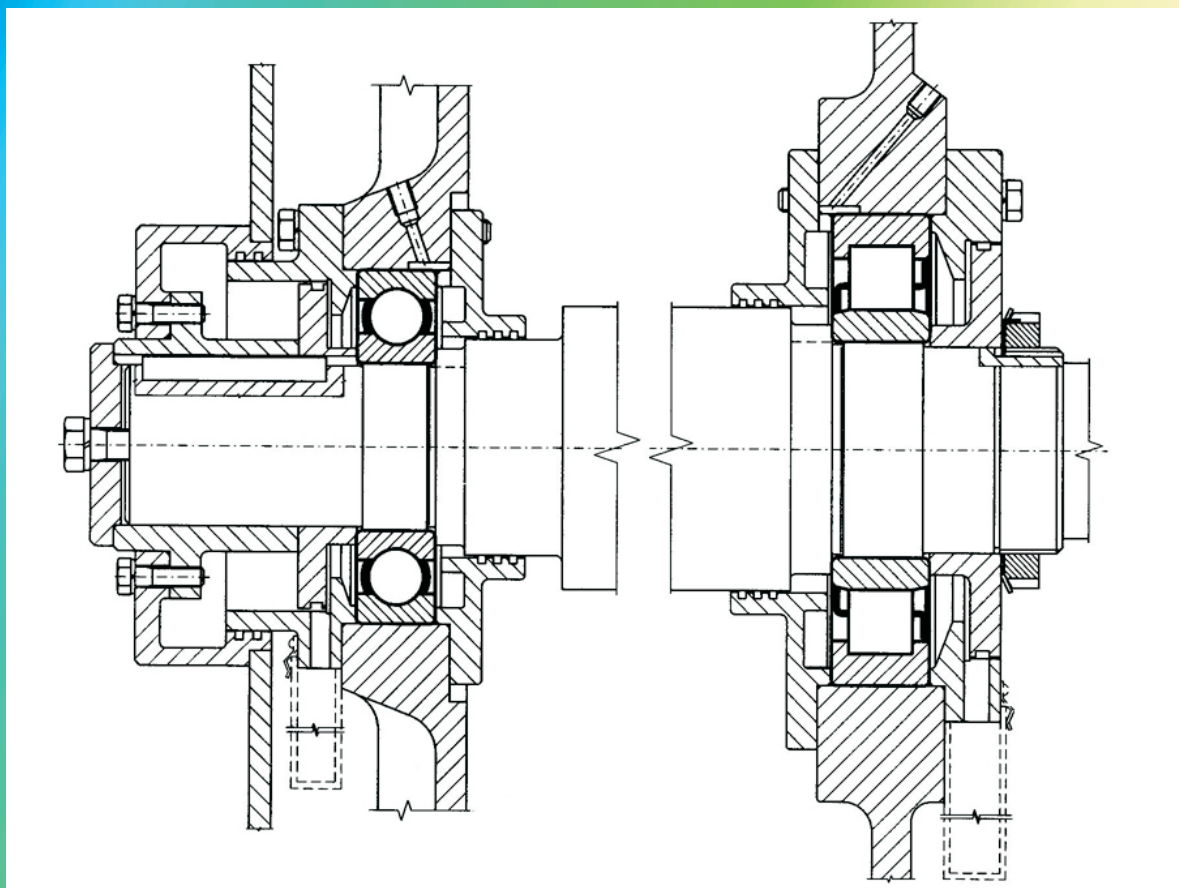




PUBLIKÁCIA KINEX MDPVL 02/2010 SK

MONTÁŽ, DEMONTÁŽ A PORUCHY VALIVÝCH LOŽÍSK



MONTÁŽ, DEMONTÁŽ A PORUCHY VALIVÝCH LOŽÍSK

Spolehlivá prevádzka valivých ložísk nezávisí len od samotnej **kvality ložísk**. Životnosť valivého ložiska ovplyvňujú aj ďalšie faktory, najmä **prevádzkové prostredie, odborná montáž a správna údržba**.

Stroje je potrebné udržiavať v dobrom prevádzkovom stave. Okrem zabezpečenia potrebnej súososti uloženia je nutné chrániť ložiská aj pred externými teplotami, vlhkosťou a znečistením.

Musí byť zvolený správny postup montáže a výber vhodného náradia, aby nedošlo k poškodeniu ložísk pri montáži.

Dodržiavanie plánov mazania a údržby, kontrola prevádzkových podmienok je dôležitým predpokladom pre maximálnu životnosť ložísk.

1.1 Uskladňovanie valivých ložísk

Najvhodnejšie podmienky pre skladovanie ložísk sú v suchých a bezprašných priestoroch s približne stálou teplotou. Ložiská sa musia uskladniť originálnom nepoškodenom obale a vyberajú sa až bezprostredne pred montážou. Veľké ložiská sa ukladajú na ležato a po celom obvode podopreté, aby sa krúžky nedeformovali.

Ložiská sú u výrobcu nakonzervované na dobu uskladnenia do 24 mesiacov.

Skladovacie podmienky musia zodpovedať týmto požiadavkám :

- Teplota v sklade má byť v rozsahu od 5°C do 35°C. Výkyv teploty počas 24 hodín nesmie prekročiť 5°C.
- Valivé ložiská sa nesmú ukladať do regálov z čerstvého dreva, priamo k studeným stenám alebo na kamennú podlahu.
- Relatívna vlhkosť vzduchu nesmie prekročiť 60%. Pri vyššej relatívnej vlhkosti vzniká nebezpečenstvo korózie.
- Ložiská nesmú byť uložené bezprostrednej blízkosti vykurovacieho alebo vodovodného potrubia.
- Ložiská sa nesmú vystavovať priamemu slnečnému žiareniu.
- V spoločnom priestore s ložiskami sa nesmú uskladňovať chemikálie (kyseliny, čpavok, chlórové vápno a pod.), ktoré pôsobia korozívne na valivé ložiská.

Každý sklad ložísk musí byť vybavený vlhkomerom a teplomerom.

1.2 Vplyv veľkosti vôle v ložisku na jeho životnosť a presnosť chodu

Veľkosť radiálnej vôle ložiská v ustálených prevádzkových podmienkach ovplyvňuje životnosť valivého ložiska a spoľahlivosť prevádzky uloženia ako aj presnosť chodu otáčajúceho sa hriadeľa (vretena). Veľmi veľká radiálna vôľa pôsobí že vonkajšie zaťaženie sa rozloží na menší počet valivých telies, čím vzrastie ich zaťaženie a zhorší sa aj presnosť chodu hriadeľa. Prevádzková vôľa valivého ložiska závisí od veľkosti jeho vôle v nenamontovanom stave, od veľkosti presahu uloženia vonkajšieho a vnútorného krúžku a od teplotného spádu medzi krúžkami. Prevádzkovú vôľu nemožno zmerať počas chodu, takže môže vzniknúť aj negatívna vôľa, čiže predpätie a z toho vyplývajúce predčasné zničenie ložiska. Aj keď väčšia vôľa v prevádzke nemusí ložisko rýchlo zničiť, vplyva na zníženie jeho únosnosti a trvanlivosti.

Axiálna vôľa radiálnych ložísk väčšinou nemá v uložení veľký význam.

Axiálne ložiská nemajú pracovať s vôľou, pretože môže dôjsť k nepriaznivému preklzávaniu valivých telies medzi obežnými dráhami krúžkov vplyvom odstredivých síl a krútiacich momentov. Pri vysokej obvodovej rýchlosti môžu pri axiálnych guľkových ložiskách guľky kĺzať šikmo k smeru valenia vplyvom krútiaceho momentu, takže vznikajú špirálové stopy zadrenia.

1.3 Vzťah stupňa presnosti valivého ložiska k prevádzke uloženia

Presnosť rozmerov a presnosť chodu valivých ložísk je medzinárodne normalizovaná.

Pre väčšinu úložných strojov a zariadení vyhovuje normálny stupeň presnosti PO. Ložiská s vyššími presnosťami ako PO sa používajú na uloženia vyžadujúce vyššiu presnosť chodu, napr. na uloženie vretien obrábacích strojov, prístrojov a podobne a tiež vtedy, keď ložisko prekračuje medznú frekvenciu otáčania. Vtedy sa musia vyrobiť aj pripojovacie súčiastky uloženia vo vyšších tolerančných stupňoch. Na dosiahnutie zvýšenej presnosti chodu uloženia je potrebné zabezpečiť aj dostatočnú tuhosť uloženia pri premenlivom zaťažení, malé kolísanie teplôt v ložiskách a možnosť nastavenia vôle v ložiskách.

1.4 Konštrukcia uloženia s valivými ložiskami

Konštrukcia uloženia musí byť taká, aby pri montáži a v prevádzke nevznikali prídavné zaťaženia neprístupným vzájomným naklopením ložiskových krúžkov, axiálnym zovretím (preťažením) ložísk pri montáži a vplyvom dilatácie hriadeľa a telesa počas prevádzky. Preto sa už pri konštrukcii musí dbať na zabezpečenie súososti úložných miest, na dostatočnú tuhosť pripojovacích súčiastok a ich rozmerov. Osobitnú pozornosť treba venovať konštrukcii uloženia z hľadiska mazacieho systému a utesnenia ložiskového priestoru.

Pri tukovom mazaní treba zabezpečiť možnosť pravidelného domazávania ložiska. Ak sú domazávacie intervaly krátke, je potrebné zabudovať do telesa odstrekovalč maziva, aby sa ložiskový priestor nepreplnil tukom a ložisko neprehrialo. Mazanie olejom sa používa vtedy, keď z hľadiska prevádzkových otáčok a teplôt nemožno použiť tukové mazanie, keď sú ložiská uložené v priestore, v ktorom sa použije olej na mazanie iných súčiastok, napr. ozubených kolies.

Voľba spôsobu mazania olejom (olejovým kúpeľom, obehové, kvapkacie, vstrekovacie alebo olejovou hmlou) závisí na prevádzkových podmienkach a mazacom systéme daného strojného zariadenia. Konštrukčné riešenie musí byť také, aby ložiská mali dostatočné množstvo oleja nie len pri normálnej prevádzke, ale aj pri rozbehu stroja. Nadmerné množstvo oleja zvyšuje jeho teplotu.

MONTÁŽ VALIVÝCH LOŽÍSK

2.1 Voľba spôsobu montáže

Upevnenie ložiska	Spôsob montáže	Montážne zariadenie
Valcový čap		
Malé ložisko	za studena	montážne puzdrá, kladivo mechanický alebo hydraulický lis
	za tepla	indukčné zariadenie ohrievacia platňa ohrievacia skriňa
stredné ložisko	za tepla	indukčné ohrievacie zariadenie ohrievacia skriňa teplovzdušný ohrievač olejová ohrievacia vaňa
veľké ložisko	za tepla	indukčné ohrievacie zariadenie teplovzdušný ohrievač olejová ohrievacia vaňa
kuželový čap		
malé ložisko	za studena	upínacia matica, hákový kľúč, lis
stredné ložisko	za studena	upínacia matica, hákový kľúč, hydraulická matica, olejové čerpadlo
veľké ložisko	za tepla	ohrievacie zariadenie, hydraulické zariadenie
upínacie a sťahovacie puzdro		
malé ložisko	za studena	upínacia matica, hákový kľúč, hydraulická matica, olejové čerpadlo
stredné ložisko	za studena	upínacia matica, hákový kľúč, hydraulická matica, olejové čerpadlo
veľké ložisko	za tepla	ohrievacie zariadenie, hydraulická matica, olejové čerpadlo

malé ložisko : priemer diery < 75 mm
 stredné ložisko : priemer diery 75 až 200 mm
 veľké ložisko : priemer diery > 200 mm

2.2 Montážne pracovisko

Ložiská je potrebné chrániť pred nečistotami, cudzími telesami a nárazmi, preto je nevyhnutné zvoliť bezprašné suché montážne pracovisko. Na montážnom pracovisku sa nesmú robiť upravovať žiadne súčiastky (pilovať, brúsiť, zvärať a podobne), ani používať stlačený vzduch, aby sa piliny, prach a iné cudzie telesá nedostali do ložiska. Pri vniknutí cudzích telies ako napríklad prach brusivo a podobne do ložiska vytvoria s mazadlom materiál, ktorý poškodzuje obežné dráhy, valivé telesá a klietku. Tým sa znižuje presnosť ložiska. Hrubšie nečistoty, ktoré vniknú do ložiská, sa valivými telesami zavalujú do obežných dráh, poškodia ich a ložisko je predčasne vyradené z prevádzky.

