nastala v različnih režimih obratovanja, zlasti pri sunkovitih obremenitvah.

2. Točkovna obremenitev — prstan miruje, sila miruje,

Tabela 1.

| Obratovalni pogoji | | Premer gredi ali osi v mm | Toleranca po ISA | Priporočljiv pri konstrukciji ležajnih sklopov za |
|--|--|-------------------------------|------------------|--|
| Točkovna obremenitev na notranjem prstanu | zaželena možnost lahke montaže | za vse dimenzije gredi in osi | g 6 | vsa kolesa na mirujočih gredih, kakor n. pr. vmesni zobniki, tekalna kolesa, vrvenice, tekalna kolesa tirničnih in cestnih vozil itd. |
| | za normalne primere brez posebnih zahtev | | h 6 | |
| | za zelo natančne ležajne sklope | | h 5 | |
| Obodna obremenitev na notranjem prstanu ali nedoločena obremenitev | majhne obremenitve | do 50 mm | j 5 | delovna vretena, zobniške prenose, brusilna vretena, elektromotorje, batne mehanizme, črpalke, kompresorje, ventilatorje, razne motorje, dvigala, obdelovalne stroje; v glavnem velja za vse konstrukcije v splošnem strojništvu |
| | normalne obremenitve | do 50 mm | k 5 | |
| | | 50...150 mm | m 5 | |
| | | nad 150 mm | n 6 | |
| | velike obremenitve, v težkih obratovalnih pogojih; sunki, nihanja, neenakomernost itd. | do 150 mm | n 6 | |
| nad 150 mm | | p 6 | | |

Tabela 2

| Obratovalni pogoji | | Toleranca po ISA | Priporočljiv pri konstrukciji ležajnih sklopov za |
|--|--|------------------|---|
| Obodna obremenitev na zunanjem prstanu | za velike in sunkovite obremenitve | P 7 | prosto tekoča kolesa |
| | normalne obremenitve | N 7 | tekalne valje, batne mehanizme |
| | majhne in spremenljive obremenitve | M 7 | vrvenice, tekalna kolesa |
| Nedoločena obremenitev na zunanjem prstanu | velike sunkovite obremenitve | M 7 | batne črpalke, ekscentre |
| | normalne obremenitve | K 7 | kompresorje, ventilatorje, črpalke |
| | majhne obremenitve | J 7 | kolenaste gredi, kompresorje |
| Točkovna obremenitev na zunanjem prstanu | velike in normalne obremenitve | J 7 | splošno strojništvo, zobniške prenose in podobno |
| | normalne obremenitve pri deljenih okrovih | H 7 | splošno strojništvo |
| Velika natančnost ležajnega sklopa | velika natančnost, srednje obremenitve brez sunkov in nihanj | K 6 | delovna vretena za brusilne, vrtalne, frezalne stroje, stružnice in ostale obdelovalne stroje |

Tabela 3

| Premer kotaljenja L_f v mm | C 1 | C 2 | Normal | C 3 | C 4 |
|---------------------------------|-----|-----|--------|-----|-----|
| 3...200 | n 5 | k 5 | h 5 | f 6 | e 6 |
| 200...400 | m 6 | j 6 | f 6 | e 6 | d 6 |

Označbe C 1 do C 4 pomenijo kvaliteto ležaja (glej pojasnilo pozneje!).

— prstan kroži, sila kroži z enako vrtilno hitrostjo.

Točkovna obremenitev se pojavlja, za razliko od obodne takrat, kadar sila relativno k prstanu miruje. V takih primerih običajno izbiramo rahle priloge, ker ni nevarnosti, da bi prstani potovali. Če pa želimo pritisk na ležaj porazdeliti enakomerneje, lahko izberemo tudi tesnejše priloge.

3. Nedoločena in nihajoča obremenitev.

V primerih, v katerih ni mogoče natančno določiti načina obremenitve zaradi spremenljivega režima obratovanja in sprememb med delovanjem stroja ali naprave, ki neposredno vplivajo na razmere v ležajnem sklopu, se po navadi odločamo za razmeroma tesne priloge, ker se s tem obvarujemo vseh nevšečnosti, ki bi lahko nastale zaradi nepravilne ocene obremenitve in izbire prilaganja.