2.3 Príprava ložísk na montáž

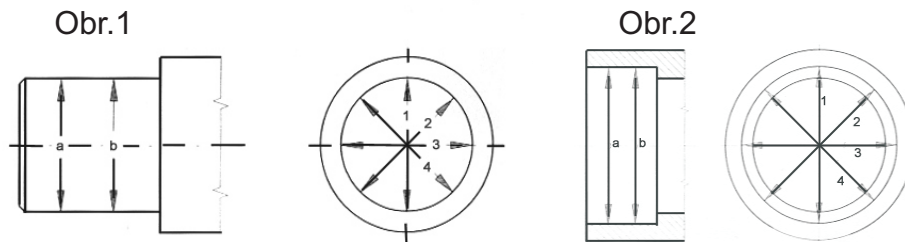
Pred začatím montáže je potrebné skontrolovať, či označenie na obale a označenie na ložisku súhlasí s údajmi na výkrese. Dôležité je, aby okrem základného označenia súhlasilo s údajmi na výkrese aj doplnkové označenie, ktoré určuje konštrukčné vyhotovenie ložísk.

Výrobca ložísk chráni ložiská proti korózii konzervačným olejom, ktorý je neutrálny k bežným plastickým mazadlám a olejom a má dobre mazacie vlastnosti. Preto sa ložiská pred montážou nevymývajú. Ak sa na mazanie ložísk používa mazací tuk s syntetickým olejom je nutné ložiska vymyť.

Na vymývanie ložísk je vhodné použiť ekologické umývacie stoly, ktoré zabezpečujú celý systém čistenia, vrátane likvidácie odpadu a dôsledne rešpektujú zákony a smernice EU, týkajúce sa odpadového hospodárstva, životného prostredia a bezpečnosti práce.

2.4 Príprava súčiastok uloženia na montáž

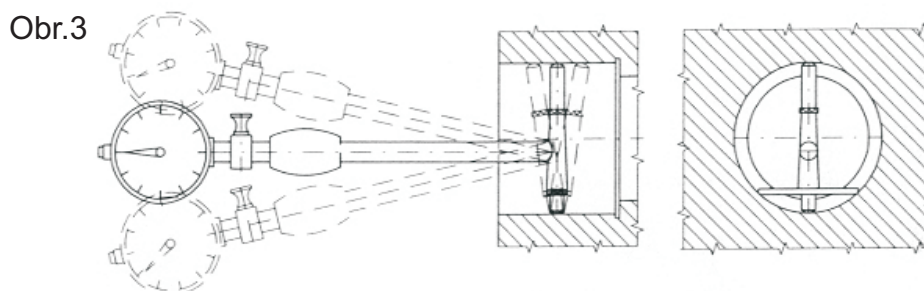
Pred montážou sa musia všetky súčiastky dôkladne očistiť a zbaviť ostrín po obrábaní. Dôkladne sa musia prečistiť aj diery na mazanie a závity. Uložené plochy súčiastok je potrebné vyrobiť v rámci určených tolerancií. Prekročenie prípustných rozmerových a tvarových odchýlok, nedodržanie kolmosti oporných čelných plôch pre ložiskové krúžky, majú za následok narušenie prevádzky ložiská. Preto je nevyhnutné pred montážou dôkladne prekontrolovať dodržanie predpísaných rozmerov úložných plôch na hriadeľi a v telese. Ak nie sú na výkrese špeciálne údaje, platí všeobecne, že oválnosť a kužeľovitosť nesmú prekročiť polovicu tolerančného poľa. Ďalej je nutné skontrolovať osadenie a zaoblenie priechodov na hriadeľi. Na čelách osadení nesmú byť ryhy ani iné poškodenia. Pri kužeľových úložných plochách sa musí skontrolovať kruhovitosť, uhol kužeľa a priamosť povrchu kužeľovej plochy. Kužeľovitosť hriadeľa musí súhlasiť s kužeľovitosťou diery vnútorného krúžku. Pri väčšine typov ložísk je kužeľovitosť 1:12, pri niektorých typoch ložísk 1:30. Na obrázku 1 je znázornené meranie priemeru hriadeľa a na obr. 2 meranie otvoru ložiskového telesa.



Meranie sa vykonáva dvoch rovinách a v každej z týchto rovin sa vykonávajú 4 merania.

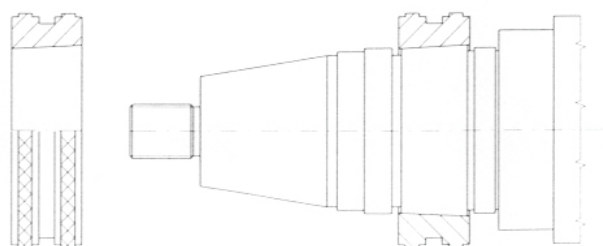
2.5 Kontrola úložných plôch

Na meranie hriadelov sa používa strmeňový mikrometer, ktorý sa nastavuje kontrolným etalónom. Ložiskové telesá sa merajú dutinovým meradlom, ktoré sa taktiež nastavuje kontrolným etalónom. Na vyhodnocovanie sa používa číselníkový odchyľkomer (obr. 3) s presnosťou 0.001 mm.



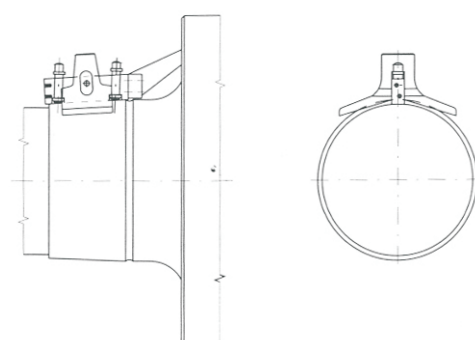
Najjednoduchším meradlom na malé kužeľové úložné plochy je kužeľová mierka (obr. 4). Farbou na tuširovanie sa zisťuje, či kužeľovitost' čapu súhlasí s mierkou a koriguje sa tak dlho, až mierka dosadá po celej šírke.

Obr.4



Na presnú kontrolu kužeľových úložných plôch sú vyvinuté špeciálne prístroje (obr. 5). Pomocou porovnávacieho kužeľa alebo segmentu sa s nimi dá presne merať kužeľovitost' a priemer úložnej plochy pre ložisko.

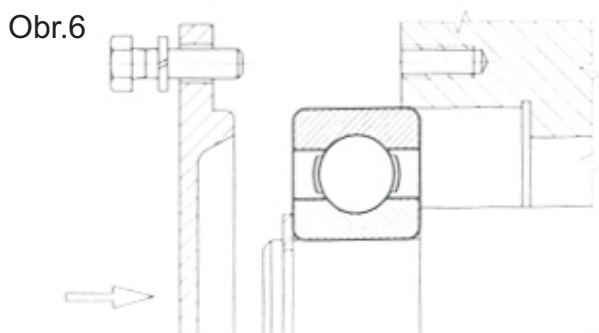
Obr.5



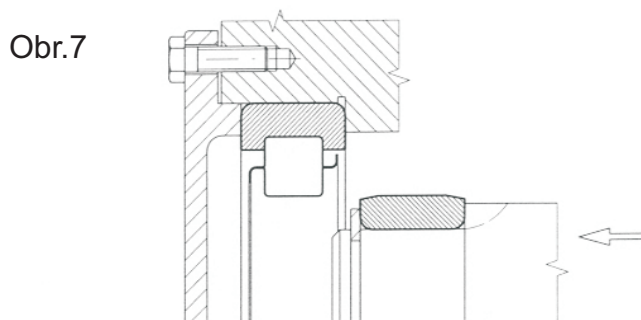
2.6 Montáž za studena

2.6.1 Valcové úložné plochy

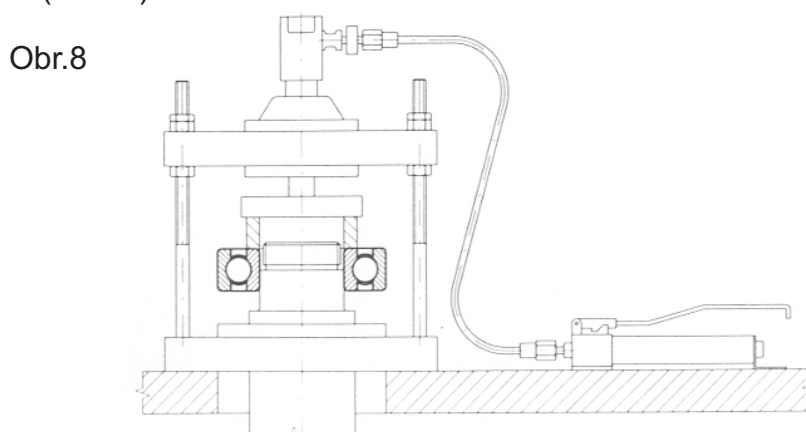
Rôzne konštrukcie a veľkosti ložísk si vyžadujú rôzne montážne postupy. Pri montáži nerozoberateľných ložísk (obr. 6) napr. jednoradových guľkových ložísk musí montážna sila pôsobiť vždy na pevne lícovaný krúžok. Tento krúžok sa montuje najskôr. Ak pôsobí pri montáži vnútorného krúžku sila na vonkajší krúžok, prenáša sa cez valivé telesá, pričom môže dôjsť k poškodeniu týchto telies ako ich obežných dráh krúžkov.



Pri rozoberateľných ložiskách (obr. 7) je montáž jednoduchšia, obidva krúžky sa môžu montovať jednotlivo. Po nalisovaní sa vnútorný krúžok s čapom zasunie do vonkajšieho krúžku. Aby pri zasúvaní krúžku do ložiska nevznikli ryhy na funkčných plochách ložiska, musí sa s ním skrutkovite pootáčať.



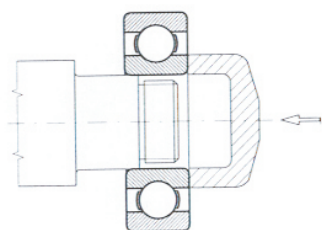
Malé ložiská do priemeru diery asi 75 mm sa pri obvyklom lícovaní môžu nalisovať na hriadeľ za studena. Hriadeľ a diera v ložisku sa otrú čistou handrou a slabo naolejújú alebo natrú montážnou pastou. K montáži za studena sa používa mechanický alebo hydraulický lis. (obr. 8)



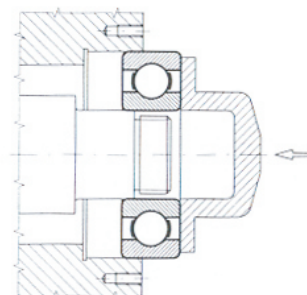
Ak nie je k dispozícii lis, môže sa ložisko pri lícovaní s malým presahom naraziť na čap ľahkými údermi kladiva na montážne puzdro. V žiadnom prípade sa ložiskový krúžok nesmie priamo narážať kladivom. Na montáž sú vhodné montážne puzdra z polyamidu odolnému proti úderom, alebo z mäkkej ocele (obr. 9) s rovinnou čelnou plochou. Priemer tohto puzdra má byť o niečo väčší ako priemer diery ložiska, vonkajší priemer puzdra nesmie byť väčší ako priemer čela vnútorného krúžku, nakoľko vzniká nebezpečie poškodenia kletky.

Ak má vnútorný krúžok pevné uloženie a vonkajší krúžok v telese posuvné uloženie, nalisuje sa ložisko najskôr na hriadeľ a potom sa zasunie spoločne s hriadeľom do telesa. Ak majú obidva krúžky pevné lícovanie, montujú sa súčasne. V tom prípade dosadá prípravok na obidva krúžky (obr. 10).