V praksi se pojavljajo gornji primeri obremenitev zmeraj istočasno v enem ležaju. Vzemimo n. pr. normalni radialni ležaj, ki je vgrajen v zobniški gonilo tako, da je zunanji prstan v okrovu, notranji pa na vrteči se gredi, ki preko nasajenega zobnika prenaša vrtilni moment. Obodna sila zobnika, reducirana na os ležaja in gredi, deluje zmeraj v isti smeri (gonilo je enosmerno), zato je tesno nasajeni notranji prstan obremenjen s krožečo silo, ali — glede na gornjo razporeditev — z obodno obremenitvijo. Istočasno pa je mirujoči zunanji prstan obremenjen z mirujočo reakcijo, se pravi s točkovno obremenitvijo.

Prstane z rahlim prilaganjem zavarujemo pred premikom v aksialni smeri s posebnimi vzmetnimi obročki ali kakor koli drugače, kakor je v navadi za kotalne ležaje.

V tabelah onstran in gori je pregled, ki konstrukterju omogoča vsaj približno orientacijo pri izbiri prilogov za okrov in os ali gred.

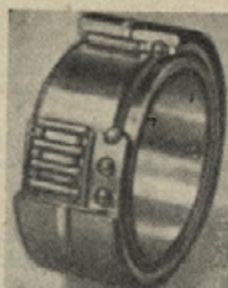
Tabela 1 vsebuje priporočila za konstrukterje pri izbiri najboljšega priloga za določen ležajni sklop. Gornje tolerance veljajo za polne osi iz ustreznega jekla s primerno obdelanimi površinami. Pri izbiri ustrežajočih prilogov za okrov je treba pregledati, za koliko se je zmanjšal radialni zrak. Za kombinirane radialno-aksialne kroglično-iglične ležaje je dopustno najtesnejše prilaganje k 5.

Tabela 2 vsebuje priporočila za konstrukterje pri izbiri prilogov v okrovu določenega ležajnega sklopa. Naštete vrednosti veljajo za jeklene in litoželezne okrove, medtem ko je za okrove iz lahkih kovin neogibno potrebno izbrati tesnejše priloge. Pri deljenih okrovih smemo izbrati najtesnejši prilog J 7.

V primeru, če v ležajnem sklopu uporabljamo iglični ležaj brez notranjega prstana, se pravi, da se iglice kotalijo neposredno po površini osi, smo dolžni določiti obdelavo kotalne površine osi po približnih vrednostih, navedenih v tabeli 3.

RADIALNI IN AKSIALNI ZRAK IGLIČNIH LEŽAJEV

Podobno kakor pri ostalih kotalnih ležajih imamo tudi pri igličnih med kotalnimi površinami radialni in aksialni zrak, ki je potreben za kompenzacijo dimenzij vseh prstanov in iglic v raznovrstnih režimih obrato-



Sl. 17. Radialno-aksialni, kroglično-iglični dvostranski ležaj



Sl. 18. Iglična puša

vanja. Glede na konstrukcijo in funkcijo igličnih ležajev je pojem aksialnega zraka več ali manj podrejenega pomena, medtem ko je pravilno določanje in izbiranje radialnega zraka izredno velikega pomena, tako za obratovanje ležaja kakor tudi za natančnost rotacije osi, od katere je odvisna natančnost stroja ali naprave.

V praksi razlikujemo dva pojma radialnega zraka, in sicer teoretični radialni zrak, ki je enak razliki med kotalnimi krogi obeh prstanov po eni strani in dvakratnim premerom iglic po drugi strani, kakor je to izraženo z naslednjo enačbo (sl. 8).

$$r_z = (D_{kz} - D_{kn}) - 2d_i \quad (7)$$

Radialni zrak, določen po gornji enačbi, velja samo za določen nevrtačen ležaj pri normalni temperaturi (dobimo ga za vsak ležaj iz tabel in katalogov posameznih proizvajalcev).

Drugi radialni zrak, to je obratni, pa tudi tisti, ki nastaja v ležaju med obratovanjem, ko nanj vplivajo obremenitve, najsi bodo mehanične ali tudi toplotne. Obe obremenitvi v odvisnosti od svoje velikosti sorazmerno zmanjšujeta teoretični radialni zrak tako, da nastajajo, če smo ga izbrali nepravilno, skrajno neprijetne posledice, ki so često povezane z znatno materialno škodo na stroju ali napravi.

Visoke, nadnormalne temperature zmanjšujejo radialni zrak v taki meri, da trenje med sestavnimi deli ležaja uničuje kotalne površine obeh prstanov in iglic, s čimer je praktično uničen tudi ležaj, vsaj tam, kjer je potrebno količjak natančnosti. Zato je treba pri izbiri ležaja za določen ležajni sklop dobro paziti, kakšna kvaliteta najbolj ustreza glede na dane obratovalne pogoje.

Dandanes izdelujejo iglične ležaje normalno v glavnem v naslednjih kvalitetah: C 1, C 2, Normal, C 3 in C 4.

Te označbe kvalitete pomenijo, da je

- pri C 1 radialni zrak manjši od C 2,
- pri C 2 radialni zrak manjši od NORMAL,
- pri C 3 radialni zrak večji od NORMAL,
- pri C 4 radialni zrak večji od C 3.

Natančne vrednosti za posamezne primere ležajnih dimenzij po kvalitetah so razvidne iz katalogov. Kot primer navajam razpon radialnega zraka v kvaliteti NORMAL. Za premer notranjega kotalnega kroga iglic D_{kn} (sl. 8) od 3 do 400 mm znaša radialni zrak od 10 do 200 mikronov.

Posebna izvedba radialnega igličnega ležaja INA (sl. 9) omogoča enostavno in uspešno regulacijo radialnega zraka med obratovanjem na stroju. Kakor je razvidno s slike, se z bočnim stiskanjem ležaja zmanjšuje kotalni krog in s tem radialni zrak. Na sliki 12, kjer

je prikazan ležajni sklop delovnega vretena pri preciznem frezalnem stroju, se vidi, kako je izvedeno bočno stiskanje ležaja s posebno matico. S privijanjem te matice se ležaj stisne in radialni zrak zmanjša, natančnost ležaja pa poveča.

Pri kakršnem koli mehničnem reguliranju radialnega zraka je obvezno potrebno zavrteti gred, da občutimo, kdaj trenje toliko naraste, da bi med obratovanjem lahko postalo nevarno za ležaj.

Dandanes vse iglične ležaje izdelujejo po načelu zamenljivosti, ki omogoča, da se v isti dimenzijski in tipni skupini posamezni sestavni deli ležajev brez nevarnosti pomešajo med seboj. To znatno olajšuje zamenjavo obrabljenih delov ležaja, pa tudi montaža novih ležajev je mnogo enostavnejša, ker ni treba paziti, da se pri večji količini posamezni deli ne bi zamenjali med seboj, kakor se to pogosto dogaja pri nēzamenljivih ležajih z včasih neprijetnimi posledicami.

Tovarne dobavljajo po naročnikovi želji tudi ležaje s posebnimi natančnostmi za različne specialne namene. Pri nas o tem ni posebnih predpisov, zato se poslužujemo katalogov posameznih tvrdk, ki so izdelani v okviru standarda DIN 620.

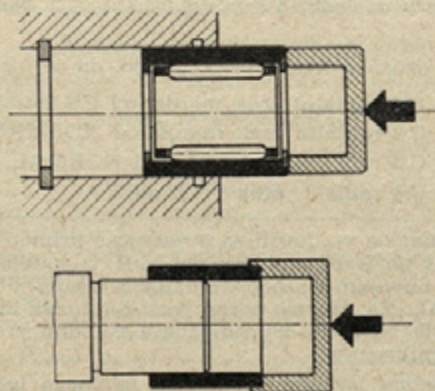
MONTIRANJE IN DEMONTIRANJE IGLIČNIH LEŽAJEV

Iglični ležaji vseh tipov in dimenzij so zelo precizni strojni elementi, tako da je razumljivo, da se mora z njimi ravnanje po ustaljenih in v praksi preizkušenih navodilih, ki onemogočajo vsako tehnično nasilje pri montaži, demontaži in vzdrževanju.