Obr.9

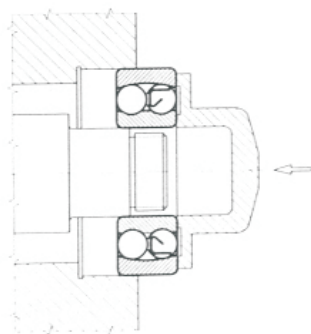


Obr.10



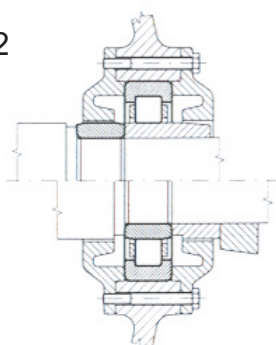
Pri niektorých typoch dvojradowých naklápacích guľkových ložísk prečnievajú guľky cez šírku krúžkov. Montážny prípravok musí mať z uvedeného dôvodu vybranie (obr.11).

Obr.11



Pri ložiskových telesách zo zliatiny ľahkého kovu môže pri lisovanom uložení nastať poškodenie dosadacích plôch. Preto je účelné ložiskové teleso nahriať alebo ložiská ochladiť. Teplota krúžkov ložiska nesmie klesnúť pod -50°C . Pri väčších valčekových ložiskách môžu valčeky zachytávať následkom vôle v kletke až čelnú plochu vnútorného krúžku. Montáž uľahčí montážne puzdro, ktoré navedie valčeky na obežnú dráhu (obr. 12)

Obr.12



Pri montáži valčekového ložiska s jednou prírubou na vnútornom krúžku (Typ NJ) sa nastaví vhodná vôľa v mm medzi valčkami a prírubou na vnútornom krúžku podľa tabuľky 1.

Tab. 1

veľkosť ložiska	diera	Priemerové rady		
		NJ 2	NJ 3	NJ 4
04	20	0,55	0,55	0,6
05	25	0,55	0,55	0,8
06	30	0,6	0,6	0,9
07	35	0,75	0,75	0,95
08	40	0,8	0,8	1,0
10	50	0,8	0,8	1,1
12	60	1,0	1,0	1,3
14	70	1,1	1,1	1,5
16	80	1,25	1,25	1,6
18	90	1,5	1,5	1,8
20	100	1,65	1,65	1,9
22	110	1,95	1,95	2,1
24	120	2,0	2,0	2,4
26	130	2,0	2,0	2,7
28	140	2,15	2,15	2,8
30	150	2,3	2,3	3,0
32	160	2,5	2,5	3,1
34	170	2,65	2,65	3,1
36	180	2,65	2,65	-

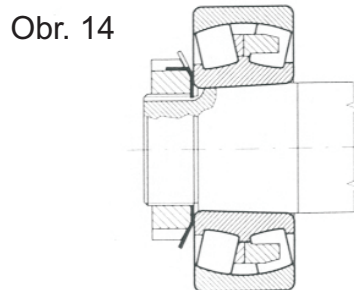
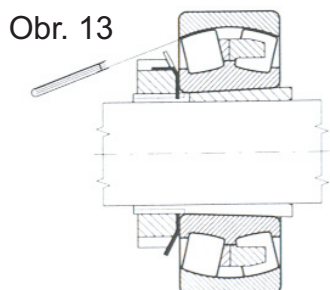
2.6.2 Kuželové úložné plochy

Ložiská s kuželovou dierou sa upevňujú buď priamo na kuželový hriadeľ, alebo pomocou upínacieho alebo sťahovacieho puzdra na valcový hriadeľ. Úložné plochy na hriadeľ, na puzdre a v diere ložiska sa môžu pred montážou ľahko naolejovať. Pri nasúvaní ložiska na kužel sa vnútorný krúžok ložiska rozťahuje, čím sa znižuje radiálna vôľa. Zmenšenie radiálnej vôle sa určuje ako rozdiel medzi radiálnou vôľou pred montážou a po montáži ložiska. Radiálna vôľa sa meria pred montážou, pri nasúvaní ložiska na kužel sa stále kontroluje, až sa dosiahne potrebné zmenšenie a tým správne upevnenie na hriadeľ.

Namiesto zmenšenia radiálnej vôle sa môže merať axiálne posunutie ložiska na kuželi. Hodnoty zmenšenia radiálnej vôle sú v kapitole **Tabuľky**. Radiálna vôľa sa meria štrbinovými mierkami (obr.13). Pri dvojradových súdkových ložiskách je potrebné merať radiálnu vôľu v oboch radoch súdkov. Iba pri rovnakej vôľe v oboch radoch súdkov je zaručené, že vnútorný krúžok nie je axiálne presadený oproti vonkajšiemu krúžku.

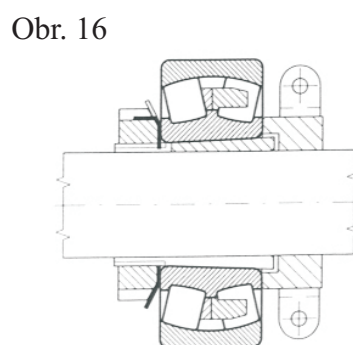
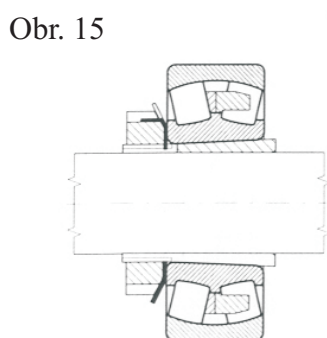
Pri valčekových ložiskách sa môže vnútorný a vonkajší krúžok montovať oddelene. Ak je vnútorný krúžok odoberateľný, môže sa namiesto zmenšenia radiálnej vôle merať roztiahnutie vnútorného krúžku strmeňovým mikrometrom. Na nalisovanie ložiska na kuželovú úložnú plochu sa používa hydraulické alebo mechanické zariadenia.

Malé a stredné veľké ložiská sa môžu upevniť na kužeľový čap pomocou upínacej matice (obr. 14). Na uťahovanie matice sa používa hákový kľúč.



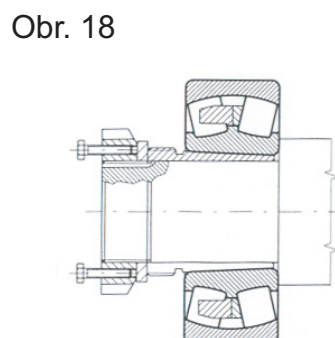
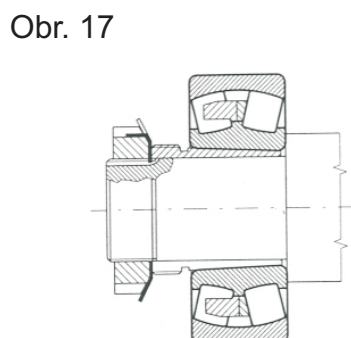
Ložiská s upínacím puzdrom (obr.15) na kužeľovú plochu puzdra pomocou upínacej matice. Pred montážou sa skontroluje stav puzdra matice a podložky. Na ložisku sa odstráni z diery a povrchu konzervačný prostriedok a zmeria sa radiálna vôľa. Pri montáži sa nasadí najprv na čap upínacie puzdrom potom sa nasunie ložisko, poistná podložka a matica. Priťahovaním matice sa ložisko nasúva na kužeľ tak dlho, až sa jeho radiálna vôľa zmenší na predpísanú hodnotu.

Pri veľkých ložiskách je sila na nalisovanie značne veľká. Odporúča sa preto natrieť závit matice a jej čelnú plochu zmesou oleja a koloidného grafitu. Upínacie puzdrá sa najviac používajú pri hladkých hriadeľoch, podložkou (obr. 16), ktorá sa po montáži odstráni.



Pri montáži ložiska na sťahovacie puzdro sa najskôr očistia všetky montážne plochy. Ložisko sa nasadí na hriadeľ a do medzery medzi hriadeľ a dieru ložiska sa zasúva sťahovacie puzdro (obr.17) tak ďaleko, až sa dosiahne potrebné zmenšenie radiálnej vôle.

Pri väčších ložiskách je potrebná väčšia sila na zatlačenie puzdra. V takýchto prípadoch uľahčuje montáž upevňovacia matica s pritlačacími skrutkami (obr.18).



2.7 Montáž za tepla

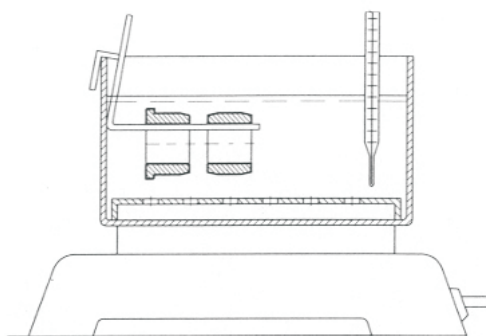
Sila potrebná nalisovanie krúžku kvadraticky vzrastá s lineárnym zväčšením rozmerov ložiska pri rovnakom plošnom tlaku. Preto je účelné väčšie ložiská montovať za tepla alebo pomocou tlakového oleja. Montáž za tepla je výhodná pre ložiská s valcovou dierou, tlakový olej je výhodnejší pre ložiská s kužeľovou dierou. Obidva spôsoby môžu byť použité pre obidva tvary dier. Vyhovujúce rozťahnutie krúžkov na ľahké nasunutie ložiska sa dosiahne zahriatím

Na 70 až 80 °C. Vyššie teploty (nad 100°C) znižujú tvrdosť ložiska a jeho trvanlivosť a môžu zmeniť aj jeho rozmery (okrem ložísk stabilizovaných pre prevádzku pri vyššej teplote). Ložiská s krytmi (2Z, 2ZR) s tesnením (2RS, 2RSR) s môžu ohrievať maximálne do teploty 80°C, ale nikdy nie v olejovom kúpeli.

2.7.1 Ohrievanie v olejovom kúpeli

Na ohrievanie ložísk v oleji je najvýhodnejší transformátorový olej. Ložiská sa položia na rošt alebo zavesia (obr.19) nad rošt umiestnený nad dnom zahrievacej nádoby, aby sa zabránilo ich priamemu styku s ohrievacím dnom a tak aj prehriatiu krúžkov. Teplota oleja má byť od 70 až 80°C a musí byť kontrolovaná a regulovateľná. Montáž ložísk sa uľahčí skrutkovitým pootáčaním montovanej súčiastky na čap. Po vychladnutí sa ešte krúžok dorazí montážnym puzdrom tak, aby po celom obvode dosadal na oporné čelo.

Obr. 19



2.7.2 Ohrievanie na ohrievacej platni a v ohrievacej skrini

Ložiská s dierou menšou ako 100 mm sa zohrievajú elektrickými ohrievacími platňami vybavenými regulátorom teploty. Na ohrievanie väčších ložísk s dierou 100 až 300 mm sú vhodné špirálové ohrievače, ktoré majú regulátor teploty s presnosťou $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Na ohrev väčšieho množstva malých a stredných ložísk sú vhodné elektrické ohrievacie skrine so zabudovaným regulovateľným termostatom a ochranným zariadením proti prehriatiu ložísk.

2.7.3 Ohrievanie v teplovzdušnom ohrievači

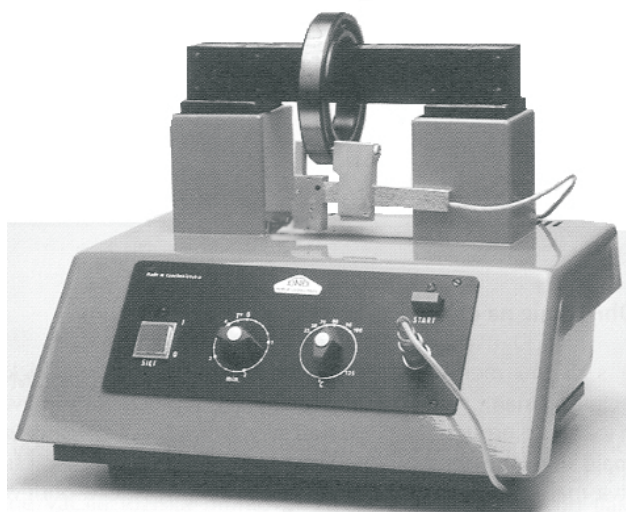
Spoločným a čistým spôsobom je ohrievanie ložísk v teplovzdušnom ohrievači. Teplota je regulovaná termostatom. Týmto spôsobom sa zabráni i znečisteniu ložísk. Nevýhodou je, že ohrievanie trvá pomerne dlho, preto pri sériovej montáži musia byť k dispozícii pomerne veľké ohrievače.

2.7.4 Indukčné ohrievanie

Na rýchlu, spoľahlivú a čistú montáž sa tepla aj pri menšom počte ložísk je výhodné použiť zariadenie na indukčné ohrievanie. Na obr. 20 je zariadenie na indukčné ohrievanie ložísk POL-15.

Zariadenie je určené na ohrievanie ložísk všetkých typov ako i ložísk obojstranne utesnených a krytovaných, od priemeru diery 15 mm a do šírky 115 mm. Širšie ložiska resp. súčiastky podobného typu možno ohrievať s použitím príložiek magnetického obvodu, ktoré sú príslušenstvom zariadenia.

Obr. 20



2.7.5 Indukčné montážne zariadenia

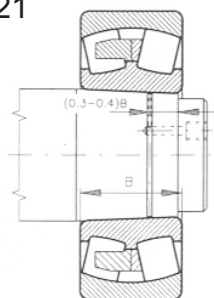
Indukčné montážne zariadenie poskytuje možnosť ohrievať vnútorné krúžky valčekových a ihlových ložísk s priemerom diery od 100 mm. Toto zariadenie je hospodárne vtedy, keď sa vykonáva sériová montáž veľkého množstva vnútorných krúžkov valčekových ložísk ako napr. u nápravových ložísk koľajových vozidiel, alebo v zariadeniach hút a valcovní.

2.8 Montáž ložísk tlakovým olejom

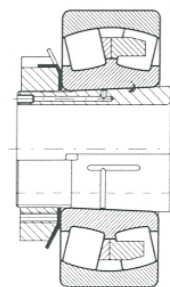
Metóda montáže tlakovým olejom spočíva v tom, že medzi stykové plochy sa privedie olej pod tlakom asi 12,5 až 75 MPa. Olejový film oddelí vnútorný krúžok ložiska a čap natoľko, že sa môže po sebe posúvať s minimálnou silou bez rizika poškodenia povrchu. Na montáž tlakovým olejom sa má používať čistý minerálny olej. Väčšinou vyhovuje ľahký minerálny olej s viskozitou 45 až 68 mm² s⁻¹ pri 40°C. výhodnejšie je používať menej viskózný olej, ktorý po montáži spoľahlivo unikne zo styčných plôch uloženia. Na vtlačenie oleja medzi stykové plochy krúžku a čapu sú v hriadelí drážky, prírodné kanáliky (obr. 21), ako aj prípojovacie závitky na olejový injektor alebo na koncovku olejového čerpadla.

Pre veľké ložiská upevnené na hriadeľi upínacími alebo sťahovacími puzdrami sa používajú puzdrá s drážkami na tlakový olej. Sťahovacie puzdrá majú drážky po povrchu a v diere. Upínacie puzdrá (obr. 22) majú drážky na povrchu a prívod oleja na strane závitú alebo na strane kužeľa.

Obr. 21



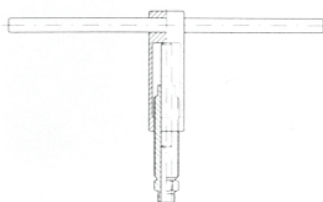
Obr. 22



Pre malé a stredné rozmery je na rozdelenie tlakového oleja vhodný olejový injektor (obr. 23), ktorý má podľa veľkosti obsah oleja 10 až 25 cm³ a môže sa s ním dosiahnuť tlak až 250 MPa.

Pre stredné a veľké rozmery, keď je potrebné väčšie množstvo oleja, je výhodnejšie olejové čerpadlo napr. ručné (obr. 24).

Obr. 23



Obr. 24

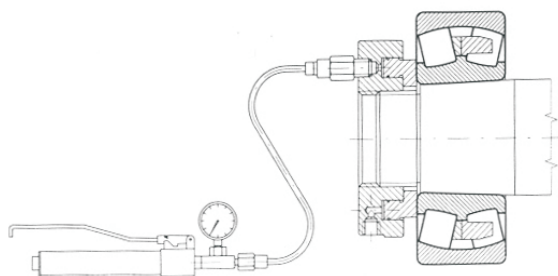


2.8.1 Montáž ložísk s kužeľovou dierou

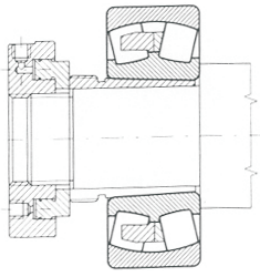
Pevné uloženie vnútorného krúžku ložiska s kužeľovou dierou sa dosiahne nalisovaním na hriadeľ, pričom sa vnútorný krúžok pružne roztiahne a pôsobí zmenšenie radiálnej vôle v ložisku. Meradlom pre dostatočné pevné uloženie na kuželi je veľkosť zmenšenia počiatkovej radiálnej vôle. Zmenšenie radiálnej vôle je rozdiel medzi radiálnou vôľou pred a po montáži. Preto sa musí najskôr meraním zistiť skutočná hodnota radiálnej vôle pred montážou. Pri nalisovaní ložiska na kužeľ sa kontroluje vôľa tak dlho, až sa dosiahne jej potrebné zmenšenie, a tým aj požadovaná pevnosť uloženia. Na nalisovanie sa používajú upevňovacie matice, odtlačacie skrutky alebo hydraulické matice (obr. 26 , 25 , 27).

Hydraulické sťahovacie a upínacie puzdrá majú podľa veľkosti pripojovacie závitú na prívod tlakového oleja. Čerpadlo (obr. 24) s vysokotlakovou hadicou sa pripojuje k puzdru pomocou skrutkovania, redukcie a oceleovej rúrky.

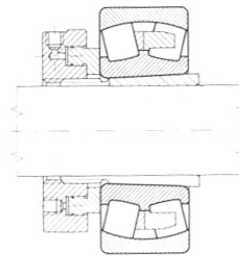
Obr. 25



Obr. 26

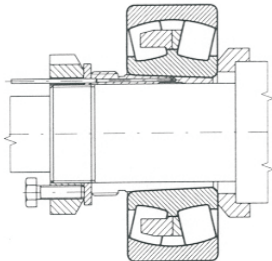


Obr. 27

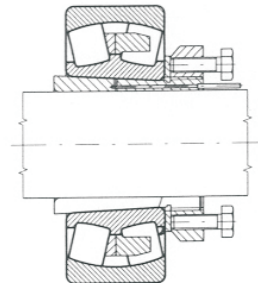


Pri montáži sa vtláča olej medzi stykové plochy. Axiálna montážna sila sa dosahuje 6 alebo 8 odtlačacími skrutkami v matici, ktorá je na skrutkovaná na hriadeli (obr. 28) lebo na upínacom puzdre (obr. 29).

Obr. 28



Obr. 29



Montážna podložka zabraňuje poškodeniu sťahovacieho puzdra alebo ložiska odtlačacími skrutkami. Pri zalisovaní sťahovacieho puzdra prechádza prívod oleja maticou naskrutkovanou na hriadelí. Axiálne posunutie ložiska alebo sťahovacieho puzdra sa určí podľa požadovaného zmenšenia radiálnej vôle. Pri meraní radiálnej vôle sa musí ložisko odľahčiť od tlaku oleja.

Ak sa na montáž použije tlakový olej, je potrebné po dosiahnutí predpísaného zmenšenia radiálnej vôle a uvoľnení tlaku oleja nechať ložisko podľa veľkosti ešte 15 až 30 minút pod predpätím matice alebo skrutiek, aby olej z kuželových plôch vytiekol.

2.9 Montáž jednoradových kuželíkových ložísk

Kuželíkové ložiská sa montujú s pravidla vo dvojiciach. Axiálna vôľa takejto dvojice sa nastavuje pri montáži. Podľa požiadaviek na uloženie sa volí veľkosť predpätia alebo vôle ložísk.

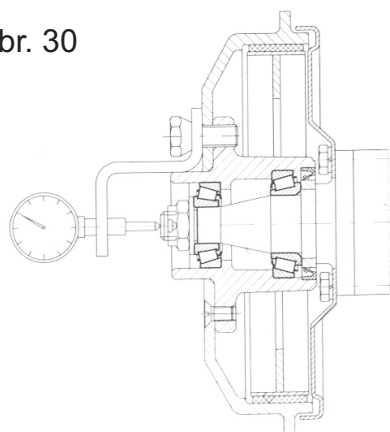
Veľké zaťaženie a vysoké otáčky zvyšujú teplotu uloženia a tým aj dilatáciu hriadeľa. V dôsledku tepelnej dilatácie sa vôľa v ložiskách mení. Či sa v priebehu prevádzky vôľa zväčší alebo zmenší, závisí na usporiadaní ložísk. Vplyv na vôľu má tiež materiál hriadeľa, telesa ako i vzájomná vzdialenosť oboch ložísk.

Ak sa vyžaduje v uložení malá vôľa alebo predpätie, nastavuje sa vôľa postupne a po každom nastavení sa musí urobiť skúška, pri ktorej sa kontroluje teplota ložísk. Tým sa zabezpečí, aby vôľa nebola príliš malá a ložiská sa neprehriali. Pri skúšobnej prevádzke sa uloženie ustáli tak, že vôľa sa už počas prevádzky nemení.

Pre správne určenie teploty ložísk pri stredných a vysokých otáčkach otáčkach a strednom zaťažení platí: keď sa do uloženia neprivádza žiadne teplo od iného zdroja, môže dosiahnuť teplota ložísk pri skúšobnej prevádzke 50°C až 65°C. Pri správnej určenej vôli by mala teplota klesnúť a ustáliť sa. Ak stúpa teplota i po tejto dobe, je vôľa v ložiskách malá.

Vôľa alebo predpätie sa v dvojici ložísk dosiahne uvoľnením alebo pritiahnutím matice (obr.31) alebo pomocou pružín. Pri sériovej montáži je výhodné použiť prípravok (obr.30). Pri meraní axiálnej vôľa sa musí otáčať ložiskami v oboch smeroch, aby kuželíky dosadli do správnej polohy na funkčné plochy ložiska. Axiálna sila pôsobiaca v oboch smeroch ukáže na číselníkovom odchytkomere veľkosť vôľa.

Obr. 30



Na obr. 31 je vyobrazené vymedzenie vôľa pomocou kalibrovannej podložky, ktorá sa vkladá pod veko. Hrúbka podložky určuje axiálnu vôľu. Pri nastavení prepätia pomocou matice sa vychádza z nulovej vôľa, t.j. z ľahkého dotiahnutia matice. Axiálne podpätie alebo vôľa, t.j. axiálny posuv ložiskového krúžku sa prepočíta podľa stúpania závitu na pootočení matice podľa:

$$\varphi = \frac{360 \cdot \Delta}{s}$$

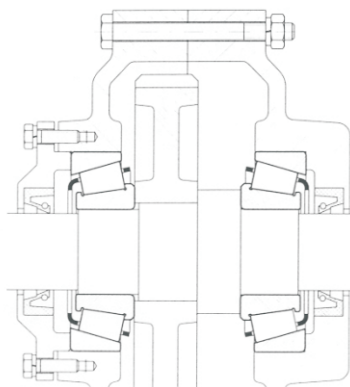
Δ - axiálne predpätie alebo vôľa

φ - uhol pootočenia matice

s - stúpanie závitu

Rozhranie medzi axiálnou vôľou a predpäťm v nastaviteľnom uložení predstavujú nulovú vôľu.