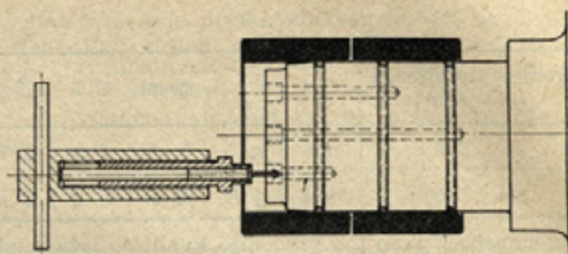
Za montažo uporabljamo vsa sredstva, ki so v rabi za montiranje kotalnih ležajev, od kladiva in puše do specialnih hidravličnih naprav, kar je pač odvisno od tipa in dimenzij ležaja ter od razmer na mestu, na katerem želimo vgraditi ležaj (sl. 19, 20).

V posameznih primerih montiramo ležaje ročno s kladivom in pušo iz mehke kovine, n. pr. bakra, medij in aluminija ali celo s primernim kosom trdega lesa. Neposredni udarci na čelo zunanega ali notranjega prstana so skrajno nevarni in nedopustni. Pri takem grobem montiranju bi namreč lahko prišlo do deformacij in napoklin kotalnih površin. Tam, kjer se iglični ležaji uporabljajo v večjih količinah kakor n. pr. v serijski proizvodnji, uporabljamo pri montaži posebne montažne mehanične naprave, ki omogočajo hitro in temeljito vgraditev večjih količin ležajev.

Pri tesnih prilegih moramo notranji prstan segreti, in sicer je dopustna maksimalna temperatura do 100 °C, tako da se prstan toliko razširi, da ga lahko



Sl. 19. Shema enostavne posamezne montaže notranjega in zunanega prstana igličnega ležaja s kladivom ali pod stiskalnico in vmesno pušo iz mehke kovine



Sl. 20. Princip montiranja notranjega prstana igličnega ležaja velikih dimenzij z »oljnim injektorjem«, t. j. z oljno črpalko, ki pod tlakom do 1200 at vzbrižgava olje med naležne površine prstana in osi ali gredi

brez težav natakemo na čep, s čimer po ohladitvi dosežemo potreben prileg. Priporočljivo je segrevanje v olju, kajti pri segrevanju na odprtem plamenu, bodisi v peči ali s plinskim gorilnikom, lahko poškodujemo občutljivo kotalno površino in zmanjšamo trdoto kotalne proge.

Pred montažo je treba ležaj izprati in ga dobro očistiti, da ne bi spričo nevestne montaže zaostali umazanija, prah, opilki in drugo med poznejšim obratovanjem povzročili zaribanja in porušitve ležaja.

Zadnje čase uporabljajo pri montaži notranjih prstanov zelo velikih dimenzij od 100 do 400 in več milimetrov premera gredi in osi posebne naprave, tako imenovane oljne injektorje (patent SKF), s katerimi se s pomočjo visokotlačnih črpalk, do 1200 atmosfer, vbrizgava olje pod ležajni prstan in s tem ustvarja med priležno površino prstana in gredjo oljni film, ki omogoča enostavno montažo prstana tudi pri zelo tesnih prilegih (sl. 20).

Pri montiranju zunanjih prstanov v okrovo z zelo tesnimi prilegi pa se pri večjih količinah dandanes uvaja ohlajanje prstanov v vtekočinjenem zraku, kar omogoča enostavno montažo brez uporabe večjih sil in brez nevarnosti, da se poškodujejo priležne površine okrova.

Demontaža igličnih ležajev je praviloma znatno težja od montaže. Obvladati je treba velike sile trenja, povečane zaradi korozije med priležnimi površinami. Zaradi tega skoraj zmeraj uporabljamo specialna orodja, ki so izdelana nalašč za to, da bi se notranji in zunanji prstani lahko demontirali hitro in enostavno, ne da bi se pri tem poškodovale priležne površine okrova in čepa kakor tudi ležaja samega, čeprav na ležaj sam zdaj ni treba več tako paziti kakor pri montaži, zlasti še, če je toliko poškodovan, da ni več raben.

Želeti je, da bi konstrukter že pri konstrukciji določenega ležajnega sklopa zasnoval možnosti za enostavno montažo in demontažo ležajev, da se ne bi pozneje pojavljale težave z izgubo časa in poškodbe na ležaju, okrovo in čepu.

MAZANJE IN VZDRŽEVANJE IGLIČNIH LEŽAJEV

Za mazanje igličnih ležajev veljajo vsa osnovna pravila, ki so v veljavi za vse ostale vrste kotalnih ležajev. Med sredstvi za mazanje razlikujemo mazanje z oljem in mazanje z mastjo.

Sistema mazanja z oljem se poslužujemo v vseh primerih, kadar obodna hitrost, merjena na kotalnem krogu, presega 12 m/s, pri temperaturi 60 °C. Največji problem, ki ga mora konstrukter rešiti pri uporabi sistema za oljno mazanje, je tesnjenje ležajnega sklopa. Za najboljše rešitve tesnjenja se zatekamo k navodilom proizvajalca igličnih ležajev in obilnim izkušnjam, razvidnim iz zadevne literature.

Najmanjša poraba olja za normalni ležaj srednjih dimenzij se giblje okrog 0,2 grama na uro, pri povečani vrtilni hitrosti pa se ta količina hitro stopnjuje. Natančne vrednosti se določajo po običajnem račun-

skem postopku. Za zelo velike vrtilne hitrosti se zadnje čase čedalje bolj uporablja sistem mazanja z oljno meglo, ki je zelo ekonomičen in uspešen. Razen teh dveh dobrih lastnosti pa ima še to prednost, da oljna megla odvaja odvečno toploto ter nam tako pomaga pri hlajenju ležaja, hkrati pa omogoča dodatno tesnjenje ležajnega sklopa. Za dovajanje olja do ležajnega sklopa uporabljamo znane klasične pripomočke, od črpalk do najpreprostejših mazalnih naprav. Edina razlika pri igličnih ležajih v primeri z ostalimi kotalnimi ležaji je ta, da so novejša izvedbe igličnih ležajev za oljno mazanje opremljene z mazalnimi luknjicami sredi kotalne površine zunanjega prstana, kakor je to razvidno s slike delovnega vretena preciznega frezalnega stroja. Če je ležaj napolnjen z oljem, tedaj moramo to olje zamenjavati najkasneje po $50 \cdot 10^6$ vrtljajev.

Mazanje z mastjo uporabljamo za ležaje, ki obratujejo z manjšimi obodnimi hitrostmi od 12 m/s. Mazanje z mastjo ni združeno z nobenimi posebnimi problemi za konstrukterja, saj je treba ležaj samo napolniti z ustrežajočo mastjo in jo po določenem času odstraniti ter nadomestiti z novo, dokler pač ležaj traja.

Kolikšna je življenjska doba masti, je odvisno od masti same in obratovalnih pogojev, zaradi česar je kazno, pred odločitvijo o izbiri določene masti posvetovati se s tvrdko, ki je mast izdelala, ker samo ta lahko najbolj svetuje. Mazanje z mastjo ima določene prednosti pred mazanjem z oljem, ker je zelo enostavno za izvedbo in zanesljivo ter dovod masti ni odvisen od pomožnih in dovodnih naprav kakor pri olju, omogoča dobro tesnitev in za silo ščiti ležaj pred

škodljivimi zunanji vplivi, vlago, prahom, različni mehničnimi delci in telesi, ki bi v dotiku s kotalnimi površinami ležaja lahko povzročili poškodbe. Najneugodnejša stran mazanja z mastjo pa je ta, da omejuje zgornjo mejo vrtilne hitrosti.

Dandanes je za mazanje igličnih ležajev najprimernejša in največ v rabi mehka litijeva maščoba, ki jo lahko uporabljamo do 110°C .

Kadar ležaj obratuje na mestu z visoko temperaturo, moramo poskrbeti za hlajenje. Za kakšen sistem hlajenja se odločimo, je odvisno od mnogih faktorjev, ki so značilni za razmere v določenem ležajnem sklopu, o čemer pa ni znana nobena splošno znana rešitev.

V vseh primerih pa, kadar koli nimamo natančnih podatkov in navodil za konstrukcijo ležajnega sklopa in izbiro ležaja, je najboljša rešitev zmeraj tista, za katero se odloči dober in izvežban konstrukter, ki je sposoben osvetliti uporabo igličnih ležajev z vseh strani in svoje izkušnje dopolniti s splošno veljavnimi predpisi o konstrukciji in gradnji ležajnih sklopov ter uporabi kotalnih ležajev vobče.