Obr. 31



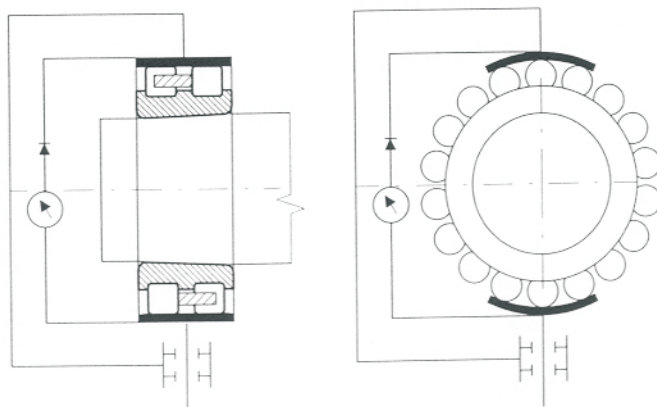
2.10 Montáž dvojradových valčkových ložísk s kuželovou dierou

Montáž ložísk NN30K vyžaduje špeciálny postup. Veľkosť radiálnej vôľe alebo predpätia sa určí z premerania obežnej dráhy a obalovej kružnice valčkov špeciálnymi meradlami. Radiálna vôľa týchto ložísk je uvedená v časti **Tabuľky**.

Pri montáži sa volí meradlo v závislosti konštrukcie ložiska podľa toho, ktorý krúžok je odoberateľný. Pri valčkových ložiskách je daná radiálna vôľa alebo predpätie rozdielom priemeru obežnej dráhy vonkajšieho krúžku a obalovej kružnice valčkov.

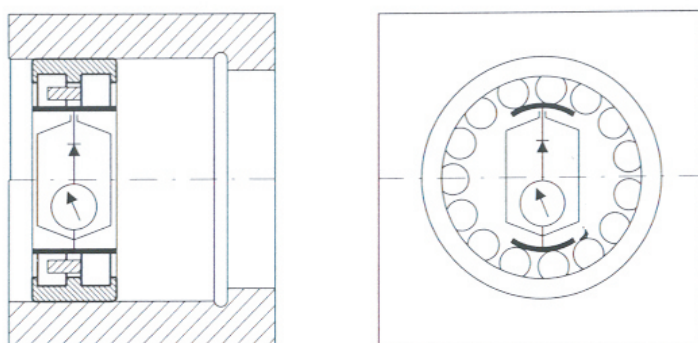
Na obr. 32 je uvedený princíp meradla pre meranie ložísk NN30K. Pri montáži sa postupuje tak, že sa najskôr zmeria meradlom priemer obežnej dráhy na namontovanom vonkajšom krúžku. Tento priemer sa preniesie na meradlo obalovej kružnice valčkov a meradlo sa nasadí na vnútorný krúžok s valčkami. Vnútorný krúžok sa posunie tak ďaleko na kužel, až kým mikrokátor neukáže hodnotu predpísanej vôľe alebo prepätia.

Obr. 32



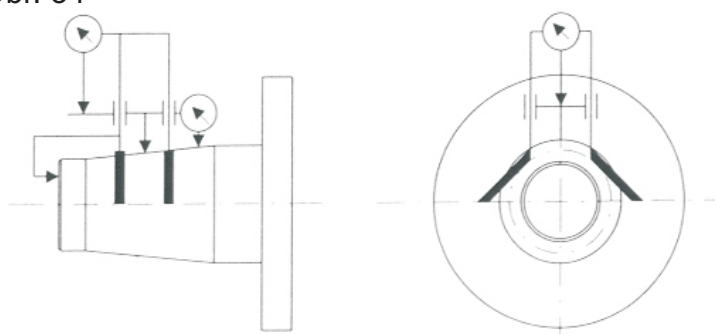
Pri valčkových ložiskách NNU49K je udaná radiálna vôľa alebo predpätie rozdielom priemeru obalovej kružnice valčkov a obežnej dráhy vnútorného krúžku. Princíp meradla obalovej kružnice pre tieto ložiská je na obr. 33. Meradlo sa vloží do namontovaného vonkajšieho krúžku s valčkami a nastaví sa priemer obalovej kružnice. Meradlo sa preniesie priemer obalovej kružnice na vnútorný krúžok. Nasúvaním vnútorného krúžku na kužel sa dosiahne požadovaná vôľa resp. predpätie. Priemery obežných dráh sa merajú bežnými meradlami s presnosťou 0,001 mm.

Obr. 33



Pred montážou sa skontroluje kužeľ špeciálnym meradlom (obr.34). Jazdec sa opiera štyrmi kalenými, brúsenými a lapovanými lištami, zvierajúcimi uhol 90°, o kužeľ. Zarážkou na prednej alebo zadnej strane jazdca je meradlo presne axiálne nastavené. Medzi lištami sú meracie sane, vedené na predopnutých valčekových ložiskách, ktoré svojím meracím dotykom dosadajú na kužeľ. Na telese meradla je mikrokátor, ktorý sa opiera o sane a udáva odchýlky od priemeru kužeľa. Druhý mikrokátor je na meracích saniach a opiera sa priamo o kužeľ a meria odchýlku kužeľovitosti. Meradlo sa nastavuje pomocou kužeľovej mierky. Presnosť merania je 1 μm .

Obr. 34



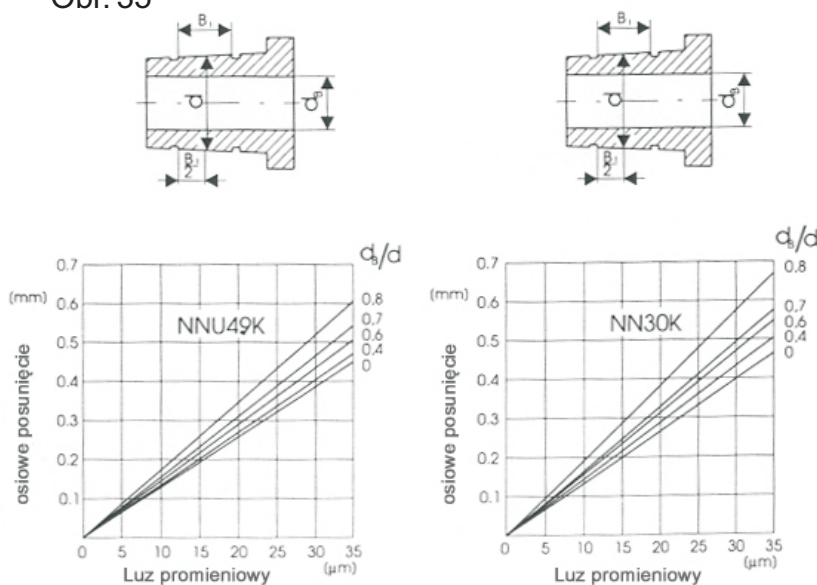
Ak nie sú k dispozícii tieto meradlá, môže sa nastaviť radiálna vôľa alebo predpätie axiálnym posunutím na kuželi. Doporučuje sa malá merateľná vôľa (tab. 2).

Tab. 2

Diera ložiska	Od /mm/	80	80	180	280	400
	Do /mm/		180	280	400	500
Radiálna vôľa	μm	10	10	15	20	25

Z tejto nameranej vôle sa určí veľkosť axiálneho posunutia z diagramu na obr. 35.

Obr. 35



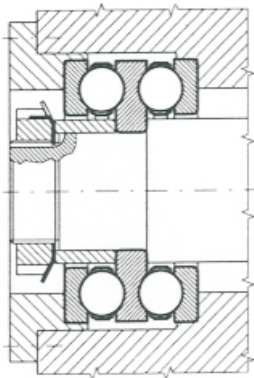
Pri ložiskách, ktoré sa montujú s predpäťm, sa doporučuje overiť skúškou teplotu uloženia. Aký spôsob montáže je účelné v jednotlivých prípadoch voliť, to závisí na konštrukcii uloženia, na veľkosti a type ložiska.

Pri skúšobnom chode vysokootáčkových vretien sa kontroluje sledovaním teploty ložísk správnosť nastavenia vôľu alebo predpätia v ložiskách. Skúšobný chod tak dlho, až kým sa teplota ložísk nestabilizuje. Podľa veľkosti stroja je doba skúšky 1 až 3 hodiny. Ako smerná hodnota teploty pre správne volenú vôľu alebo predpätie je prípustná ustálená teplota 50 °C až 60°C.

2.11 Montáž axiálnych ložísk

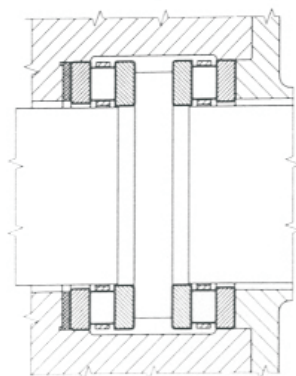
Hriadeľové krúžky axiálnych ložísk sú obyčajne uložené posuvne, telesové krúžky sú vždy uložené v vôľou. Pri obojsmerných axiálnych ložiskách musí byť hriadeľový krúžok axiálne zovretý (obr. 36 a 37). Nastavenie predpätia je rovnaké ako pri kuželíkových ložiskách. Axiálne ložiská, ktoré v prevádzke majú vysoké otáčky, musia byť trvale predpätie, aby sa zaistilo správne odvaľovanie valivých telies. Predpätie sa dosiahne pomocou matice (obr. 36)

Obr. 36



alebo kalibrovannej podložky (obr. 37), prípadne pomocou pružín.

Obr. 37

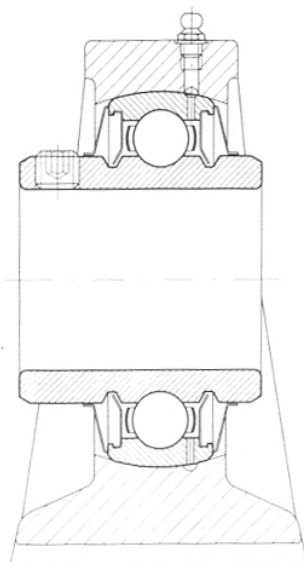


2.12 Montáž jednoradových guľkových ložísk s guľovým povrchom a širším vnútorným krúžkom (upínacie ložiská)

Pred montážou prekontrolujeme, či je hriadeľ vyrobený v požadovaných toleranciách. V prípade, že telesá nie sú dodané ako ložiskový celok, t.j. s namontovanými ložiskami, namontujeme ložiská do telies.

Ložisko (obr. 38) vložíme do vybrání v diere telesa a pootočíme do správnej polohy pomocou ocelevej rúrky vlozenej do diery ložiska. Poloha domazávacieho otvoru musí súhlasiť s polohou domazávacej drážky v diere telesa. Takto je celý komplet pripravený na montáž na hriadeľ. Ložisko zaistíme na hriadeľi až po upevnení telesa k opornej ploche.

Obr.38



DEMONTÁŽ VALIVÝCH LOŽÍSK

3.1 Voľba spôsobu demontáže

Upevnenie ložiska	Spôsob demontáže	Demontážne zariadenie
valcový čap malé ložisko	mechanicky	sťahováky
stredné ložisko	mechanicky hydraulicky tepelne	sťahováky hydraulické zariadenie indukčné zariadenie ohrievací prstenec
veľké ložisko	hydraulicky tepelne	hydraulické zariadenie indukčné zariadenie ohrievací prstenec
kuželový čap malé ložisko	mechanicky hydraulicky	sťahováky hydraulické zariadenie
stredné ložisko	hydraulicky	hydraulické zariadenie
veľké ložisko	hydraulicky	hydraulické zariadenie
upínacie puzdro malé ložisko	mechanicky hydraulicky	tyčka, kladivo hydraulické zariadenie
stredné ložisko	mechanicky	tyčka, kladivo, mechanický lis
veľké ložisko	hydraulicky hydraulicky	hydraulické zariadenie hydraulické zariadenie
sťahovacie puzdro malé ložisko	mechanicky hydraulicky	sťahovacia matica hydraulické zariadenie
stredné ložisko	mechanicky hydraulicky	sťahovacia matica hydraulické zariadenie
veľké ložisko	hydraulicky	hydraulické zariadenie

malé ložisko : priemer diery < 75 mm

stredné ložisko : priemer diery 75 až 200 mm

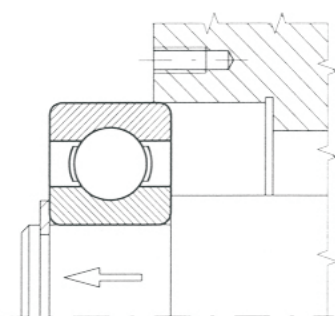
veľké ložisko : priemer diery > 200 mm

3.2 Mechanické spôsoby

3.2.1 Demontáž ložísk s valcovou dierou

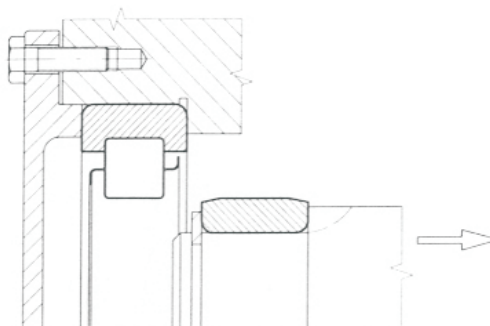
Ak sa majú ložiská a pripojovacie súčiastky uloženia znova použiť, musia sa demontovať vhodným zariadením v suchom a bezprašnom pracovnom prostredí tak, aby sa nepoškodili. Demontážny prípravok sa má opierať len o ten krúžok, ktorý je práve demontovaný. Sila potrebná na demontáž sa nesmie prenášať cez valivé telesá, lebo by došlo k poškodeniu funkčných plôch ložísk. U nerozoberateľných ložísk sa najskôr demontuje krúžok, ktorý je uložený posuvne (obr.39).

Obr. 39



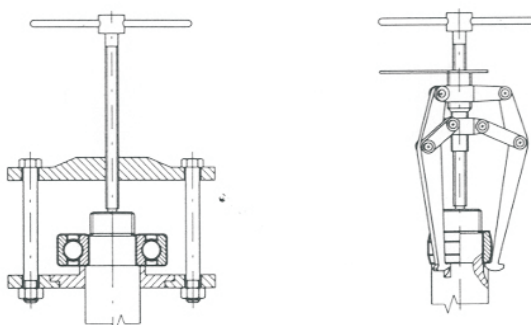
Na sťahovanie ložiskového krúžku, ktorý je uložený pevne, je obvyčajne potrebná väčšia sila na lisovanie v dôsledku pevného dosadnutia montážnych plôch. Pri rozoberateľných ložiskách sa krúžky dajú demontovať jednotlivo (obr. 40).

Obr. 40



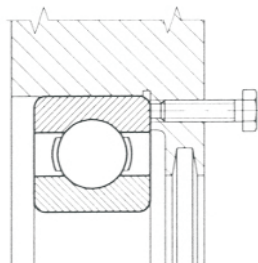
Na sťahovanie malých ložísk sa väčšinou používajú mechanické sťahováky (obr.41) alebo hydraulické lisy, ktorých sťahovacia sila pôsobí na pevne uložený krúžok buď priamo, alebo cez opornú súčiastku, napr. labyrintový krúžok.

Obr. 41

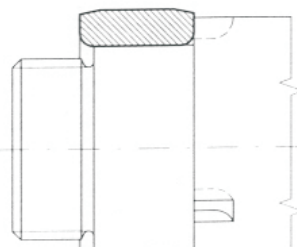


Demontáž ložísk sa uľahčí, ak pri konštrukcii zariadenia boli navrhnuté otvory so závitom pre demontážne odtláčacie skrutky (obr. 42) alebo drážky pre sťahovák, ktorý sa môže zachytiť priamo za ložiskový krúžok (obr. 43, 44.)

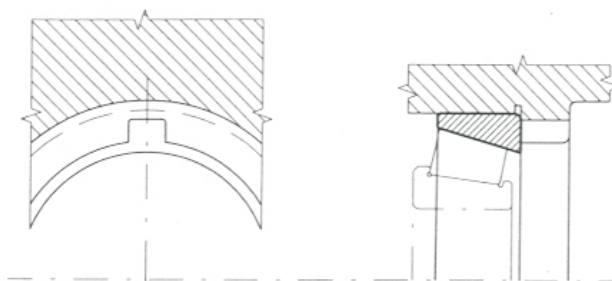
Obr. 42



Obr. 43



Obr. 44



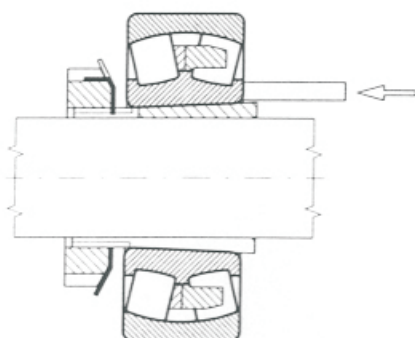
V prípadoch, keď vnútorný krúžok prilieha celým čelom k nákrúžku na hriadeľi, v ktorom nie sú drážky pre sťahovák, je možné guľkové, kuželíkové a veľčkové ložiská demontovať pomocou špeciálnych (klieštinových) sťahovákov. Týmto sťahovákom sa dajú sťahovať z čapu aj ložiská, ktoré sú ešte zabudované v telese.

3.2.2 Demontáž ložísk s kuželovou dierou

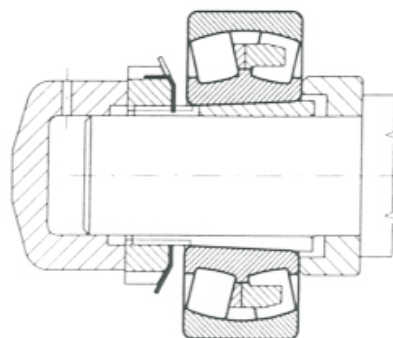
Pri demontáži ložísk uložených priamo na kuželovom čape alebo na upínacom puzdre sa najskôr matica čiastočne povolí a vnútorný krúžok sa uvoľní ľahkými údermi kladiva z kuželových úložných plôch čapu alebo upínacieho puzdra. Na to sa použije tyčka z mäkšieho kovu (obr.45).

Ak sa použije pri demontáži lis, oprie sa prípravok o maticu (obr.46) alebo priamo o upínacie puzdro.

Obr. 45

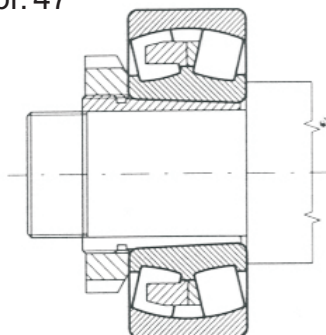


Obr. 46

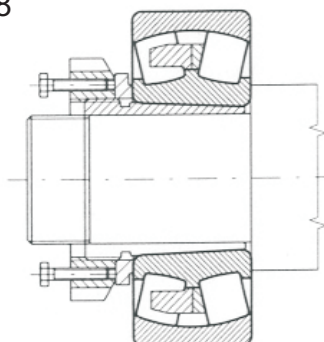


Ložiská upevnené na čape sťahovacím puzdrom sa demontujú pomocou sťahovacej matice (obr. 47). V zložitejších prípadoch a pri veľkých ložiskách sa používa matica s odtlačacími skrutkami (obr. 48). Medzi odtlačacie skrutky a čelo vnútorného krúžku sa vkladá podložka. Jednoduchšia je demontáž sťahovacích puzdier hydraulickou maticou (obr. 49). Sťahovacie puzdrá, ktoré prečnievajú cez koniec hriadeľom sa diere podopierajú hrubostenným krúžkom.

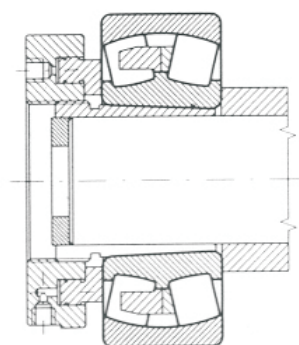
Obr. 47



Obr. 48



Obr. 49

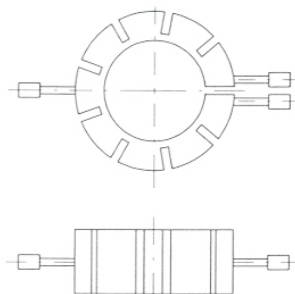


3.3 Tepelné spôsoby demontáže ložísk

3.3.1 Ohrievací prstenec

Ohrievací prstenec (obr.50) je vhodný na demontáž vnútorných krúžkov valčekov ložísk. Prstenec je zhotovený z hliníkovej zliatiny a má radiálne závery. Tepelne izolované držadlá umožňujú manipuláciu s prstencom. Prstenec má rovnakú šírku ako ložisko a diera má priemer ako obežná dráha vnútorného krúžku ložiska.

Obr.50



Prstenec sa ohreje na elektrickej ohrievacej doske na teplotu 200°C až 300°C nasunie sa na sťahovaný vnútorný krúžok, ktorý je natretý hustým oxidovzdorným olejom a zovrie sa držadlami. Z prstenca prechádza teplo veľmi rýchlo do vnútorného krúžku ložiska. Keď sa presah v uložení na hriadeľi uvoľní, siahne sa krúžok spolu s prstencom. Prstenec je výhodný hlavne na sťahovacie stredne veľkých ložiskových krúžkov. Pre každú veľkosť ložiska musí byť príslušný ohrievací prstenec.

3.3.2 Indukčné demontáže zariadenie

Indukčné demontážne zariadenie sa používa predovšetkým na sťahovanie vnútorných krúžkov valčekových a ihlových ložísk s priemerom diery od 100 mm, ktoré sú pevne uložené na hriadeľi. Ohrievanie prebieha tak rýchlo, že do hriadeľa prenikne len málo tepla, pričom sa krúžky ľahko uvoľnia. Krúžky sa ohrievajú na teplotu 80°C až 100°C.

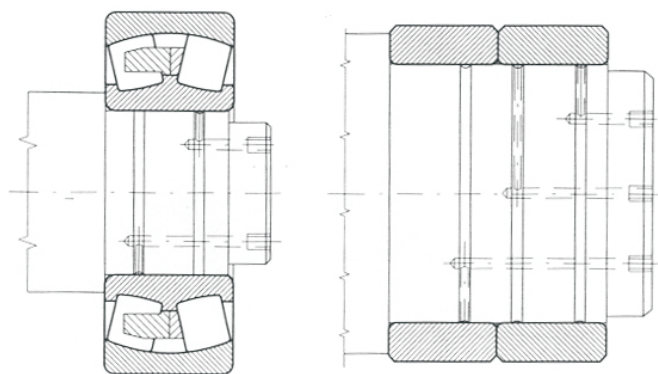
3.3.3 Kruhový horák

Ak nie sú na hriadeľi drážky a kanáliky na hydraulickú montáž, je možné vnútorné krúžky väčších rozoberateľných ložísk ohriať i plameňom. V týchto prípadoch sa osvedčil kruhový horák. Vzďialenosť rúrok od povrchu krúžku má byť 40 až 50 mm. Pri obvyklom tlaku plynu majú diery v horáku priemer 2 mm, sú striedavo presadené s rozstupom 18 až 24 mm. Horák musí byť pri ohrievaní súosý s ložiskovým krúžkom a v priebehu ohrievania sa s ním pomaly a rovnomerne pohybuje v axiálnom smere nad povrchom ložiskového krúžku.

3.4 Hydraulický spôsob demontáže ložísk

Pri hydraulickom spôsobe sa vtláča medzi stykové plochy olej. Olejová vrstva preruší styk medzi súčiastkami, ktoré sa dajú pomerne malou silou vzájomne posunúť bez nebezpečenstva poškodenia povrchu. Hydraulický spôsob je rovnako vhodný na demontáž spojení s kuželovými ako aj s valcovými stykovými plochami. V oboch prípadoch musia byť v čape vytvorené drážky, prírodné kanáliky a pripojovacie závit (obr. 51) pre napojenie zdroja tlakového oleja.