Uporabljena literatura:

1. Hans Unger: Wälzlager-Handbuch.
2. Eschman-Hasbargen: Die Wälzlagerpraxis.
3. G. B. Lurje: Technologie der Wälzlagerherstellung.
4. I. N. A.: Masskatalog 56 mit Ergänzung 57.

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

DK 625.44

POROČILA

ENOTIRNIČNA SEDLASTA ŽELEZNICA SISTEMA ALWEG BOJAN KOVAČIČ

1. Zahteve po novem transportnem sistemu — osnovna oblika

Leta 1951 je bil v Kölnu ustanovljen raziskovalni center, ki je imel nalogo ustvariti takšno progovno vozilo, da bi bilo pri največji možni hitrosti (300 km/h) tehnično popolnoma varno in ekonomično za vzdrževanje in gradnjo. To vozilo naj bi bilo uporabljivo za potniški in tovarni promet na dolgih progah kakor tudi v mestnem prometu. Raziskovalno delo je finansiral industrialec dr. Axel L. Wenner Gren, po katerem je sistem tudi poimenovan.

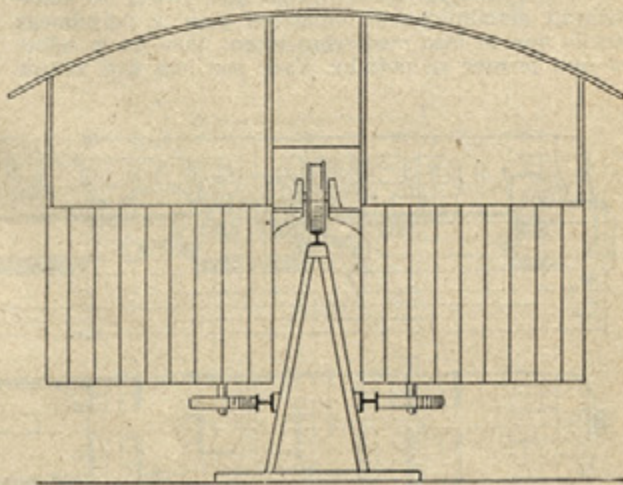
Konstrukterji so izoblikovali prometno sredstvo s progo v obliki ozkega vodoravnega nosilca s prerezom pokončnega pravokotnika na stebrih, na katerem vozilo jaha. Promet teče visoko nad tlemi. Pri veliki hitrosti je moteči vpliv zemeljskega površja na gibanje vozila zaradi ustvarjanja vrtnicev zelo velik, zaradi česar mora biti spodnji rob vozila vsaj 1,2 m nad površjem. Brez znatnega povečanja gradbenih stroškov je mogoče to mero povišati na 4 do 5 m. S tem so dvignili vozilo nad že obratujoče prometne zveze in odpravili križanje v isti ravnini, kar je znaten prispevek k prometni varnosti. Razen tega je mogoče z različno višino opornih stebrov izravnati manjše terenske neravnosti in prečkati potoke in manjše reke brez gradnje mostov.

2. Izvedba proge

Kakor je že rečeno, je tir železobetonski nosilec, ki leži na stebrih. Nosilec ni narejen na kraju samem, ampak v tovarni v obliki 15 do 20 m dolgih odsekov, ki so standardne kakovosti in v natančnih merah. Za nosilce v krivini je bil izdelan kalup iz jeklene pločevine, ki ga je mogoče kriviti tako, da je potreben samo en kalup za vse krivinske radije.

Poseben problem je kretnica. Ta je izvedena v obliki upogljivega votlega nosilca iz aluminijeve zlitine, obloženega s plastično maso, ki je dolg 30 m in na enem koncu vpet. S premikanjem prostega konca v horizontalni smeri se lahko nosilec krivi do srednjega krivinskega radija 400 m in povezuje dva prosta konca betonske proge. Ni treba razlagati, da je taka kretnica precej draga; zato je njihovo število zmanjšano na minimum.

3. Vozila sistema Alweg so sedlasto oblikovana in omogočajo najboljšo povezavo vozila in proge, kar je pri zamišljeni veliki hitrosti izredno pomembno za varnost prometa. Ta oblika je povzeta po Behrovem patentu, ki je ob koncu prejšnjega stoletja zgradil sedlasto vozilo (sl. 1).



Sl. 1. Behrovo vozilo