Obr.51

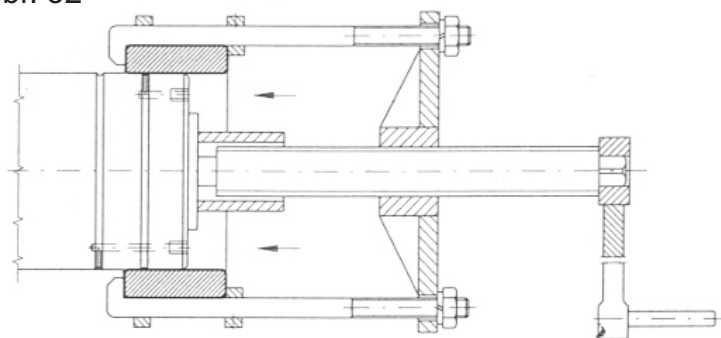


Väčšie sťahovacie a upínacie puzdrá sa vyrábajú s drážkami a kanálikmi pre tlakový olej. Na demontáž sa môže použiť olej s viskozitou asi 45 mm²s⁻¹ pri 40°C. Ak sú stykové plochy poškodené, použije sa prevodový olej s viskozitou asi 300 mm²s⁻¹ pri 40°C.

3.4.1 Demontáž ložísk s valcovou dierou

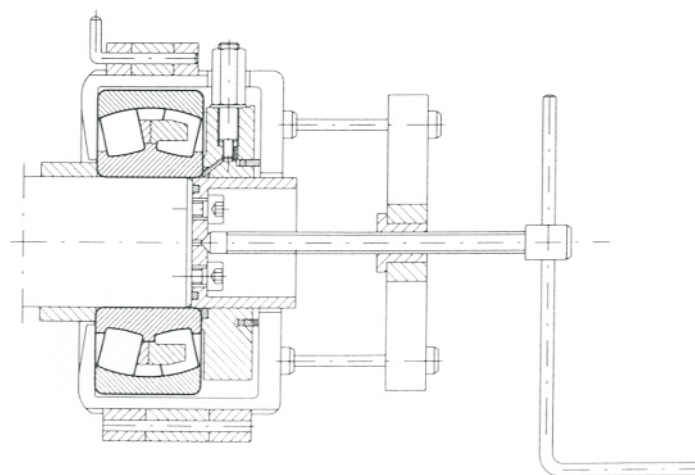
Pri ložiskách s valcovou dierou sa používa hydraulický spôsob obyčajne len pri demontáži. Pri demontáži sa použije sťahovací (obr. 52).

Obr. 52



Po nasunutí prípravku, vtláčame olej dvoma čerpadlami do obidvoch olejových kanálikov. Po vniknutí oleja medzi valcové plochy a uvoľnení krúžkov stiahneme pomocou prípravku krúžok tak ďaleko, až sa rovnomerne prekryva prednú drážku na obidve strany. V tejto polohe sa prívod oleja preruší. Do vodiaceho puzdra sťahovacieho prípravku sa vloží pružina a predopne sa. Stlačenie pružiny musí byť väčšie ako dĺžka, ktorou je krúžok osadený na hriadeli. Predpätie pružiny má byť asi $P=20 \cdot d$ (N). Vtlačeníím oleja do predného kanáliku sa vnútorný krúžok stiahne silou pružiny. Ak nie sú v čape olejové drážky a prívodné kanáliky, môže sa olej vtláčať medzi stykové plochy od čela vnútorného krúžku (obr.53).

Rys.53

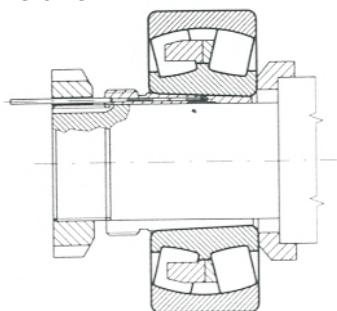


K prednej strane lisovaného ložiska sa pritlačí utesnený krúžok, ktorým sa olej vtláča medzi stykové plochy. Pripevnením zvláštneho puzdra k čelu čapu sa dosiahne, že olej sa vtláča medzi stykové plochy až do ukončenia procesu sťahovania. Ak sa nedá použiť také puzdro, musí sa použiť olej s viskozitou asi $300 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$ pri 40°C . Takýto olej vytvorí medzi stykovými plochami film, ktorý sa udrží počas 4 až 7 minút. Táto doba postačí na stiahnutie ložiska. Sťahovacie puzdrá sú pomerne drahé a používajú sa len v tých prípadoch, kde je potrebné často demontovať väčšie množstvo ložísk (napr. u náprav koľajových vozidiel). Pre demontáž ložísk, hlavne pri bežnej údržbe je vhodnejšie použiť indukčné ohrievanie.

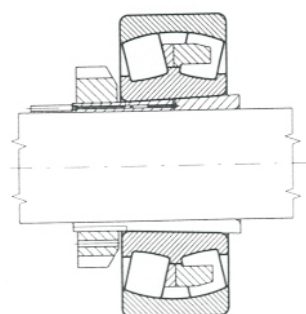
3.4.2 Demontáž ložísk s kuželovou dierou

Pri sťahovaní ložísk uložených priamo na kuželovom čape alebo na sťahovacom a upínacom puzdre stačí len vtlačiť olej medzi stykové plochy. Pri práci je potrebné postupovať opatrne, pretože spojenie sa uvoľní rázom. Vzhľadom na nebezpečenstvo úrazu musí byť axiálne odskočenie ložiska alebo puzdra pri demontáži obmedzené maticou na hriadeli (obr. 54.) alebo na puzdre (obr. 55), prípadne dorazom (obr. 56).

Obr.54

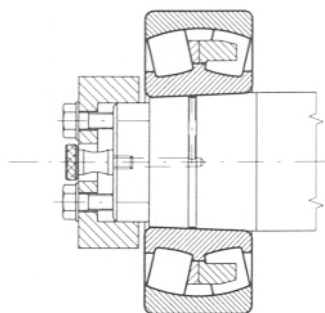


Obr. 55

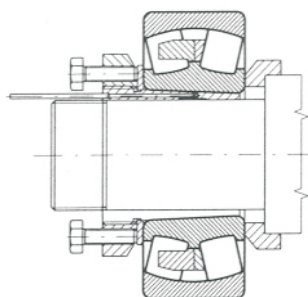


V zložitejších prípadoch sa môže vyťahovanie upínacieho puzdra podporiť sťahovacou maticou naskrutkovanou na puzdre. Ak má takáto matica odtlačacie skrutky (obr. 57), vkladá sa pod tieto skrutky podložka, ktorá zabraňuje priamemu pôsobeniu tlaku skrutiek na nákrúžok ložiskového krúžku.

Obr. 56

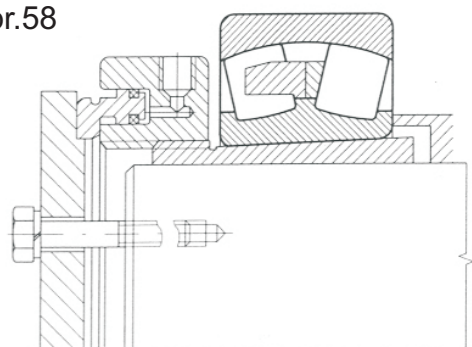


Obr. 57



Upínacie puzdro sa dá tiež uvoľniť hydraulickou maticou, pokiaľ je ložisko opreté o oporný krúžok. Hydraulická matice musí byť opretá o koncovú dosku (obr. 58).

Obr.58



Na demontáži ložísk s kuželovou dierou uložených priamo na čape postačí ako zdroj tlaku injektor (obr. 23).

PORUCHY VALIVÝCH LOŽÍSK

4.1 Popis niektorých druhov poškodenia ložísk

Vzhľad poškodenia	Príčina
zrkadlový vzhľad alebo modré až hnedé zafarbenie obežných dráh a valivých telies	nedostatočné mazanie
vtlačneniny na obežnej dráhe	vibrácie pôsobiace na neotáčajúce sa ložisko
vtlačneniny na obežnej dráhe a valivých telesách	chybná montáž alebo nadmerné zaťaženie
malé vtlačneniny rovnomerne rozložené po obežnej dráhe a valivých telesách	cudzie častice v ložisku
poškodené a zafarbené konce valčekov a čiel prírub	prekívanie pri veľkom axiálnom zaťažení alebo nedostatočné mazanie
poškodená a zafarbená plocha diery v ložisku, v telese alebo čela ložiska	pretáčanie krúžku hriadeli alebo v telese
malé plytké trhliny s kryštalicke popraskaným povrchom	nedostatočné alebo nevhodné mazanie
sivočierne pruhy na obežnej dráhe zhodné s rozstupom valivých telies alebo pitting	prítomnosť vody alebo korozívnych látok v ložisku
tmavohnedé alebo sivočierne drážkovanie, alebo jamky na obežnej dráhe, guľky majú tmavé zafarbenie	prechod elektrického prúdu
silná stopa chodu na obežnej dráhe obidvoch krúžkov	predpätie spôsobené veľkým presahom
odlupávanie povrchu funkčných plôch	diely sú nesúosé, chybná montáž, cudzie častice v ložisku, korózia
trhliny alebo vylámané kúsky materiálu, prasknuté krúžky	chybná montáž, malá radiálna vôľa

Valivé ložiská patria medzi najdôležitejšie časti strojov a zariadení. V rôznych zariadeniach, cestných vozidlách, obrábacích strojoch, elektromotoroch, čerpadlách, ventilátoroch pracujú ložiská prakticky bez obsluhy mnoho rokov. Toto je však možné dosiahnuť iba vtedy, ak sa podľa možnosti vylúčia všetky okolnosti, ktoré majú vplyv na zníženie trvanlivosti ložísk.

Rovnako ako u iných častí strojov môže aj u valivých ložísk dôjsť z najrôznejších príčin k predčasnému poškodeniu a k poruche uloženia.

Je potrebné rozlišovať **trvanlivosť** ložiska, ktorá je spôsobená únavou v dôsledku pôsobenia zaťaženia pri otáčaní, a **životnosť** ložiska, ktorá stanovuje dobu prevádzkyschopnosti ložiska, pokiaľ je ložisko z iných príčin ako je únava materiálu, vyradené z prevádzky.

Dynamická únava závisí na zaťažení, frekvencii otáčania, základnej dynamickej únosnosti ložiska a prejavuje sa ako odlupávanie povrchu funkčných plôch. Životnosť ložiska je ovplyvnená napr. nesprávnou montážou, nesprávnou voľbou ložísk, výrobnými chybami pri výrobe pripojovacích súčiastok, neodbornou manipuláciou s valivými ložiskami, nečistotami vniknutými do priestoru ložísk, nevhodným alebo nedostatočným mazaním a pod.

Ak sa vyskytujú u valivých ložísk poškodenia alebo iné nedostatky, je dôležité stanoviť príčinu poškodenia, aby bolo možné vykonať vhodné opatrenia, ktoré by zabránili ich opakovaniu.

Začínajúce poškodenie ložiska sa prejaví na chode ložiska, a to spravidla stúpaním teploty alebo hlukom a vibráciami.

Ďalej sú uvedené niektoré najčastejšie sa vyskytujúce poruchy a ich príčiny.

Odlupávanie povrchu

Cyklické namáhanie obežných dráh krúžkov a valivých telies má za následok únavu materiálu. Normálna únava sa prejavuje vznikom trhliniek a odlupávaním materiálu valivých plôch tzv. pitting (obr. 59a,b). Pri pokračujúcom namáhaní môže nastať i náhle nalomenie krúžku (obr.60).

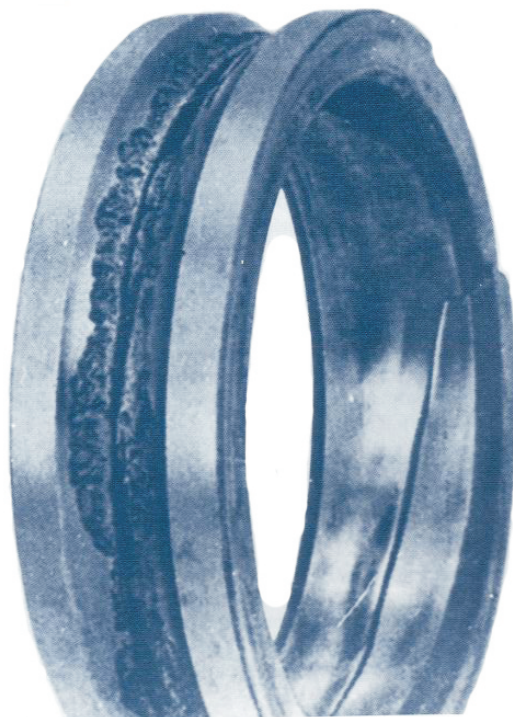
Obr.59a



Obr.59b



Obr.60



Nečistoty

Odtlačeníny od nečistôt na funkčných plochách ložiska môžu spôsobiť predčasnú únavu materiálu. Nečistoty s brúsnyim účinkom vyradia ložisko v dôsledku jeho rýchleho opotrebenia. Funkčné plochy sa stanú drsnými a majú matný vzhľad. Opatrebovaním sa začne zväčšiť vôľa v ložisku.

Možné príčiny znečistenia ložiska sú :

- neočistené súčiastky uloženia
- formovací piesok v odliatkoch telesa
- nevhodne utesnené ložiskové teleso
- znečistené mazivo
- kovový oter z ozubených kolies, ktorý je znášaný s mazivom do ložiska

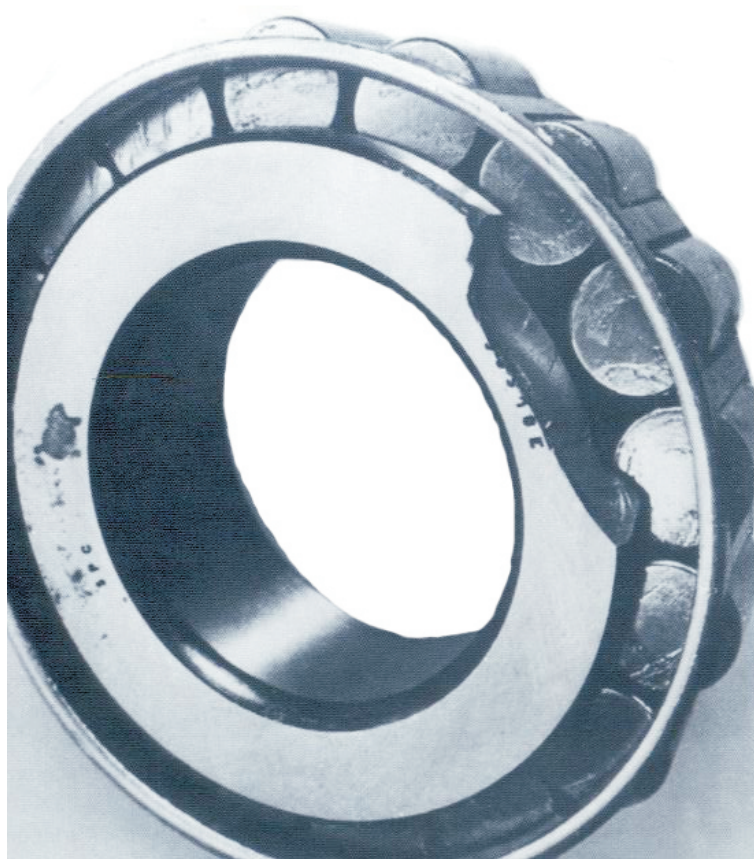
Montážne chyby

Pri montáži ložísk môže vzniknúť veľké množstvo chýb, ktoré môžu veľmi nepriaznivo ovplyvniť ich trvanlivosť.

Pri montáži jednoradových valčekových ložísk sa často odoberateľný krúžok nasúva násilím na krúžok s valčekmi. Pritom dochádza k poškodeniu funkčných plôch. Toto poškodenie je východiskom k vzniku pittingu. Gul'kové ložiská sú náchylné na vytváranie odtlačení, ak sa montážna sila prenáša počas montáže cez gul'ky. V takých prípadoch sú najmä dvojradové naklápacie gul'kové ložiská značne náchylné na poškodenie.

Pri neodbornej montáži a s použitím nevhodných pomôcok, dochádza najmä u kuželíkových ložísk k vylamovaniu nákrúžkov vnútorných krúžkov (obr.62)

Obr. 62



Prechod elektrického prúdu

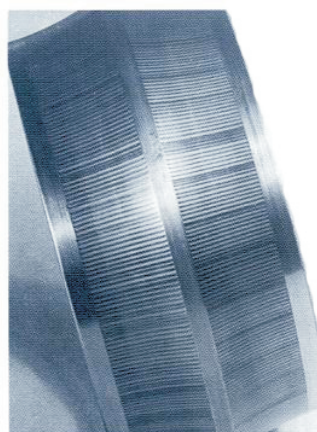
Ak ložiskom prechádza elektrický prúd, t. j. prestupuje z jedného krúžku na druhý cez valivé telesá, nastáva v miestach styku podobný proces ako pri zváraní elektrickým oblúkom. Materiál je ohriaty, čo vedie ku vzniku zafarbených oblastí rôznej veľkosti, dochádza k popusteniu materiálu, k prekaleniu alebo až k roztaveniu. Tam, kde nastane roztavenie materiálu, sa tvoria jamky.

Prechod elektrického prúdu pri ložiskách s priamkovým stykom spôsobuje na obežných dráhach ložiskových krúžkov (obr.63a, obr.63b) a valivých telesách ryhovane.

Obr.63a



Obr. 63b



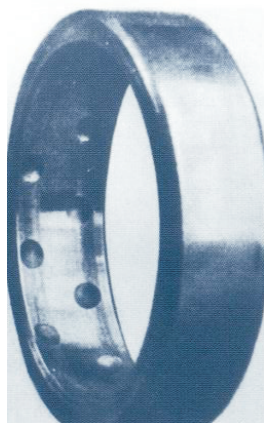
Poškodenie ložísk spôsobuje striedavý aj jednosmerný prúd. Rozsah poškodenia ložiska je závislý na mnohých faktoroch, napr: intenzita prúdu, doba trvania, zaťaženie ložiska, frekvencia otáčania a mazivo.

Vibrácie

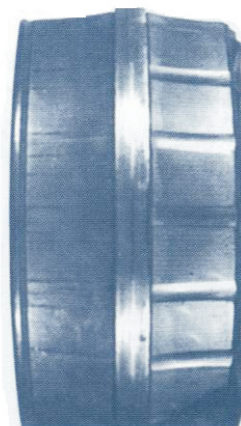
Ak sa ložisko neotáča, nevytvorí sa žiadny mazací film medzi valivými telesami a obežnou dráhou. Neprítomnosť mazacieho filmu spôsobuje kovový styk a vibrácie spôsobujú vzájomné pohyby valivých telies a krúžkov. Výsledkom týchto pohybov je vytrhávanie malých čiastočiek. Toto poškodenie je známe ako **brinelovanie**. Gulky spôsobujú priehlbiny (obr.64), zatiaľ čo valivé telesá s čiarovým stykom spôsobujú drážky (obr. 65). V mnohých prípadoch je možné rozpoznať hnedočervenú koróziu na dne priehlbín.

Ložiská s čiarovým stykom sú citlivejšie na tento druh poškodenia ako guľkové ložiská. Je to spôsobené tým, že guľky sa môžu odvalovať vo viacerých smeroch. Valčekové ložiská sú najcitlivejším typom ložísk. Drážky vzniknuté vibráciami sú podobné drážkam, ktoré vznikajú pri prechode elektrického prúdu. Ložiská poškodené vibráciami sa obyčajne nachádzajú v strojoch, ktoré nepracujú a sú umiestnené v blízkosti zariadení spôsobujúcich vibrácie, ako napr. ventilátory, záložné generátory a lodné pomocné stroje. K poškodeniu ložísk môže dôjsť taktiež pri doprave po železnici, ceste a mori. Ložiská v prepravovaných strojoch musia byť chránené zablokovaním hriadeľa, čím sa zabráni malým pohybom, ktoré spôsobujú poškodenie.

Obr.64



Obr.65



Korózia

Poruchy valivých ložísk spôsobené koróziou môžu mať rozdielnu formu a rôzne príčiny. Vždy sa však prejavujú nerovnomerným a hlučným chodom. Koróziou uvoľnené častice z funkčných plôch majú brusný účinok a spôsobujú opotrebovanie. Na obr. 66 je poškodenie spôsobené koróziou. Medzi faktory spôsobujúce koróziu patria hlavne nevhodné utesnenia proti vlhkosti, výpary kyselín, voda skondenzovaná v ložiskovom telese a nevhodne uskladnené ložiská.

Korózia, ktorá vznikla v neotáčajúcom sa ložisku, prejavuje sa škvrnami alebo priehlbeninami na obežných dráhach v rozstupe valivých telies.

Obr.66



V neotáčajúcom sa ložisku, ktoré je vystavené chveniu, vzniká korózia v miestach styku valivých telies s obežnými dráhami, pričom sa miesta styku opotrebovávajú. Ohrozené sú stroje, na ktoré počas klúdu alebo prepravy pôsobia otrasy. Trecia korózia naproti tomu vzniká na úložných plochách ložiska, t. j. v jeho diere a na vonkajšom priemere. Príčinou je relatívne voľné uloženie príliš poddajné prípojné súčiastky.

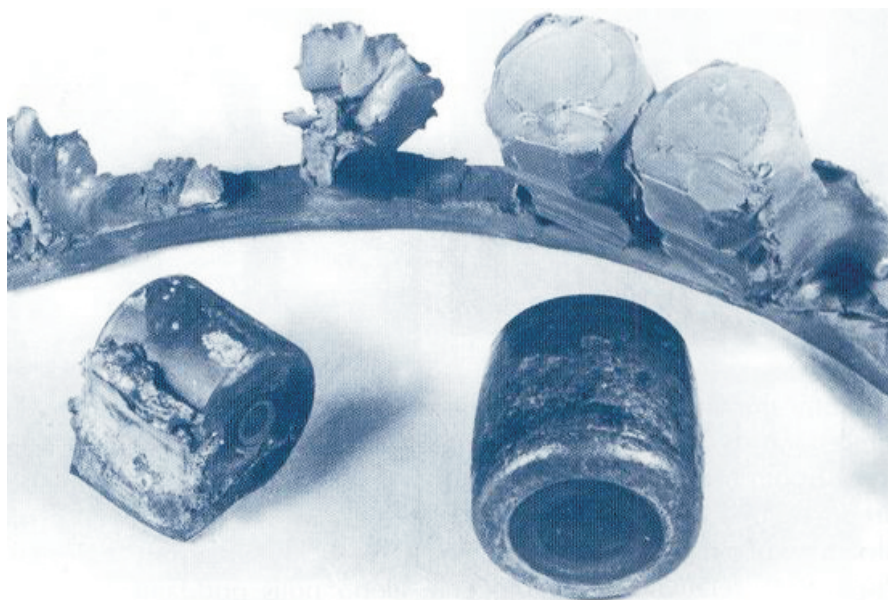
Nevhodné mazanie

Ak nie sú vzájomné odvalujúce sa plochy dostatočne oddelené od seba vrstvou maziva, nastáva suché trenie a opotrebovanie. Pritom dochádza na povrchu obežných dráh k silnému namáhaniu materiálu. Pri premazaní ložiska sa mazivo silne ohrieva a postupne stráca mazaciu schopnosť. To môže nakoniec viesť až k prehriatiu ložiska a k jeho úplnému zablokovaniu. Hlavne pri vysokej frekvencii otáčania nesmie byť ložisko preplnené mazivom.

Poškodenia klietky

Stanoviť presnú príčinu poškodenia klietky je mnohokrát obtiažne, pretože v havarovanom ložisku býva už spravidla zničená. Niektoré faktory poškodenia, ktoré môžu spôsobiť únavové trhliny, vedú v konečnom dôsledku k rozlámaniu klietky (obr.67). Pri vyššej frekvencii otáčania je klietka namáhaná veľkými zotrvačnými silami, ktoré spôsobujú nalomenie klietky. Pri nedostatočnom mazaní je klietka prvou súčiastkou ložiska, ktorá sa opotrebuje. Otvory pre valivé telesá sa zväčša a valivé telesá nie sú správne vedené. Zablokovanie klietky môžu spôsobiť i časti odlúpeného materiálu alebo iné tvrdé častice, ktoré sa dostanú medzi klietku a valivé telesá.

Obr. 67





**MONTÁŽ,
DEMONTÁŽ
A PORUCHY
VALIVÝCH LOŽÍSK**

PUBLIKÁCIA KINEX MDPVL 02/2010 SK